



Comune di Bologna



Sostenibilità  
è Bologna



**PUMS**  
BOLOGNA  
METROPOLITANA

RTI Progettisti:

**SYSTRA SOTECNI**  
SYSTRA GROUP



**STUDIO MATTIOLI**  
Ambiente - Ingegneria - Energia



# PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (TRATTO NORD LINEA VERDE - DIRETTRICE CORTICELLA-CASTEL MAGGIORE)

**FSC**

Fondo per lo Sviluppo  
e la Coesione

Intervento finanziato con risorse  
FSC 2014-2020 - Piano operativo della Città  
metropolitana di Bologna  
Delibera CIPE n.75/2017



## STUDI SPECIALISTICI AMBIENTE

### STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE Parte 1 di 3

COMUNE DI BOLOGNA  
SETTORE MOBILITA' SOSTENIBILE E INFRASTRUTTURE

IL DIRETTORE DEL SETTORE

ING. CLETO CARLINI

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

ING. GIANCARLO SGUBBI

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO

ING. MIRKA RIVOLA

SEGRETERIA TECNICA

ING. BARBARA BARALDI

GEOM. AGNESE FERRO

Aech. VIRGINIA BORRELLO

RESPONSABILE DI COMMESSA

ING. PAOLO MARCHETTI

RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

ING. SANTI CAMINITI

Gruppo di Progettazione:

Ing. Alessandro Piazza (Coordinatore Tecnico)  
Ing. Santi Caminiti (Progetto sistemi tranviari)  
Ing. Andrea Spinosa (Studi Trasportistici)  
Arch. Sebastiano Fulci De Sarno (Prog. Architettonico e Inser. Urbanistico)  
Ing. Sergio Di Nicola (Sovrastruttura Tranviaria)  
Ing. Jeremie Wajs (Impianti Tecnologici)  
Ing. Maurizio Falzea (Esperto Armamento)  
Ing. Giorgio Coletti (Progettazione Funzionale Depositi)  
Ing. Pietro Caminiti (Viabilità Interferente)  
Ing. Stefano Tortella (Opere Strutturali)  
Ing. Andrea Carlucci (Esperto Impianti Elettro-ferroviari)  
Ing. Domenico D'Apollonio (Impianti di Trazione Elettrica)  
Ing. Matteo Mariotti (Impianti Meccanici)  
Arch. Sergio Moscheo (Prime Disposizioni per la Sicurezza)  
Ing. Boris. Rowenczyn (Piani Economici e Finanziari)  
Prof. Matteo Mattioli (Valutazione impatto ambientale e impatto acustico)

COMMESSA	FASE	DISCIPLINA	TIPO/NUMERO	REV.	SCALA	NOME FILE
B381-C	SF	SCA	RG001	D	—	B381-C-SF-SCA-RG001D_Parte 1.pdf

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	Feb 2022	AGGIORNAMENTO A SEGUITO ISTRUTTORIA COMUNE BOLOGNA	COSTA	MATTIOLI	S. CAMINITI
1	Mar 2022	AGGIORNAMENTO A SEGUITO ISTRUTTORIA ARPAE	COSTA	MATTIOLI	S. CAMINITI
2	Lug 2022	AGGIORNAMENTO PER ITER SCREENING AMBIENTALE	COSTA	MATTIOLI	S. CAMINITI

## INDICE

1.	PREMESSA.....	14
2.	PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL PROGETTO.....	16
2.1	LINEE GUIDA DI APPLICAZIONE DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI .....	16
2.1.1	<i>Green Public Procurement e Criteri Ambientali Minimi</i> .....	17
2.1.2	<i>Specifiche tecniche per gruppi di edifici (2.2 dei CAM)</i> .....	18
2.1.2.1	<i>Inserimento naturalistico e paesaggistico (2.2.1 dei CAM)</i> .....	18
2.1.2.2	<i>Sistemazione aree a verde (2.2.2 dei CAM)</i> .....	19
2.1.2.3	<i>Riduzione del consumo di suolo e mantenimento della permeabilità dei suoli (2.2.3 dei CAM)</i> .....	20
2.1.2.4	<i>Conservazione dei caratteri morfologici (2.2.4 dei CAM)</i> .....	22
2.1.2.5	<i>Riduzione dell'impatto sul microclima e dell'inquinamento atmosferico</i> .....	23
2.1.2.6	<i>Riduzione dell'impatto sul sistema idrografico superficiale e sotterraneo</i> .....	24
2.1.2.7	<i>Infrastrutturazione primaria</i> .....	26
2.1.2.8	<i>Infrastrutturazione secondaria e mobilità sostenibile</i> .....	29
2.1.2.9	<i>Rapporto sullo stato dell'ambiente</i> .....	30
2.1.3	<i>Specifiche tecniche dei componenti edilizi (2.4 dei CAM)</i> .....	31
2.1.3.1	<i>Criteri comuni a tutti i componenti edilizi (2.4.1 dei CAM)</i> .....	31
2.1.3.2	<i>Criteri specifici per i componenti edilizi (2.4.2 dei CAM)</i> .....	32
2.1.4	<i>Quadro sinottico</i> .....	35
2.2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	41
2.2.1	<i>Il trasporto pubblico</i> .....	43
2.2.2	<i>La rete "su ferro"</i> .....	44
2.3	OBIETTIVI DEL PROGETTO .....	44
2.3.1	<i>Le strategie per il potenziamento della rete urbana di Bologna previste nel PUMS</i> .....	45
2.3.2	<i>La nuova Linea Rossa</i> .....	48
2.4	ANALISI DELLE ALTERNATIVE.....	50
2.4.1	<i>Tracciato della linea</i> .....	50
2.4.2	<i>Alternative Terminal Corticella</i> .....	63
2.4.2.1	<i>Alternativa 1 – Terminal nel quartiere Corticella</i> .....	64



2.4.2.2	Alternativa 2 – Terminal a Castel Maggiore (BO).....	94
2.4.2.3	Valutazione delle alternative .....	121
2.5	DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO .....	122
2.6	ELENCO DELLE OPERE .....	132
2.7	CAPOLINEA CORTICELLA.....	133
2.8	MANUFATTI .....	134
2.8.1	Banchine di fermata .....	134
2.8.2	Banchina centrale.....	134
2.8.3	Banchina laterale.....	135
2.8.4	Finiture .....	135
2.8.5	La pensilina.....	135
2.9	ACCESSIBILITÀ.....	136
2.10	PRIME INDICAZIONI SULLA CANTIERIZZAZIONE .....	137
2.10.1	Organizzazione dei cantieri.....	138
2.10.2	Macrocantieri .....	139
2.10.3	MicroCantieri.....	142
2.10.4	Fasi principali di cantiere .....	147
2.10.5	Aree logistiche e stoccaggio materiali .....	153
2.11	CARATTERISTICHE DEL TRATTO IN COMUNE LINEA VERDE - LINEA ROSSA .....	153
2.11.1	Descrizione .....	153
2.11.2	Caratteristiche dell'esercizio della linea.....	165
2.11.3	Impatti cumulativi tratto comune.....	168
2.12	CUMULO CON ALTRI PROGETTI .....	169
3.	ANALISI DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE, AMBIENTALE E DI SETTORE.....	170
3.1	PIANO TERRITORIALE REGIONALE (PTR).....	171
3.2	PIANO TERRITORIALE PAESISTICO REGIONALE (PTPR).....	171
3.3	PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA) .....	173

3.4	PIANO ARIA INTEGRATO REGIONALE (PAIR) .....	191
3.5	PIANO ENERGETICO REGIONALE (PER) E PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE E IL CLIMA (PAESC) 196	
3.6	PIANO TERRITORIALE METROPOLITANO – CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA .....	204
3.6.1	“Carta della Struttura” .....	206
3.6.2	“Carta degli Ecosistemi” .....	218
3.6.3	“Carta di area vasta di rischio idraulico” .....	227
3.6.4	“Carta di area vasta delle aree suscettibili degli effetti locali” .....	235
3.6.5	“Carta reti ecologiche e fruizione turismo” .....	238
3.7	PIANO URBANO DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILE (PUMS) .....	251
3.7.1	Obiettivi .....	252
3.7.2	Mobilità pedonale e ciclistica .....	252
3.7.3	Tpm – Trasporto Pubblico Metropolitano .....	254
3.7.3.1	Descrizione della Direttrice Corticella-Castel Maggiore .....	259
3.7.3.2	Indicazioni preliminari per la rete urbana complementare .....	260
3.8	PIANO URBANISTICO GENERALE (PUG) – COMUNE DI BOLOGNA .....	260
3.8.1	Resilienza ed ambiente .....	262
3.8.1	Abitabilità ed inclusione .....	264
3.8.1	Attrattività e lavoro .....	265
3.8.2	“Tutele e vincoli” .....	267
3.8.2.1	Tutele – Risorse idriche e assetto idrogeologico .....	269
3.8.2.2	Tutele – Stabilità dei versanti .....	276
3.8.2.3	Tutele – Elementi naturali e paesaggistici .....	278
3.8.2.4	Tutele – Testimonianze storiche e archeologiche .....	281
3.8.2.5	Tutele – Rischio sismico .....	286
3.8.2.6	Tutele – PTM - Ecosistemi naturali e limitazioni per gli interventi all'esterno del territorio urbanizzato 291	
3.8.2.7	Vincoli – Infrastrutture, suolo e servizi .....	294
3.8.2.8	Vincoli – Infrastrutture per la navigazione aerea/1 .....	299

3.8.2.9	Vincoli – Infrastrutture per la navigazione aerea/2.....	301
3.8.2.10	Vincoli – Elettromagnetismo.....	304
3.9	PSC COMUNE DI CASTEL MAGGIORE .....	307
3.9.1	Assetto territoriale.....	309
3.9.2	Vincoli.....	316
3.9.3	Variante in materia di rischio sismico – pericolosità e microzonazione sismica.....	324
3.9.3.1	TAV A – Zonizzazione sismica .....	326
3.9.3.2	TAV 1 – Pericolosità sismica – Tavola Comunale delle aree suscettibili di effetti locali .....	327
3.9.3.3	TAV 2 – Microzonazione sismica semplificata .....	328
3.10	RUE COMUNE DI CASTEL MAGGIORE.....	329
3.11	PIANO GENERALE TRAFFICO URBANO (PGTU) .....	332
4.	L'AMBIENTE: RICOSTRUZIONE DELLO STATO ATTUALE, DELLE PROBLEMATICHE E DELLE MISURE DI CONTENIMENTO DEGLI IMPATTI.....	338
4.1	MOBILITÀ E TRAFFICO.....	338
4.1.1	Trasporto privato.....	339
4.1.2	Servizio taxi.....	340
4.1.3	Trasporto pubblico.....	340
4.1.4	Principali criticità del sistema di mobilità .....	342
4.1.5	Modello di traffico .....	343
4.1.5.1	Approccio metodologico .....	343
4.1.5.2	Zonizzazione dell'area di studio.....	343
4.1.5.3	L'offerta di trasporto.....	344
4.1.5.4	La domanda di trasporto .....	345
4.1.6	Modello di interazione domanda-offerta.....	346
4.1.7	Scenari futuri – Evoluzione demografica e sviluppi urbanistici .....	348
4.1.8	Scenari futuri – Scenario di riferimento .....	349
4.1.9	Scenari futuri – Individuazione alternativa tracciato ottimale.....	351
4.1.10	Scenari futuri – Lo scenario di progetto .....	352
4.1.11	Risultati.....	354

4.2	ATMOSFERA .....	355
4.2.1	Premessa .....	355
4.2.2	Quadro normativo di riferimento.....	356
4.2.2.1	Il Decreto Ministero Ambiente 60/2002.....	358
4.2.2.2	Il Decreto Legislativo 155/2010.....	358
4.2.2.3	Tabella riassuntiva dei limiti di concentrazione .....	360
4.2.2.4	Piano di gestione qualità dell'aria .....	361
4.2.3	Inquinanti caratteristici del traffico stradale .....	362
4.2.3.1	Ossidi di azoto (NOX).....	362
4.2.3.2	Polveri fini (PM <sub>10</sub> ) e finissime (PM <sub>2.5</sub> ) .....	363
4.2.3.3	Monossido di carbonio (CO).....	364
4.2.4	Inquadramento meteorologico .....	365
4.2.4.1	Stato del clima .....	365
4.2.4.2	Temperatura.....	366
4.2.4.3	Precipitazioni .....	367
4.2.4.4	Direzione e velocità del vento .....	368
4.2.4.5	Stabilità atmosferica .....	371
4.2.5	Stato attuale della qualità dell'aria .....	373
4.2.5.1	Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ).....	374
4.2.5.2	Ozono (O <sub>3</sub> ).....	376
4.2.5.3	Particolato (PM <sub>10</sub> ).....	379
4.2.5.4	Particolato (PM <sub>2.5</sub> ).....	382
4.2.5.5	Monossido di carbonio (CO).....	385
4.2.5.6	Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) .....	387
4.2.6	Simulazione atmosferica stato attuale/stato di progetto .....	390
4.2.6.1	Modello di simulazione .....	390
4.2.6.2	Dati di traffico.....	390
4.2.6.3	Fattori di emissione medi per il traffico .....	392
4.2.6.4	Risultati delle simulazioni.....	396
4.2.6.5	Valutazione di dettaglio per sottopasso Via Mazza e per il parcheggio Piazza dell'Unità .....	411
4.2.6.6	Valutazione delle emissioni assolute .....	415

4.2.6.7	Conclusioni in merito alle simulazioni effettuate.....	421
4.3	RUMORE .....	422
4.3.1	Quadro di riferimento legislativo .....	422
4.3.2	Classificazione acustica del territorio.....	424
4.3.3	Inquadramento acustico da traffico ferroviario.....	431
4.3.4	Indagini eseguite in fase di studio di prefattibilità .....	433
4.3.4.1	Criteri metodologici.....	434
4.3.4.2	Risultati.....	437
4.3.5	Modello di calcolo e mappe acustiche .....	440
4.3.5.1	Modello di taratura.....	441
4.3.5.2	Risultati delle simulazioni (scenario attuale) .....	443
4.3.5.3	Risultati delle simulazioni (scenario di riferimento).....	464
4.3.5.4	Modello previsionale.....	484
4.3.5.5	Valutazione del rumore prodotto dal Tram .....	484
4.3.5.6	Confronto tra scenario attuale e scenario di progetto.....	514
4.3.5.7	Mitigazioni acustiche .....	534
4.4	VIBRAZIONI .....	537
4.4.1	Origine delle vibrazioni .....	538
4.4.2	Propagazione delle vibrazioni .....	540
4.4.3	Attenuazioni/amplificazioni dovute alla presenza di manufatti edili .....	544
4.4.4	Quadro normativo .....	545
4.4.4.1	Analisi della normativa tecnica del discomfort abitativo (UNI 9614).....	547
4.4.4.2	Analisi della normativa tecnica sugli effetti degli edifici (UNI 9916).....	548
4.4.5	Valutazione delle vibrazioni nello stato di fatto.....	550
4.4.5.1	Criteri metodologici.....	551
4.4.5.2	Risultati.....	557
4.4.6	Valutazione delle vibrazioni prodotte in fase di esercizio.....	559
4.4.6.1	Caratterizzazione teorica delle emissioni di vibrazioni.....	559
4.4.6.2	Spettri tipici di vibrazioni di convogli tranviari.....	563
4.4.6.3	Descrizione dei sistemi di armamento di progetto.....	564

4.4.6.4	Danni architettonici (o di soglia) .....	567
4.4.6.5	Valutazione dell'impatto vibrazionale nella fase di esercizio.....	568
4.4.6.6	Sintesi e conclusioni dello studio di impatto vibrazionale .....	571
4.5	ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE .....	573
4.5.1	Acque superficiali.....	573
4.5.1.1	Inquadramento delle acque superficiali .....	574
4.5.1.2	Qualità delle acque superficiali.....	578
4.5.2	Acque sotterranee .....	591
4.5.2.1	Inquadramento delle acque sotterranee.....	591
4.5.2.2	Monitoraggio delle acque sotterranee.....	600
4.6	SUOLO E SOTTOSUOLO.....	620
4.6.1	Inquadramento geomorfologico-geologico-idrogeologico e sismico .....	620
4.6.1.1	Geomorfologia.....	620
4.6.1.2	Assetto geologico regionale.....	622
4.6.1.3	Inquadramento idrogeologico .....	627
4.6.1.4	Subsidenza locale .....	636
4.6.1.5	Macrosismicità dell'area.....	642
4.6.1.6	Categorie di sottosuolo .....	646
4.6.2	Verifica suscettibilità alla liquefazione.....	647
4.6.3	Modello geologico e caratterizzazione meccanica dei terreni .....	648
4.6.4	Consumo di suolo.....	650
4.7	PAESAGGIO E PATRIMONIO STORICO/CULTURALE.....	652
4.7.1	Inquadramento del contesto paesaggistico.....	653
4.7.2	Caratteri paesaggistici.....	655
4.7.3	Rapporto opera-componente .....	658
4.7.4	La Storia Urbana e Urbanistica e le principali vicende storiche .....	660
4.7.4.1	Comune di Bologna .....	660
4.7.4.2	Comune di Castel Maggiore.....	664
4.8	ECOSISTEMI, VEGETAZIONE E FLORA, FAUNA.....	665



4.8.1	Ecosistemi.....	665
4.8.2	Stato della vegetazione .....	668
4.8.2.1	Comune di Bologna .....	668
4.8.2.2	Comune di Castel Maggiore.....	672
4.8.3	Stato della fauna .....	677
4.9	SISTEMA INSEDIATIVO, CONDIZIONI SOCIOECONOMICHE E SALUTE PUBBLICA.....	691
4.9.1	Caratteri specifici delle aree interessate dal progetto .....	692
4.9.1.1	Quartiere Porto-Saragozza .....	692
4.9.1.2	Quartiere Santo Stefano .....	693
4.9.1.3	Quartiere Navile .....	693
4.9.1.4	Comune di Castel Maggiore.....	693
4.9.2	Rischio da incidente rilevante .....	694
4.10	ENERGIA ED ELETTROMAGNETISMO .....	695
4.10.1	Inquinamento da campi elettromagnetici .....	696
4.10.1.1	Elettrodotti (basse frequenze).....	697
4.10.1.2	Impianti di radiocomunicazione (alte frequenze) .....	698
4.10.2	Quadro normativo di riferimento.....	699
4.10.2.1	Normativa europea .....	699
4.10.2.2	Normativa nazionale .....	700
4.10.2.3	Normativa regionale.....	710
4.10.2.4	Norme CEI .....	711
4.10.3	Situazione attuale: sorgenti di campo elettromagnetico presenti .....	711
4.10.4	Impianti e SSE a servizio del collegamento tramviario.....	720
4.10.4.1	Descrizione del sistema di alimentazione della trazione elettrica.....	720
4.10.4.2	Localizzazione delle SSE.....	724
4.10.4.3	Punti di consegna delle forniture MT.....	728
4.10.4.4	Interconnessione SSE con linea in cavo MT .....	729
4.10.4.5	Dimensionamento elettrico.....	729
4.10.4.6	Linea di contatto.....	730
4.10.5	Potenziali impatti degli impianti a servizio del collegamento .....	731

4.10.5.1	Potenziali impatti delle SSE a servizio del collegamento .....	733
4.10.5.2	Potenziali impatti della linea in cavo MT lungo il tracciato.....	756
4.10.5.3	Verifica rispetto limite 100 microtesla.....	759
4.10.6	Consumi di energia .....	764
5.	IMPATTI AMBIENTALI DEL PROGETTO E MISURE DI MITIGAZIONE ADOTTATE .....	766
5.1	MOBILITÀ E TRAFFICO.....	766
5.1.1	Impatti.....	766
5.1.1.1	Fase di cantiere .....	766
5.1.1.2	Fase di esercizio.....	766
5.1.2	Mitigazioni.....	767
5.1.2.1	Fase di cantiere .....	767
5.1.2.2	Fase di esercizio.....	768
5.2	ATMOSFERA .....	768
5.2.1	Impatti.....	768
5.2.1.1	Fase di cantiere .....	768
5.2.1.2	Fase di esercizio.....	769
5.2.2	Mitigazioni.....	769
5.2.2.1	Fase di cantiere .....	769
5.2.2.2	Fase di esercizio.....	770
5.3	RUMORE .....	770
5.3.1	Impatti.....	771
5.3.1.1	Fase di cantiere .....	771
5.3.1.2	Fase di esercizio.....	794
5.3.2	Mitigazioni.....	794
5.3.2.1	Fase di cantiere .....	794
5.3.2.2	Fase di esercizio.....	795
5.4	VIBRAZIONI .....	797
5.4.1	Impatti.....	797
5.4.1.1	Fase di cantiere .....	797
5.4.1.2	Fase di esercizio.....	797

5.4.2	Mitigazioni.....	798
5.4.2.1	Fase di cantiere .....	798
5.4.2.2	Fase di esercizio.....	799
5.5	ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE .....	800
5.5.1	Impatti.....	800
5.5.1.1	Fase di cantiere .....	800
5.5.1.2	Fase di esercizio.....	801
5.5.2	Mitigazioni.....	817
5.5.2.1	Fase di cantiere .....	817
5.5.2.2	Fase di esercizio.....	819
5.6	SUOLO E SOTTOSUOLO.....	832
5.6.1	Impatti.....	832
5.6.1.1	Fase di cantiere .....	832
5.6.1.2	Fase di esercizio.....	835
5.6.2	Mitigazioni.....	836
5.6.2.1	Fase di cantiere .....	836
5.6.2.2	Fase di esercizio.....	837
5.7	PAESAGGIO E PATRIMONIO STORICO/CULTURALE.....	837
5.7.1	Impatti.....	838
5.7.2	Mitigazioni.....	847
5.8	ECOSISTEMI, VEGETAZIONE E FLORA, FAUNA.....	854
5.8.1	Impatti.....	854
5.8.1.1	Fase di cantiere .....	854
5.8.1.2	Fase di esercizio.....	855
5.8.2	Mitigazioni.....	856
5.8.2.1	Fase di cantiere .....	856
5.8.2.2	Fase di esercizio.....	856
5.9	ENERGIA ED ELETTROMAGNETISMO .....	890
5.9.1	Impatti.....	890

5.9.1.1	Fase di cantiere .....	890
5.9.1.2	Fase di esercizio.....	890
5.9.2	Mitigazioni.....	891
5.9.2.1	Fase di cantiere .....	891
5.9.2.2	Fase di esercizio.....	891
5.10	SISTEMA INSEDIATIVO, CONDIZIONI SOCIO-ECONOMICHE E SALUTE PUBBLICA .....	892
5.10.1	Impatti.....	892
5.10.2	Mitigazioni.....	893
5.11	SINTESI IMPATTI-MITIGAZIONI .....	893
6.	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	899
6.1	CRITERI GENERALI DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	900
6.2	ATMOSFERA .....	902
6.2.1	Generalità.....	902
6.2.2	Riferimenti normativi.....	904
6.2.3	Criteri di monitoraggio ambientale.....	905
6.2.4	Metodiche.....	907
6.2.5	Ubicazione dei punti di monitoraggio.....	919
6.2.6	Elaborazione e restituzione dei dati.....	919
6.3	RUMORE .....	920
6.3.1	Generalità.....	921
6.3.2	Riferimenti normativi.....	922
6.3.3	Criteri del monitoraggio ambientale.....	927
6.3.4	Metodiche.....	931
6.3.5	Ubicazione dei punti di monitoraggio.....	935
6.3.6	Elaborazione e restituzione dei dati.....	936
6.4	VIBRAZIONI .....	937
6.4.1	Generalità.....	937
6.4.2	Riferimenti normativi.....	938

6.4.3	Criteri del monitoraggio ambientale.....	938
6.4.4	Metodiche.....	940
6.4.5	Ubicazione dei punti di monitoraggio.....	941
6.4.6	Elaborazione e restituzione dei dati.....	942
6.5	ACQUE SUPERFICIALI .....	943
6.5.1	Generalità.....	943
6.5.2	Riferimenti normativi.....	944
6.5.3	Criteri del monitoraggio ambientale.....	945
6.5.4	Metodiche.....	946
6.5.5	Ubicazione dei punti di monitoraggio.....	950
6.5.6	Elaborazione e restituzione dei dati.....	950
6.6	ACQUE SOTTERRANEE.....	951
6.6.1	Generalità.....	951
6.6.2	Riferimenti normativi.....	951
6.6.3	Criteri del monitoraggio ambientale.....	952
6.6.4	Metodiche.....	953
6.6.5	Ubicazione dei punti di monitoraggio.....	956
6.6.6	Tipologico piezometro di monitoraggio e installazione .....	959
6.6.7	Elaborazione e restituzione dei dati.....	960
6.7	VEGETAZIONE.....	961
6.7.1	Generalità.....	961
6.7.2	Riferimenti normativi.....	962
6.7.3	Criteri del monitoraggio ambientale.....	963
6.7.4	Metodiche.....	965
6.7.5	Ubicazione dei punti di monitoraggio.....	973
6.7.6	Gestione delle emergenze.....	974
6.7.7	Elaborazione e restituzione dei dati.....	974

---

6.8	SUOLO	975
6.8.1	Generalità.....	975
6.8.2	Riferimenti normativi.....	975
6.8.3	Criteri del monitoraggio ambientale.....	976
6.8.4	Metodiche.....	977
6.8.5	Ubicazione dei punti di monitoraggio.....	980
6.8.6	Gestione delle emergenze.....	980
6.8.7	Elaborazione e restituzione dei dati.....	981
6.9	MOBILITÀ E TRAFFICO.....	981
6.9.1	Generalità.....	981
6.9.2	Riferimenti normativi.....	982
6.9.3	Criteri del monitoraggio ambientale.....	982
6.9.4	Metodiche.....	983
6.9.5	Ubicazione dei punti di monitoraggio.....	984
6.9.6	Elaborazione e restituzione dei dati.....	985
6.10	ASPETTI ORGANIZZATIVI .....	985
7.	ALLEGATI.....	989



## 1. PREMESSA

Nell'ambito del "Servizio di progettazione di fattibilità tecnica ed economica della seconda linea tranviaria di Bologna (Tratto Nord Linea verde – Direttrice Corticella-Castel Maggiore)", è stato redatto il presente documento (ai sensi dell'art. 20 del DPR 207/2010), che costituisce lo studio preliminare ambientale dell'intervento proposto.

Tale studio descrive l'inquadramento del territorio interessato dal progetto, unitamente all'esito delle indagini eseguite, la descrizione delle soluzioni prescelte sotto il profilo localizzativo e funzionale, nonché eventuali problematiche riscontrate. L'analisi ha previsto un primo inquadramento delle problematiche ambientali, attraverso la verifica preliminare di compatibilità rispetto gli scenari programmatici e agli strumenti per la tutela delle risorse naturali e paesistico-territoriali.

La tipologia progettuale dell'intervento in esame ricade nell'elenco dei "Progetti sottoposti alla Verifica di assoggettabilità di competenza delle Regioni e delle Province autonome di Trento e Bolzano" di cui all'Allegato IV alla Parte II del D. Lgs. 152/2006, in particolare nel:

- Punto "7. Progetti di infrastrutture" comma l) "Sistemi di trasporto a guida vincolata (tramvie e metropolitane), funicolari o linee simili di tipo particolare, esclusivamente o principalmente adibite al trasporto di passeggeri".

Lo studio è stato volto principalmente alla caratterizzazione dell'area di intervento sia dal punto di vista programmatico/pianificatorio, sia sotto il profilo dei vincoli urbanistici ed ambientali vigenti, che, infine, sotto il profilo territoriale-ambientale. L'obiettivo è stato essenzialmente quello di verificare la fattibilità dell'opera dal punto di vista ambientale, identificando lo stato delle componenti interessate, le principali interazioni che l'opera può generare sul territorio di intervento e le principali azioni che possono essere previste per la prevenzione/minimizzazione degli impatti.

Lo studio è stato articolato nelle seguenti parti:

- Principali caratteristiche dell'intervento: che fornisce l'inquadramento delle aree interessate dal progetto, le principali caratteristiche dell'intervento e le prime indicazioni in merito alla cantierizzazione;
- Analisi degli strumenti di pianificazione urbanistica, ambientale e di settore: fornisce gli elementi conoscitivi delle relazioni tra l'opera in progetto e gli strumenti di pianificazione/programmazione territoriale e settoriale, verificandone la conformità;
- Ambiente: ricostruzione dello stato attuale, delle problematiche ambientali e delle misure di contenimento degli impatti: descrive l'inquadramento del territorio e dell'ambiente interessati dall'opera, le componenti ed i fattori ambientali interessati ed evidenzia le relazioni con l'opera in progetto;
- Allegati grafici esplicativi.

## 2. PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL PROGETTO

### 2.1 LINEE GUIDA DI APPLICAZIONE DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Si illustrano di seguito le linee guida di applicazione dei Criteri Ambientali Minimi al progetto della linea tranviaria di Bologna – Direttrice Corticella-Castel Maggiore, in coerenza con le norme ed i regolamenti del Comune e compatibilmente con il contesto territoriale di riferimento

I Criteri Ambientali Minimi (CAM) di riferimento sono:

- Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici (DM 11/10/2017);
- Criteri Ambientali Minimi per il servizio di gestione del verde pubblico (DM 10/3/2020) limitatamente ai contenuti del progetto;
- Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica (DM 27/9/2017).

Seppur il DM 11/10/2017 sia specificatamente riferito agli “edifici pubblici”, in considerazione della rilevanza dell’opera in oggetto ed affinché l’intero progetto risponda a principi di sostenibilità, nella presente relazione si evidenzia l’applicazione dei CAM al progetto della **Seconda Linea tranviaria di Bologna (Tratto Nord – Direttrice Corticella-Castel Maggiore)** nel suo complesso, per i criteri che possono essere applicati. Rimangono pertanto esclusi dall’analisi i criteri riferiti al punto “2.3 Specifiche tecniche dell’edificio” non essendo presenti edifici.



Vengono affrontati i criteri CAM riguardanti la progettazione e non vengono riportati i criteri CAM riguardanti l'appalto e la selezione dei candidati (criteri 2.1 Selezioni dei Candidati).

### 2.1.1 GREEN PUBLIC PROCUREMENT E CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Il **GPP** (Green Public Procurement) è definito dalla Commissione europea come *“l’approccio in base al quale le Amministrazioni Pubbliche integrano i criteri ambientali in tutte le fasi del processo di acquisto, incoraggiando la diffusione di tecnologie ambientali e lo sviluppo di prodotti validi sotto il profilo ambientale, attraverso la ricerca e la scelta dei risultati e delle soluzioni che hanno il minore impatto possibile sull’ambiente lungo l’intero ciclo di vita”*.

I **Criteri Ambientali Minimi (CAM)** sono i requisiti ambientali volti a indirizzare gli enti pubblici verso una razionalizzazione dei consumi e degli acquisti e forniscono delle “considerazioni ambientali”, collegate alle diverse fasi delle procedure di gara volte a qualificare dal punto di vista della riduzione dell’impatto ambientale gli affidamenti e le forniture lungo l’intero ciclo di vita del servizio/prodotto. La loro applicazione sistematica ed omogenea consente di diffondere le tecnologie ambientali e i prodotti ambientalmente preferibili e produce un effetto leva sul mercato, inducendo gli operatori economici meno virtuosi ad adeguarsi alle nuove richieste della pubblica amministrazione.

Con il nuovo Codice appalti (D. Lgs. 50/2016), che conferma quanto previsto dalla L.221/2015, il GPP è diventato obbligatorio. Infatti, l’**art. 34 “criteri di sostenibilità energetica e ambientale” del D.Lgs 50/2016 “Codice dei contratti pubblici”** pone l’obbligo per le stazioni appaltanti di contribuire al conseguimento degli obiettivi ambientali previsti dal Piano d’Azione Nazionale attraverso l’inserimento nella documentazione di gara delle specifiche tecniche contenute nei CAM. Questo obbligo garantisce che la politica nazionale in materia di **appalti pubblici verdi** sia incisiva non solo nell’obiettivo di ridurre gli impatti ambientali, ma nell’obiettivo di promuovere modelli di produzione e consumo più sostenibili di economia circolare e green economy. Oltre alla valorizzazione della qualità ambientale e al rispetto dei criteri sociali, l’applicazione dei Criteri Ambientali Minimi risponde anche all’esigenza della Pubblica Amministrazione di razionalizzare i propri consumi, riducendone ove possibile la spesa in un’ottica di valutazione costi-benefici.

## 2.1.2 SPECIFICHE TECNICHE PER GRUPPI DI EDIFICI (2.2 DEI CAM)

### 2.1.2.1 Inserimento naturalistico e paesaggistico (2.2.1 dei CAM)

Ai sensi del punto **2.2.1** dei CAM *“il progetto di nuovi edifici, ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi, deve garantire la conservazione degli habitat presenti nell’area di intervento quali ad esempio torrenti e fossi, anche se non contenuti negli elenchi provinciali, e la relativa vegetazione ripariale, boschi, arbusteti, cespuglieti e prati in evoluzione, siepi, filari arborei, muri a secco, vegetazione ruderale, impianti arborei artificiali legati all’agroecosistema (noci, pini, tigli, gelso, etc.), seminativi arborati. Tali habitat devono essere il più possibile interconnessi fisicamente ad habitat esterni all’area di intervento, esistenti o previsti da piani e programmi (reti ecologiche regionali, inter-regionali, provinciali e locali) e interconnessi anche fra di loro all’interno dell’area di progetto.*

*Al fine di consentire l’applicazione di quanto sopra, i criteri di conservazione degli habitat e i criteri per tutelare la interconnessione tra le aree devono essere definiti da un professionista abilitato e iscritto in albi o registri professionali, che sia in possesso di comprovata esperienza in ambito ambientale, valutabile sulla base dei requisiti di idoneità professionale e di capacità tecnico-organizzativa di volta in volta richiesti dalla stazione appaltante. Il progetto dovrà, altresì, indicare una selezione delle specie arboree e arbustive da mettere a dimora in tali aree, tenendo conto della funzione di assorbimento delle sostanze inquinanti in atmosfera, e di regolazione del microclima e utilizzando specie che presentino le seguenti caratteristiche: ridotta esigenza idrica; resistenza alle fitopatologie; assenza di effetti nocivi per la salute umana (allergeniche, urticanti, spinose, velenose etc.).”*

L’area nella quale è prevista la realizzazione del terminal è attualmente area agricola, seppur all’interno di un contesto urbanizzato. L’individuazione stessa dell’area è avvenuta con l’obiettivo di garantire la conservazione degli habitat presenti, in particolare lungo il Canale Navile e la relativa vegetazione ripariale.

Il progetto delle opere a verde nelle successive fasi di progettazione dovrà individuare specie arboree e arbustive tenendo in considerazione i seguenti aspetti:

- funzione di assorbimento delle sostanze inquinanti in atmosfera;

- funzione di regolazione del microclima;
- ridotta esigenza idrica;
- resistenza alle fitopatologie;
- assenza di effetti nocivi per la salute umana (allergeniche, urticanti, spinose, velenose).

#### 2.1.2.2 Sistemazione aree a verde (2.2.2 dei CAM)

Ai sensi del punto 2.2.2 dei CAM *“per la sistemazione delle aree verdi devono essere considerate le azioni che facilitano la successiva gestione e manutenzione, affinché possano perdurare gli effetti positivi conseguenti all’adozione dei criteri ambientali adottati in sede progettuale. Deve essere previsto che durante la manutenzione delle opere siano adottate tecniche di manutenzione del patrimonio verde esistente con interventi di controllo (es. sfalcio) precedenti al periodo di fioritura al fine di evitare la diffusione del polline. Nella scelta delle piante devono essere seguite le seguenti indicazioni:*

- *utilizzare specie autoctone con pollini dal basso potere allergenico;*
- *nel caso di specie con polline allergenico da moderato a elevato, favorire le piante femminili o sterili;*
- *favorire le piante ad impollinazione entomofila, ovvero che producono piccole quantità di polline la cui dispersione è affidata agli insetti;*
- *evitare specie urticanti o spinose (es. *Gleditsia triacanthos* L. - Spino di Giuda, *Robinia pseudoacacia* L.- Falsa acacia, *Pyracantha* - Piracanto, *Elaeagnus angustifolia* L. - Olivagno) o tossiche (es. *Nerium oleander* L. - Oleandro, *Taxus baccata* L.- Tasso, *Laburnum anagyroides* Meddik- Maggiociondolo);*
- *utilizzare specie erbacee con apparato radicale profondo nei casi di stabilizzazione di aree verdi con elevata pendenza e soggette a smottamenti superficiali;*
- *non utilizzare specie arboree note per la fragilità dell’apparato radicale, del fusto o delle fronde che potrebbero causare danni in caso di eventi meteorici intensi.”*



Tale criterio è applicabile sia al terminal sia al tracciato della tranvia, con particolare riferimento alle alberature viarie. I progetti definitivo ed esecutivo delle opere a verde dovranno essere redatti seguendo il criterio dei CAM soprariportato:

- giustificando la scelta delle specie vegetali idonee e funzionali per il sito di inserimento, in quanto a esigenze idriche ed esigenze colturali;
- dando garanzia delle migliori condizioni vegetative possibili e della qualità dei substrati;
- fornendo indicazioni sulla successiva tecnica di manutenzione delle aree verdi.

Rispetto alla fase definitiva, il progetto esecutivo dovrà approfondire le modalità di messa in opera e l'analisi di eventuali interferenze dovute alle modalità di crescita, dimensioni dell'apparato radicale, spazi di crescita tra i manufatti e condivisione delle risorse di suolo e acqua delle specie scelte.

#### 2.1.2.3 Riduzione del consumo di suolo e mantenimento della permeabilità dei suoli (2.2.3 dei CAM)

Ai sensi del punto 2.2.3 dei CAM *“il progetto di nuovi edifici o gli interventi di ristrutturazione urbanistica, ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi, deve avere le seguenti caratteristiche:*

- *non può prevedere nuovi edifici o aumenti di volumi di edifici esistenti in aree protette di qualunque livello e genere;*
- *deve prevedere una superficie territoriale permeabile non inferiore al 60% della superficie di progetto (es. superfici verdi, pavimentazioni con maglie aperte o elementi grigliati etc);*
- *deve prevedere una superficie da destinare a verde pari ad almeno il 40% della superficie di progetto non edificata e il 30% della superficie totale del lotto;*
- *deve garantire, nelle aree a verde pubblico, una copertura arborea di almeno il 40% e arbustiva di almeno il 20% con specie autoctone, privilegiando le specie vegetali che hanno strategie riproduttive prevalentemente entomofile ovvero che producano piccole quantità di polline la cui dispersione è affidata agli insetti; deve prevedere l'impiego di*

*materiali drenanti per le superfici urbanizzate pedonali e ciclabili; l'obbligo si estende anche alle superfici carrabili in ambito di protezione ambientale;*

- *deve prevedere, nella progettazione esecutiva, e di cantiere la realizzazione di uno scotico superficiale di almeno 60 cm delle aree per le quali sono previsti scavi o rilevati. Lo scotico dovrà essere accantonato in cantiere in modo tale da non comprometterne le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche ed essere riutilizzato per le sistemazioni a verde su superfici modificate."*

Ai sensi della **L.R. 24/2017** in riferimento al tema del consumo di suolo, sono state prese in considerazione alternative localizzative per la definizione della localizzazione del terminal. L'area individuata si trova nel Comune di Castel Maggiore e presenta le seguenti caratteristiche:

- **localizzazione:** l'area corrisponde ad un'ampia area agricola nel Comune di Castel Maggiore, sita fra la linea ferroviaria ed il Canale Navile. Le dimensioni dell'area permettono di escludere dall'area di intervento aree in prossimità del Canale Navile e di realizzare il terminal nella porzione più ad ovest lungo la linea ferroviaria;
- **superficie territoriale a disposizione:** l'area libera è di circa 140.000 mq. Pertanto, può essere individuata un'area delle dimensioni necessarie alle esigenze progettuali, ovvero circa 35.000 mq;
- **distanza dalla linea della tranvia:** l'area si collocherebbe in collegamento diretto alla nuova linea tranviaria;
- **consumo di suolo:** l'area è inserita dal PSC nell'ambito agricolo periurbano della conurbazione bolognese, per il quale la pianificazione persegue il mantenimento della conduzione agricola dei fondi, e la promozione di attività integrative del reddito degli operatori agricoli dirette. La trasformazione determina variante allo strumento urbanistico;
- **opportunità della trasformazione in relazione al contesto:** la scelta di localizzazione del terminal dei mezzi al capolinea della tranvia risponde all'obiettivo di riorganizzazione complessiva del TPL. Il progetto di terminal del TPL, all'esterno di un tessuto urbano residenziale (quartiere Corticella di Bologna) e in vicinanza all'area produttiva-

artigianale del Comune di Castel Maggiore può promuovere l'accessibilità alla zona artigianale di Castel Maggiore;

- **accessibilità veicolare:** si accede all'area da via g. Di Vittorio, viabilità extraurbana secondaria di livello provinciale. Tale localizzazione permette di evitare traffico veicolare diretto al parcheggio scambiatore all'interno del tessuto residenziale;
- **intermodalità:** il progetto stesso proposto è volto alla promozione dell'intermodalità fra le diverse forme di mobilità (tram, bus, auto, bici, pedoni). Si potrebbe promuovere l'accesso alla ciclovía esistente ad ovest del Canale Navile;
- **vincoli:** l'analisi della tavola dei vincoli del PSC individua i vincoli e le prescrizioni che precludono, limitano o condizionano l'uso o la trasformazione del territorio. Nell'area di circa 35.000 mq individuata lungo la linea ferroviaria l'unico vincolo è la fascia di rispetto ferroviario;
- **sensibilità paesaggistica del sito:** concentrando l'area di intervento lungo la linea ferroviaria all'area può essere attribuito un valore paesaggistico "medio":
  - valutazione morfologico strutturale: la macroarea presenta caratteri e livello di naturalità nella porzione ad est lungo il Canale Navile che rimarrà esterna all'area di intervento;
  - valutazione vedutistica: l'area ha un elevato livello di visibilità dalla linea ferroviaria;
  - valutazione simbolica: il valore simbolico attribuibile all'area è basso.

#### 2.1.2.4 Conservazione dei caratteri morfologici (2.2.4 dei CAM)

Ai sensi del punto 2.2.4 dei CAM *"il progetto di nuovi edifici, ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi, deve garantire il mantenimento dei profili morfologici esistenti, salvo quanto previsto nei piani di difesa del suolo."*

Si rimanda agli elaborati del PFTE che evidenziano le scelte progettuali volte a non alterare i profili morfologici esistenti.

#### 2.1.2.5 Riduzione dell'impatto sul microclima e dell'inquinamento atmosferico

Ai sensi del punto **2.2.6** dei CAM il progetto *“ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi, deve prevedere la realizzazione di una superficie a verde ad elevata biomassa che garantisca un adeguato assorbimento delle emissioni inquinanti in atmosfera e favorisca una sufficiente evapotraspirazione, al fine di garantire un adeguato microclima. Per le aree di nuova piantumazione devono essere utilizzate specie arboree ed arbustive autoctone che abbiano ridotte esigenze idriche, resistenza alle fitopatologie e privilegiando specie con strategie riproduttive prevalentemente entomofile. Deve essere predisposto un piano di gestione e irrigazione delle aree verdi. La previsione tiene conto della capacità di assorbimento della CO<sub>2</sub> da parte di un ettaro di bosco.*

*Per le superfici esterne pavimentate ad uso pedonale o ciclabile (p. es. percorsi pedonali, marciapiedi, piazze, cortili, piste ciclabili etc) deve essere previsto l'uso di materiali permeabili (p. es. materiali drenanti, superfici verdi, pavimentazioni con maglie aperte o elementi grigliati etc) ed un indice SRI (Solar Reflectance Index) di almeno 29. Il medesimo obbligo si applica, ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi anche alle strade carrabili e ai parcheggi negli ambiti di protezione ambientale (es. parchi e aree protette) e pertinenziali a bassa intensità di traffico.*

*Per le coperture deve essere privilegiato l'impiego di tetti verdi; in caso di coperture non verdi, i materiali impiegati devono garantire un indice SRI di almeno 29, nei casi di pendenza maggiore del 15%, e di almeno 76, per le coperture con pendenza minore o uguale al 15%”.*

Tipologia	Assorbimento (tCO <sub>2</sub> /ha*anno)
Impianti di arboricoltura tradizionale	5-14
Impianti di arboricoltura a rapida rotazione (SRF)	18-25
Quercio-carpineto planiziale	11
Pioppeto tradizionale	18-20
Prato stabile	5
Fustaie della Regione Veneto (valore medio)	6

Tipologia	Assorbimento (tCO <sub>2</sub> /ha*anno)
Foreste di latifoglie in zone temperate (dati IPCC)	7 (solo biomassa epigea)

Tabella 2-1 – Assorbimento in tonnellate di CO<sub>2</sub> per ettaro di area vegetata all'anno

Per le aree di nuova piantumazione verranno utilizzate specie arboree ed arbustive autoctone che abbiano ridotte esigenze idriche, resistenza alle fitopatologie e privilegiando specie con strategie riproduttive prevalentemente entomofile.

Per le superfici esterne pavimentate ad uso pedonale o ciclabile (p. es. percorsi pedonali, marciapiedi, piazze, cortili, piste ciclabili, etc) viene previsto l'uso di materiali permeabili con un indice SRI (Solar Reflectance Index) di almeno 29.

#### 2.1.2.6 Riduzione dell'impatto sul sistema idrografico superficiale e sotterraneo

Ai sensi del punto 2.2.7 dei CAM il progetto "ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi, deve garantire le seguenti prestazioni e prevedere gli interventi idonei per conseguirle:

- *conservazione e/o ripristino della naturalità degli ecosistemi fluviali per tutta la fascia ripariale esistente anche se non iscritti negli elenchi delle acque pubbliche provinciali;*
- *mantenimento di condizioni di naturalità degli alvei e della loro fascia ripariale escludendo qualsiasi intervento di immissioni di reflui non depurati;*
- *manutenzione (ordinaria e straordinaria) consistente in interventi di rimozione di rifiuti e di materiale legnoso depositatosi nell'alveo e lungo i fossi. I lavori di ripulitura e manutenzione devono essere attuati senza arrecare danno alla vegetazione ed alla eventuale fauna. I rifiuti*
- *rimossi dovranno essere separati, trasportati ai centri per la raccolta differenziata (isole ecologiche) e depositati negli appositi contenitori, oppure inviati direttamente al centro di recupero più vicino. Qualora il materiale legnoso non possa essere reimpiegato in loco, esso verrà trasportato all'impianto di compostaggio più vicino;*

- *previsione e realizzazione di impianti di depurazione delle acque di prima pioggia da superfici scolanti soggette a inquinamento, ad esempio aree dove vengono svolte operazioni di carico, scarico o deposito di rifiuti pericolosi. In questo caso le superfici dovranno essere impermeabilizzate al fine di impedire lo scolamento delle acque di prima pioggia sul suolo;*
- *interventi atti a garantire un corretto deflusso delle acque superficiali dalle superfici impermeabilizzate anche in occasione di eventi meteorologici eccezionali e, nel caso in cui le acque dilavate siano potenzialmente inquinate, devono essere adottati sistemi di depurazione, anche di tipo naturale;*
- *previsione e realizzazione di interventi in grado di prevenire e/o impedire fenomeni di erosione, compattazione, smottamento o alluvione ed in particolare: quelli necessari a garantire un corretto deflusso delle acque superficiali sulle aree verdi come le canalette di scolo, interventi da realizzarsi secondo le tecniche dell'ingegneria naturalistica ed impiegando*
- *materiali naturali (canalette in terra, canalette in legname e pietrame, etc.); le acque raccolte in questo sistema di canalizzazioni deve essere convogliato al più vicino corso d'acqua o impluvio naturale. Qualora si rendessero necessari interventi di messa in sicurezza idraulica, di stabilizzazione dei versanti o altri interventi finalizzati al consolidamento di sponde e versanti lungo i fossi, sono ammessi esclusivamente interventi di ingegneria naturalistica secondo la manualistica adottata dalla Regione;*
- *per quanto riguarda le acque sotterranee, il progetto deve prevedere azioni in grado di prevenire sversamenti di inquinanti sul suolo e nel sottosuolo. La tutela è realizzata attraverso azioni di controllo degli sversamenti sul suolo e attraverso la captazione a livello di rete di smaltimento delle eventuali acque inquinate e attraverso la loro depurazione. La progettazione deve garantire la prevenzione di sversamenti anche accidentali di inquinanti sul suolo e nelle acque sotterranee."*

Il progetto verrà sviluppato nel rispetto dell'adozione di **sistemi di drenaggio urbano sostenibile (SDUS)**, con particolare attenzione alle condizioni idrauliche del Canale Navile.



#### 2.1.2.7 Infrastrutturazione primaria

**Viabilità:** ai sensi del punto 2.2.8.1 dei CAM *“le zone destinate a parcheggio o allo stazionamento dei veicoli devono essere ombreggiate attenendosi alle seguenti prescrizioni:*

- *almeno il 10% dell'area lorda del parcheggio sia costituita da copertura verde con alberatura idonea per tale tipo di aree;*
- *il perimetro dell'area sia delimitato da una cintura di verde di altezza non inferiore a 1 metro e di opacità superiore al 75%;*
- *le eventuali coperture devono essere realizzate con pensiline fotovoltaiche a servizio dell'impianto di illuminazione del parcheggio;*
- *devono essere presenti spazi per moto, ciclomotori e rastrelliere per biciclette, rapportati al numero di addetti/utenti/potenziali abitanti del quartiere.”*

Nei parcheggi di progetto si prevedono:

- stalli auto drenanti;
- nuove alberature per garantire l'ombreggiamento, compatibilmente con il contesto urbano;
- stalli per mezzi a due ruote rapportati al numero potenziale degli utenti interessati all'interscambio modale presso i capolinea.

**Raccolta, depurazione e riuso delle acque meteoriche:** ai sensi del punto 2.2.8.2 dei CAM *“deve essere prevista la realizzazione di una rete separata per la raccolta delle acque meteoriche. Le acque provenienti da superfici scolanti non soggette a inquinamento (marciapiedi, aree e strade pedonali o ciclabili, giardini, etc.) devono essere convogliate direttamente nella rete delle acque meteoriche e poi in vasche di raccolta per essere riutilizzate a scopo irriguo o per alimentare le cassette di accumulo dei servizi igienici. Le acque provenienti da superfici scolanti soggette a inquinamento (strade carrabili, parcheggi) devono essere preventivamente convogliate in sistemi di depurazione e disoleazione, anche di tipo naturale, prima di essere immesse nella rete delle acque meteoriche. Il progetto deve essere redatto sulla base della normativa di settore*

UNI/TS 11445 «Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano - Progettazione, installazione e manutenzione» e la norma UNI EN 805 «Approvvigionamento di acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici» o norme equivalenti.”

Al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento, il progetto prevede la realizzazione di un sistema di raccolta delle acque piovane.

**Rete di irrigazione delle aree a verde pubblico:** ai sensi del punto 2.2.8.3 dei CAM “per l'irrigazione del verde pubblico deve essere previsto un impianto di irrigazione automatico a goccia (con acqua proveniente dalle vasche di raccolta delle acque meteoriche), alimentato da fonti energetiche rinnovabili. Il progetto deve essere redatto sulla base della normativa di settore UNI/TS 11445 «Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano - Progettazione, installazione e manutenzione» o norma equivalente.”

Le nuove alberature, arbusti e specie tappezzanti verranno irrigate con impianto di irrigazione automatico a goccia. La possibilità di riutilizzo di acqua proveniente da vasche di raccolta delle acque piovane è applicabile per situazioni puntuali (parcheggi e terminal).

**Aree di raccolta e stoccaggio materiali e rifiuti:** ai sensi del punto 2.2.8.4 dei CAM “devono essere previste apposite aree che possono essere destinate alla raccolta differenziata locale dei rifiuti provenienti da residenze, uffici, commercio, etc. quali carta, cartone, vetro, alluminio, acciaio, plastica, tessile/pelle/cuoio, gomma, umido, RAEE, coerentemente con i regolamenti comunali di gestione dei rifiuti”.

Nel terminal verrà promossa la raccolta differenziata.

**Impianto di illuminazione pubblica:** ai sensi del punto 2.2.8.5 dei CAM “i criteri di progettazione degli impianti devono rispondere a quelli contenuti nel documento di CAM “Illuminazione” emanati con decreto ministeriale 23 dicembre 2013 (Supplemento ordinario nella Gazzetta Ufficiale n. 18 del 23 gennaio 2014) e s.m.i.”

Come anticipato in premessa verranno applicati i Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica (DM 27/9/2017).

**Sottoservizi/canalizzazioni per infrastrutture tecnologiche:** ai sensi del punto 2.2.8.6 dei CAM *"realizzazione di canalizzazioni in cui collocare tutte le reti tecnologiche previste, per una corretta gestione dello spazio nel sottosuolo (vantaggi nella gestione e nella manutenzione delle reti), prevedendo anche una sezione maggiore da destinare a futuri ampliamenti delle reti."*

A livello esemplificativo, lungo il tracciato della linea tranviaria sono ipotizzabili due polifore in cls interrate che si sviluppano ai margini della sede tramviaria, nell'ambito dello scavo unico che sarà effettuato per la sede tramviaria. In una polifora sono previsti n. 8 cavidotti diam. 125 mm, di cui:

- n. 2 per la posa dei feeder di corrente continua 750V + n. 1 di riserva;
- n. 2 per la posa dei cavi di alimentazione elettrica dei Quadri di Fermata 400V + n. 1 di riserva;
- n. 1 per la posa del cavo F.O.;
- n. 1 per la posa del cavo della terra di trazione.

Nell'altra polifora sono previsti n. 8 cavidotti diam. 125 mm, di cui:

- n. 2 per la posa dei cavi di segnalamento + n. 1 di riserva;
- n. 2 per la posa dei cavi TLC + n. 1 di riserva;
- n. 1 per la posa del cavo F.O.;
- n. 1 per la posa del cavo circuito scattato di SSE.

Nell'interbinario verrà prevista la posa di una polifora in cls con 2 cavidotti da 160 mm per la posa del cavo MT di interconnessione delle SSE.

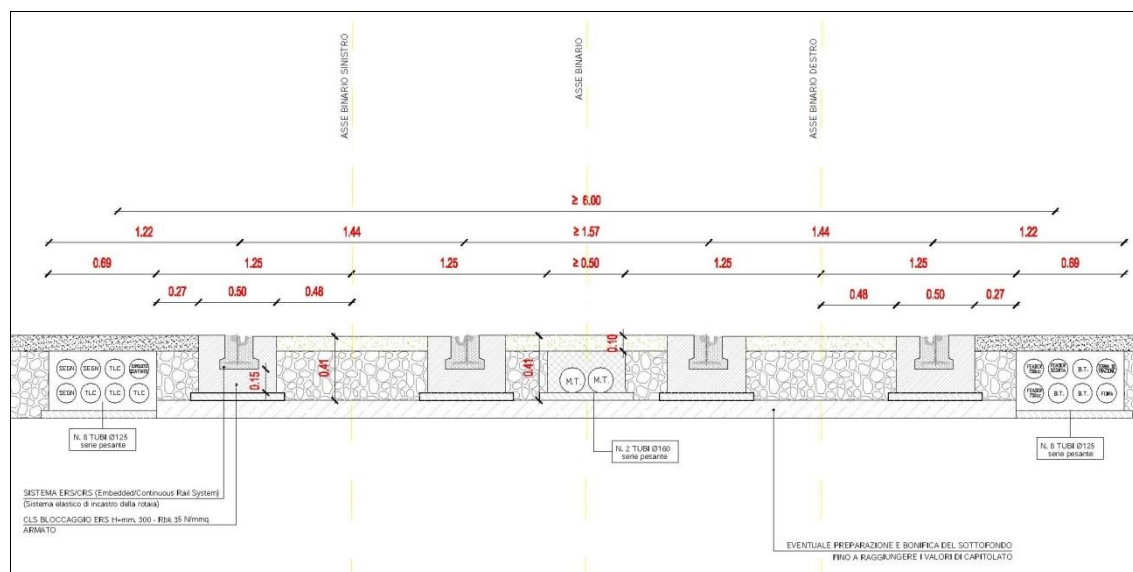


Figura 2-1 – Esempificazione localizzazione cavidotti in sezione trasversale

#### 2.1.2.8 Infrastrutturazione secondaria e mobilità sostenibile

Ai sensi del punto 2.2.9 dei CAM il progetto “ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. piani di assetto di parchi e riserve, piani paesistici, piani territoriali provinciali, regolamenti urbanistici e edilizi comunali, etc.) deve garantire le seguenti contestuali prestazioni e prevedere i seguenti interventi per garantire dette prestazioni:

- in base alle dimensioni del progetto, deve essere previsto un mix tra residenze, luoghi di lavoro e servizi tale da favorire l'autocontenimento degli spostamenti (espresso in % di spostamenti interni);
- in base alle dimensioni del progetto, alla tipologia di funzioni insediate e al numero di abitanti/utenti previsto, devono essere previsti servizi in numero adeguato tra i seguenti: realizzazione di servizi pubblici a meno di 500 metri dalle abitazioni, in caso di progetti di tipo residenziale; stazioni metropolitane a meno di 800 metri e/o ferroviarie a meno di 2.000 metri dal nuovo complesso (il servizio di trasporto deve assicurare il trasporto delle biciclette); nel caso in cui non siano disponibili stazioni a meno di 800 metri, servizi navette con frequenza e distribuzione delle corse negli orari di punta/ morbida commisurata ai reali scenari di utilizzo da parte degli utenti; rastrelliere per le biciclette

*in corrispondenza dei nodi di interscambio con il servizio di trasporto pubblico e dei maggiori luoghi di interesse; fermate del trasporto pubblico su gomma a meno di 500 metri dalle abitazioni (il trasporto su gomma deve assicurare almeno una distribuzione delle corse negli orari di punta/morbida commisurata ai reali scenari di utilizzo da parte degli utenti e permettere il trasporto delle biciclette); rete adeguata di percorsi ciclabili e pedonali protetti (sia fisicamente che dalle emissioni inquinanti provenienti dal traffico privato su gomma) e con adeguate sistemazioni arboree e/o arbustive utilizzabili anche per raggiungere le stazioni”.*

Il criterio si riferisce prevalentemente alla realizzazione di nuove aree urbane in termini di mix funzionale e promozione della mobilità sostenibile.

L'obiettivo primario dell'opera nel suo complesso è rappresentato dal miglioramento dei livelli di servizio della rete del trasporto pubblico e dall'intermodalità.

#### 2.1.2.9 Rapporto sullo stato dell'ambiente

Ai sensi del punto **2.2.10** dei CAM, il progettista deve produrre un *Rapporto sullo stato dell'ambiente* (chimico, fisico-biologico, vegetazionale compreso anche lo stato dell'ambiente fluviale se presente) completo dei dati di rilievo (anche fotografico) e del programma di interventi di miglioramento ambientale del sito di intervento. Il Rapporto sullo stato dell'ambiente è redatto da un professionista abilitato e iscritto in albi o registri professionali, in conformità con quanto previsto dalle leggi e dai regolamenti in vigore. Gli interventi di miglioramento ambientale sono obbligatori.

Si rimanda agli altri capitoli dello studio di prefattibilità ambientale relativa alla procedura di verifica di assoggettabilità a VIA, elaborata ai sensi del D. Lgs. 152/2006 e L.R. 4/2018

### 2.1.3 SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI EDILIZI (2.4 DEI CAM)

#### 2.1.3.1 Criteri comuni a tutti i componenti edilizi (2.4.1 dei CAM)

- **disassemblabilità:** almeno il 50% peso/peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati, escludendo gli impianti, deve essere sottoponibile, a fine vita, a demolizione selettiva ed essere riciclabile o riutilizzabile. Di tale percentuale, almeno il 15% deve essere costituito da materiali non strutturali;
- **materia recuperata o riciclata:** il contenuto di materia recuperata o riciclata nei materiali utilizzati per l'edificio, anche considerando diverse percentuali per ogni materiale, deve essere pari ad almeno il 15% in peso valutato sul totale di tutti i materiali utilizzati. Di tale percentuale, almeno il 5% deve essere costituita da materiali non strutturali. Per le diverse categorie di materiali e componenti edilizi valgono in sostituzione, qualora specificate, le percentuali contenute nel capitolo 2.4.2. Il suddetto requisito può essere derogato quando il componente impiegato rientri contemporaneamente nei due casi sotto riportati:
  - 1) abbia una specifica funzione di protezione dell'edificio da agenti esterni quali ad esempio acque meteoriche (p. es membrane per impermeabilizzazione);
  - 2) sussistano specifici obblighi di legge a garanzie minime di durabilità legate alla suddetta funzione;
- **sostanze pericolose:** nei componenti, parti o materiali usati non devono essere aggiunti intenzionalmente:
  1. additivi a base di cadmio, piombo, cromo VI, mercurio, arsenico e selenio in concentrazione superiore allo 0.010% in peso.
  2. sostanze identificate come «estremamente preoccupanti» (SVHCs) ai sensi dell'art.59 del Regolamento (CE) n. 1907/2006 ad una concentrazione maggiore dello 0,10% peso/peso;
  3. Sostanze o miscele classificate o classificabili con le seguenti indicazioni di pericolo: come cancerogene, mutagene o tossiche per la riproduzione di categoria 1A, 1B o 2 (H340, H350, H350i, H360, H360F, H360D, H360FD, H360Fd, H360Df, H341, H351,

H361f, H361d, H361fd, H362); per la tossicità acuta per via orale, dermica, per inalazione, in categoria 1, 2 o 3 (H300, H301, H310, H311, H330, H331); come pericolose per l'ambiente acquatico di categoria 1,2 (H400, H410, H411); come aventi tossicità specifica per organi bersaglio di categoria 1 e 2 (H370, H371, H372, H373).

Nei progetti definitivo ed esecutivo i computi metrici dovranno essere strutturati in modo da dare evidenza dell'applicazione di tale criterio.

#### 2.1.3.2 Criteri specifici per i componenti edilizi (2.4.2 dei CAM)

- **Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati:** i calcestruzzi usati per il progetto devono essere prodotti con un contenuto di materiale riciclato (sul secco) di almeno il 5% sul peso del prodotto (inteso come somma delle singole componenti). Al fine del calcolo della massa di materiale riciclato va considerata la quantità che rimane effettivamente nel prodotto finale;
- **Elementi prefabbricati in calcestruzzo:** gli elementi prefabbricati in calcestruzzo utilizzati nell'opera devono avere un contenuto totale di almeno il 5% in peso di materie riciclate, e/o recuperate, e/o di sottoprodotti;
- **Laterizi:** i laterizi usati per muratura e solai devono avere un contenuto di materie riciclate e/o recuperate (sul secco) di almeno il 10% sul peso del prodotto. Qualora i laterizi contengano, oltre a materia riciclate e/o recuperate, anche sottoprodotti e/o terre e rocce da scavo, la percentuale deve essere di almeno il 15% sul peso del prodotto. I laterizi per coperture, pavimenti e muratura faccia vista devono avere un contenuto di materie riciclate e/o recuperate (sul secco) di almeno il 5% sul peso del prodotto. Qualora i laterizi contengano, oltre a materia riciclate e/o recuperate, anche sottoprodotti e/o terre e rocce da scavo, la percentuale deve essere di almeno il 7,5% sul peso del prodotto. Al fine del calcolo della massa di materiale riciclato va considerata la quantità che rimane effettivamente nel prodotto finale.



- **Sostenibilità e legalità del legno:** per materiali e i prodotti costituiti di legno o in materiale a base di legno, o contenenti elementi di origine legnosa, il materiale deve provenire da boschi/foreste gestiti in maniera sostenibile/responsabile o essere costituito da legno riciclato o un insieme dei due.
- **Ghisa, ferro, acciaio:** per gli usi strutturali deve essere utilizzato acciaio prodotto con un contenuto minimo di materiale riciclato come di seguito specificato in base al tipo di processo industriale: acciaio da forno elettrico (contenuto minimo di materiale riciclato pari al 70%) o acciaio da ciclo integrale (contenuto minimo di materiale riciclato pari al 10%);
- **Componenti in materie plastiche:** il contenuto di materia riciclata o recuperata deve essere pari ad almeno il 30% in peso valutato sul totale di tutti i componenti in materia plastica utilizzati. Il suddetto requisito può essere derogato nel caso in cui il componente impiegato rientri contemporaneamente nelle due casistiche sotto riportate:
  - 1) abbia una specifica funzione di protezione dell'edificio da agenti esterni quali ad esempio acque meteoriche (membrane per impermeabilizzazione)
  - 2) sussistano specifici obblighi di legge relativi a garanzie minime di durabilità legate alla suddetta funzione.
- **Murature in pietrame e miste:** per le murature per opere di fondazione e opere in elevazione il progettista deve prescrivere l'uso di solo materiale di recupero (pietrame e blocchetti);
- **Tramezzature e controsoffitti:** le tramezzature e i controsoffitti, destinati alla posa in opera di sistemi a secco devono avere un contenuto di almeno il 5% in peso di materie riciclate e/o recuperate e/o di sottoprodotti;
- **Isolanti termici ed acustici:** gli isolanti utilizzati devono rispettare i seguenti criteri:
  - non devono essere prodotti utilizzando ritardanti di fiamma che siano oggetto di restrizioni o proibizioni previste da normative nazionali o comunitarie applicabili;
  - non devono essere prodotti con agenti espandenti con un potenziale di riduzione dell'ozono superiore a zero;



- *non devono essere prodotti o formulati utilizzando catalizzatori al piombo quando spruzzati o nel corso della formazione della schiuma di plastica;*
- *se prodotti da una resina di polistirene espandibile gli agenti espandenti devono essere inferiori al 6% del peso del prodotto finito;*
- *se costituiti da lane minerali, queste devono essere conformi alla nota Q o alla nota R di cui al regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP) e s.m.i.*
- *se il prodotto finito contiene uno o più dei componenti elencati nella seguente tabella, questi devono essere costituiti da materiale riciclato e/o recuperato secondo le quantità minime indicate, misurato sul peso del prodotto finito.*

	Isolante in forma di pannello	Isolante stipato, a spruzzo/insufflato	Isolante in materassini
Cellulosa		80%	
Lana di vetro	60%	60%	60%
Lana di roccia	15%	15%	15%
Perlite espansa	30%	40%	8%-10%
Fibre in poliestere	60-80%		60 - 80%
Polistirene espanso	dal 10% al 60% in funzione della tecnologia adottata per la produzione	dal 10% al 60% in funzione della tecnologia adottata per la produzione	
Polistirene estruso	dal 5 al 45% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione		
Poliuretano espanso	1-10% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione	1-10% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione	
Agglomerato di Poliuretano	70%	70%	70%
Agglomerati di gomma	60%	60%	60%
Isolante riflettente in alluminio			15%

- **Pavimenti e rivestimenti:** *i prodotti utilizzati per le pavimentazioni e i rivestimenti devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalle decisioni 2010/18/CE30, 2009/607/CE31 e 2009/967/CE32 e loro modifiche ed integrazioni, relative all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica. Per quanto riguarda le piastrelle di ceramica si considera comunque sufficiente il rispetto dei seguenti criteri selezionati dalla decisione 2009/607/CE: 4.2. consumo e uso di acqua, 4.3.b emissioni nell'aria (per i parametri Particolato e Fluoruri), 4.4. emissioni nell'acqua e 5.2. recupero dei rifiuti.*

- **Pitture e vernici:** i prodotti vernicianti devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla decisione 2014/312/UE (30) e s.m.i. relativa all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica.

Nei progetti definitivo ed esecutivo i computi metrici dovranno essere strutturati in modo da dare evidenza dell'applicazione di tale criterio.

#### 2.1.4 QUADRO SINOTTICO

Si riporta di seguito un quadro sinottico dei Criteri Ambientali Minimi applicati al progetto, evidenziando che, seppur il DM 11/10/2017 sia da applicarsi obbligatoriamente ad "edifici pubblici", nel progetto della Tranvia di Bologna se ne estende l'applicazione all'intera opera a garanzia della sostenibilità ambientale del progetto nel suo complesso.

DM 11/10/2017 - Criteri Ambientali Minimi		FASE (P - progettazione I - imprese ATI)
2.1	SELEZIONE DEI CANDIDATI	I
2.2	SPECIFICHE TECNICHE PER GRUPPI DI EDIFICI	
2.2.1	Inserimento naturalistico e paesaggistico	P
	La localizzazione del capolinea è avvenuta con l'obiettivo di garantire la conservazione degli habitat presenti, in particolare lungo il Canale Navile e la relativa vegetazione ripariale. Il progetto delle opere a verde calcola la capacità di assorbimento delle sostanze inquinanti in atmosfera dei nuovi impianti, al netto degli abbattimenti, e prevede nuove aree ombreggiate in ambito urbano che incidano sulla capacità di regolazione del microclima. Si utilizzeranno specie con ridotta esigenza idrica; resistenza alle fitopatologie; assenza di effetti nocivi per la salute umana (allergeniche, urticanti, spinose, velenose etc.).	
2.2.2	Sistemazione aree a verde	P
	Il progetto delle opere a verde propone specie autoctone con pollini dal basso potere allergenico, favorisce nel caso di specie con polline allergenico piante femminili o sterili, privilegia piante ad impollinazione entomofila, non prevede specie urticanti o spinose nè l'utilizzo di specie arboree note per la fragilità dell'apparato radicale, del fusto o delle fronde che potrebbero causare danni in caso di eventi meteorici intensi.	
2.2.3	Riduzione del consumo di suolo e mantenimento della permeabilità dei suoli	P
	Il progetto si sviluppa prevalentemente in ambito già urbanizzato. Per la localizzazione del capolinea sono state prese in considerazione alternative localizzative ai sensi della L.R. 24/2017. In un'ottica di depaving, i parcheggi saranno realizzati con superfici semipermeabili e, ove possibile, i tratti di binari	

DM 11/10/2017 - Criteri Ambientali Minimi		FASE (P - progettazione I - imprese ATI)
	saranno realizzati con armamento permeabile.	
<b>2.2.4</b>	<b>Conservazione dei caratteri morfologici</b>	<b>P</b>
	<i>Il progetto, che si sviluppa prevalentemente in ambito già urbanizzato, mantiene i profili morfologici esistenti.</i>	
<b>2.2.5</b>	<b>Approvvigionamento energetico</b>	<b>P</b>
	<i>La linea tranviaria sarà alimentata attraverso nuove sottostazioni elettriche (SSE) collocate lungo la linea.</i>	
<b>2.2.6</b>	<b>Riduzione dell'impatto sul microclima e dell'inquinamento atmosferico</b>	<b>P</b>
	<i>Il progetto delle opere a verde prevede specie arboree ed arbustive autoctone che abbiano ridotte esigenze idriche, resistenza alle fitopatologie e privilegia specie con strategie riproduttive prevalentemente entomofile. <b>Il progetto stima la capacità di assorbimento della CO2.</b></i>	
	<i>Per le <b>superfici esterne pavimentate ad uso pedonale o ciclabile</b> (p. es. percorsi pedonali, marciapiedi, piazze, cortili, piste ciclabili etc) vengono privilegiati materiali permeabili (p. es. materiali drenanti, superfici verdi, pavimentazioni con maglie aperte o elementi grigliati etc) e, in ogni caso, vengono previsti materiali con indice SRI (Solar Reflectance Index) di almeno 29.</i>	
	<i>Per le coperture vengono previsti tetti verdi. In caso di coperture non verdi, i materiali impiegati garantiscono un indice <b>SRI</b> di almeno 29, nei casi di pendenza maggiore del 15%, e di almeno 76, per le coperture con pendenza minore o uguale al 15%.</i>	
<b>2.2.7</b>	<b>Riduzione dell'impatto sul sistema idrografico superficiale e sotterraneo</b>	<b>P</b>
	<i>Le misure di mitigazione che si prevede di adottare sono le seguenti: • realizzazione di idonei presidi di compensazione per invarianza idraulica; • eventuali rialzamenti del piano campagna; • rinaturalizzazione delle aree; • opportuni sistemi di raccolta, trattamento e smaltimento delle acque di dilavamento; • sistemi drenaggio urbano sostenibile (SDUS) nei parcheggi; • raccolta e sollevamento delle acque meteoriche in modo da gestire gli eventi meteorici ordinari in condizioni di sicurezza per sottopassi.</i>	
<b>2.2.8</b>	<b>Infrastrutturazione primaria</b>	
<b>2.2.8.1</b>	<b>Viabilità</b>	<b>P</b>
	<i>Le nuove zone destinate a parcheggio sono ombreggiate per ridurre l'effetto isola di calore.</i>	
<b>2.2.8.2</b>	<b>Raccolta, depurazione e riuso delle acque meteoriche</b>	<b>P</b>

DM 11/10/2017 - Criteri Ambientali Minimi		FASE (P - progettazione I - imprese ATI)
	<i>Deve essere prevista la realizzazione di una rete separata per la raccolta delle acque meteoriche. Le acque provenienti da superfici scolanti non soggette a inquinamento (marciapiedi, aree e strade pedonali o ciclabili, giardini, etc.) devono essere convogliate direttamente nella rete delle acque meteoriche e poi in vasche di raccolta per essere riutilizzate a scopo irriguo o per alimentare le cassette di accumulo dei servizi igienici. Le acque provenienti da superfici scolanti soggette a inquinamento (strade carrabili, parcheggi) devono essere preventivamente convogliate in sistemi di depurazione e disoleazione, anche di tipo naturale, prima di essere immesse nella rete delle acque meteoriche.</i>	
<b>2.2.8.3</b>	<b>Rete di irrigazione delle aree a verde pubblico</b>	<b>P</b>
	<i>Il mondo anglosassone ha coniato il termine di "dry garden" - "giardino secco" che si basa sull'impiego di piante che hanno bassi consumi idrici. Ciò, non esclude in periodi particolarmente siccitosi, la necessità di ricorrere all'irrigazione. Il progetto delle opere a verde, in coerenza con le strategie progettuali e di gestione già messe in atto dal Settore verde del Comune di Bologna, prevede aree funzionali a manutenzione differenziata che si basa sulle seguenti scelte: • superficie a prato asciutte; • superfici con arbusti, tappezzanti ed erbacee perenni con sistema di irrigazione a goccia; • alberi con sub-irrigazione a goccia (da disattivare dopo la fase di attecchimento e primo sviluppo). Nel progetto non sono previsti impianti di irrigazione con la tecnica ad aspersione, ma solamente impianti a goccia, che garantiscono una maggiore efficienza nell'utilizzo della risorsa idrica.</i>	
<b>2.2.8.4</b>	<b>Aree di raccolta e stoccaggio materiali e rifiuti</b>	<b>P</b>
	<i>In corrispondenza del capolinea sono previste apposite aree che possono essere destinate alla raccolta differenziata locale dei rifiuti provenienti da residenze, uffici, commercio, etc. coerentemente con i regolamenti comunali di gestione dei rifiuti.</i>	
<b>2.2.8.5</b>	<b>Impianto di illuminazione pubblica</b>	<b>P</b>
	<i>Il progetto degli impianti di illuminazione pubblica risponde ai CAM "Illuminazione" (DM 27/9/2017).</i>	
<b>2.2.8.6</b>	<b>Sottoservizi/canalizzazioni per infrastrutture tecnologiche</b>	<b>P</b>
	<i>Realizzazione di canalizzazioni in cui collocare le reti tecnologiche previste, per una corretta gestione dello spazio nel sottosuolo (vantaggi nella gestione e nella manutenzione delle reti), prevedendo anche una sezione maggiore da destinare a futuri ampliamenti delle reti. A livello esemplificativo, lungo il tracciato della linea tranviaria sono ipotizzabili due polifore in cls interrato che si sviluppino ai margini della sede tramviaria: in ciascuna polifora sono previsti 8 cavidotti.</i>	
<b>2.2.9</b>	<b>Infrastrutturazione secondaria e mobilità sostenibile</b>	<b>P</b>
	<i>L'obiettivo primario dell'opera nel suo complesso è rappresentato dal miglioramento dei livelli di servizio della rete del trasporto pubblico e dall'intermodalità.</i>	

DM 11/10/2017 - Criteri Ambientali Minimi		FASE (P - progettazione I - imprese ATI)
<b>2.2.10</b>	<b>Rapporto sullo stato dell'ambiente</b>	<b>P</b>
	<i>Si rimanda agli altri capitoli dello studio di prefattibilità ambientale relativa alla procedura di verifica di assoggettabilità a VIA, elaborata ai sensi del D. Lgs. 152/2006 e L.R. 4/2018</i>	
<b>2.3</b>	<b>SPECIFICHE TECNICHE DELL'EDIFICIO</b>	
<b>2.3.2</b>	<b>Prestazione energetica</b>	<b>P</b>
	<i>Negli edifici vengono garantite adeguate condizioni di comfort termico negli ambienti interni, prevedendo una capacità termica areica interna periodica (Cip) riferita ad ogni singola struttura opaca dell'involucro esterno, calcolata secondo la UNI EN ISO 13786:2008, di almeno 40 kJ/m<sup>2</sup> K oppure calcolando la temperatura operante estiva e lo scarto in valore assoluto valutato in accordo con la norma UNI EN 15251.</i>	
<b>2.3.3</b>	<b>Approvvigionamento energetico</b>	<b>P</b>
	<i>Il fabbisogno energetico complessivo degli edifici verrà soddisfatto da impianti a fonti rinnovabili o con sistemi alternativi ad alta efficienza (cogenerazione o trigenerazione ad alto rendimento, pompe di calore centralizzate etc.) che producono energia all'interno del sito stesso dell'edificio per un valore pari ad un ulteriore 10% rispetto ai valori indicati dal decreto legislativo 28/2011, allegato 3.</i>	
<b>2.3.4</b>	<b>Risparmio idrico</b>	<b>P</b>
	<i>Per gli edifici sarà previsto un sistema di monitoraggio dei consumi idrici.</i>	
<b>2.3.5</b>	<b>Qualità ambientale interna</b>	
	<i>Il criterio è applicabile esclusivamente ad edifici</i>	
<b>2.3.5.1</b>	<b>Illuminazione naturale</b>	<b>P</b>
<b>2.3.5.2</b>	<b>Aerazione naturale e ventilazione meccanica controllata</b>	<b>P</b>
<b>2.3.5.3</b>	<b>Dispositivi di protezione solare</b>	<b>P</b>
<b>2.3.5.4</b>	<b>Inquinamento elettromagnetico indoor</b>	<b>P</b>
<b>2.3.5.5</b>	<b>Emissioni dei materiali</b>	<b>P</b>
<b>2.3.5.6</b>	<b>Comfort acustico</b>	<b>P</b>
<b>2.3.5.7</b>	<b>Comfort termo-igrometrico</b>	<b>P</b>
<b>2.3.5.8</b>	<b>Radon</b>	<b>P</b>
<b>2.3.6</b>	<b>Piano di manutenzione dell'opera</b>	<b>P - fase esecutiva</b>
<b>2.3.7</b>	<b>Fine vita</b>	
	<i>Nelle successive fasi progettuali, in funzione del computo metrico estimativo, verrà sviluppato Piano inerente la fase di fine vita, ovvero la stima dei materiali recuperabili durante demolizione selettiva.</i>	
<b>2.4</b>	<b>SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI EDILIZI</b>	
<b>2.4.1</b>	<b>CRITERI COMUNI A TUTTI I COMPONENTI EDILIZI</b>	

DM 11/10/2017 - Criteri Ambientali Minimi		FASE (P - progettazione I - imprese ATI)
<b>2.4.1.1</b>	<b>Disassemblabilità</b>	<b>P</b>
	<i>Almeno il 50% peso/peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati, escludendo gli impianti, sarà sottoponibile, a fine vita, a demolizione selettiva ed essere riciclabile o riutilizzabile. Di tale percentuale, almeno il 15% è costituito da materiali non strutturali.</i>	
<b>2.4.1.2</b>	<b>Materia recuperata o riciclata</b>	<b>P</b>
	<i>Il contenuto di riciclato nei materiali deve essere pari ad almeno il 15% in peso valutato sul totale di tutti i materiali utilizzati. Di tale percentuale, almeno il 5% deve essere costituita da materiali non strutturali.</i>	
<b>2.4.1.3</b>	<b>Sostanze pericolose</b>	<b>I</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Criteri specifici per i componenti edilizi</b>	
<b>2.4.2.1</b>	<b>Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati</b>	<b>P-I</b>
	<i>I calcestruzzi usati per il progetto avranno un contenuto di materiale riciclato di almeno il 5% sul peso del prodotto.</i>	
<b>2.4.2.2</b>	<b>Elementi prefabbricati in calcestruzzo</b>	<b>P-I</b>
	<i>Gli elementi prefabbricati in calcestruzzo avranno un contenuto totale di almeno il 5% in peso di materie riciclate, e/o recuperate, e/o di sottoprodotti.</i>	
<b>2.4.2.3</b>	<b>Laterizi</b>	<b>P-I</b>
	<i>I laterizi usati per muratura e solai avranno un contenuto di materie riciclate e/o recuperate (sul secco) di almeno il 10% sul peso del prodotto</i>	
<b>2.4.2.4</b>	<b>Sostenibilità e legalità del legno</b>	<b>P-I</b>
	<i>A garanzia della provenienza di origine sostenibile, il legno sarà certificato FSC o PEFC.</i>	
<b>2.4.2.5</b>	<b>Ghisa, ferro, acciaio</b>	<b>P-I</b>
	<i>Per gli usi strutturali verrà utilizzato acciaio con un contenuto minimo di materiale riciclato del 90%, % maggiore del 70% richiesto dal DM</i>	
<b>2.4.2.6</b>	<b>Componenti in materie plastiche</b>	<b>P-I</b>
	<i>Contenuto di riciclato pari ad almeno il 30% in peso valutato sul totale di tutti i componenti in materia plastica</i>	
<b>2.4.2.7</b>	<b>Murature in pietrame e miste</b>	<b>P-I</b>
	<i>Uso di solo materiale di recupero</i>	
<b>2.4.2.8</b>	<b>Tramezzature e controsoffitti</b>	<b>P-I</b>
	<i>Le tramezzature e i controsoffitti, destinati alla posa in opera di sistemi a secco avranno un contenuto di almeno il 5% in peso di materie riciclate.</i>	
<b>2.4.2.9</b>	<b>Isolanti termici ed acustici</b>	<b>P-I</b>
	<i>Gli isolanti utilizzati saranno costituiti da materiali riciclati nelle diverse % definite dal DM per le diverse tipologie di isolanti.</i>	
<b>2.4.2.10</b>	<b>Pavimenti e rivestimenti</b>	<b>P-I</b>



DM 11/10/2017 - Criteri Ambientali Minimi		FASE (P - progettazione I - imprese ATI)
	<i>I prodotti utilizzati per le pavimentazioni e i rivestimenti saranno conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalle decisioni 2010/18/CE30, 2009/607/CE31 e 2009/967/CE32 e loro modifiche ed integrazioni, relative all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica.</i>	
<b>2.4.2.11</b>	<b>Pitture e vernici</b>	<b>P-I</b>
	<i>I prodotti vernicianti saranno conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla decisione 2014/312/UE e s.m.i. relativa all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica.</i>	
<b>2.4.2.12</b>	<b>Impianti di illuminazione per interni ed esterni</b>	<b>P</b>
	<i>I sistemi di illuminazione saranno a basso consumo energetico ed alta efficienza. Negli edifici saranno installati dei sistemi domotici, coadiuvati da sensori di presenza, che consentano la riduzione del consumo di energia elettrica.</i>	
<b>2.4.2.13</b>	<b>Impianti di riscaldamento e condizionamento</b>	<b>P</b>
	<i>Gli impianti a pompa di calore conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla decisione 2007/742/CE (32) e s.m.i. relativa all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica. Gli impianti di riscaldamento ad acqua conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla decisione 2014/314/UE (33) e s.m.i. relativa all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica.</i>	
<b>2.4.2.14</b>	<b>Impianti idrico sanitari</b>	<b>P</b>
	<i>Si prevede l'utilizzo di sistemi individuali di contabilizzazione del consumo di acqua per ogni unità immobiliare negli edifici.</i>	
<b>2.5</b>	<b>SPECIFICHE TECNICHE DEL CANTIERE</b>	<b>I</b>
<b>2.5.1</b>	<b>Demolizioni e rimozione dei materiali</b>	<b>I</b>
	<i>I rifiuti derivanti da demolizione di manufatti esistenti saranno almeno per il 70% deviati da discarica ed avviati a operazioni di preparazione per il riutilizzo, recupero o riciclo in idonei impianti di recupero.</i>	
<b>2.5.2</b>	<b>Materiali usati nel cantiere</b>	<b>I</b>
	<i>I materiali usati per l'esecuzione del progetto devono rispondere ai criteri previsti nel cap. 2.4.</i>	
<b>2.5.3</b>	<b>Prestazioni ambientali di cantiere</b>	<b>I</b>
<b>2.5.4</b>	<b>Personale di cantiere</b>	<b>I</b>
<b>2.5.5</b>	<b>Scavi e rinterri</b>	<b>I</b>
	<i>Le terre e rocce da scavo (incluso terreno vegetale) saranno parzialmente riutilizzate all'interno del cantiere per rinterri e opere di mitigazione a verde. I terreni in esubero saranno gestiti in qualità di sottoprodotto per rimodellazioni, rilevati, ripascimenti, ecc. ai sensi della normativa vigente (DPR 120/2017) o, in alternativa, nel caso in cui non siano rispettate le condizioni, come rifiuto ai sensi della parte IV del D. Lgs. 152/06 e s.m.i..</i>	

Tabella 2-2 – Quadro sinottico di rispondenza del progetto ai CAM

## 2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La Città metropolitana di Bologna ha una popolazione di poco più di 1 milione di abitanti. Al centro del suo territorio, sviluppato sulla traccia della via Emilia che lo attraversa trasversalmente, è collocata la città di Bologna, con una popolazione di ca. 380.000 abitanti, fulcro di tutte le principali infrastrutture e arterie di traffico di rilievo regionale e nazionale: dalla città di Bologna si diramano infatti i più importanti assi autostradali e ferroviari del nord, facendo del capoluogo emiliano uno dei principali nodi di mobilità nazionale.



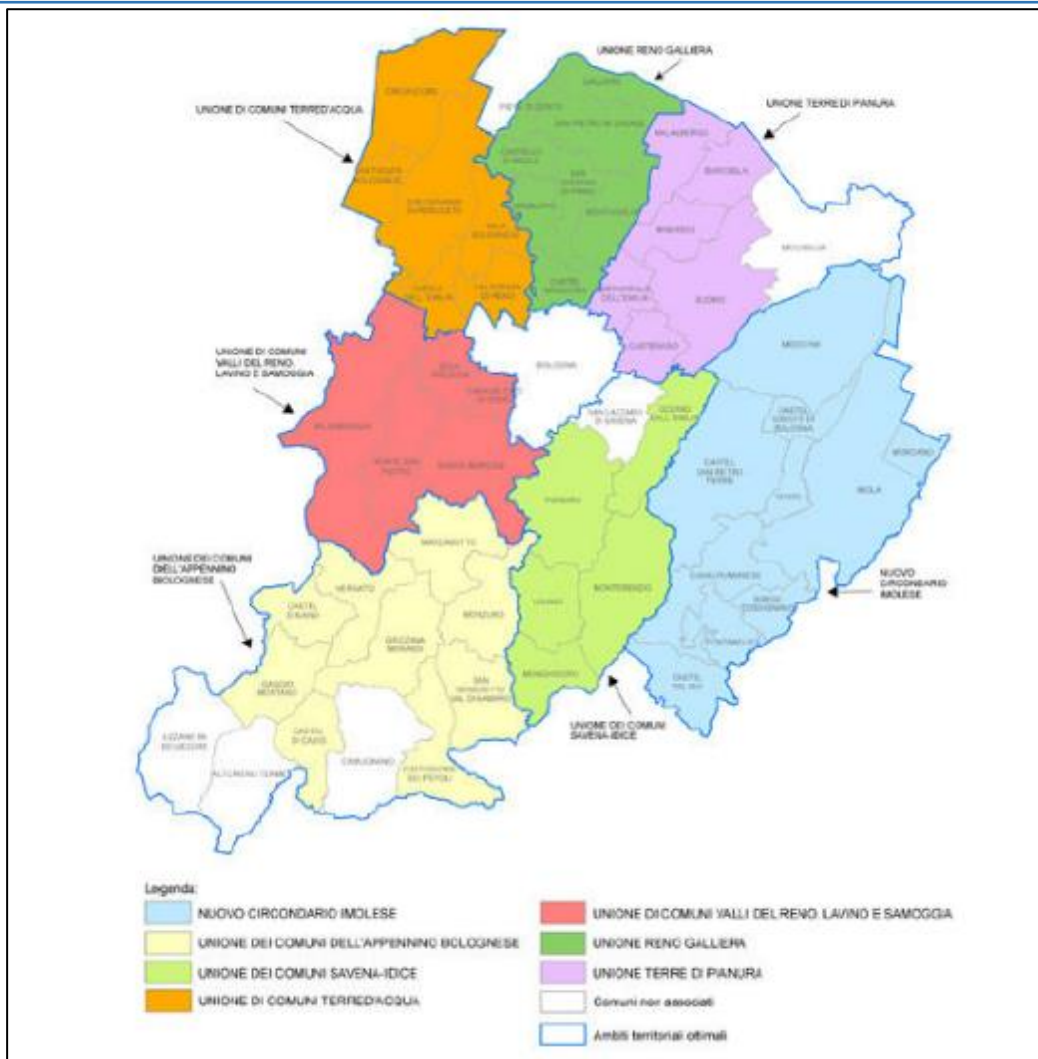


Figura 2-2 – Città Metropolitana di Bologna

Su Bologna convergono le autostrade A1 e A14 (in direzione est-ovest), mentre lungo la direttrice nord-sud il territorio è interessato dalla A13 e dal proseguimento della A1. La città è inoltre considerata uno dei nodi ferroviari più importanti del settentrione. Infine, con centro in Bologna, si sviluppa in maniera radiale e in otto direzioni differenti una rete su ferro che rappresenta l'ossatura del Servizio Ferroviario Metropolitano.

Anche la rete delle strade statali e provinciali gravita su Bologna, ma si sviluppa prevalentemente nel territorio di Pianura, creando una rete a maglie quadrate parallela alla via Emilia.

Il capoluogo di Regione svolge chiaramente un ruolo guida per l'intero territorio regionale e nazionale e sul suo territorio converge anche il grosso della mobilità privata su gomma dell'area; pertanto interesse di tutte le amministrazioni susseguitesi a Bologna è sempre stato lo sviluppo di maggiori e migliori "connessioni", non solo da e verso la zona centrale della città, (anche se è il bisogno prioritario) ma anche da e verso i servizi (ad esempio quelli ospedalieri) e i centri attrattori presenti nel territorio urbano e metropolitano, il potenziamento del SFM (aumentando la frequenza e la capienza dei treni ed introducendo l'unico titolo di viaggio) e miglioramento della connessione alle fermate e quindi dell'intermodalità, il potenziamento e valorizzazione dei grandi poli logistici bolognesi.

### 2.2.1 IL TRASPORTO PUBBLICO

Il trasporto collettivo metropolitano comprende il Servizio Ferroviario Metropolitano ed il servizio di trasporto collettivo suburbano ed extraurbano su gomma.

Complessivamente la rete totale (gomma e ferro) si estende per oltre 3.000 km. ed è percorsa da circa 3.110 corse al giorno (2.700 TPL su gomma e 410 su ferro), che servono quotidianamente circa 145.000 viaggiatori nel territorio provinciale, di cui circa 100.000 utilizzano le linee suburbane ed extraurbane e 45.000 le linee del SFM.

A livello urbano, la rete del Trasporto Pubblico di Bologna si snoda in maniera estesa su tutto il territorio comunale per circa 400 km., servendo oltre 325.000 viaggiatori al giorno.

Il servizio è garantito sia da bus tradizionali che da vetture filoviarie che soddisfano circa la metà degli spostamenti giornalieri e hanno frequenze nelle ore di punta anche molto elevate. Nonostante ciò, nelle ore di punta e di maggiore congestione complessiva, alcune linee soffrono più di altre un sovraffollamento dei mezzi, con effetti non solo sulla qualità del servizio, ma anche sulla sua regolarità ed efficienza, creando anche fenomeni di accodamento.

### 2.2.2 LA RETE "SU FERRO"

Gli obiettivi della politica locale per quanto riguarda la mobilità dell'area di Bologna sono sempre stati rivolti ad offrire sistemi di trasporto che rispondessero di volta in volta alle esigenze economiche, sociali e ambientali della comunità e garantissero un'elevata mobilità e integrazione tra i vari mezzi di trasporto.

Non stupisce quindi che l'interesse di Bologna per i sistemi di trasporto su ferro sia sempre stata presente nella programmazione comunale: prova ne sono sia lo sviluppo di una precedente rete tranviaria sia il tentativo ormai ventennale di iniziare il percorso di sviluppo di una nuova forte rete di trasporto pubblico su rotaia.

## 2.3 OBIETTIVI DEL PROGETTO

Il progetto della direttrice nord verso Corticella-Castel Maggiore si inquadra come secondo ramo tranviario della nuova rete a servizio della città di Bologna, che trova le sue motivazioni nel "Piano Urbano della Mobilità Sostenibile" (PUMS) della Città Metropolitana di Bologna, adottato lo scorso 27 novembre 2018, divenendone un primo fondamentale elemento attuativo.

La redazione del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile metropolitano di Bologna nasce dalla necessità di offrire soluzioni innovative alle criticità del sistema della mobilità del territorio e rispondenti a una duplice e complementare esigenza di carattere etico e normativo: ridurre le emissioni di gas climalteranti e l'incidentalità stradale, assicurando un efficientamento dei sistemi di mobilità sostenibili e agevolando la progressiva decarbonizzazione del parco veicolare e la transizione verso l'elettrico.

La crescente attenzione dell'opinione pubblica verso il tema della sostenibilità ha posto l'obbligo di proporre un nuovo paradigma di mobilità fondato sul miglioramento dei servizi di trasporto pubblico collettivo e sulla loro integrazione con reti più estese e più sicure dedicate alla mobilità ciclabile e pedonale, nell'ottica di assicurare una diffusa coesione territoriale ed un'effettiva inclusione sociale.

Al tempo stesso i limiti fissati dalla normativa vigente in materia di riduzione delle emissioni inquinanti da traffico hanno sancito la necessità di mettere in campo politiche di mobilità e misure concrete che recepiscano gli obiettivi indicati per il conseguimento di tali ambiziosi obiettivi, declinandoli non solo al Comune di Bologna ma all'intero territorio metropolitano.

### *2.3.1 LE STRATEGIE PER IL POTENZIAMENTO DELLA RETE URBANA DI BOLOGNA PREVISTE NEL PUMS*

Il primo fondamentale aspetto che il PUMS Metropolitano di Bologna affronta riguarda la definizione di una nuova rete portante del Trasporto Pubblico Metropolitano in grado di superare i limiti dell'attuale sistema e di offrire un'alternativa competitiva all'uso dell'auto privata, anche per spostamenti non sistematici ed estesa al territorio metropolitano, in grado di garantire maggiore attrattività e una sistematica connessione durante tutto l'arco della giornata con i servizi di eccellenza e i nodi della grande rete.

Coerentemente alle strategie individuate dal PUMS occorre quindi sviluppare il tema del potenziamento della rete portante del trasporto pubblico urbano di Bologna, superando i limiti di capacità dell'offerta attuale, al fine di soddisfare i consistenti incrementi di domanda attesi da trasferimento modale. In quest'ottica, si procederà al passaggio dal sistema su gomma/filoviario attuale ad un sistema di livello superiore per capacità, velocità e qualità sia reale che percepita.

La programmazione vigente ha già definito, con il progetto PIMBO, un'evoluzione della rete delle autolinee portanti esistente verso una nuova e più estesa rete filoviaria che, integrandosi con il sistema "Crealis" tra Bologna e San Lazzaro attualmente in fase di collaudo, intende garantire non tanto una maggiore capacità del servizio, quanto benefici ambientali diretti ed una maggiore integrazione con la rete SFM.

Tuttavia, considerando la tempistica per l'implementazione del progetto PIMBO, e l'obiettivo dell'elettrificazione completa della rete urbana e della crescita della sua capacità, la proposta contenuta nel PUMS è quella di una progressiva transizione verso la tecnologia tranviaria per la componente della rete portante metropolitana interna alla città Bologna.

Tale scelta è suffragata sostanzialmente da due elementi di criticità, tra loro interdipendenti, che si stanno evidenziando sulle attuali linee portanti urbane, tendenzialmente esercite con autobus e filobus articolati:

- l'accentuazione, negli ultimi anni, di un sovraffollamento a bordo dei mezzi in diverse ore del giorno nelle tratte a ridosso delle aree centrali, con conseguenti riflessi sul comfort di viaggio e sui perditempo alle fermate;
- un raggiunto limite di distanziamento minimo tra i passaggi dei mezzi nei corridoi su cui insistono più linee, con le conseguenti problematiche in termini di fluidità della circolazione.

Riconosciuta l'esigenza di una progressiva transizione verso la tecnologia tranviaria, il PUMS ha definito un assetto "a regime" che prevede 4 linee interconnesse tra loro (Figura 1), da svilupparsi in un orizzonte temporale superiore a quello del Piano (quindi oltre il 2030):

- Linea Tram Rossa: Terminal Borgo Panigale – CAAB;
- Linea Tram Gialla: Casteldebole – Rastignano;
- Linea Tram Verde: Dep. Due Madonne – Corticella;
- Linea Tram Blu: Casalecchio – San Lazzaro (attuazione prevista oltre lo Scenario PUMS - 2030).

Ferma restando la prospettiva a regime della rete tranviaria strutturata in quattro linee, l'approccio adottato dal PUMS per la definizione della configurazione della rete portante urbana nello Scenario PUMS (2030) prevede l'armonizzazione della proposta di Piano con i progetti già previsti dalla programmazione vigente e la progressiva transizione verso la tecnologia tranviaria come evoluzione nel medio-lungo periodo. Entro lo Scenario PUMS (2030), pertanto, è stata prevista l'attivazione delle sole tre linee Rossa, Gialla e Verde, l'assunzione in toto del sistema Crealis e dei rami del progetto PIMBO che garantiscono la piena integrazione con l'assetto previsto dal PUMS senza sovrapporsi alle prime tre linee della rete tranviaria, ipotizzando invece un successivo processo di project review del progetto PIMBO relativamente agli altri tratti filoviari che si dovrebbero sviluppare su direttrici caratterizzate da tecnologia tranviaria.



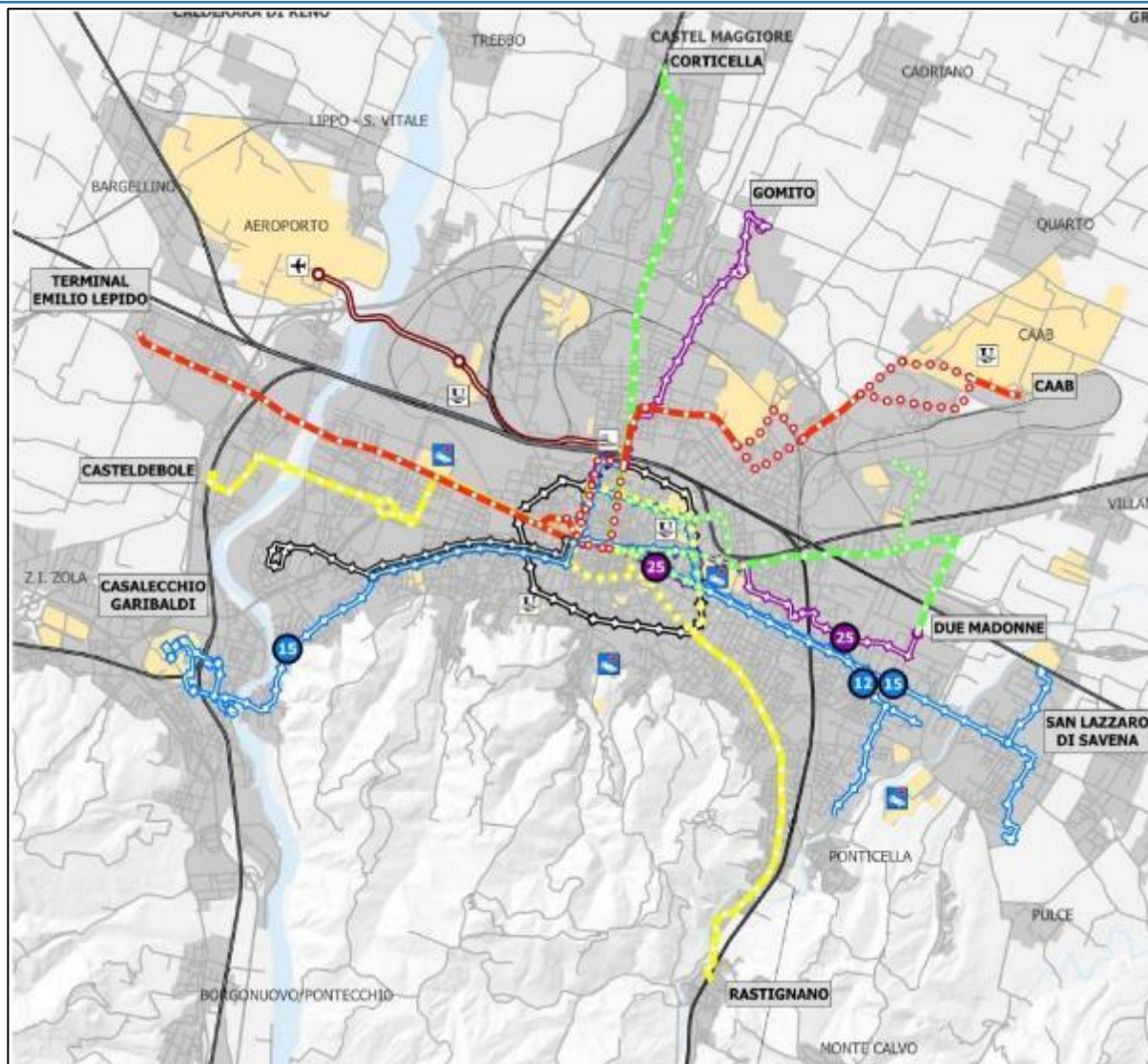


Figura 2-3 – Assetto a regime della rete tranviaria (oltre lo Scenario PUMS - 2030)

Il primo passo verso la realizzazione della rete tranviaria della città di Bologna è stato fatto con la redazione del PFTE prima e del Progetto Definitivo dopo della “Linea Rossa” nella sua configurazione originaria dal Capolinea di Borgo Panigale, nella zona ovest della città, ai due capolinea “Michelino” e “Facoltà di Agraria” collocati rispettivamente nella zona nord-est e est della città.

### 2.3.2 LA NUOVA LINEA ROSSA

Come sopra riportato, nel tentativo di migliorare la mobilità cittadina e ridurre gli impatti sul clima, il primo passo verso la realizzazione della nuova rete di trasporto pubblico di massa su ferro è rappresentato dalla redazione del Progetto della linea tranviaria di Bologna (Linea Rossa).

La linea attraversa da ovest ad est tutta la città, mettendo in comunicazione i poli attrattori più importanti della città: Quartiere Borgo Panigale-Reno, Ospedale Maggiore, Stazione Centrale Ferroviaria, Distretto "Fiera", Zona Pilastro, IL CAAB, F.I.CO.

Nel dettaglio il tracciato trae origine dal capolinea ovest situato a Borgo Panigale dove è previsto anche un importante nodo di interscambio tra sistemi modali differenti (tram, Bus extraurbani e auto private), e si sviluppa lungo l'asse delle vie Marco Emilio Lepido, Emilia Ponente e Saffi fino al centro storico di Bologna; da qui prosegue verso nord in direzione della Stazione Bologna Centrale FS, del "Fiera District", della via San Donato e della zona Pilastro, per giungere all'altro capolinea est nei pressi del Polo Funzionale CAAB e della facoltà di Agraria.

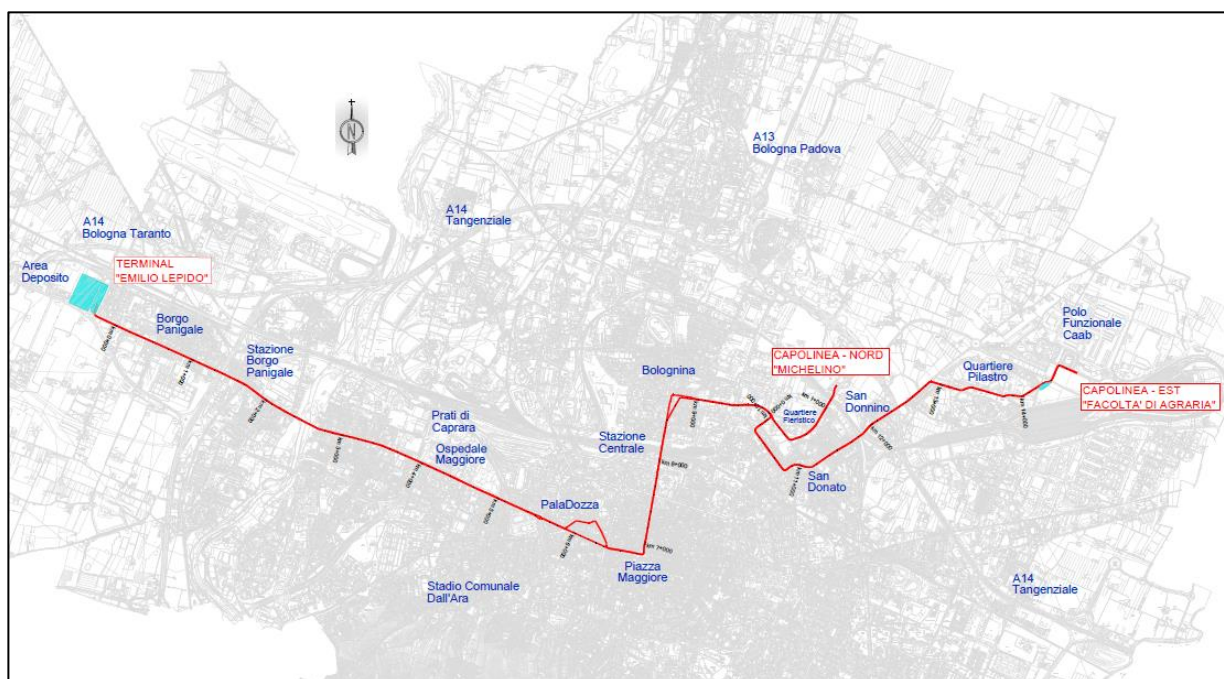


Figura 2-4 – Planimetria generale Linea Rossa

Lungo i 15,5 km di tracciato che uniscono i due capolinea sono collocate 29 fermate, ad un interasse medio di ca. 450/500 m.

La linea si completa con una diramazione, lunga circa 1,3 km che collega il centro fieristico con il Terminal Michelino, dove è ubicato un secondo nodo di interscambio tra mezzi privati, linee di trasporto pubblico extraurbane e il nuovo servizio tranviario.

Oltre al suddetto capolinea, lungo la direttrice è ubicata una fermata lungo viale della Fiera, in corrispondenza dell'ingresso pedonale del centro fieristico.

Per quasi tutto il suo sviluppo il tram procede lungo una sede riservata, con l'obiettivo di ridurre tutte le interferenze con le altre componenti della mobilità urbana, sia pubbliche che private: tale caratteristica è ottenuta sopraelevando di massimo 7 cm la sede tranviaria rispetto alla sede stradale limitrofa, in modo da rendere la sede comunque sormontabile qualora una situazione di emergenza ne richiedesse il transito per un mezzo di soccorso.



*Figura 2-5 – Sede tranviaria rialzata rispetto alla sede stradale*



La sede tranviaria avrà una larghezza in rettilineo pari a 6.00 m con un interasse tra i binari (sempre in rettilineo) di 3.00 m.

Tale valore, così come la distanza tra la rotaia più esterna e il limite della sede, potrà variare nei tratti in curva: i valori di interbinario e di franco laterale saranno tanto maggiori quanto minori saranno i valori delle curve planimetriche del tracciato.

Parallelamente alla nuova sede tranviaria, ad esclusione delle sezioni ubicate nel centro cittadino (via Ugo Bassi, via Indipendenza), è sempre posizionata almeno una corsia di marcia destinata al transito su gomma.

La larghezza di tale corsia avrà sempre una dimensione tale da garantire il passaggio dei mezzi pesanti.

Alla fine del tratto di attraversamento del centro lungo l'asse sud - nord, all'intersezione tra via Mazza e via Matteotti, in corrispondenza di piazza Unità, il tracciato devia verso est.

## 2.4 ANALISI DELLE ALTERNATIVE

### 2.4.1 TRACCIATO DELLA LINEA

Come rappresentato nella figura che segue, la nuova linea tranviaria si innesta sulla linea Rossa in corrispondenza di Piazza dell'Unità. Ai soli fini trasportistici, si può suddividere il percorso in due macro tratte, la prima è comune a tutte le alternative, mentre la seconda si differenzia.

La prima macro tratta, lasciata Piazza dell'Unità imbocca Via di Corticella e la percorre per circa 2,4 chilometri. In questo tragitto, dopo circa 1.200 metri, la strada sottopassa la linea ferroviaria di collegamento verso lo scalo San Donato, dove, per consentire il transito del tram sarà necessario intervenire con un adeguamento del sottovia ferroviario.

Superata la ferrovia e proseguendo verso nord, dopo 400 metri la linea tranviaria entrerà in sottopasso per poco più di 650 metri, al fine di non creare disturbo allo svincolo n°6 della Tangenziale Nord, che si innesta su Via di Corticella attraverso due rotatorie poste rispettivamente a Sud e a Nord dell'asse Autostrada/Tangenziale.

Tornata in superficie la linea raggiunge la rotatoria dove, oltre a Via Corticella, si innesta Via Stendhal. Da questo punto in poi ha inizio la differenziazione delle alternative di tracciato. In questo primo tratto è prevista la realizzazione di 6 fermate.

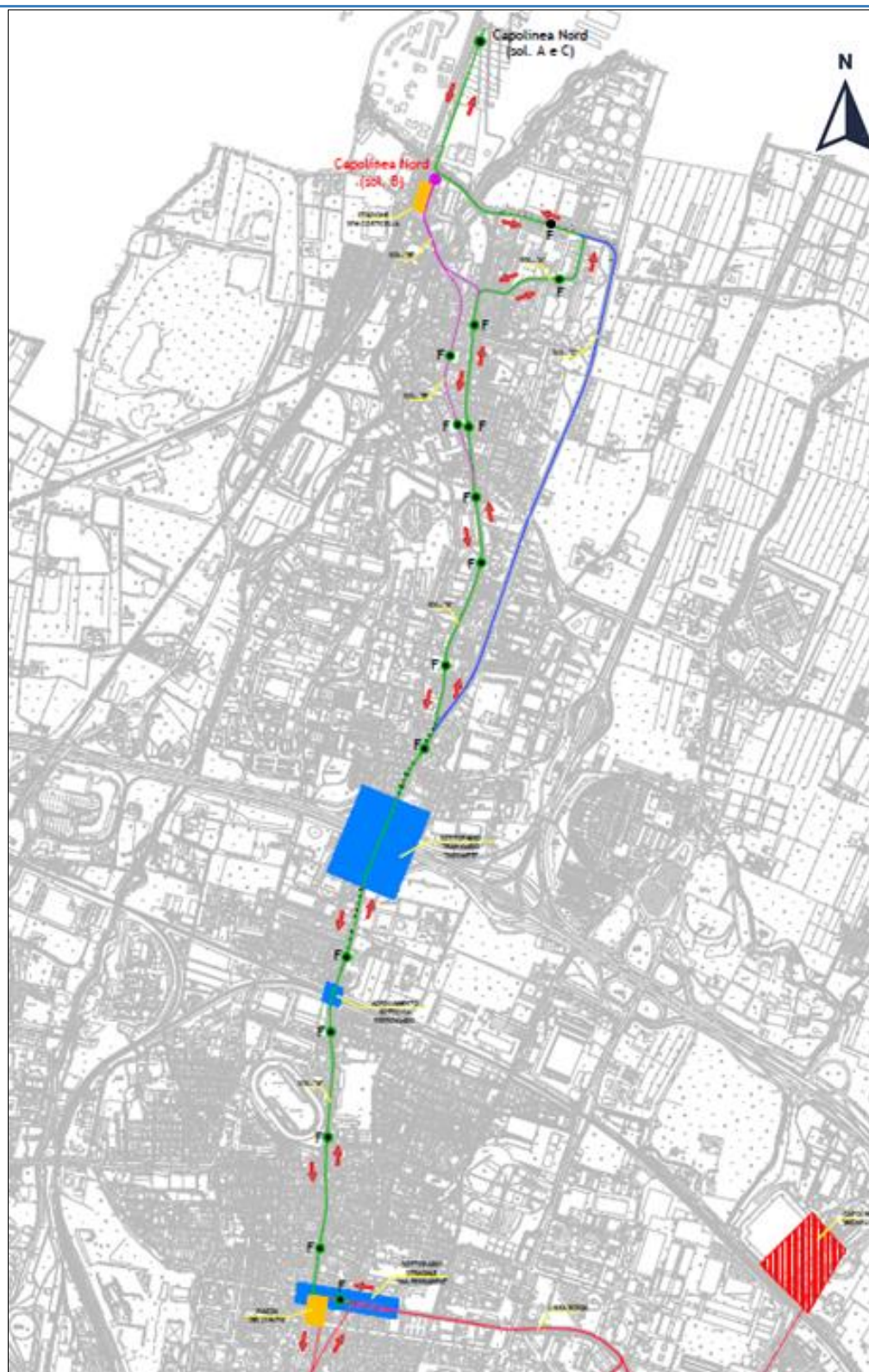


Figura 2-6 – Tracciato delle alternative per la direttrice verso Corticella della linea tranviaria

Di seguito si fornisce una rapida illustrazione della seconda macro tratta per le tre alternative considerate.

### SOLUZIONE "A"

La prima alternativa, prevede che la linea continui a percorrere Via di Corticella fino a raggiungere, dopo 1.000 metri, il bivio con Via Genuzio Bentini.

Qui il tram procede per 700 metri su Via Bentini fino all'incrocio con Via Sant'Anna che imbocca svoltando a destra.

Al termine di Via Sant'Anna percorre Via Byron e, successivamente, Via Shakespeare. Questa sorta di semi anello consentirà di servire in maniera più efficiente una vasta zona residenziale che si sviluppa nell'intorno di Via Sant'Anna e di Via Byron.

Il tracciato prosegue percorrendo l'ultimo tratto di Via Bentini fino a raggiungere la stazione SFM di Bologna Corticella, dove sarà possibile effettuare un interscambio con gli utenti del servizio ferroviario.

Raggiunta la stazione, il tram si dirigerà ancora verso Nord in affiancamento alla ferrovia per circa 500 metri, superando il confine del comune di Bologna ed entrando nel comune di Castel Maggiore, in corrispondenza di un'area nella quale sarà possibile realizzare un nodo di interscambio, sia per la mobilità privata che per il trasporto pubblico extraurbano.

In questa parte del percorso, che ha uno sviluppo di circa 3,5 chilometri, sono previste 7 fermate della tranvia oltre al capolinea Nord.

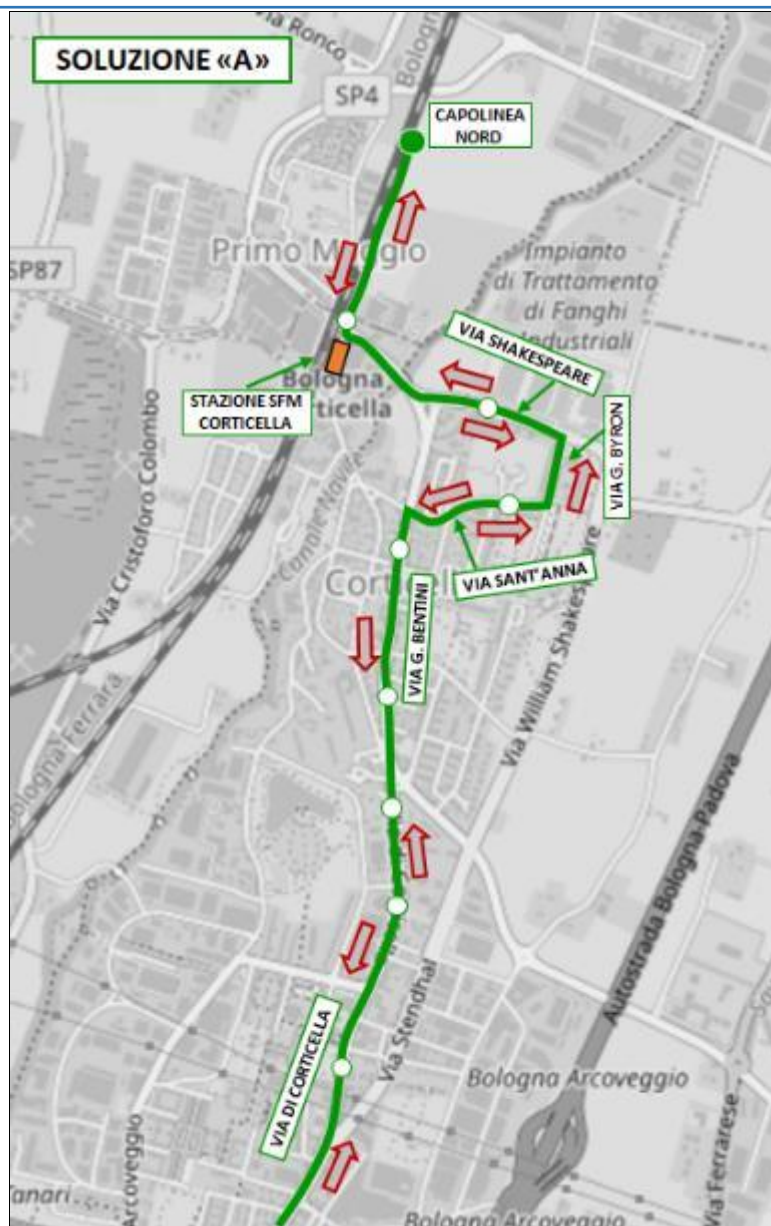


Figura 2-7 – Tracciato della soluzione "A". Dalla rotatoria di intersezione con Via Stendhal fino al capolinea Nord

### SOLUZIONE "B"

Questa soluzione si differenzia dalla precedente in corrispondenza del bivio Via di Corticella – Via Genuzio Bentini. In questo caso, la linea tranviaria si sdoppia ed in direzione Nord il tram procede su Via Bentini, mentre in direzione Sud transita su Via di Corticella. I due sensi di marcia si ricongiungono in corrispondenza dell'intersezione tra Via di Corticella e Via Sant'Anna



e a questo punto il tram si dirige verso la stazione di Corticella in corrispondenza della quale si realizza l'attestamento Nord della linea.

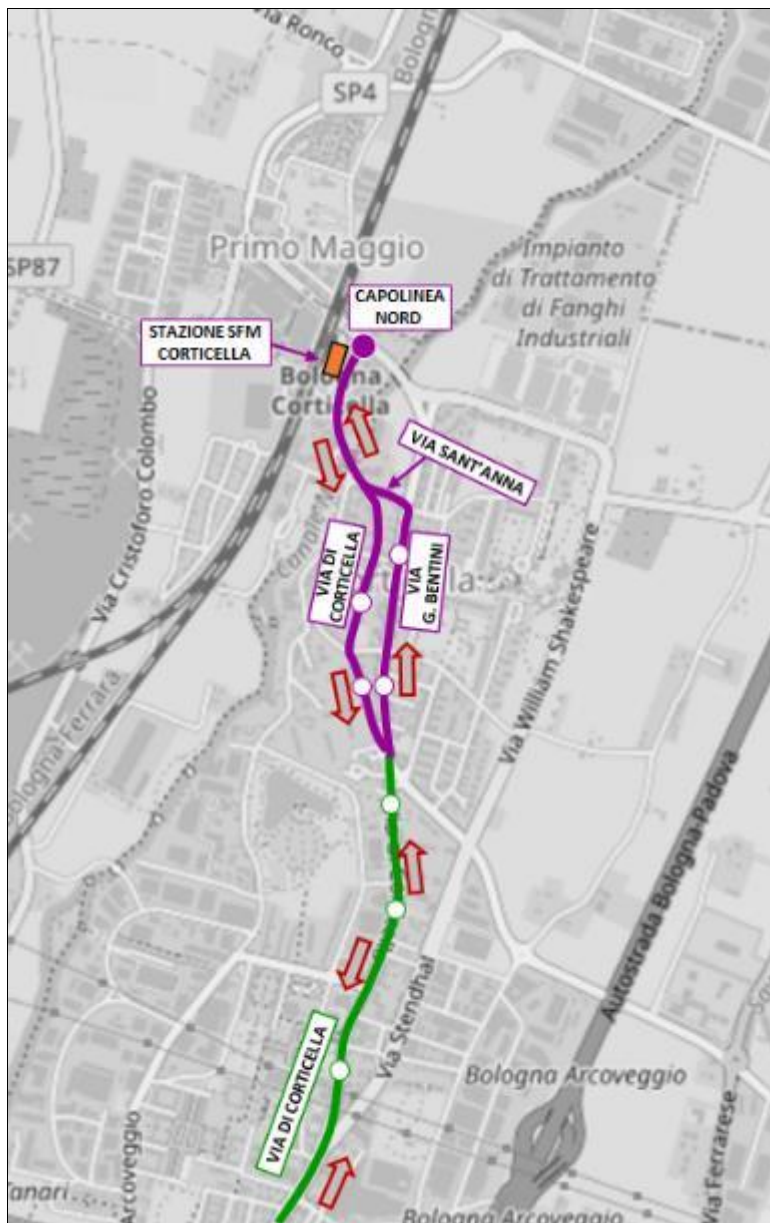


Figura 2-8 – Tracciato della soluzione "B". Dalla rotatoria di intersezione con Via Stendhal fino al capolinea Nord alla stazione di Corticella

Per questa soluzione lo sviluppo della linea a partire dall'intersezione con Via Stendhal fino al capolinea è di circa 2,3 chilometri e, oltre all'attestamento in stazione, sono previste 5 fermate, 2 delle quali nella tratta in cui le direzioni di marcia si separano.

## SOLUZIONE "C"

In corrispondenza della rotatoria di intersezione tra Via di Corticella e Via Stendhal, la terza alternativa di tracciato prevede che la linea tranviaria si diriga su Via Stendhal.

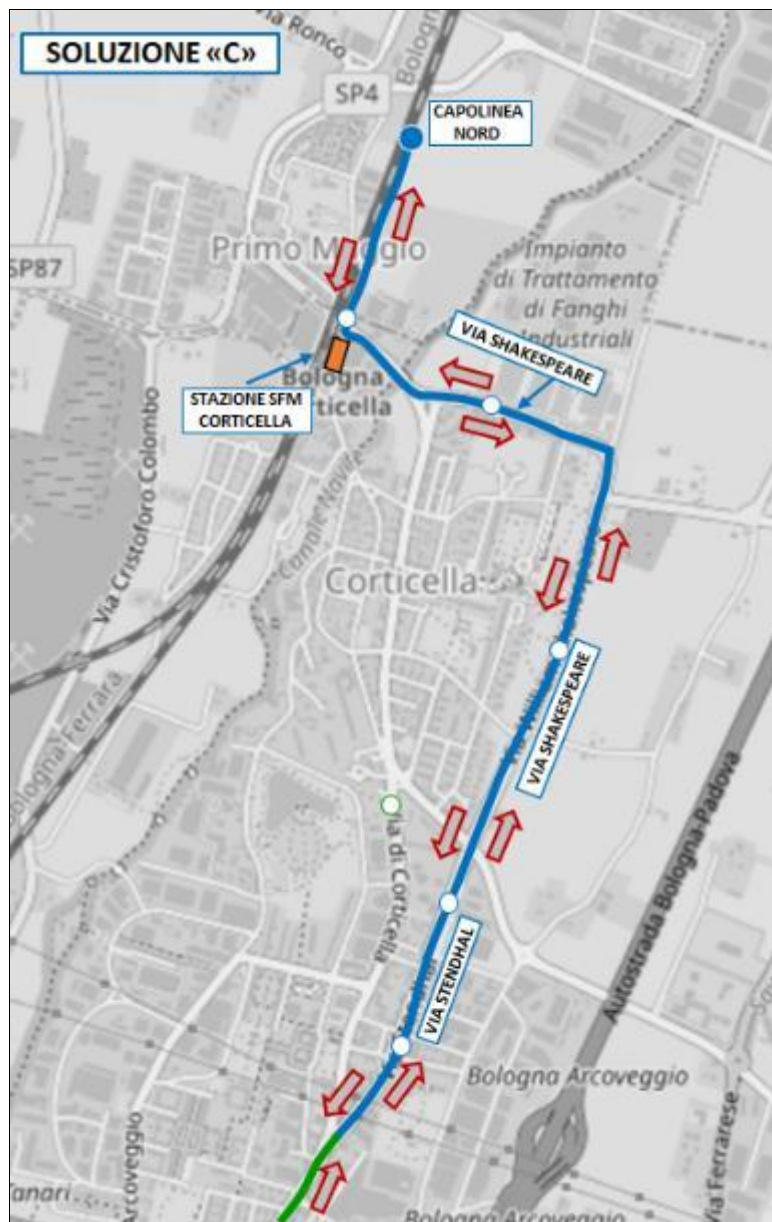


Figura 2-9 – Tracciato della soluzione "C". Dalla rotatoria di intersezione con Via Stendhal fino al capolinea Nord

In questa ipotesi il tram percorrerà tutto l'asse stradale composto da Via Stendhal e successivamente da Via W. Shakespeare, per oltre 2,1 chilometri, fino a riconnettersi con il tracciato della soluzione "A". a valle dell'intersezione di Via Shakespeare con Via Byron.

Da quel punto il tracciato della soluzione "A" e quello della soluzione "C" coincidono.

Quest'ultima alternativa ha uno sviluppo di circa 3,3 chilometri, a partire dall'intersezione con Via Stendhal e sono previste 4 fermate del tram oltre al capolinea Nord.

Nella tabella che segue si riportano le principali caratteristiche delle tre alternative sopra descritte.

Alternativa	Estesa complessiva (m)	N° di fermate
Soluzione "A"	6.050	14
Soluzione "B"	5.600 <sup>1</sup>	11
Soluzione "C"	5.850	11

Sulla base delle risultanze dello studio di traffico e delle caratteristiche infrastrutturali delle tre soluzioni ipotizzate, si ritiene che la **soluzione "A"** sia quella che fornisce le migliori prestazioni a livello trasportistico, sia in termini di shift modale (anche per effetto della presenza del nodo di interscambio), sia in termini di carico sulla linea, perché il suo itinerario consente di servire in modo più capillare la popolazione residente nell'area.

Inoltre la soluzione "A", a differenza della "B", sviluppando il suo tracciato sia in direzione ascendente che in direzione discendente sulla medesima viabilità, consente di ottimizzare l'occupazione degli spazi sulla sede stradale (ad esempio evitando il raddoppio delle fermate) e conseguentemente anche gli impatti sul deflusso della circolazione privata.

<sup>1</sup> Nel caso dell'alternativa "B", il calcolo dell'estesa tiene conto del differente instradamento della direzione ascendente e di quella discendente.



Come esposto negli elaborati dello studio trasportistico, l'inserimento della nuova diramazione tranviaria induce delle problematiche di un certo rilievo su alcuni nodi della rete stradale che richiedono la realizzazione di specifiche opere infrastrutturali al fine di consentire il mantenimento di un deflusso accettabile da parte degli autoveicoli.

#### Il nodo di Piazza dell'Unità

Il primo nodo rilevante è quello di Piazza dell'Unità nel quartiere della Bolognina, nell'intersezione tra l'asse est-ovest di Via della Liberazione, Via Giuseppe Mazza, Via Bolognese e quello nord-sud di Via Ferrarese e poco più avanti di Via Corticella.

La realizzazione della nuova tratta tranviaria, infatti, richiede la realizzazione di un secondo binario in corrispondenza di Via Giuseppe Mazza per consentire il corretto instradamento dei servizi sia verso est (Fiera Michelino e Facoltà d'Agraria) sia verso nord (Corticella). In tal modo, però, la porzione di sede stradale rimanente risulta assolutamente insufficiente ad accogliere i flussi in ingresso al centro della città.

Per ovviare a questa limitazione si rende necessario realizzare un sottopasso veicolare che consenta di bypassare il tratto incriminato. Sottopasso che ha uno sviluppo complessivo di poco superiore ai 430 metri, con rampa di ingresso di 101 metri, rampa di uscita di 138 metri e sottopasso di 194 metri. Il nuovo asse presenta due corsie a senso unico di marcia ed ha inizio a Via Ferrarese, subito dopo l'intersezione con Via della Liberazione e termina su Via Franco Bolognese a valle dell'intersezione con Via Antonio Di Vincenzo.

Il funzionamento complessivo della nuova configurazione di Piazza dell'Unità è stato valutato implementando un modello di microsimulazione dinamica esteso ad un'area che include larga parte del quartiere della Bolognina. Nell'elaborato B381-C-SF-GPR-RT002 sono dettagliatamente descritte tutte le attività svolte per l'implementazione, la calibrazione, la simulazione dello scenario di progetto e sono riportati tutti i risultati ottenuti dall'analisi modellistica e si rimanda al citato documento per tutti gli approfondimenti necessari.



Figura 2-10 – Sottopasso via Ferrarese/via Mazza/via Bolognese – Stralcio planimetrico

La soluzione del sottopasso proposta in progetto è l'alternativa cosiddetta “corta” dell’opera di sottoattraversamento: la soluzione è così individuata in quanto durante lo sviluppo della progettazione è stata presa in considerazione anche una alternativa (sottopasso “lungo”) che prevedesse uno scatolare più lungo, con due rampe di ingresso a singola corsia al posto della rampa a doppio senso prevista nel PFTE.

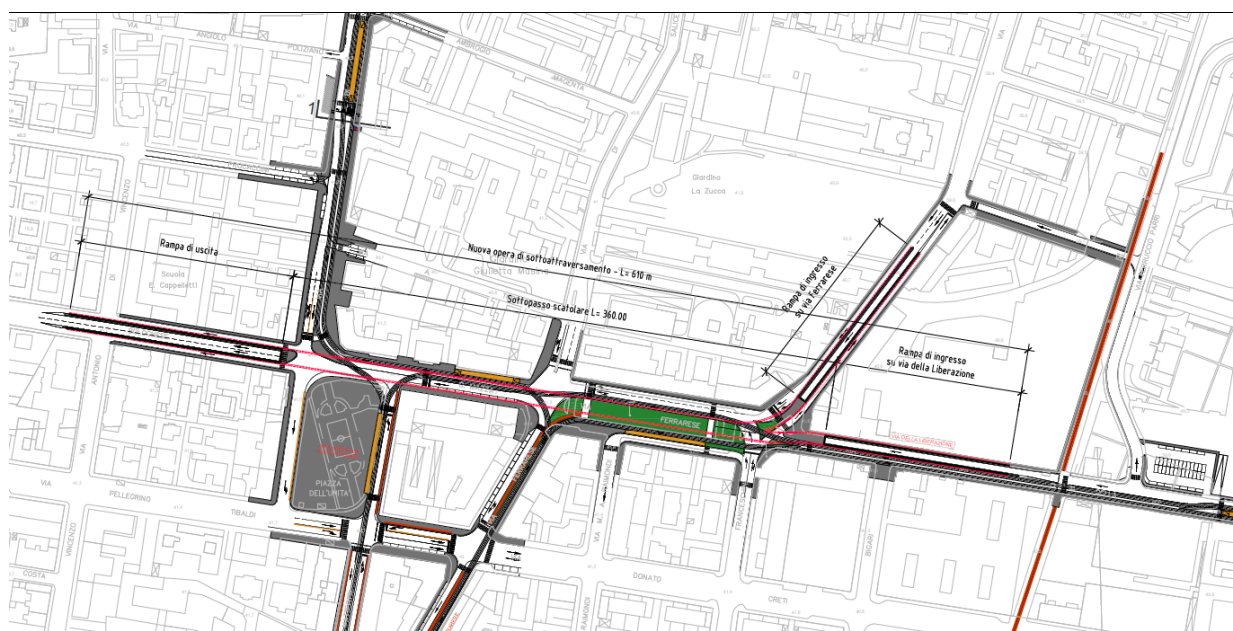


Figura 2-11 – Sottopasso via Ferrarese/via Mazza/via Bolognese – Alternativa “Sottopasso lungo”

La soluzione prevedeva la realizzazione di due rampe monodirezionali una su via della Liberazione, parallela alla sede tranviaria, per raccogliere i flussi delle auto provenienti da est e dirette verso ovest su via Bolognese; una seconda su via Ferrarese, nel tratto nord, per permettere il transito alle vetture provenienti da nord e dirette a ovest.

Quest'ultima rampa era posizionata al centro della sezione stradale con due corsie in superficie laterali per garantire il transito delle vetture sia in direzione nord che in direzione sud: in questo modo le vetture provenienti da nord e dirette a sud verso il centro del quartiere Bolognina potevano restare in superficie e occupare via Ferrarese per raggiungere la loro destinazione finale.

Chi invece prevenendo da est lungo via della Liberazione avrebbe dovuto raggiungere la parte sud del quartiere, non potendo transitare nel tratto finale di via della Liberazione occupata dalla rampa di accesso al sottopasso, era costretto a girare a destra su via Parri e successivamente a sinistra su via Ferrarese, per poter poi raggiungere l'omonima piazza e dirigersi verso sud.

Le due soluzioni sono state comparate da un punto di vista di inserimento urbanistico, trasportistico ed economico: se chiaramente la soluzione "lunga" risultava essere meno impattante soprattutto per la possibilità di mantenere la grande area a verde al centro di via Ferrarese, da un punto di vista trasportistico ed economico, tale soluzione risultava essere maggiormente penalizzante rispetto all'alternativa "corta" del sottopasso.

Per quanto riguarda il primo aspetto infatti si riduceva la sezione a disposizione per i mezzi di superficie lungo il tratto nord di via Ferrarese, a fronte di un aumento del numero di vetture dovuto alla chiusura del tratto terminale di via della Liberazione. Il rischio concreto era quello di avere accodamenti su via Ferrarese che potessero interferire con il traffico diretto ad ovest e quindi interessato dal transito all'interno del sottopasso.

Per quanto riguarda gli aspetti economici invece, il sottopasso scatolare avrebbe avuto una lunghezza pari a circa il doppio della soluzione corta, oltre che la realizzazione di due rampe,

seppur di larghezza ridotta, comportava il raddoppio delle opere di sostegno scavo per la realizzazione delle stesse.

### Il nodo Via di Corticella – Tangenziale Nord

Il secondo nodo per il quale è stato necessario prevedere un importante intervento infrastrutturale è posto in corrispondenza dell'intersezione tra Via di Corticella con l'asse autostrada/tangenziale (vedi figura che segue). Infatti l'uscita n° 6 della Tangenziale Nord di Bologna si innesta attraverso due rotatorie proprio su via di Corticella.



Figura 2-12 – Svincolo della Tangenziale Nord su Via di Corticella

Nello scenario di progetto l'infrastruttura tranviaria viene inserita al centro tra le due carreggiate di Via di Corticella la cui sezione si riduce ad una corsia per senso di marcia in entrambe le direzioni.

In corrispondenza dello svincolo con la Tangenziale è risultato necessario introdurre un sottopasso per la linea tranviaria al fine di non compromettere il deflusso dei veicoli in ingresso



ed uscita dalla Tangenziale che si svolge attraverso le due rotatorie poste rispettivamente a Sud (rotonda Consiglio d'Europa) e a Nord dell'asse Autostrada/Tangenziale.

La configurazione dello svincolo con la Tangenziale Nord è quella proposta da ASPI nell'ambito del progetto del Passante di Bologna e prevede il potenziamento della capacità delle due rotatorie (aumentandone il raggio) e la modifica della rampa in uscita dalla Tangenziale sul lato Nord che, nella configurazione di progetto, si innesta direttamente su Via di Corticella nel tratto di collegamento tra le due rotatorie in direzione Sud (vedi figura che segue).



Figura 2-13 – Particolare del progetto dello svincolo della tangenziale Nord su Via di Corticella

La necessità di realizzare il sottopasso risulta evidente se si considera che l'inserimento dell'infrastruttura tranviaria in superficie comporterebbe la semaforizzazione delle rotatorie e la riduzione ad un'unica corsia di marcia anche per il tratto di Via di Corticella tra le due rotatorie.

Non sarebbe, inoltre, possibile realizzare la rampa dalla Tangenziale così come proposto da ASPI. La presenza del tram comporta, inoltre, l'impedimento di alcune manovre di svolta in sinistra in particolare: da Via di Corticella (dir. nord) a Via C. Porta; da Via C. Porta a Via di Corticella (dir. Nord); da Via di Corticella (dir. Nord) a Via Marziale; da Via Marziale a Via di Corticella (dir. Nord).

In questo caso il sottopasso, ad uso esclusivo del tram, si sviluppa per circa 665 metri con rampa a sud della tangenziale di 129 metri, rampa a nord di 130 metri e sottopasso di 407 metri.

Anche per questo secondo intervento è stato implementato un modello di microsimulazione dinamica. La porzione di rete simulata si estende da prima dell'intersezione semaforizzata che si trova a sud dell'asse autostrada/tangenziale (Via Saliceto, Via Giuriolo) e raggiunge la rotonda che definisce l'intersezione tra Via di Corticella e Via Stendhal, circa 160 metri oltre l'intersezione semaforizzata che si trova a nord della tangenziale (Via Carlo Porta, Via Marziale, Via della Croce Coperta).

L'analisi svolta attraverso la microsimulazione dinamica ha permesso di verificare che la soluzione adottata consente, anche in presenza di un'importante riduzione della capacità dell'asse stradale di Via di Corticella, di mantenere un livello di servizio più che soddisfacente sia sulle intersezioni semaforizzate precedentemente citate sia sulle due rotonde che permettono di gestire l'accesso alla Tangenziale Nord. Tutti gli approfondimenti sul modello di microsimulazione, sulle ipotesi progettuali e sui risultati ottenuti sono riportati nello specifico documento (B381-C-SF-GPR-RT002).

#### 2.4.2 ALTERNATIVE TERMINAL CORTICELLA

Si descrivono di seguito i caratteri delle aree individuate come ragionevoli alternative localizzative per la realizzazione del terminal della direttrice Corticella, partendo dal

presupposto che, per rispondere alle esigenze progettuali ed ottimizzare l'efficienza del servizio in fase di esercizio, l'area deve rispondere ai seguenti requisiti:

- dimensione dell'area: circa 35.000 mq;
- distanza dalla linea della tranvia: l'area deve trovarsi lungo il corridoio della linea tranviaria.

Si evidenzia che in prossimità del tracciato di progetto della linea tranviaria non sono presenti aree dismesse di dimensioni sufficienti alle esigenze individuate per il terminal che possano rappresentare una "ragionevole alternativa localizzativa che non determina consumo di suolo".

#### 2.4.2.1 Alternativa 1 – Terminal nel quartiere Corticella

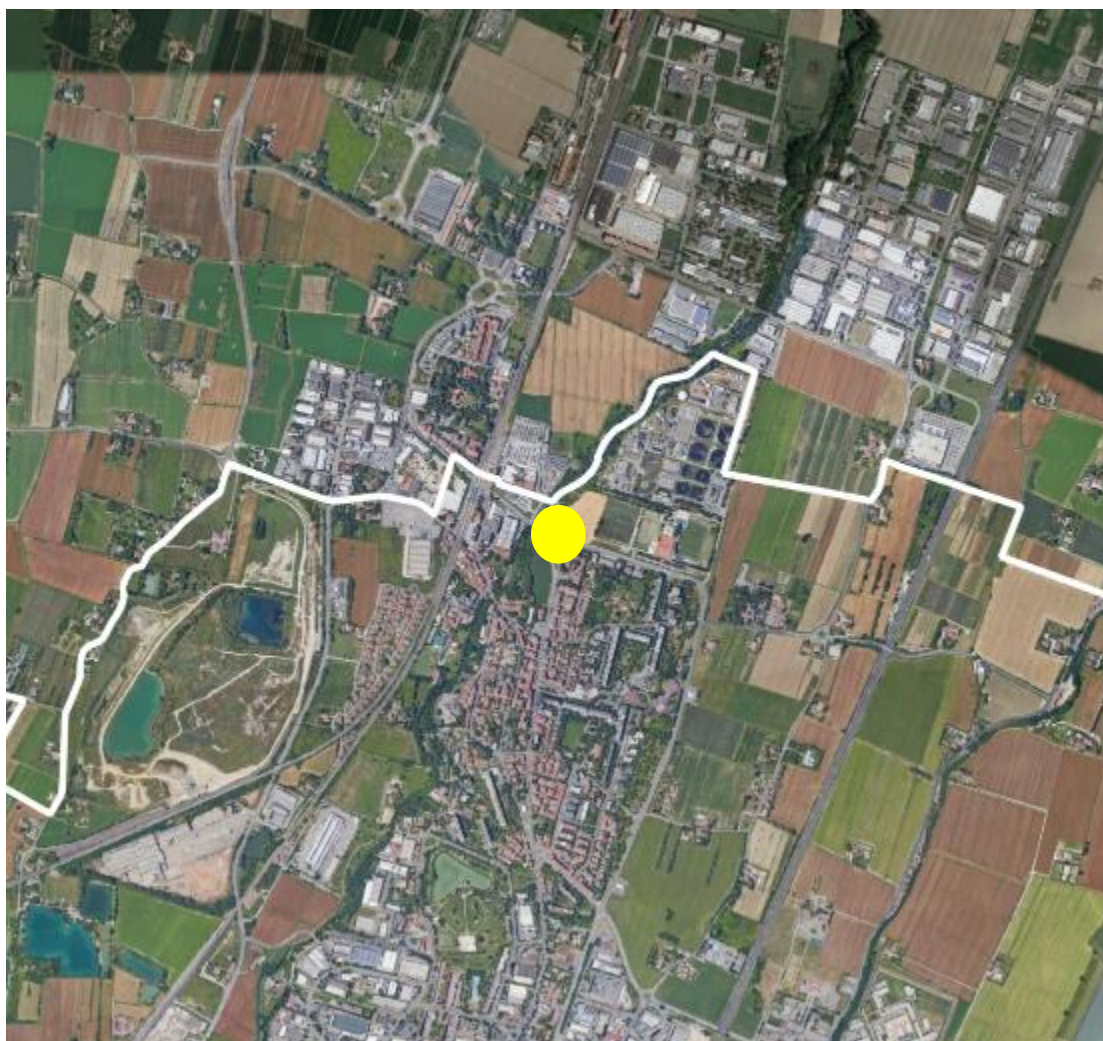


Figura 2-14 – Possibile localizzazione area terminal - alternativa 1 a Corticella (scala 1:25:000)





Figura 2-15 – Possibile localizzazione area terminal - alternativa 1 a Corticella (scala 1:5.000)

Al fine di analizzare l'alternativa 1 in relazione agli strumenti di pianificazione vigente si riportano di seguito estratti delle cartografie del **Piano Territoriale Metropolitano (PTM)**, recentemente approvato con Deliberazione del Consiglio Metropolitano n.16 del 12/05/2021, e del **Piano Urbanistico Generale di Bologna (PUG)**, approvato dal Consiglio Comunale con delibera PG 342648/2021 ed entrato in vigore il 29/09/2021 a seguito della pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Emilia Romagna n. 286 dell'Avviso di avvenuta approvazione.

La cartografia del PTM inserisce l'area corrispondente all'alternativa 1:





- nella TAVOLA 1 “Carta della Struttura” l'area, in quanto libera e inedificata, è inserita nell'Ecosistema agricolo del territorio rurale e si trova nel raggio di 500 m dal centro di mobilità della stazione ferroviaria di Corticella;
- nella TAVOLA 2 “Carta degli Ecosistemi” l'area ricade integralmente nelle “fasce perifluviali di pianura” disciplinate **dall'art. 22 delle NTA in base al quale in tali aree non sono ammesse nuove urbanizzazioni;**
- nella TAVOLA 3 “Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio frana e dell'assetto dei versanti” l'area in relazione al rischio idraulico ricade in classe di pericolosità P2;
- nella TAVOLA 4 “Carta di area vasta di aree suscettibili di eventi locali”, in relazione al rischio sismico, inserisce l'area fra le aree suscettibili di eventi locali;
- nella TAVOLA 5 “Carta delle Reti Ecologiche, della fruizione e del turismo” inserisce il percorso ciclabile lungo il Canale Navile fra gli “itinerari cicloturistici internazionali e nazionali con significative interrelazioni funzionali con gli abitati”.





Figura 2-16 – Estratto Tavola 1 “Carta della Struttura” del PTM




#### TERRITORIO RURALE

-  Ecosistema agricolo
-  Ecosistema forestale, boschivo e arbustivo
-  Ecosistema delle acque ferme e correnti
-  Aree protette

#### TERRITORIO URBANIZZATO

-  Centri abitati e altre aree comprese nel territorio urbanizzato

#### Presenza dei servizi (Art. 33)






-  Presenza dei servizi minimi
-  Presenza dei servizi di base
-  Presenza dei servizi specialistici

#### Giudizio di accessibilità (Art. 33)




- b* Accessibilità buona
- m* Accessibilità media
- s* Accessibilità sufficiente

#### NODI E RETI


#### Ambiti produttivi (Art. 42)

-  Hub metropolitani
-  Ambiti produttivi sovracomunali di pianura
-  Ambiti produttivi sovracomunali di collina
-  Sistema produttivo della montagna
-  Ambiti produttivi sovracomunali della conurbazione bolognese

#### Poli metropolitani integrati



-  Poli metropolitani integrati (Art. 43)
-  Poli metropolitani a marcata caratterizzazione commerciale (Art. 44)
-  Perimetro masterplan 2030 Aeroporto Marconi

#### Centri di mobilità



-  Centri di mobilità (Art. 45)

-  Intorno di 500 metri dai centri di mobilità

#### Rete del TPM (Art. 46)


-  Rete ferroviaria AV
-  Tracciati ferroviari

#### Stazioni ferroviarie


-  Stazioni ferroviarie esistenti
-  Stazioni ferroviarie di progetto



-  Metrobus
-  People mover

#### Rete tranviaria di progetto



-  Tracciato e alternative di tracciato

#### Rete viaria



-  Sistema autostradale/tangenziale di Bologna

-  Caselli e svincoli principali esistenti
-  Caselli e svincoli principali di progetto



#### Grande rete nazionale e regionale

-  Tratti esistenti e finanziati
-  Interventi di nuova realizzazione e riqualificazione



#### Rete di base regionale

-  Tratti esistenti e finanziati
-  Interventi di nuova realizzazione e riqualificazione



#### Viabilità extraurbana secondaria di rilievo provinciale o interprovinciale

-  Tratti esistenti e finanziati
-  Interventi di nuova realizzazione e riqualificazione



#### Viabilità extraurbana secondaria di rilievo intercomunale

-  Tratti esistenti e finanziati
-  Interventi di nuova realizzazione

#### Viabilità urbana

-  Principali strade urbane o prevalentemente urbane
-  Viabilità locale

#### Rete ciclabile

-  Rete ciclabile strategica e integrativa
-  Campo base TAV (Tavola 1 PTCP)



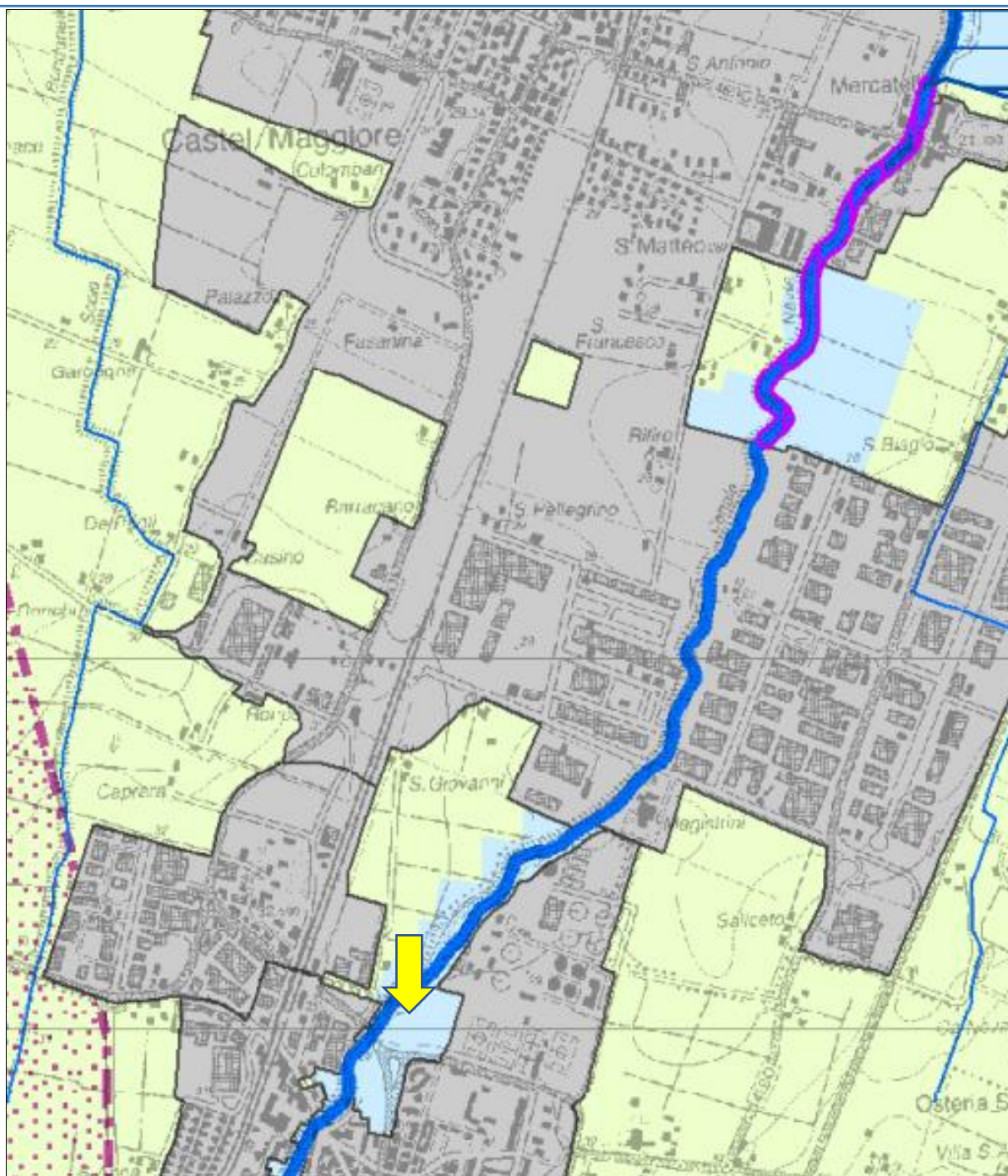










































Figura 2-17 - Tavola 2 del PTM "Carta degli Ecosistemi"

ECOSISTEMI NATURALI	
<b>Ecosistemi delle acque correnti (Art. 19)</b>	
<b>Alveo attivo e reticolo idrografico (Art. 20)</b>	
	Alvei attivi
	Reticolo idrografico principale
	Reticolo idrografico secondario
	Reticolo idrografico minore
	Canali di bonifica
	Canale Emiliano - Romagnolo
<b>Fasce perfluviali</b>	
	Fasce perfluviali di montagna, collina, pedecollina/pianura (Art. 21)
	Fasce perfluviali di pianura (Art. 22)
<b>Aree interne alle fasce perfluviali</b>	
	Aree ad alta probabilità di inondazione
	Aree a rischio di inondazione in caso di eventi di pioggia con tempo di ritorno di 200 anni
	Aree di ricarica di tipo D
<b>Aree per interventi idraulici strutturali (Art. 15)</b>	
	Aree di interventi
	Aree di localizzazione di interventi
	Aree di potenziale localizzazione di interventi
<b>Ecosistemi delle acque ferme (Art. 23)</b>	
	Invasi dei bacini idrici
	Zone Umide
<b>Ecosistemi Forestale, Arbustivo e Calanchivo</b>	
	Ecosistema Forestale (Art. 24)
	Ecosistema Arbustivo (Art. 25)
	Ecosistema Calanchivo (Art. 26)

ECOSISTEMI AGRICOLI	
<b>Ecosistema Agricolo della montagna collina (Art. 16 e 17)</b>	
	Aree agricole su terrazzi alluvionali
	Aree agricole su aree di ricarica di tipo A
	Aree agricole nelle aree montano-collinari intravallive
<b>Ecosistema Agricolo della pianura (Art. 16 e 18)</b>	
	Aree agricole della Pianura Alluvionale
	Aree agricole costituenti zone di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura alluvionale
	Aree agricole della Pianura delle Bonifiche
	Aree agricole costituenti zone di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura delle bonifiche

AREE ED ELEMENTI INTERNI AGLI ECOSISTEMI AGRICOLI E NATURALI	
<b>Aree protette e Siti della Rete Natura 2000</b>	
	Perimetro delle aree protette e Siti della Rete Natura 2000
<b>Protezione acque sotterranee e superficiali</b>	
	Zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio pedecollinare e di pianura
	Zone di protezione delle aree di alimentazione di sorgenti (certe e incerte) e delle zone di riserva
	Zone di protezione di captazioni delle acque superficiali
	Zone di rispetto delle sorgenti e pozzi
<b>Elementi di interesse storico, archeologico e paesaggistico</b>	
	Complessi archeologici
	Aree di accertata e rilevante consistenza archeologica
	Aree di concentrazione di materiali archeologici
	Zone di tutela della struttura centuriata
	Zone di tutela di elementi della centuriazione
	Principali complessi architettonici storici non urbani
	Crinali significativi
	Fascia di transizione pianura/collina/montagna/alto crinale

ECOSISTEMA URBANO	
	Ecosistema urbano

## Art. 22 - Fasce perfluviali di pianura

### Definizione, individuazione e funzioni

1. (P) Le disposizioni dei commi seguenti si riferiscono alle **fasce perfluviali di pianura** individuate nella Carta degli ecosistemi. Tali fasce ricomprendono:
  - a) ambiti di tutela paesaggistica di cui all'art. 4.3 delle norme del PTCP allegato al PTM in quanto costituente pianificazione regionale e, in particolare, recepimento e integrazione degli artt. 17 e 34 del PTPR;
  - b) fasce di pertinenza fluviale della pianificazione di bacino vigente (ivi individuate graficamente o, se non individuate, definite in conformità alle disposizioni della pianificazione di bacino stessa. Rientrano nelle dette fasce di pertinenza fluviale le *aree ad alta probabilità di inondazione* e le *aree esondabili per piene con tempo di ritorno di 200 anni*.

### Disposizioni inerenti alle nuove urbanizzazioni

2. (P) Fermo restando quanto stabilito dalle previsioni del PTPR e del PSAI e in conformità al regime delle competenze del PTM di cui all'art. 41 della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017 in relazione alla disciplina delle nuove urbanizzazioni e del territorio rurale, nelle fasce perfluviali di pianura non sono ammesse nuove urbanizzazioni di cui all'art. 50.

### Disposizioni inerenti agli interventi edilizi

3. (P) Negli edifici esistenti in *aree ad alta probabilità di inondazione* (con rischio elevato e molto elevato connesso a un tempo di ritorno pari o inferiore a 50 anni) individuate nella Carta degli ecosistemi in conformità ai piani di bacino sono ammessi esclusivamente gli interventi ammissibili ai sensi della pianificazione di bacino vigente.
4. (P) Negli edifici esistenti in aree esterne alle *aree ad alta probabilità di inondazione* di cui al precedente comma 3 sono ammessi interventi di qualificazione edilizia ai sensi dell'art. 7, comma 4, lettera a,) della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017, senza aumenti di SU o mutamenti delle destinazioni d'usuali da determinare un incremento del carico antropico e urbanistico e con modalità che riducano la vulnerabilità dell'edificio, previa valutazione delle esondazioni con tempo di ritorno di 200 anni, del potenziale interessamento da allagamento e della pericolosità nelle fasce laterali agli argini per sormonto o rottura arginale nel caso dei corsi d'acqua delimitati da arginature continue.
5. (P) Negli edifici produttivi esistenti nelle aree esterne alle *aree ad alta probabilità di inondazione* di cui al precedente comma 3 sono ammessi interventi di manutenzione o interventi, con esclusivo riferimento alla relativa area di pertinenza, funzionali a determinarne un riassetto organico ai fini della messa in sicurezza dal rischio idraulico e della eliminazione delle interferenze dell'attività produttiva con le risorse ambientali, quali il potenziale inquinamento delle acque superficiali, i prelievi da falda non compatibili con il bilancio idrico, l'aumento dell'area impermeabilizzata o l'alterazione degli assetti morfologici incidenti sull'assetto idraulico. I PUG promuovono la delocalizzazione dell'attività, laddove sia qualificabile come centro di pericolo ai sensi del PTA, così



- come adeguato alla scala provinciale e, per l'effetto, allegato al PTM. In caso di cessazione o delocalizzazione dell'attività, per gli edifici esistenti sono consentiti solamente interventi di demolizione senza ricostruzione e successivo ripristino dell'area stessa, con eventuale applicazione delle disposizioni di cui all'art. 36, comma 5, lettera e), della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017.
6. (P) Fermo restando quanto stabilito dalle disposizioni del PTPR, del PTA e della pianificazione di bacino vigente, nelle fasce perfluviali di pianura, gli interventi di nuova costruzione sono ammessi, purché non rientranti nella fascia interessabile da esondazioni con tempo di ritorno di 200 anni (fermo restando che, laddove la linea di esondazione non sia cartograficamente individuata, la si deve considerare coincidente con la fascia perfluviale), esclusivamente per:
    - a) impianti tecnici di modesta entità quali cabine elettriche, cabine di decompressione del gas, impianti di pompaggio *et similia*;
    - b) fabbricati produttivi agricoli inseriti in centri aziendali esistenti e non altrimenti localizzabili, nel rispetto dei parametri previsti per le aree agricole di pianura.
  7. (I) Per gli interventi di nuova costruzione di cui al precedente comma 6, nel rispetto di quanto previsto dall'art.30, i PUG prevedono misure per la riduzione della vulnerabilità in relazione agli edifici ubicati nelle aree potenzialmente interessate da allagamento o nelle fasce laterali agli argini nel caso dei corsi d'acqua delimitati da arginature continue.
  8. (P) Negli edifici dismessi non più funzionali all'attività agricola, compresi i casi di edifici produttivi, sono ammessi gli interventi di cui all'art. 36, comma 5, lettera e), della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017. In relazione agli edifici individuati dal PUG come opere incongrue ai sensi delle vigenti disposizioni normative di fonte statale e regionale, si applica altresì quanto previsto dall'art. 36, comma 5, lettera e), secondo periodo, della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017.

Figura 2-18 – Estratto art.22 delle NTA del PTM






Figura 2-19 – Tavola 3 del PTM “Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio frana e dell’assetto dei versanti”






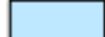


## RISCHIO IDRAULICO (Art. 30)





### Zonizzazione del rischio idraulico PSAI

-  Alvei attivi e invasi dei bacini idrici
-  Aree ad alta probabilità di inondazione
-  Aree a rischio di inondazione in caso di eventi di pioggia con tempo di ritorno di 200 anni

### Scenari di pericolosità idraulica PGRA

-  Scenario P3 derivato dal Reticolo Secondario di Pianura (RSP)
-  Scenario P3 derivato dal Reticolo Naturale Principale e Secondario (RP)
-  Scenario P2 derivato dal Reticolo Naturale Principale e dal Reticolo Secondario di Pianura (RP+RSP)
-  Scenario P2 derivato dal Reticolo Secondario di Pianura (RSP)
-  Scenario P2 derivato dal Reticolo Naturale Principale (RP)
-  Scenario P1 derivato dal Reticolo Naturale Principale e Secondario (RP)

## GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE

-  Ambito di controllo degli apporti d'acqua in pianura
-  Ambito di controllo degli apporti d'acqua in collina zona A
-  Ambito di controllo degli apporti d'acqua in collina zona B
-  Confine provinciale (limite dell'ambito di applicazione delle politiche del PTCP)

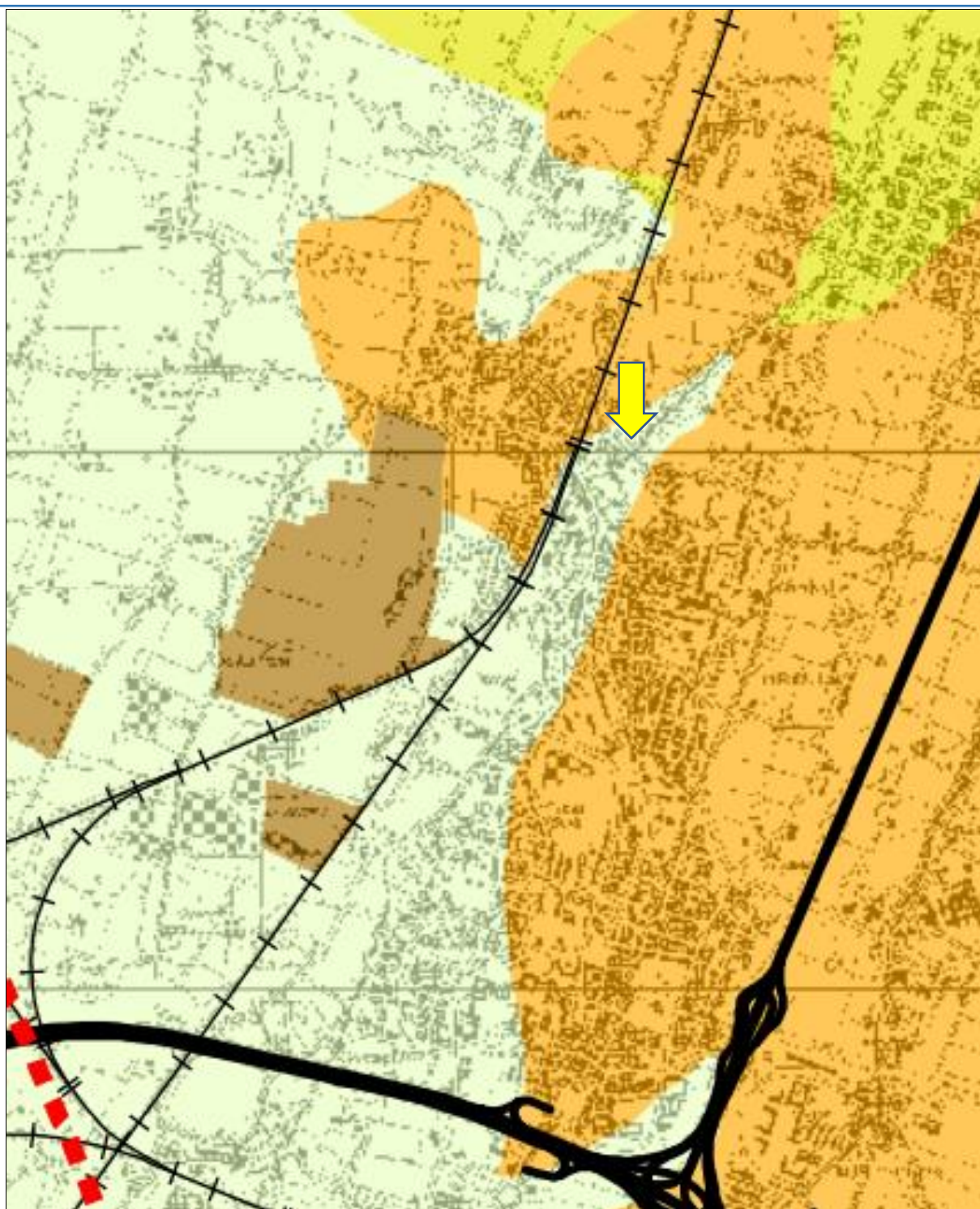


Figura 2-20 – Tavola 4 del PTM “Carta di area vasta di aree suscettibili di eventi locali”

## RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO (Art. 28)

### Aree suscettibili di effetti locali

-  **S - Substrato rigido affiorante/subaffiorante**  
Substrato lapideo o ben cementato, affiorante o sub-affiorante (spessore delle coperture  $H < 3m$ ).  
Inclinazione del pendio  $\leq 15^\circ$
-  **SP - Substrato rigido affiorante/subaffiorante  $15^\circ < i < 50^\circ$**   
Substrato lapideo o ben cementato, affiorante o sub-affiorante (spessore delle coperture  $H < 3m$ ).  
Inclinazione del pendio  $15^\circ < i < 50^\circ$
-  **N - Substrato non rigido affiorante/subaffiorante**  
Substrato prevalentemente pelitico o poco consolidato o alterato o fratturato, affiorante o sub-affiorante  
(spessore delle coperture  $H < 3m$ ). Inclinazione del pendio  $\leq 15^\circ$
-  **NP - Substrato non rigido affiorante/subaffiorante  $15^\circ < i < 50^\circ$**   
Substrato prevalentemente pelitico o poco consolidato o alterato o fratturato, affiorante o sub-affiorante  
(spessore delle coperture  $H < 3m$ ). Inclinazione del pendio  $15^\circ < i < 50^\circ$
-  **AV - Detriti s.l.  $i \leq 15^\circ$**   
Corpi detritici di varia origine (alluvionale, eluvio-colluviale, coltri di alterazione, ecc.), generalmente a  
granulometria mista. Spessore della coltre  $H \geq 3m$ . Inclinazione della superficie topografica  $\leq 15^\circ$
-  **B - Depositi di margine appenninico-padano**  
Depositi prevalentemente grossolani (ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose) di conoide alluvionale, di  
spessore  $H > 5m$ , sepolti (profondità  $> 3m$  da p.c.) e depositi di interconoide
-  **C - Sedimenti prevalentemente fini di pianura**  
Depositi coesivi prevalenti (limi, limi argillosi, argille)
-  **P50 - Substrato affiorante/subaffiorante  $i \geq 50^\circ$**   
Substrato affiorante o sub-affiorante (spessore delle coperture  $H < 3m$ ). Inclinazione del pendio  $i \geq 50^\circ$
-  **F - Zona di attenzione per instabilità di versante  $\leq 15^\circ$**   
Corpo di frana (attiva, quiescente e stabilizzata). Spessore della coltre  $H \geq 3m$ . Inclinazione della superficie  
topografica  $\leq 15^\circ$
-  **FP - Zona di attenzione per instabilità di versante  $i > 15^\circ$**   
Corpo di frana (attiva, quiescente e stabilizzata), accumuli detritici di versante s.l., depositi alluvionali  
e riporti antropici. Spessore della coltre  $H \geq 3m$ . Inclinazione della superficie topografica  $i > 15^\circ$
-  **D - Zona di intensa fratturazione/cataclastica**  
Fascia di territorio con rocce intensamente fratturate a cavallo di una faglia
-  **G - Zona di attenzione per cavità sotterranee**  
Zone in cui possono essere presenti cavità ipogee, anche estese, riempite o meno (depositi evaporitici  
messiniani, sabbiosi plio-quadernari, ecc.)
-  **R - Zona di attenzione per accumuli di origine antropica**  
Riempimenti di ex cave riempite, discariche, depositi di terre di scavo, terreni di riporto
-  **L - Zona di attenzione per instabilità da liquefazione/densificazione**  
Successioni di pianura con intervalli granulari (limi sabbiosi, sabbie, sabbie ghiaiose), almeno metrici,  
nei primi 20 m da p.c.







Figura 2-21 – Tavola 5 del PTM “Carta delle reti ecologiche, della fruizione e del turismo”


## RETI ECOLOGICHE (Art. 47)

### Aree ad alta naturalità

#### Aree protette e Siti della Rete Natura 2000


 Collina Montagna: Parchi Regionali (PR), Parchi Provinciali (PP), Riserve Naturali (RNG), Riserva Naturale Orientata (RNO), Paesaggio Naturale e Seminaturale Protetto (PNSP)


 Collina Montagna: Zone Speciali di Conservazione e Zone di Protezione Speciale


 Pianura: Zone Speciali di Conservazione e Zone di Protezione Speciale

 Aree di riequilibrio ecologico


#### Unità ambientali naturali


 Zone di tutela naturalistica non incluse in Aree protette o in Siti Rete Natura 2000

 Boschi e arbusteti


 Calanchi


#### Unità puntuali


 Geositi

 Zone umide

#### Fasce di protezione

 Aree agricole della collina/montagna

 Aree agricole della collina/montagna costituenti Zone di interesse paesaggistico ambientale


 Aree di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura

#### Fasce di connessione

 Collegamenti ecologici appenninici di livello regionale e sovraregionale

 Corridoi ecologici multifunzionali dei corsi d'acqua

## VARCHI DA SALVAGUARDARE PER LA CONTINUITA' ECOLOGICA (Art. 47)










 Varchi e discontinuità

## FASCIA DI CONNESSIONE COLLINA PIANURA (Art. 47)







 Fascia di connessione collina/pianura (direttrice Via Emilia)










## ORDITURA STORICA (Art. 47)

-  Viabilità storica
-  Aree di interesse archeologico
-  Area della struttura centuriata/elementi della centuriazione
-  Principali complessi architettonici storici non urbani
-  Beni MIBCT non urbani tutelati da declaratorie o provvedimenti
-  Principali canali storici
-  Centri storici
-  Aree interessate da partecipanze e consorzi utilisti
-  Dossi

## RETI CICLABILI PER LA FRUIZIONE E LA CONNETTIVITA' FUNZIONALE ED ECOLOGICA (Art. 47)

-  Ciclabili di pianura - supporto alla connettività ecologica
-  Itinerari cicloturistici di pianura - supporto alla realizzazione di reti ecologiche
-  Itinerari cicloturistici di collina/montagna - supporto a progetti di valorizzazione abitati
-  Itinerari escursionistici e ciclovie dei parchi-supporto a potenziamento attività locali diffuse
-  Itinerari cicloturistici internazionali e nazionali - significative interrelazioni funzionali con gli abitati
-  Itinerario Via Emilia - elemento di un più generale progetto Via Emilia

## ALTRI ELEMENTI

-  Osservatori
-  Zone di protezione dall'inquinamento luminoso
-  Ecosistema Urbano
-  Servizio Ferroviario Metropolitano
-  Stazioni e fermate Ferroviarie
-  Centri di Mobilità
-  Viabilità panoramica

Con riferimento alla cartografia del PUG:

- nelle Strategie Locali l'area ricade nelle "aree interessate da rischi antropici";
- nella Disciplina del Piano – Resilienza e Ambiente l'area ricade nelle "aree fluviali dove de-sigillare";
- nella Disciplina del Piano - Abitabilità e Inclusione l'area non viene disciplinata in quanto ineditificata;
- nella Disciplina del Piano - Attrattività e lavoro l'area è inserita nel territorio rurale della pianura;
- nella Tavola dei vincoli l'area ricade nelle fasce di tutela fluviale e presenta diversi altri vincoli (fascia di rispetto depuratore, elettrodotto di media tensione) che compromettono l'edificabilità dell'area.

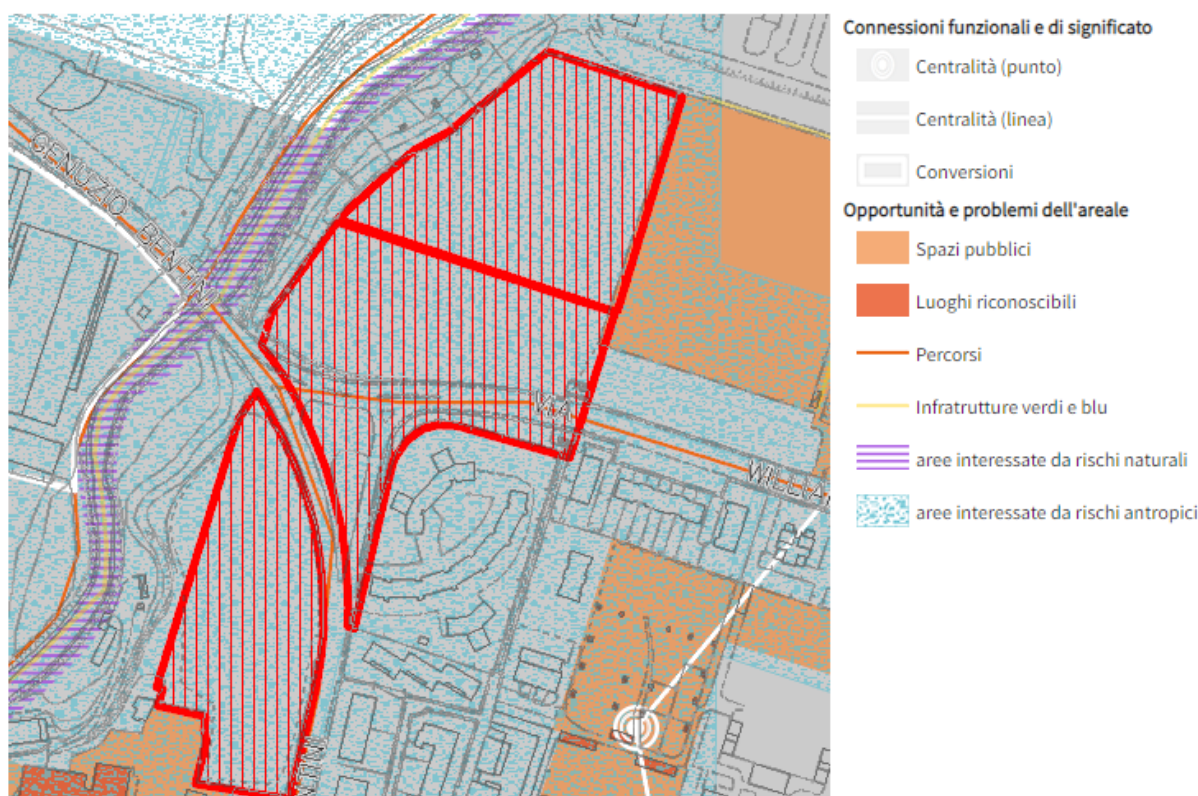


Figura 2-22 – PUG Strategie Locali

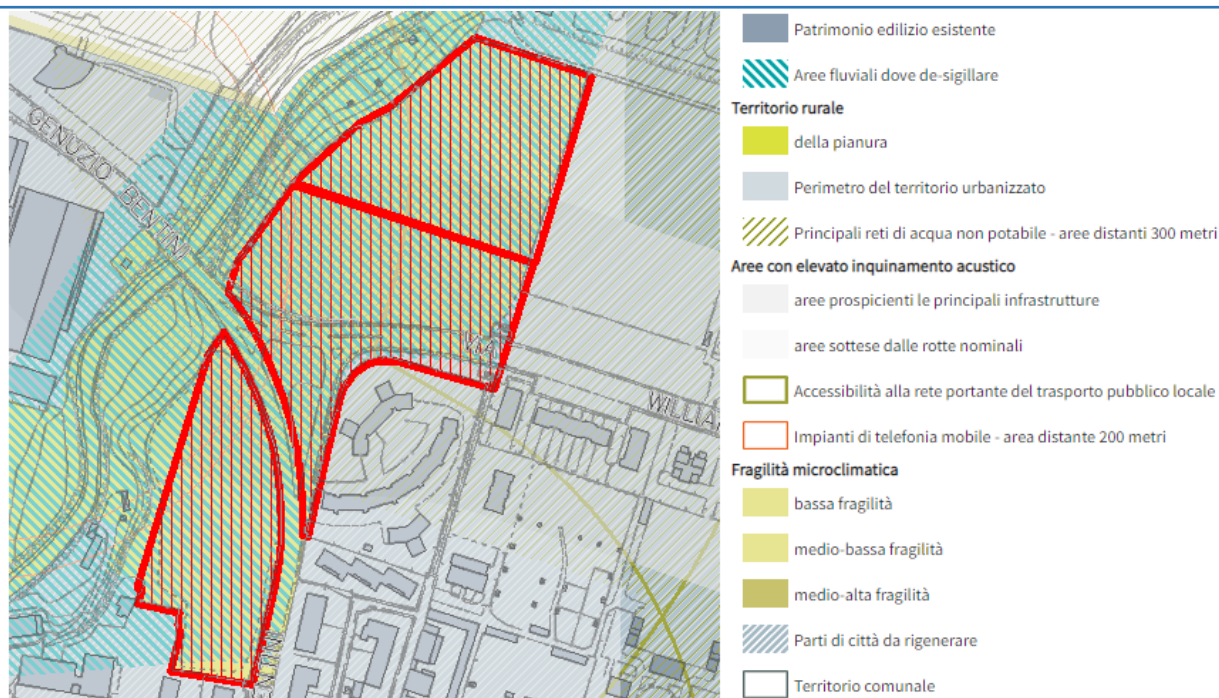


Figura 2-23 – PUG Disciplina del Piano - Resilienza e Ambiente

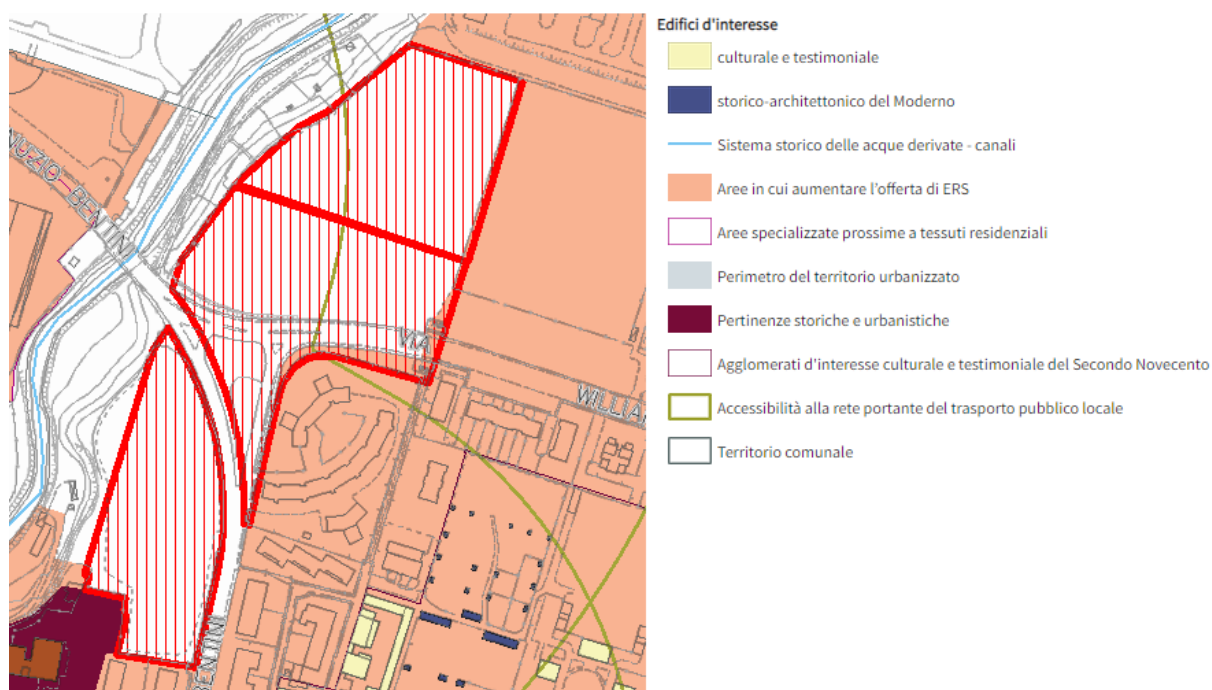


Figura 2-24 – PUG Disciplina del Piano - Abitabilità e Inclusion



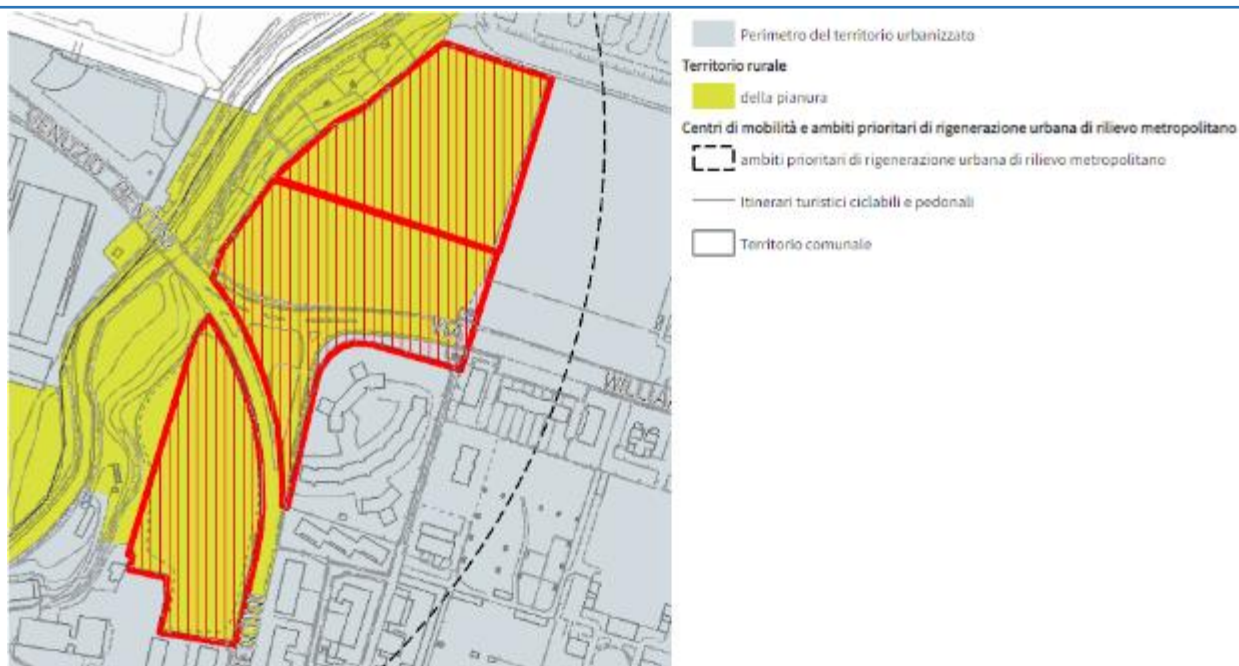


Figura 2-25 – PUG Disciplina del Piano - Attrattività e lavoro

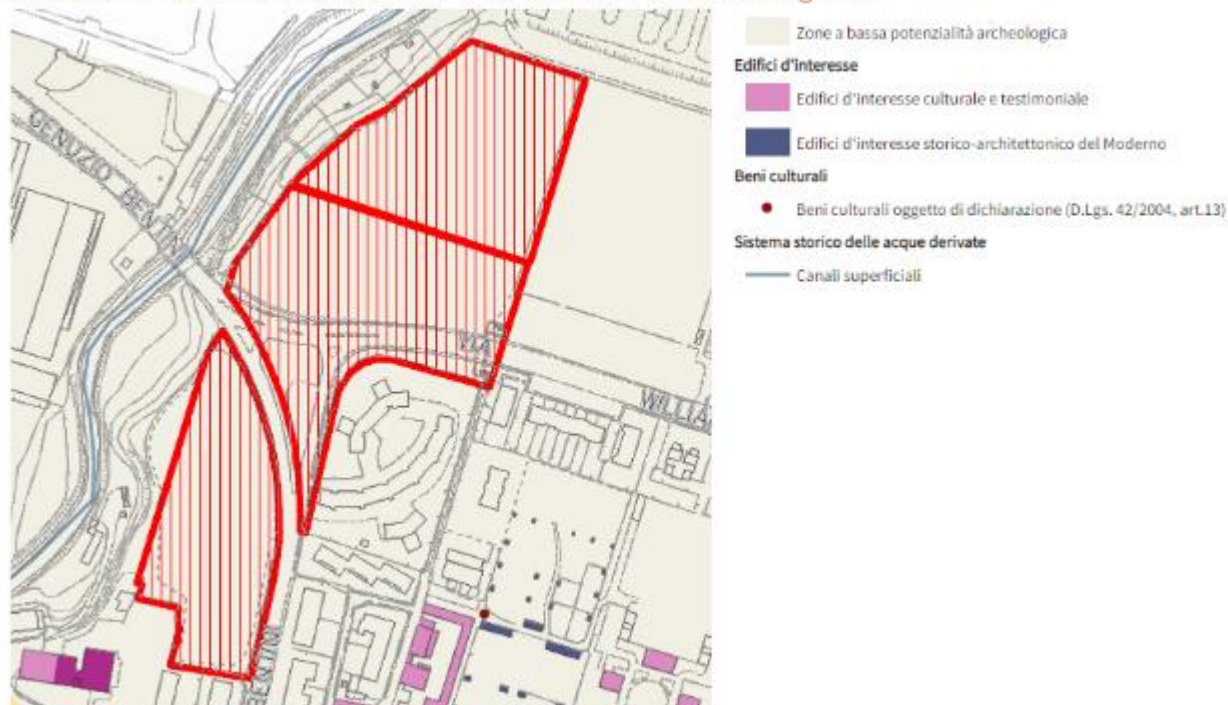
#### Tavola dei vincoli - Tutele Risorse idriche e assetto idrogeologico



### Tavola dei vincoli - Tutele Elementi naturali e paesaggistici



### Tavola dei vincoli - Tutele Testimonianze storiche ed archeologiche





#### Tavola dei vincoli - Tutele Rischio sismico



Microzone omogenee in prospettiva sismica

Zone stabili suscettibili di amplificazioni 1A

Zone di attenzione per liquefazione 2A

Condizioni limite per l'emergenza

Fascia di 30 m lungo la viabilità ed attorno alle aree di emergenza

#### Tavola dei vincoli - Tutele PTM - Ecosistemi naturali e limitazioni all'esterno del TU



Ecosistema delle acque correnti

Reticolo idrografico

Fasce perfluviiali di pianura

Limitazioni per gli interventi all'esterno del territorio urbanizzato

Perimetro del territorio urbanizzato

### Tavola dei vincoli - Vincoli Infrastrutture, suolo e servitù

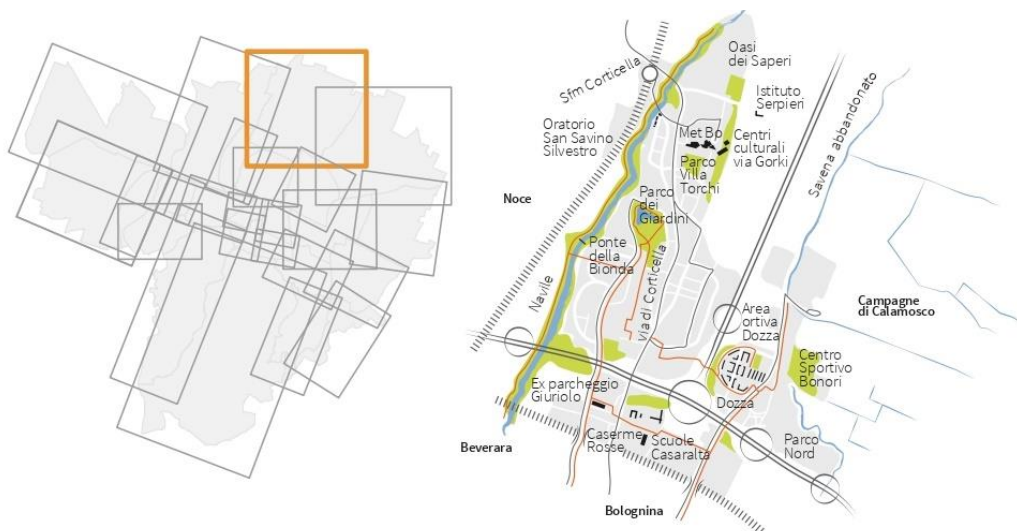


### Tavola dei vincoli - Vincoli Elettromagnetismo



Figura 2-26 – PUG Tavola dei vincoli





L'Areale è composto da realtà distinte e poco relazionate.

Nell'area Caserme Rosse, stretta tra ferrovia e tangenziale, si trovano residenze, dotazioni, un polo tecnologico in corso di realizzazione (ex Manifattura Tabacchi) e un'area agricola in via Erbosia, legata alla presenza del canale Navile, che è l'elemento caratteristico di tutto l'Areale e ne rappresenta una risorsa importante, nonostante la presenza di luoghi degradati.

La Dozza, intervento residenziale isolato e povero di dotazioni ed esercizi commerciali, si è sviluppata in anni recenti con un piano unitario previsto dal precedente Piano Regolatore lungo via Ferrarese. Quest'ultima connette

spazi specializzati come il Parco Nord, il carcere e il comando dei Vigili del Fuoco e costeggia il corso del Savena Abbandonato, caratterizzato da elementi storici e paesaggistici.

Il tessuto urbano di Corticella si sviluppa in modo lineare lungo via dell'Arcoveglio: dal nucleo storico procedendo verso sud si susseguono una parte residenziale e un'altra per lo più occupata da attività produttive e terziarie (Croce Coperta) dove la residenza si è consolidata recentemente. Le parti più abitative sono caratterizzate da commercio diffuso, da servizi e luoghi di incontro, più carenti invece a Croce Coperta.

Molto importante, sempre a Corticella,

la presenza della stazione Sfm. A nord dell'Areale si trova il "villaggio rurale", un'area residenziale isolata con scarsa accessibilità.

In tutto l'Areale sono stati attuati molti piani unitari (Peep e R5): sono presenti circa 600 alloggi di proprietà di enti pubblici, di cui oltre 450 localizzati a Croce Coperta e nell'area delle Caserme Rosse.

Nell'area a nord (San Savino) è maggiore la densità di popolazione (84 ab/ha), l'incidenza della popolazione straniera è 19,2% (media 15,5%) e cala a Caserme Rosse (9,3%). Lungo il Navile ci sono aree interessate da rischio idraulico, mentre alcune residenze sono soggette a rumore.

- | potenziare e rendere più facilmente accessibile il percorso lungo Navile
- | assicurare, attraverso il completamento del comparto del Tecnopolo di Bologna, gli spazi pubblici previsti e valorizzare le connessioni con il quartiere
- | riqualificare il centro sportivo Dozza e il parco intorno, migliorandone le connessioni con il quartiere
- | riqualificare e mettere in sicurezza gli edifici presenti all'Oasi dei Saperi
- | garantire un collegamento sicuro tra la Dozza e Corticella (via Aposazza e via Lipparini)
- | riqualificare il collegamento Villaggio rurale e sottopasso
- | valorizzare il nucleo antico di Corticella
- | individuare area per la riqualificazione del nido Marsili valorizzando anche l'accesso al percorso lungo il canale Navile

Figura 2-27 – PUG Strategie Locali per Corticella

L'alternativa 1 di localizzare il terminal nel quartiere Corticella, in via W. Shakespeare, presenta le seguenti caratteristiche:

- **localizzazione:** si tratta di due aree libere all'interno del tessuto urbano del quartiere Corticella. La prima di 22.000 mq si trova a nord di via W. Shakespeare, mentre la seconda di circa 11.000 mq ad ovest di via Bentini. La localizzazione al limite nord del tracciato è strategica nell'ottica di ridurre il transito di mezzi all'interno dell'abitato nella fase di cantiere e poter limitare, in fase di esercizio della tranvia, l'ingresso di auto nella città grazie ad un parcheggio scambiatore posto al margine dell'abitato.
- **superficie territoriale a disposizione:** l'area libera a nord di via Shakespeare è di circa 22.000 mq e l'area ad ovest di via Bentini di 11.000 mq. Le superfici sono pianeggianti, ma di forma irregolare, aspetto che vincola le possibilità progettuali. Le dimensioni complessive delle due aree non soddisfano le esigenze progettuali;
- **distanza dalla linea della tranvia:** nell'area ad ovest di via Bentini si propone la realizzazione del capolinea nord della linea tranviaria ed il terminal delle linee di TPL su gomma, mentre nell'area a nord di via Shakespeare un parcheggio scambiatore. Per collegare le due aree sarebbe necessario un sovrappasso pedonale di circa 150 m su via Shakespeare: tale soluzione è l'unica percorribile per garantire un collegamento in sicurezza fra le due aree, seppur vada attentamente progettata per evitare problemi di degrado nelle ore notturne e agevolare il percorso alle diverse categorie di pedoni (anziani, disabili, bambini);
- **consumo di suolo:** le aree sono rurali, intercluse nel tessuto urbano del quartiere Corticella. La posizione di prossimità al Canale Navile, elemento caratterizzante il paesaggio fisico-naturale del contesto, contribuisce ad accrescere le potenzialità di tali aree per azioni sulla valorizzazione del paesaggio rurale e della rete ecologica;
- **opportunità della trasformazione in relazione al contesto:** il PUG nelle Strategie Locali promuove l'accessibilità del percorso lungo il Navile. Tale previsione rappresenta una chiara strategia di sviluppo difficilmente compatibile con la realizzazione del terminal;

- **accessibilità veicolare:** l'area ha un elevato livello di accessibilità veicolare trovandosi in corrispondenza dell'intersezione fra via Bentini e via W. Shakespeare, classificate dal PUMS come "principali strade urbane";
- **intermodalità:** il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) individua in questa zona un centro di mobilità urbano (I livello) o extraurbano (di II livello), concetto che supera l'idea di nodo di interscambio tradizionale, in quanto esso è finalizzato ad offrire all'utenza una gamma di soluzioni di mobilità, piuttosto che una preordinata soluzione di viaggio, che consente di riprogrammare in itinere il proprio viaggio qualora mutino le esigenze o lo stato di funzionamento della rete. Il centro Bologna Corticella è inteso come centro in cui convergono più servizi di trasporto pubblico su gomma (con priorità alla rete di I° e II° livello) e che prevedono interscambio con le linee tramviarie di Bologna e con il mezzo privato. In generale i Centri di Mobilità vengono classificati sulla base della loro funzione e collocazione geografica in: urbani (o di I livello), qualora si trovino nel nucleo più densamente popolato dei Comuni della Città metropolitana, non urbani (o di II livello), qualora siano a servizio di aree più periferiche dei Comuni della Città metropolitana o qualora si trovino in aree meno densamente popolate e terminal, dove è previsto anche il nuovo attestamento dei servizi commerciali su gomma di rango nazionale e internazionale;
- **vincoli:** l'analisi della tavola dei vincoli del PUG evidenzia molteplici vincoli che limitino l'edificabilità e ne precludono l'edificazione in alcune porzioni:
  - risorse idriche e assetto idrogeologico: l'area a nord di via Shakespeare ricade in **aree di esondazione** con tempo di ritorno 100 anni. Entrambe le aree sono individuate come **fasce di tutela fluviale** per le quali il progetto preliminare degli interventi è sottoposto al parere vincolante, per quanto di sua competenza, dell'Autorità di Bacino;
  - elementi naturali e paesaggistici: il **Canale Navile**, che scorre ad ovest delle aree, è corso d'acqua vincolato paesaggisticamente ai sensi dell'art.142 del D.Lgs

142/2004 e s.m. e i.. Le aree sono individuate come aree di supporto al corridoio ecologico costituito dal Canale Navile;

- infrastrutture, suolo e servitù (**fascia di rispetto dal depuratore** rende inedificabile un'ampia porzione dell'area a nord di via Shakespeare e fasce di rispetto stradali);
- **sensibilità paesaggistica del sito:** ogni ambito territoriale ha un valore paesaggistico che deve essere preso in considerazione per valutare gli effetti che una trasformazione territoriale può determinare sul paesaggio. Considerata la presenza del Canale Navile, vincolato paesaggisticamente, ai sensi del D.Lgs 42/2004, all'area può essere attribuito un valore paesaggistico "alto":
  - valutazione morfologico strutturale: seppur le aree siano intercluse nel tessuto urbano del quartiere di Corticella, la leggibilità e riconoscibilità dell'appartenenza al sistema del paesaggio fisico-naturale sono evidenti dalla presenza della vegetazione ripariale del Canale Navile che scorre lungo i margini ovest;
  - valutazione vedutistica: l'area, che non interferisce con "vedute significative", è visibile da via Shakespeare;
  - valutazione simbolica: un forte valore simbolico è attribuibile al Canale Navile, che rappresenta una risorsa naturale importante per questo territorio.

Modi di valutazione	Chiavi di lettura a livello sovralocale	Chiavi di lettura a livello locale
<b>1. Sistemico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Partecipazione a sistemi paesistici sovralocali di:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– interesse geo-morfologico (leggibilità delle forme naturali del suolo)</li> <li>– interesse naturalistico (presenza di reti e/o aree di rilevanza ambientale)</li> <li>– interesse storico-insediativo (leggibilità dell'organizzazione spaziale e della stratificazione storica degli insediamenti e del paesaggio agrario)</li> </ul> </li> <li>• Partecipazione ad un sistema di testimonianze della cultura formale e materiale (stili, materiali, tecniche costruttive, tradizioni culturali di un particolare ambito geografico)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Appartenenza/contiguità a sistemi paesistici di livello locale:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– di interesse geo-morfologico</li> <li>– di interesse naturalistico</li> <li>– di interesse storico agrario</li> <li>– di interesse storico-artistico</li> <li>– di relazione (tra elementi storico-culturali, tra elementi verdi e/o siti di rilevanza naturalistica)</li> </ul> </li> <li>• Appartenenza/contiguità ad un luogo contraddistinto da un elevato livello di coerenza sotto il profilo tipologico, linguistico e dei valori di immagine</li> </ul>
<b>2. Vedutistico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percepibilità da un ampio ambito territoriale</li> <li>• Interferenza con percorsi panoramici di interesse sovralocale</li> <li>• Inclusione in una veduta panoramica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interferenza con punti di vista panoramici</li> <li>• Interferenza/contiguità con percorsi di fruizione paesistico-ambientale</li> <li>• Interferenza con relazioni percettive significative tra elementi locali (verso la rocca, la chiesa etc..)</li> </ul>
<b>3. Simbolico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Appartenenza ad ambiti oggetto di celebrazioni letterarie, e artistiche o storiche</li> <li>• Appartenenza ad ambiti di elevata notorietà (richiamo turistico)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interferenza/contiguità con luoghi contraddistinti da uno status di rappresentatività nella cultura locale (luoghi celebrativi o simbolici della cultura/tradizione locale)</li> </ul>

Figura 2-28 – Modi e chiavi di lettura per la valutazione della sensibilità paesistica dei luoghi





Figura 2-29 – Vista dell'area da via Shakespeare

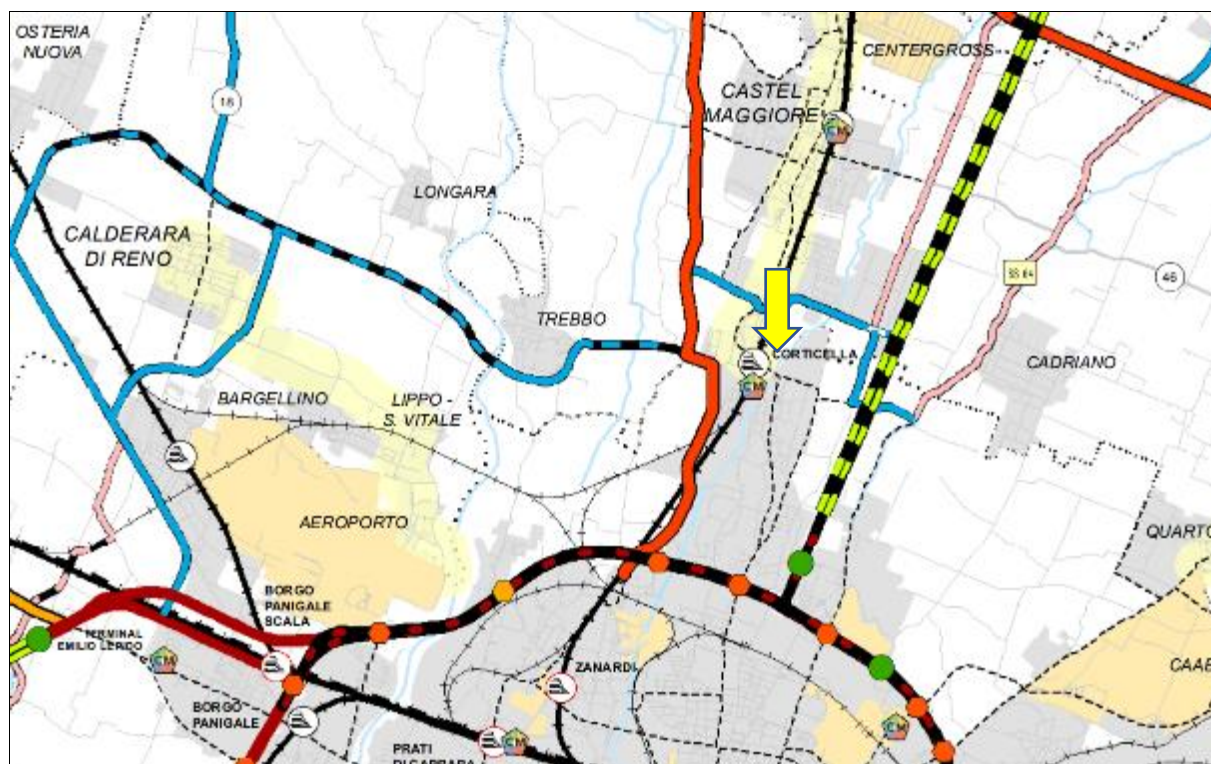
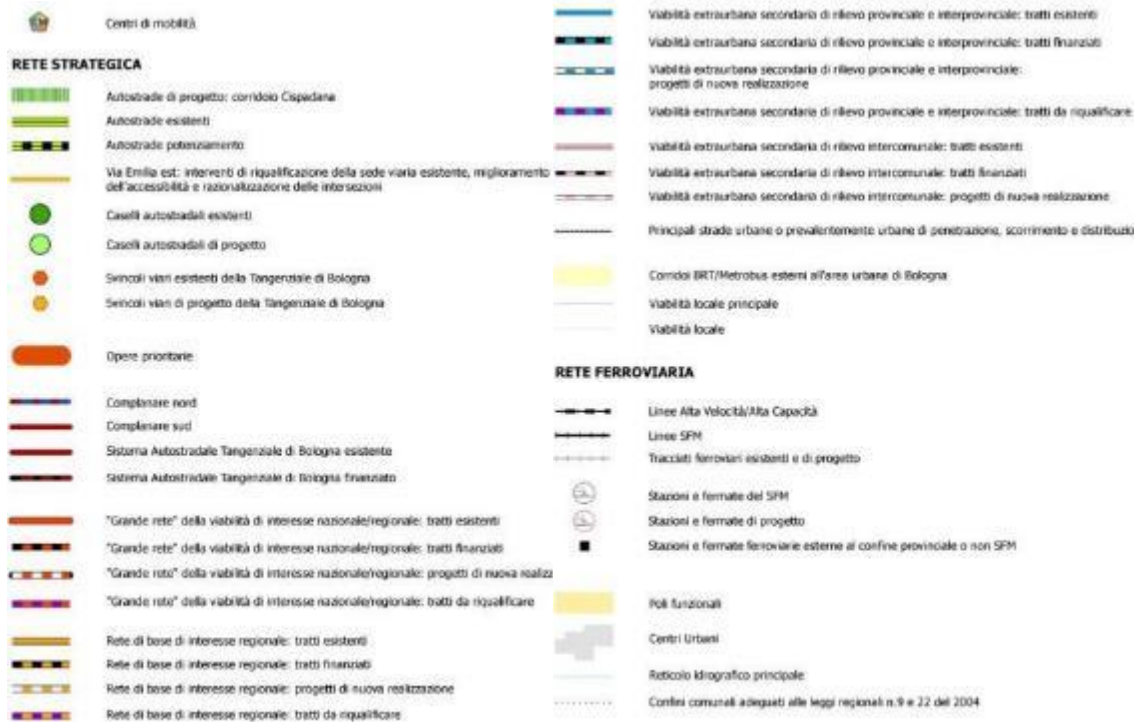


Figura 2-30 – Rete stradale (fonte PUMS)





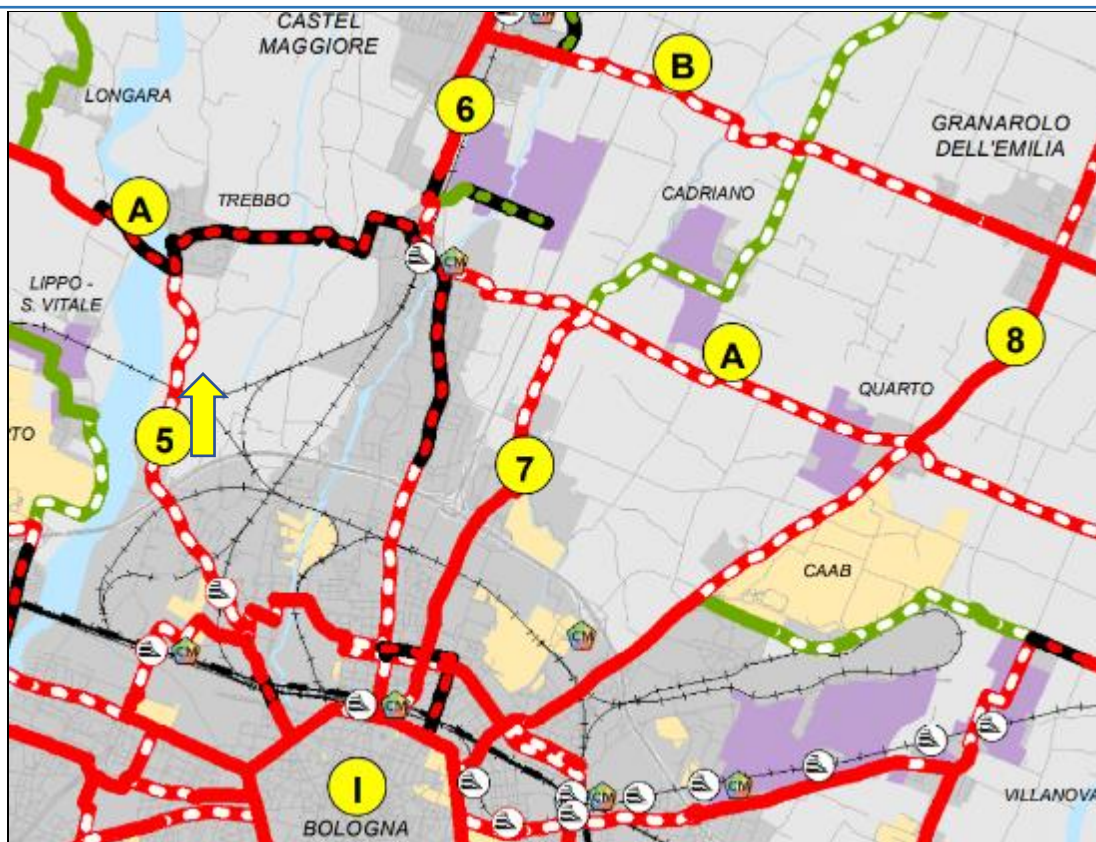
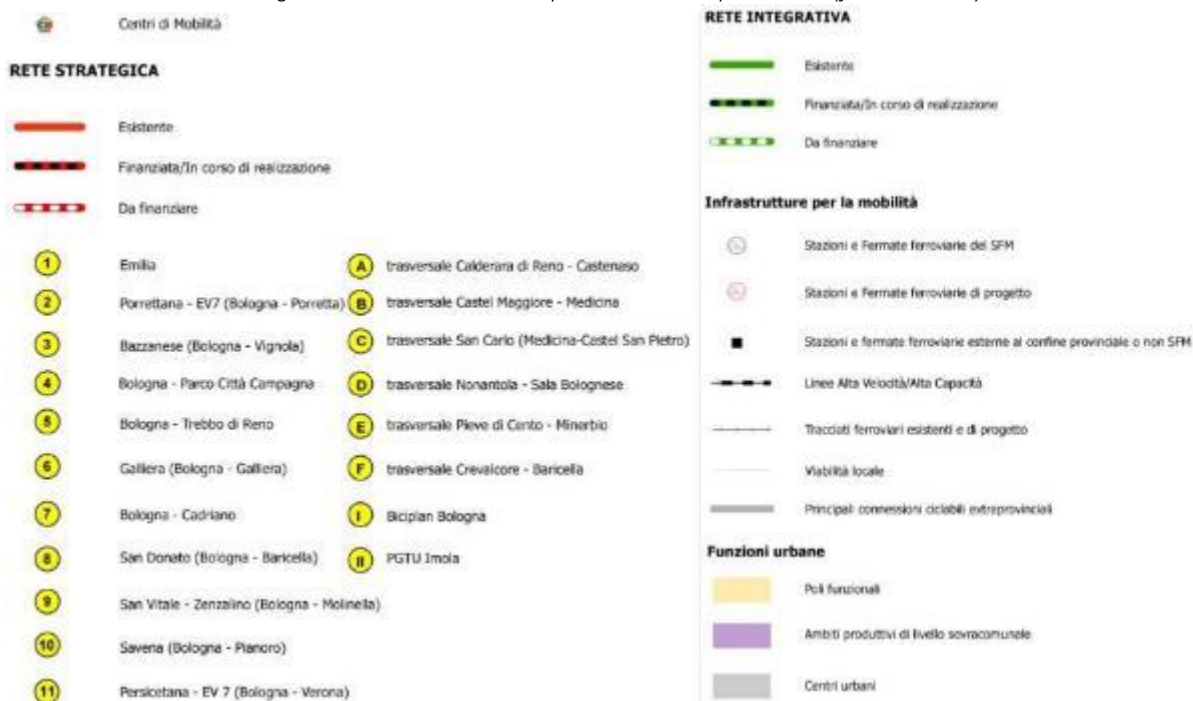


Figura 2-31 – Rete ciclabile per la mobilità quotidiana (fonte: PUMS)



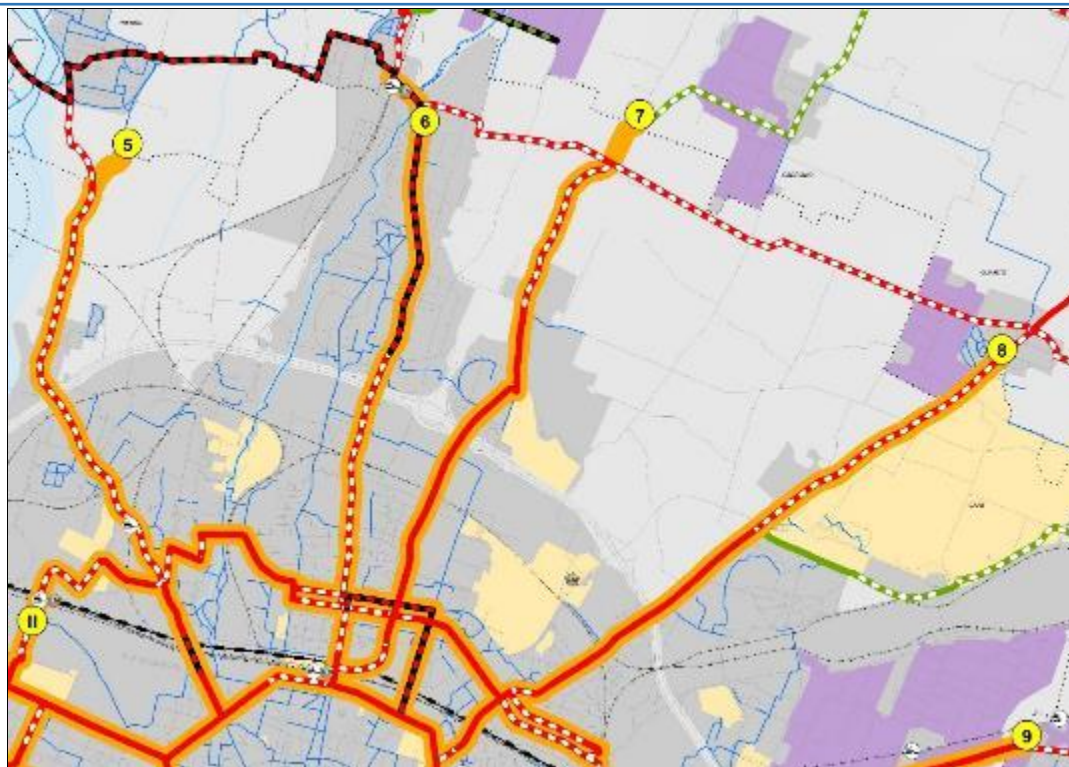
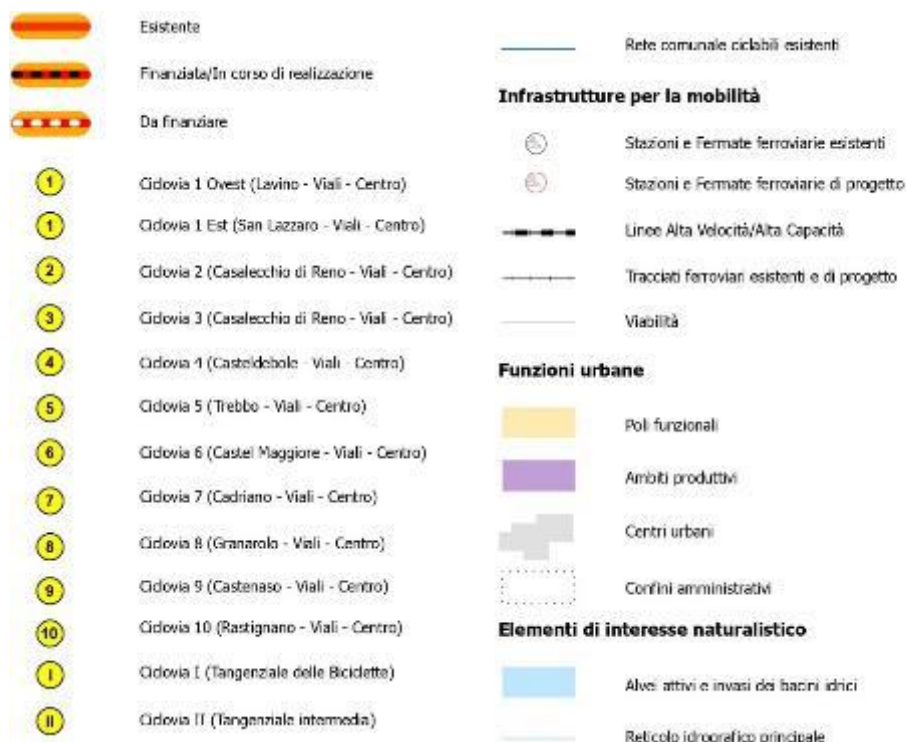


Figura 2-32 – Biciplan del Comune di Bologna (fonte: PUMS del Comune di Bologna)





#### 2.4.2.2 Alternativa 2 – Terminal a Castel Maggiore (BO)



Figura 2-33 – Possibile localizzazione area terminal - alternativa 2 (scala 1:25:000)





Figura 2-34 – Possibile localizzazione area terminal (contorno giallo) - alternativa 2 (scala 1:5:000)



La cartografia del PTM inserisce l'area corrispondente all'alternativa 2:

- o nella TAVOLA 1 "Carta della Struttura" l'area, in quanto libera e inedificata, è inserita nell'Ecosistema agricolo del territorio rurale;
- o nella TAVOLA 2 "Carta degli Ecosistemi" l'area è inserita nelle aree agricole della pianura alluvionale;
- o nella TAVOLA 3 "Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio frana e dell'assetto dei versanti" l'area in relazione al rischio idraulico ricade in classe di pericolosità P2;
- o nella TAVOLA 4 "Carta di area vasta di aree suscettibili di eventi locali", in relazione al rischio sismico, inserisce l'area fra le aree suscettibili di eventi locali;
- o nella TAVOLA 5 "Carta delle Reti Ecologiche, della fruizione e del turismo" individua l'area fra i varchi da salvaguardare della rete ecologica.



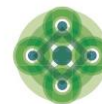
Figura 2-35: Estratto Tavola 1 "Carta della Struttura" del PTM



Comune di Bologna

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA  
SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (TRATTO NORD LINEA  
VERDE - DIRETTRICE CORTICELLA-CASTEL MAGGIORE)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità  
è Bologna

### TERRITORIO RURALE

- Ecosistema agricolo
- Ecosistema forestale, boschivo e arbustivo
- Ecosistema delle acque ferme e correnti
- Aree protette

### TERRITORIO URBANIZZATO

- Centri abitati e altre aree comprese nel territorio urbanizzato

#### Presenza dei servizi (Art. 33)

- Presenza dei servizi minimi
- Presenza dei servizi di base
- Presenza dei servizi specialistici

#### Giudizio di accessibilità (Art. 33)

- b* Accessibilità buona
- m* Accessibilità media
- s* Accessibilità sufficiente

### NODI E RETI

#### Ambiti produttivi (Art. 42)

- Hub metropolitani
- Ambiti produttivi sovracomunali di pianura
- Ambiti produttivi sovracomunali di collina
- Sistema produttivo della montagna
- Ambiti produttivi sovracomunali della conurbazione bolognese

#### Poli metropolitani integrati

- Poli metropolitani integrati (Art. 43)
- Poli metropolitani a marcata caratterizzazione commerciale (Art. 44)
- Perimetro masterplan 2030 Aeroporto Marconi

#### Centri di mobilità

- Centri di mobilità (Art. 45)

- Intorno di 500 metri dai centri di mobilità

#### Rete del TPM (Art. 46)

- Rete ferroviaria AV
- Tracciati ferroviari

#### Stazioni ferroviarie

- Stazioni ferroviarie esistenti
- Stazioni ferroviarie di progetto

#### Metrobus

#### People mover

#### Rete tranviaria di progetto

- Tracciato e alternative di tracciato

#### Rete viaria

##### Sistema autostradale/tangenziale di Bologna

- Caselli e svincoli principali esistenti
- Caselli e svincoli principali di progetto

#### Grande rete nazionale e regionale

- Tratti esistenti e finanziati
- Interventi di nuova realizzazione e riqualificazione

#### Rete di base regionale

- Tratti esistenti e finanziati
- Interventi di nuova realizzazione e riqualificazione

#### Viabilità extraurbana secondaria di rilievo provinciale o interprovinciale

- Tratti esistenti e finanziati
- Interventi di nuova realizzazione e riqualificazione

#### Viabilità extraurbana secondaria di rilievo intercomunale

- Tratti esistenti e finanziati
- Interventi di nuova realizzazione

#### Viabilità urbana

- Principali strade urbane o prevalentemente urbane
- Viabilità locale

#### Rete ciclabile

- Rete ciclabile strategica e integrativa
- Campo base TAV (Tavola 1 PTCP)



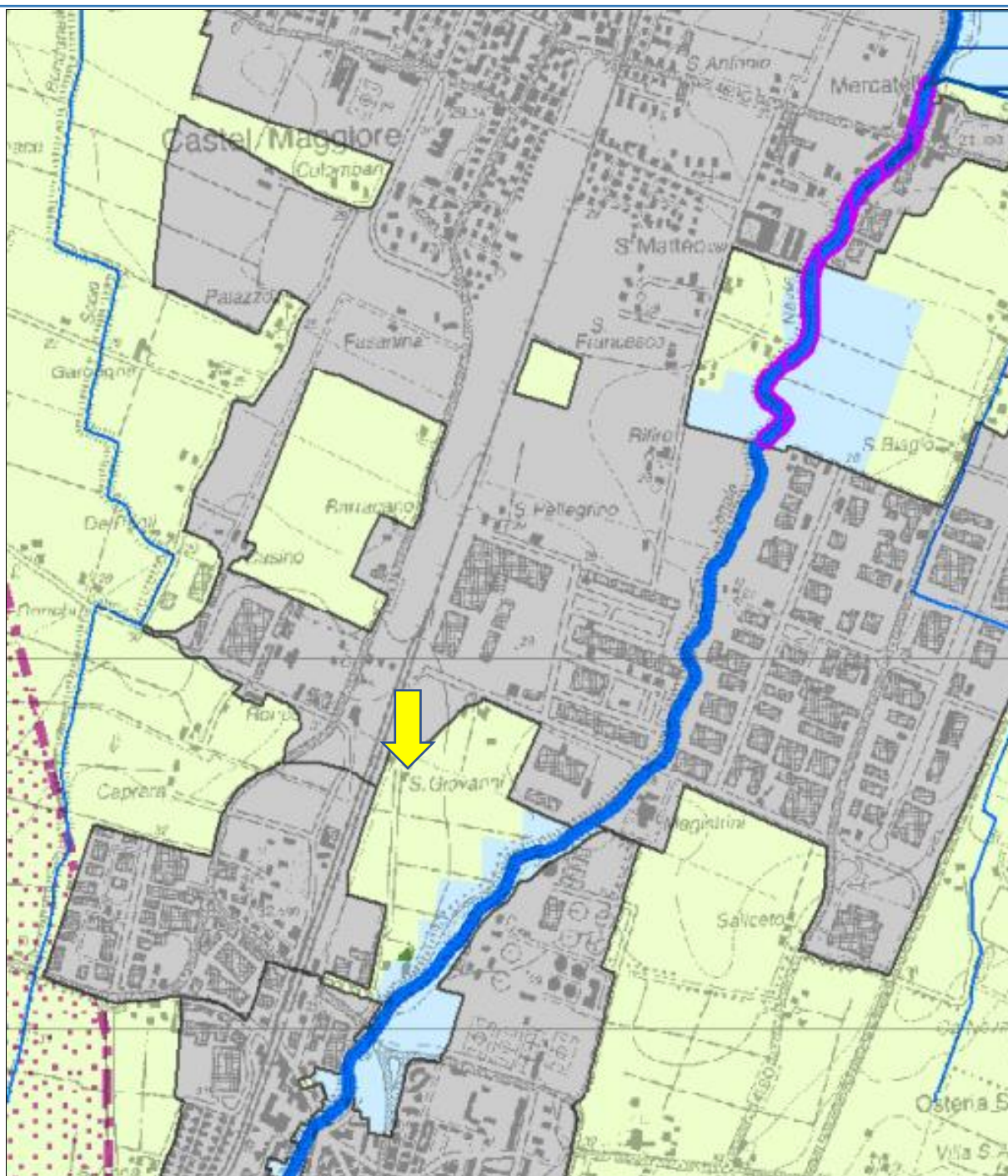










































Figura 2-36 – Tavola 2 del PTM “Carta degli Ecosistemi”



ECOSISTEMI NATURALI	
<b>Ecosistemi delle acque correnti (Art. 19)</b>	
<b>Alveo attivo e reticolo idrografico (Art. 20)</b>	
	Alvei attivi
	Reticolo idrografico principale
	Reticolo idrografico secondario
	Reticolo idrografico minore
	Canali di bonifica
	Canale Emiliano - Romagnolo
<b>Fasce perfluviali</b>	
	Fasce perfluviali di montagna, collina, pedecollina/pianura (Art. 21)
	Fasce perfluviali di pianura (Art. 22)
<b>Aree interne alle fasce perfluviali</b>	
	Aree ad alta probabilità di inondazione
	Aree a rischio di inondazione in caso di eventi di pioggia con tempo di ritorno di 200 anni
	Aree di ricarica di tipo D
<b>Aree per interventi idraulici strutturali (Art. 15)</b>	
	Aree di interventi
	Aree di localizzazione di interventi
	Aree di potenziale localizzazione di interventi
<b>Ecosistemi delle acque ferme (Art. 23)</b>	
	Invasi dei bacini idrici
	Zone Umide
<b>Ecosistemi Forestale, Arbustivo e Calanchivo</b>	
	Ecosistema Forestale (Art. 24)
	Ecosistema Arbustivo (Art. 25)
	Ecosistema Calanchivo (Art. 26)

ECOSISTEMI AGRICOLI	
<b>Ecosistema Agricolo della montagna collina (Art. 16 e 17)</b>	
	Aree agricole su terrazzi alluvionali
	Aree agricole su aree di ricarica di tipo A
	Aree agricole nelle aree montano-collinari intravallive
<b>Ecosistema Agricolo della pianura (Art. 16 e 18)</b>	
	Aree agricole della Pianura Alluvionale
	Aree agricole costituenti zone di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura alluvionale
	Aree agricole della Pianura delle Bonifiche
	Aree agricole costituenti zone di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura delle bonifiche

AREE ED ELEMENTI INTERNI AGLI ECOSISTEMI AGRICOLI E NATURALI	
<b>Aree protette e Siti della Rete Natura 2000</b>	
	Perimetro delle aree protette e Siti della Rete Natura 2000
<b>Protezione acque sotterranee e superficiali</b>	
	Zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio pedecollinare e di pianura
	Zone di protezione delle aree di alimentazione di sorgenti (certe e incerte) e delle zone di riserva
	Zone di protezione di captazioni delle acque superficiali
	Zone di rispetto delle sorgenti e pozzi
<b>Elementi di interesse storico, archeologico e paesaggistico</b>	
	Complessi archeologici
	Aree di accertata e rilevante consistenza archeologica
	Aree di concentrazione di materiali archeologici
	Zone di tutela della struttura centuriata
	Zone di tutela di elementi della centuriazione
	Principali complessi architettonici storici non urbani
	Crinali significativi
	Fascia di transizione pianura/collina/montagna/alto crinale

ECOSISTEMA URBANO	
	Ecosistema urbano

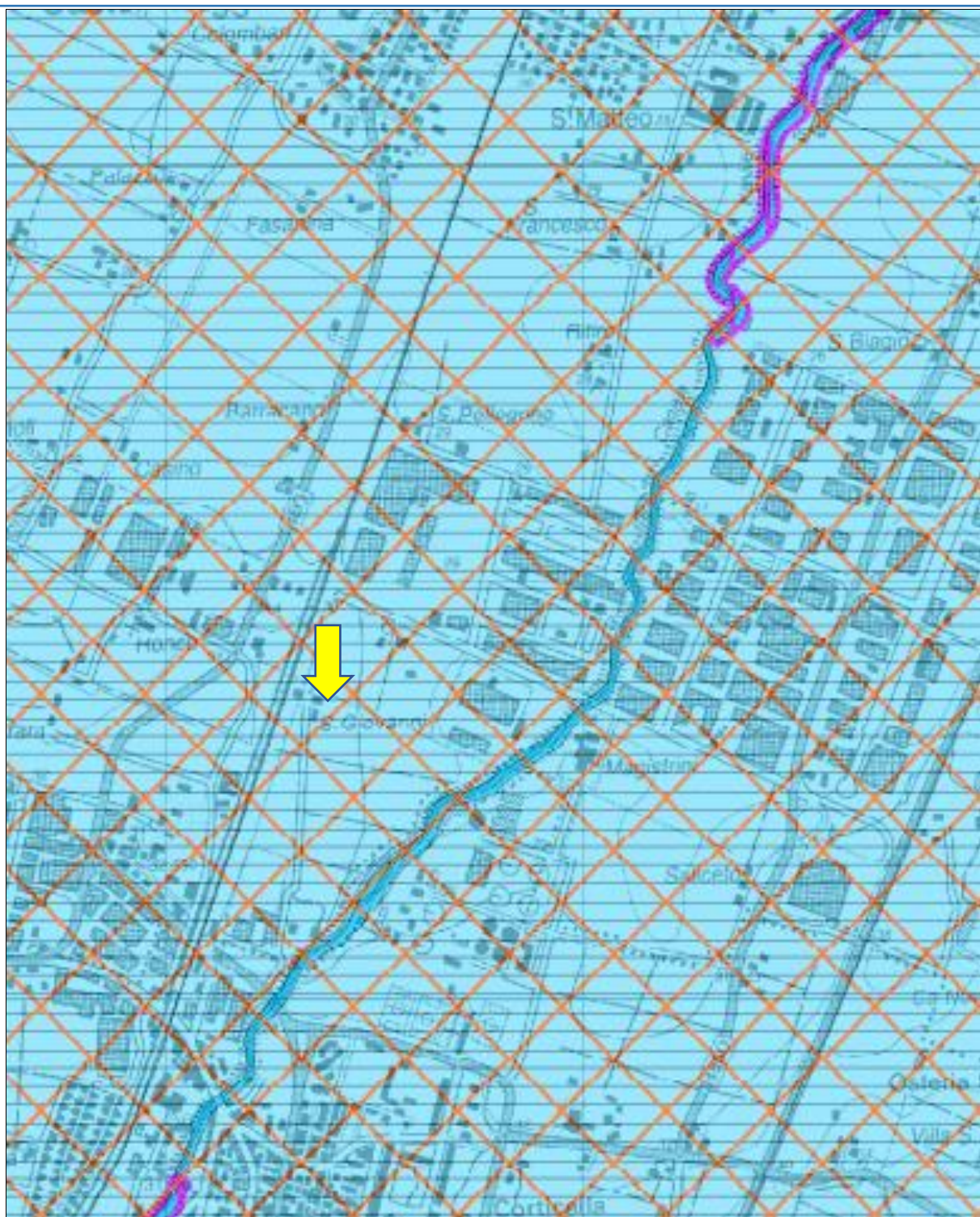






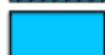



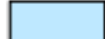
Figura 2-37 – Tavola 3 del PTM “Carta di area vasta del rischio idraulico, rischio frana e dell’assetto dei versanti”

## RISCHIO IDRAULICO (Art. 30)





### Zonizzazione del rischio idraulico PSAI

-  Alvei attivi e invasi dei bacini idrici
-  Aree ad alta probabilità di inondazione
-  Aree a rischio di inondazione in caso di eventi di pioggia con tempo di ritorno di 200 anni

### Scenari di pericolosità idraulica PGRA

-  Scenario P3 derivato dal Reticolo Secondario di Pianura (RSP)
-  Scenario P3 derivato dal Reticolo Naturale Principale e Secondario (RP)
-  Scenario P2 derivato dal Reticolo Naturale Principale e dal Reticolo Secondario di Pianura (RP+RSP)
-  Scenario P2 derivato dal Reticolo Secondario di Pianura (RSP)
-  Scenario P2 derivato dal Reticolo Naturale Principale (RP)
-  Scenario P1 derivato dal Reticolo Naturale Principale e Secondario (RP)

## GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE

-  Ambito di controllo degli apporti d'acqua in pianura
-  Ambito di controllo degli apporti d'acqua in collina zona A
-  Ambito di controllo degli apporti d'acqua in collina zona B
-  Confine provinciale (limite dell'ambito di applicazione delle politiche del PTCP)



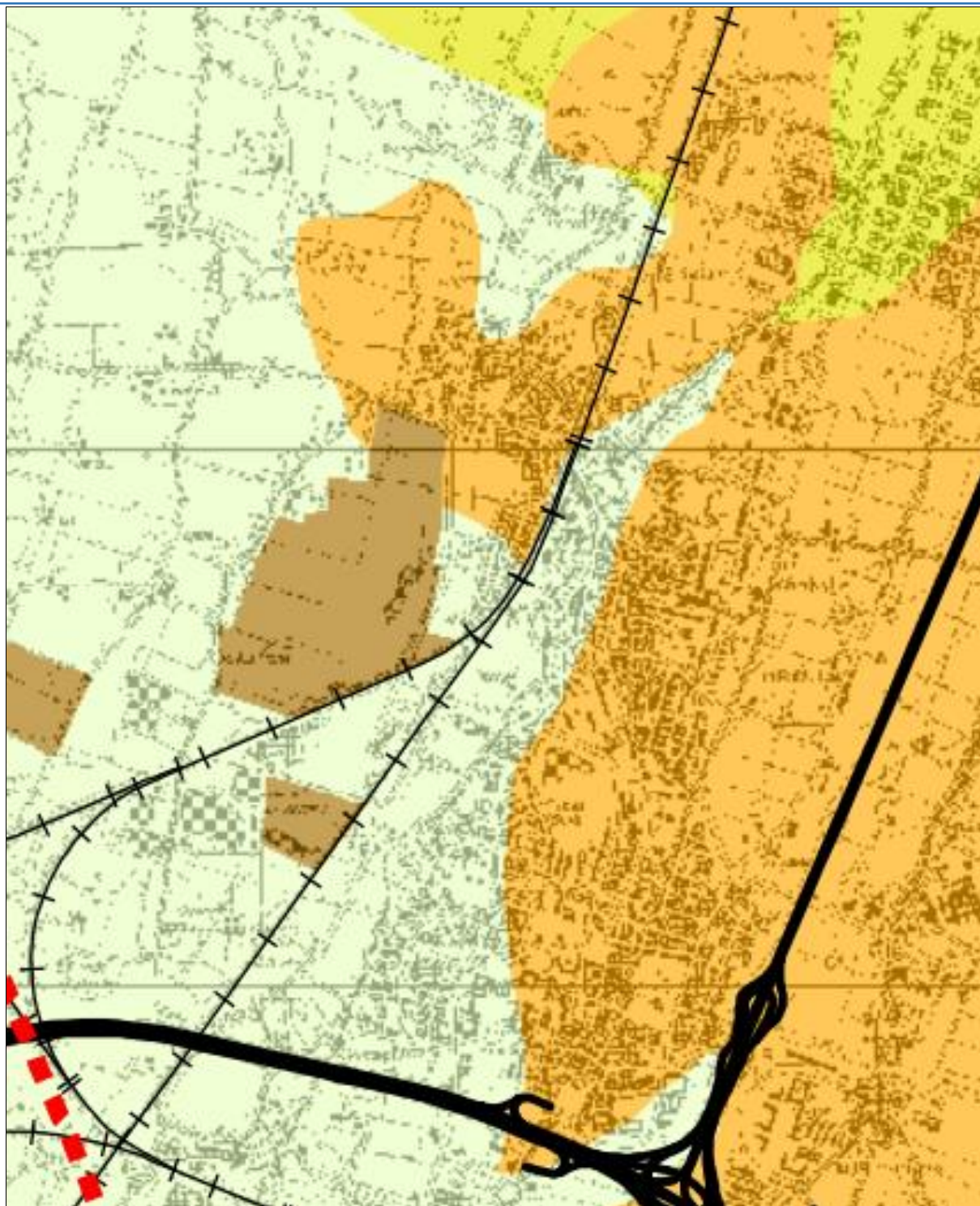


Figura 2-38 – Tavola 4 del PTM “Carta di area vasta di aree suscettibili di eventi locali”



## RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO (Art. 28)

### Aree suscettibili di effetti locali

-  **S - Substrato rigido affiorante/subaffiorante**  
Substrato lapideo o ben cementato, affiorante o sub-affiorante (spessore delle coperture  $H < 3m$ ).  
Inclinazione del pendio  $\leq 15^\circ$
-  **SP - Substrato rigido affiorante/subaffiorante  $15^\circ < i < 50^\circ$**   
Substrato lapideo o ben cementato, affiorante o sub-affiorante (spessore delle coperture  $H < 3m$ ).  
Inclinazione del pendio  $15^\circ < i < 50^\circ$
-  **N - Substrato non rigido affiorante/subaffiorante**  
Substrato prevalentemente pelitico o poco consolidato o alterato o fratturato, affiorante o sub-affiorante  
(spessore delle coperture  $H < 3m$ ). Inclinazione del pendio  $\leq 15^\circ$
-  **NP - Substrato non rigido affiorante/subaffiorante  $15^\circ < i < 50^\circ$**   
Substrato prevalentemente pelitico o poco consolidato o alterato o fratturato, affiorante o sub-affiorante  
(spessore delle coperture  $H < 3m$ ). Inclinazione del pendio  $15^\circ < i < 50^\circ$
-  **AV - Detriti s.l.  $i \leq 15^\circ$**   
Corpi detritici di varia origine (alluvionale, eluvio-colluviale, coltri di alterazione, ecc.), generalmente a  
granulometria mista. Spessore della coltre  $H \geq 3m$ . Inclinazione della superficie topografica  $\leq 15^\circ$
-  **B - Depositi di margine appenninico-padano**  
Depositi prevalentemente grossolani (ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose) di conoide alluvionale, di  
spessore  $H > 5m$ , sepolti (profondità  $> 3m$  da p.c.) e depositi di interconoide
-  **C - Sedimenti prevalentemente fini di pianura**  
Depositi coesivi prevalenti (limi, limi argillosi, argille)
-  **P50 - Substrato affiorante/subaffiorante  $i \geq 50^\circ$**   
Substrato affiorante o sub-affiorante (spessore delle coperture  $H < 3m$ ). Inclinazione del pendio  $i \geq 50^\circ$
-  **F - Zona di attenzione per instabilità di versante  $\leq 15^\circ$**   
Corpo di frana (attiva, quiescente e stabilizzata). Spessore della coltre  $H \geq 3m$ . Inclinazione della superficie  
topografica  $\leq 15^\circ$
-  **FP - Zona di attenzione per instabilità di versante  $i > 15^\circ$**   
Corpo di frana (attiva, quiescente e stabilizzata), accumuli detritici di versante s.l., depositi alluvionali  
e riporti antropici. Spessore della coltre  $H \geq 3m$ . Inclinazione della superficie topografica  $i > 15^\circ$
-  **D - Zona di intensa fratturazione/cataclastica**  
Fascia di territorio con rocce intensamente fratturate a cavallo di una faglia
-  **G - Zona di attenzione per cavità sotterranee**  
Zone in cui possono essere presenti cavità ipogee, anche estese, riempite o meno (depositi evaporitici  
messiniani, sabbiosi plio-quadernari, ecc.)
-  **R - Zona di attenzione per accumuli di origine antropica**  
Riempimenti di ex cave riempite, discariche, depositi di terre di scavo, terreni di riporto
-  **L - Zona di attenzione per instabilità da liquefazione/densificazione**  
Successioni di pianura con intervalli granulari (limi sabbiosi, sabbie, sabbie ghiaiose), almeno metrici,  
nei primi 20 m da p.c.





Figura 2-39 – Tavola 5 del PTM “Carta delle reti ecologiche, della fruizione e del turismo”


## RETI ECOLOGICHE (Art. 47)

### Aree ad alta naturalità

#### Aree protette e Siti della Rete Natura 2000


 Collina Montagna: Parchi Regionali (PR), Parchi Provinciali (PP), Riserve Naturali (RNG), Riserva Naturale Orientata (RNO), Paesaggio Naturale e Seminaturale Protetto (PNSP)


 Collina Montagna: Zone Speciali di Conservazione e Zone di Protezione Speciale


 Pianura: Zone Speciali di Conservazione e Zone di Protezione Speciale

 Aree di riequilibrio ecologico

#### Unità ambientali naturali


 Zone di tutela naturalistica non incluse in Aree protette o in Siti Rete Natura 2000

 Boschi e arbusteti


 Calanchi


#### Unità puntuali


 Geositi

 Zone umide

#### Fasce di protezione

 Aree agricole della collina/montagna

 Aree agricole della collina/montagna costituenti Zone di interesse paesaggistico ambientale


 Aree di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura

#### Fasce di connessione

 Collegamenti ecologici appenninici di livello regionale e sovraregionale

 Corridoi ecologici multifunzionali dei corsi d'acqua

## VARCHI DA SALVAGUARDARE PER LA CONTINUITA' ECOLOGICA (Art. 47)










 Varchi e discontinuità

## FASCIA DI CONNESSIONE COLLINA PIANURA (Art. 47)







 Fascia di connessione collina/pianura (direttrice Via Emilia)










## ORDITURA STORICA (Art. 47)

-  Viabilità storica
-  Aree di interesse archeologico
-  Area della struttura centuriata/elementi della centuriazione
-  Principali complessi architettonici storici non urbani
-  Beni MIBCT non urbani tutelati da declaratorie o provvedimenti
-  Principali canali storici
-  Centri storici
-  Aree interessate da partecipanze e consorzi utilisti
-  Dossi

## RETI CICLABILI PER LA FRUIZIONE E LA CONNETTIVITA' FUNZIONALE ED ECOLOGICA (Art. 47)

-  Ciclabili di pianura - supporto alla connettività ecologica
-  Itinerari cicloturistici di pianura - supporto alla realizzazione di reti ecologiche
-  Itinerari cicloturistici di collina/montagna - supporto a progetti di valorizzazione abitati
-  Itinerari escursionistici e ciclovie dei parchi-supporto a potenziamento attività locali diffuse
-  Itinerari cicloturistici internazionali e nazionali - significative interrelazioni funzionali con gli abitati
-  Itinerario Via Emilia - elemento di un più generale progetto Via Emilia

## ALTRI ELEMENTI

-  Osservatori
-  Zone di protezione dall'inquinamento luminoso
-  Ecosistema Urbano
-  Servizio Ferroviario Metropolitano
-  Stazioni e fermate Ferroviarie
-  Centri di Mobilità
-  Viabilità panoramica



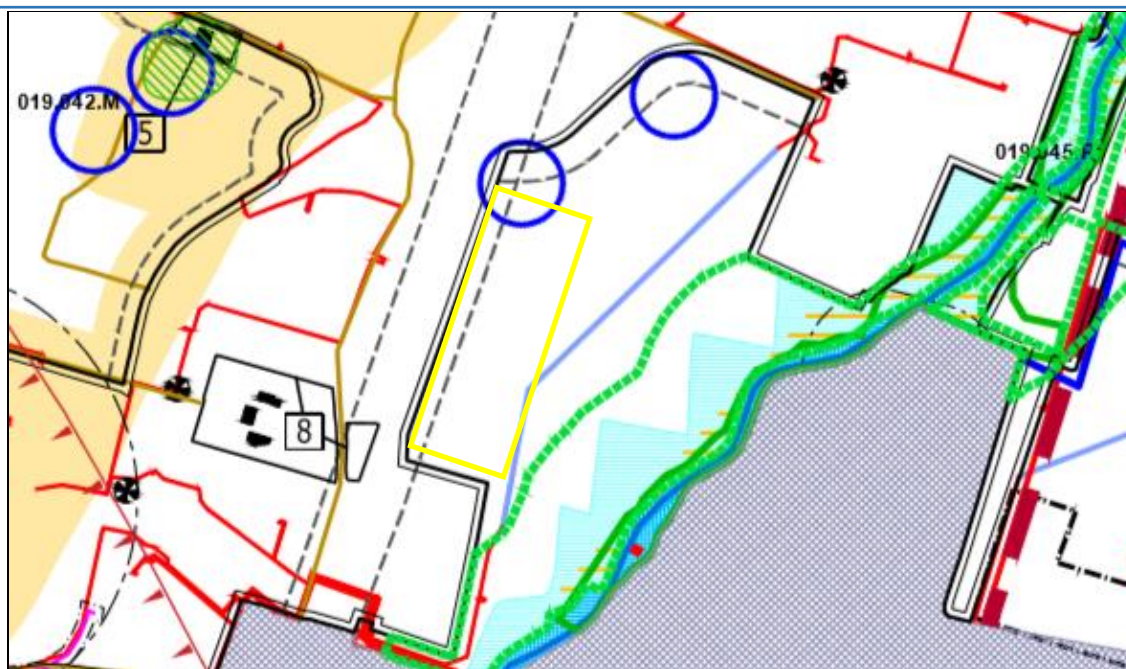




Figura 2-40 – Tavola dei vincoli del Comune di Castel Maggiore

## SIMBOLOGIA








-  Territorio extracomunale
-  Territorio edificato

## Sistema delle infrastrutture








-  Corridoio di salvaguardia infrastrutturale del Passante Nord
-  Corridoio di salvaguardia infrastrutturale della principale visibilità di progetto

## SISTEMI CONDIZIONANTI

### Sistema delle risorse naturali e paesaggistiche

-  Siti di importanza Comunitaria - SIC
-  Zone umide
-  Aree forestali
-  Fascia di interesse paesaggistico dei corsi d'acqua (art.142 D.Lgs. 42/2004)
-  Nodo ecologico complesso provinciale (zone di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura)
-  Nodo ecologico complesso provinciale (zone di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura)
-  Zona di rispetto del tratto ecologico complesso provinciale (zone di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura)









### Sistema idrografico

-  Invasi e alvei fluviali
-  Reticolo idrografico minore
-  Fasce di tutela fluviale
-  Fasce di pertinenza fluviale
-  LI Aree di localizzazione per la realizzazione di interventi idraulici strutturali
-  LI-N3 Aree di localizzazione per la realizzazione di interventi idraulici strutturali: impianto
-  Aree ad alta probabilità di inondazione









### Sistema idrogeologico

-  Area di ricarica di tipo B
-  Area di ricarica di tipo D









## Sistema delle risorse storiche e archeologiche

-  Visibilità storica
-  Principali canali storici
-  019.001.R Persistenza della centuriazione Romana e relativo codice di riferimento
-  019.001.R Direttrice strada Bologna-Padova romana
-  019.001.M Siti di epoca Medioevale industriale
-  019.001.R Siti di epoca Romana accertati
-  019.001.R Siti di epoca Romana industriale
-  019.001.F Siti di epoca Villanoviana accertati

## Elementi e complessi di valore storico, architettonico, culturale e testimoniale

-  Complessi edili di valore storico-architettonico
-  Edifici e manufatti singoli di valore storico testimoniale
-  Edifici e complessi di valore storico-architettonico con vincolo D.Lgs. 42/2004
-  Numero di riferimento alla tabella degli edifici e complessi di interesse storico-architettonico
-  Edifici, complessi edili e manufatti segnalati dal PTCP
-  Edifici e complessi di interesse storico-architettonico di proprietà pubblica (Art. 10, 1° comma, D.Lgs. 42/2004)
-  Aree di tutela delle risorse paesaggistiche complesse
-  Aree ed edifici assoggettati a decreto ministeriale L.1089 del 03/11/1997 - Villa Rossi

## Sistema dei vincoli e rispetti

-  Fasce di rispetto strade e ferroviarie
-  Fasce di rispetto dei depuratori
-  Fasce di rispetto dei metanodotti e aree di salvaguardia delle cabine di prelievo da Snam Metanodotti regionali
-  Cabine di riduzione di pressione di distretto esistenti
-  Fasce di rispetto dei cimiteri
-  Stabilimento a rischio di incidente rilevante
-  Area di danno ed ambito di attenzione correlato al rischio di incidente rilevante
-  Fasce di rispetto degli elettrodotti ad alta tensione

Si riporta estratto della normativa del PSC che disciplina le aree con presenza di vincoli.

#### SISTEMA DELLE RISORSE NATURALI E PAESAGGISTICHE

##### Tavola dei Vincoli - Fascia di interesse paesaggistico dei corsi d'acqua

###### Disposizioni

*Tutti gli interventi su edifici esistenti o di modificazione morfologica del territorio che alterino lo stato dei luoghi, sono soggetti ad "autorizzazione paesaggistica".*

###### Effetti del vincolo

*Edificabilità relativa secondo quanto previsto dall'art. 14 delle NTA del PSC; qualsiasi modificazione dello stato dei luoghi è soggetta ad autorizzazione paesaggistica.*

###### Art.14 PSC - Sistema delle risorse naturali e paesaggistiche

*Le "fasce di interesse paesaggistico dei corsi d'acqua" sono definite all'art. 142, lettera c) del Dlgs 42/20047 e riportate nella Carta Unica Tav. n. 2; in tali fasce profonde 150 metri dalle sponde del corso d'acqua (canale Navile e Savena Abbandonato) o dal piede esterno dell'argine maestro (fiume Reno), tutti gli interventi su edifici esistenti o di modificazione morfologica del territorio che alterino lo stato dei luoghi, sono soggetti ad "autorizzazione paesaggistica" di cui all'art. 146 del citato Dlgs. Il procedimento per il rilascio dell'autorizzazione paesaggistica è declinato nel RUE (art. 7.11). Tale autorizzazione non è richiesta per gli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, di consolidamento statico, di restauro conservativo che non alterino lo stato dei luoghi e l'aspetto esteriore degli edifici, nonché per l'esercizio delle attività agro-silvo-pastorali che non comportino alterazione permanente dello stato dei luoghi per costruzioni edilizie e altre opere civili. Tali corsi d'acqua e le relative fasce profonde 150 metri, sono da ritenersi a tutti gli effetti "beni paesaggistici" secondo l'art. 134 del D.Lgs 42/2004 e come tali soggetti alle disposizioni del medesimo Dlgs.*

#### SISTEMA IDROGRAFICO

##### Tavola dei Vincoli - Fascia di tutela fluviale

###### Disposizioni

*Obbligo di tutela e valorizzazione dell'ambiente fluviale dal punto di vista vegetazionale e paesaggistico, e ai fini del mantenimento e recupero della funzione di corridoio ecologico. Obbligo di tutela e valorizzazione dell'ambiente fluviale dal punto di vista vegetazionale e paesaggistico, e ai fini del mantenimento e recupero della funzione di corridoio ecologico, o ancora ai fini della riduzione dei rischi di inquinamento dei corsi d'acqua e/o di innesco di fenomeni di instabilità dei versanti; comprendono inoltre le aree all'interno delle quali si possono realizzare interventi finalizzati a ridurre l'artificialità del corso d'acqua. Gli interventi*

*ammessi, sono quelli atti a favorire la funzione di corridoio ecologico, percorsi e spazi di sosta pedonali e messi non motorizzati, sistemazione e a verde, chioschi ed attrezzature per la funzione ricreativa dell'ambiente fluviale e perifluviale; sono altresì ammessi interventi su edifici esistenti, ed interventi per opere di pubblica utilità.*

*Effetti del vincolo*

*Inedificabilità relativa secondo quanto riportato all'art. Art. 16, par. 2, c. 1, lett. b) delle NTA del PSC*

*Art.16 PSC – Sistema idrografico*

*Per quanto riguarda le aree individuate a margine del Canale Navile, che totalmente o parzialmente si sovrappongono alle fasce di tutela fluviale, ad esse vengono attribuite funzioni di “parco fluviale”.*

*Con riguardo alle infrastrutture e agli impianti tecnici per servizi essenziali di pubblica utilità, comprensivi dei relativi manufatti complementari e di servizio, quali i seguenti:*

- infrastrutture per la mobilità (strade, infrastrutture di trasporto in sede propria, approdi e opere per la navigazione interna),*
- infrastrutture tecnologiche a rete per il trasporto di acqua, energia, materiali, e per la trasmissione di segnali e informazioni,*
- invasi,*
- impianti per la captazione e il trattamento e la distribuzione di acqua e per il trattamento di reflui,*
- impianti per la trasmissione di segnali e informazioni via etere,*
- opere per la protezione civile non diversamente localizzabili,*
- impianti temporanei per attività di ricerca di risorse nel sottosuolo,*

*sono ammissibili interventi di:*

*a) manutenzione di infrastrutture e impianti esistenti*

*b) ristrutturazione, ampliamento, potenziamento di infrastrutture e impianti esistenti non delocalizzabili*

*c) realizzazione ex-novo, quando non diversamente localizzabili, di attrezzature e impianti che siano previsti in strumenti di pianificazione provinciali, regionali o nazionali, oppure che abbiano rilevanza meramente locale, in quanto al servizio della popolazione di non più di un comune ovvero di parti della popolazione di due comuni confinanti.*

*Il progetto preliminare degli interventi di cui alle lettere b) e c), salvo che si tratti di opere di rilevanza strettamente locale, è sottoposto al parere vincolante, per quanto di sua competenza, dell'Autorità di Bacino.*

*Per le infrastrutture lineari non completamente interrato deve evitarsi che corrano parallele al corso d'acqua.*

*Tavola dei Vincoli - Fascia di pertinenza fluviale*

*Disposizioni*

*Obbligo di tutela e valorizzazione dell'ambiente fluviale dal punto di vista vegetazionale e paesaggistico, e ai fini del mantenimento e recupero della funzione di corridoio ecologico, prevedendo interventi che possano concorrere alla riduzione dei rischi di inquinamento dei corsi d'acqua al deflusso delle acque sotterranee. Gli interventi ammessi, sono quelli atti a favorire la funzione di corridoio ecologico, percorsi e spazi di sosta pedonali e messi non motorizzati, sistemazione a verde, chioschi ed attrezzature per la funzione ricreativa dell'ambiente fluviale e perifluviale; sono altresì ammessi interventi su edifici esistenti, ed interventi per opere di pubblica utilità.*

*Effetti del vincolo*

*Inedificabilità relativa secondo quanto riportato all'art. Art. 16, par. 2, c. 1, lett. b) delle NTA del PSC*

*Art.16 PSC – Sistema idrografico*

*Sono definite come le ulteriori aree latitanti ai corsi d'acqua, che comprendono anche le fasce di tutela fluviale, che possono concorrere alla riduzione dei rischi di inquinamento dei corsi d'acqua, al deflusso delle acque sotterranee, nonché alle funzioni di corridoio ecologico e di qualificazione paesaggistica; comprendono inoltre le aree all'interno delle quali si possono realizzare interventi finalizzati a ridurre l'artificialità del corso d'acqua. Esse fanno parte del territorio rurale e non dovranno essere destinate ad insediamenti e infrastrutture e salvo quanto consentito ai sensi dei punti seguenti.*

*Le politiche da perseguire nelle fasce di pertinenza fluviale sono quelle fissate dall'art. 4.4 del PTCP e che si esplicano nel:*

- attivare sistemazioni atte a ripristinare e favorire la funzione di corridoio ecologico, nonché alla previsione di percorsi e spazi di sosta pedonali e per mezzi di trasporto non motorizzati.*
- sistemare le aree a verde per attività del tempo libero all'aria aperta e attrezzature sportive scoperte che non diano luogo a significative impermeabilizzazioni del suolo.*
- prevedere attrezzature per la fruizione dell'ambiente fluviale e perifluviale e le attività ricreative Per quanto riguarda le aree individuate a margine del Canale Navile, che totalmente o parzialmente si sovrappongono alle fasce di tutela fluviale, ad esse vengono attribuite funzioni di "parco fluviale".*

*Ogni modificazione morfologica, compresi la copertura di tratti appartenenti al reticolo idrografico principale, secondario, minore, minuto e di bonifica, che non deve comunque*



*alterare il regime idraulico delle acque, né alterare eventuali elementi naturali fisici e biologici che conferiscono tipicità o funzionalità all'ecosistema fluviale, è subordinata al parere favorevole dell'Autorità idraulica competente e la relativa documentazione deve essere trasmessa all'Autorità di Bacino.*

*Nelle fasce di pertinenza fluviale sono ammesse le seguenti funzioni e interventi:*

- sistemazioni atte a favorire la funzione di corridoio ecologico con riferimento a quanto contenuto nell'Art. 20 precedente con riguardo alle reti ecologiche ed alle corrispondenti linee-guida Provinciali;
- percorsi e spazi di sosta pedonali e per mezzi di trasporto non motorizzati;
- sistemazioni a verde per attività del tempo libero all'aria aperta e attrezzature sportive scoperte che non diano luogo a impermeabilizzazione del suolo;
- chioschi e attrezzature per la fruizione ricreativa dell'ambiente fluviale e perifluviale.

*Il rilascio del titolo abilitativo per la realizzazione di chioschi ed attrezzature di cui sopra è sottoposto al parere vincolante dell'Autorità competente.*

*Nelle fasce di pertinenza fluviale sono vietate le attività di gestione di rifiuti urbani, speciali e pericolosi.*

#### **SISTEMA DEI VINCOLI E DEI RISPETTI**

##### Infrastrutture, suolo e servitù - Tavola dei Vincoli – Fascia di rispetto ferrovie

###### *Disposizioni*

*Lungo i tracciati delle ferrovie è vietato costruire, ricostruire o ampliare edifici o manufatti di qualsiasi tipo, ad eccezione di quelli di competenza dell'esercente il servizio ferroviario, ad una distanza da misurarsi in proiezione orizzontale, minore di 30 metri lineari misurati dal limite di zona di occupazione della più vicina rotaia.*

###### *Effetti del vincolo*

*Inedificabilità assoluta.*

###### *Art. 19.2 – Ferrovie*

*Tipo di intervento consentiti: gli edifici esistenti compresi nella fascia di rispetto della zona ferroviaria possono essere soggetti ad interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di risanamento conservativo e ristrutturazione edilizia; è ammessa la demolizione con ricostruzione solo per portarsi al di fuori della fascia di rispetto stessa. Non è ammessa la nuova costruzione se non puntualmente prevista negli elaborati grafici del RUE e sempre previa autorizzazione dell'Ente proprietario.*

*Sono comunque in vigore le ulteriori prescrizioni e limitazioni previste dal Dpr 753/1980.*

##### Elettromagnetismo - Tavola dei Vincoli – Elettrodotti

###### *Disposizioni*

*Le fasce di rispetto, pur se individuate nella citata Tav. 2 "Carta Unica" del PSC in relazione alle tipologie standard di impianti, sono soggette a puntuale determinazione da parte del proprietario/gestore; il soggetto attuatore o il privato cittadino, nella documentazione a corredo della richiesta del titolo abilitativo, deve presentare il rilievo dell'esatta posizione delle linee elettriche o cabine; contestualmente deve chiedere direttamente al gestore l'individuazione della relativa fascia di rispetto, che sarà determinata secondo la metodologia di cui al DM 29 maggio 2008..*

*Effetti del vincolo*

*Edificabilità relativa secondo quanto riportato all'art. Art. 19.8 delle NTA del PSC*

*Art. 19.8 – Elettrodotti*

*Alla luce dell'emanazione dei decreti ministeriali del 29 maggio 2008, della delibera di Giunta Regionale 21 luglio 2008 n° 1138, citati al precedente comma 1, la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche, alle cabine elettriche e alle stazioni primarie, deve essere compiuta sulla base della metodologia definita dal DM 29 maggio 2008, e quindi secondo l'ampiezza delle fasce che deve essere comunicata alle autorità competenti e/o ai soggetti attuatori dal proprietario/gestore, ai sensi del DPCM 8 luglio 2003 e dell'art. 6 del DM 29/5/2008.*

*La Tav. n. 2, per gli elettrodotti ad alta tensione, individua cartograficamente, ed in modo indicativo, le distanze di prima approssimazione (Dpa) degli elettrodotti presenti sul territorio del comune di Castel Maggiore, calcolata secondo la metodologia prevista dal DM 29 maggio 2008, per il perseguimento dell'obiettivo di qualità di  $3 \mu T$ .*

*Determinazione della fascia di rispetto:*

*Linee elettriche esistenti e autorizzate (L.R. n. 10/93) In applicazione del procedimento semplificato indicato al punto 5.1.3 della metodologia di calcolo di cui al citato DM 29/5/2008, come prima valutazione cautelativa, è determinata una "distanza di prima approssimazione" per ciascuna linea elettrica presente sul territorio comunale. In caso di realizzazione di interventi in prossimità di linee elettriche, dovrà essere comunque rispettata la reale fascia di rispetto determinata e comunicata dai proprietari/gestori delle linee elettriche stesse secondo quanto riportato al precedente paragrafo 1.*

*La linea che attraversa il comparto è descritta come elettrodotto di media tensione, linea aerea in conduttori nudi.*

*Si tratta di una linea con tensione nominale di esercizio non superiore a 15kV che determina ampiezza di distanze di approssimazione (Dpa) dell'obiettivo di qualità di  $3 \mu T(m)$  differenti, in particolare:*

Tensione nominale di esercizio (kV)	Tipo di linea	Ampiezza distanze di prima approssimazione (Dpa) dell'obiettivo di qualità di 3μT(m)
132 kV	Linea 771 Castel Maggiore-Martignone aerea – singola trave	19
132 kV	Linea 858 Castel Maggiore-Amiu	20
132 kV	Linea 730 San Pietro in Casale-Castel Maggiore aerea – singola trave	16
220 kV	Linea 260 Colunga-Ostiglia aerea – singola trave	24
380 kV	Linea 302 Colunga-Martignone aerea – singola trave	47
132 kV	Linea S. Viola FS-Imola FS	20
132 kV	Linea S. Viola FS-S. Ruffillo FS	20
15 kV	aerea conduttori nudi DT non ottimizzata	11
15 kV	aerea conduttori nudi ST	8
15 kV	interrata	1

Per ogni richiesta di titolo abilitativo relativa per interventi su edifici ricadenti in tutto o in parte all'interno delle fasce di rispetto, determinate secondo le metodologie di cui al citato DM 29/5/2008 l'avente titolo deve attestare il rispetto delle norme di tutela di cui alla L.R. 30/2000 e direttiva regionale 21/7/2008 n° 1138.

4. Corridoi di fattibilità: ai sensi dell'art. 13 della L.R. 30/2000 e della Direttiva della Giunta Regionale 21 luglio 2008 n° 1138, la dimensione dei corridoi di fattibilità degli elettrodotti con tensione superiore a 15 kV, destinati ad ospitare la localizzazione degli impianti per la trasmissione e la distribuzione dell'energia elettrica di tensione superiore a 15.000 volt, sono determinati dal proprietario/gestore della rete, secondo le metodologie stabilite dal DM 29/5/2008, non può essere inferiore a quella delle fasce di rispetto e devono essere rappresentati nella Carta Unica. A seguito della realizzazione dell'elettrodotto, la Carta Unica medesima, viene adeguata con determinazione dirigenziale, attraverso la sostituzione dei corridoi con le fasce di rispetto. Nello stesso modo sono recepite la riduzione delle fasce di rispetto degli elettrodotti a seguito di interventi che ne comportano la riduzione dei campi elettromagnetici per interventi strutturali sulla linea medesima o per interramento o per dismissione.

Tipi di intervento consentiti: gli edifici esistenti nelle fasce di rispetto degli elettrodotti o delle cabine elettriche, possono essere soggetti a interventi di MO, MS, RE, RC\_A, RC\_B (come definiti nel RUE) e nel rispetto degli obiettivi di qualità. Non sono ammesse nuove costruzioni.

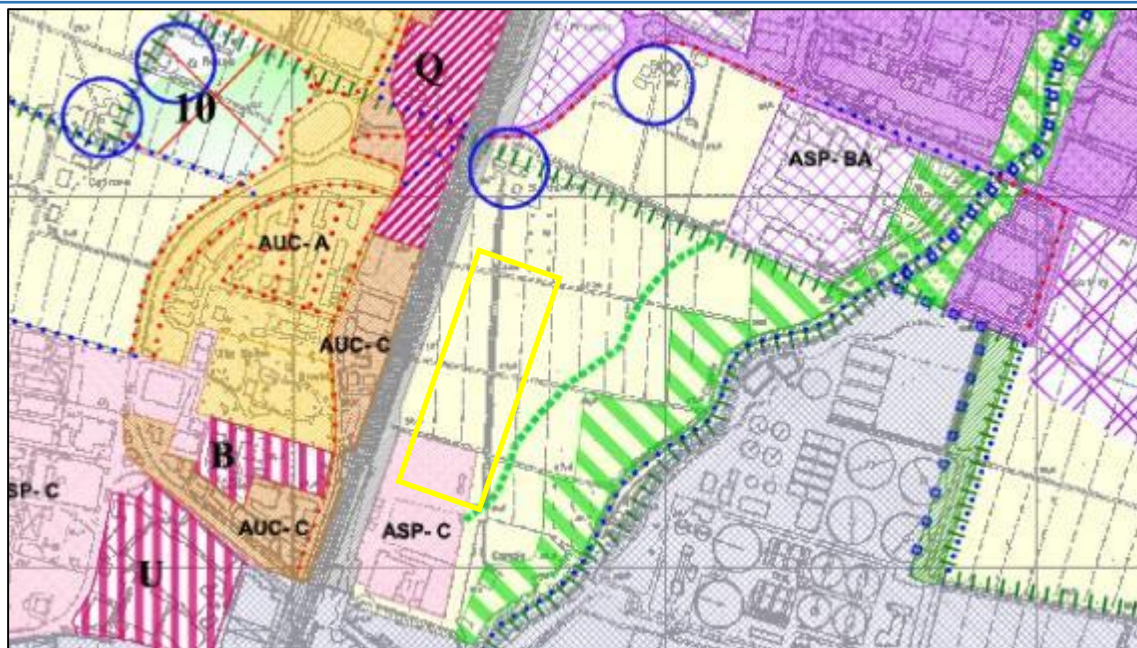


Figura 2-41 – Estratto PSC del Comune di Castel Maggiore

#### SISTEMI CONDIZIONANTI Sistema delle unità di paesaggio (Art. 13)

- Perimetro della Sub-Unità di paesaggio
- ① Sub-Unità 1 Dossò del Reno occidentale
- ③ Sub-Unità 3 Dossò della Galfiera
- ⑤ Sub-Unità 5 Dossò del Savena Abbandonato

#### Sistema delle reti ecologiche (Art. 15)

- Nodo ecologico complesso provinciale
- Nodo ecologico complesso provinciale (zone di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura)
- Nodo ecologico semplice locale
- Nodo ecologico semplice locale
- Zona di rispetto del nodo ecologico complesso provinciale (zone di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura)
- Zona di rispetto del nodo ecologico semplice locale
- Corridoio ecologico provinciale
- Corridoio ecologico provinciale
- Maceri di importanza ecologica
- Corridoio ecologico locale
- Filari di importanza ecologica
- Giardini di importanza ecologica

#### Sistema delle risorse storiche e archeologiche (Art. 18)

- Complessi edili di valore storico-testimoniale (Art. 18.d4)
- Edifici e manufatti singoli di valore storico testimoniale (Art. 18.d4)
- Area di tutela delle risorse paesaggistiche complesse (Art. 18.e)









- Corridoio di salvaguardia infrastrutturale della principale viabilità di progetto (Art. 20.b)
- Percorsi ciclabili di esistenti (Art. 20.d)
- Percorsi ciclabili di progetto (Art. 20.d)

#### Sistema insediativo prevalentemente per funzioni residenziali (Art. 21)

Ambiti territoriali per funzioni prevalentemente residenziali (Art. 22)

- Centro storico (Art. 22)
- Ambiti territoriali per funzioni prevalentemente residenziali: Ambiti urbanizzati consolidati (Art. 22)
- AUC-A Ambiti consolidati di maggiore qualità insediativa (AUC-A)
- AUC-B Ambiti consolidati in corso di attuazione (AUC-B)
- AUC-C Ambiti consolidati con parziali limiti di funzionalità urbanistica (AUC-C)
- AUC-D Ambiti consolidati di centralità urbana (AUC-D)
- AUC-E Ambiti consolidati dei centri frazionali minori, delle frange urbane e dei borghi di strada (AUC-E)
- Ambiti per attrezzature di maggiore rilevanza esistenti (Art. 28)
- Ambiti territoriali per funzioni prevalentemente residenziali: Ambiti da riqualificare (Art. 22)
- Ambiti da riqualificare per rifunzionalizzazione (AR-A)
- Ambiti territoriali per funzioni prevalentemente residenziali: Ambiti per nuovi insediamenti (Art. 22)
- Ambiti per nuovi insediamenti urbani derivanti da sostituzione edilizia (AR-B Art. 25.1)
- Ambiti di potenziale localizzazione dei nuovi insediamenti urbani (Art. 25.2)
- Ambiti per attrezzature di maggiore rilevanza di previsione (Art. 28)



<p><b>SISTEMI STRUTTURANTI</b> Sistema delle infrastrutture (Art. 20)</p> <p> Ambiti per infrastrutture di maggiore rilevanza esistenti e di progetto (Art.20)</p> <p> Corridoio di salvaguardia infrastrutturale del Passante Nord (Art.20.b)</p>	<p><b>Sistema degli ambiti rurali</b></p> <p> Ambiti ad alta vocazione produttiva agricola (Art. 29)</p> <p> Ambiti periurbani della conurbazione bolognese (Art. 30)</p> <p> Sistema rurale di valorizzazione fruttiva delle risorse ambientali - Parco Reno (Art. 31)</p> <p> Sistema rurale di valorizzazione fruttiva delle risorse ambientali - Parco Navile (Art. 31)</p> <p> Ambiti di valore naturale e ambientale - invasi, alvei e zone umide (Art.32)</p> <p> Possibile localizzazione vasche di laminazione (Art.20.e)</p>
--	--

Si riporta estratto della normativa del PSC che disciplina le aree in oggetto.

Art. 13 – Sistema delle unità di paesaggio  
paragrafo 1): Definizione del Sistema

1. Nell'ambito territoriale dell'Unione Reno Galliera viene riconosciuta come una delle matrici fondamentali, quella più strettamente ambientale che si sviluppa nel settore occidentale e settentrionale del territorio, legata al sistema delle acque e al paesaggio della bonifica.

2. Il sistema delle Unità di paesaggio viene riportato nella Tav. n. 1 del PSC e negli Allegati 3 e 4 alla relazione illustrativa del PSC.

3. Sulla base di approfondimenti assegnati dal PTCP alla fase di elaborazione dei PSC comunali, sono state identificate per il territorio dell'Unione Reno Galliera 6 sub-Unità di paesaggio che caratterizzano il territorio all'interno delle Unità di paesaggio principali (UdP) individuate dal PTCP. Nello specifico il territorio Comunale di Castel Maggiore è interessato, totalmente o parzialmente dalle seguenti sub-Unità di paesaggio:

a) la sub-Unità 1 del Dosso del Reno occidentale;

b) **la sub-Unità 3 del Dosso della Galliera:** questa unità si sviluppa sul principale dosso morfologico dell'Unione, si presenta fortemente urbanizzata per la presenza dei principali centri insediativi fra cui Funo e dalla presenza di significative strutture produttive e di servizio (Centergross ed Interporto), che si sono sviluppate a ridosso delle principali arterie di collegamento (Autostrada A13, SP Galliera e Ferrovia). La sub-Unità di paesaggio rientra nell'UdP n. 3 e 5;

c) la sub-Unità 5 del Dosso del Savena Abbandonato.

paragrafo 2): Politiche attuative del Sistema

1 sub-Unità 1 del Dosso del Reno occidentale

2. Per quanto riguarda la sub-unità 3 del Dosso della Galliera, le politiche da perseguire si esprimono attraverso i seguenti indirizzi:

- tendere al mantenimento e valorizzazione dei varchi trasversali tra i principali insediamenti
- attuazione di una verifica attenta e puntuale della compatibilità fra le nuove infrastrutture ed il territorio circostante assumendo indirizzi di forte ambientazione complementare alle infrastrutture medesime
- accompagnare le nuove previsioni insediative da una attenta valutazione di inserimento paesaggistico, con particolare attenzione per le previsioni di tipo produttivo.

- limitare al minimo indispensabili le nuove edificazioni aziendali in particolare le nuove residenze, puntando prioritariamente al recupero dell'esistente
  - prevedere le nuove edificazioni accorpate ai centri aziendali esistenti
  - potenziare la connessione tra i principali centri attraverso l'individuazione di percorsi di mobilità alternativa (pedonale/ciclabile usufruendo e valorizzando ove possibile della viabilità storica minore) inseriti in contesti di aree verdi di uso pubblico o di uso produttivo agricolo
3. sub-unità 5 del Dosso del Savena Abbandonato.

### **Art. 30 - Ambito periurbano della conurbazione bolognese**

paragrafo 1): Definizione dell'Ambito

1. Il territorio del Comune di Castel Maggiore quasi totalmente ricompreso all'interno dell'Ambito periurbano della conurbazione bolognese. Il PSC del Comune di Castel Maggiore assume e definisce quanto riportato nella cartografia e nella normativa del PTCP.
2. Il disegno di tale ambito è costruito sulla base dei confini del territorio rurale con aree urbane o importanti tagli infrastrutturali; il carattere periurbano è riconosciuto da precisi rapporti spaziali di contiguità, inclusione o complementarietà con l'urbanizzato o le sue espansioni pianificate.
3. Il PSC inoltre identifica l'Ambito periurbano della conurbazione bolognese in parte con "la sub-Unità di paesaggio n. 1 Dosso del Reno occidentale", in parte con "la sub-Unità di paesaggio n. 3 Dosso della Galliera" ed in parte con "la sub-Unità di paesaggio n. 5 del Dosso del Savena Abbandonato", così come illustrata e definita nella relazione illustrativa e le cui politiche sono fissate all'Art. 13 precedente.

paragrafo 2): Politiche attuative dell'Ambito

1. Nell'Ambito agricolo periurbano della conurbazione bolognese, la pianificazione persegue il mantenimento della conduzione agricola dei fondi, e la promozione di attività integrative del reddito degli operatori agricoli dirette:
  - a contribuire al miglioramento della qualità ambientale urbana, attraverso la realizzazione di dotazioni ecologiche, di cui all'Art A-25 della LR n. 20/2000, e di servizi ambientali, compresi gli interventi per l'incremento della biomassa in funzione ecologica;
  - a soddisfare la domanda di strutture ricreative e per il tempo libero, sia all'aria aperta che attraverso il recupero di edifici esistenti;
  - al mantenimento dei caratteri consolidati del paesaggio rurale.
2. Il PSC definisce obiettivi, prestazioni e interventi ammessi, individuando (sia a mezzo della cartografia di PSC – Tav. 1 – sia attraverso le presenti NdA) quali dotazione ecologiche siano da incentivare per concorrere a migliorare l'ambiente urbano. Tali previsioni specifiche del PSC costituiscono criteri di priorità ai fini dell'attribuzione alle aziende operanti negli ambiti agricoli periurbani di specifici contributi finalizzati a compensarle per lo svolgimento di funzioni di tutela e miglioramento dell'ambiente naturale.
3. Nell'Ambito agricolo periurbano della conurbazione bolognese, in relazione alla contiguità con aree urbane e all'esigenza di contenimento della pressione all'insediamento di funzioni diverse, il PSC esclude la possibilità di realizzare nuovi edifici abitativi in unità fondiari agricole che ne siano sprovviste. In particolare per gli edifici di interesse storico-architettonico, e

comunque per le strutture insediative storiche di proprietà pubblica, vanno favoriti interventi di recupero e riuso per attività e servizi di richiamo territoriale da correlare alla fruizione del territorio rurale.

4. La tutela di elementi delle sistemazioni agrarie tradizionali è occasione per una loro riconversione e/o valorizzazione quale trama del progetto di rete ecologica di livello locale; la conservazione delle residue piantate o altri elementi puntuali di qualità naturalistica, sarà favorita dagli strumenti della programmazione agricola in particolar modo attraverso l'attivazione di fattorie didattiche.

paragrafo 3): Disciplina degli interventi edilizi

1. Ai fini della ammissibilità degli interventi edilizi indirizzati verso le attività produttive agricole o a quelle integrative, il PSC declina, nei punti successivi, i possibili interventi e le funzioni che dovranno essere coerentemente documentate attestando i seguenti requisiti, utilizzando la specifica modulistica appositamente predisposta dalla Provincia di Bologna con Delibera G.P. 572 del 11/11/2008 ai sensi dell'Art. 11.5 del PTCP:

a) la coerenza degli interventi edilizi con specifici programmi di riconversione o ammodernamento dell'attività agricola aziendale e/o interaziendale, previsti dagli strumenti di pianificazione o dai programmi di settore di cui alla lettera b del punto 2 dell'art. A-19 della LR 20/2000; tali piani dovranno dimostrare la coerenza tra l'intervento proposto e l'attività agricola, non costituendo possibilità di deroga allo strumento urbanistico;

b) la coerenza degli interventi edilizi o modificativi con l'obiettivo di miglioramento della competitività aziendale;

c) la non idoneità dei fabbricati abitativi, produttivi e di servizio presenti in azienda a soddisfare le esigenze abitative dell'imprenditore agricolo e le esigenze produttive connesse alle nuove tecniche di produzione;

d) la sostenibilità ambientale degli interventi edilizi ai sensi delle disposizioni del Titolo 13 del PTCP;

e) la sostenibilità ambientale degli interventi di modificazione morfologica e degli assetti idraulici e di trasformazione e utilizzazione del suolo negli ambiti agricoli a prevalente rilievo paesaggistico di cui all'art. 11.8 del PTCP;

f) gli interventi di riqualificazione ambientale e paesaggistica previsti in coerenza con gli obiettivi di valorizzazione propri di ogni Unità di paesaggio e della rete ecologica di cui al Titolo 3 del PTCP;

g) gli impegni che il titolare dell'impresa agricola assume, con riferimento ai contenuti delle precedenti lettere a) ed f), e la loro durata.

2. In particolare il PSC definisce le seguenti possibilità insediative e funzionali:

1. funzioni abitative: la previsione di nuove unità abitative è esclusivamente finalizzata alle esigenze dell'IAP conduttore di aziende agricole esistenti alla data di adozione del PSC; sono ammessi i cambi d'uso per ricavare nuove unità abitative sempre al servizio dell'azienda agricola esistente, come sono ammessi gli ampliamenti degli edifici esistenti a funzione residenziale sempre con le medesime finalità o i frazionamenti di unità abitative esistenti. Non sono ammessi nuovi edifici residenziali.

2. costruzioni rurali di servizio: ammesse se funzionali all'attività aziendale 3. costruzioni rurali destinate all'allevamento aziendale e/o interaziendale: ammesse se supportate da adeguati programmi 4. costruzione di serre fisse: ammesse se funzionali all'attività aziendale 5. attività di agriturismo: ammesse in conformità con le normative regionali vigenti in materia

3. Sono comunque assoggettati a Piano di Riconversione e Ammodernamento dell'Attività Agricola i seguenti interventi in quanto ritenuti "significativi" o comunque l'utilizzo della modulistica predisposta dalla Provincia di Bologna:

1) Edilizia abitativa rurale

- cambi di destinazioni d'uso da superfici per servizi aziendali a superfici ad uso abitativo con creazione di nuove unità abitative
- ampliamento di abitazioni/edifici esistenti con creazione di nuove unità abitative

2) Edilizia per servizi agricoli

- nuovi servizi agricoli mediante nuove costruzioni (magazzini per prodotti frutticoli ed orticoli, depositi per attrezzi agricoli, magazzini per prodotti fitofarmaci, allevamento aziendale e zootecnico)
- ampliamento dei servizi di cui sopra superiore a 400mq

4. In relazione a funzioni di tipo produttivo agricolo ma non collegate ad una azienda, sono ammissibili le seguenti funzioni:

- esercizio e noleggio di macchine per conto terzi: ammesse nei limiti che saranno fissati dal RUE.
- allevamenti speciali e attività di custodia di animali: ammesse nei limiti che saranno fissati dal RUE.

5. In relazione a funzioni di tipo produttivo non vengono ammessi potenziamenti.

6. In relazione alla possibilità di riutilizzo del patrimonio ex rurale inutilizzato, con l'obiettivo di mantenere il riconoscimento tipologico degli edifici e manufatti di valore storico-testimoniale, sono ammissibili le seguenti funzioni che saranno maggiormente dettagliate nel RUE in relazione alle diverse tipologie edilizie:

1. Residenza, con la prescrizione di ricavare un numero di unità abitative dotate di una SU minima pari a 120 mq e con una Sa (per autorimesse, cantine ed altri accessori per la residenza) di almeno 30 mq; è consentito ricavare unità abitative di dimensioni fra loro diverse e anche inferiori a 120 mq di SU, purché la media tra le SU realizzate sia pari o superiore a 120 mq.

2. Funzioni terziarie e ricreative 3. Funzioni ristorative, pubblici esercizi 4. Studi professionali

7. Il RUE definisce la tipologia degli interventi rivolti al servizio all'Imprenditore Agricolo Professionale e della sua azienda; inoltre il RUE definisce le modalità di intervento sul patrimonio edilizio non più rurale, distinguendo gli interventi sugli elementi e complessi di valore storico, architettonico, culturale e testimoniale e la relativa disciplina degli usi.

L'alternativa 2 di localizzare il terminal in corrispondenza di un'area a Castel Maggiore presenta le seguenti caratteristiche:



- **localizzazione:** l'area corrisponde ad un'ampia area agricola nel Comune di Castel Maggiore, sita fra la linea ferroviaria ed il Canale Navile. Le dimensioni dell'area permettono di escludere dall'area di intervento aree in prossimità del Canale Navile e di realizzare il terminal nella porzione più ad ovest lungo la linea ferroviaria;
- **superficie territoriale a disposizione:** l'area libera è di circa 140.000 mq. Pertanto, può essere individuata un'area delle dimensioni necessarie alle esigenze progettuali, ovvero circa 35.000 mq;
- **distanza dalla linea della tranvia:** l'area si collocherebbe in collegamento diretto alla nuova linea tranviaria;
- **consumo di suolo:** l'area è inserita dal PSC nell'ambito agricolo periurbano della conurbazione bolognese, per il quale la pianificazione persegue il mantenimento della conduzione agricola dei fondi, e la promozione di attività integrative del reddito degli operatori agricoli dirette. La trasformazione determina variante allo strumento urbanistico;
- **opportunità della trasformazione in relazione al contesto:** la scelta di localizzazione del terminal dei mezzi al capolinea della tranvia risponde all'obiettivo di riorganizzazione complessiva del TPL. Il progetto di terminal del TPL, all'esterno di un tessuto urbano residenziale (quartiere Corticella di Bologna) e in vicinanza all'area produttiva-artigianale del Comune di Castel Maggiore può promuovere l'accessibilità alla zona artigianale di Castel Maggiore;
- **accessibilità veicolare:** si accede all'area da via g. Di Vittorio, viabilità extraurbana secondaria di livello provinciale. Tale localizzazione permette di evitare traffico veicolare diretto al parcheggio scambiatore all'interno del tessuto residenziale;
- **intermodalità:** il progetto stesso proposto è volto alla promozione dell'intermodalità fra le diverse forme di mobilità (tram, bus, auto, bici, pedoni). Si potrebbe promuovere l'accesso alla ciclovia esistente ad ovest del Canale Navile;
- **vincoli:** l'analisi della tavola dei vincoli del PSC individua i vincoli e le prescrizioni che precludono, limitano o condizionano l'uso o la trasformazione del territorio. Nell'area di circa 35.000 mq individuata lungo la linea ferroviaria gli unici vincoli sono:

- fasce di rispetto ferroviario;
- **sensibilità paesaggistica del sito:** concentrando l'area di intervento lungo la linea ferroviaria all'area può essere attribuito un valore paesaggistico "medio":
  - valutazione morfologico strutturale: la macroarea presenta caratteri e livello di naturalità nella porzione ad est lungo il Canale Navile che rimarrà esterna all'area di intervento;
  - valutazione vedutistica: l'area ha un elevato livello di visibilità dalla linea ferroviaria;
  - valutazione simbolica: il valore simbolico attribuibile all'area è basso.

#### 2.4.2.3 Valutazione delle alternative

La tabella di seguito riportata sinteticamente quanto analizzato nei paragrafi precedenti, evidenziando come l'alternativa 2 nel Comune di Castel Maggiore sia l'unica compatibile con le esigenze progettuali ed il contesto territoriale.

	Alternativa 1 - Aree libere intercluse nel tessuto urbano residenziale del quartiere Corticella nel Comune di Bologna	Alternativa 2 - Area libera nel Comune di Castel Maggiore
Localizzazione	Uniche due aree libere nel tessuto urbano residenziale di Corticella.	Area agricola nel Comune di Castel Maggiore lungo la linea ferroviaria
Superficie territoriale	La prima area di 22.000 mq si trova a nord di via W. Shakespeare, mentre la seconda area di circa 11.000 mq ad ovest di via Bentini. Le dimensioni complessive delle due aree non soddisfano a pieno le esigenze progettuali	Macroarea a disposizione di circa 140.000 mq che permette diverse soluzioni progettuali: l'area necessaria alle esigenze progettuali, di circa 35.000 mq, può essere individuata lungo la linea ferroviaria esistente
Distanza dalla linea tranviaria	Per collegare le due aree sarebbe necessario un sovrappasso pedonale di circa 150 m su via Shakespeare: tale soluzione è l'unica percorribile per garantire un collegamento in sicurezza fra le due aree, seppur vada attentamente progettata per evitare problemi di degrado nelle ore notturne e agevolare il percorso alle diverse categorie di pedoni (anziani, disabili, bambini).	In collegamento diretto alla fermata capolinea della linea tranviaria.
Nuove opportunità generate dalla trasformazione	Il PTM inserisce l'area fra le fasce perfluviali di pianura e le limitazioni	Il progetto di terminal del TPL, in vicinanza all'area produttiva-artigianale del Comune

	Alternativa 1 - Aree libere intercluse nel tessuto urbano residenziale del quartiere Corticella nel Comune di Bologna	Alternativa 2 - Area libera nel Comune di Castel Maggiore
	per gli interventi all'esterno del tessuto urbanizzato.	di Castel Maggiore può promuovere l'accessibilità a tale area. Per la fruibilità del territorio, si potrebbe promuovere la ciclovia esistente ad ovest del Canale Navile attraversamento collegamento ciclabile dal capolinea.
Consumo di suolo	Sì	Sì
Accessibilità veicolare	L'area ha un elevato livello di accessibilità veicolare trovandosi in corrispondenza dell'intersezione fra via Bentini e via W. Shakespeare, classificate dal PUMS come "principali strade urbane"	Elevata: si accede all'area da via G. Di Vittorio, viabilità extraurbana secondaria di livello provinciale. Tale localizzazione permette di evitare traffico veicolare da/per parcheggio scambiatore all'interno di tessuto residenziale.
Intermodalità	Il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) individua in questa zona un centro di mobilità urbano	Il progetto stesso proposto è volto alla promozione dell'intermodalità fra le diverse forme di mobilità (tram, bus, auto, bici, pedoni). Si potrebbe promuovere l'accesso alla ciclovia esistente ad ovest del Canale Navile.
Vincoli	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fascia di inedificabilità del depuratore;</li> <li>- fascia di tutela fluviale legata al rischio di esondazione;</li> <li>- fascia di vincolo paesaggistico del Canale Navile.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fascia di rispetto ferroviario</li> </ul>
Sensibilità paesaggistica del sito di intervento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- alta, in considerazione della vicinanza al Canale Navile e all'inserimento nel tessuto urbano del quartiere Corticella</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- media, in considerazione della possibilità di mantenere l'intervento a distanza dal Canale Navile.</li> </ul>

## 2.5 DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO

Il tracciato della Direttrice Corticella-Castel Maggiore, lungo circa 6,2 km dalla direttrice di piazza dell'Unità al capolinea Nord situato al confine tra i Comuni di Bologna e Castel Maggiore, si sviluppa quasi interamente sull'asse sud-nord costituito da via Corticella prima e via Bentini per il tratto finale.

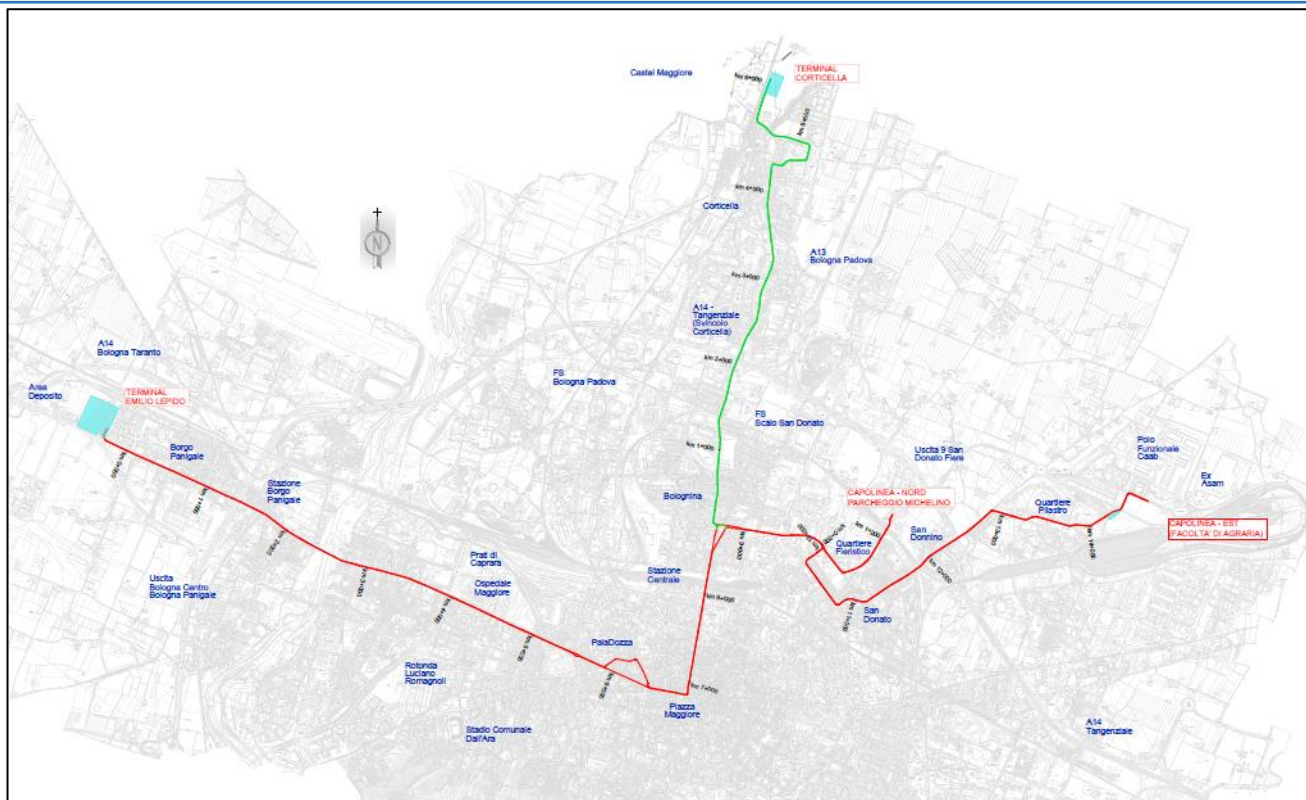


Figura 2-42 – Planimetria generale Linea rossa + Linea verde Direttrice nord per Corticella

All'intersezione tra via Bentini e via S. Anna, il tracciato devia verso Est per percorrere quest'ultima strada fino all'intersezione con via Byron: qui svolta sulla sinistra verso nord fino all'intersezione con via Shakespeare.

Successivamente la tranvia si colloca sul lato sud della strada con spostamento verso nord della viabilità esistente, e in questa configurazione arriva fino all'attuale intersezione semaforizzata con via Bentini.

Da qui, sempre sul lato sud della strada, il tracciato scavalca il Canale Navile utilizzando il ponte esistente (che andrà allargato per permettere il transito dei mezzi su gomma), per poi prendere quota sul margine della strada fino a raggiungere il piano dell'attuale fascio binari della stazione SFM di Corticella. Una curva a 90° destrorsa permette alla tranvia di posizionarsi parallelamente al fascio binari, occupando in un primo tratto un'area RFI attualmente dismessa, per poi



proseguire la sua corsa su una vasta area verde esterna all'area RFI e alle aree commerciali attualmente presenti ad est della sede ferroviaria.

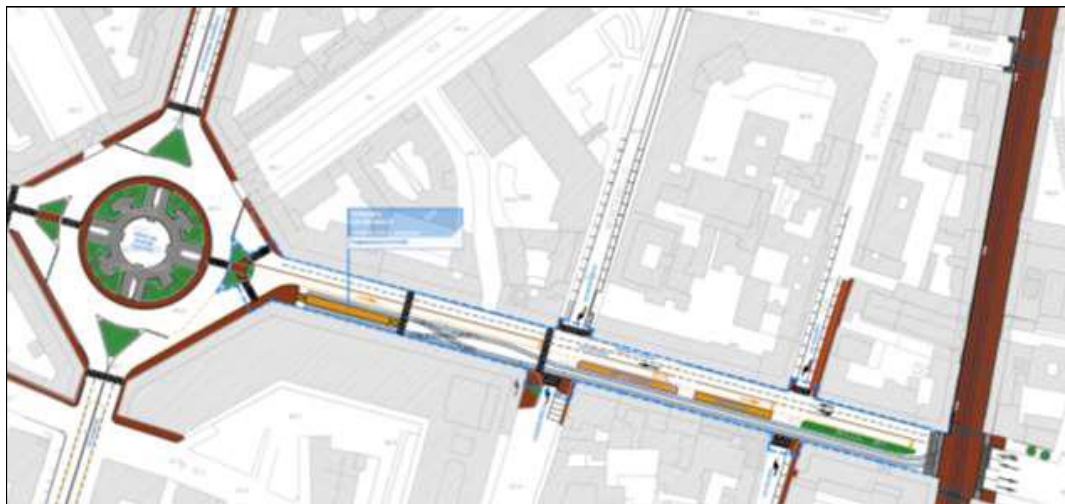
Il tracciato termina al capolinea collocato nella suddetta area verde in cui è stata prevista anche la realizzazione di un nodo di interscambio con i bus extraurbani e le auto private.

Nell'area è anche posizionata una piccola area per il ricovero notturno delle vetture (quattro stalli paralleli) con un fabbricato di dimensioni ridotte necessarie per le attività di piccola manutenzione da effettuare sui veicoli in sosta.

Lungo il tracciato da Piazza dell'Unità al Capolinea Corticella sono ubicate 13 fermate, ad un interasse massimo di 500 m, tranne che nel tratto di attraversamento dello svincolo della tangenziale di Bologna lungo via Corticella che rende impossibile la collocazione di fermate nel rispetto della distanza sopra riportata.

L'intervento sopra rappresentato si completa con la realizzazione di un capolinea provvisorio collocato a Via dei Mille, poco prima di Piazza dei Martiri, nel centro della città di Bologna, che garantisca la possibilità di avere un servizio tranviario funzionale che utilizzi in parte i binari realizzati per la linea Rossa (lungo via Matteotti e via Indipendenza), senza influenzare negativamente il corretto svolgimento del servizio lungo l'infrastruttura.

Il suddetto capolinea diventerà, quando la seconda linea sarà completata, una semplice fermata intermedia dell'itinerario più lungo che collegherà il capolinea nord di Corticella/Castel Maggiore con il futuro capolinea da posizionare nel quadrante sud-ovest della città, punto terminale della seconda linea.



*Figura 2-43 – Capolinea Sud “Via dei Mille”*

Come rappresentato nell'immagine sopra riportata, il capolinea sarà costituito da una fermata a banchina centrale collocata sul lato sud-ovest della strada. Essa sarà preceduta da una comunicazione “a croce” che permetterà lo svolgimento del servizio di attestamento e ripartenza delle vetture che arrivano da nord o che dovranno dirigersi verso Castel Maggiore.

Alla fine della comunicazione, procedendo verso est, l'interasse tra i binari si restringerà, limitando l'intervento al lato sud della strada esistente, e in questa posizione proseguirà fino al collegamento con i binari della linea Rossa posizionati su via Indipendenza, collegamento che avverrà con la futura collocazione di due scambi semplici a servizio dei due binari di corsa.

La sede transitabile dalle vetture su gomma verrà spostata sul limite nord della strada, senza precludere il mantenimento delle fermate del Crealis già oggi realizzate, che garantiranno anzi un punto di interscambio modale tra i due sistemi di trasporto di massa.

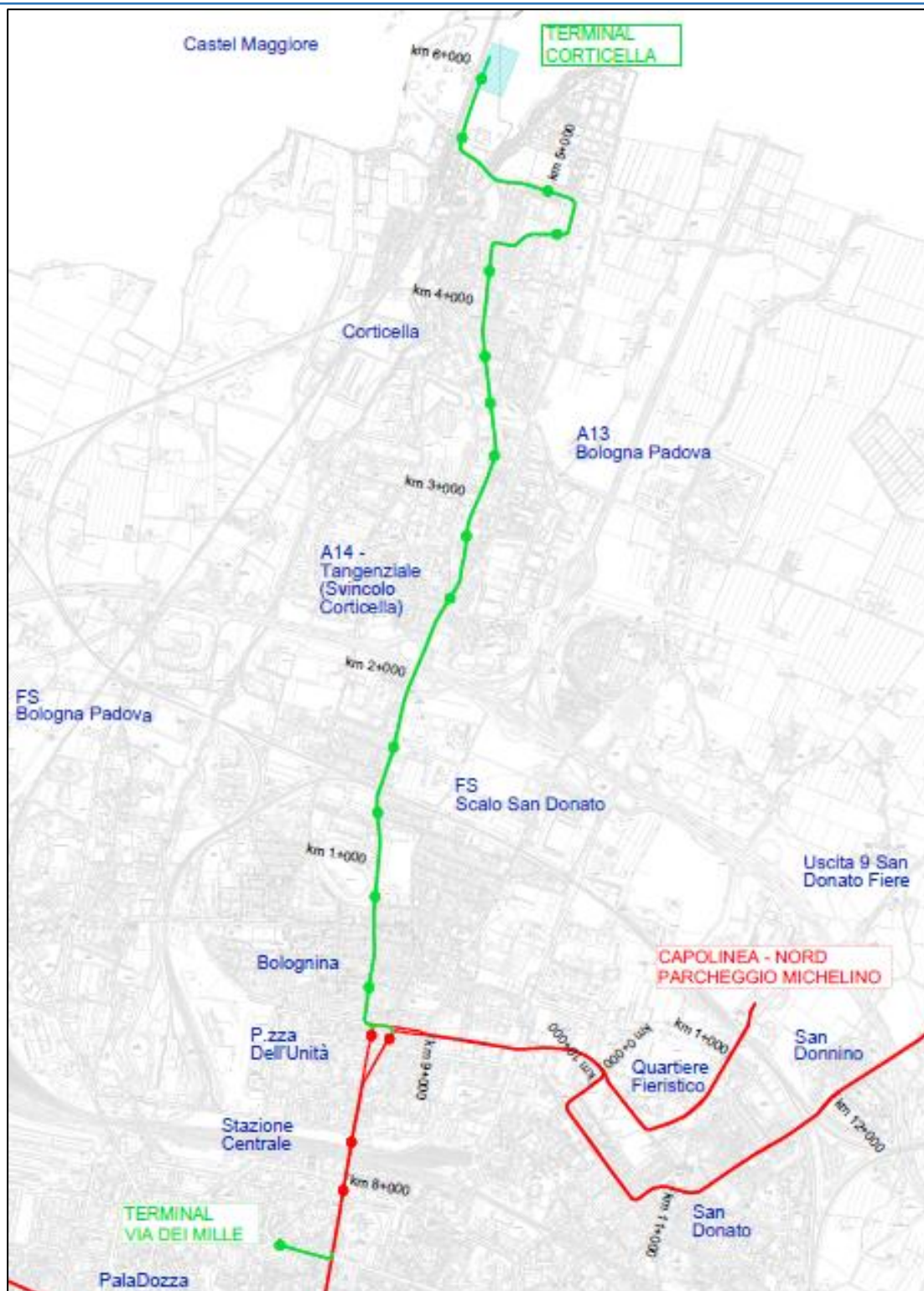


Figura 2-44 –Linea verde - Direttrice nord per Corticella (in verde) con individuazione delle fermate

L'inserimento della linea non sarà sempre omogeneo per l'intero sviluppo del tracciato: lungo il primo tratto compreso tra P.zza dell'Unità e via Bartolomeo Passarotti, in prossimità dell'ippodromo di Arcoveggio, la linea si colloca sul lato ovest della sezione stradale, in sostituzione della attuale corsia riservata destinata al transito verso nord dei mezzi pubblici su gomma.

Il traffico privato, come oggi, sarà garantito solo per chi dalla parte nord si dirige verso il centro città.

Superata via Passarotti la sezione stradale si allarga, e permette lo spostamento della sede tranviaria riservata al centro del corridoio infrastrutturale, con la previsione di una carreggiata per parte destinata alla circolazione dei mezzi privati in entrambi i sensi di marcia.

A seconda degli ambiti attraversati le corsie saranno delimitate lateralmente o da stalli di parcheggio o da corsie unidirezionali destinate alla movimentazione ciclabile longitudinale.

Con questa configurazione si arriva fino a via Giuriolo, poco prima dello svincolo esistente con la Tangenziale di Bologna che sovrappassa via Corticella.

Questo nodo infrastrutturale merita un approfondimento perché oggetto non solo delle modifiche legate al tram, ma anche ai lavori di ammodernamento dello svincolo suddetto.

Il progetto del nuovo Passante prevede infatti il rifacimento dello svincolo, seppur nel mantenimento della configurazione attuale con la doppia rotatoria su via Corticella.

Il progetto del Passante prevede un leggero disassamento delle rotatorie e la ridefinizione dei rami di ingresso e uscita, nonché l'allargamento del sottovia esistente, in modo da poter ricavare una carreggiata con due corsie per senso di marcia nel tratto di collegamento tra le due rotatorie. In questa configurazione va inserita la tranvia.

Come indicato al paragrafo precedente, l'idea di partenza è stata di inserire l'infrastruttura sempre in posizione centrale tagliando al centro le due rotatorie. Tuttavia, man mano che si approfondiva lo studio, ci si è resi conto che questo avrebbe comportato soggezioni sia al



traffico privato interessato dalla presenza dello svincolo, sia al tram che avrebbe dovuto inserirsi in un ambito già altamente congestionato.

La configurazione risultata ottimale prevede la realizzazione di un sottopasso ad esclusivo utilizzo del tram: la rampa di ingresso inizia subito dopo l'intersezione con via Giuriolo e finisce poco prima della rotatoria sud.

Da qui inizia il sottopasso vero e proprio, lungo ca. 415 m, che sottoattraversa le rotatorie e il tratto di collegamento e si inserisce in asse al sottopasso stradale oggetto di allargamento. Superata la seconda rotatoria, una rampa di uscita lunga ca. 130 m permette alla linea tranviaria di riacquistare quota e raggiungere il piano stradale esistente poco prima dell'intersezione con via della Croce.



Figura 2-45 – Nuova configurazione svincolo Passante Tangenziale di Bologna (rosso) su via Corticella e nuova sottovia tranviaria

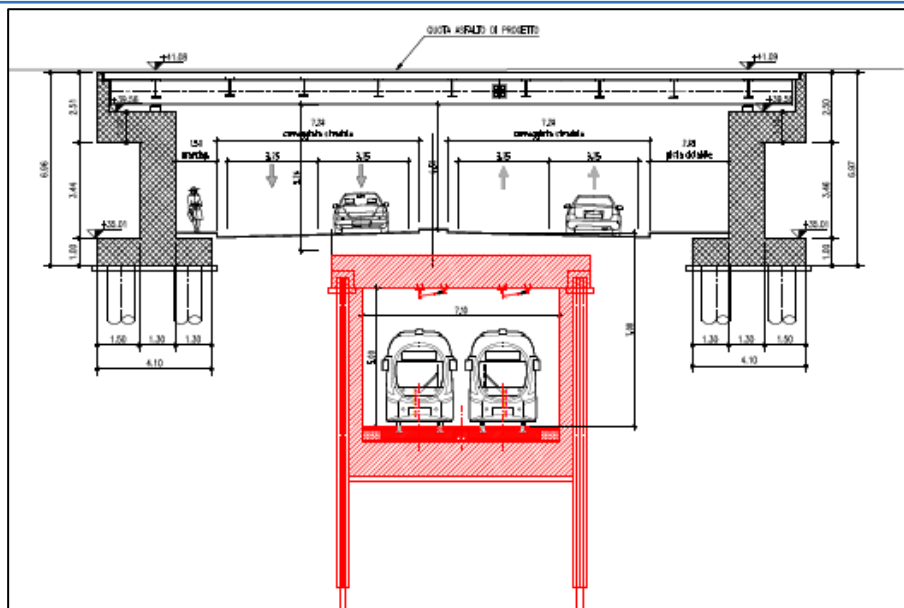


Figura 2-46 – Sezione sottopasso tranviario svincolo Passante

Superata la zona di svincolo, la linea, sempre al centro della sezione stradale, arriva all'intersezione tra via Corticella e via Stendhal, dove è prevista la riconfigurazione della rotonda esistente.

Da qui la tranvia devia sulla sinistra per continuare su via Corticella, collocata sul lato occidentale della sezione stradale; la sezione di progetto è completata da una corsia per il traffico privato che corre parallelamente al tram sul lato destro, e due corsie monodirezionali destinate alla circolazione delle biciclette nelle due direzioni.

In questa configurazione la linea procede verso nord per ca. 1 km, fino all'intersezione tra via Corticella, via Bentini e via Lipparini.

Proseguendo su via Bentini, collocata sempre sul lato sinistro, con la viabilità privata direzione nord che le corre parallela sulla destra, la tranvia arriva fino all'intersezione con via S. Anna.

La previsione del PUMS prevede l'attestamento della presente direttrice davanti alla stazione SFM di Corticella: tuttavia la presenza del ponte sul Canale Navile di ridotte dimensioni e soggetto a vincoli storici molto stringenti, nonché le dimensioni esigue della viabilità di accesso

al piazzale di stazione, hanno consigliato di seguire un itinerario differente che si sviluppa nell'area diametralmente opposta rispetto alla suddetta stazione.

Il tram quindi devia sulla destra per percorrere via S. Anna prima e via Byron dopo, fino all'intersezione con via Shakespeare.

Lungo questo tratto tuttavia, la ridotta dimensione della sezione stradale esistente e il livello estremamente locale delle suddette viabilità, hanno consigliato l'adozione di una carreggiata a doppio senso di marcia promiscua per il transito congiunto di tranvia e mezzi privati: i binari vengono collocati al centro delle esistenti corsie.

Da un punto di vista circolatorio, chi prima arriva occupa il tratto di strada e procede lungo l'itinerario: il mezzo che lo segue, sia esso autovettura o tram, si accoda e segue la marcia del precedente, senza preferenziazione alcuna da parte del mezzo tranviario.

All'intersezione con via Shakespeare il tram si colloca lungo il marciapiede meridionale della strada con la traslazione verso nord della viabilità che oggi permette il collegamento da e per le aree abitative a nord della città di Bologna.

Sempre in questa posizione, il tracciato supera l'intersezione con via Bentini, attraversa il ponte esistente sul fiume Navile e lungo una rampa tra muri in cemento armato di nuova realizzazione, raggiunge il sedime ferroviario in prossimità del piazzale di stazione SFM.

Qui attraverso una curva destrorsa a 90° occupa un'area attualmente dismessa, si posiziona parallelamente al muro di delimitazione dell'area ferroviaria e, proseguendo verso nord, si dirige verso il capolinea collocato ubicato in una vasta area verde collocata tra il sedime ferroviario e il Canale Navile, nel Comune di Castel Maggiore.

Qui oltre al capolinea, è stato previsto un nodo di interscambio modale, con la realizzazione di un parcheggio per le auto private e un attestamento con 10 stalli per i bus extraurbani.

A completare l'area un piccolo ricovero per le vetture con locale di servizio per le prime attività di manutenzioni sulle vetture in ricovero.

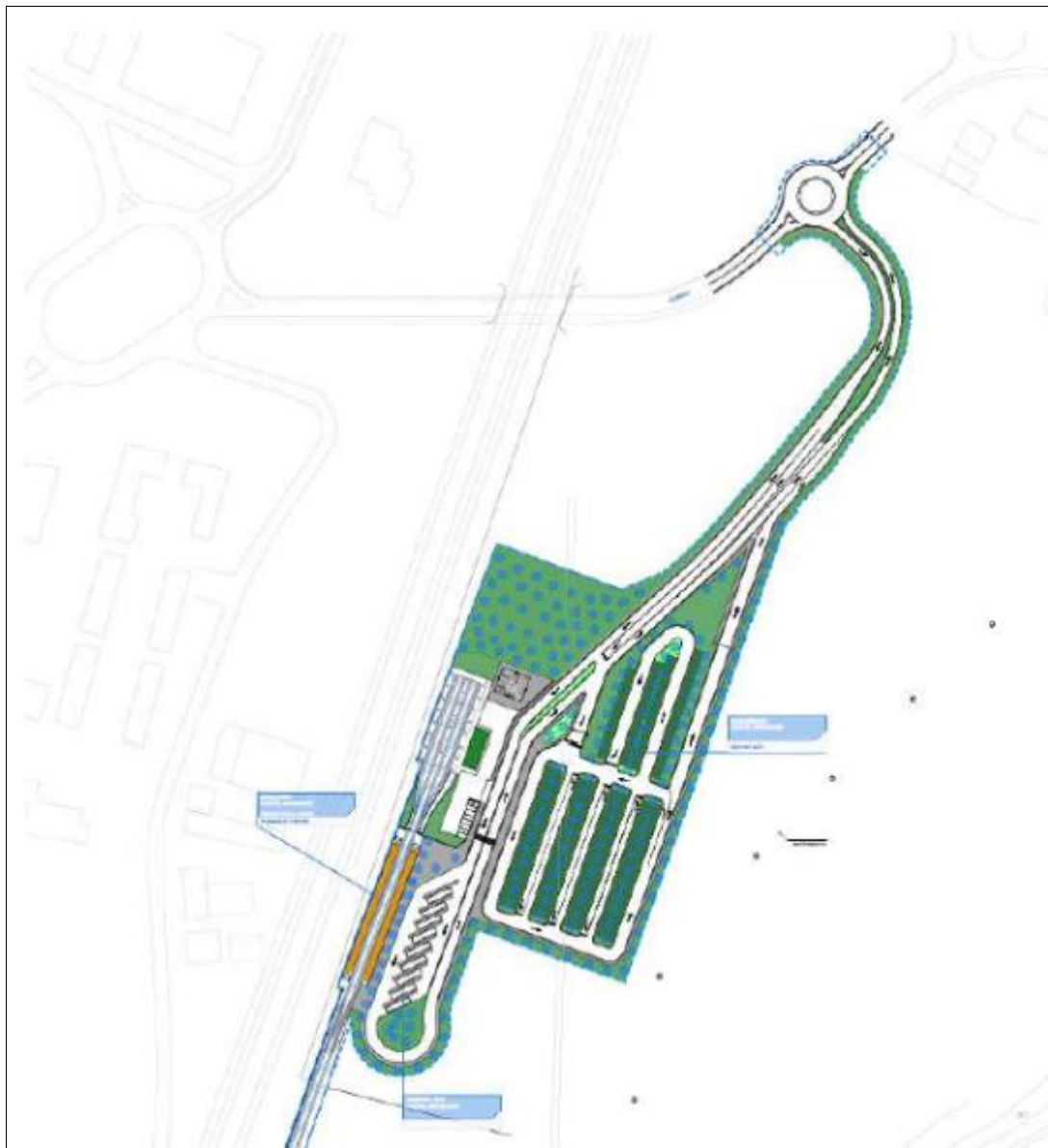


Figura 2-47 – Capolinea Castel Maggiore e area di interscambio

Come già indicato al paragrafo precedente, l'intervento prevede come altra opera infrastrutturale di primaria importanza la realizzazione di un sottovia stradale collocato lungo l'asse costituito da via Ferrarese/via Mazza/Piazza dell'Unità/Via Bolognese.

Si tratta di un sottovia ad esclusivo utilizzo dei mezzi su gomma, monodirezionale con due corsie di marcia.



La soluzione del sottopasso proposta in progetto è l'alternativa cosiddetta "corta" dell'opera di sottoattraversamento: la soluzione è così individuata in quanto durante lo sviluppo della progettazione è stata presa in considerazione anche una alternativa (sottopasso "lungo"). Le due soluzioni sono state comparate da un punto di vista di inserimento urbanistico, trasportistico ed economico: se chiaramente la soluzione "lunga" risultava essere meno impattante soprattutto per la possibilità di mantenere la grande area a verde al centro di via Ferrarese, da un punto di vista trasportistico ed economico, tale soluzione risultava essere maggiormente penalizzante rispetto alla alternativa "corta" del sottopasso.

## 2.6 ELENCO DELLE OPERE

L'intervento prevede le seguenti realizzazioni infrastrutturali:

n°	Identificazione	Breve nota descrittiva
1	Sottovia Via Mazza	Realizzazione di sottovia in Ferrarese/Via Mazza
2	Parcheggio Via Sario Bassanelli	Spazio di sosta costituito da n. 192 stalli dei quali n. 5 riservati a disabili
3	SSE.1	Sottostazione elettrica fuori terra
4	Sottoattraversamento Ferrovia	Realizzazione del nuovo sotto-attraversamento a doppio fornice lungo via Corticella, in sostituzione dell'attuale sottovia a luce singola
5	Nuova opera di sottoattraversamento lungo via Corticella in corrispondenza svincolo con Tangenziale	Nuovo sottovia ad esclusivo uso della tranvia lungo Via di Corticella lungo complessivamente (rampe comprese) poco più di 670 m
6	SSE.2	Sottostazione elettrica interrata
7	Allargamento ponte sul Canale Navile	Allargamento ponte esistente sul Canale Navile per ampliamento sede stradale lungo via Shakespeare
8	Rampa in c.a. lungo via Shakespeare	Realizzazione rampa tra muri in c.a. per permettere alla sede tramviaria di passare della quota della viabilità esistente alla quota del sedime ferroviario in prossimità della stazione SFM di Corticella
9	Allungamento sottovia esistente	Allungamento del sottopasso esistente che permette a via Shakespeare di sottopassare la linea ferroviaria esistente in prossimità della stazione SFM di Corticella

n°	Identificazione	Breve nota descrittiva
10	SSE.3	Sottostazione elettrica fuori terra
11	Capolinea nord	Nell'intorno dell'area del capolinea, al fine di assolvere ad una funzione di interscambio multimodale e quindi consentire ai fruitori del servizio di lasciare il mezzo di partenza e dirigersi verso il centro della città utilizzando la nuova infrastruttura tranviaria, si prevede uno spazio di sosta costituito da n. 332 stalli per le auto private. Il settore meridionale dell'area ospiterà invece il terminal per linee extraurbane, con possibilità di alloggiamenti di n. 12 (2 fronte terminal + 10 stalli veicoli).

## 2.7 CAPOLINEA CORTICELLA

Nel deposito ubicato in corrispondenza del capolinea "Corticella" si svolgeranno attività manutentive secondarie, come il lavaggio delle parti esterne dei veicoli e la pulizia degli interni, oltre chiaramente al ricovero protetto del materiale rotabile: i veicoli che dovranno sottoporsi a revisione e manutenzione programmata verranno ricondotti al deposito-officina principale della linea Rossa collocato a Borgo Panigale.

All'interno di tale area sono previsti i seguenti edifici/aree funzionali:

- o Rimessa tram (D15): la rimessa coperta occupa una superficie di circa 1.100 mq: le attività di pulizia giornaliera manuale dei veicoli verrà effettuata durante le ore notturne a fine servizio. Sono previste banchinette di accesso ai veicoli che servono i binari esterni: i punti di alimentazione elettrica e di approvvigionamento idrico saranno distanziati lungo le banchinette in modo tale che la lunghezza dei cavi e dei tubi non superi i 15 metri. L'illuminazione di stazionamento deve consentire uno spostamento sicuro del personale e l'esecuzione delle attività di pulizia anche quando il veicolo è in arresto. Gli scarichi grigliati saranno collegati con la rete di drenaggio per garantire il drenaggio dell'acqua piovana nell'area di sosta. Il tipo di pavimentazione superficiale consente ai conducenti ed al personale addetto alle pulizie di accedere facilmente ai veicoli e di spostare agevolmente le diverse attrezzature mobili utilizzate;

- o Edificio tecnico di servizio (D14). Il fabbricato presenta una dimensione di circa 150mq ed è suddiviso in:
  - magazzino di stoccaggio dei prodotti e delle attrezzature per la pulizia (circa 32mq);
  - locale dedicato alla cabina elettrica per l'alimentazione del deposito;
  - locale destinato a posto di sorveglianza, in cui si controllerà, identificherà e registrerà l'entrata e l'uscita dei veicoli stradali e dei pedoni. Dovrà quindi essere dotato di monitor video con sistema di commutazione per le diverse telecamere posizionate attorno al deposito, centrale telefonica per le comunicazioni interne ed esterne, centrale di ricezione dei sistemi di allarme del deposito, sistema di telecomando dei cancelli, servizi igienici riservati al personale addetto
  - servizio igienico accessibile dall'esterno.

Il deposito è dotato di un parcheggio per il personale e per i visitatori localizzato all'interno del perimetro sorvegliato la cui capacità massima prevista è di circa 8 veicoli.

## 2.8 MANUFATTI

Nel seguito si descrivono i principali manufatti che caratterizzano l'opera in oggetto.

### 2.8.1 BANCHINE DI FERMATA

Il progetto distingue due tipologie di fermata – centrale e laterale – che si adattano di volta in volta alle sistemazioni urbanistiche di linea in modo da integrarsi, al meglio, con il contesto urbano toccato.

### 2.8.2 BANCHINA CENTRALE

La banchina presenta una larghezza di 3,5 m ed una lunghezza di 44 m, cui si aggiungono le due rampe di testa aventi, ciascuna, uno sviluppo di 4 metri ed un fronte di attacco di 2,90 m; essa presenta il doppio accosto per permettere la fermata di una vettura per ogni lato in contemporanea.

### 2.8.3 BANCHINA LATERALE

La banchina presenta una larghezza di 2,5 m ed una lunghezza di 44 m, cui si aggiungono le due rampe di testa aventi, ognuna uno sviluppo di 4 metri.

### 2.8.4 FINITURE

La pavimentazione prevista è in granito “crescentone” con lastre tagliate a filo sega e poste a correre per la dimensione maggiore della banchina; i cigli saranno dello stesso granito con lavorazione a bocciarda per massimizzare la visibilità dei salti di quota; i sistemi di orientamento LOGES saranno, invece, in pietra artificiale con colorazione a contrasto chiaro/scuro rispetto alla pavimentazione di banchina.

Sul bordo delle banchine, lato strada carrabile, invece, si prevede l'installazione di una ringhiera metallica preverniciata dello stesso colore delle pensiline e degli elementi informativi.

Sul bordo delle banchine, lato binario, si prevede l'installazione di segnapasso da incasso a luce radente in modo da aumentare la segnalazione visiva del dislivello.

### 2.8.5 LA PENSILINA

Il progetto per la pensilina del Tram di Bologna trova nel dialogo continuo tra storia e contemporaneità il proprio humus di coltura; il percorso su cui si articola il tracciato della rete tranviaria lega tessuti diversi sia per urbanizzazione, contesto, vocazioni, architettura e storia; il design della fermata nella forma e nelle cromie tende ad un dialogo neutro mantenendo un carattere distintivo forte e adattabile alle quinte di una città mutevole. Il concept architettonico delle fermate è stato definito attraverso l'identificazione di elementi riconoscibili e adattabili ai differenti quadri di riferimento prestazionale. Questi elementi sono declinati da una cornice in ferro che contiene le sedute e due totem ove trovano alloggio gli apparati tecnologici.

La semplicità del disegno è dettata dalla relazione che si vuole intraprendere tra i fruitori del servizio tranviario e la Città di Bologna, caratterizzata da elementi tipologici come il “Porticato”, che restituisce una visione di domesticità urbana unica; a questa apparente semplicità fa da contraltare la ricerca attenta dei materiali e delle proporzioni architettoniche, votate a creare



un luogo d'attesa capace di innescare meccanismi di riconoscibilità e valorizzazione, oltre a quelli intrinseci delle infrastrutture urbane: sicurezza, riconoscibilità, accessibilità.

La "Pensilina" è declinata attraverso una cornice lunga 12,80 m e alta 3,80 m., utile a coprire i varchi di accesso al mezzo tranviario; la stessa contiene un piano in legno che funge da seduta continua; anche la copertura rispecchia la volontà di non inficiare il gesto delimitatore della cornice, lastre di vetro laminato sono fissati all'intradosso della cornice attraverso un sistema di ancoraggio che, sempre nella misura del gesto, garantisce una unicità materica e una pulizia del disegno. L'illuminazione è data da un unico sistema lineare, posto ad un'altezza calibrata secondo un'accortezza di carattere non solo illuminotecnico, posta dentro la cornice orientando la luce verso il basso, coinvolgendo direttamente le persone in attesa e il piano in legno.

I materiali della cornice sono costituiti da ferro, legno e vetro; la struttura prevista è in tubolare di ferro pressopiegato-saldato, lucidato e verniciato con una finitura colore canna di fucile, per tutta la sua estensione. La cornice, come i due Totem, avranno un basamento leggermente incassato [2 cm] utile a far percepire come indipendenti gli elementi dalla banchina.

Gli altri due elementi caratterizzanti le fermate sono i due Totem, veri e propri contenitori tecnologici. Il bisogno di questi elementi in banchina è funzionale al buon utilizzo del sistema TPL in generale ed hanno la capacità accentratrice di servizi [hub-urbano].

Essi si contraddistinguono per altezze e funzioni distinte: Il primo Totem ha un'altezza di 3.42 m. dotato di copertura vetrata, contenente oltre ai locali tecnici (centraline/server accessibili dal retro) le informazioni sulle mappe della città e del trasporto pubblico, della fermata, e la macchina distributrice automatica. L'altro Totem alto 3 m. contiene il display informativo in alto, con le info relative ai tempi di attesa e comunicazioni, una telecamera di sorveglianza, diffusore acustico, telefono di emergenza, defibrillatore automatico e locali tecnici contenenti quadri elettrici, sistemi gps e wi-fi.

## 2.9 ACCESSIBILITÀ

Le fermate saranno accessibili in tutta la loro estensione ai disabili (in osservanza degli standard oggi vigenti) come di seguito specificato:

- rampe per disabili: tutte le banchine di fermata sono provviste di apposite rampe, poste sulle testate in corrispondenza degli attraversamenti pedonali, di lunghezza massima di 5 metri e dislivello 30 cm per una pendenza massima del 6%;
- pavimentazione Loges: tutte le banchine sono dotate di pavimentazione speciale per ipovedenti/non vedenti costituita da segnali di direzione rettilinea su tutte le rampe di accesso; segnali di attenzione/servizio in corrispondenza di pannelli informativi, biglietterie/obliteratrici, rampe di accesso; attenzione/pericolo sui bordi di banchina; tali pavimentazioni verranno inserite, inoltre, su tutti gli attraversamenti pedonali collegati alle fermate;
- mappe tattili per non vedenti (una per ogni fermata) con rappresentazione (in analogia a quanto viene realizzato nelle stazioni ferroviarie) della posizione dei punti di incarrozzamento, delle rampe e degli attraversamenti;
- impianti semaforici a chiamata in prossimità delle fermate, completi di segnalazione acustica per non vedenti e countdown, al fine di rendere sicuro l'attraversamento all'utente che deve raggiungere la fermata.

## 2.10 PRIME INDICAZIONI SULLA CANTIERIZZAZIONE

Nel progetto della cantierizzazione (allegato allo Studio di Prefattibilità Tecnica ed Economica) sono state individuate le fasi esecutive dell'opera tenendo conto dei seguenti aspetti:

- attenzione agli inconvenienti riguardanti la penalizzazione del traffico esistente, in base al quale nella successiva fase progettuale dovrà essere redatto un apposito calendario dei lavori da rendere noto ai cittadini, per consentire la pianificazione del traffico gommato;
- individuazione delle aree di cantiere definita sulla base delle esigenze legate alle varie tipologie di opere, dell'esame dei collegamenti con la viabilità esistente e dell'accesso all'area logistica;
- utilizzo per la realizzazione dell'opera della sola viabilità esistente, escludendo l'apertura di nuove piste.

### 2.10.1 ORGANIZZAZIONE DEI CANTIERI

Affinché la cantierizzazione non abbia un impatto eccessivamente negativo sullo svolgimento delle attività presenti lungo le aree di cantiere e sui flussi di traffico, sia pedonale che veicolare, le lavorazioni saranno eseguite per fasi, sia in senso trasversale che in senso longitudinale, avendo l'accortezza di individuare percorsi viabilistici alternativi per sopperire alla chiusura delle aree interessate dalle lavorazioni.

Si ribadisce che, a causa dell'occupazione delle carreggiate stradali o del loro restringimento durante le lavorazioni, sarà necessario individuare viabilità alternative su cui deviare il traffico interessato dai lavori.

Le principali ipotesi che comunque dovranno essere prese in considerazione per la progettazione delle cantierizzazioni sono le seguenti:

- l'organizzazione dei cantieri in "aree di lavoro" differenziate per minimizzare l'impatto con il contesto di intervento;
- la previsione di aree di cantiere da adibire a deposito materiale, installazione baracche, parcheggio mezzi, ecc.

Nell'organizzazione di dettaglio dei cantieri e durante la realizzazione delle opere si dovrà comunque tener presente i seguenti condizionamenti:

- Garantire gli accessi ai passi carrai;
- Garantire gli accessi ai mezzi di emergenza;
- Garantire la viabilità trasversale al tracciato della linea tranviaria (le zone di lavoro dovranno essere interrotte in corrispondenza delle intersezioni laterali; il periodo di blocco di tali intersezioni dovrà essere limitato per il tempo strettamente necessario ai lavori);
- Garantire la realizzazione di itinerari alternativi per il traffico pubblico e privato in grado di garantire il più possibile livelli di sicurezza e livelli di prestazione analoghi a quelli originali;

- Evitare la sovrapposizione di cantieri di natura diversa da quelli strettamente legati alla realizzazione della tranvia;
- Organizzare, per quanto possibile, i diversi lotti in modo da avanzare secondo una logica di apertura e chiusura di piccoli cantieri anziché di apertura di grossi cantieri che coprano un'unica vasta zona;
- Garantire la movimentazione dei mezzi pesanti al di fuori degli orari di punta del traffico cittadino;
- Studiare la viabilità alternativa in funzione dell'entità del cantiere e tipologia dello stesso;
- Predisporre tutta la segnaletica orizzontale e verticale necessaria per la viabilità provvisoria; essa dovrà garantire condizioni di sicurezza, chiarezza e visibilità per il traffico pubblico e privato;
- Predisporre una campagna di informazione e di concentrazione tra tutte le organizzazioni coinvolte per quanto riguarda il traffico, la viabilità provvisoria, gli interventi sui sottoservizi, gli accessi carrai, l'accesso agli esercizi commerciali, ecc... (cittadini, esercenti commerciali, pubblici servizi, vigilanza urbana, organi comunali, ecc.).

### 2.10.2 MACROCANTIERI

La cantierizzazione della linea tranviaria di Bologna in base al tessuto urbano presente è stata concepita individuando 13 macrocantieri per alcuni dei quali sono state individuate diverse alternative come previsto nel progetto generale. I macrocantieri individuati sono:

- Macrocantiere A: Piazza dell'Unità – via Alfonso Lombardi;
- Macrocantiere B: via Alfonso Lombardi – via Sario Bassanelli;
- Macrocantiere C: via Sario Bassanelli – via di Saliceto;
- Macrocantiere D: via di Saliceto - via Fratelli Pinardi;
- Macrocantiere E: via Fratelli Pinardi – via Amedeo Lipparini;
- Macrocantiere F: via Amedeo Lipparini – via Moliere;
- Macrocantiere G: via Moliere – via Shakespeare;



- 
- Macrocantiere H: via Shakespeare – via Bentini (ponte sul canale Navile);
  - Macrocantiere I: via Bentini – Capolinea Castel Maggiore;
  - Macrocantieri M: Via dei Mille (incrocio via Indipendenza) – Capolinea via dei Mille;
  - Macrocantiere L: parcheggio e capolinea Castel Maggiore.

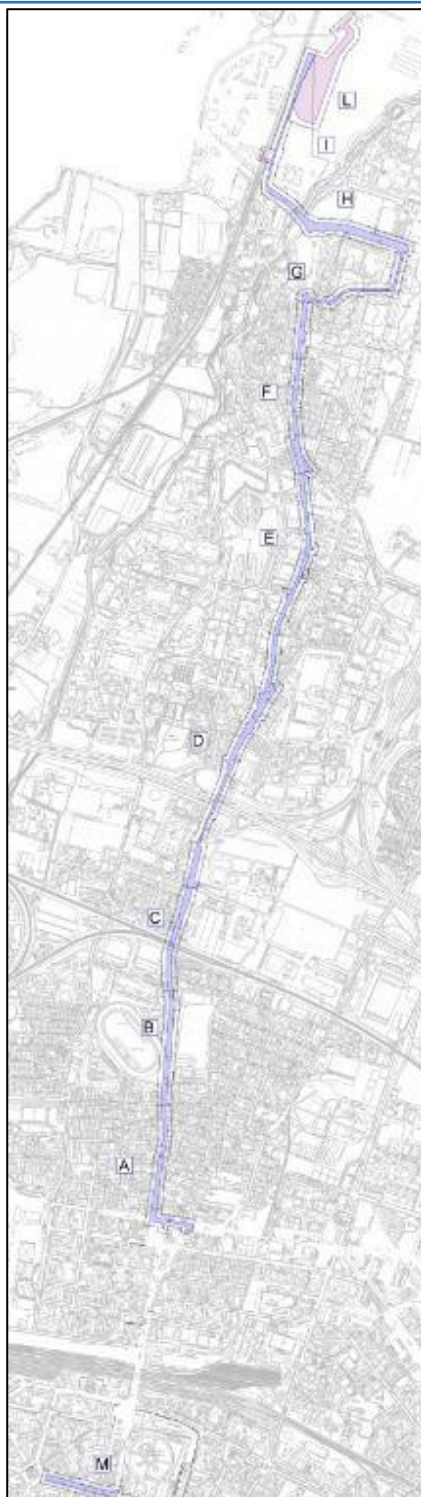


Figura 2-48 – Corografia dei macrocantieri

### 2.10.3 MICROCANTIERI

Visto i vicoli viabilistici presenti che determinano l'impossibilità di effettuare i lavori contemporaneamente e vista la necessità di minimizzare l'impatto con il contesto di intervento alcuni macrocantieri sopra citati sono stati divisi in aree di lavoro più piccole in cui le lavorazioni dovranno avvenire per fasi in concatenazione ad altre o in progressione sequenziale.

Nel dettaglio il Macrocantiere A è stato suddiviso nei cantieri:

- A1 di circa 177 m;
- A2 di circa 120 m;
- A3 di circa 276 m;
- A4 di circa 175 m.

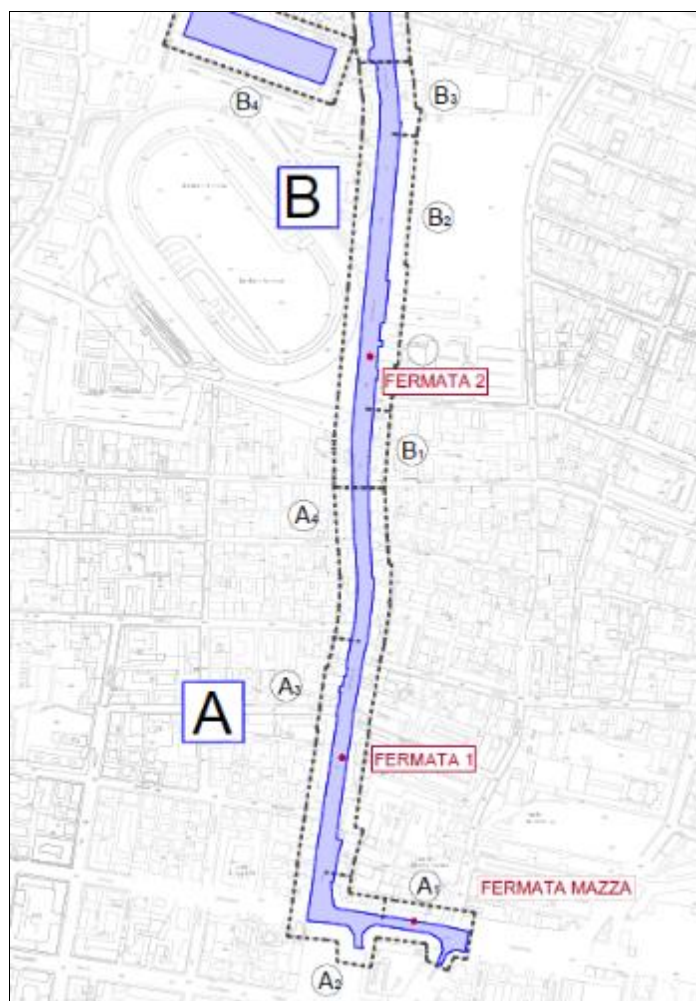


Figura 2-49 – Cantieri A, B

Il Macrocantiere B è stato suddiviso nei cantieri:

- B1 di circa 93 m;
- B2 di circa 322 m;
- B3 di circa 88 m.

Il Macrocantiere C è stato suddiviso nei cantieri:

- C1 di circa 278 m;
- C2 di circa 185 m.

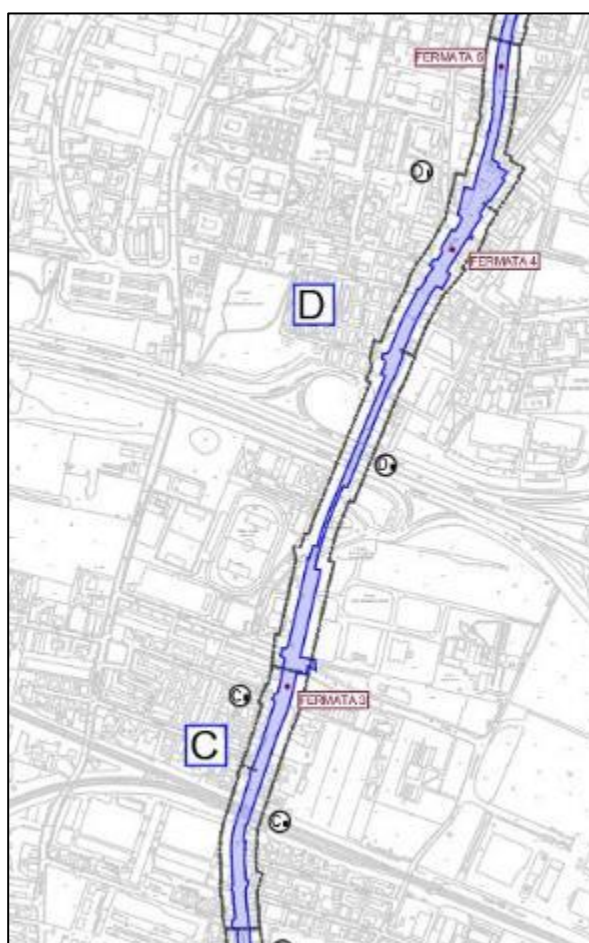


Figura 2-50 – Cantieri C e D

Il Macrocantiere D è stato suddiviso nei cantieri:

- D1 di circa 591 m;
- D2 di circa 395 m;



Il Macrocantiere E è stato suddiviso nei cantieri:

- E1 di circa 265 m;
- E2 di circa 200 m;
- E3 di circa 260 m;

Il Macrocantiere FB è stato suddiviso nei cantieri:

- F1 di circa 242 m;
- F2 di circa 120 m;
- F3 di circa 135 m;

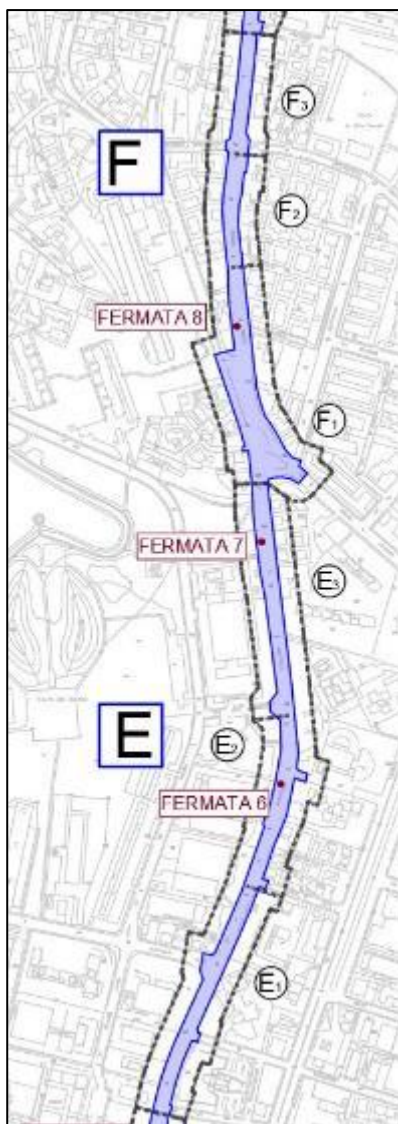


Figura 2-51 – Cantieri E e F

Il Macrocantiere G è stato suddiviso nei cantieri:

- o G1 di circa 245 m;
- o G2 di circa 125 m;
- o G3 di circa 267 m;
- o G4 di circa 195 m;

Il Macrocantiere H è stato suddiviso nei cantieri:

- o H1 di circa 167 m;
- o H2 di circa 155 m;
- o H3 di circa 210 m.

Il Macrocantiere IA è stato suddiviso nei cantieri:

- o I1 di circa 240 m;
- o I2 di circa 67 m;
- o I3 di circa 500 m.

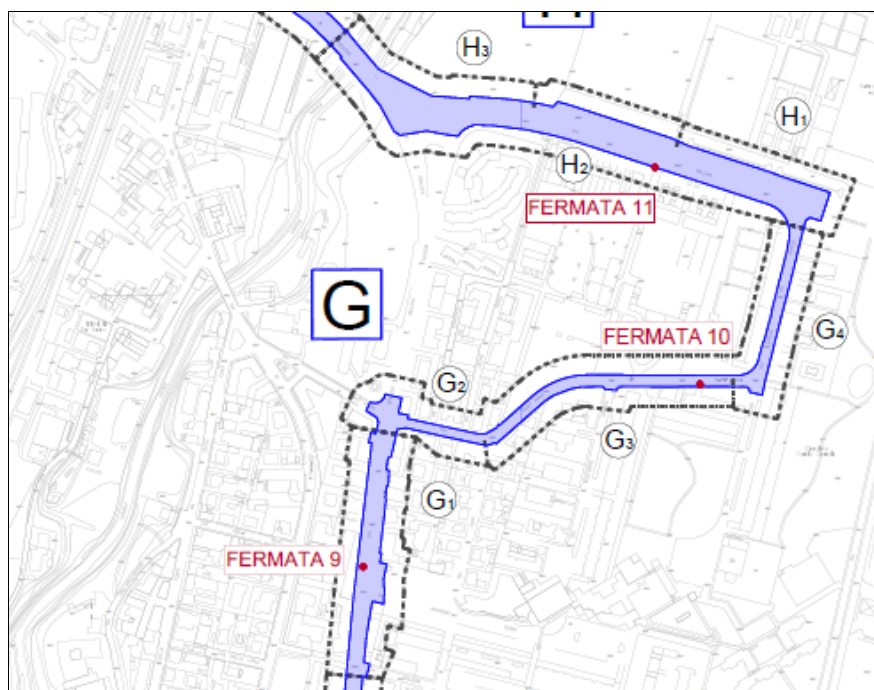


Figura 2-52 – Cantieri G e H

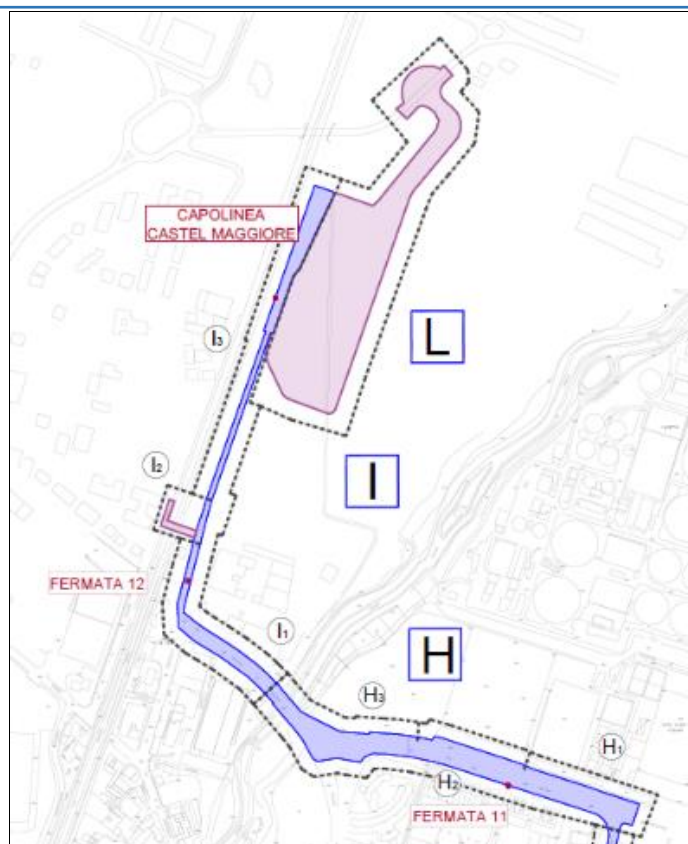


Figura 2-53 – Cantieri H, I e L

Il Macrocantiere M è stato suddiviso nei cantieri:

- M1 di circa 257 m;
- M2 di circa 130 m.

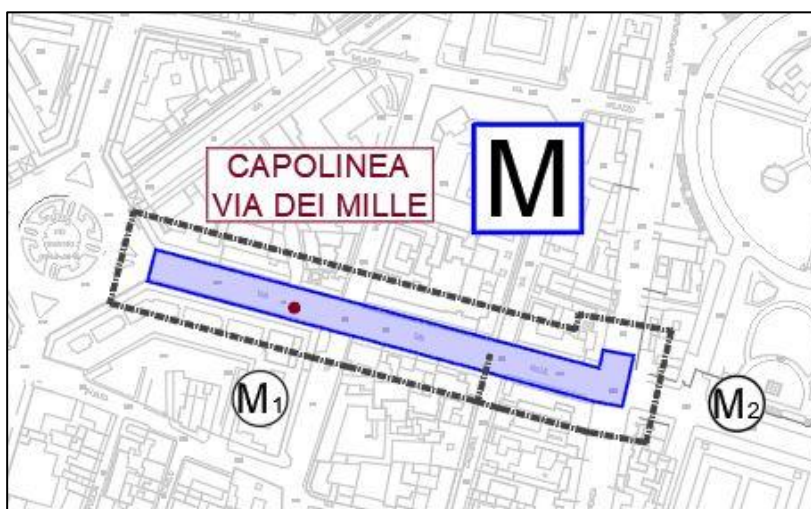


Figura 2-54 – Cantiere M

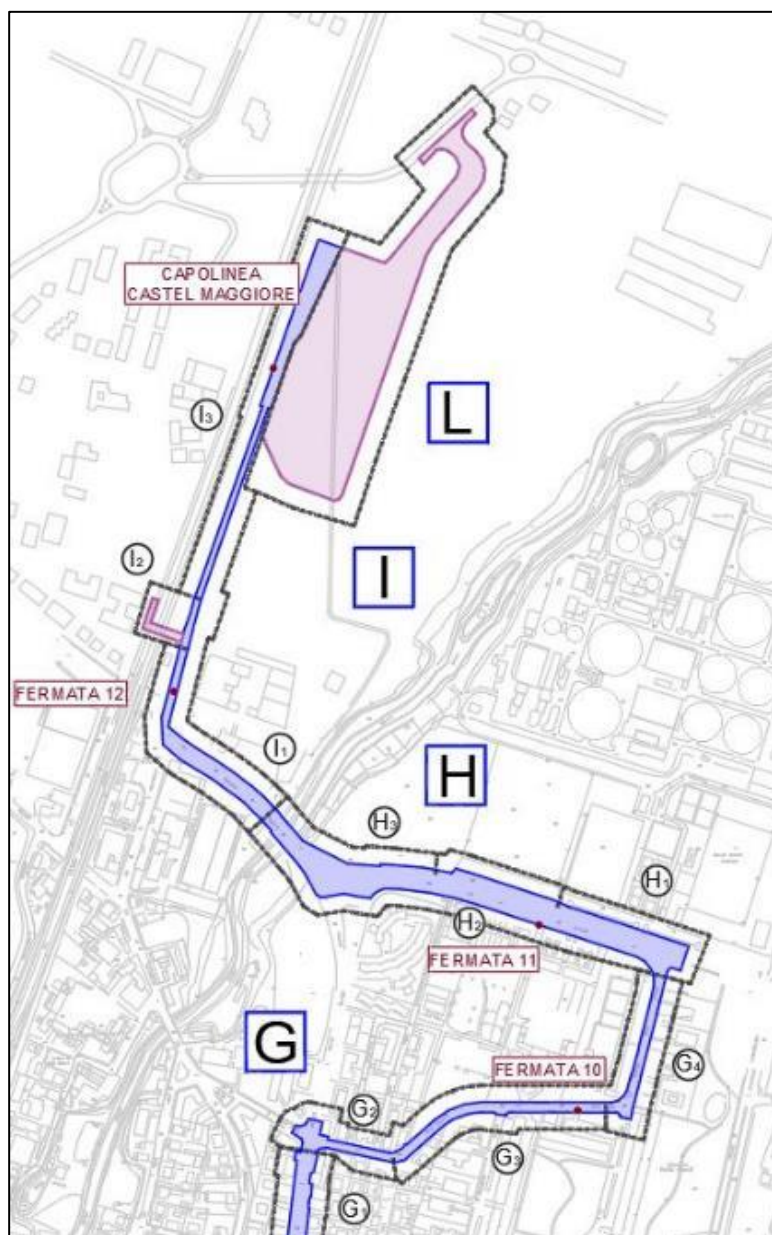


Figura 2-55 – Cantieri G, H, I e L

#### 2.10.4 FASI PRINCIPALI DI CANTIERE

Lo svolgimento del cantiere di linea tranviaria dovrà seguire le seguenti fasi principali:

- spostamento sottoservizi interferenti;
- sede tranviaria e armamento;



- sistemazioni urbanistiche;
- finitura sede tranviaria;
- linea di contatto e impianti;
- collegamenti di linea.

Le fasi sopracitate si realizzeranno come evidenziato nelle planimetrie e sezioni dei cantieri tipologici di linea. Sono stati analizzati tre cantieri tipologici:

- sede centrale;
- sede laterale;
- sede promiscua.

#### Tipologico cantiere sede tranviaria centrale

Le lavorazioni previste sono state suddivise per fasi, nel caso specifico le fasi sono 4. Nel passaggio tra una fase e l'altra si avranno delle modifiche alla configurazione del cantiere e alla viabilità prossima allo stesso.

Si prevede di mantenere per tutte le fasi di cantiere almeno 2 corsie veicolari, 1 per ogni senso di marcia.

Nella "Fase 1" si prevede un cantiere laterale lato binario destro dove si avrà lo spostamento della prima parte dei sottoservizi interferenti con la futura linea tranviaria e si comincerà a realizzare una prima parte di sistemazioni urbanistiche di progetto.



Figura 2-56 – Tipologico cantiere con sede centrale Fase 1

Nella “Fase 2” si prevede un cantiere laterale lato binario sinistro dove si avrà lo spostamento della seconda parte dei sottoservizi e si continuerà la realizzare delle sistemazioni urbanistiche di progetto.

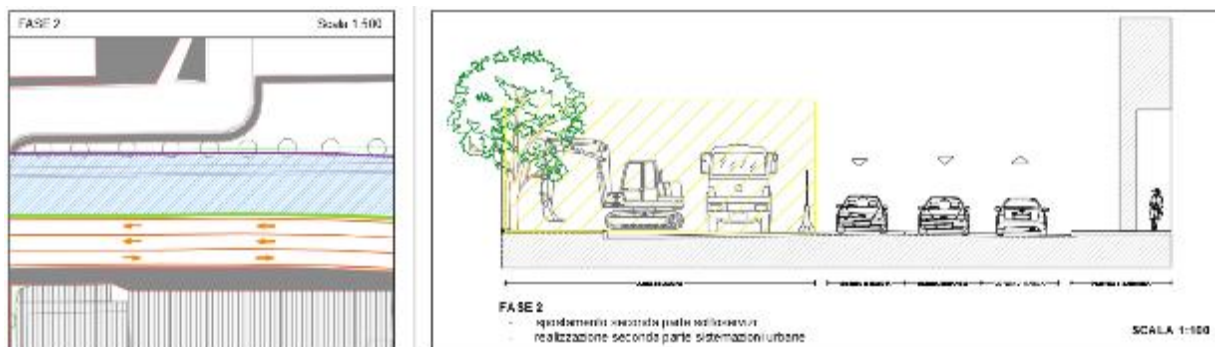


Figura 2-57 – Tipologico cantiere con sede centrale Fase 2

Nella “Fase 3” si prevede un cantiere al centro del viale dove si avrà il completamento dello spostamento dei sottoservizi, si realizzerà la sede, si poserà l’armamento e proseguirà la realizzare delle sistemazioni urbanistiche di progetto.



Figura 2-58 – Tipologico cantiere con sede centrale Fase 3

Nella “Fase 4” si prevede il restringimento del cantiere centrale si realizzerà la finitura di sede si eseguirà la posa degli impianti e della trazione elettrica oltre al completamento delle sistemazioni urbanistiche.

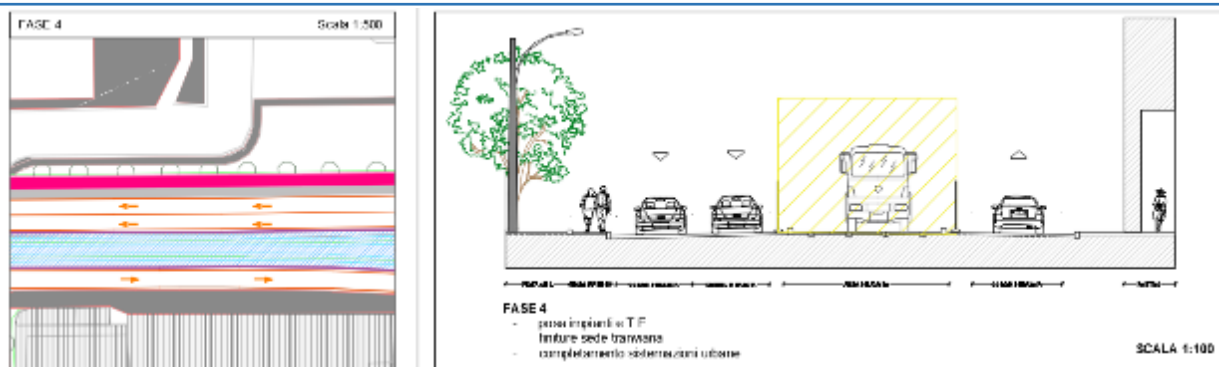


Figura 2-59 – Tipologico cantiere con sede centrale Fase 4

### Tipologico cantiere sede tranviaria laterale

Le lavorazioni previste sono state suddivise per fasi, nel caso specifico le fasi sono 3. Nel passaggio tra una fase e l'altra si avranno delle modifiche alla configurazione del cantiere e alla viabilità prossima allo stesso.

Si prevede di mantenere per tutte le fasi di cantiere una corsia veicolare in direzione centro città.

Nella "Fase 1" si prevede un cantiere laterale lato binario sinistro dove si procederà perlopiù allo spostamento della prima parte dei sottoservizi interferenti con la futura linea tranviaria.

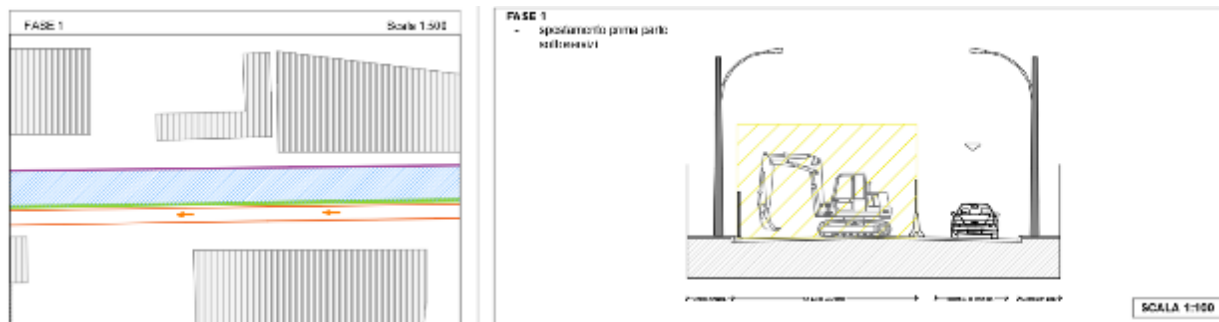


Figura 2-60 – Tipologico cantiere con sede laterale Fase 1

Nella "Fase 2" si prevede un ribaltamento del cantiere lato binario destro dove si avrà il completamento dallo spostamento dei sottoservizi, la realizzazione della sede, di parte delle sistemazioni urbane e la posa dell'armamento tranviario.

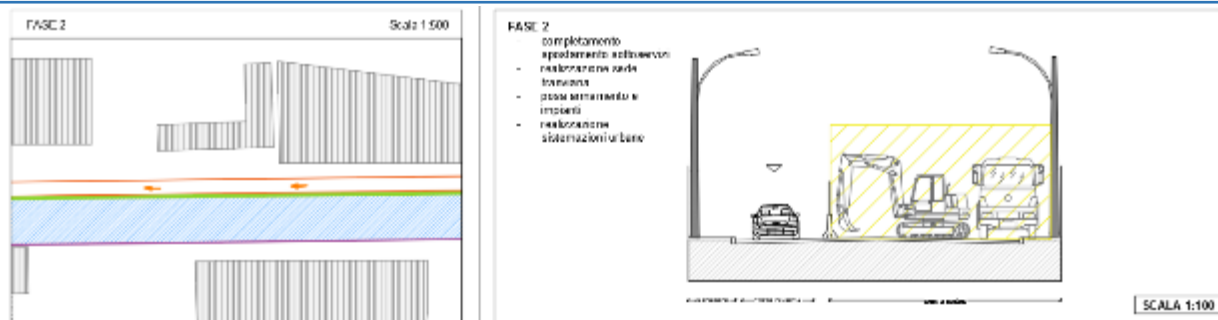


Figura 2-61 – Tipologico cantiere con sede laterale Fase 2

Nella “Fase 3” si prevede un restringimento del cantiere lato binario destro dove si avrà il completamento delle finiture di sede la posa degli impianti e della trazione Elettrica. Nella stessa fase lato binario sinistro sarà allestito in prossimità del marciapiede un piccolo cantiere per il completamento delle sistemazioni urbanistiche di progetto.

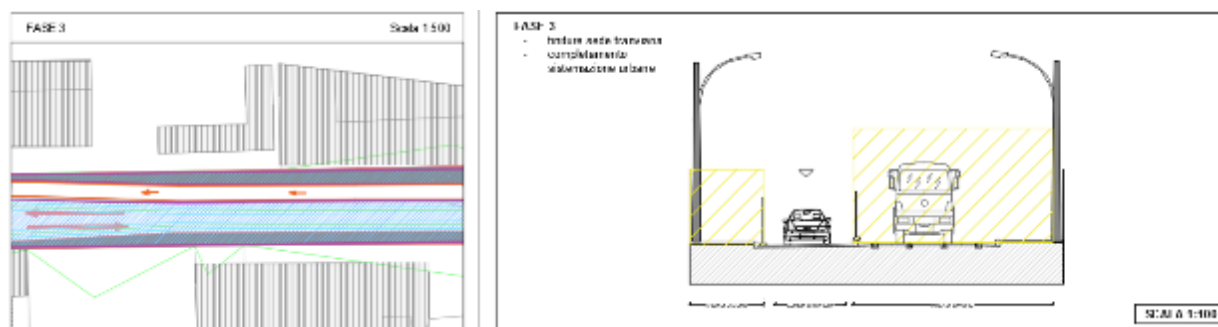


Figura 2-62 – Tipologico cantiere con sede Fase 3

### TIPOLOGICO cantiere sede TRANVIARIA promiscua

Le lavorazioni previste sono state suddivise per fasi, nel caso specifico le fasi sono 3. Nel passaggio tra una fase e l'altra si avranno delle modifiche alla configurazione del cantiere e alla viabilità adiacente allo stesso.

Si prevede di mantenere per le prime 2 fasi di cantiere 1 corsia veicolare direzione Borgo Panigale-centro città. Per l'ultima fase si prevede la chiusura della strada interessata dai lavori vista l'impossibilità di realizzare la sede senza interruzione del traffico veicolare.

Nella “Fase 1” si prevede un cantiere laterale lato binario destro dove si procederà perlopiù allo spostamento della prima parte dei sottoservizi interferenti.





Figura 2-63 – Tipologico cantiere con sede promiscua Fase 1

Nella “Fase 2” si prevede un cantiere laterale lato binario sinistro dove si procederà perlopiù allo spostamento della seconda parte dei sottoservizi interferenti con la futura linea tranviaria.

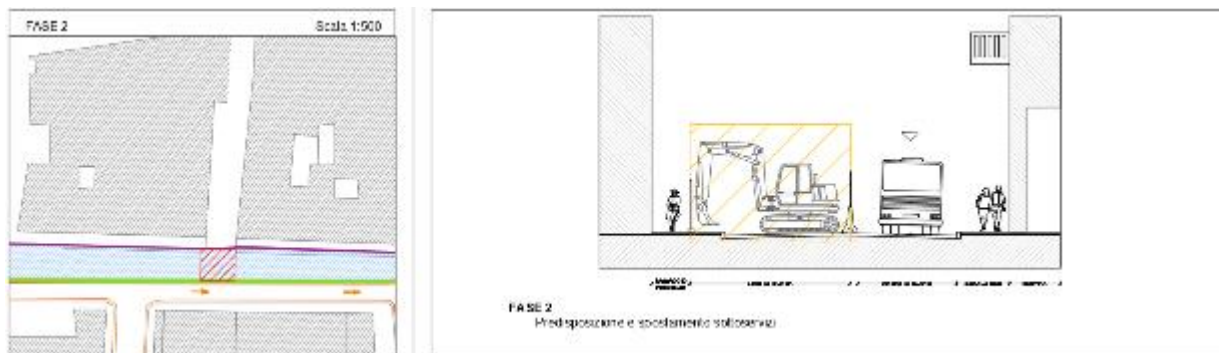


Figura 2-64 – Tipologico cantiere con sede promiscua Fase 2

Nella “Fase 3” si prevede un cantiere su tutta la sede stradale dove si procederà al completamento dello spostamento dei sottoservizi, alla realizzazione della sede tranviaria alla posa dell' armamento e alla realizzazione delle sistemazioni urbane di progetto.

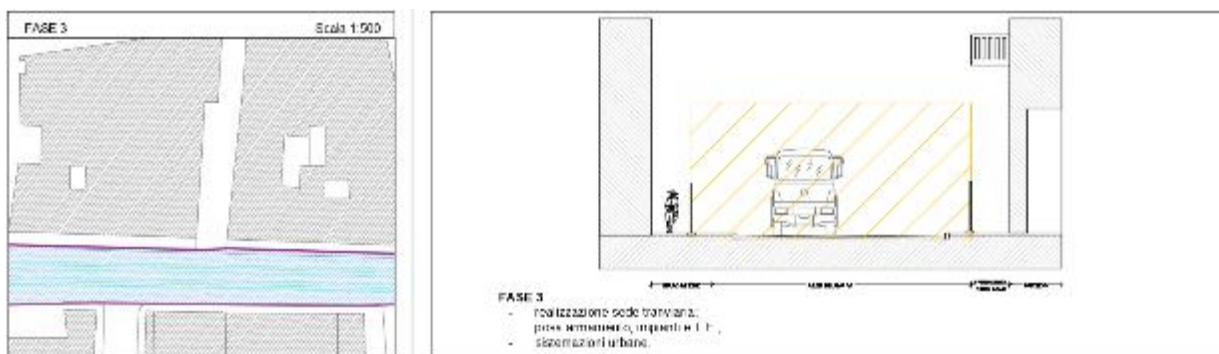


Figura 2-65 – Tipologico cantiere con sede promiscua Fase 3

### 2.10.5 AREE LOGISTICHE E STOCCAGGIO MATERIALI

Nella cantierizzazione della nuova linea tranviaria di Bologna si prevede la predisposizione di apposite aree sia con funzione logistica che per lo stoccaggio provvisorio di medio-lungo termine dei materiali e terre, nonché per il ricovero dei mezzi d'opera.

In queste aree saranno allestiti i principali servizi di base, quali servizi igienici e sanitari, spogliatoi, infermeria, parcheggi, baracche di cantiere e officina.

La realizzazione di tali aree comporta una rapida predisposizione delle stesse mediante lavorazioni che implicano la sola regolarizzazione delle superfici, non dovrebbero pertanto essere necessarie opere provvisionali di particolare impegno e/o difficoltà.

Le aree di stoccaggio saranno preparate e livellate in modo da facilitare lo scarico, il carico e l'ispezione dei materiali. La pavimentazione sarà realizzata con pietrisco stabilizzato di cava; tra il terreno e la pavimentazione verrà montato uno strato di geotessile non tessuto di separazione, al fine di ristabilizzare la superficie vergine del terreno alla fine della lavorazione.

Per i mezzi meccanici presenti, verranno realizzate delle piazzole di sosta specifiche con pavimentazione impermeabile al fine di scongiurare la caduta di grassi o oli idrocarburi sul terreno e quindi la filtrazione nelle acque di falda.

Si prevedono inoltre varie aree di stoccaggio materiale provvisorio in piccole zone presso i cantieri di linea dove poter stoccare materiale di immediato utilizzo.

## 2.11 CARATTERISTICHE DEL TRATTO IN COMUNE LINEA VERDE - LINEA ROSSA

### 2.11.1 DESCRIZIONE

Il presente capitolo descrive le caratteristiche generali e le interferenze della seconda linea tranviaria di Bologna (Linea Verde) rispetto alla realizzanda Linea Rossa.

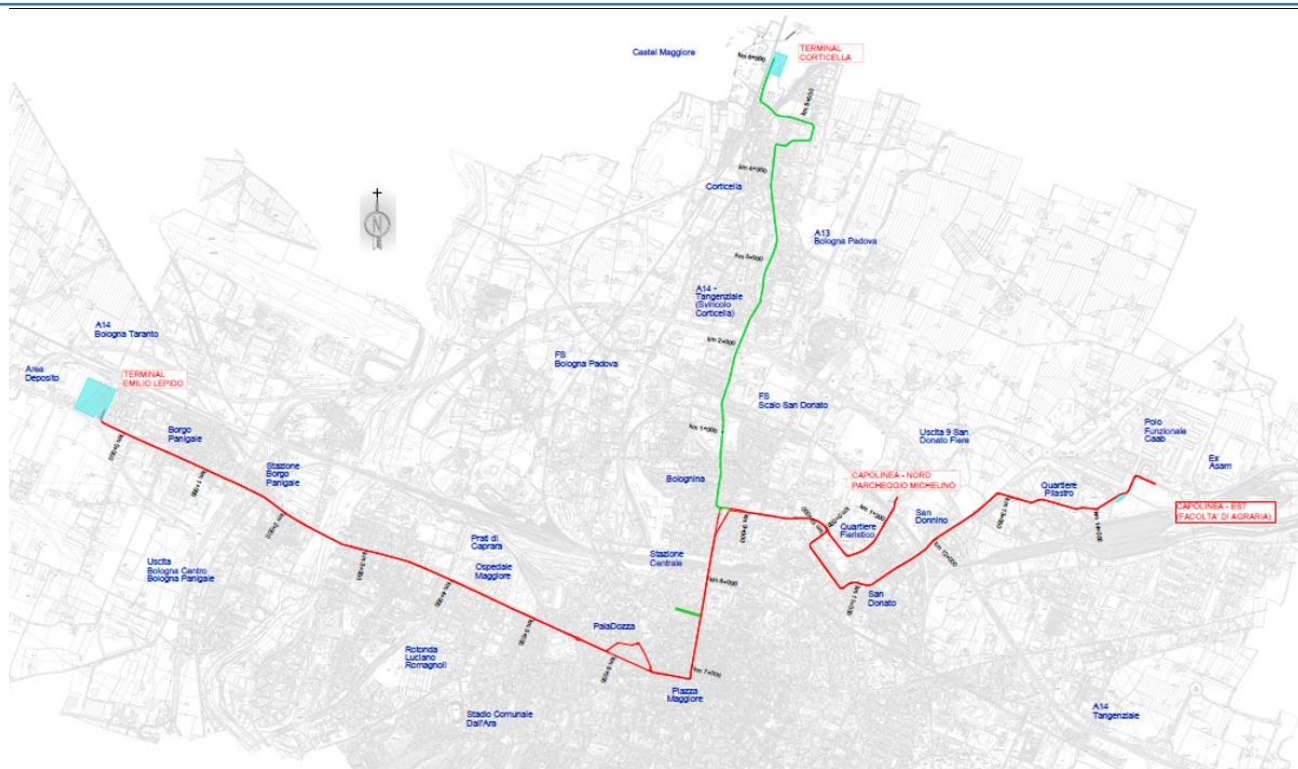


Figura 2-66 – Planimetria generale Linea Rossa + Direttrice nord per Corticella

Il tracciato della tratta Nord della Linea Verde, lungo poco più di 7,3 km, collega il centro di Bologna con l'estremità nord del territorio comunale, in prossimità del limite nord del quartiere Corticella.





Comune di Bologna

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA  
SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (TRATTO NORD LINEA  
VERDE - DIRETTRICE CORTICELLA-CASTEL MAGGIORE)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità  
è Bologna

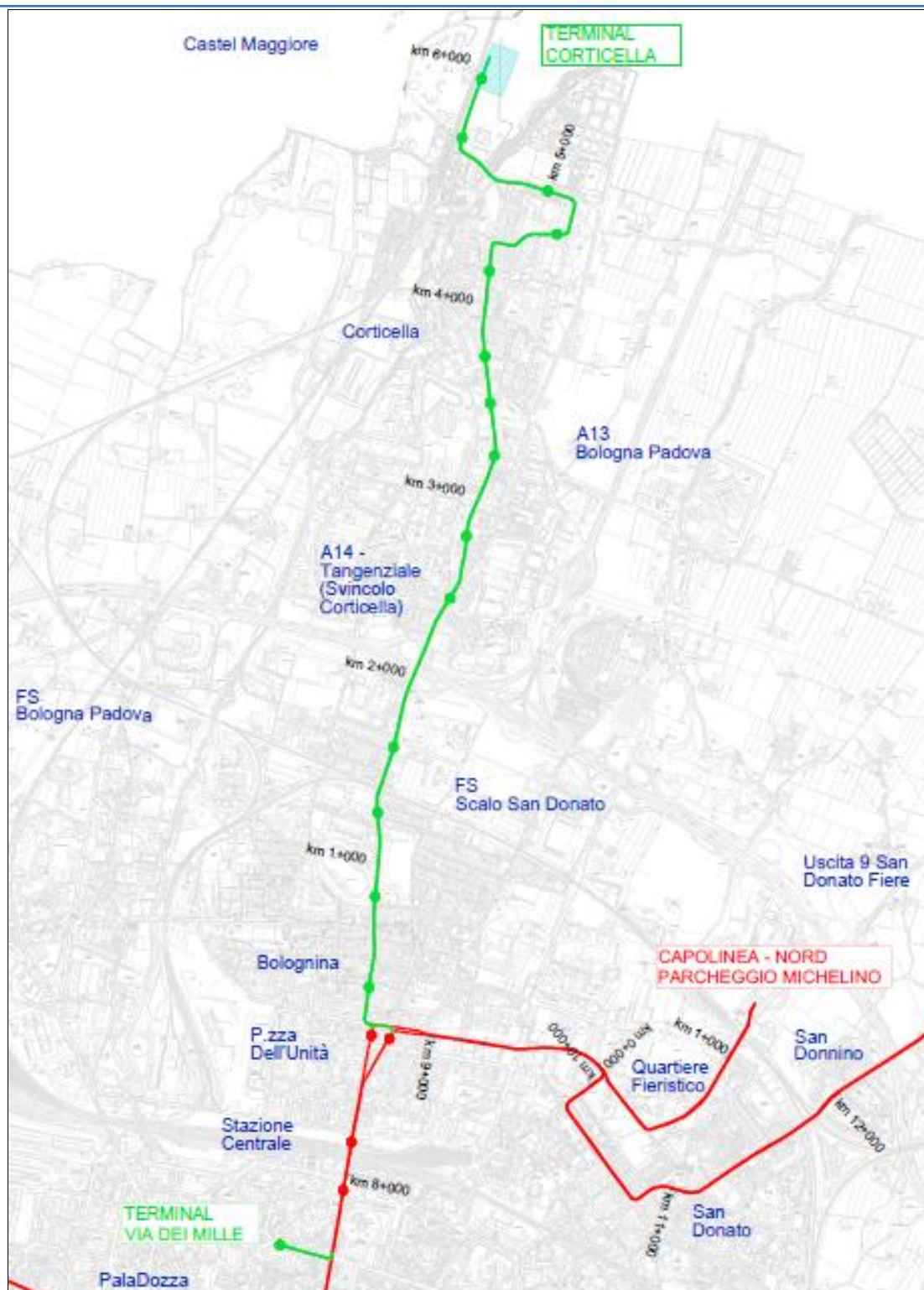


Figura 2-67 –Tratta nord Linea Verde



Il tracciato prende origine dal capolinea collocato su via dei Mille, poco prima della sua confluenza su Piazza dei martiri.

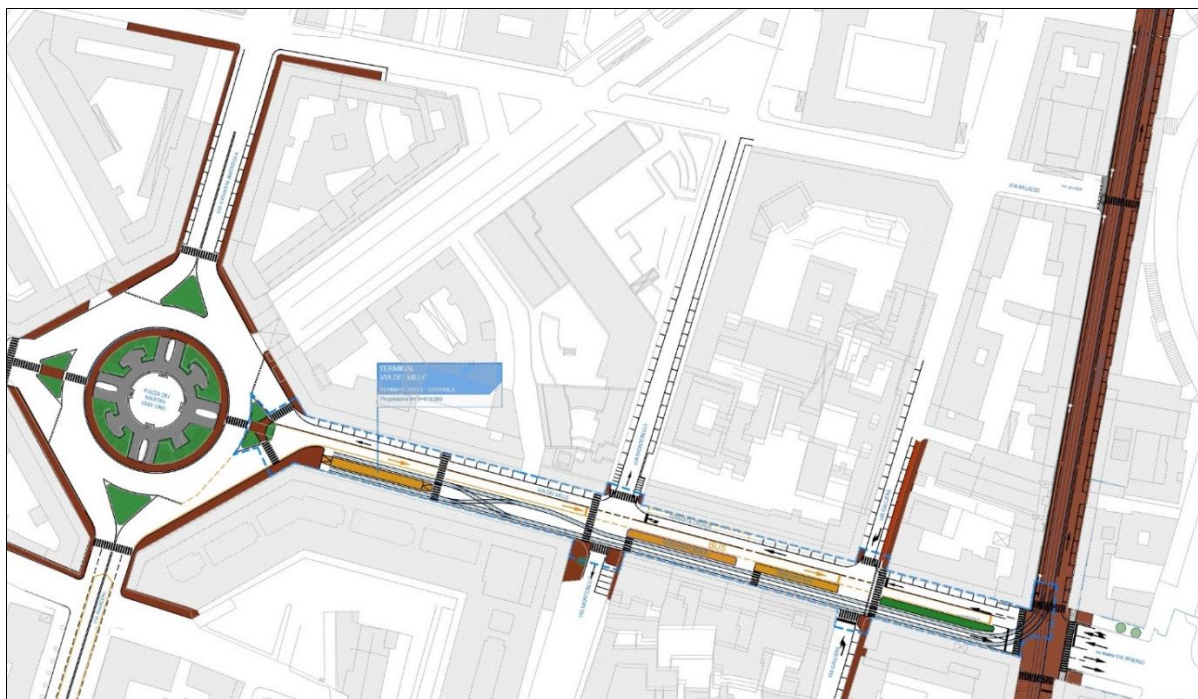


Figura 2-68 - Capolinea Sud "Via dei Mille"

Come rappresentato nell'immagine sopra riportata, il capolinea sarà costituito da una fermata a banchina centrale collocata sul lato sud-ovest della strada.

Essa sarà preceduta da una comunicazione "a croce" che permetterà lo svolgimento del servizio di attestamento e ripartenza delle vetture che arrivano da nord o che verso Castel Maggiore dovranno dirigersi.

Alla fine della comunicazione, procedendo verso est, l'interasse tra i binari si restringerà, limitando l'intervento al lato sud della strada esistente, e in questa posizione proseguirà fino al collegamento con i binari della linea Rossa posizionati su via Indipendenza, collegamento che avverrà con la collocazione di due scambi semplici a servizio dei due binari di corsa.

La sede transitabile dalle vetture su gomma verrà spostata sul limite nord della strada, senza precludere il mantenimento delle fermate del Crealis già oggi realizzate, che garantiranno anzi un punto di interscambio modale tra i due sistemi di trasporto di massa.

Il suddetto capolinea diventerà, quando la seconda linea sarà completata, una semplice fermata intermedia dell'itinerario più lungo che collegherà il capolinea nord di Corticella/Castel Maggiore con il futuro capolinea da posizionare nel quadrante sud-ovest della città, punto terminale della seconda linea.

Occupata la sede della linea Rossa, lungo essa il tracciato si sviluppa verso nord per ca. 1.3 km, fino a P.zza. dell'Unità, in corrispondenza della quale i binari della linea Rossa deviano verso destra per terminare in corrispondenza dei due capolinea "Michelino" e "Facoltà di Agraria", mentre i binari della linea Verde devieranno verso Ovest per occupare via Corticella e dirigersi verso il capolinea Nord "Castel Maggiore".

Lungo il tratto comune Rossa-Verde sono collocate tre fermate (già previste nel progetto della Linea Rossa che verranno utilizzate anche per il servizio della verde): "Porta Galliera", "Matteotti AV", "Zucca" (su via Ferrarese a servizio del binario direzione nord) e "P.zza dell'Unità" (nell'omonima piazza a servizio del binario direzione sud).

Abbandonata P.zza dell'Unità, la nuova sede tranviaria si svilupperà quasi interamente sull'asse sud-nord costituito da via Corticella prima e via Bentini per il tratto finale.

All'intersezione tra via Bentini e via S. Anna, il tracciato devia verso Est per percorrere quest'ultima strada fino all'intersezione con via Byron: qui svolta sulla sinistra verso nord fino all'intersezione con via Shakespeare.

Successivamente la tranvia si colloca sul lato sud della strada con spostamento verso nord della viabilità esistente, e in questa configurazione arriva fino all'attuale intersezione semaforizzata con via Bentini.

Da qui, sempre sul lato sud della strada, il tracciato scavalca il Canale Navile utilizzando il ponte esistente (che andrà allargato per permettere il transito dei mezzi su gomma), per poi prendere

quota sul margine sud della strada fino a raggiungere il piano dell'attuale fascio binari della stazione SFM di Corticella.

Una curva a 90° destrorsa permetterà alla tranvia di posizionarsi parallelamente al fascio binari, occupando in un primo tratto un'area RFI attualmente dismessa, per poi proseguire la sua corsa su una vasta area verde esterna all'area RFI e alle aree commerciali attualmente presenti ad est della sede ferroviaria.

Il tracciato termina al capolinea collocato nella suddetta area verde in cui è stata prevista anche la realizzazione di un nodo di interscambio con i bus extraurbani e le auto private.

L'intervento di completa con la previsione di una piccola area per il ricovero notturno delle vetture (quattro stalli paralleli) con un fabbricato di dimensioni ridotte necessarie per le attività di piccola manutenzione da effettuare sui veicoli in sosta.

Lungo il tracciato da Piazza dell'Unità al Capolinea Corticella/Castel Maggiore sono ubicate 13 fermate, ad un interasse massimo di 500 m, tranne che nel tratto di attraversamento dello svincolo della tangenziale di Bologna lungo via Corticella che rende impossibile la collocazione di fermate nel rispetto della distanza sopra riportata.

Come detto la linea Verde, nel primo tratto nord-sud, svolge servizio percorrendo in entrambe le direzioni i binari della linea Rossa.

Il punto di separazione sia infrastrutturale che da un punto di vista dell'esercizio tra le due linee è collocato in corrispondenza del nodo via Ferrarese/P.zza dell'Unità, dove, per non penalizzare l'esercizio delle due linee e contestualmente la circolazione dei mezzi su gomma, è prevista la realizzazione di un'importante opera stradale: il sottopasso via Ferrarese/via Mazza/via Bolognese.

Si tratta di un sottovia ad esclusivo utilizzo dei mezzi su gomma, monodirezionale con due corsie di marcia, della lunghezza complessiva (rampe comprese) di ca. 400 m.



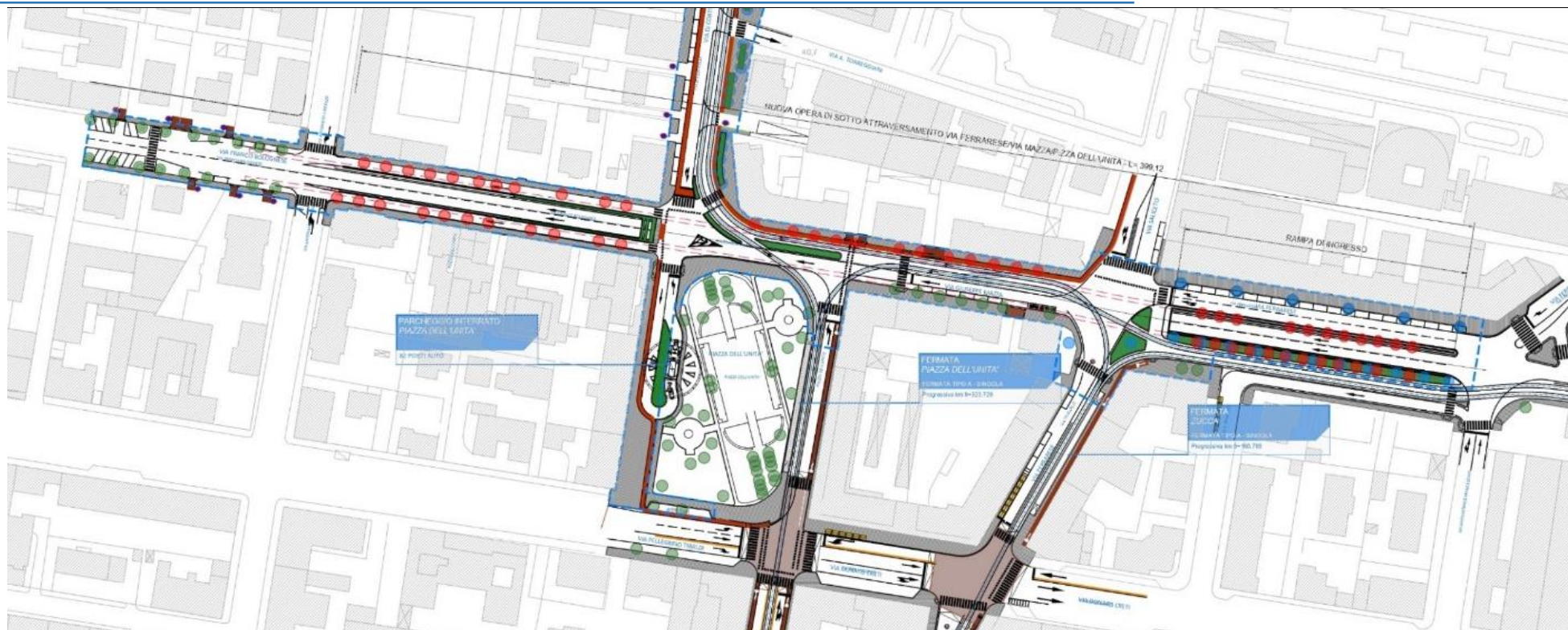


Figura 2-69 – Sottopasso via Ferrarese/via Mazza/via Bolognese – Stralcio planimetrico



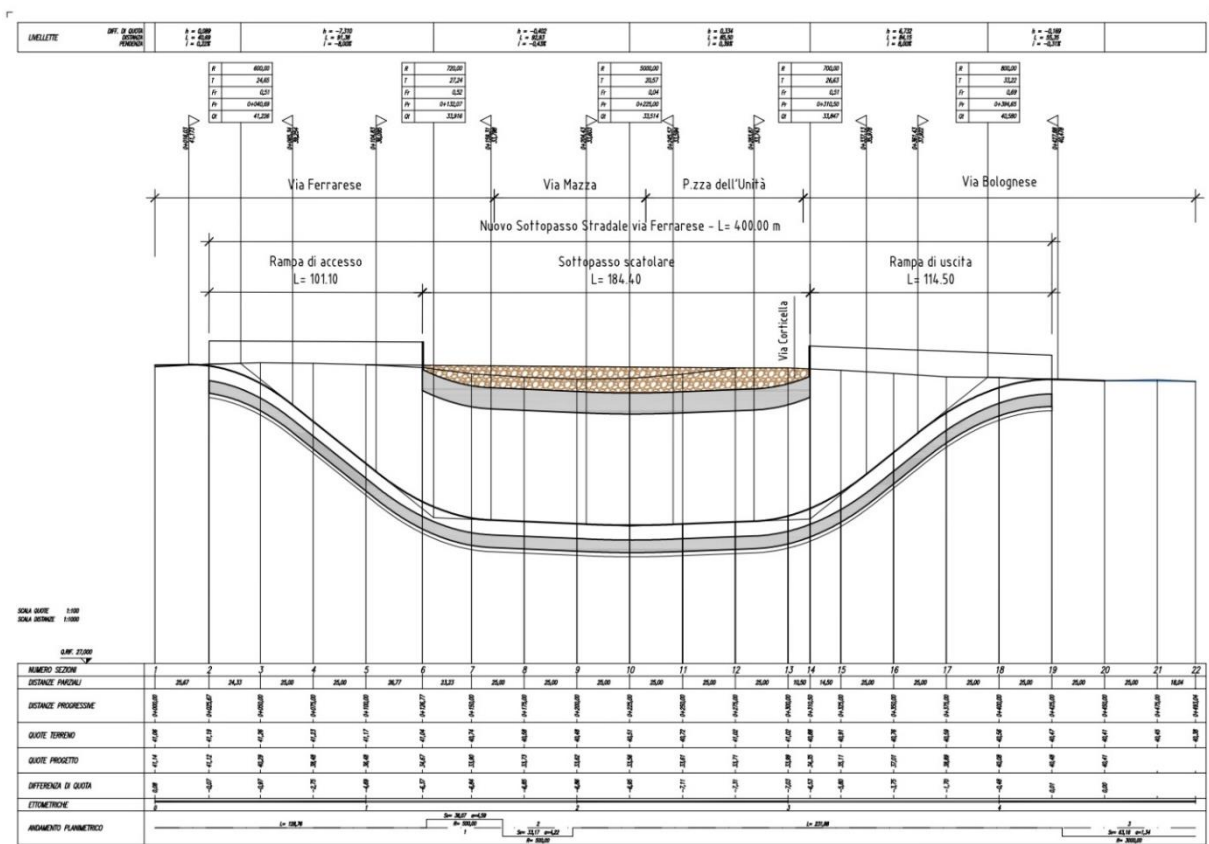


Figura 2-70 – Sottopasso via Ferrarese/via Mazza/via Bolognese – Profilo longitudinale

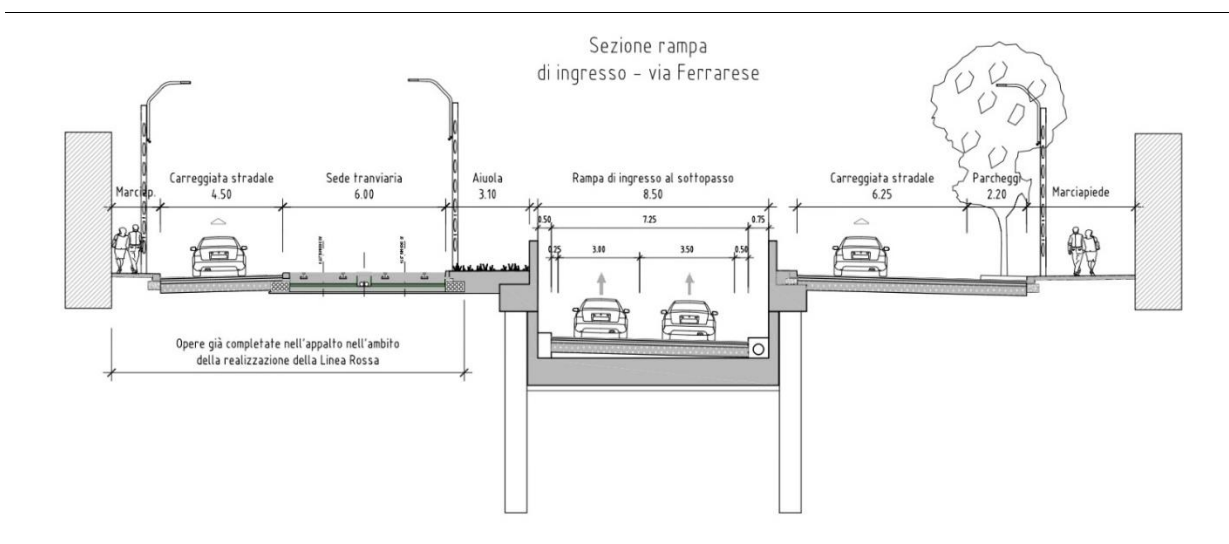


Figura 2-71 – Sottopasso via Ferrarese/via Mazza/via Bolognese – Sezione trasversale rampa di ingresso

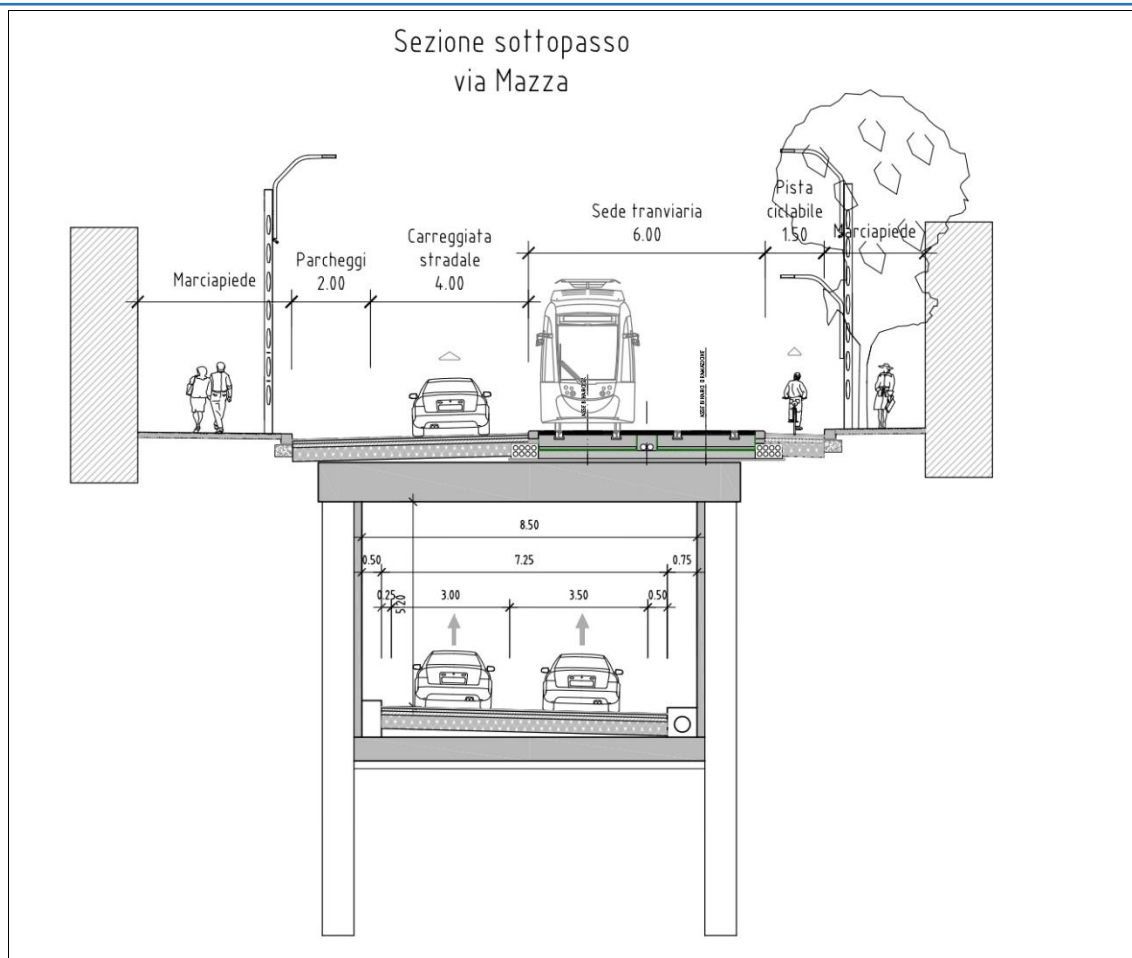


Figura 2-72 – Sottopasso via Ferrarese/via Mazza/via Bolognese – Sezione trasversale sottopasso

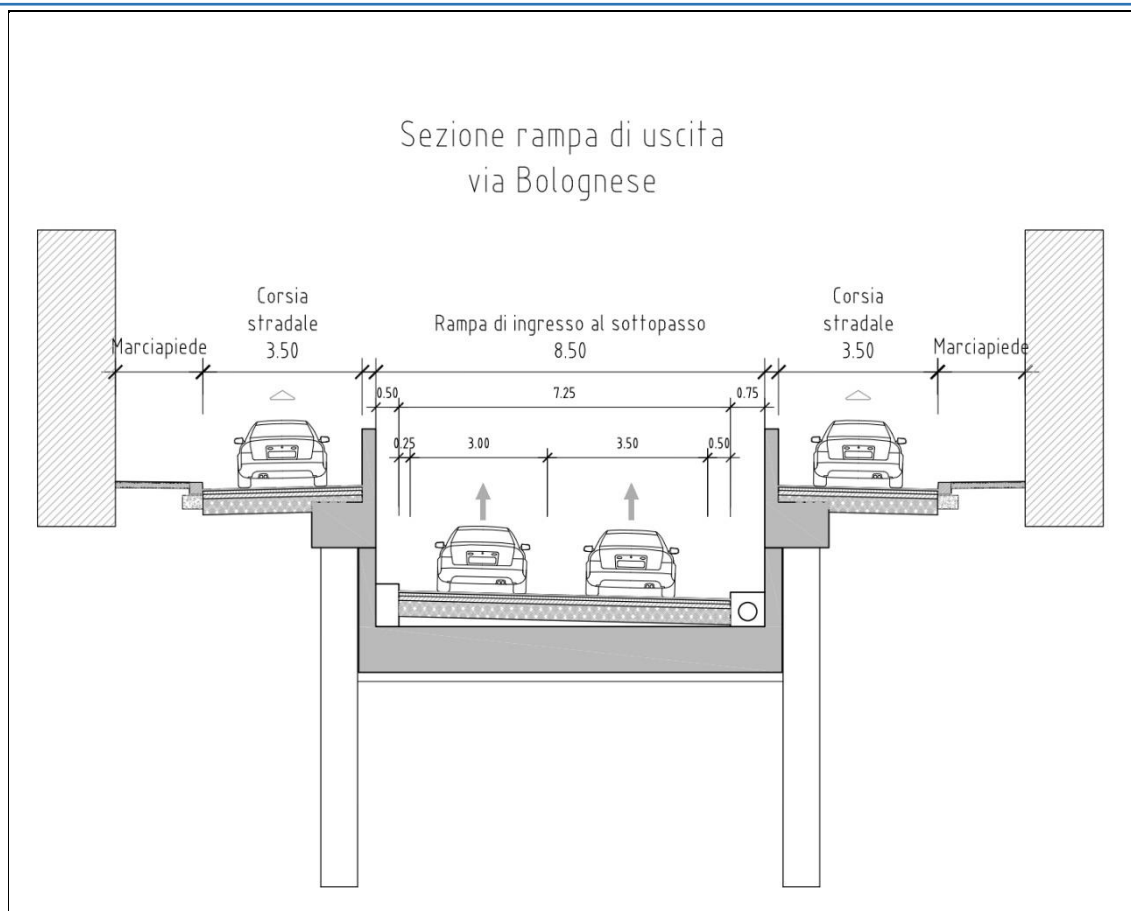


Figura 2-73 – Sottopasso via Ferrarese/via Mazza/via Bolognese – Sezione trasversale rampa di uscita

La realizzazione del sottopasso comporta la modifica della configurazione della Linea Rossa così come prevista nel progetto Definitivo.

Di seguito si riporta la sistemazione lungo l'asse Ferrarese/Mazza/Unità previsto per la linea Rossa (quindi senza sottopasso) e per la linea Verde (con il sottopasso realizzato).

Come è possibile notare, la differenza principale, che risulta poi essere il motivo preponderante che ha consigliato la realizzazione del sottopasso stradale, è riscontrabile nel tratto di via Mazza: nel caso della linea Rossa il tratto stradale prevede un binario sul lato nord della strada e due corsie monodirezionali in direzione est-ovest sufficienti per smaltire il transito delle vetture provate su gomma senza penalizzare l'esercizio tranviario.



Figura 2-74 – Sistemazione via Ferrarese/via Mazza/P.zza dell'Unità secondo la previsione del PD linea Rossa



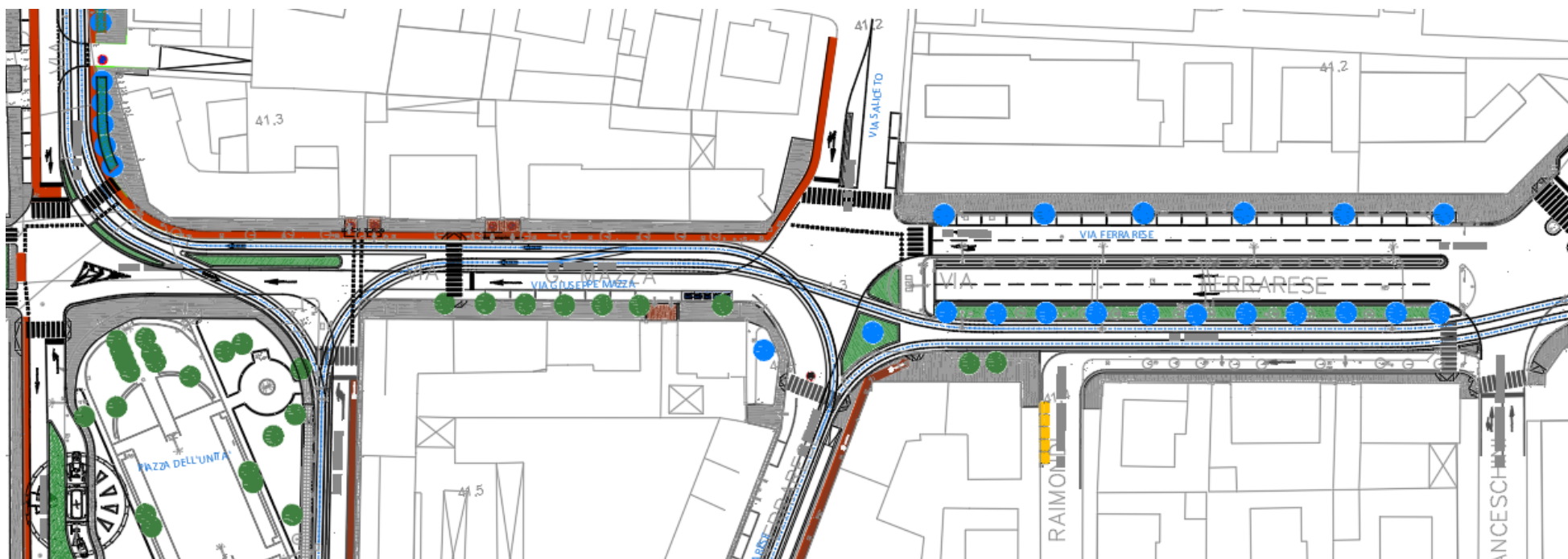


Figura 2-75 – Sistemazione via Ferrarese/via Mazza/P.zza dell'Unità secondo la previsione del PFTE Linea Verde

Per poter esercire le due linee senza ritardi, limitando la loro interferenza ad un semplice incrocio dei binari, si è reso necessario collocare lungo via Mazza un secondo binario, sempre in direzione est-ovest.

Semplificando, il binario della linea Rossa proveniente da est, occupa via Mazza e all'intersezione con Piazza dell'Unità devia su via Matteotti in direzione sud; il binario della linea Verde che invece arriva da sud direzione nord lungo via Ferrarese, devia sulla sinistra, percorre il secondo binario realizzato su via Mazza e successivamente devia verso nord su via Corticella.

La realizzazione del secondo binario lungo via Mazza restringe ulteriormente la sezione stradale destinata al transito delle vetture su gomma: in questa configurazione il rischio di congestione e intasamento del traffico cresce considerevolmente. L'unica soluzione possibile è la separazione del flusso tranviario dal flusso dei veicoli privati che si muovono in direzione est-ovest, per ottenere la quale è stato previsto il sottopasso sopra descritto.

#### 2.11.2 CARATTERISTICHE DELL'ESERCIZIO DELLA LINEA

Il sopra descritto tratto Nord della Seconda linea tranviaria della città di Bologna, con l'esercizio previsto tra il capolinea provvisoria di via dei Mille e il terminal Corticella/Castel Maggiore, trasporta ca. 32.500 passeggeri per giorno feriale, con un carico massimo di passeggeri per direzione di ca. 1.600 unità.

Il tempo di percorrenza da un capolinea all'altro è pari a 25,2 minuti con una velocità commerciale pari a 17,7 km/h.

È stato stimato che, su base annua, i passeggeri del sistema tranviario composto dall'insieme della Linea Rossa e della tratta verso Corticella/Castel Maggiore siano pari a 36,2 milioni, corrispondenti a circa 125.000 passeggeri nel giorno medio feriale.

Considerando che, nella configurazione in cui è presente la sola Linea Rossa, i passeggeri annui risultano pari a 26,8 milioni, se ne può dedurre che il contributo all'utenza tranviaria fornito

dalla nuova diramazione ammonta a circa 9,5 milioni di passeggeri/anno (+35%) ed oltre 32mila passeggeri/giorno.

Il servizio offerto sulla tratta nord verso Corticella/Castel Maggiore dovrà necessariamente integrarsi con quello offerto sulla linea Rossa.

Si ricorda che il modello di esercizio della linea Rossa prevede una corsa ogni 5' in partenza dal Terminal Emilio Lepido con destinazione rispettivamente al Terminal Michelino Fiera e alla Facoltà di Agraria.

Per ciò che concerne i servizi sulla diramazione verso Corticella sono state valutate due ipotesi alternative:

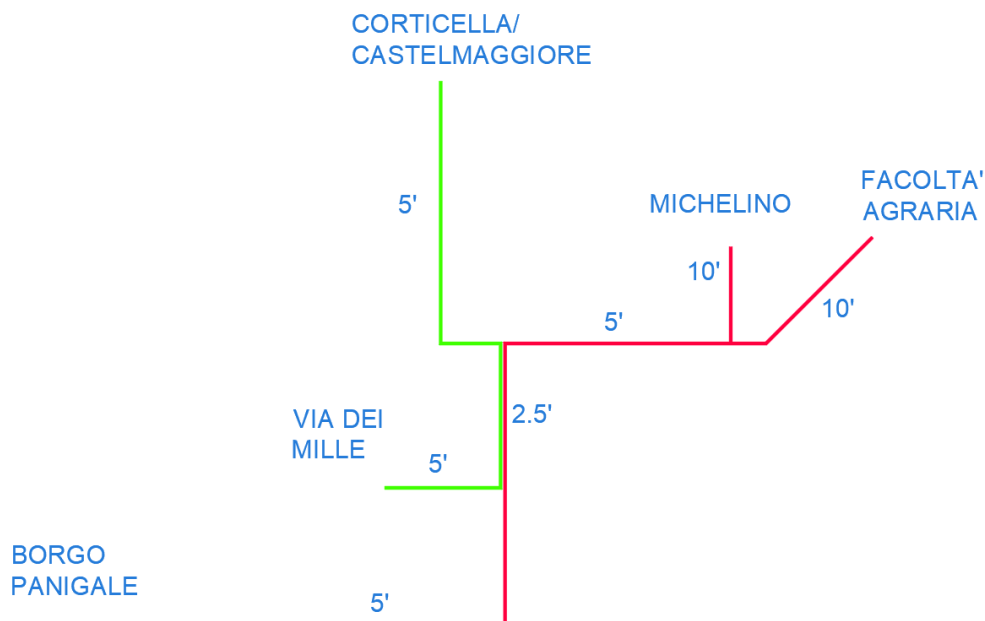
**Ipotesi 1:**

- una corsa ogni 5' in partenza dal capolinea Via dei Mille con destinazione terminal Castel Maggiore.

**Ipotesi 2:**

- una corsa ogni 10' in partenza da Terminal Emilio Lepido con destinazione il Terminal Castel Maggiore;
- una corsa ogni 10' minuti in partenza da Via dei Mille e destinata sempre al terminal Castel Maggiore.

Il risultato delle previsioni di esercizio sopra riportate è che nel tratto comune tra la linea Rossa e la Verde, compreso tra Piazza dell'Unità e via Dei Mille, transiteranno le vetture con un cadenzamento pari a 2,5 ' per direzione di marcia.



Nella tabella seguente sono riassunti i risultati del modello di esercizio della linea Via dei Mille – Corticella – Capolinea di Castel Maggiore con una frequenza di servizio a 5'.

Parametro	Via dei Mille – Castel Maggiore
Lunghezza totale della linea (m)	7.388
Numero di fermate	18
Distanza media tra le fermate	410
Tempo di viaggio tra i due capolinea (minuti)	25,2
Velocità commerciale (km/h)	17,6
Tempo di cambio banco (minuti)	3,0
Tempo di giro (minuti)	53,4
Frequenza minima possibile (minuti)	1,2



---

Frequenza di servizio (minuti)	<b>5,0</b>
Posti offerti per senso di marcia (in ora di punta)	3.000
Flotta di servizio	12
Vetture di ricambio in caso di fuori-linea per manutenzione	2
<b>Totale flotta</b>	<b>14</b>

### 2.11.3 IMPATTI CUMULATIVI TRATTO COMUNE

Per il tratto in comune tra la Linea Verde e la Linea Rossa, gli impatti cumulativi sono legati all'incremento dei passaggi del tram nel tratto compreso tra via Indipendenza e Piazza dell'Unità, interessando pertanto le matrici rumore e atmosfera. In particolare, si specifica che:

- rumore: lo studio acustico nello scenario di progetto è stato elaborato considerando la presenza della Linea Rossa e della Linea Verde (cfr. 4.3.5 e relativi allegati citati);
- atmosfera: lo studio ha tenuto in considerazione, nello scenario di progetto, la presenza della Linea Rossa e della Linea Verde, sia per quanto riguarda le simulazioni di dispersione in atmosfera che quelle dello scenario emissivo (cfr. 4.2.6).

Un ulteriore impatto, legato all'inserimento del sottovia di Via Mazza/Via Ferrarese, interessa la componente floristico-vegetazionale, in particolare gli abbattimenti delle alberature interferenti con la realizzazione del sottopasso. (cfr. par. 5.8.1.2, 5.8.2.2, Tav. 3 - Elaborato B381-C-SF-URB-PP018).

Per quanto riguarda il Piano di Monitoraggio Ambientale si rimanda a quanto esposto al capitolo 6. In particolare, relativamente ai punti ATM01, RUM03, VIB02, VIB04, MOB01 e MOB02, nel caso in cui le tempistiche delle diverse fasi AO-CO-PO dovessero coincidere con quelle di esecuzione del Piano di Monitoraggio Ambientale previsto per la Linea Rossa, saranno utilizzati i medesimi dati.

## 2.12 CUMULO CON ALTRI PROGETTI

Le opere che interesseranno negli anni a venire la città di Bologna ("Passante di Mezzo", sottopasso stradale via Pertini/Prati di Caprara, parcheggio interrato Largo Nigrisoli, nuova viabilità Prati di Caprara), presentano attualmente livelli progettuali differenti, e per ognuno di essi non si ha certezza circa l'inizio e la fine delle attività, né si conosce la successione temporale delle singole lavorazioni.

Nell'eventualità in cui si dovesse verificare una sovrapposizione dei tempi realizzativi, sarà cura dell'Ente Appaltante e delle imprese esecutrici dei lavori, studiare una successione temporale delle attività che limiti gli effetti negativi sulle componenti ambientali.

### 3. ANALISI DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE, AMBIENTALE E DI SETTORE

La presente sezione verificherà la conformità della proposta progettuale alle previsioni in materia urbanistica e ambientale e fornisce gli elementi conoscitivi sulle relazioni tra l'opera in progetto e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale e settoriale. Tali elementi costituiscono parametri di riferimento per la costruzione del giudizio di compatibilità ambientale. In queste fasi il progetto viene messo in relazione agli stati di attuazione degli strumenti pianificatori di settore/territoriali, e vengono valutati i rapporti di coerenza del progetto con gli obiettivi perseguiti dagli strumenti pianificatori.

Prima di analizzare le caratteristiche tecniche del progetto e di stimare il potenziale impatto di quest'ultimo sull'ambiente, è dunque necessario verificare la congruenza con gli strumenti di programmazione e pianificazione.

In particolare si procederà ad analizzare la coerenza con i seguenti strumenti pianificatori di rilevanza regionale e locale:

- Piano Territoriale Regionale (PTR) dell'Emilia Romagna;
- Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) dell'Emilia Romagna;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) dell'Emilia Romagna;
- Piano Aria Integrato Regionale (PAIR) della Regione Emilia Romagna;
- Piano Energetico Regionale (PER) e Piano d'azione per l'energia sostenibile (PAES).
- Piano Territoriale Metropolitano (PTM);
- Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) della Città Metropolitana di Bologna;
- Piano Urbanistico Generale (PUG) Comune di Bologna;
- Piano Strutturale Comunale (PSC), Piano Operativo Comunale (POC), Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE) del Comune di Castel Maggiore;
- Piano Generale del Traffico Urbano (PGTU) del Comune di Bologna.

### 3.1 PIANO TERRITORIALE REGIONALE (PTR)

Il Piano Territoriale Regionale vigente è stato approvato dall'Assemblea Legislativa Regionale con Delibera n. 276 del 3 febbraio 2010 ai sensi della Legge Regionale 24 Marzo 2000, n. 20 così come modificata dalla L.R. n.6, del 6 luglio 2009.

Il piano indirizza la politica territoriale regionale sulla base di alcuni indirizzi principali (individuazione del "capitale" territoriale regionale e sua valorizzazione).

Considerata la scala alla quale il PTR è stato costruito e visto il carattere strategico della pianificazione proposta, non vi si rilevano determinazioni specifiche per l'attività e la tipologia di opera in esame.

Il Piano stesso rimanda alle previsioni dei piani provinciali per indicazioni più dettagliate sulle attività produttive del territorio e loro sviluppo futuro.

### 3.2 PIANO TERRITORIALE PAESISTICO REGIONALE (PTPR)

Il Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) della Regione Emilia Romagna, approvato con D.C.R. n. 1388 del 28.1.1993 e n. 1551 del 14.7.1993, è entrato in vigore a seguito della pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione n. 75 del 8.9.1993. Il PTPR assume piena efficacia ai sensi della Legge 8.8.1985, n. 431, quale strumento di pianificazione urbanistico territoriale con specifica considerazione dei valori paesaggistici ed ambientali, ed ai sensi della L. R. 5.9.1988, n. 36, quale piano territoriale regionale stralcio. Tale Piano detta disposizioni costituenti indirizzi (norme di orientamento per l'attività di pianificazione e programmazione), direttive (norme operative da osservare nell'attività di pianificazione e programmazione) e prescrizioni (norme vincolanti ed anche immediatamente precettive).

Il PTPR ha quali oggetti di Piano i "Sistemi, zone ed elementi di cui è necessario tutelare i caratteri strutturali la forma del territorio" (sistema dei crinali, sistema collinare, sistema forestale e boschivo, sistema delle aree agricole, sistema costiero, sistema delle acque superficiali), le "Zone ed elementi di specifico interesse storico e naturalistico" (zone ed



elementi di interesse storico archeologico, insediamenti urbani storici e strutture insediative storiche non urbane, zone ed elementi di interesse storico testimoniale, zone di tutela naturalistica, altre zone di particolare interesse paesaggistico ambientale), le "Zone ed elementi caratterizzati da fenomeni di dissesto ed instabilità, in atto o potenziali" e le "Zone od elementi caratterizzati da elevata permeabilità dei terreni con ricchezza di falde idriche".

Il Piano Regionale individua 23 Unità di Paesaggio (UdP), "intese come ambiti territoriali aventi specifiche, distintive e omogenee caratteristiche di formazione e evoluzione, da assumere come specifico riferimento nel processo di interpretazione del paesaggio e di attuazione del Piano stesso." Le Province e i Comuni, poi, tramite i propri strumenti di pianificazione hanno il compito di individuare le UdP rispettivamente di rango provinciale e comunale.

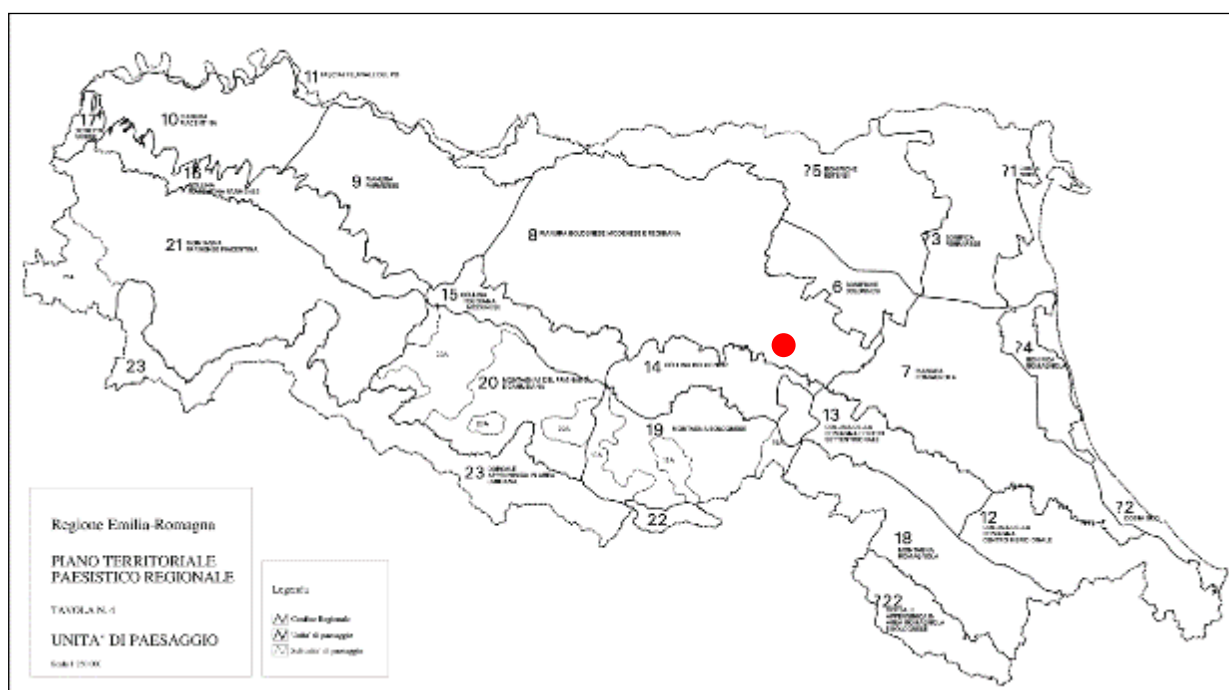


Figura 3-1 - Tavola delle Unità di paesaggio (figura non in scala)

Si ricorda infine che, ai sensi dell'art. 24 della L.R. n. 20/2000, dall'entrata in vigore della legge stessa, i Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale che abbiano dato piena attuazione alle prescrizioni del P.T.P.R., costituiscono, in materia di pianificazione paesaggistica, l'unico riferimento per gli strumenti comunali di pianificazione e per l'attività amministrativa attuativa.

Il Piano paesistico regionale, attraverso l'incrocio di una serie complessa di fattori (ad es. costituzione geologica, elementi geomorfologici, quota, microclima ed altri caratteri fisico-geografici, vegetazione, espressioni materiali della presenza umana ed altri) individua 23 Unità di paesaggio su tutto il territorio regionale. Le Unità di paesaggio rappresentano ambiti territoriali con specifiche, distintive e omogenee caratteristiche di formazione e di evoluzione.

Esse permettono di individuare l'originalità del paesaggio emiliano romagnolo, di precisarne gli elementi caratterizzanti e consentiranno in futuro di migliorare la gestione della pianificazione territoriale di settore.

Le Unità di Paesaggio, individuate dal PTPR, e declinate nel PTCP di Bologna come articolazione dei 4 principali sistemi territoriali della provincia (la pianura, la collina, la montagna e il crinale appenninico), si configurano come strumento di analisi e di supporto alle politiche per riqualificare il paesaggio e rafforzare l'identità territoriale, attraverso la definizione di politiche di salvaguardia e valorizzazione. L'impostazione metodologica del PTCP attraverso il recepimento degli indirizzi della Convenzione Europea del Paesaggio, siglata a Firenze nel 2000, ha operato una revisione delle UdP. L'assunto infatti che sta alla base della Convenzione è quello di associare alla tutela degli elementi del paesaggio, che era insita nella visione vincolistica della pianificazione paesistica così come si era sviluppata a partire dagli anni '80, politiche di tutela attiva e di riqualificazione territoriale.

L'unità di paesaggio in cui rientra l'area in oggetto è la numero 5 che comprende la "Pianura della conurbazione bolognese".

### 3.3 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni, nuovo strumento di pianificazione previsto nella legislazione comunitaria dalla Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e gestione del rischio di alluvioni, conosciuta anche come Direttiva Alluvioni, recepita nell'ordinamento italiano con il D.Lgs. 49/2010, è redatto unitariamente per le 3 UoM (Unit of Management) Reno, romagnoli e Marecchia- Conca, nello spirito di garantire il più possibile, pur nelle singole

specificità, un approccio armonico, omogeneo e coerente al tema della valutazione e gestione del rischio di alluvioni, anche in virtù della sostanziale omogeneità delle caratteristiche fisiche e territoriali delle aree e degli ambiti a cui il Piano si applica.

Il Piano è strutturato ed elaborato seguendo le indicazioni proposte dall'Autorità di Bacino del fiume Arno, avente la funzione di coordinamento all'interno del distretto dell'Appennino settentrionale, e concordate a scala di distretto, nonché seguendo la struttura e l'impostazione di cui alla "Guidance for Reporting under the Floods Directive (2007/60/EC)", n. 29 del 14 ottobre 2013, predisposta dal Working Group Floods costituito dalla Commissione Europea.

La Direttiva 2007/60/CE si inserisce all'interno di un percorso di politiche europee in tema di acque iniziato con la Direttiva quadro 2000/60/CE che si prefigge l'obiettivo di salvaguardare e tutelare i corpi idrici superficiali e sotterranei e di migliorare la qualità della risorsa, con la finalità di raggiungere il buono stato ambientale in tutti i corpi idrici europei.

Gli obiettivi generali declinati a scala di distretto dell'Appennino Settentrionale sono riconducibili, come indicato nella Parte generale del Piano, alle seguenti quattro categorie:

1. obiettivi per la salute umana
  - riduzione del rischio per la vita e la salute umana;
  - mitigazione dei danni ai sistemi che assicurano la sussistenza (reti elettriche, idropotabili, etc.) e l'operatività dei sistemi strategici (ospedali e strutture sanitarie, scuole, etc.);
2. obiettivi per l'ambiente
  - riduzione del rischio per le aree protette dagli effetti negativi dovuti al possibile inquinamento in caso di eventi alluvionali;
  - mitigazione degli effetti negativi per lo stato ecologico dei corpi idrici dovuti a possibile inquinamento in caso di eventi alluvionali, con riguardo al raggiungimento degli obiettivi ambientali di cui alla direttiva 2000/60/CE;
3. obiettivi per il patrimonio culturale

- riduzione del rischio per l'insieme di elementi costituito dai beni culturali, storici ed architettonici ed archeologici esistenti;
  - mitigazione dei possibili danni dovuti ad eventi alluvionali sul sistema del paesaggio;
4. obiettivi per le attività economiche
- mitigazione dei danni alla rete infrastrutturale primaria (ferrovie, autostrade, strade regionali, impianti di trattamento, etc.);
  - mitigazione dei danni al sistema economico e produttivo (pubblico e privato);
  - mitigazione dei danni alle proprietà immobiliari;
  - mitigazione dei danni ai sistemi che consentono il mantenimento delle attività economiche (reti elettriche, idropotabili, etc.).

Come già indicato, le categorie di misure previste nella Direttiva e negli atti di indirizzo in corso di definizione a livello europeo 3 sono riconducibili ai seguenti gruppi:

- misure inerenti alle attività di prevenzione: si tratta delle azioni di regolamentazione dell'uso del territorio tese ad un corretto utilizzo di questo nei confronti della pericolosità idraulica che è stata definita nelle mappe; qui abbiamo le regole di pianificazione urbanistica sia a livello regionale, territoriale e locale, le misure di prevenzione dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) vigenti, le eventuali misure per la delocalizzazione e riallocazione di elementi a rischio, la promozione di buone pratiche, etc;
- misure inerenti alle attività di protezione: si tratta degli interventi di difesa, sia che questi siano opere strutturali vere e proprie (dighe, argini, casse di espansione, difese a mare, etc.), sia che si tratti di modifiche dell'assetto fluviale tese ad un recupero della naturalità del corso d'acqua, ma che, in ogni caso, comportano lavori (recupero di aree golenali, sistemazioni idraulico-forestali, ripristino di aree umide, etc.);
- misure inerenti alle attività di preparazione: si tratta delle misure di preannuncio e monitoraggio degli eventi (sistema di rilevamento, monitoraggio idropluviometrico, modelli di previsione meteo e valutazione degli effetti a terra), dei protocolli di gestione



delle opere in fase di evento (opere modulabili quali dighe, scolmatori, casse con paratie mobili, etc.), dei piani di protezione civile atti a fronteggiare e mitigare i danni attesi durante l'evento e l'eventuale rischio residuo;

- misure inerenti alle attività di ritorno alla normalità e analisi (risposta e ripristino - recovery and review) con le quali si intendono essenzialmente quelle azioni di rianalisi post-evento al fine di valutare ed eventualmente rivedere e correggere le misure adottate.

I criteri generali che si sono adottati per l'individuazione delle misure seguono i seguenti principi:

- o dare priorità alle misure di prevenzione e preparazione, secondo quanto indicato dalla Direttiva 2007/60/CE e dal D.Lgs. 49/2010;
- o definire la programmazione degli interventi strutturali relativi alle aree a maggiore criticità;
- o privilegiare misure win-win che rispondano agli obiettivi della Direttiva 2000/60/CE e della Direttiva 2007/60/CE;
- o individuare e promuovere interventi riconducibili alla tipologia "infrastrutture verdi";
- o sviluppare e incoraggiare azioni di informazione, comunicazione e partecipazione sui temi del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni.

La delimitazione delle aree inondabili è stata effettuata per i tre scenari di alluvione indicati nella direttiva 2007/60/CE. I tre scenari sono stati indagati con approfondimento e dettaglio crescente dallo scenario con scarsa probabilità a quello con elevata probabilità di alluvioni.

La mappatura della pericolosità è stata elaborata con tre metodi:

1. da studi idrologici-idraulici con modelli idraulici monodimensionali o con calcoli idraulici semplificati per i corsi d'acqua che attraversano le aree più popolate nelle porzioni vallive e collinari e successiva proiezione dei livelli idrometrici massimi sulle quote

- terreno, derivanti da rilievi topografici o dalle carte tecniche regionali (CTR) a scala 1:5000;
2. da valutazioni di carattere geomorfologico-idraulico per i tratti montani e i corsi d'acqua di minore importanza abbinate allo studio dell'evoluzione fluviale negli ultimi 60 anni, attraverso le cartografie e le foto aeree (primo anno di riferimento 1954 volo GAI);
  3. da studi idrologici-idraulici con modelli idraulici monodimensionali per i corsi d'acqua di pianura, in prevalenza arginati, e con la valutazione delle aree maggiormente colpite dalle esondazioni e di quelle raggiunte sulla base dell'individuazione delle celle idrauliche, aree di territorio delimitate da rilevati e barriere, costituenti invasi delle alluvioni.

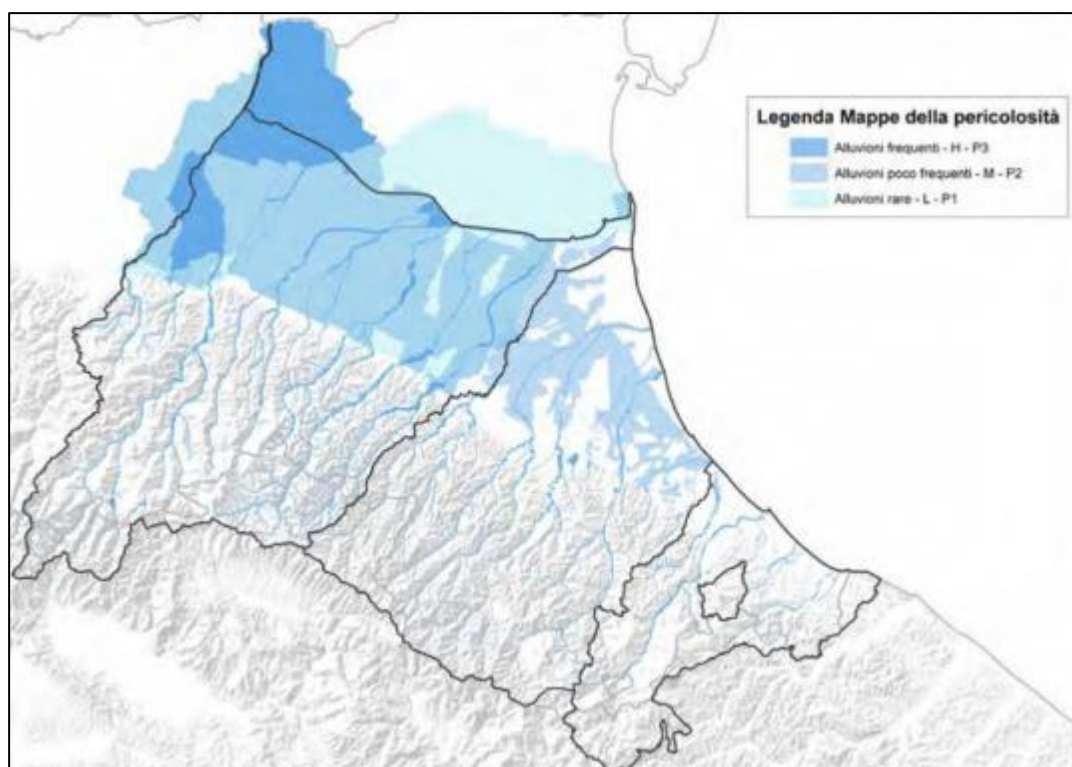


Figura 3-2 – Mappa di sintesi della pericolosità di alluvione per il reticolo naturale principale e secondario

Per le mappe di pericolosità si è adottata una gradazione del livello di confidenza (LC) in tre classi da basso (1) ad alto (3). Le aree allagabili sono state individuate sulla base degli studi e

delle perimetrazioni dei Piani stralcio per l'Assetto Idrogeologico e di Bacino (PAI) redatti dal 2000 al 2008, secondo le modalità previste dalla normativa nazionale. Si sono inclusi integrazioni e aggiornamenti derivanti dall'attuazione degli interventi dei PAI o da approfondimenti.

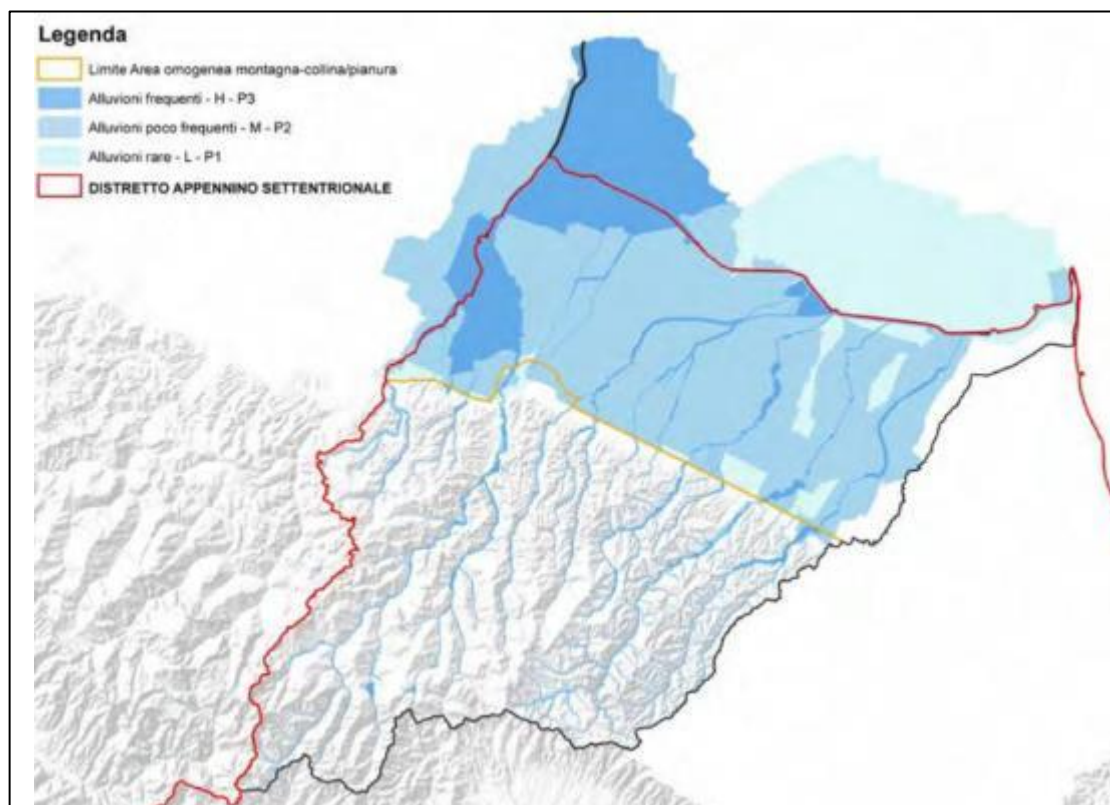


Figura 3-3 – Mappa della pericolosità del Reticolo naturale principale e secondario per il bacino del Reno e limite tra area omogenea di collina-montagna e di pianura

L'immagine che segue riporta lo stralcio della cartografia relativa alla pericolosità da alluvioni, interessata dallo sviluppo dell'infrastruttura tranviaria. Si evince come l'intero tracciato del Ramo Corticella sia per intero sovrapposto allo scenario di pericolosità di tipo P2 – Media probabilità, caratterizzato da alluvioni poco frequenti con un tempo di ritorno tra 100 e 200 anni.

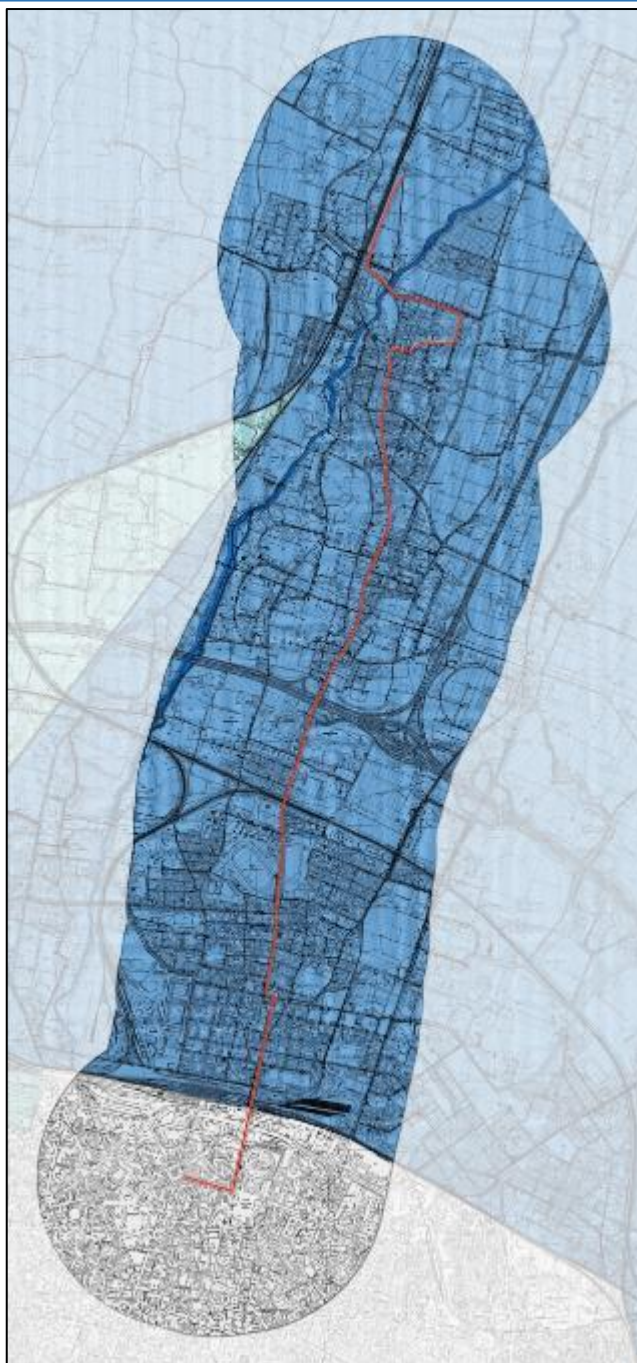


Figura 3-4 – Mappa della pericolosità

#### Scenari di Pericolosità

- P3 – H (Alluvioni frequenti:  
tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità)
- P2 – M (Alluvioni poco frequenti:  
tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità)
- P1 – L (Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi)



Le mappe del rischio predisposte per le UoM Reno, Romagnoli e Marecchia-Conca sono restituite in due formati grafici:

- rappresentazione degli elementi esposti di cui all'art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6, c. 5 del D.Lgs, 49/2010 ricadenti all'interno delle aree di pericolosità articolate nei tre scenari previsti, tematizzati in funzione delle 6 macrocategorie indicate negli Indirizzi Operativi MATTM" (Zone urbanizzate, Strutture Strategiche e sedi di attività collettive, Infrastrutture strategiche e principali, Beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse, Distribuzione e tipologia delle attività economiche insistenti sull'area potenzialmente interessata, Zone interessate da insediamenti produttivi o impianti tecnologici) e della tipologia di attività economica prevalente presente nelle suddette aree;
- rappresentazione degli elementi esposti classificati in 4 gruppi di rischio, a valore crescente (da R1, moderato o nullo a R4, molto elevato), secondo quanto previsto dal D.P.C.M. 29.09.98 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e del D.L. 11.06.98, n. 180".

Tale seconda tipologia di mappa risponde a quanto specificamente richiesto dal D.Lgs. 49/2010 (art. 6, c. 5), per il quale "le mappe del rischio di alluvioni indicano le potenziali conseguenze negative derivanti dalle alluvioni, nell'ambito degli scenari di cui al comma 2 e prevedono le 4 classi di rischio di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 29 settembre 1998", mentre la prima si attesta sulle indicazioni riportate nella Direttiva 2007/60/CE che chiede di localizzare gli elementi esposti all'interno delle aree a diversa pericolosità di alluvione individuate nelle mappe di pericolosità, distinti in alcune categorie codificate (popolazione, attività economiche, etc).

Entrambe le mappe sono, di fatto, derivate dal medesimo gruppo di tematismi e layer vettoriali del rischio, nei quali sono presenti e codificate tutte le informazioni necessarie per effettuare i due tipi di vestizioni grafiche.

Il D.P.C.M. 29.09.98 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e del D.L. 11.06.98, n. 180" nel ribadire che i Piani di Bacino, devono tener conto delle disposizioni del D.P.R. 18.07.95, definisce quattro classi di rischio:

- R4 (rischio molto elevato): per il quale sono possibili perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.
- R3 (rischio elevato): per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni relativi al patrimonio ambientale;
- R2 (rischio medio): per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- R1 (rischio moderato o nullo): per il quale i danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono trascurabili o nulli.

Tipologia Matrice

Ambito

Matrice A	Corsi d'acqua naturali principali ITN008 (distretto padano)
Matrice B	Corsi d'acqua naturali principali e secondari UoM ITI021, ITR081, ITI01319 (distretto appennino settentrionale) e reticolo secondario collinare-montano ITN008 (distretto padano)
Matrice B	Aree costiere marine
Matrice C	Reticolo Secondario artificiale di Pianura

CLASSI DI RISCHIO	CLASSI DI PERICOLOSITA'			
CLASSI DI DANNO	P3	P2		P1
D4	R4	R4	R3	R2
D3	R4	R3	R3	R2 R1
D2	R3	R2	R2	R1
D1	R1	R1	R1	R1

Tabella 3-1 – Matrice del rischio (Indirizzi Operativi MATTM)

CLASSI DI RISCHIO	CLASSI DI PERICOLOSITA'		
CLASSI DI DANNO	P3	P2	P1
D4	R4	R3	R2
D3	R3	R3	R1
D2	R2	R2	R1
D1	R1	R1	R1

Tabella 3-2 – Matrice del rischio adottata per la UoM ITI021, ITR081, ITI01319 per l'ambito costituito dai corsi d'acqua naturali

CLASSI DI RISCHIO	CLASSI DI PERICOLOSITA'	
CLASSI DI DANNO	P3	P2
D4	R3	R2
D3	R3	R1
D2	R2	R1
D1	R1	R1

Tabella 3-3 – Matrice del rischio adottata per la UoM ITI021, ITR081, ITI01319 per l'ambito costituito dal reticolo secondario artificiale di pianura

Ai fini dell'attuazione del D.Lgs. 49/2010, le mappe del rischio sono state elaborate seguendo le indicazioni di cui al documento "Indirizzi operativi per l'attuazione della direttiva 2007/60/ce relativa alla valutazione ed alla gestione dei rischi da alluvioni con riferimento alla predisposizione delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni", in base ai quali la definizione del concetto di rischio si basa sulla seguente formula:

$$R = P \times E \times V = P \times Dp$$

dove:

- P (pericolosità): probabilità di accadimento, all'interno di una certa area e in un certo intervallo di tempo, di un fenomeno naturale di assegnata intensità;
- E (elementi esposti): persone e/o beni (abitazioni, strutture, infrastrutture, ecc.) e/o attività (economiche, sociali, ecc.) esposte ad un evento naturale;
- V (vulnerabilità): grado di capacità (o incapacità) di un sistema/elemento a resistere all'evento naturale;

- Dp (danno potenziale): grado di perdita prevedibile a seguito di un fenomeno naturale di data intensità, funzione sia del valore che della vulnerabilità dell'elemento esposto;
- R (rischio): numero atteso di vittime, persone ferite, danni a proprietà, beni culturali e ambientali, distruzione o interruzione di attività economiche, in conseguenza di un fenomeno naturale di assegnata intensità.

L'analisi del rischio è stata svolta, pertanto, sovrapponendo, mediante procedure automatizzate su piattaforma GIS – Arcmap, alle mappe della pericolosità di alluvioni la cartografia degli elementi esposti distinti in 4 classi di danno potenziale (da D4 a D1), utilizzando l'algoritmo definito dagli "Indirizzi operativi" del MATTM, in particolare mediante la elaborazione di una matrice generale che associa le classi di pericolosità P1, P2, P3 alle classi di danno D1, D2, D3 e D4, declinata in funzione della specificità e dell'intensità dei processi attesi. Pertanto, definiti i 3 livelli di pericolosità (P3, P2, P1) e i 4 di danno potenziale (D4, D3, D2, D1) sono stati stabiliti i quattro livelli di Rischio conseguenti R4, R3, R2 ed R1 e quindi redatte le mappe del rischio.

Di seguito si riporta stralcio della cartografia relativa al Rischio che, in base alle classi, individua come categoria prevalente interessata dal tracciato in progetto la R3, che rappresenta la condizione di rischio elevato.





Figura 3-5 – Mappa del rischio



Le mappe del rischio elaborate applicando le due matrici sopra descritte sono costituite da tre tematismi:

- copertura poligonale: derivante dall'intersezione effettuata tra pericolosità e elementi esposti di tipo areale (uso del suolo, etc);
- copertura lineare: derivante dall'intersezione effettuata tra pericolosità e elementi esposti di tipo lineare (p.e. viabilità stradale e ferroviaria, etc);
- copertura puntuale: derivante dall'intersezione effettuata tra pericolosità e elementi esposti di tipo areale (istituti scolastici, strutture sanitarie e ospedaliere, impianti IED, etc)

Gli elementi a rischio di tipo puntuale (p.e. istituti scolastici) e lineari (p.e. viabilità stradale) sono stati rappresentati attribuendo al punto o alla linea il colore corrispondente al livello di rischio attribuito. I colori attribuiti alle 4 classi di rischio (visibili anche nelle corrispondenti celle delle matrici utilizzate) sono stati concordati a scala di distretto dell'appennino settentrionali e sono ugualmente utilizzati anche nel distretto padano.

Le mappe così redatte sono state poi integrate, come indicato sia nella Direttiva 2007/60/CE che nel D.Lgs. 49/2010, in modo tale da contenere informazioni circa il numero di abitanti potenzialmente esposti all'alluvione e gli impianti industriali potenzialmente pericolosi (ai sensi dell'allegato I del D.L. 59/2005).

Complessivamente, il progetto della Direttrice Corticella-Castel Maggiore si occuperà di valutare gli aspetti legati all'invarianza idraulica e più in generale alla gestione delle acque, prevedendo adeguate misure di mitigazione e contenimento, soprattutto in relazione alla realizzazione del capolinea, attualmente immaginato in territorio del Comune di Castelmaggiore.

In particolare, sarà opportuno determinare le strategie più efficaci per ovviare le effettive condizioni di pericolosità idraulica del Canale Navile valutando gli effetti di ipotetiche rotture arginali, coerentemente con i criteri assunti dal PGRA per le attuali perimetrazioni delle aree a pericolosità da alluvione.

Stante il quadro delle pericolosità idrauliche attuali e di progetto che confermano in buona sostanza l'ambito P2 definito nella Variante di Coordinamento PGRA/PSAI, verranno proposte le necessarie misure di contenimento dell'invarianza idraulica a corredo della nuova infrastruttura tranviaria e al fine di migliorare la resilienza ai cambiamenti climatici.

### Piano Stralcio di Bacino

Il "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico" (PSAI), redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Reno e adottato con Delibera del Comitato Istituzionale n. 1/1 del 6.12.2002, è elaborato in attuazione di quanto previsto dal comma 1 dell'articolo 1 del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 1998, n. 267 e modificato dal DL 13.05.99 n. 132, convertito nella L. 266 del 13.07.99, e dal DL 12.10.2000 n. 279, convertito nella L. 365 dell'11.12.2000. (art. 2 NTA).

L'approvazione del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale", ha modificato l'impianto organizzativo ed istituzionale della legge 183/1989 prevedendo, all'articolo 63, la soppressione, a far data dal 30 aprile 2006, delle Autorità di Bacino previste dalla legge 183/1989 sostituendole con le Autorità di Bacino Distrettuale.

Il 17 febbraio 2017 con l'entrata in vigore il D.M. 25 ottobre 2016, sono state soppresse le Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali, e tutte le relative funzioni sono state trasferite alle Autorità di bacino distrettuali. L'Autorità di bacino interregionale del fiume Reno confluisce pertanto nell'Autorità di bacino distrettuale del Fiume Po.

Dal punto di vista idrologico l'area è ricompresa nel territorio soggetto alle norme (vedi art. 20) del "Piano Stralcio per il sistema idraulico Reno" e inoltre attraversa il "Territorio soggetto alle norme del Piano Stralcio per il Sistema Idraulico Navile Savena A." (vedi art. 5), come si evince dal seguente stralcio di cartografia.

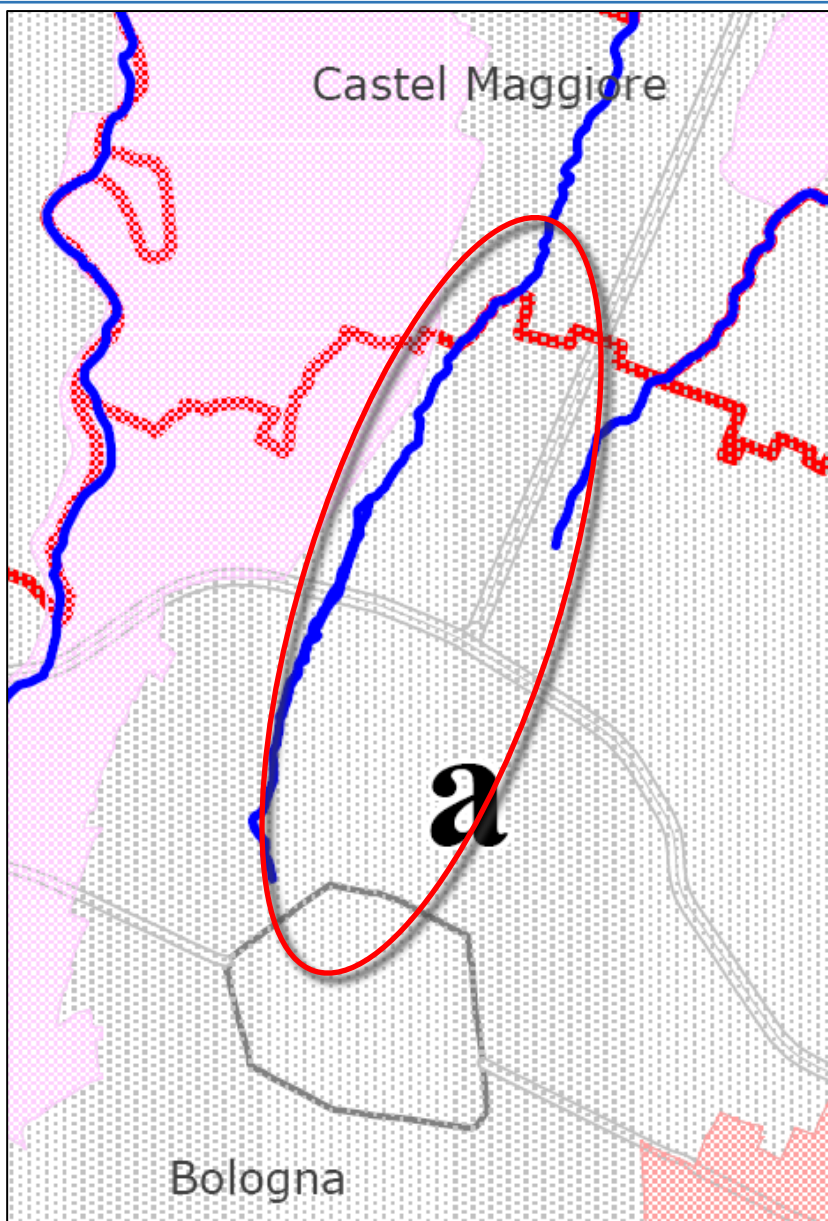
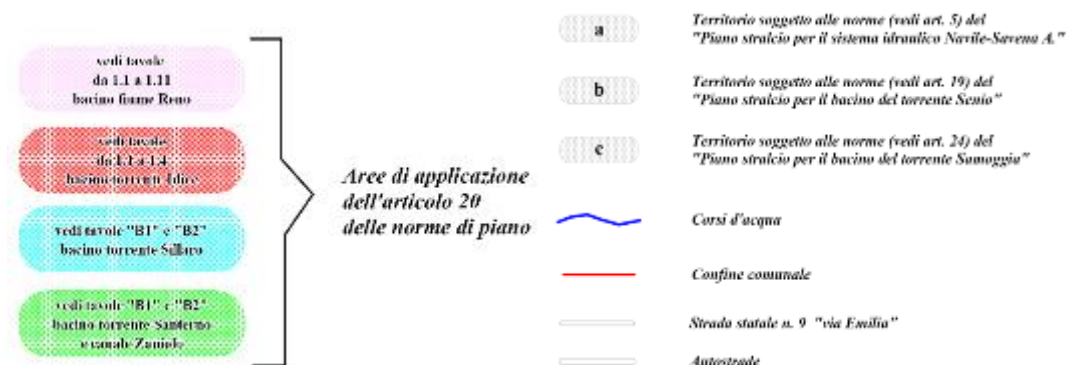


Figura 3-6 – PSAI - Tavola B.0/m5 – Aree soggette la controllo degli apporti d'acqua (figura non in scala)





Il Piano Stralcio per il Sistema Idraulico Reno disciplina gli interventi di trasformazione attraverso l'articolo 20 che regola il controllo degli apporti d'acqua. Parimenti, l'articolo 5 del Piano Stralcio per il Sistema Idraulico Navile-Savena Abbandonato. Tali disposizioni delegano alle amministrazioni comunali la necessità di favorire norme o comunque emanare atti che consentano e/o promuovano, anche mediante incentivi, la realizzazione di sistemi di regimentazione e regolamentazione degli apporti d'acqua mediante l'utilizzo di sistemi di raccolta delle acque piovane anche nelle aree edificate.

In particolare il seguente stralcio della Tavola B.2 riporta l'individuazione delle aree passibili di inondazioni con l'intento di:

- stimare le sollecitazioni idrologiche (piogge e portate) con le quali testare il comportamento del sistema in occasione di eventi molto gravosi;
- svolgere le necessarie verifiche idrologiche ed idrauliche atte ad individuare eventuali tratti d'alveo in condizioni idrauliche critiche, con particolare attenzione alle aree contigue all'alveo soggette ad inondazione ed ai tratti arginali dei cavi fluviali a rischio di sormonto;
- redigere la perimetrazione delle aree ad elevata probabilità di esondazione (evento di piena con TR = 25 - 30 anni), individuare la linea di esondazione e i tratti soggetti a sormonto arginale per piene a TR 100 - 200 anni e contribuire, per quanto riguarda i soli aspetti idraulici, alla definizione delle fasce di pertinenza fluviale;
- valutare i possibili interventi, quantificando in special modo il beneficio apportato in termini di riduzione del rischio idraulico e migliore assetto idraulico fluviale, con un approccio di sistema all'insieme della rete fluviale e del bacino di raccolta delle acque;
- analizzare la fattibilità degli interventi ipotizzati al punto precedente.

Come è possibile constatare dalla Tavola B.2 - Aree passibili di inondazione e sezioni trasversali di riferimento, la porzione di territorio interessata dalla realizzazione dell'opera non ricade in situazioni dove possano verificarsi inondazioni.

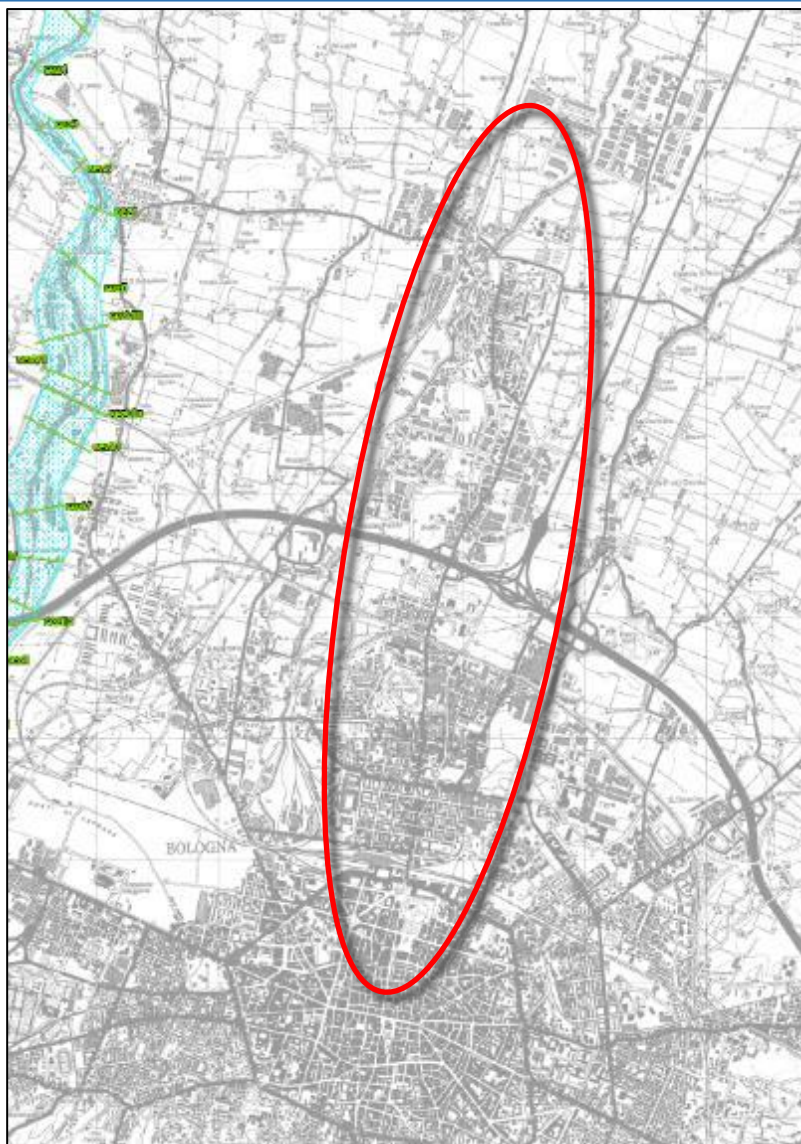







Figura 3-7 – PSAI - Tavola B.2 – Aree passibili di inondazione e sezioni trasversali di riferimento  
(figura non in scala)

-  Alveo attivo zonizzato
-  Aree ad alta probabilità di inondazione relativamente a piene con tempo di ritorno 30 anni (25 anni in pianura)
-  Linea di esondazione per piene con tempo di ritorno 200 anni (100 anni a valle della Chiusa di Casalecchio)
-  Indicazione tratti passibili di sormonto arginale per piene con tempo di ritorno 100 anni
-  Sezioni trasversali utilizzate per lo studio idraulico

Il Piano definisce le misure da adottare per ridurre il rischio idraulico nelle aste dei corsi d'acqua principali, secondari, minori e minuti sono riconducibili alle seguenti azioni:

- Mantenere un costante coordinamento dell'azione della Pubblica Amministrazione (Stato, Regione, Enti Locali, Consorzi) al fine di una azione tempestiva ed efficace per il raggiungimento degli obiettivi comuni di sicurezza dei territori e di salvaguardia delle risorse naturali.
- Eseguire una costante manutenzione ordinaria negli alvei con interventi di sistemazione delle sponde e della vegetazione. Gli interventi sulla vegetazione devono essere eseguiti con diverse metodologie per quanto riguarda i tratti montani, quelli di pianura non arginati e quelli di pianura arginati. Alcuni tipi di transetti vegetazionali a cui fare riferimento come obiettivi della manutenzione ordinaria sono riportati nelle "Norme di indirizzo per la gestione e manutenzione dei corsi d'acqua nei tratti arginati del Bacino del Reno" allegato B, approvate con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n°3/2 in data 2 ottobre 1996.
- Salvaguardare le aree ad alta probabilità di inondazione da interventi di antropizzazione al fine di preservarne la funzione di naturale espansione delle piene, contribuendo nello stesso modo a prevenire costi sociali elevati dovuti all'introduzione di elementi a rischio.
- Destinare a parco fluviale tutte le aree di proprietà pubblica presenti nelle zonizzazioni di alveo e di pertinenze fluviale e attuare una particolare manutenzione ordinaria per la valorizzazione ambientale di tali aree secondo quanto previsto dalle "Norme di indirizzo per la salvaguardia e la conservazione delle aree demaniali e la costituzione di parchi fluviali e lacuali e di aree protette" approvate con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n°1/6 in data 14 marzo 1997.
- Prevedere interventi di manutenzione straordinaria per l'asportazione di materiale alluvionale sedimentato sulle golene, nelle parti a maggiore sofferenza idraulica dei tratti arginati. Tale materiale, infatti, produce un progressivo restringimento delle sezioni di deflusso dove la pendenza di fondo del corso d'acqua è più scarsa con un tendenziale diminuzione del franco arginale.

- Mantenere in piena efficienza i manufatti di attraversamento e le opere idrauliche.
- Avviare studi idraulici di dettaglio ed i relativi rilievi topografici integrativi di quelli già a disposizione, per definire la progettazione preliminare di interventi per la riduzione del rischio nelle aree indicate nelle tavole allegate come aree ad alta probabilità di inondazione e normate dall'art.16 delle Norme di Piano.
- Mantenere in piena efficienza e potenziare (migliorandone la copertura spaziale all'interno del bacino idrografico e delle aste torrentizie e fluviali) la strumentazione di misura delle grandezze idrologiche (telepluviometri) e delle grandezze idrauliche (teleidrometri), di fondamentale importanza per restituire in tempo reale l'evolversi di un evento di piena e soprattutto per fornire una messe di dati e di informazioni necessari per la valutazione del rischio idraulico e la progettazione di interventi di messa in sicurezza.

### 3.4 PIANO ARIA INTEGRATO REGIONALE (PAIR)

Il Piano Aria Integrato Regionale (PAIR 2020) è stato adottato dalla Giunta regionale con deliberazione n. 1180 del 21 luglio 2014, in attuazione del D.Lgs. 155/2010 e della Direttiva Europea 2008/50/CE sulla qualità dell'aria ambiente. Esso si articola in: Quadro Conoscitivo, Relazione Generale che include il Monitoraggio delle Azioni di Piano, Norme Tecniche di Attuazione e Rapporto Ambientale contenente la Sintesi non tecnica e lo studio di incidenza. Nel PAIR 2020 viene evidenziato che il territorio della Pianura Padana contribuisce per il 50% alle emissioni nazionali di tutti gli inquinanti ad eccezione dell'ammoniaca il cui contributo sale al 70%; in tale contesto il contributo emissivo della Regione Emilia-Romagna per ciascun inquinante, rispetto al bacino padano, è inferiore al 20%. Pertanto il PAIR – 2020 prevede l'obiettivo, da raggiungere entro il 2020, della riduzione delle emissioni dirette di PM<sub>10</sub> e dei principali precursori (COV, NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>), necessaria al rispetto del valore limite equivalente (VLE) per il PM<sub>10</sub>. Il PAIR – 2020 identifica gli ambiti di intervento prioritari individuati per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dell'aria:



- A. le città, la pianificazione e l'utilizzo del territorio;
- B. trasporti e mobilità;
- C. energia;
- D. attività produttive;
- E. agricoltura;
- F. acquisti verdi nelle Pubbliche Amministrazioni (*Green Public Procurement – GPP*);
- G. ulteriori misure: applicazione del principio del saldo zero;
- H. le misure sovra-regionali.

Per il raggiungimento di tali obiettivi il PAIR – 2020 prevede, in sintesi, le seguenti misure:

MACRO AZIONI IN AMBITO URBANO	MISURE DI DETTAGLIO
Qualità pianificazione territoriale e limitazione uso suolo	a) pianificazione improntata al minor consumo di suolo e dispersione abitativa
	b) inserire obiettivi di qualità dell'aria e la verifica del non peggioramento della stessa in tutti gli strumenti di pianificazione
Incremento degli spazi verdi urbani	a) Realizzazione di fasce boscate con siepi e filari o con piantumazione di specie arboree che trattengono le sostanze inquinanti
	b) trasformazione di lastrici solari in giardini pensili
	c) incremento delle "cinture verdi" periurbane
Promozione e ottimizzazione dell'uso del trasporto pubblico locale	a) Rinnovo parco autobus con sostituzione degli autobus più inquinanti con autobus a minor impatto ambientale
	b) Potenziamento e riqualificazione dell'offerta del servizio del trasporto pubblico su gomma e ferro per migliorare l'alternativa modale al veicolo privato
	c) Interventi per l'interscambio modale: Realizzazione di infrastrutture per il miglioramento dell'interscambio modale ferrogomma- bici nelle stazioni/fermate del trasporto pubblico
	d) potenziamento car-sharing
	e) L'integrazione modale e tariffaria: Completamento del sistema di tariffazione integrata tariffaria ferro-gomma (Mi Muovo), da estendere fino a diventare una "carta della mobilità regionale" (ad es. per i servizi di bike e car sharing, sosta, ricarica elettrica...)
	f) Sviluppo di progetti di infomobilità
	g) Sviluppo dell'ITS (Intelligent Transport Systems)
Promozione della mobilità ciclabile	a) Incremento, completamento e riqualificazione della rete ciclopeditone
	b) Promozione della mobilità ciclabile attraverso l'incremento di stalli protetti e sistemi di tracciabilità e registrazione dei mezzi

	c) Potenziamento bike-sharing
Regolamentazione, distribuzione merci in ambito urbano	a) Limitazione degli accessi alle zone urbane ai veicoli commerciali più inquinanti
	b) Gestione del trasporto merci nell'ultimo km con veicoli a basso impatto
	c) Promozione della sostenibilità e dell'ottimizzazione della logistica delle merci (piattaforme logistiche)
Politiche di Mobility Management	a) Promuovere accordi che prevedono l'attivazione di pedibus per gli spostamenti casa scuola
	b) Promozione degli accordi aziendali o di distretto industriale per ottimizzare gli spostamenti casa lavoro dei dipendenti (Mobility manager d'area)
	c) azioni per ridurre le necessità di spostamento della popolazione: videoconferenze, telelavoro, asili aziendali
	d) iniziative per diffondere il car-pooling
Riqualificazione energetica degli edifici	a) isolamento termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato
	b) sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato
	c) riqualificazione energetica edifici pubblici
	d) riqualificazione energetica degli edifici ad uso industriale
Riqualificazione di impianti termici	a) sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzando generatori di calore a condensazione con requisiti minimi di rendimento termico utile
	b) Promozione della diffusione della centralizzazione degli impianti in edifici con più di 4 unità abitative collegate ad utenze singole con contestuale contabilizzazione del calore
Risparmio energetico illuminazione pubblica	a) Sostituzione di lampade tradizionali con lampade a risparmio energetico
	b) Sostituzione di lampade semaforiche a incandescenza con lampade al led
	c) Sostituzione di lampade a vapori di mercurio con lampade a vapori di sodio ad alta pressione negli impianti di pubblica illuminazione
	d) Installazione di regolatori di flusso luminoso
	e) Sostituzione di lampade votive ad incandescenza con lampade al LED
Adeguamento eco-sostenibile dei regolamenti edilizi comunali	a) adozione di requisiti di eco-sostenibilità nei regolamenti edilizi comunali
Misure gestionali per il risparmio energetico in	a) Obbligo di mantenere chiuse le porte di accesso al pubblico da parte di esercizi commerciali, pubblici, ecc. per evitare dispersioni termiche sia

ambienti pubblici	nel periodo invernale che in quello estivo
Estensione ZTL e aree pedonali nei centri storici	a) Promozione dell'estensione delle aree ZTL
	b) armonizzazione delle regole di accesso e sosta nelle ZTL
	c) Promozione dell'estensione delle aree pedonali
	d) Promozione dell'estensione di aree 30 km/h
Limitazione della circolazione privata in area urbana	a) Limitazione della circolazione in area urbana per le categorie veicolari più inquinanti dal lunedì al venerdì (ampliamento categorie soggette a limitazione al 2015, 2018 e 2020)
	b) Limitazione della circolazione i giovedì (1 ott-31 marzo) (ampliamento categorie soggette a limitazione al 2015, 2018 e 2020)
	c) Agevolazioni accesso ZTL e parcheggi gratuiti per veicoli elettrici
	d) Azioni per sopperire la domanda di mobilità privata con il trasporto pubblico (es. abbonamenti agevolati)
Domenica ecologica	a) Attivazione di provvedimenti di limitazione della circolazione una domenica al mese
Misure emergenziali in caso di superamenti prolungati di limiti qualità per PM10	a) Provvedimenti di limitazione della circolazione in giorni aggiuntivi dopo 4 giorni di superamento dei VL per il PM10
	b) Abbassamento di 1 grado della temperatura negli ambienti riscaldati
Mobilità sostenibile delle flotte degli enti pubblici	a) Progressiva conversione parco mezzi enti pubblici in flotte ecologiche
	b) Dotazioni di stalli protetti per bici per dipendenti pubblici e per utenti
Appalti verdi	a) Appalti per mezzi off road e per forniture di servizi a basso impatto ambientale
<b>MACRO AZIONI PER UNA MOBILITÀ SOSTENIBILE DELLE PERSONE</b>	<b>MISURE DI DETTAGLIO</b>
Promozione e ottimizzazione dell'utilizzo del trasporto pubblico locale	a) Rinnovo parco autobus con sostituzione degli autobus più inquinanti con autobus a minor impatto ambientale
	b) Potenziamento e riqualificazione dell'offerta del servizio del trasporto pubblico su gomma e ferro per migliorare l'alternativa modale al veicolo privato
	c) Interventi per l'interscambio modale: Realizzazione di infrastrutture per il miglioramento dell'interscambio modale ferrogomma- bici nelle stazioni/fermate del trasporto pubblico
	d) potenziamento car-sharing
	e) 'integrazione modale e tariffaria: Completamento del sistema di tariffazione integrata tariffaria ferro-gomma (Mi Muovo), da estendere fino a diventare una "carta della mobilità regionale" (ad es. per i servizi di bike e car sharing, sosta, ricarica elettrica...)

	f) Sviluppo di progetti di Infomobilità
	g) Sviluppo dell'ITS (Intelligent Transport Systems)
Promozione della mobilità ciclabile	a) Incremento, completamento e riqualificazione della rete ciclopedonale
	b) Promozione della mobilità ciclabile attraverso l'incremento di stalli protetti e sistemi di tracciabilità e registrazione dei mezzi
	c) potenziamento bike-sharing
Rinnovo parco autoveicolare: favorire veicoli a basse emissioni	a) Promozione dell'utilizzo di veicoli elettrici (biciclette a pedalata assistita, motocicli elettrici e autovetture elettriche)
	b) Potenziamento della rete pubblica con punti di ricarica per i veicoli elettrici nelle città
	c) Favorire il rinnovo del parco veicolare attraverso la sostituzione con veicoli a basse emissioni
Politiche di Mobility Management	a) Promuovere accordi che prevedono l'attivazione di pedibus per gli spostamenti casa scuola
	b) Promozione degli accordi aziendali o di distretto industriale per ottimizzare gli spostamenti casa lavoro dei dipendenti (Mobility manager d'area)
	c) azioni per ridurre le necessità di spostamento della popolazione: videoconferenze, telelavoro, asili aziendali
	d) iniziative per diffondere il car-pooling
Utilizzo ottimale dei veicoli: Eco Driving	a) Promozione della guida ecologica dei veicoli pubblici e privati
<b>MACRO AZIONI PER UNA GESTIONE SOSTENIBILE DELLE MERCI</b>	<b>MISURE DI DETTAGLIO</b>
Regolamentazione della distribuzione delle merci in ambito urbano	a) Limitazione degli accessi alle zone urbane ai veicoli commerciali più inquinanti
	b) Gestione del trasporto merci nell'ultimo km con veicoli a basso impatto
	c) Promozione della sostenibilità e dell'ottimizzazione della logistica delle merci (piattaforme logistiche)
Razionalizzazione logistica del trasporto merci a corto raggio in aree industriali	a) Promozione della sostenibilità e dell'ottimizzazione della logistica delle merci (Mobility manager di area industriale/artigianale)
Spostamento modale delle merci su rotaia	a) Spostamento modale del trasporto merci da mezzi su gomma su treno



In relazione agli obiettivi specifici che il piano si propone di raggiungere nell'orizzonte temporale sopradescritto, l'opera in progetto si inserisce e si perfeziona pienamente rispondendo nello specifico alle urgenze di riduzione e contenimento di emissioni in atmosfera attraverso macro azioni e misure di dettaglio che coinvolgono la gestione della mobilità sostenibile e, più in generale, la qualità della pianificazione territoriale in particolare in ambito urbano.

### 3.5 PIANO ENERGETICO REGIONALE (PER) E PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE E IL CLIMA (PAESC)

Il Piano energetico regionale - approvato con Delibera dell'Assemblea legislativa n. 111 del 01 marzo 2017 - fissa la strategia e gli obiettivi della Regione Emilia-Romagna per clima e energia fino al **2030** in materia di rafforzamento dell'economia verde, di risparmio ed efficienza energetica, di sviluppo di energie rinnovabili, di interventi su trasporti, ricerca, innovazione e formazione.

In particolare, il Piano fa propri gli obiettivi europei al 2020, 2030 e 2050 in materia di clima ed energia come driver di sviluppo dell'economia regionale.

In termini strategici, la Regione si impegna nei confronti di una decarbonizzazione dell'economia tale da raggiungere, entro il 2050, una riduzione delle emissioni serra almeno dell'80% rispetto ai livelli del 1990. Tale obiettivo dovrà essere raggiunto, in via prioritaria, attraverso una decarbonizzazione totale della generazione elettrica, un progressivo abbandono dei combustibili fossili in tutti i settori, in primo luogo nei trasporti e negli usi per riscaldamento e raffrescamento, e uno sviluppo delle migliori pratiche agricole, agronomiche e zootecniche anche al fine di accrescere la capacità di sequestro del carbonio di suoli e foreste.

Diventano pertanto strategici per la Regione:

- la riduzione delle emissioni climalteranti del 20% al 2020 e del 40% al 2030 rispetto ai livelli del 1990;

- l'incremento al 20% al 2020 e al 27% al 2030 della quota di copertura dei consumi attraverso l'impiego di fonti rinnovabili;
- l'incremento dell'efficienza energetica al 20% al 2020 e al 27% al 2030.

Il percorso di elaborazione e approvazione del nuovo Piano energetico regionale e del Piano triennale di attuazione si è articolato in diverse fasi:

1. Percorso partecipato dal novembre 2015 al 30 maggio 2016, con una serie di confronti e di approfondimenti con la società regionale
2. Approvazione da parte della Giunta regionale del Piano energetico regionale e del Piano triennale di attuazione con delibera n. 1284/2016
3. Avvio e conclusione della procedura di Valutazione ambientale strategica, dal 5 settembre al 4 ottobre 2016
4. Iter di approvazione in Assemblea legislativa

Il PER, nel delineare la strategia regionale, individua due scenari energetici: uno scenario "tendenziale" ed uno scenario "obiettivo". Lo scenario energetico tendenziale tiene conto delle politiche europee, nazionali e regionali adottate fino a questo momento, dei risultati raggiunti dalle misure realizzate e dalle tendenze tecnologiche e di mercato considerate consolidate. Si tratta dunque di una prospettiva dove non si tiene conto di nuovi interventi ad alcun livello di governance.

Lo scenario obiettivo punta invece a tragguradare gli obiettivi Ue clima-energia del 2030, compreso quello relativo alla riduzione delle emissioni serra, che costituisce l'obiettivo più sfidante tra quelli proposti dall'UE. Questo scenario è supportato dall'introduzione di buone pratiche settoriali nazionali ed europee ritenute praticabili anche in Emilia-Romagna, e rappresenta, alle condizioni attuali, un limite sfidante ma non impossibile da raggiungere.

Il livello di raggiungimento dei risultati delineati nello scenario obiettivo di riduzione dei gas serra, di risparmio energetico e di copertura di consumo con fonti rinnovabili al 2030, sarà determinato dalle condizioni esogene - che riguardano dinamiche sovraregionali e per molti aspetti internazionali - ed endogene - determinate dagli indirizzi di politica regionale - che

saranno in grado di favorire lo sviluppo delle tecnologie ad alta efficienza energetica e a ridotte emissioni di carbonio, degli impianti di produzione dell'energia da fonti rinnovabili, del miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici e delle attività di produzione di beni e di servizi.

Lo scenario obiettivo richiede perciò l'attuazione congiunta di misure e di politiche sia nazionali sia regionali e sarà fortemente condizionato da determinati fattori esogeni, oltre che dalle decisioni dell'UE in materia di clima ed energia.

La priorità d'intervento della Regione Emilia-Romagna è dedicata alle misure di decarbonizzazione dove l'intervento regionale può essere maggiormente efficace, quindi in particolare nei settori non Ets: mobilità, industria diffusa (pmi), residenziale, terziario e agricoltura. In particolare i principali ambiti di intervento saranno i seguenti:

- Risparmio energetico ed uso efficiente dell'energia nei diversi settori
- Produzione di energia elettrica e termica da fonti rinnovabili
- Razionalizzazione energetica nel settore dei trasporti
- Aspetti trasversali

In particolare il settore dei trasporti rappresenta uno dei principali settori che può contribuire in modo sostanziale al raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas climalteranti e riduzione del consumo di combustibili fossili. Il raggiungimento di tali obiettivi richiede pertanto un'azione congiunta a livello nazionale e regionale per favorire lo sviluppo di veicoli a basse emissioni di CO<sub>2</sub> e, nel caso del trasporto passeggeri, una riduzione degli spostamenti sui mezzi privati a favore di un incremento degli spostamenti collettivi, mentre nel caso del trasporto merci, una razionalizzazione della logistica ed uno spostamento dei trasporti su modalità diverse dalla gomma (e in particolare verso il ferro). Nello scenario obiettivo, lo shift modale a favore di mezzi pubblici o di modalità ciclopedonali per gli spostamenti privati è significativo: +10% di passeggeri su trasporto pubblico su gomma e +50% su ferro, oltre ad una crescita della mobilità ciclabile al 20% entro il 2030. Per quanto riguarda il trasporto merci si prevede un incremento del trasporto merci sul ferro fino a raggiungere uno share modale del

10% nel 2030. Chiaramente, il livello di penetrazione dei veicoli alimentati da carburanti alternativi (in particolare elettrici e ibridi) e a ridotte emissioni di inquinanti sarà condizionato da una serie di fattori esogeni indipendenti dalle scelte regionali e, nella maggior parte dei casi, sovraregionali: l'evoluzione dei prezzi delle materie prime energetiche (e a cascata dei carburanti tradizionali), lo sviluppo del mercato dei veicoli elettrici, il superamento delle attuali barriere tecnologiche (batterie, autonomia dei veicoli, tempi di ricarica, ecc.), l'andamento macroeconomico favorevole ad investimenti per la sostituzione dei veicoli commerciali, sono tutte questioni globali che incideranno in maniera sostanziale sull'evoluzione del settore dei trasporti in Emilia-Romagna e non solo.

Nel settore dei trasporti, la Regione intende promuovere sul proprio territorio azioni per il raggiungimento degli obiettivi di sviluppo della mobilità sostenibile e di diffusione dei veicoli alimentati da carburanti alternativi (elettrici, ibridi, metano, GPL) in sinergia con le politiche regionali in materia di trasporti. Ciò potrà avvenire in primo luogo attraverso i seguenti strumenti:

promozione nei Piani Urbani per la Mobilità Sostenibile (PUMS) di misure che privilegino la mobilità ciclopeditonale, il trasporto pubblico e l'uso di veicoli sostenibili (ad es. veicoli elettrici) soprattutto nei contesti urbani;

- promozione delle infrastrutture urbane per il trasporto pubblico locale, in primo luogo elettrico (filobus, tram, ecc.);
- promozione dell'infrastrutturazione per la mobilità sostenibile alternativa, anche attraverso il sostegno all'autoproduzione da fonti rinnovabili (elettricità, biometano, ecc.) in particolare nel settore del trasporto pubblico;
- promozione della mobilità ciclopeditonale, anche come strumento di valorizzazione di spazi pubblici e di rigenerazione urbana;
- promozione di servizi innovativi di mobilità condivisa (ad es. car sharing, corporate car sharing, ride sharing, ecc.) e infomobilità;



- fiscalità agevolata (ad es. esenzione bollo) ed altre misure di incentivazione finalizzate ad agevolare la transizione verso l'utilizzo di alcune tipologie di veicoli (ad es. veicoli elettrici).

Gli ultimi anni hanno visto un importante sviluppo delle politiche locali per il raggiungimento di obiettivi di sostenibilità energetica e ambientale.

La Regione Emilia-Romagna ha adottato il Patto dei Sindaci come strumento di riferimento per promuovere lo sviluppo delle politiche locali per l'energia sostenibile e la definizione di obiettivi ed azioni sui territori:

- svolgendo un'azione di supporto e coordinamento accreditata dalla Commissione Europea,
- predisponendo e aggiornando strumenti di supporto alla redazione dei Piani di Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) e al loro coordinamento con le politiche regionali
- erogando co-finanziamenti tramite tre successivi bandi regionali che, in coerenza con il piano di riordino amministrativo in corso, promuovano lo sviluppo di politiche e piani per l'energia sostenibile congiunti a livello di Unione o di raggruppamento di Comuni.

Ad oggi circa 300 Comuni sui 328 che attualmente compongono il territorio regionale, pari al 95% della popolazione, hanno aderito al Patto e hanno predisposto il proprio PAES con obiettivi al 2020 e con azioni per la riduzione dei consumi energetici, l'incremento delle fonti rinnovabili e la riduzione delle emissioni climalteranti. Tutto ciò costituisce un'infrastruttura molto importante per il territorio regionale, che permette di sviluppare forme di coordinamento tra le azioni locali e le politiche ad esse sottostanti (non solo energetiche ma anche di competitività e attrattività) e le politiche regionali. Da dicembre 2015 i Comuni possono aderire al nuovo Patto dei Sindaci, che amplia il proprio scopo integrando la sostenibilità energetica con i temi della sicurezza, della disponibilità e dell'adattamento al cambiamento climatico e prevede la redazione di un Piano di Azione per l'Energia e il Clima (PAESC) con orizzonte al 2030. Tramite questo nuovo strumento viene proposto ai Comuni di guardare ad un orizzonte di più lungo periodo, dando un valore ancora più strategico alle proprie politiche per l'energia sostenibile, e

una valenza che si lega ad indicatori di tipo economico, sociale, e più in generale di competitività e coesione che permette di proporre in modo proprio anche a livello locale il tema della transizione verso una economia low carbon e di proporre quest'ultima come driver per la creazione di green jobs.

Il Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC), approvato nell'aprile del 2021, costituisce lo strumento che integra tutti i locali piani urbanistici, di mobilità e ambientali urbani per rendere la città più adattabile ai cambiamenti climatici e climaticamente sostenibile, con un azzeramento netto delle emissioni di carbonio che provocano il riscaldamento globale. La redazione del Piano è uno degli impegni che il Comune di Bologna ha assunto con l'adesione al "Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia".

Il Piano stilato rappresenta la visione a lungo termine della città che mette in campo molteplici azioni, da quelle tecnologiche e infrastrutturali, dentro e fuori dalla città, sino a quelle culturali.

L'obiettivo del Piano è la definizione delle azioni necessarie per raggiungere la decarbonizzazione nel 2040 – traguardo che l'Unione europea pone oggi al 2050 – ma si prefigge anche un proposito di medio termine: un taglio del 40% delle emissioni entro il 2030. È parte integrante del Piano anche l'aggiornamento dell'inventario delle emissioni che evidenzia come sia già stato conseguito nel 2018 l'obiettivo di riduzione del 20% delle emissioni rispetto al 2005 (- 21,6%).

Le azioni del PAESC arrivano a considerare uno scenario al 2030 che, attraverso le tecnologie già oggi disponibili, consentono di arrivare ad una riduzione delle emissioni di CO2 del 44%, pari a oltre 500 mila tonnellate di anidride carbonica ogni anno.

I protagonisti di questa transizione saranno il Comune, gli altri enti pubblici e gestori di pubblici servizi, il mondo produttivo e i singoli cittadini; sarà infatti anche l'azione dei singoli che permetterà alla città di rinnovarsi. Bologna dovrà diventare una città resiliente, solare e a basso consumo, attraverso interventi in tutti i settori (trasporti, patrimonio edilizio pubblico e privato, spazi aperti, infrastrutture verdi e blu).

La rigenerazione urbanistica prevista nel Piano Urbanistico Generale propone la creazione di interi quartieri “ad energia zero” o addirittura a energia positiva, con produzione locale da fonti rinnovabili. Prevede una forte spinta alla transizione verso l’elettrico di tutti i consumi energetici, da quelli domestici fino ai trasporti pubblici, con grandi tagli alle emissioni di gas serra. La sola realizzazione della linea tranviaria elettrica che attraverserà la città sarà in grado di ridurre le emissioni di oltre 50 mila tonnellate di CO2 ogni anno.

In questa città elettrica verranno gradualmente eliminati i carburanti a base di carbonio tramite mezzi alimentati da energia rinnovabile, con l’uso di biogas derivato dai rifiuti organici (che già oggi alimenta molti autobus), con idrogeno verde, ossia prodotto dall’acqua a partire da energie pulite, e con i combustibili prodotti dai sistemi di immagazzinamento che convertono i surplus delle energie rinnovabili in gas (power-to-gas).

Il Piano inoltre disegna la Bologna futura come una città resiliente, prevedendo una complessa dinamica di adattamento con aumento delle fitomassa urbana, attraverso l’aumento del verde pubblico, il rinverdimento degli edifici (tetti verdi), la realizzazione di fasce verdi polifunzionali e di mitigazione, nuove piantumazioni di alberi, nuove soluzioni per una gestione sostenibile delle risorse idriche e per migliorare la risposta idrologica del territorio comunale; questo sia per rispondere alla pressione negativa dei cambiamenti climatici (isole di calore, eventi meteorologici estremi) ma anche per migliorare la salubrità e la sicurezza territoriale della città Bologna.

I macro-ambiti di intervento del PAESC sono:

- ondate di calore in ambito urbano, da mitigare mediante interventi mirati all’incremento della fitomassa (alberi), controllo della radiazione solare e di riduzione della vulnerabilità della popolazione mediante sistemi di allerta, di informazione e partecipazione attiva
- eventi estremi di pioggia e dissesto idrogeologico, per migliorare la risposta idrologica della città e il drenaggio urbano, anche mediante interventi strutturali, di depavimentazione/designazione ecc.

- carenza e qualità della risorsa idrica, mediante azioni di rinnovo delle reti, riduzione degli sprechi e razionalizzazione dei consumi idrici
- rigenerazione degli edifici civili e della relativa dotazione impiantistica, per la riqualificazione energetica profonda degli edifici e la creazione di zone ad energia zero o energia positiva, mediante un set di azioni coordinate di regolamentazione di diffusione delle competenze ecc.
- produzione di energia da fonti rinnovabili, per aumentare la potenza installata di impianti fotovoltaici anche mediante la promozione dell'autoconsumo collettivo e delle comunità energetiche rinnovabile
- decarbonizzazione dei trasporti e mobilità sostenibile, mediante l'elettrificazione e la diversione modale dei trasporti verso il trasporto pubblico e la mobilità ciclabile
- edifici comunali e illuminazione pubblica, per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio pubblico e dei sistemi di illuminazione stradale
- transizione energetica nel settore industriale, per il contenimento degli usi finali elettrici ed il sostegno verso progetti di innovazione tecnologica ed il ricorso ai vettori di energia rinnovabili (idrogeno, power to gas e biogas)

Sono infine state individuate sei azioni chiave, ovvero misure di significative che affrontano gli aspetti di mitigazione e adattamento, avviate o già realizzate sul territorio comunale:

- riqualificazione dell'edilizia residenziale pubblica
- progetto GECO "Green Energy Community" in zona Roveri
- linea rossa del tram
- programmazione di aumento del verde e delle alberature
- interventi di riduzione del rischio idraulico e idrogeologico e di manutenzione dei rii collinari e del canale Navile
- recupero delle acque dell'impianto IDAR (impianto di trattamenti dei fanghi industriali di via Shakespeare) nell'ambito dell'accordo di programma regionale.



### 3.6 PIANO TERRITORIALE METROPOLITANO – CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA

Il PTM è elaborato, formato e redatto nel rispetto delle disposizioni dello Statuto della Città metropolitana di Bologna e in armonia con le previsioni del Piano Strategico Metropolitano, della Carta di Bologna per l'Ambiente, dell'Agenda Metropolitana per lo Sviluppo Sostenibile e del PUMS) di cui acquisisce espressamente tutti i corrispondenti obiettivi e contenuti ai fini della conseguente, compiuta e armonica territorializzazione delle scelte ivi compiute.

Il Piano Territoriale Metropolitano della Città Metropolitana di Bologna, stilato ai sensi dell'articolo n.41 della L.R. 24/2017, è stato adottato con Delibera del Consiglio Metropolitano n.42 del 23.12.2020 e ha visto la conclusione del suo iter di approvazione, avviato a febbraio del 2020, entrando a tutti gli effetti in vigore il 26 maggio 2021 con la pubblicazione sul Bollettino ufficiale regionale (BURERT).

Esso che raccoglie l'eredità del PTCP e disegna gli scenari di sviluppo della Città Metropolitana di Bologna. Obiettivo del PTM è un territorio sostenibile e resiliente, attrattivo, in cui la tutela dell'ambiente, la bellezza dei luoghi urbani e naturali, il lavoro e l'innovazione possono trovare una sintesi unitaria e propulsiva.

Il PTM rappresenta il punto di raccordo tra il Piano Strategico Metropolitano, cornice generale degli obiettivi da territorializzare, le scelte del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) e gli impegni di sostenibilità della Carta di Bologna per l'Ambiente.

Le scelte strategiche del PTM attribuiscono rilevanza alle specificità del territorio, facendo leva sul tema della rigenerazione, e sviluppano la disciplina del territorio rurale e delle nuove urbanizzazioni, mettendo al centro la sostenibilità ambientale, economica e sociale delle scelte e la resilienza del territorio.

Con il PTM la Città metropolitana, "ente federante", crea una rete di relazioni, non gerarchiche e cooperative, con i comuni e con le unioni del territorio.

Il PTM si confronta con gli effetti della crisi climatica, con la legge urbanistica regionale L.R. n.24 del 2017, incardinata sul contenimento del consumo di suolo, e coinvolge attivamente le Amministrazioni comunali nel processo di formazione e approvazione del Piano.

Gli obiettivi strategici sono stati approvati all'unanimità dal Consiglio metropolitano il 12 febbraio 2021, aprendo il percorso di consultazione e partecipazione che ha portato all'approvazione definitiva del PTM nel maggio dello stesso anno.

A partire dall'approvazione del PTM, risultano abrogati:

- Il PTCP approvato con D.C.P. 19 del 2004 fermo restando che conservano pienamente la relativa validità ed efficacia e, come tali, non sono abrogati, i contenuti normativi e cartografici del medesimo PTCP che, anche ai sensi dell'art. 76, comma 3, della L.R. 24/2017, costituiscono pianificazione regionale e, in particolare, recepimento ed integrazione delle norme e dei contenuti del vigente Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) e del vigente Piano di Tutela delle Acque (PTA) e che tali contenuti trovano spazio nel PTM nei seguenti Sub Allegati:
  - A - Norme e cartografie del PTCP costituenti piano regionale di tutela delle acque;
  - B - Norme e cartografie del PTCP costituenti pianificazione paesaggistica regionale

Questi costituiscono parte integrante e sostanziale del PTM con conseguenti effetti conoscitivi, normativi e/o amministrativi

Gli elaborati costitutivi del PTM sono:

- Strategie
- Nome e relativi Allegati
- Norme Allegato 1:
  - Tavola 1 "Carta della Struttura";
  - Tavola 2 "Carta degli Ecosistemi";

Tavola 3 “Carta di Area Vasta del Rischio idraulico, rischio da Frana e dell’Assetto dei Versanti”;

Tavola 4 “Carta di Area Vasta delle Aree suscettibili di effetti locali”;

Tavola 5 “Carta delle Reti Ecologiche, della Fruizione e del Turismo”.

- Quadro Conoscitivo Diagnostico e approfondimenti conoscitivi allegati
- Valutazione di sostenibilità ambientale e territoriale e relativi allegati
- Allegati al Piano

Allegato A – Norme e cartografie del PTCP costituenti piano regionale di tutela delle Acque;

Allegato B – Norme e cartografie del PTCP costituenti pianificazione paesaggistica regionale.

### 3.6.1 “CARTA DELLA STRUTTURA”

Di seguito si riporta stralcio della Tav 1 - Tutela dei sistemi ambientali e delle risorse naturali e storico-culturali, dal quale si evince che l’infrastruttura in progetto ricade nel settore nord in aree e fasce interessate da elementi del sistema idrografico, in particolare del Canale Navile.

Il tracciato principale ricalca una porzione di quella definita dal piano come “viabilità storica”, procedendo lungo la cardinale Via di Corticella.

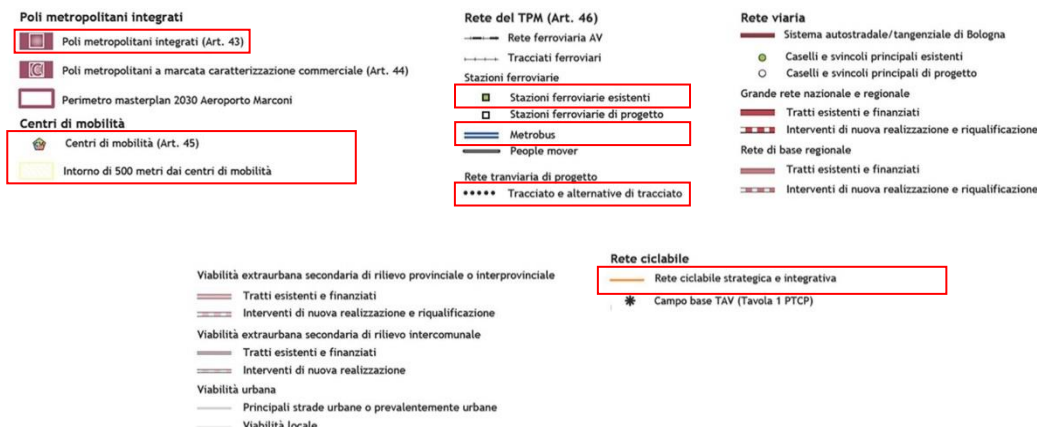


Figura 3-8 – Stralcio PTM Tavola 1  
Carta della Struttura

TERRITORIO RURALE	
	Ecosistema agricolo
	Ecosistema forestale, boschivo e arbustivo
	Ecosistema delle acque ferme e correnti
	Aree protette

TERRITORIO URBANIZZATO	
	Centri abitati e altre aree comprese nel territorio urbanizzato
Presenza dei servizi (Art. 33)	
	Presenza dei servizi minimi
	Presenza dei servizi di base
	Presenza dei servizi specialistici
Giudizio di accessibilità (Art. 33)	
	Accessibilità buona
	Accessibilità media
	Accessibilità sufficiente

NODI E RETI	
Ambiti produttivi (Art. 42)	
	Hub metropolitani
	Ambiti produttivi sovracomunali di pianura
	Ambiti produttivi sovracomunali di collina
	Sistema produttivo della montagna
	Ambiti produttivi sovracomunali della conurbazione bolognese



La direttrice tranviaria in esame ricade in aree normate dai seguenti articoli del PTM.

### ARTICOLO 7 - Territorio urbanizzato

Ferma restando la competenza dei PUG in relazione all'individuazione del perimetro del territorio urbanizzato, il PTM, ai fini della definizione dell'ambito di applicazione dei propri contenuti in conformità all'art. 41 della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017 e, in particolare, in relazione all'individuazione e alla rappresentazione della griglia degli elementi strutturali che connotano il territorio extraurbano definita dal presente Piano ai sensi dell'art. 35 nonché in ordine alla disciplina del territorio rurale ai sensi dell'art. 36, assume il perimetro del territorio urbanizzato così come individuato ai sensi degli artt. 6 e 32 della medesima legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017.

### ARTICOLO 16 – Ecosistemi agricoli

Gli ecosistemi agricoli comprendono i terreni interessati da colture agricole, i terreni con coperture erbacee e i terreni temporaneamente incolti, fornendo i seguenti servizi ecosistemici essenziali (secondo la classificazione MEA, 2005):

- servizi di supporto alla vita*, in particolare attraverso: la conservazione delle funzioni del suolo: la produzione di biomassa; lo stoccaggio, la filtrazione e la trasformazione di nutrienti e acqua; lo stoccaggio di carbonio;



- b) *servizi di regolazione*: il mantenimento della biodiversità agricola; la creazione e mantenimento degli habitat; l'impollinazione e dispersione di semi; la regolazione della qualità dell'aria; la regolazione della qualità/quantità dell'acqua dolce; la formazione, protezione e decontaminazione del suolo; la regolazione dei processi biologici;
- c) *servizi di approvvigionamento*, in particolare attraverso la produzione alimentare;
- d) *servizi culturali*, in particolare attraverso l'attrattività connessa alle identità dei luoghi, sia per la produzione enogastronomica sia per la formazione dei paesaggi agrari.

Nel rispetto del regime delle competenze del PTM in riferimento alla disciplina del territorio rurale, in recepimento della disciplina normativa vigente in materia di tutela dell'ambiente e in applicazione del principio di precauzione di cui agli artt. 3-ter e 301 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, il PTM assume i seguenti obiettivi preordinati ad assicurare i servizi ecosistemici essenziali forniti dagli ecosistemi agricoli:

- a) la protezione della risorsa "suolo" e delle acque sotterranee da fenomeni di degrado, quali erosione, diminuzione della materia organica, contaminazione, salinizzazione, compattazione, diminuzione della biodiversità e smottamenti indotti da attività antropiche e/o processi naturali;
- b) la protezione della risorsa "suolo" e delle acque sotterranee dal consumo indotto da fenomeni di impermeabilizzazione connessi alle urbanizzazioni e/o alla dispersione insediativa, dando concreta attuazione all'obiettivo della riduzione del consumo di suolo;
- c) la protezione dei caratteri identitari dei diversi territori, degli ambiti di valore naturalistico e degli aspetti costituenti testimonianza delle diverse culture agricole;
- d) l'implementazione della sicurezza alimentare, attraverso la promozione di una economia agricola coerente con i caratteri del tessuto socio-economico delle diverse realtà locali, della competitività della multifunzionalità nonché in grado di rapportarsi ai cambiamenti climatici e alla relativa incidenza sulla produzione agricola e sulla salvaguardia della catena alimentare.

Il PTM persegue gli obiettivi precedenti attraverso:

- a) strategie urbanistiche con cui sono definite le condizioni per il tramite delle quali l'esercizio dell'attività agricola concorre alla soddisfazione delle finalità di conservazione delle risorse ambientali, limitando di conseguenza gli usi non agricoli ammissibili in territorio rurale, tutti comunque sempre subordinati al rispetto della duplice e cumulativa condizione di determinare un ridotto consumo di suolo e di non interferire con i caratteri di vulnerabilità ambientale e con le correlative situazioni di rischio;
- b) regole edilizie mirate a rispondere alle esigenze delle aziende agricole situate all'interno dei centri aziendali, senza al contempo indurre fenomeni di dispersione insediativa;
- c) regolamentazione delle altre attività così come legittimamente esistenti, nel rispetto dei limiti preordinati a ridurre la dispersione insediativa e a salvaguardare le risorse ambientali e la produzione agricola.

#### ARTICOLO. 45 - Centri di mobilità

I Centri di mobilità sono i nodi principali di interscambio collocati in corrispondenza dei punti della rete in cui si concentra la massima intensità delle opportunità di trasbordo e intermodalità, con particolare riferimento alla rete di trasporto pubblico. Nel rispetto dei contenuti PUMS, le aree circostanti il Centro di mobilità costituiscono ambiti privilegiati per lo sviluppo di dotazioni, attività e servizi, anche di natura commerciale, per i residenti, i pendolari e i turisti.

Il PTM riconosce quali nodi di interesse metropolitano i Centri di mobilità così come individuati nella Carta della struttura, sulla base dello scenario a regime del PUMS.

La realizzazione dei Centri di Mobilità persegue i seguenti obiettivi:

- a) promozione dell'intermodalità tra mezzi di trasporto sostenibili, integrata nel contesto urbano di inserimento mediante il rafforzamento di servizi diversificati e di qualità per la mobilità condivisa;

- b) incremento e riqualificazione degli spazi e delle strutture relative alla mobilità ciclabile e pedonale, favorendo la creazione di hub urbani di qualità in cui realizzare l'integrazione tra funzioni urbane e esigenze di mobilità, migliorando la vivibilità dei luoghi;
- c) riconoscibilità dei Centri di mobilità come nodi strategici della rete del TPM, attraverso la piena integrazione spaziale e funzionale con il relativo contesto urbano e la qualificazione degli spazi pubblici e del tessuto edilizio esistente, e come luoghi identitari;
- d) miglioramento dell'attrattività dei territori a elevata fragilità economica, sociale e demografica. Indicazioni per i progetti

A tal fine, i progetti relativi ai Centri di mobilità devono:

- a) prestare specifica attenzione alla qualità architettonica e alla configurazione degli spazi pubblici, in conformità all'Appendice sulla qualità urbana del PUMS, e con possibilità di ricorrere a concorsi di architettura e progettazione partecipata ai sensi dell'art. 17 della legge regionale Emilia Romagna n. 24/2017;
- b) assicurare la presenza delle strutture necessarie per favorire l'interscambio e dei servizi per la mobilità, compresi quelli di supporto alla rete ciclistica, in conformità all'Appendice sulla qualità urbana del PUMS;
- c) con particolare riferimento ai Centri di mobilità collocati nei territori di pianura, rappresentare occasioni prioritarie per la sperimentazione di azioni per la mitigazione e l'adattamento al cambiamento climatico e l'incremento della resilienza, attraverso l'utilizzo delle soluzioni tecniche innovative di cui al precedente art. 39 delle presenti norme del PTM;
- d) per i Centri di mobilità ubicati nelle aree fragili, articolare interventi preordinati a potenziare l'attrattività turistica, anche attraverso la previsione di spazi informativi collegati a specifici progetti o Programmi metropolitani di rigenerazione di cui all'art. 52, e l'offerta di servizi alle persone e alle imprese mediante la rifunzionalizzazione dei fabbricati esistenti, anche

attraverso la previsione di usi temporanei di cui all'art. 16 della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017.

I progetti relativi ai Centri di mobilità devono contemplare azioni necessarie per promuovere il miglioramento dell'accessibilità, l'incremento della resilienza, il miglioramento del metabolismo urbano e il potenziamento dei servizi ecosistemici avuto riguardo allo stato e alle condizioni specifiche del contesto in cui è inserito.

Le Linee di indirizzo per la progettazione dei Centri di Mobilità sono state approvate con Atto del Sindaco metropolitano n. 23 del 10 febbraio 2021, assumendo una portata attuativa e integrativa Indicazioni per i PUG.

Il PUG assume i Centri di mobilità come architravi dell'organizzazione urbana e armonizza la propria strategia per la qualità urbana ed ecologico-ambientale agli obiettivi e ai contenuti del PUMS, in particolare di cui al relativo cap. 5.7 e all'Appendice sulla qualità urbana del PUMS (cap. 2.4), come specificate nelle Linee di indirizzo di cui al precedente comma 6.

Le aree del Territorio Urbanizzato, indicativamente ricomprese entro un raggio di 500 metri dalla stazione del SFM corrispondente al Centro di mobilità, costituiscono ambiti prioritari di rigenerazione urbana di rilievo metropolitano, nei quali è promossa, anche tramite interventi di addensamento e sostituzione urbana, la formazione di polarità urbane con presenza di servizi, rivolti alle persone, ai pendolari e ai turisti, nonché di attività commerciali, ricettive e ricreative.

Nelle aree del Territorio Urbanizzato ricomprese entro un raggio di 500 metri dalla stazione del SFM corrispondente al Centro di mobilità, le proposte di accordo operativo sono verificate e valutate, ai sensi dell'art. 38, comma 7, della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017, anche in relazione agli obiettivi, ai requisiti prestazionali e alle condizioni di sostenibilità per la realizzazione dei Centri di mobilità e delle opportune connessioni ciclabili e pedonali nonché in relazione all'articolazione e sistemazione complessiva di una rete qualificata di spazi pubblici, corrispondente e adeguata al ruolo strategico che il PTM attribuisce ai Centri di mobilità.

I Comuni assumono e declinano altresì le previsioni qui indicate nei piani attuativi di iniziativa pubblica e negli interventi di ristrutturazione urbanistica.

#### ARTICOLO. 46 - Rete infrastrutturale strategica della mobilità metropolitana

Nel rispetto del PUMS, il PTM individua e disciplina, per quanto di propria competenza, le reti infrastrutturali strategiche della mobilità metropolitana articolate in:

- a) rete del TPM;
- b) rete per la mobilità motorizzata;
- c) rete per la mobilità ciclistica;
- d) rete escursionistica.

La rete portante del TPM, comprensiva delle relative stazioni e fermate, è articolata nei seguenti livelli, per i quali valgono le fasce di rispetto stabilite dalle disposizioni normative di fonte statale:

- a) la rete regionale di supporto al Servizio Ferroviario Metropolitano;
- b) i corridoi della rete Metrobus;
- c) la rete tranviaria.

La rete per la mobilità motorizzata, comprensiva delle relative interconnessioni, è articolata nei seguenti livelli (tra parentesi tonde sono indicate le fasce di rispetto delle infrastrutture):

- a) Grande rete: sistema autostradale (80 m);
- b) Grande rete: strade di interesse regionale/nazionale (60 m);
- c) Rete di base regionale (50 m);
- d) Viabilità extraurbana secondaria di rilievo provinciale o interprovinciale (40 m);
- e) Viabilità extraurbana secondaria di rilievo intercomunale (30 m).



La rete per la mobilità ciclistica definita dal biciplan metropolitano è intesa come infrastruttura funzionale sia agli spostamenti quotidiani delle persone sia alla fruizione turistica e del tempo libero ed è costituita dalla rete strategica e dalla rete integrativa, compresi i collegamenti ciclabili di carattere locale e urbano che costituiscono la rete della mobilità quotidiana, così come specificate negli elaborati e nei contenuti del PUMS. La Ciclovía del Sole, facente parte della rete EUROVELO 7, è indicata ed evidenziata nella Carta delle reti ecologiche, della fruizione e del turismo, in ragione della corrispondente rilevanza internazionale.

I tracciati delle reti infrastrutturali sono riportati nella Carta della struttura. Gli elementi di previsione si riferiscono allo scenario a regime del PUMS. Gli elementi esistenti ricomprendono anche i tratti in corso di realizzazione, così come già finanziati al momento dell'assunzione del PTM.

I tracciati delle reti infrastrutturali sono individuati ai sensi dell'art. 41, comma 7, della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017 ad ogni conseguente effetto, potendo comunque essere specificati e/o modificati in sede progettuale, fermo restando che la puntuale localizzazione delle corrispondenti opere pubbliche o di interesse pubblico è di competenza degli strumenti urbanistici e/o degli altri atti a cui la disciplina normativa vigente rimette la produzione dei medesimi effetti localizzativi e appositivi del vincolo preordinato all'esproprio, nel rispetto delle forme e dei dispositivi procedurali previsti dall'ordinamento nazionale e regionale.

Gli interventi sulle reti perseguono gli obiettivi e le finalità così come previsti dall'art. 6 – Rapporti tra PTM e PUMS, della Parte generale delle norme del PTM, che qui si intendono per integralmente richiamati.

Ai sensi del precedente art. 6 della Parte generale delle presenti norme, i contenuti del PUMS formano parte integrante e sostanziale del PTM in relazione alla specificazione delle politiche per la mobilità delle persone e delle merci nonché, anche ai fini e agli effetti di quanto disposto dall'art. 41, comma 7, della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017, in ordine all'individuazione degli interventi ivi previsti come prioritari per il potenziamento, l'adeguamento e la riqualificazione della rete stradale e ferroviaria.

Gli accordi territoriali, i Programmi metropolitani di rigenerazione di cui all'art. 52 nonché gli altri atti e/o programmi della Città metropolitana di Bologna si conformano e, per quanto di propria competenza, dettano la disciplina di sviluppo in relazione alla compiuta specificazione ed effettiva realizzazione degli interventi previsti dal PUMS.

Nel rispetto di quanto previsto al precedente art. 6 della Parte generale delle presenti norme, i PUG:

- a) assumono le reti infrastrutturali indicate nella Carta della struttura come architravi dell'organizzazione urbana;
- b) ai sensi dell'art. 41, comma 7, della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017, assicurano la salvaguardia dei corridoi infrastrutturali relativi alle infrastrutture di previsione, nel rispetto dello scenario a regime del PUMS, per non comprometterne la realizzazione futura;
- c) armonizzano la strategia per la qualità urbana ed ecologico-ambientale agli obiettivi e alle politiche per la mobilità delle persone, nel rispetto dei contenuti del PUMS;
- d) armonizzano la strategia per la qualità urbana ed ecologico-ambientale agli obiettivi e alle politiche per la mobilità delle merci, nel rispetto delle indicazioni del PUMS e, in particolare, delle strategie e delle azioni proposte per la logistica distributiva e industriale.

I PUG e i PGTU, devono svolgere un ruolo proattivo e di coerenza progettuale ai fini del completamento dell'assetto infrastrutturale indispensabile per il raggiungimento degli obiettivi del PUMS così come sussunto dal PTM. A tal fine, devono assicurare:

- a) la realizzazione delle linee tranviarie, filoviarie e metrobuses e delle relative dotazioni;
- b) il completamento del SFM, attraverso la realizzazione delle stazioni mancanti, l'adeguamento dei servizi all'utenza laddove carenti, il raddoppiamento del binario ove necessario per la frequenza cadenzata, la realizzazione delle opere necessarie presso la Stazione Centrale di Bologna per l'attivazione delle linee passanti;
- c) il completamento della rete stradale di previsione, prioritariamente attraverso la riqualificazione delle strade esistenti in un'ottica di pianificazione integrata delle diverse

componenti di mobilità, essendo comunque esclusa, in coerenza con il PUMS, la realizzazione di nuove strade di rango metropolitano; il potenziamento e l'adeguamento della rete stradale di previsione comportano la progettazione e la contestuale esecuzione delle opere di inserimento paesaggistico, mitigazione ambientale e rafforzamento della rete ecologica da prevedere nelle apposite fasce di ambientazione, nel rispetto delle disposizioni sulla forestazione metropolitana di cui all'art. 37 delle norme del PTM;

- d) la riconversione degli assi stradali da decongestionare, grazie la realizzazione di varianti, funzionali a ricavare spazi destinati prioritariamente al TPM, alla mobilità attiva e alla valorizzazione della qualità urbana e dello spazio pubblico condiviso, anche attraverso nuove pedonalizzazioni;
- e) l'adozione, nella realizzazione di nuovi interventi in strade urbane e negli interventi di riqualificazione anche in caso di declassamento a un rango inferiore, di specifiche misure finalizzate all'incremento del valore ecologico urbano e alla mitigazione degli impatti in relazione alle specifiche condizioni del contesto urbano; laddove possibile, una quota della superficie dell'area di intervento non inferiore al 10%, nel caso di nuove realizzazioni, e del 15%, nel caso di riqualificazioni/declassamenti, deve essere destinata a verde urbano e, in particolare, ad interventi che prevedano, in riferimento del contesto e comunque in conformità alle eventuali previsioni vincolistiche, alberature, vasche di laminazione locali, giardini della pioggia, prati naturali, nel rispetto delle disposizioni sulla forestazione metropolitana di cui all'art. 37 delle norme del PTM;
- f) individuazione dei tratti delle strade "F" da riclassificare in categoria F-bis, ossia nell'ambito degli itinerari destinati prevalentemente alla percorrenza ciclopeditone e caratterizzati da sicurezza intrinseca per la mobilità attiva, anche ad integrazione della rete cicloturistica individuata dal Biciplan, specialmente nelle strade di pertinenza a basso traffico;
- g) adozione e articolazione di un'infrastruttura informatica unitaria, per la comunicazione, la tariffazione e il pagamento integrato dei servizi di trasporto pubblico secondo la modalità del Mobility as a Service -MaaS;

- h) valorizzazione della viabilità panoramica, con particolare riferimento ai tratti a vocazione turistica e ricreativa, favorendone la fruizione da parte della mobilità attiva e, in particolare, del cicloturismo, sviluppando al contempo il progetto di costruzione e valorizzazione fruitiva della rete ecologica di cui all'art. 47 delle norme del PTM;
- i) concorso alla realizzazione della rete ciclabile metropolitana strategica e integrativa, comprensivo dell'adeguamento dei percorsi esistenti, anche attraverso il declassamento delle strade secondarie a basso flusso (attualmente classificate come F) in percorsi ciclopeditoni, e del potenziamento dei servizi per la ciclabilità; a tal fine, i Comuni specificano i collegamenti di carattere locale e urbano per assicurare la capillarità e la continuità della rete strategica e integrativa nel territorio metropolitano e, in particolare, il collegamento con le Dotazioni metropolitane di cui all'art. 34 delle norme del PTM e con le altre strutture per l'istruzione e la ricerca, la sanità e l'assistenza, la cultura, lo sport e il tempo libero, nel rispetto di quanto previsto dall'accordo territoriale, nel caso le stesse siano classificate come Poli metropolitani dal PTM;
- j) realizzazione di un velopark almeno in ogni Centro urbano servito da SFM e rete TPM di Primo livello e comunque uno in ogni Centro urbano superiore a 5.000 abitanti e in ogni Centro di mobilità;
- k) definizione della rete degli itinerari pedonali escursionistici in forma integrata e interconnessa con la rete cicloturistica definita dal Biciplan, sviluppando il progetto di rete ecologica di cui all'art. 47 delle norme del PTM.

Nel rispetto di quanto stabilito ai precedenti commi del presente articolo, i PUG e i PGTU, secondo il regime delle rispettive competenze, definiscono criteri e parametri per la riprogettazione della rete stradale urbana come spazio pubblico vivibile e completo, in vista della riconquista dello spazio pubblico come bene comune, conservando il coordinamento reciproco e integrando i diversi livelli di pianificazione e progettazione.

Le proposte di accordo operativo sono verificate e valutate, ai sensi dell'art. 38, comma 7, della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017, anche rispetto alle disposizioni di cui al presente

articolo, alle quali si conformano anche gli interventi di ristrutturazione urbanistica, i piani attuativi di iniziativa pubblica e i progetti delle opere pubbliche.

### 3.6.2 "CARTA DEGLI ECOSISTEMI"

Il seguente elaborato riporta il complesso degli ecosistemi costituenti il territorio metropolitano, declinati in:

- Ecosistemi naturali;
- Ecosistemi agricoli;
- Aree ed elementi interni agli ecosistemi agricoli e naturali;
- Ecosistema urbano.



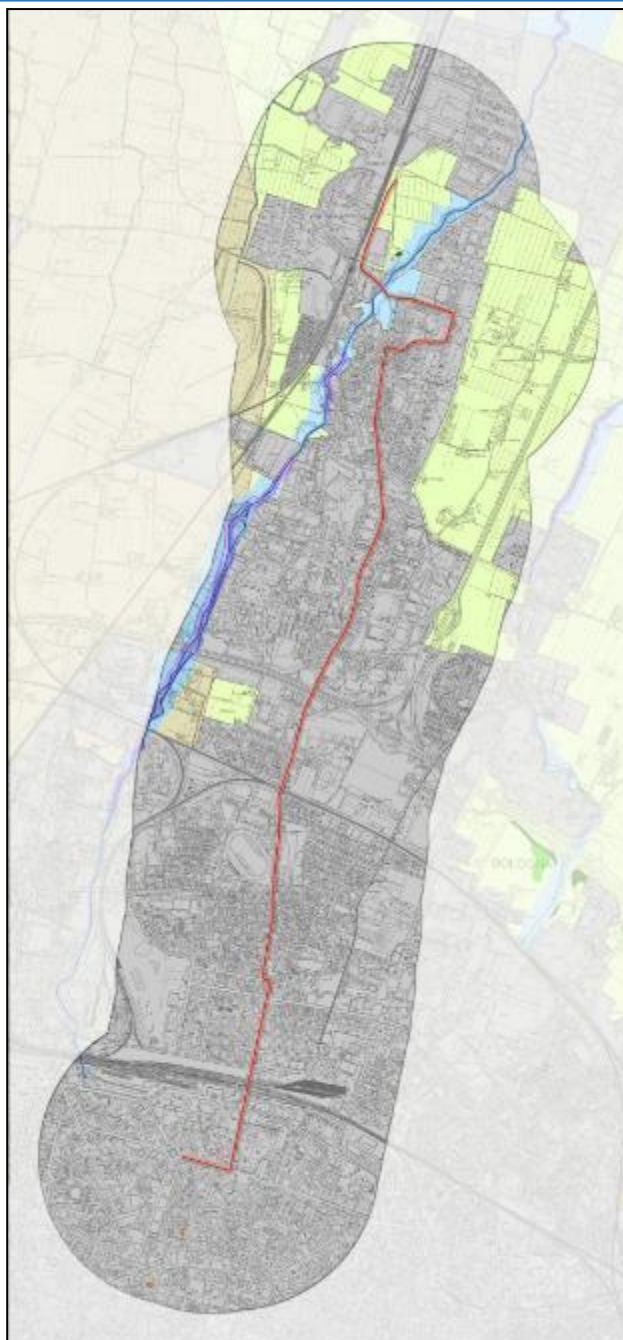










































Figura 3-9 – Stralcio PTM Tavola 2 - Carta degli Ecosistemi

ECOSISTEMI NATURALI	ECOSISTEMI AGRICOLI
<b>Ecosistemi delle acque correnti (Art. 19)</b> <b>Alveo attivo e reticolo idrografico (Art. 20)</b>  Alveo attivo  Reticolo idrografico principale  Reticolo idrografico secondario  Reticolo idrografico minore  Canale di bonifica  Canale Emiliano - Romagnolo <b>Fasce perfluviali</b>  Fasce perfluviali di montagna, collina, pedecollina/pianura (Art. 21)  Fasce perfluviali di pianura (Art. 22) <b>Aree interne alle fasce perfluviali</b>  Aree ad alta probabilità di inondazione  Aree a rischio di inondazione in caso di eventi di pioggia con tempo di ritorno di 200 anni  Aree di ricarica di tipo D <b>Aree per interventi idraulici strutturali (Art. 15)</b>  Aree di intervento  Aree di localizzazione di interventi  Aree di potenziale localizzazione di interventi <b>Ecosistemi delle acque ferme (Art. 23)</b>  Immaci dei bacini idrici  Zone Umide <b>Ecosistemi Forestale, Arbustivo e Calanchivo</b>  Ecosistema Forestale (Art. 24)  Ecosistema Arbustivo (Art. 25)  Ecosistema Calanchivo (Art. 26)	<b>Ecosistema Agricolo della montagna collina (Art. 16 e 17)</b>  Aree agricole su terrazzi alluvionali  Aree agricole su aree di ricarica di tipo A  Aree agricole nelle aree montano-collinari intravallive <b>Ecosistema Agricolo della pianura (Art. 16 e 18)</b>  Aree agricole della Pianura Alluvionale  Aree agricole costituenti zone di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura alluvionale  Aree agricole della Pianura delle Bonifiche  Aree agricole costituenti zone di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura delle bonifiche  Zone di protezione delle aree di alimentazione di sorgenti (certe e incerte) e delle zone di riserva  Zone di protezione di captazioni delle acque superficiali  Zone di rispetto delle sorgenti e pozzi <b>Elementi di interesse storico, archeologico e paesaggistico</b>  Complessi archeologici  Aree di accertata e rilevante consistenza archeologica  Aree di concentrazione di materiali archeologici  Zone di tutela della struttura centuriata  Zone di tutela di elementi della centuriazione  Principali complessi architettonici storici non urbani  Crinali significativi  Fascia di transizione pianura/collina/montagna/alto crinale <b>ECOSISTEMA URBANO</b>  Ecosistema urbano
<b>AREE ED ELEMENTI INTERNI AGLI ECOSISTEMI AGRICOLI E NATURALI</b> <b>Aree protette e Siti della Rete Natura 2000</b>  Perimetro delle aree protette e Siti della Rete Natura 2000 <b>Protezione acque sotterranee e superficiali</b>  Zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio pedecollinare e di pianura	

Di seguito si riporta la norma che disciplina gli elementi interferenti con il tracciato di progetto.

## ARTICOLO 18 - Ecosistema agricolo della pianura

L'ecosistema agricolo della pianura è costituito dai territori della pianura alluvionale e della pianura delle bonifiche, in quanto aree agricole, storicamente e attualmente, alla base di una forte economia agricola che ha profondamente caratterizzato l'infrastrutturazione edilizia e alla quale si è rapportata l'infrastrutturazione idraulica, in un processo continuo di artificializzazione del reticolo. Le caratteristiche ambientali e infrastrutturali dell'ecosistema comportano e determinano l'articolazione differenziata della disciplina urbanistica ed edilizia in relazione alle aree agricole della pianura alluvionale e alle aree agricole delle bonifiche.

Nel rispetto delle previsioni di cui agli artt. 7.4, 7.5 e 8.2 delle norme del PTCP allegati al PTM in quanto costituenti pianificazione regionale e, in particolare, recepimento e integrazione,

rispettivamente, degli articoli 25 e 31 delle norme del PTPR, e di quanto stabilito al precedente capoverso, le nuove urbanizzazioni di cui al successivo art. 50 delle norme del PTM non sono ammesse nelle aree agricole rientranti:

- a) nelle aree protette e nei siti della Rete Natura 2000 e nelle zone di tutela naturalistica non incluse nelle aree soprarichiamate e nelle zone di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura;
- b) nelle aree di valore archeologico, quali i Complessi archeologici e le Aree di accertata e rilevante consistenza archeologica, o di valore storico, quali le zone di tutela della struttura centuriata, i Complessi architettonici storici non urbani e le relative aree di pertinenza.

Fermo restando quanto previsto dall'art. 8.2, comma 10, delle norme del PTCP allegato al PTM in quanto costituente recepimento e integrazione delle norme del PTPR, nel caso di centri abitati ubicati all'interno di zone di tutela della struttura centuriata nei quali risulti impossibile individuare alternative localizzative, un nuovo insediamento può essere realizzato purché attraverso una sistemazione del tessuto urbano coerente con la relativa organizzazione storica. Nella ValSAT accedente all'Accordo operativo o ad altro strumento attuativo deve essere data specifica evidenza delle scelte insediative e distributive funzionali a mantenere e salvaguardare gli elementi a tal fine coinvolti.

La realizzazione di nuovi insediamenti che interessino le aree di "Concentrazione di materiali archeologici" così come disciplinate dall'art. 8.2 delle norme del PTCP allegato al PTM in quanto costituente pianificazione regionale e, in particolare, recepimento e integrazione dell'art. 21 del PTPR, è subordinata all'effettuazione di sondaggi preliminari svolti unitamente al competente organo periferico del Ministero dei beni e delle attività culturali ai sensi del decreto legislativo n. 42/2004.

Le nuove urbanizzazioni nelle Zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio di pedecollina/pianura ubicate nella pianura alluvionale sono subordinate al mantenimento di una superficie permeabile non inferiore al 20% della superficie territoriale dell'insediamento

ricadente nell'area di ricarica, in caso di insediamenti produttivi, e non inferiore al 35%, in caso di insediamenti residenziali/terziari.

Lungo la direttrice della Via Emilia i nuovi insediamenti non possono interessare gli spazi aperti che separano tra loro i centri abitati, in quanto la relativa salvaguardia concorre al perseguimento del più generale obiettivo di valorizzazione e qualificazione della medesima direttrice della Via Emilia in relazione al corrispondente carattere identitario per il territorio metropolitano.

I nuovi insediamenti non possono interessare varchi e discontinuità individuati nella Carta delle reti ecologiche della fruizione e del turismo.

La strategia per la qualità urbana ed ecologico-ambientale del PUG e la relativa ValSAT, anche dei successivi accordi operativi o piani attuativi di iniziativa pubblica, tiene conto della perdita di servizi ecosistemici forniti dal suolo così come individuati nell'Allegato 1 del Quadro Conoscitivo Diagnostico del PTM.

Fermo restando quanto previsto dagli artt. 7.4, 7.5 e 8.4 delle norme del PTCP allegati al PTM in quanto costituenti pianificazione regionale e, in particolare, recepimento e integrazione delle norme del PTPR e di quanto stabilito al precedente comma 1, le nuove urbanizzazioni di cui al successivo art. 50 delle presenti norme del PTM non sono ammesse nelle aree agricole rientranti:

- a) nelle aree protette e nelle zone di tutela naturalistica non incluse nelle aree protette;
- b) nelle zone di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura, in quanto tali aree svolgono funzioni di interesse pubblico per l'incremento della biodiversità in pianura;

La strategia per la qualità urbana ed ecologico-ambientale del PUG e la relativa ValSAT, anche dei successivi accordi operativi o piani attuativi di iniziativa pubblica, tiene conto della perdita di servizi ecosistemici forniti dal suolo così come individuati nell'Allegato 1 del Quadro Conoscitivo Diagnostico del PTM.

#### ARTICOLO.19 - Ecosistema delle acque correnti

L'ecosistema delle acque correnti è il reticolo idraulico costituito dai corsi d'acqua naturali e dal sistema dei canali di bonifica ad essi interconnesso e ricomprende il complesso delle aree nelle quali si esplica la funzionalità idraulica sia in superficie sia in profondità.

L'ecosistema delle acque correnti fornisce i seguenti servizi ecosistemici essenziali (secondo la classificazione MEA, 2005):

- a) *servizi di supporto alla vita* attraverso la conservazione, l'implementazione e la trasmissione della biodiversità e degli habitat per la fauna;
- b) *servizi di regolazione* del clima, del regime idrologico e dell'inquinamento attraverso processi autodepurativi;
- c) *servizi di approvvigionamento* attraverso la fornitura di acqua e di alimenti, il concorso alla produzione alimentare tramite l'apporto irriguo e il contributo alla produzione di energia elettrica mediante lo stoccaggio in invasi;
- d) *servizi culturali* attraverso la sussistenza di elementi di identità paesaggistica e di attività fruibili per il tempo libero.

Nel rispetto del regime delle competenze del PTM di cui all'art. 41 della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017, in recepimento della disciplina normativa vigente in materia di tutela dell'ambiente e in applicazione del principio di precauzione di cui all'art. 3-ter del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, il PTM assume i seguenti obiettivi preordinati ad assicurare al territorio metropolitano i servizi ecosistemici essenziali forniti dall'ecosistema delle acque correnti:

- a) mantenimento e raggiungimento dello stato ambientale di "buono" dei corpi idrici superficiali e sotterranei;
- b) mantenimento e ripristino dei caratteri di biodiversità e paesaggistici dell'ecosistema nonché costituzione/ripristino di reti ecologiche nell'area della pianura;
- c) riduzione del rischio idraulico e salvaguardia della funzionalità idraulica anche in relazione agli effetti dei cambiamenti climatici.



In armonia con gli obiettivi indicati in precedenza e nel rispetto dei limiti di competenza, il PTM assume e richiama direttamente le disposizioni dettate dagli Enti competenti relativamente alle singole componenti dell'ecosistema delle acque correnti così come di seguito indicate:

- a) Alveo attivo;
- b) Fasce perifluviali di collina/montagna e conoidi;
- c) Fasce perifluviali di pianura.

#### ARTICOLO. 20 - Alveo attivo

Le seguenti disposizioni si riferiscono agli alvei attivi, costituenti nel loro insieme il reticolo idrografico, riportato nella Carta degli ecosistemi come indicazione delle aree occupate dall'alveo attivo o come asse del corso d'acqua. In questo secondo caso la delimitazione dell'alveo attivo viene effettuata in conformità alle disposizioni dei piani di bacino vigenti e ricomprende le porzioni di terreno ai lati dell'asse del corso d'acqua, così come cartograficamente individuato, a distanza planimetrica sia a destra sia a sinistra del medesimo asse, non inferiore a 20 m per il reticolo principale, a 15 m per quello secondario, a 10 per quello minore e a 5 m per quello minuto. Il PTM considera a tal fine anche la rete idrografica di bonifica (principale e secondaria) così come riportata nella "Direttiva per la sicurezza idraulica nei sistemi idrografici di pianura".

Nel rispetto delle previsioni del PTPR, dei piani di bacino vigenti e delle misure di prevenzione del PGRA, in conformità al regime delle competenze del PTM di cui all'art. 41 della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017 in relazione alla disciplina delle nuove urbanizzazioni e del territorio rurale, non sono ammesse negli alvei attivi di cui al precedente comma 1 nuove urbanizzazioni di cui al successivo art. 50.

Per gli interventi edilizi negli alvei di cui al precedente comma 1 si rinvia espressamente alle disposizioni dell'art. 4.2 delle norme del PTCP allegato al PTM in quanto costituente recepimento e integrazione dell'art. 18 del PTPR nonché alle corrispondenti norme della pianificazione di bacino vigente.

Per quanto attiene alle altre attività concernenti la gestione idraulica e la gestione del territorio, si rimanda alle disposizioni della pianificazione di bacino vigente così come direttamente applicabili e alla D.G.R. n. 1919/2019, concorrenti alla conservazione e al ripristino dei servizi ecosistemici dell'ecosistema delle acque correnti, come meglio specificato nell'Allegato 1 delle presenti norme.

#### ARTICOLO. 22 - Fasce perifluviali di pianura

Le disposizioni dei commi seguenti si riferiscono alle fasce perifluviali di pianura individuate nella Carta degli ecosistemi. Tali fasce ricomprendono:

- a) ambiti di tutela paesaggistica di cui all'art. 4.3 delle norme del PTCP allegato al PTM in quanto costituente pianificazione regionale e, in particolare, recepimento e integrazione degli artt. 17 e 34 del PTPR;
- b) fasce di pertinenza fluviale della pianificazione di bacino vigente (ivi individuate graficamente o, se non individuate, definite in conformità alle disposizioni della pianificazione di bacino stessa. Rientrano nelle dette fasce di pertinenza fluviale le aree ad alta probabilità di inondazione e le aree esondabili per piene con tempo di ritorno di 200 anni. Disposizioni inerenti alle nuove urbanizzazioni

Fermo restando quanto stabilito dalle previsioni del PTPR e del PSAI e in conformità al regime delle competenze del PTM di cui all'art. 41 della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017 in relazione alla disciplina delle nuove urbanizzazioni e del territorio rurale, nelle fasce perifluviali di pianura non sono ammesse nuove urbanizzazioni di cui all'art. 50. Disposizioni inerenti agli interventi edilizi

Negli edifici esistenti in aree ad alta probabilità di inondazione (con rischio elevato e molto elevato connesso a un tempo di ritorno pari o inferiore a 50 anni) individuate nella Carta degli ecosistemi in conformità ai piani di bacino sono ammessi esclusivamente gli interventi ammissibili ai sensi della pianificazione di bacino vigente.

Negli edifici esistenti in aree esterne alle aree ad alta probabilità di inondazione di cui al precedente comma 3 sono ammessi interventi di qualificazione edilizia ai sensi dell'art. 7, comma 4, lettera a,) della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017, senza aumenti di SU o mutamenti delle destinazioni d'uso tali da determinare un incremento del carico antropico e urbanistico e con modalità che riducano la vulnerabilità dell'edificio, previa valutazione delle esondazioni con tempo di ritorno di 200 anni, del potenziale interessamento da allagamento e della pericolosità nelle fasce laterali agli argini per sormonto o rottura arginale nel caso dei corsi d'acqua delimitati da arginature continue.

Negli edifici produttivi esistenti nelle aree esterne alle aree ad alta probabilità inondazione di cui al precedente comma 3 sono ammessi interventi di manutenzione o interventi, con esclusivo riferimento alla relativa area di pertinenza, funzionali a determinarne un riassetto organico ai fini della messa in sicurezza dal rischio idraulico e della eliminazione delle interferenze dell'attività produttiva con le risorse ambientali, quali il potenziale inquinamento delle acque superficiali, i prelievi da falda non compatibili con il bilancio idrico, l'aumento dell'area impermeabilizzata o l'alterazione degli assetti morfologici incidenti sull'assetto idraulico. I PUG promuovono la delocalizzazione dell'attività, laddove sia qualificabile come centro di pericolo ai sensi del PTA, così come adeguato alla scala provinciale e, per l'effetto, allegato al PTM. In caso di cessazione o delocalizzazione dell'attività, per gli edifici esistenti sono consentiti solamente interventi di demolizione senza ricostruzione e successivo ripristino dell'area stessa, con eventuale applicazione delle disposizioni di cui all'art. 36, comma 5, lettera e), della legge regionale Emilia Romagna n. 24/2017.

Fermo restando quanto stabilito dalle disposizioni del PTPR, del PTA e della pianificazione di bacino vigente, nelle fasce perifluviali di pianura, gli interventi di nuova costruzione sono ammessi, purché non rientranti nella fascia interessabile da esondazioni con tempo di ritorno di 200 anni (fermo restando che, laddove la linea di esondazione non sia cartograficamente individuata, la si deve considerare coincidente con la fascia perifluviale), esclusivamente per:

- a) impianti tecnici di modesta entità quali cabine elettriche, cabine di decompressione del gas, impianti di pompaggio et similia;
- b) fabbricati produttivi agricoli inseriti in centri aziendali esistenti e non altrimenti localizzabili, nel rispetto dei parametri previsti per le aree agricole di pianura.

Per gli interventi di nuova costruzione di cui al precedente comma 6, nel rispetto di quanto previsto dall'art.30, i PUG prevedono misure per la riduzione della vulnerabilità in relazione agli edifici ubicati nelle aree potenzialmente interessate da allagamento o nelle fasce laterali agli argini nel caso dei corsi d'acqua delimitati da arginature continue.

Negli edifici dismessi non più funzionali all'attività agricola, compresi i casi di edifici produttivi, sono ammessi gli interventi di cui all'art. 36, comma 5, lettera e), della legge regionale Emilia Romagna n. 24/2017. In relazione agli edifici individuati dal PUG come opere incongrue ai sensi delle vigenti disposizioni normative di fonte statale e regionale, si applica altresì quanto previsto dall'art. 36, comma 5, lettera e), secondo periodo, della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017.

### 3.6.3 "CARTA DI AREA VASTA DI RISCHIO IDRAULICO"

Il seguente stralcio cartografico restituisce gli scenari pericolosità Idraulica derivanti dal Piano di Gestione Rischio Alluvioni, e, più in generale, gli elementi che costituiscono parte integrante della zonizzazione del Rischio Idraulico mutuati dallo PSAI.

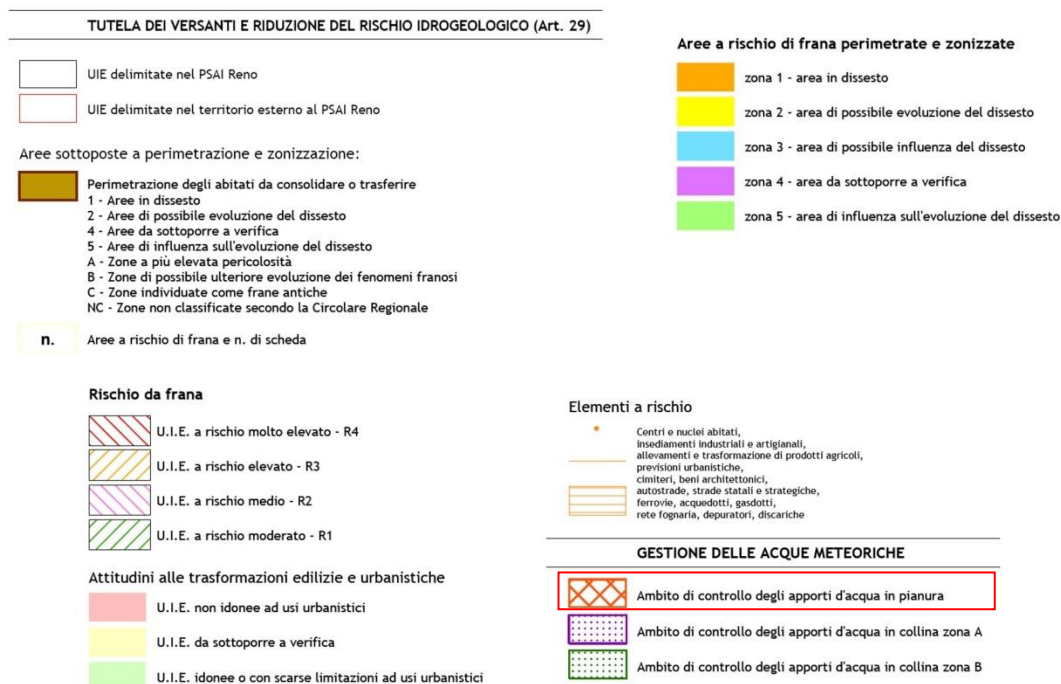
Inoltre sono ricomprese le zonizzazioni afferenti la tutela dei versanti e la riduzione del rischio idrogeologico oltre che le informazioni relative alla Gestione delle acque meteoriche.



Figura 3-10 – Stralcio PTM Tavola 3  
Carta di Area Vasta del Rischio Idraulico







## ART. 30 - Rischio idraulico

Nel rispetto del regime delle competenze relativo alla gestione del rischio idraulico, così come rispettivamente spettanti all'Autorità di Bacino, alla Regione Emilia-Romagna, ai Consorzi di bonifica e ai Comuni, il PTM promuove e disciplina per il territorio di pianura la programmazione di approfondimenti locali, in particolare alla scala comunale o di Unione, in relazione alla pericolosità idraulica e alla riduzione della vulnerabilità degli elementi interferenti, in armonia con gli obiettivi del PGRA, allo scopo di far emergere le porzioni di territorio caratterizzate da criticità più eterogenee – sia di maggior complessità, sia di minore significato- rispetto agli scenari di pericolosità così come territorialmente delimitati nel PGRA. Gli approfondimenti di carattere idraulico richiesti dal PTM per la scala comunale non costituiscono modifica al PGRA, i cui contenuti di pericolosità e di rischio sono pienamente recepiti dal medesimo PTM, quale necessario riferimento per la pianificazione territoriale e urbanistica, oltre che per la progettazione degli interventi.

Il quadro conoscitivo del PUG, sulla base dei contenuti del PGRA, deve contenere i seguenti approfondimenti che costituiscono riferimento necessario per i Comuni ai fini della costruzione della propria strategia per la qualità urbana ed ecologico-ambientale:

- a) rilievi del territorio comunale in grado di delimitare cartograficamente i settori con elementi morfologici naturali significativi (es. aree topograficamente depresse; alti morfologici) e idonei a condizionare un eventuale deflusso delle acque di allagamento. Tali rilievi possono anche derivare da dati topografici già disponibili (es. Banche Dati di Regione Emilia-Romagna) eventualmente integrati da studi specifici in relazione alle aree morfologicamente complesse.
- b) rilievi del territorio comunale in grado di definire gli elementi morfologici "antropici" (es. arginature; rilevati stradali/ferroviari; ecc.) idonei a condizionare l'eventuale deflusso delle acque esondate, promuovendosi a tale fine anche l'individuazione e la rappresentazione cartografica dei possibili varchi di particolare rilievo.
- c) studi idraulici locali, limitati a scoli e rii minori, da condurre sempre in stretto coordinamento con l'autorità idraulica competente e l'Autorità di bacino.

Gli esiti dei precedenti rilievi possono consentire la ripartizione del territorio comunale in zone di rango inferiore rispetto alle delimitazioni del PGRA, ma comunque sempre nel pieno e integrale rispetto di tutto quanto previsto dal medesimo PGRA. Queste zone potranno essere dimensionate attraverso l'analisi degli elementi morfologici e antropici indicati in precedenza, individuando i settori di territorio adiacenti i cui limiti sono definiti tenendo conto delle discontinuità topografiche. Tale ripartizione potrà risultare più accurata in relazione alle parti di territorio caratterizzate da pericolosità più significativa così come indicato nelle tavole di PGRA in ordine agli scenari di pericolosità P2 e P3

I predetti approfondimenti idraulici costituiranno un aggiornamento del Quadro conoscitivo diagnostico del PTM messo a disposizione ai sensi dell'art. 22 della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017.

Ai fini della riduzione del pericolo di alluvioni, gli interventi edilizi diretti e/o convenzionati nell'ecosistema agricolo, in particolare nelle "conche morfologiche" (intese come aree topograficamente depresse e caratterizzate da scarse capacità di deflusso delle acque di possibile allagamento) e nelle zone a pericolosità "P3" e "P2", riferite agli ambiti del reticolo idrografico principale di pianura (RP) del PGRA, devono contenere specifiche indicazioni in merito al recupero e all'efficientamento del reticolo agricolo e in particolare alla conservazione, se esistenti, o alla realizzazione, se non presenti, di nuovi scoli di confine.

Nelle relazioni idromorfologiche locali dei livelli attuativi del PUG, si dovrà tenere adeguatamente conto degli approfondimenti ivi elaborati nonché sviluppare valutazioni di compatibilità e di vulnerabilità degli elementi ivi parimenti esposti.

A seguito degli approfondimenti svolti attraverso il PUG, qualora sia confermata una pericolosità locale con chiare evidenze di criticità idraulica, il Comune promuove processi di delocalizzazione oppure azioni volte alla riduzione della vulnerabilità degli elementi ivi esposti, al fine di un'effettiva riduzione del rischio derivante da alluvioni potenziali.

Nell'ambito della gestione delle acque meteoriche, il tracciato ricade all'interno dell'ambito di controllo degli apporti d'acqua in pianura, individuabile nella Tavola 2A "Rischio da frana, assetto dei versanti e gestione delle acque meteoriche", facente parte della Variante al PTCP in recepimento del Piano Regionale di Tutela delle Acque, e dei Sub Allegati del PTM e relative norme. Essi costituiscono parte integrante e sostanziale del PTM con conseguenti effetti conoscitivi, normativi e/o amministrativi.

La gestione delle acque meteoriche è disciplinata dall'articolo 4.8 delle predette norme che recita:

"Al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento e di favorire il riuso di tale acqua, in tutto il territorio non ricadente entro il perimetro dei bacini montani, come individuato nelle tavv. 2A e 2B, i Comuni in sede di redazione o adeguamento dei propri strumenti urbanistici, prevedono per i nuovi interventi urbanistici (v.) e comunque per le aree non ancora urbanizzate, la realizzazione di sistemi di raccolta delle acque di tipo duale, ossia

composte da un sistema minore costituito dalle reti fognarie per le acque nere (v.) e le acque bianche contaminate ABC (v.), e un sistema maggiore costituito da sistemi di laminazione per le acque bianche non contaminate ABNC (v.). Il sistema maggiore deve garantire la laminazione delle acque piovane per un volume complessivo di almeno 500 m<sup>3</sup> per ettaro di superficie territoriale, ad esclusione delle superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto. Tale esclusione non vale nel bacino del Navile e Savena Abbandonato, che è regolato dalle misure più restrittive previste dal Piano Stralcio per il sistema idraulico "Navile-Savena Abbandonato.

I sistemi di laminazione delle ABNC devono essere localizzati in modo tale da raccogliere le acque piovane prima della loro immissione, anche indiretta, nel corso d'acqua o collettore di bonifica ricevente individuato dall'Autorità idraulica competente (Regione o Consorzio di Bonifica), la quale stabilisce le caratteristiche funzionali di tali sistemi di raccolta e con la quale devono essere preventivamente concordati i criteri di gestione.

Tali sistemi oltre a riguardare tutto il territorio interessato dai nuovi interventi urbanistici dovranno, d'intesa con l'Autorità idraulica competente, privilegiare la realizzazione di soluzioni unitarie a servizio di più ambiti o complessi insediativi.

I Comuni, mediante i propri strumenti urbanistici, garantiscono che la realizzazione dei sistemi di laminazione delle acque meteoriche individuati, sia contestuale alla realizzazione dei nuovi interventi urbanistici. La realizzazione di tali sistemi dovrà essere finanziata o attraverso un contributo economico chiesto in misura proporzionale alle superfici impermeabilizzate, o ponendola direttamente a carico dei soggetti attuatori dei nuovi interventi.

I sistemi di laminazione delle ABNC dovranno preferibilmente essere costituiti da canali e zone umide naturali inseriti armonicamente nel paesaggio urbano ed integrati nei sistemi di reti ecologiche, includendo eventualmente anche sistemi naturali di trattamento e smaltimento delle ABC (vedi allegato 7 alla "Relazione – Variante in recepimento del PTA regionale"). I sistemi di laminazione delle acque di pioggia ABNC previsti dovranno possibilmente includere soluzioni tecniche che consentano anche il riutilizzo per irrigazione di giardini, lavaggio strade, antincendio ed altri usi non potabili.

I Comuni interessati da “Piani Consortili Intercomunali” e dal “Piano stralcio di bacino”, previsti dalla “Direttiva per la sicurezza idraulica nei sistemi idrografici di pianura nel Bacino del Reno” (Direttiva dell’Autorità di Bacino del 23 aprile 2008) e finalizzati alla sicurezza idraulica del territorio già urbanizzato, laddove possibile integrano tali piani con gli obiettivi e gli approfondimenti tecnici richiesti nei successivi punti 2 e 3.

I Comuni ricadenti all’interno del perimetro dei bacini montani, al fine di non incrementare gli apporti d’acqua piovana al sistema di smaltimento fognario, dovranno privilegiare il recapito delle acque meteoriche ABNC nella rete idrografica, includendo eventualmente anche sistemi naturali di trattamento e smaltimento delle ABC in alternativa alla loro deviazione in fognatura nera. I nuovi interventi urbanistici potranno prevedere soluzioni tecniche che consentano riutilizzi delle acque meteoriche per usi non potabili a servizio dell’intervento.

I Comuni in sede di redazione o adeguamento dei propri strumenti urbanistici, elaborano specifici approfondimenti tecnici rivolti alla totalità del proprio territorio, finalizzati a verificare le criticità, le potenzialità e le relative misure per ridurre il carico inquinante dovuto alle acque di prima pioggia e di dilavamento, ridurre le superfici impermeabili esistenti nel tessuto consolidato e di nuova formazione, recuperare quote di naturalità in ambiente urbano e diffondere “buone pratiche” di gestione, (vedi Allegati 1 e 7 alla “Relazione – Variante in recepimento del PTA regionale”).

Mediante gli approfondimenti di cui al punto precedente i Comuni individuano e adottano soluzioni tecniche riguardanti i sistemi di laminazione, la riduzione del carico proveniente dagli scolmatori, i sistemi di drenaggio urbano (sdoppiamento delle reti, canali filtranti, coperture verdi, parcheggi drenanti, pavimentazioni permeabili, riapertura di canali, zone umide a parco, ecc.) vedi all' Allegato 1 alla “Relazione – Variante in recepimento del PTA regionale”, e individuano soluzioni volte ad un trattamento delle ABC (ad esempio fitodepurazione) secondo le indicazioni dell’allegato 7 alla “Relazione – Variante in recepimento del PTA regionale” e dalle Linee Guida attuative della Del.G.R. 286/2005”. Tali soluzioni saranno da adottare negli interventi: nuovi, di riqualificazione e di manutenzione urbana.



Al fine di contenere la crescita di superfici impermeabili, oltre ai limiti stabiliti nei successivi punti 5 e 6, i Comuni definiscono nel RUE forme di incentivazione economica da applicare in sede di rilascio dei titoli abilitativi e da quantificare in misura proporzionale alla superficie dell'intervento mantenuta o resa permeabile. Il computo della superficie permeabile potrà comprendere: pavimentazioni permeabili, coperture verdi, superfici impermeabili già compensate da sistemi di accumulo e riuso dell'acqua meteorica e una riduzione del valore della superficie impermeabile in misura di 1 m<sup>2</sup> ogni 50 litri di volume di accumulo e riuso dell'acqua meteorica realizzato. Gli ambiti per i nuovi insediamenti e gli ambiti da riqualificare ai sensi della LR 20/00, ricadenti nelle zone di protezione di cui all'art. 5.2 dovranno comunque garantire, laddove richiesto, le superfici permeabili previste all'art. 5.3.

Le nuove aree produttive che si qualificheranno Apea (aree produttive ecologicamente attrezzate, cfr. art. 9.3) ovunque localizzate, dovranno presentare indici e parametri urbanistici tali da garantire il mantenimento di una superficie permeabile pari almeno al 25% della superficie territoriale. Una quota non superiore al 10% della superficie permeabile potrà essere costituita da pavimentazioni permeabili e coperture verdi. Ai fini del calcolo delle percentuali suddette, la superficie territoriale è considerata al netto delle eventuali aree cedute al di fuori dell'ambito interessato dalle nuove urbanizzazioni o dai nuovi interventi edilizi.

In tutto il territorio non ricadente entro il perimetro dei bacini montani, come individuato nelle tavv. 2A e 2B, l'adozione, nei terreni ad uso agricolo, di nuovi sistemi di drenaggio che riducano sensibilmente il volume specifico d'invaso, modificando quindi i regimi idraulici, è soggetta ad autorizzazione da parte del Comune ed è subordinata all'attuazione di interventi compensativi consistenti nella realizzazione di un volume d'invaso pari almeno a 100 m<sup>3</sup> per ogni ettaro di terreno drenato con tali sistemi e al parere favorevole, espresso sulla base di un'idonea documentazione in cui sia dimostrato il rispetto di quanto previsto dal presente punto, dell'Autorità idraulica competente. Ai fini dell'applicazione del presente punto, i sistemi di "drenaggio tubolare sotterraneo" e di "scarificazione con aratro talpa" sono da considerare come sistemi che riducono sensibilmente il volume specifico d'invaso.

#### 3.6.4 "CARTA DI AREA VASTA DELLE AREE SUSCETTIBILI DEGLI EFFETTI LOCALI"

L'elaborato di seguito riportato, fornisce dati e informazioni afferenti, per l'area Metropolitana, in relazione alla riduzione del Rischio Sismico, le aree suscettibili di effetti locali.

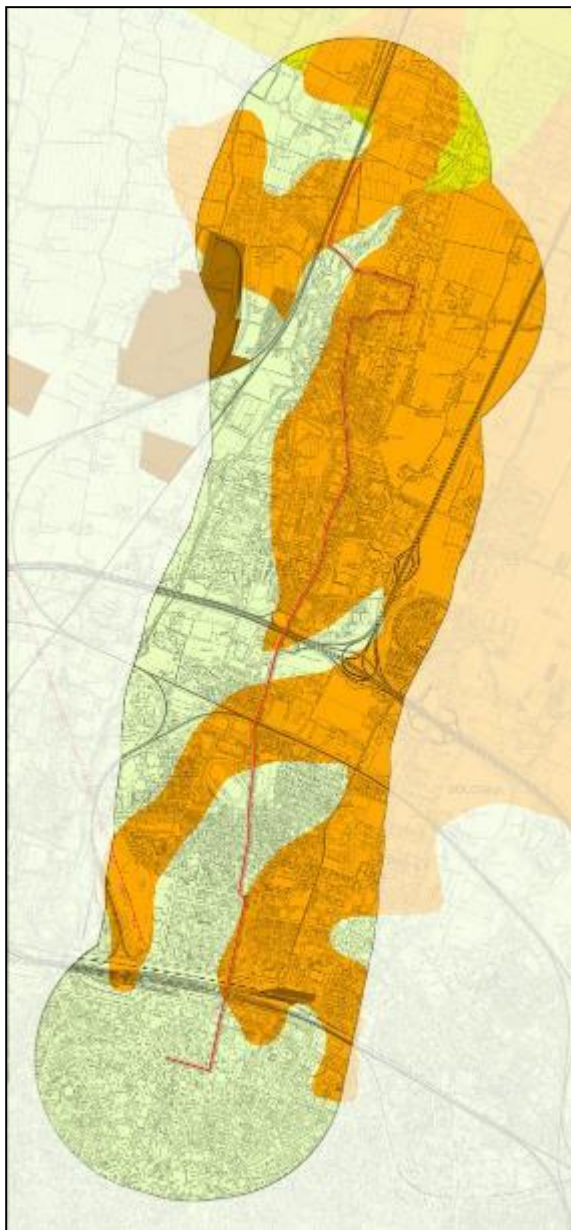
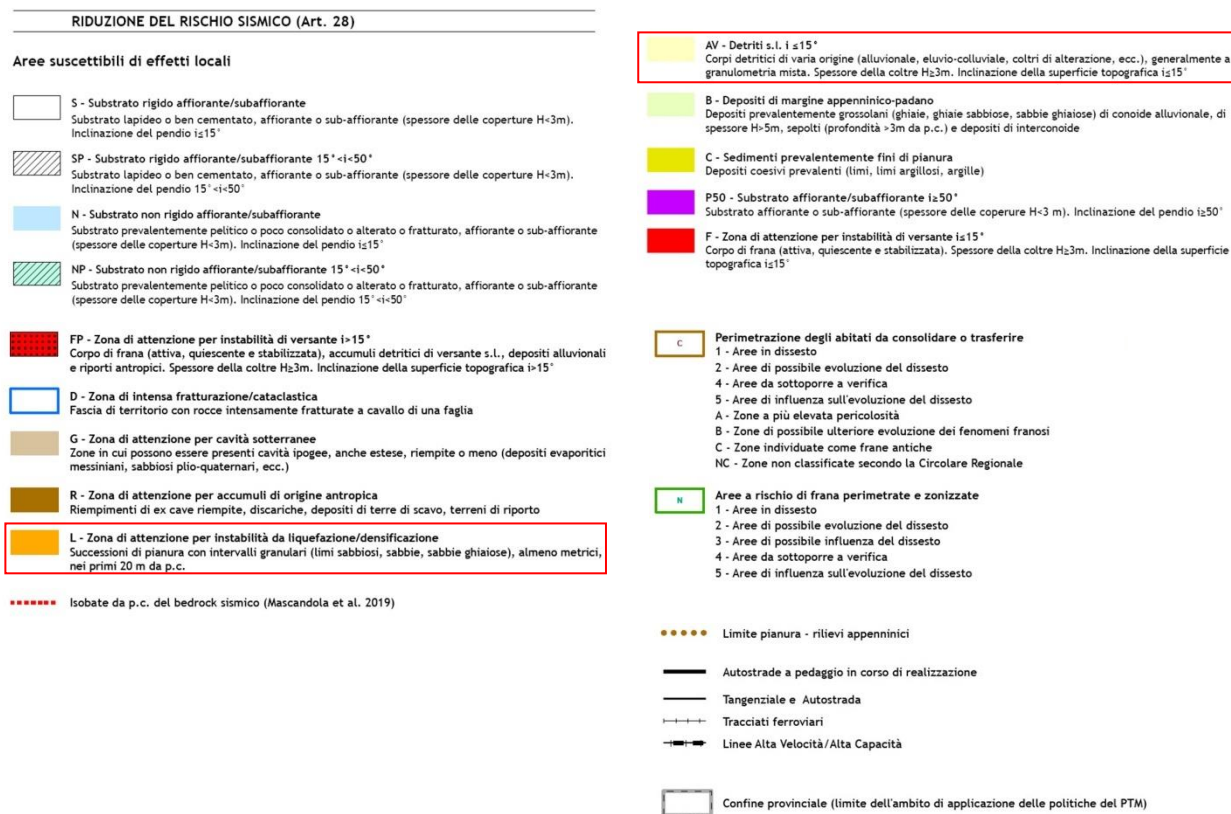


Figura 3-11 – Stralcio PTM Tavola 4  
Carta di Area Vasta delle Aree suscettibili di effetti locali



Le aree suscettibili di effetti locali coinvolte, in particolare, sono quelle disciplinate dal seguente articolo delle Norme del PTM.

#### ARTICOLO. 28 - Riduzione del rischio sismico

Ai fini della disciplina per la riduzione del rischio sismico, la "Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali" del PTM, elaborata alla scala 1:25:000:

- costituisce un primo livello di approfondimento e identifica le condizioni geologiche e morfologiche che possono determinare effetti locali, sulla base dei quali è possibile definire potenziali scenari di pericolosità sismica locale per l'intero territorio metropolitano;
- fornisce come ulteriore dato conoscitivo, per i settori del margine appenninico-padano e di pianura, le isobate del tetto del substrato rigido, i limiti e le isobate dei depositi grossolani di conoide sepolta in grado di condizionare la risposta sismica locale;

- c) fornisce inoltre le prime indicazioni sui limiti e sulle condizioni di sicurezza per orientare le scelte di pianificazione alla scala comunale verso ambiti meno esposti alla pericolosità sismica;
- d) rappresenta uno strumento propedeutico per le elaborazioni richieste agli strumenti urbanistici comunali e per la ValSAT relativa alle singole scelte di pianificazione;
- e) permette di operare una prima distinzione delle aree sulla base degli effetti locali attesi in caso di evento sismico e, per ciascuna tipologia di esse, indica le indagini e/o analisi di approfondimento che devono essere effettuate dagli strumenti di pianificazione successivi.

Il PTM individua le tipologie di aree suscettibili di effetti locali di cui al presente comma, nel rispetto dei contenuti della delibera di Giunta regionale dell'Emilia-Romagna 29 aprile 2019, n. 630. I Comuni, nell'ambito della redazione degli strumenti urbanistici, approfondiscono, integrano ed eventualmente modificano con riferimento al corrispondente territorio le perimetrazioni individuate dal PTM. All'esito delle predette attività, sulle aree così come individuate dagli strumenti urbanistici comunali si applicano le seguenti disposizioni:

AV- e detriti  $i \leq 15^\circ$  Descrizione: depositi alluvionali di fondovalle e terrazzati e depositi di conoide alluvionale affioranti; corpi detritici di varia origine (eluvio-colluviale, coltri di alterazione), generalmente a granulometria mista (da fine a grossolana). Spessore delle coltri  $H \geq 3m$ . Inclinazione del pendio  $i \leq 15^\circ$ . Effetti attesi e approfondimenti richiesti: aree suscettibili di amplificazione stratigrafica. È richiesta la stima dell'amplificazione. In relazione a tali aree è ritenuto sufficiente il II livello di approfondimento.

L - Zona di attenzione per instabilità da liquefazione/densificazione Descrizione: successioni di pianura con intervalli granulari (limi sabbiosi, sabbie, sabbie ghiaiose), almeno metrici, nei primi 20 m da p.c. Effetti attesi e approfondimenti richiesti: la presenza di sedimenti granulari saturi nei primi 20 m dal p.c. costituisce fattore predisponente il fenomeno della liquefazione mentre negli intervalli sabbiosi soprafalda e poco addensati si può verificare il fenomeno della densificazione. Per gli interventi ammessi in relazione a tali aree dovranno essere effettuati studi di terzo livello, con valutazione del coefficiente di amplificazione litologico, verifica della

presenza di caratteri predisponenti la liquefazione e/o la densificazione e relativa stima del potenziale di liquefazione/densificazione e dei cedimenti attesi.

### 3.6.5 "CARTA RETI ECOLOGICHE E FRUIZIONE TURISMO"

Infine, si riporta stralcio della Cartografia del PTM relativa alle Reti Ecologiche e di Fruizione del Turismo, che si articola in:

- Reti ecologiche;
- Fascia di Connessione Collina-Pianura;
- Reti ciclabili per la fruizione e la connettività funzionale ed ecologica;
- Orditura Storica

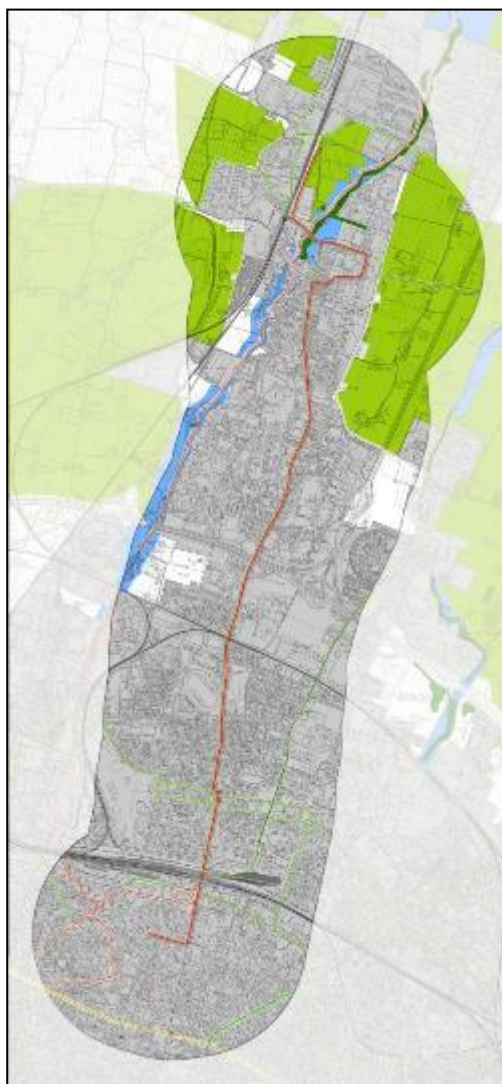








































Figura 3-12 – Stralcio PTM Tavola 5  
Carta delle Reti Ecologiche e fruizione del turismo



<p><b>RETI ECOLOGICHE (Art. 47)</b></p> <p><b>Aree ad alta naturalità</b> Aree protette e Siti della Rete Natura 2000   Collina Montagna: Parchi Regionali (PR), Parchi Provinciali (PP), Riserve Naturali (RNG), Riserva Naturale Orientata (RNO), Paesaggio Naturale e Seminaturale Protetto (PNISP)   Collina Montagna: Zone Speciali di Conservazione e Zone di Protezione Speciale   Pianura: Zone Speciali di Conservazione e Zone di Protezione Speciale   Aree di riequilibrio ecologico</p> <p><b>Unità ambientali naturali</b>   Zone di tutela naturalistica non incluse in Aree protette o in Siti Rete Natura 2000   Boschi e arbusteti   Calanchi</p> <p><b>Fasce di connessione</b>   Collegamenti ecologici appenninici di livello regionale e sovregionale   Corridoi ecologici multifunzionali dei corsi d'acqua</p> <p><b>VARCHI DA SALVAGUARDARE PER LA CONTINUITA' ECOLOGICA (Art. 47)</b>   Varchi e discontinuità</p> <p><b>FASCIA DI CONNESSIONE COLLINA PIANURA (Art. 47)</b>   Fascia di connessione collina/pianura (direttrice Via Emilia)</p> <p><b>RETI CICLABILI PER LA FRUIZIONE E LA CONNETTIVITA' FUNZIONALE ED ECOLOGICA (Art. 47)</b>   Ciclabili di pianura - supporto alla connettività ecologica   Itinerari cicloturistici di pianura - supporto alla realizzazione di reti ecologiche   Itinerari cicloturistici di collina/montagna - supporto a progetti di valorizzazione abitati   Itinerari escursionistici e ciclovie dei parchi-supporto a potenziamento attività locali diffuse   Itinerari cicloturistici internazionali e nazionali - significative interrelazioni funzionali con gli abitati   Itinerario Via Emilia - elemento di un più generale progetto Via Emilia</p>	<p><b>Unità puntuali</b>   Geositi   Zone umide</p> <p><b>Fasce di protezione</b>   Aree agricole della collina/montagna   Aree agricole della collina/montagna costituenti Zone di interesse paesaggistico ambientale   Aree di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura</p> <p><b>ORDITURA STORICA (Art. 47)</b>   Viabilità storica   Aree di interesse archeologico   Area della struttura centuriata/elementi della centuriazione   Principali complessi architettonici storici non urbani   Beni MIBCT non urbani tutelati da declaratorie o provvedimenti   Principali canali storici   Centri storici   Aree interessate da partecipanze e consorzi utilisti   Dossi</p> <p><b>ALTRI ELEMENTI</b>   Osservatori   Zone di protezione dall'inquinamento luminoso   Ecosistema Urbano   Servizio Ferroviario Metropolitano   Stazioni e fermate Ferroviarie   Centri di Mobilità   Viabilità panoramica</p>
--	--

Nell'ambito dell'Ecosistema urbano il tracciato ricade nel territorio urbanizzato disciplinato dall'ARTICOLO. 7 - Territorio urbanizzato. Ferma restando la competenza dei PUG in relazione all'individuazione del perimetro del territorio urbanizzato, il PTM, ai fini della definizione dell'ambito di applicazione dei propri contenuti in conformità all'art. 41 della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017 e, in particolare, in relazione all'individuazione e alla rappresentazione della griglia degli elementi strutturali che connotano il territorio extraurbano definita dal presente Piano ai sensi dell'art. 35 nonché in ordine alla disciplina del territorio rurale ai sensi dell'art. 36, assume il perimetro del territorio urbanizzato così come individuato ai sensi degli artt. 6 e 32 della medesima legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017.

Anche se non direttamente, trattandosi di infrastruttura che marcia su sede propria nota, il tracciato attraversa, nell'ambito dei Corridoi ecologici multifunzionali dei corsi d'acqua, l'alveo attivo, disciplinato dall'Art. 20. Gli alvei attivi, costituiscono nel loro insieme il reticolo

idrografico, riportato nella Carta degli ecosistemi come indicazione delle aree occupate dall'alveo attivo o come asse del corso d'acqua. In questo secondo caso la delimitazione dell'alveo attivo viene effettuata in conformità alle disposizioni dei piani di bacino vigenti e ricomprende le porzioni di terreno ai lati dell'asse del corso d'acqua, così come cartograficamente individuato, a distanza planimetrica sia a destra sia a sinistra del medesimo asse, non inferiore a 20 m per il reticolo principale, a 15 m per quello secondario, a 10 per quello minore e a 5 m per quello minuto. Il PTM considera a tal fine anche la rete idrografica di bonifica (principale e secondaria) così come riportata nella "Direttiva per la sicurezza idraulica nei sistemi idrografici di pianura".

Nel rispetto delle previsioni del PTPR, dei piani di bacino vigenti e delle misure di prevenzione del PGRA, in conformità al regime delle competenze del PTM di cui all'art. 41 della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017 in relazione alla disciplina delle nuove urbanizzazioni e del territorio rurale, non sono ammesse negli alvei attivi di cui al precedente capoverso nuove urbanizzazioni di cui al successivo art. 50. Per gli interventi edilizi negli alvei di cui al precedente comma 1 si rinvia espressamente alle disposizioni dell'art. 4.2 delle norme del PTCP allegato al PTM in quanto costituente recepimento e integrazione dell'art. 18 del PTPR nonché alle corrispondenti norme della pianificazione di bacino vigente. Per quanto attiene alle altre attività concernenti la gestione idraulica e la gestione del territorio, si rimanda alle disposizioni della pianificazione di bacino vigente così come direttamente applicabili e alla D.G.R. n. 1919/2019, concorrenti alla conservazione e al ripristino dei servizi ecosistemici dell'ecosistema delle acque correnti, come meglio specificato nell'Allegato 1 delle norme del PTM.

Inoltre, l'infrastruttura di progetto, interessa formalmente le Fasce perifluviali di pianura disciplinate dall'ARTICOLO. 22. Le disposizioni dei commi seguenti si riferiscono alle fasce perifluviali di pianura individuate nella Carta degli ecosistemi. Tali fasce ricomprendono:

- a) ambiti di tutela paesaggistica di cui all'art. 4.3 delle norme del PTCP allegato al PTM in quanto costituente pianificazione regionale e, in particolare, recepimento e integrazione degli artt. 17 e 34 del PTPR;

- b) fasce di pertinenza fluviale della pianificazione di bacino vigente (ivi individuate graficamente o, se non individuate, definite in conformità alle disposizioni della pianificazione di bacino stessa. Rientrano nelle dette fasce di pertinenza fluviale le aree ad alta probabilità di inondazione e le aree esondabili per piene con tempo di ritorno di 200 anni. Disposizioni inerenti alle nuove urbanizzazioni.

Fermo restando quanto stabilito dalle previsioni del PTPR e del PSAI e in conformità al regime delle competenze del PTM di cui all'art. 41 della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017 in relazione alla disciplina delle nuove urbanizzazioni e del territorio rurale, nelle fasce perifluviali di pianura non sono ammesse nuove urbanizzazioni di cui all'art. 50.

Fermo restando quanto stabilito dalle disposizioni del PTPR, del PTA e della pianificazione di bacino vigente, nelle fasce perifluviali di pianura, gli interventi di nuova costruzione sono ammessi, purché non rientranti nella fascia interessabile da esondazioni con tempo di ritorno di 200 anni (fermo restando che, laddove la linea di esondazione non sia cartograficamente individuata, la si deve considerare coincidente con la fascia perifluviale), esclusivamente per:

- a) impianti tecnici di modesta entità quali cabine elettriche, cabine di decompressione del gas, impianti di pompaggio et similia;
- b) fabbricati produttivi agricoli inseriti in centri aziendali esistenti e non altrimenti localizzabili, nel rispetto dei parametri previsti per le aree agricole di pianura.

Per gli interventi di nuova costruzione di cui al precedente comma 6, nel rispetto di quanto previsto dall'art.30, i PUG prevedono misure per la riduzione della vulnerabilità in relazione agli edifici ubicati nelle aree potenzialmente interessate da allagamento o nelle fasce laterali agli argini nel caso dei corsi d'acqua delimitati da arginature continue.

Nell'ambito della rete infrastrutturale strategica della mobilità metropolitana, l'infrastruttura interferisce in parte con il sistema delle piste Ciclabili di pianura supporto alla connettività ecologica in corso di realizzazione, disciplinato dall'ARTICOLO. 46. Nel rispetto del PUMS, il PTM

individua e disciplina, per quanto di propria competenza, le reti infrastrutturali strategiche della mobilità metropolitana articolate in:

- a) rete del TPM;
- b) rete per la mobilità motorizzata;
- c) rete per la mobilità ciclistica;
- d) rete escursionistica.

In particolare, la rete per la mobilità ciclistica definita dal biciplan metropolitano è intesa come infrastruttura funzionale sia agli spostamenti quotidiani delle persone sia alla fruizione turistica e del tempo libero ed è costituita dalla rete strategica e dalla rete integrativa, compresi i collegamenti ciclabili di carattere locale e urbano che costituiscono la rete della mobilità quotidiana, così come specificate negli elaborati e nei contenuti del PUMS. La Ciclovía del Sole, facente parte della rete EUROVELO 7, è indicata ed evidenziata nella Carta delle reti ecologiche, della fruizione e del turismo, in ragione della corrispondente rilevanza internazionale.

I tracciati sono riportati nella Carta della struttura. Gli elementi di previsione si riferiscono allo scenario a regime del PUMS. Gli elementi esistenti ricomprendono anche i tratti in corso di realizzazione, così come già finanziati al momento dell'assunzione del PTM.

I tracciati delle reti infrastrutturali sono individuati ai sensi dell'art. 41, comma 7, della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017 ad ogni conseguente effetto, potendo comunque essere specificati e/o modificati in sede progettuale, fermo restando che la puntuale localizzazione delle corrispondenti opere pubbliche o di interesse pubblico è di competenza degli strumenti urbanistici e/o degli altri atti a cui la disciplina normativa vigente rimette la produzione dei medesimi effetti localizzativi e appositivi del vincolo preordinato all'esproprio, nel rispetto delle forme e dei dispositivi procedurali previsti dall'ordinamento nazionale e regionale.

Il tracciato inoltre, nell'ambito del sistema dell'orditura storica metropolitana, si sovrappone direttamente e indirettamente, a:

- a) Viabilità storica, in particolare la Via Galliera;

b) Centri storici, in particolare Corticella;

c) Canali, in particolare il canale Navile;

disciplinati in prima istanza dall'art. 47 e, nel caso in esame, dall'art. 18. Di entrambi si riportano di seguito i contenuti.

#### ARTICOLO. 47 - Reti ecologiche, della fruizione e del turismo

Il PTM riconosce le reti ecologiche, della fruizione e del turismo come un sistema integrato e interconnesso o parte costitutiva delle infrastrutture verdi e blu che consente di contemporaneamente e relazionare gli obiettivi di conservazione ambientale, di arricchimento dei servizi culturali e per il tempo libero nonché di valorizzazione turistica del territorio metropolitano.

Nella Carta delle reti ecologiche, della fruizione e del turismo sono rappresentati le aree e gli elementi che costituiscono le reti ecologiche, della fruizione e del turismo afferenti alla natura, ai segni stratificati della storia, alla fruizione sostenibile. Le aree e gli elementi che costituiscono le reti ecologiche, della fruizione e del turismo si articolano in:

a) reti ecologiche costituite da:

- aree ad alta naturalità (core areas);
- fasce di protezione;
- fasce di connessione;

b) fascia di connessione collina/pianura (direttrice via Emilia) costituente l'ambito di interconnessione tra il sistema appenninico e il sistema della pianura alluvionale che ricomprende la fascia delle conoidi alluvionali dei fiumi appenninici e la fascia del processo evolutivo della direttrice via Emilia;

c) varchi;

d) orditura storica;

e) reti ciclabili.



La puntuale ricognizione e identificazione delle aree e degli elementi rappresentati nella Carta delle reti ecologiche, della fruizione e del turismo e la correlativa definizione delle specifiche disposizioni inerenti alla disciplina degli ecosistemi naturali e agricoli sussunti dal PTM e, in generale, delle prescrizioni che individuano le condizioni preclusive ai nuovi insediamenti, fermo restando quanto già stabilito dagli strumenti di pianificazione delle aree protette e dalle Misure specifiche di conservazione e dai Piani di Gestione dei siti della Rete Natura 2000, sono effettuate da:

- a) gli strumenti di attuazione del PTM e, in particolare, dai Programmi metropolitani di rigenerazione di cui all'art. 52 e dagli accordi territoriali;
  - b) dai PUG e/o dagli altri piani di settore, secondo il regime delle rispettive competenze.
- Obiettivi

Il PTM persegue i seguenti obiettivi:

- a) assicurare la conservazione e favorire l'implementazione della biodiversità e mantenere le dinamiche di distribuzione degli organismi biologici e della vitalità delle popolazioni e delle comunità vegetali e animali ai sensi dell'art. 2 della legge regionale Emilia-Romagna n. 6/2005;
- b) assicurare la cura e favorire la valorizzazione dei segni che rimandano ai vari strati della storia pregressa e che, in maniera diversificata, condizionano e integrano le forme e le modalità di vivere il territorio e i corrispondenti progetti di fruizione per il futuro;
- c) promuovere la fruizione da parte delle persone e la valorizzazione turistica, in coerenza con le strategie della Destinazione Turistica e nei limiti e secondo forme tali da garantire la conservazione degli elementi di interesse storico e/o ambientale e nel rispetto degli obiettivi di conservazione della biodiversità ovvero entro i limiti stabiliti ai fini della conservazione di habitat e specie dai piani e dalle misure a tale fine preposte;
- d) favorire l'accessibilità attraverso la rete ciclabile e il trasporto pubblico metropolitano degli elementi indicati alle precedenti lettere a), b) e c) del presente comma, prioritariamente

lungo gli itinerari turistici, nei limiti stabiliti ai fini della conservazione della biodiversità dai piani e dalle misure a tale fine preposte;

- e) valorizzare i fiumi e i canali storici come itinerari prioritari per il cicloturismo.

Al fine di conseguire gli obiettivi indicati al precedente capoverso, il PTM:

- a) assicura la tutela dell'integrità fisica delle aree e degli elementi della rete ecologica e di quelli di valore storico, attraverso limitazioni agli interventi all'esterno del territorio urbanizzato;
- b) promuove la formazione di Programmi metropolitani di rigenerazione di cui all'art. 52 e di interventi che integrino la riduzione dei rischi, il potenziamento dei servizi ecosistemici, la connessione dei corridoi ecologici, il mantenimento dei varchi o discontinuità dell'urbanizzato e la deframmentazione, le sistemazioni paesaggistiche e le opere per la fruizione collettiva, come punti di sosta attrezzati e percorsi di mobilità dolce;
- c) detta indirizzi per la strategia della qualità urbana ed ecologico ambientale dei PUG, affinché assicurino la continuità delle reti ecologiche, per la fruizione collettiva e il turismo all'interno del territorio urbanizzato. Limitazioni per gli interventi all'esterno del territorio urbanizzato

Le nuove urbanizzazioni di cui all'art. 50 delle presenti norme del PTM non devono interessare i seguenti elementi territoriali, così come rappresentati nella Carta delle reti ecologiche, della fruizione e del turismo:

- a) Aree ad alta naturalità (core areas), costituite da aree protette, siti della Rete Natura 2000 ed ecosistemi forestali, arbustivi e calanchivi, aree di tutela naturalistica al di fuori di aree protette; unità puntuali, costituite da geositi e zone umide, corrispondenti agli ecosistemi delle acque ferme;
- b) Fasce di connessione, costituite dai collegamenti ecologici appenninici di scala regionale e sovraregionale (corridoio della dorsale appenninica e corridoio del medio Appennino) e dai

corridoi ecologici multifunzionali dei corsi d'acqua, corrispondenti all'ecosistema delle acque correnti;

- c) Fasce di protezione, costituite dalle aree agricole di montagna e collina nelle quali si applicano anche le disposizioni dell'art. 5.3 del PTA allegato al PTM in quanto costituente pianificazione regionale nonché dalle aree di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura, come disciplinate dall'art. 7.4 del PTCP che costituisce pianificazione regionale in quanto recepisce e integra il PTPR;
- d) Varchi, da salvaguardare e da deframmentare per consentire la connettività ecologica tra le aree agricole;
- e) Parchi pubblici di interesse territoriale.

Nella fascia di connessione collina/pianura, rappresentata nella Carta delle reti ecologiche, della fruizione e del turismo, gli eventuali interventi all'esterno del territorio urbanizzato:

- a) non devono interessare gli spazi aperti fra i centri abitati lungo la via Emilia;
- b) non devono comportare nuovi insediamenti o ampliamenti di attività produttive esistenti, a meno che non sia possibile reperire alternative localizzative, nell'ambito pedecollinare ricadente nelle zone di protezione delle acque sotterranee.
- c) Nel rispetto delle disposizioni di cui al Titolo 8 delle norme del PTCP, allegato al PTM in quanto costituente pianificazione regionale, nelle aree dell'ecosistema agricolo interessate da segni stratificati della storia, gli interventi:
- d) non devono comportare compromissioni degli elementi di interesse storico rappresentati nella Carta delle reti ecologiche, della fruizione e del turismo (aree di interesse archeologico, aree della struttura centuriata e elementi della centuriazione, rete della viabilità storica e complessi architettonici non urbani) né interferenze paesaggistiche relativamente al contesto in cui sono inseriti; a tal fine, Città metropolitana, le Unioni e i Comuni, secondo le rispettive competenze, dettano le più opportune limitazioni in

riferimento all'entità, alle tipologie di intervento e agli usi ammissibili nonché l'effettuazione di opere di mitigazione paesaggistico-ambientale;

- e) devono concorrere, in misura congrua, coerente e corrispondente all'entità delle trasformazioni, alla cura e alla valorizzazione di tali segni mediante interventi di sistemazione paesaggistica, recupero ambientale, completamento della rete ciclopedonale ed effettuazione di interventi finalizzati alla fruizione collettiva; i relativi obblighi sono definiti nella convenzione accedente all'accordo operativo di cui all'art. 38 della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017. Indirizzi per programmi metropolitani di rigenerazione.

I programmi metropolitani di rigenerazione di cui all'art. 52 assumono le reti ecologiche, della fruizione e del turismo come elementi di riferimento per la territorializzazione delle iniziative e concorrono alla realizzazione e implementazione degli interventi di cura, di recupero delle situazioni di degrado e di valorizzazione. A tal fine, sono formati nel rispetto delle disposizioni di cui ai seguenti commi del presente articolo.

Il potenziamento della dotazione ambientale e il consolidamento delle connessioni ecologiche devono avvenire prioritariamente attraverso un insieme integrato di interventi comportanti:

- a) l'incremento delle aree boscate e delle fasce arboree e arbustive;
- b) la riqualificazione ambientale delle aree degradate, la deframmentazione con ripristino di varchi funzionali alle connessioni ecologiche e la rimozione degli elementi detrattori;
- c) l'applicazione di misure di mitigazione degli interventi urbanistici e infrastrutturali;
- d) la realizzazione di fasce arboree/arbustive, anche in funzione di protezione delle aree agricole dagli inquinanti, nelle fasce di ambientazione delle infrastrutture viarie;
- e) la realizzazione di alberature lungo i percorsi ciclabili e i tratti della viabilità extraurbana e di filari e siepi in area agricola al fine di articolare un reticolo arboreo che, ovunque sia possibile, ripercorra i segni storici.

La realizzazione degli itinerari di valorizzazione turistica, da sviluppare in coerenza con le strategie della Destinazione turistica, lungo i corsi d'acqua principali naturali e storici, i crinali e il fondovalle, deve avvenire prioritariamente attraverso un insieme integrato di interventi comportanti:

- a) l'uso di soluzioni basate sulla natura e il riuso del patrimonio storico minore a servizio della fruizione collettiva;
- b) il completamento della rete infrastrutturale per la mobilità sostenibile, nel rispetto delle indicazioni del seguente comma 12;
- c) l'effettuazione di interventi preordinati al potenziamento dei servizi ecosistemici al fine di incrementare la resilienza, l'attrattività turistica e la valorizzazione del patrimonio diffuso nelle aree collinari in funzione del "buon vivere collettivo";
- d) l'attivazione e/o il consolidamento di imprese innovative e a basso impatto ambientale per contrastare le fragilità economiche nei territori dell'Appennino e della bassa Pianura;
- e) la sistemazione degli elementi di interesse storico, con priorità per quelli destinati alla fruizione collettiva.

Il completamento della rete infrastrutturale per la mobilità sostenibile, prioritariamente attraverso percorsi escursionistici pedonali e itinerari cicloturistici, deve contemplare sistemazioni paesaggistiche coerenti con il contesto e la qualificazione degli spazi pubblici lungo gli itinerari, tenendo conto altresì della rete dei percorsi escursionistici censita nella base dati "Sentieri", di cui alla delibera di Giunta Regionale n. 1841/2009 "Linee guida per cartografia, segnaletica, manutenzione, ripristino, sicurezza e divulgazione della rete escursionistica emiliano-romagnola", al fine di consolidarne il regime ed assicurarne la regolare manutenzione. Nelle aree di pianura, dove il contesto lo suggerisca e consenta, deve essere favorito l'inserimento di filari alberati continui che costituiscano un'orditura verde in direzione nord/sud ed est/ovest, con funzione microclimatica e di ripristino di biodiversità diffusa, secondo una tipologia di assetto vegetazionale storicamente presente nella pianura.



Ai fini della realizzazione degli interventi di cui ai precedenti commi 10, 11 e 12 del presente articolo, possono essere utilizzare le risorse del Fondo perequativo metropolitano di cui all'art. 51. Indirizzi per i PUG

I PUG assumono quanto previsto dal presente articolo nella propria strategia per la qualità urbana ed ecologico-ambientale, specificandola alla scala locale, e in particolare:

- a) recepiscono quanto stabilito in relazione agli interventi all'esterno del territorio urbanizzato di cui ai precedenti commi 6 e 7;
- b) concorrono al potenziamento della dotazione ambientale e al consolidamento delle connessioni ecologiche, mediante l'applicazione delle disposizioni sulla rigenerazione dei tessuti urbanizzati di cui al precedente art. 35 delle presenti norme del PTM;
- c) integrano a rete ecologica e la rete degli itinerari ciclopeditoni per quanto di competenza comunale e/o comunque riferibile alla scala locale nel rispetto di quanto previsto al precedente art. 46 delle presenti norme del PTM;
- d) definiscono gli interventi e gli usi compatibili per assicurare la gestione e la fruizione dei siti storici e delle aree di interesse naturalistico, con prioritario riferimento ai Parchi pubblici di interesse metropolitano, nel rispetto dello standard di 15 mq/ab di cui al decreto interministeriale 2 aprile 1968, n. 1444.

#### ARTICOLO.18 - Ecosistema agricolo della pianura

L'ecosistema agricolo della pianura è costituito dai territori della pianura alluvionale e della pianura delle bonifiche, in quanto aree agricole, storicamente e attualmente, alla base di una forte economia agricola che ha profondamente caratterizzato l'infrastrutturazione edilizia e alla quale si è rapportata l'infrastrutturazione idraulica, in un processo continuo di artificializzazione del reticolo. Le caratteristiche ambientali e infrastrutturali dell'ecosistema comportano e determinano l'articolazione differenziata della disciplina urbanistica ed edilizia in relazione alle aree agricole della pianura alluvionale e alle aree agricole delle bonifiche.

Nel rispetto delle previsioni di cui agli artt. 7.4, 7.5 e 8.2 delle norme del PTCP allegati al PTM in quanto costituenti pianificazione regionale e, in particolare, recepimento e integrazione, rispettivamente, degli articoli 25 e 31 delle norme del PTPR, e di quanto stabilito al precedente comma 1, le nuove urbanizzazioni di cui al successivo art. 50 delle presenti norme del PTM non sono ammesse nelle aree agricole rientranti:

- a) nelle aree protette e nei siti della Rete Natura 2000 e nelle zone di tutela naturalistica non incluse nelle aree soprarichiamate e nelle zone di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura;
- b) nelle aree di valore archeologico, quali i Complessi archeologici e le Aree di accertata e rilevante consistenza archeologica, o di valore storico, quali le zone di tutela della struttura centuriata, i Complessi architettonici storici non urbani e le relative aree di pertinenza.

Fermo restando quanto previsto dall'art. 8.2, comma 10, delle norme del PTCP allegato al PTM in quanto costituente recepimento e integrazione delle norme del PTPR, nel caso di centri abitati ubicati all'interno di zone di tutela della struttura centuriata nei quali risulti impossibile individuare alternative localizzative, un nuovo insediamento può essere realizzato purché attraverso una sistemazione del tessuto urbano coerente con la relativa organizzazione storica. Nella ValSAT accedente all'Accordo operativo o ad altro strumento attuativo deve essere data specifica evidenza delle scelte insediative e distributive funzionali a mantenere e salvaguardare gli elementi a tal fine coinvolti.

La realizzazione di nuovi insediamenti che interessino le aree di "Concentrazione di materiali archeologici" così come disciplinate dall'art. 8.2 delle norme del PTCP allegato al PTM in quanto costituente pianificazione regionale e, in particolare, recepimento e integrazione dell'art. 21 del PTPR, è subordinata all'effettuazione di sondaggi preliminari svolti unitamente al competente organo periferico del Ministero dei beni e delle attività culturali ai sensi del decreto legislativo n. 42/2004.

Le nuove urbanizzazioni nelle Zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio di pedecollina/pianura ubicate nella pianura alluvionale sono subordinate al mantenimento di una

superficie permeabile non inferiore al 20% della superficie territoriale dell'insediamento ricadente nell'area di ricarica, in caso di insediamenti produttivi, e non inferiore al 35%, in caso di insediamenti residenziali/terziari.

Lungo la direttrice della Via Emilia i nuovi insediamenti non possono interessare gli spazi aperti che separano tra loro i centri abitati, in quanto la relativa salvaguardia concorre al perseguimento del più generale obiettivo di valorizzazione e qualificazione della medesima direttrice della Via Emilia in relazione al corrispondente carattere identitario per il territorio metropolitano.

### 3.7 PIANO URBANO DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILE (PUMS)

Il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile metropolitano Bologna (PUMS) è uno strumento di pianificazione di nuova concezione introdotto per la prima volta nel 2009 dalla UE. Nel 2014 la Commissione Europea ha pubblicato le Linee Guida che tracciano analiticamente le caratteristiche, i criteri, le modalità, e le fasi del processo di formazione e approvazione del PUMS.

Successivamente la Regione Emilia Romagna, anticipando quanto previsto dal D.M. 04/08/2017 avente per oggetto "Individuazione delle linee guida per i piani urbani di mobilità sostenibile, ai sensi dell'articolo 3, comma 7, del decreto legislativo 16 dicembre 2016, n.257", ha promosso l'elaborazione del PUMS attraverso la concessione di un contributo economico alla Città Metropolitana di Bologna.

Il PUMS, a seguito dell'approvazione delle Linee di Indirizzo avvenuta nel 2016, il 27 novembre 2018 è stato adottato dopo una riunione delle Giunte del Comune di Bologna e della Città Metropolitana.

Il PUMS definisce i progetti strategici della mobilità di Bologna metropolitana dei prossimi anni, frutto anche di un processo di partecipazione con cittadini, Comuni, Quartieri, Unioni di Comuni e stakeholder.

### 3.7.1 OBIETTIVI

L'obiettivo di Piano del PUMS, confermando la scelta delle Linee di indirizzo del 2016 estendendolo però all'intero territorio metropolitano, prevede al 2030, la riduzione delle emissioni da traffico del 40% rispetto al 1990 così come proposto dall'Unione Europea per garantire il rispetto degli Accordi sul Clima di Parigi<sup>7</sup>. L'obiettivo del piano è quello di perseguire:

- l'accessibilità;
- la tutela del clima;
- la salute e la salubrità dell'aria
- la sicurezza stradale.

Pianificazione territoriale e mobilità sostenibile

I concetti chiave che accompagnano la congiunzione tra pianificazione urbanistica e mobilità sostenibile abbracciano tre diversi livelli di scala territoriale:

a livello regionale ponendo al centro il Sistema Ferroviario Metropolitano come componente fondamentale della strategia regionale per garantire la compattezza dei centri urbani, la coesione sociale e la sostenibilità del territorio;

a livello metropolitano dettando quale condizione imprescindibile il potenziamento del Trasporto Pubblico Metropolitano per garantire un modello di sviluppo sostenibile del sistema insediato con l'obiettivo di azzerare l'ulteriore dispersione insediativa;

a livello locale valorizzando lo spazio pubblico e la strada come spazio condiviso, non più conteso, insieme alla ricomposizione efficace dei conflitti d'uso sia nelle aree urbane che nel resto del territorio per garantire la qualità urbana, la vivibilità e la sicurezza, ponendo al centro le esigenze di fruizione e spostamento del pedone e del ciclista che intersecano in varie forme lo spazio pubblico (e in particolare lo spazio stradale).

### 3.7.2 MOBILITÀ PEDONALE E CICLISTICA

Le strategie per la promozione e la diffusione della *Mobilità Pedonale* all'interno della Città metropolitana di Bologna, si basano sui principi di seguito elencati:

- Promuovere l'accessibilità universale per favorire equità sociale nei confronti di tutti i cittadini.
- Creare un ambiente pedonale sicuro, costituito da percorsi continui, leggibili e confortevoli.
- Incrementare la qualità e l'efficienza della mobilità pedonale nei nodi del Trasporto Pubblico Metropolitano.
- Favorire la creazione di aree dedicate alla pedonalità.
- Promuovere iniziative di educazione alla mobilità pedonale.

Per la *Mobilità Ciclistica* il PUMS punta sulla definizione di una rete ciclabile di progetto integrata ed estesa a tutto il territorio metropolitano così come prefigurata dalla proposta di Biciplan metropolitano, classificando la rete per la mobilità quotidiana in strategica e integrativa e dedicando inoltre attenzione allo sviluppo della rete cicloturistica.

Il quadro prefigura gli interventi prioritari per migliorare ed estendere infrastrutture e servizi per la mobilità ciclistica, realizzando efficienti opportunità di integrazione con le altre modalità di trasporto, aumentando l'offerta di parcheggi bici in prossimità delle stazioni e fermate dei mezzi di trasporto collettivi quali ferrovia e futura tramvia. Il Biciplan metropolitano in particolare mira a realizzare una rete portante metropolitana strutturata in:

- Rete ciclabile per la Mobilità Quotidiana
- Rete Cicloturistica

Gli interventi che il PUMS individua come prioritari per la creazione della rete ciclistica condivisa con il Biciplan sono i seguenti:

- interventi infrastrutturali, più consistenti e articolati da realizzare, solo se strettamente necessari, là dove sia opportuno diminuire il rischio percepito dal ciclista o si debbano collegare tratti esistenti;
- ridisegno dello spazio della strada lungo i principali assi dei centri abitati, creando corridoi ciclistici e attrezzandoli prevalentemente con la segnaletica e ogni strumento necessario a migliorare le indicazioni per percorrerli in sicurezza;



- azioni per la promozione della ciclabilità diffusa per la convivenza tra ciclisti ed autovetture (zone 30, ZTL, AP, moderazione della velocità, etc.). Il modello di riferimento è costituito dalla preferenziazione dei percorsi e degli spazi ciclabili che si contrappone a quello della separazione.

### 3.7.3 TPM – TRASPORTO PUBBLICO METROPOLITANO

Gli obiettivi posti dal PUMS al 2030 impongono un significativo potenziamento della rete di trasporto pubblico in ambito metropolitano, che si esplica attraverso una strategia basata sulle linee di intervento di seguito elencate.

1. Creazione di un'integrazione tariffaria multimodale estesa a tutta la rete di Trasporto Pubblico in ambito metropolitano.
2. Implementazione di un sistema di infomobilità multimodale.
3. Potenziamento del SFM attraverso la previsione di: a. un obiettivo di frequenza nelle fasce di punta ai 15' su alcune stazioni principali; b. realizzazione di interventi strumentali (potenziamento materiale rot e rotabile) e infrastrutturali propedeutici all'intensificazione del traffico ferroviario in base al modello di esercizio previsto sulle diverse linee.
4. Potenziamento della capacità di trasporto e dell'attrattività della rete portante urbana di Bologna mediante l'introduzione della tecnologia tranviaria.
5. Potenziamento della capacità di trasporto e innalzamento della velocità commerciale e della regolarità di marcia delle autolinee della rete portante mediante l'individuazione delle linee prioritarie (Metrobus) per la realizzazione di interventi riconducibili ai sistemi BRT (Bus Rapid Transit).
6. Creazione di una rete di trasporto collettivo basata sul rendez-vous (sincronizzazione degli orari) tra servizi della rete portante (SFM e Tram per la distribuzione rapida a Bologna) e reti complementare e integrativa.
7. Realizzazione di Centri di Mobilità intesi come spazi infrastrutturalmente e tecnologicamente attrezzati dedicati alla fruizione della "Mobilità come servizio" (Mobility as a Service) nei principali nodi della rete multimodale metropolitana e urbana. Il Centro di Mobilità costituisce il superamento del concetto di nodo di interscambio tradizionale, in

quanto esso è finalizzato ad offrire all'utenza una gamma di soluzioni di mobilità, piuttosto che una preordinata soluzione di viaggio, che consente di riprogrammare in itinere il proprio viaggio qualora mutino le esigenze o lo stato di funzionamento della rete.

Il PUMS struttura la rete di trasporto collettivo nelle tre componenti di seguito descritte.

- Rete portante – costituita dal SFM, dalla nuova rete tranviaria di Bologna e dalle linee extraurbane/suburbane ad alto traffico - METROBUS (rete di 1° livello) che propone di servire con sistemi assimilabili a BRT (Bus Rapid Transit).
- Rete complementare – costituita da tutte le autolinee urbane di Bologna e Imola e suburbane ed extraurbane di 2° e 3° livello.
- Rete integrativa – costituita dai cosiddetti “servizi locali” cioè a bassa frequenza o servizi “finalizzati” e/o flessibili.

Primario obiettivo del PUMS è quello di portare a compimento, introducendo alcuni correttivi, il disegno originario del Servizio Ferroviario Metropolitano bolognese garantendo un livello di offerta adeguato alla corrispondente domanda. In particolare il primario obiettivo del PUMS è quello di portare a compimento, introducendo alcuni correttivi, il disegno originario del Servizio Ferroviario Metropolitano bolognese propone un potenziamento delle attuali linee come dallo schema seguente:



Comune di Bologna

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA  
SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (TRATTO NORD LINEA  
VERDE - DIRETTRICE CORTICELLA-CASTEL MAGGIORE)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità  
è Bologna



Figura 3-13 – SFM: Schema di rete proposto nello Scenario a regime (oltre lo Scenario PUMS - 2030)

Coerentemente alle strategie individuate dalle Linee di indirizzo del PUMS Metropolitano di Bologna, il primo fondamentale aspetto della mobilità a Bologna che il PUMS è chiamato ad affrontare riguarda il potenziamento della rete portante del trasporto pubblico urbano.

La programmazione vigente ha già definito, con il progetto PIMBO, un'evoluzione della rete delle autolinee portanti esistente verso una nuova e più estesa rete filoviaria che, integrandosi con il sistema "Crealis" tra Bologna e San Lazzaro attualmente in fase di collaudo, intende garantire non tanto una maggiore capacità del servizio, quanto benefici ambientali diretti (il progetto prevede una filoviarizzazione completa delle linee portanti della rete urbana) e una maggior integrazione con la rete SFM.

Tuttavia, considerando la tempistica per l'implementazione del progetto PIMBO (7 anni dal momento del suo finanziamento, ottenuto con l'approvazione del Progetto Definitivo da parte del CIPE con delibera n. 92 del 22-12-2017, pubblicata sulla GU n. 137 del 15-06-2018) e la sua totale sovrapposizione con quasi tutte le attuali linee portanti del TPL (ne risultano escluse solo le linee 13 e 14, in quanto già filoviarizzate), tale progetto deve necessariamente integrarsi nello scenario proposto dal PUMS che, oltre a puntare sulla elettrificazione completa della rete urbana mira anche ad incrementarne la sua capacità. Fermo restando quindi l'obiettivo dell'elettrificazione, già alla base del Progetto Crealis e del Progetto PIMBO, la proposta del PUMS è quella di una progressiva transizione verso la tecnologia tranviaria per la componente della rete portante metropolitana interna alla città Bologna. Tale scelta è suffragata sostanzialmente da due elementi di criticità, tra loro interdipendenti, che si stanno evidenziando sulle attuali linee portanti urbane, tendenzialmente esercite con autobus e filobus articolati: 1. l'accentuazione, negli ultimi anni, di un sovraffollamento a bordo dei mezzi in diverse ore del giorno nelle tratte a ridosso delle aree centrali, con conseguenti riflessi sul comfort di viaggio e sui perditempo alle fermate; 2. un raggiunto limite di distanziamento minimo tra i passaggi dei mezzi nei corridoi su cui insistono più linee, con le conseguenti problematiche in termini di fluidità della circolazione.

L'assetto a regime della rete tranviaria ipotizzata dal PUMS prevede 4 linee interconnesse tra loro:

- Linea Tram Rossa: Terminal Emilio Lepido – CAAB;
- Linea Tram Gialla: Casteldebole – Rastignano;
- Linea Tram Verde: Dep. Due Madonne – Corticella;
- Linea Tram Blu: Casalecchio – San Lazzaro (attuazione prevista oltre lo Scenario PUMS - 2030).

La proposta elaborata dal PUMS per l'assetto a regime della rete tranviaria prevede dei percorsi base individuati mediante simulazioni iterative preliminari (che dovranno essere affinate nelle successive fasi di progettazione) che successivamente sono stati inseriti come linee nello scenario complessivo, e una serie di possibili diramazioni nelle tratte terminali ove la struttura della domanda e la localizzazione di una serie di attrattori di traffico di rango metropolitano suggeriscono di lasciare aperta, rinviandola ad una successiva fase di approfondimento progettuale concertata con i comuni coinvolti, l'effettiva configurazione e priorità di realizzazione.





Figura 3-14 – Assetto a regime (oltre lo Scenario PUMS -2030) della rete tranviaria

### 3.7.3.1 Descrizione della Direttrice Corticella-Castel Maggiore

Il percorso base della Direttrice Corticella, che viene considerato nella rete portante del TPM, è lungo circa 7 km da piazza dei Martiri, attraversando la zona centrale lungo via dei Mille e proseguendo verso nord impegnando via Indipendenza.

Una volta attraversato il Centro, la linea prosegue su via Matteotti fino a Piazza dell'Unità, centro della zona Bolognina.

Da qui prosegue lungo via di Corticella, fino all'Arcoveggio e, continuando per Via di Corticella fino al suo proseguimento, Via Genuzio Bentini raggiungendo il territorio del Comune di Castel Maggiore, in cui si colloca il capolinea.

Con riferimento specifico all'area centrale, interessata recentemente da una serie di interventi di riqualificazione e pedonalizzazione degli spazi pubblici volti a migliorare la vivibilità del centro

di Bologna, il PUMS promuove l'estensione e il rafforzamento di misure e iniziative mirate a valorizzare la vocazione pedonale della zona, creando le condizioni per una coesistenza sicura e integrata tra l'utenza pedonale e i mezzi in transito a servizio della rete tranviaria.

Rispetto all'attuale rete urbana delle autolinee su gomma, l'inserimento di tale percorso riprende parte del tracciato dell'attuale autolinea 27.

### 3.7.3.2 Indicazioni preliminari per la rete urbana complementare

Laddove i percorsi rimarranno scoperti, in particolare negli ambiti locali di quartiere, il servizio rimarrà garantito da deviazioni di linee esistenti o istituzione di nuove linee che costituiranno parte della rete complementare, dotate di interscambi efficienti che permettano di usufruire della nuova rete portante in maniera ottimale. Sarà in generale necessario rivedere percorsi alternativi a seconda del disegno finale della rete tranviaria, soprattutto nella tratta terminale.

## 3.8 PIANO URBANISTICO GENERALE (PUG) – COMUNE DI BOLOGNA

La nuova disciplina urbanistica dettata dalla L.R. n. 24/2017 prevede la sostituzione del Piano Regolatore Strutturale Comunale (PSC), del Regolamento Urbanistico Edilizio e del Piano Operativo comunale con un innovato assetto normativo, che ha previsto l'elaborazione del Piano Urbanistico Generale quale nuovo strumento urbanistico di progettazione delle trasformazioni della Città.

Il Piano è stato approvato dal Consiglio Comunale con delibera PG 342648/2021 ed è entrato in vigore il 29 settembre 2021 a seguito della pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Emilia Romagna n. 286 dell'Avviso di avvenuta approvazione; insieme al Piano sono entrate in vigore le modifiche al Regolamento Edilizio approvate con delibera PG 342650/2021.

È stato approvato ed è vigente anche il Regolamento Edilizio che contiene la disciplina definitoria e prescrittiva sui materiali urbani. Il Regolamento è luogo di convergenza anche del

Regolamento del verde pubblico e privato e del Regolamento per l'applicazione del vincolo idrogeologico.

A complemento del Piano sono state approvate dalla Giunta con delibera PG 430532/2021 le Disposizioni organizzative urbanistiche in cui vengono descritti gli aspetti operativi e documentali per l'elaborazione e la presentazione delle istanze degli strumenti attuativi introdotti dalla L.R. 24/2017 e disciplinati dal PUG.

Le Disposizioni organizzative saranno oggetto di aggiornamenti periodici per consentirne un puntuale adeguamento in funzione del costante monitoraggio cui sarà oggetto il Piano urbanistico, nonché dei cambiamenti dei riferimenti normativi o per i riassetti delle strutture.

Il Quadro Conoscitivo è costituito da Profilo e Conoscenze, che rappresenta uno strumento di orientamento per la costruzione del PUG ed è costituito da 80 schede in cui vengono descritte le evidenze e i tratti qualificanti dei temi studiati, delle tendenze e degli aspetti prioritari. Profilo e conoscenze riporta le informazioni relative alle componenti fisiche dello spazio urbano e ai servizi che le mettono in relazione. Il buon funzionamento di tali relazioni costituisce condizione di sostenibilità per le trasformazioni espresse in Assetti e strategie.

Le informazioni sono soggette ad un periodico aggiornamento che tiene conto dell'approfondimento conoscitivo rispetto agli indicatori, della rilevazione dei possibili cambiamenti che interverranno nella città e del diverso valore sociale attribuito nel tempo ai singoli aspetti (in riferimento ai Laboratori di Quartiere o altre forme di consultazione pubblica, o all'orientamento di politiche pubbliche).

Le conoscenze utili per la costruzione del profilo relative alle 80 schede sono raggruppate in temi: popolazione, sistema economico, servizi alle persone, dimensione urbana, patrimonio abitativo, ambiente, paesaggio, mobilità, governance e dimensione sociale.

La lettura del quadro delle conoscenze permette di formulare una diagnosi e la determinazione di un profilo attuale fatto di aspetti qualificanti e al contempo di aspetti problematici.

Ne è emerso un profilo che restituisce una visione di Bologna come una piccola metropoli europea poliedrica e a misura d'uomo. Contemporaneamente Bologna manifesta la volontà di farsi sempre più sostenibile, e proiettata a sviluppare politiche per le imprese, il lavoro, le famiglie e i giovani.

Questo viene reso attraverso una rappresentazione ideogrammatica della città, recependo le intenzioni del piano previgente, declinando l'assetto consolidato della città e l'individuazione schematica delle parti del territorio investite dalla ricaduta territoriale degli obiettivi del PUG.

Questo rappresenta un punto di partenza per definire gli obiettivi del PUG: ambientale, sociale ed economico.

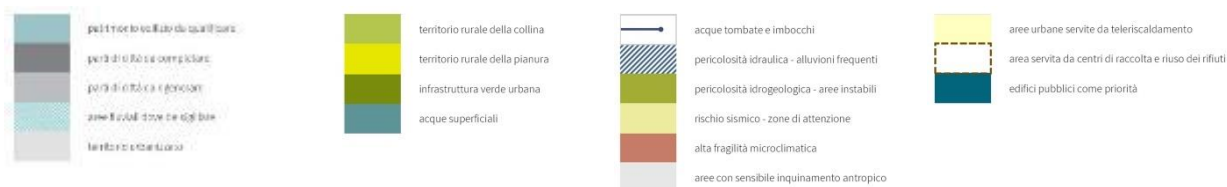
### 3.8.1 RESILIENZA ED AMBIENTE

L'obiettivo è quello di assicurare salute e benessere a chi abita la città oggi e a chi la abiterà domani, minimizzando i rischi per le persone e le cose, anche quelli che derivano dal cambiamento climatico, sostenendo la transizione energetica.

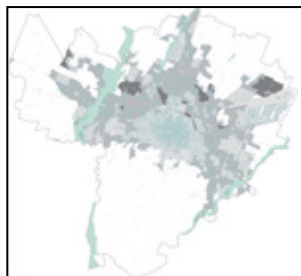
Assumere i target dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite e dell'Agenda Metropolitana come traduzione degli obiettivi del piano secondo un approccio metabolico. Di seguito si riporta stralcio della cartografia relativa.



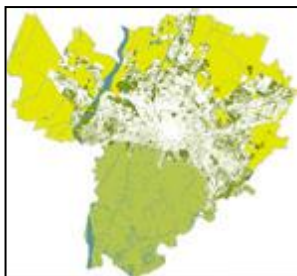
Figura 3-15 – Stralcio PUG – Resilienza e Ambiente







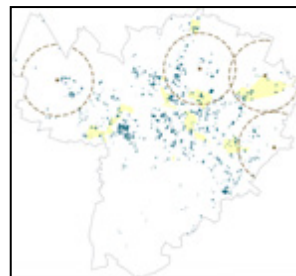
*Favorire la rigenerazione di  
suoli antropizzati e  
contrastare il consumo di  
suolo*



*Sviluppare l'eco rete  
urbana*



*Prevenire e mitigare i rischi  
ambientali*



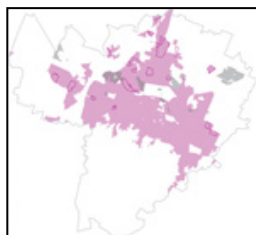
*Sostenere la transizione  
energetica e i processi di  
economia circolare*

### 3.8.1 ABITABILITÀ ED INCLUSIONE

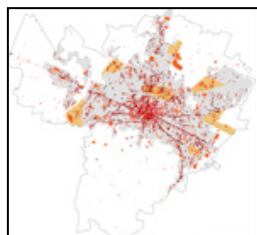
L'obiettivo è quello di Sostenere la crescita demografica offrendo abitazioni e servizi cui famiglie, giovani e studenti possano accedere garantendo altresì spazi innovativi per il lavoro. Di seguito si riporta stralcio della cartografia relativa.



Figura 3-16 – Stralcio PUG – Abitabilità e Inclusion



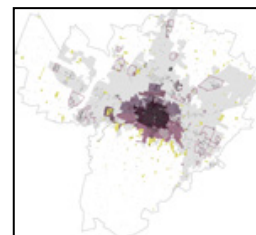
*Estendere l'accesso alla casa*



*Garantire la diffusione di una rete equilibrata di attrezzature e servizi di qualità*



*Ridisegnare gli spazi e le attrezzature*



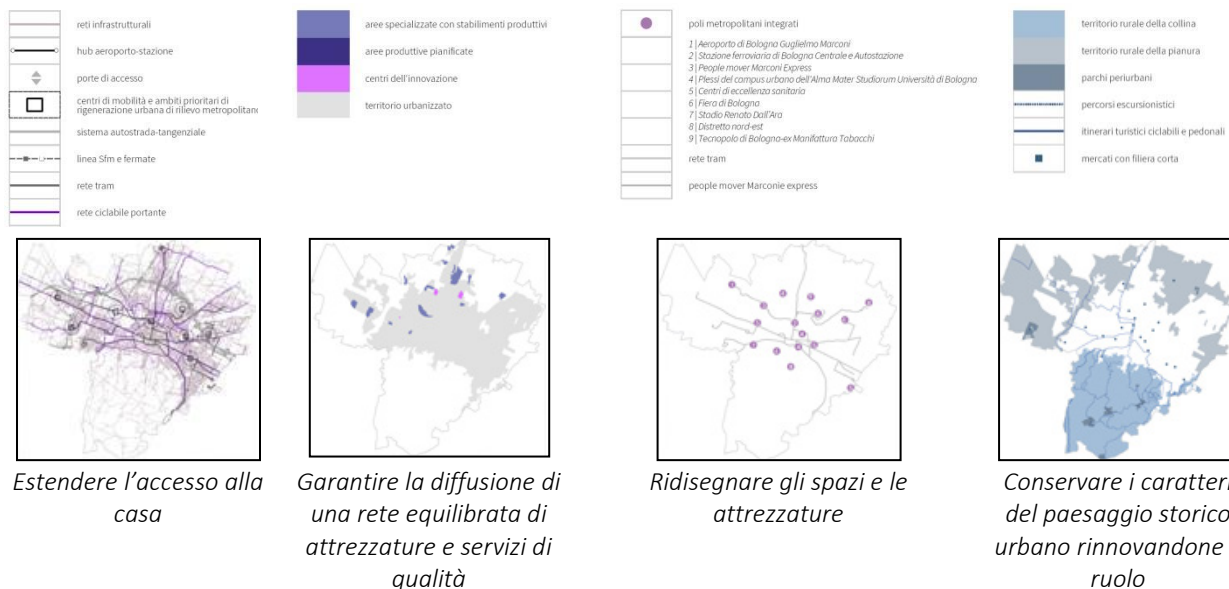
*Conservare i caratteri del paesaggio storico urbano rinnovandone il ruolo*

### 3.8.1 ATTRATTIVITÀ E LAVORO

L'obiettivo è quello di Rafforzare e adeguare le infrastrutture sopra e sottosuolo, per sostenere l'innovazione e la crescita economica, mettendo in valore le dinamiche locali; favorire i nuovi lavori e l'affermarsi di una economia circolare. Di seguito si riporta stralcio della cartografia relativa.



Figura 3-17 – Stralcio PUG – Attrattività e Lavoro



Costituisce la parte normativa del Piano, definisce le condizioni necessarie per attuare le operazioni di trasformazione all'interno del territorio urbanizzato.

La Disciplina del PUG è articolata secondo lo schema obiettivi/strategie/azioni proprio del Piano.

Parte integrante della Disciplina è il Catalogo dati cartografici che permette di individuare cartograficamente il campo di applicazione delle azioni di Piano quando non contenute nella Tavola dei vincoli.

### 3.8.2 "TUTELE E VINCOLI"

La tavola dei Vincoli costituisce lo strumento conoscitivo ai sensi dell'art. 37 della l.r. 24/2017 nel quale sono rappresentati tutti i vincoli e le prescrizioni derivanti dai piani sovraordinati, da singoli provvedimenti amministrativi ovvero da previsioni legislative che precludono, limitano o condizionano l'uso o la trasformazione del territorio che pertanto devono essere considerati prevalenti rispetto alle altre disposizioni degli strumenti urbanistici comunali.

La Tavola dei vincoli è corredata da apposito elaborato denominato "Schede dei vincoli" in cui per ogni tutela e vincolo sono riportati l'indicazione sintetica del suo contenuto, i riferimenti normativi e la relativa rappresentazione grafica del layer della banca dati territoriale unificata del Comune.

Le tutele sono volte alla salvaguardia delle risorse naturali, paesaggistiche e storiche del territorio comunale e riguardano:

- risorse idriche e assetto idrogeologico;
- stabilità dei versanti;
- elementi naturali e paesaggistici;
- testimonianze storiche e archeologiche;
- rischio sismico;

PTM – Ecosistemi naturali e limitazioni per gli interventi all'esterno del territorio urbanizzato.

I vincoli interessano le aree la cui trasformazione può modificare il grado di funzionalità e di sicurezza delle infrastrutture territoriali esistenti e previste e riguardano:

- infrastrutture, suolo e servitù;
- infrastrutture per la navigazione aerea/1;
- infrastrutture per la navigazione aerea/2;
- elettromagnetismo.

La Tavola dei vincoli è elaborato costitutivo degli strumenti di pianificazione urbanistica e delle relative varianti. Come previsto dall'art. 37 comma 5 della Lr 24/2017 la Tavola dei vincoli deve essere aggiornata a seguito dell'approvazione di leggi, piani o altri atti che comportano la modifica dei vincoli e delle prescrizioni gravanti sul territorio comunale attraverso apposite deliberazioni del Consiglio comunale meramente ricognitive, non costituenti varianti alla pianificazione vigente.

Le schede dei vincoli riportano inoltre:

- perimetro del territorio urbanizzato valido alla data di entrata in salvaguardia sia del Piano territoriale paesistico regionale (29 giugno 1989) che del Piano territoriale di coordinamento provinciale (11 febbraio 2003) parte integrante e sostanziale del Piano Territoriale Metropolitano vigente, significativo per l'applicazione di talune norme sulle tutele;
- perimetro del territorio urbanizzato del Piano Urbanistico Generale;
- perimetro del centro abitato, valido ai soli fini dell'applicazione del Codice della strada, delimitato ai sensi dell'art. 4 del D.Lgs. 285/1992 e s.m.i. come modificato dalla Delibera di Giunta Comunale Progr. N. 16/2018 del 24 gennaio 2018 e oggetto di rettifica di errore materiale nell'ambito dell'Aggiornamento 2020;
- perimetro delle aree escluse per legge dai vincoli paesaggistici ai sensi dell'art. 142, comma 2 del D.Lgs. 42/2004, ovvero delle aree che alla data del 6 settembre 1985 erano delimitate negli strumenti urbanistici, ai sensi del decreto ministeriale 2 aprile 1968, n. 1444, come zone territoriali omogenee A e B.



### 3.8.2.1 Tutele – Risorse idriche e assetto idrogeologico

Di seguito si riporta lo stralcio della tavola “Tutele – Elementi Naturali e Paesaggistici” con sovrapposizione del tracciato tranviario in esame. La tavola si compone dei seguenti tematismi:

- alvei attivi e invasi dei bacini idrici;
- reticolo idrografico coperto;
- fasce di tutela fluviale;
- fasce di pertinenza fluviale;
- aree a rischio di inondazione 200 anni;
- aree ad alta probabilità di inondazione;
- aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti;
- aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti;
- aree potenzialmente interessate da alluvioni rare;
- aree di protezione delle acque sotterranee nel territorio pedecollinare e di pianura;
- zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio collinare;
- aree per la salvaguardia delle acque destinate al consumo umano.

La direttrice Corticella interseca gli strati cartografici riferiti a:

- Alvei attivi e invasi dei bacini idrici;
- Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti, poco frequenti e rare;
- Alvei attivi e invasi dei bacini idrici;
- Fasce di pertinenza fluviale



Figura 3-18 – Stralcio PUG  
Tutele – Risorse Idriche e Assetto Idrogeologico



Il tracciato, nella parte prossimale la Stazione di Corticella, in corrispondenza dell'attraversamento del Canale Navile, va ad intercettare i seguenti tematismi:

- Alvei attivi e invasi dei bacini idrici;
- Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti, poco frequenti e rare;
- Alvei attivi e invasi dei bacini idrici;
- Fasce di pertinenza fluviale

Nel complesso i provvedimenti istitutivi di tutela sono rappresentati da:

- R.D. n. 523 del 25 luglio 1904 “Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie” (art. 96, comma primo, lettera f),
- Piano Territoriale Paesistico Regionale (art. 18) approvato con delibera di Consiglio regionale n. 1388 del 28 gennaio 1993 e sue successive varianti;
- Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PSAI) dei bacini del Fiume Reno e dei Torrenti Idice, Sillaro e Santerno approvato dalla Giunta Regionale dell’Emilia-Romagna con deliberazione n. 567 del 7 aprile 2003 e ss.mm.ii;
- Piano Stralcio per il bacino del Torrente Samoggia approvato dalla Giunta Regionale dell’Emilia-Romagna con deliberazione n. 1925 del 17 novembre 2008 e ss.mm.ii;
- Piano Stralcio per il sistema idraulico “Navile-Savena Abbandonato” approvato dalla Giunta Regionale dell’Emilia-Romagna con deliberazione n. 129 del 8 febbraio 2000 e ss.mm.ii;
- Piano territoriale di coordinamento provinciale (art. 4.2) parte integrante e sostanziale del Piano Territoriale Metropolitano approvato con delibera del Consiglio metropolitano n. 16 del 12 maggio 2021.
- D.Lgs. 49/2010 del 23 febbraio 2010 “Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”;

- Variante di coordinamento tra il Piano Gestione Rischio Alluvioni e i Piani Stralcio di bacino approvata con delibera di Giunta Regionale n. 2112/2016 il 5 dicembre 2016;
- Piano Gestione Rischio Alluvioni (art. 6 della Direttiva 2007/60): primo aggiornamento delle mappe della pericolosità e del rischio esaminato nella seduta di Conferenza Istituzionale Permanente del 20 dicembre 2019 e pubblicato in data 16 marzo 2020 (Deliberazioni n.7 e 8 del 20 dicembre 2019);
- Piano Territoriale Metropolitano approvato con delibera del Consiglio metropolitano n. 16 del 12 maggio 2021;
- Piano Urbanistico Generale.

#### AREE POTENZIALMENTE INTERESSATE DA ALLUVIONI RARE

Definizioni e finalità di tutela: Al fine della mitigazione del rischio idraulico sono individuate le aree interessate da inondazioni in relazione agli scenari di alluvioni rare ovvero con scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi. Le aree potenzialmente interessate da alluvioni sono state individuate con riferimento al fenomeno delle inondazioni generate dal Reticolo naturale principale e secondario (RP).

#### Modalità della tutela:

*Condizioni per gli interventi urbanistici* - per gli interventi urbanistici è richiesta la redazione di una relazione tecnica di valutazione del rischio idraulico i cui contenuti sono definiti all'art. 27-E18 del Regolamento edilizio che dimostri, attraverso adeguate misure progettuali, la sostenibilità del progetto facendo riferimento all'adozione di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle persone esposte. Le prescrizioni progettuali per gli interventi sugli edifici da adottarsi per la mitigazione dei danni sono definite all'art. 27-E18 del Regolamento edilizio.

*Condizioni per gli interventi edilizi* - Le prescrizioni progettuali per gli interventi sugli edifici da adottarsi per la mitigazione dei danni sono definite all'art. 27-E18 del Regolamento edilizio.

#### AREE POTENZIALMENTE INTERESSATE DA ALLUVIONI POCO FREQUENTI

Definizione e finalità di tutela: Al fine della mitigazione del rischio idraulico sono individuate le aree interessate da inondazioni in relazione agli scenari di alluvioni poco frequenti ovvero con tempo di ritorno di riferimento fra 100 e 200 anni. Le aree potenzialmente interessate da alluvioni sono state individuate con riferimento al fenomeno delle inondazioni generate dal Reticolo naturale principale e secondario (RP) e dal Reticolo Secondario di Pianura (RSP).

Modalità di tutela:

*Condizioni per gli interventi urbanistici* - per gli interventi urbanistici è richiesta la redazione di una relazione tecnica di valutazione del rischio idraulico che dimostri, attraverso adeguate misure progettuali, la sostenibilità delle previsioni facendo riferimento alle possibili alternative localizzative e all'adozione di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle persone esposte. I contenuti della relazione tecnica e le prescrizioni progettuali per gli interventi sugli edifici da adottarsi per la mitigazione dei danni sono definiti all'art. 27-E18 del Regolamento edilizio. In tali aree, se comprese nel territorio extraurbano, devono essere osservate altresì le prescrizioni di cui all'art. 30, comma 5 delle norme del PTM riferite agli ambiti del reticolo idrografico principale di pianura (RP) del PGRA. Ai sensi di tale articolo *"Ai fini della riduzione del pericolo di alluvioni, gli interventi edilizi diretti e/o convenzionati nell'ecosistema agricolo, in particolare nelle "conche morfologiche" (intese come aree topograficamente depresse e caratterizzate da scarse capacità di deflusso delle acque di possibile allagamento) e nelle zone a pericolosità "P3" e "P2", riferite agli ambiti del reticolo idrografico principale di pianura (RP) del PGRA, devono contenere specifiche indicazioni in merito al recupero e all'efficientamento del reticolo agricolo e in particolare alla conservazione, se esistenti, o alla realizzazione, se non presenti, di nuovi scoli di confine"*

*Condizioni per gli interventi edilizi* - negli interventi di qualificazione edilizia trasformativa e di qualificazione edilizia conservativa qualora comportino mutamento di destinazione d'uso di intero edificio è richiesta la redazione di una relazione tecnica di valutazione del rischio idraulico. I contenuti della relazione tecnica e le prescrizioni progettuali per gli interventi sugli edifici da adottarsi per la mitigazione dei danni sono definiti all'art. 27-E18 del Regolamento



edilizio. In tali aree, se comprese nel territorio extraurbano, devono essere osservate altresì le prescrizioni di cui all'art. 30, comma 5 delle norme del PTM riferite agli ambiti del reticolo idrografico principale di pianura (RP) del PGRA.

#### AREE POTENZIALMENTE INTERESSATE DA ALLUVIONI FREQUENTI

Definizione e finalità di tutela: Al fine della mitigazione del rischio idraulico sono individuate le aree interessate da inondazioni in relazione agli scenari di alluvioni frequenti, ovvero con tempo di ritorno di riferimento fra 20 e 50 anni. Le aree potenzialmente interessate da alluvioni sono state individuate con riferimento al fenomeno delle inondazioni generate dal Reticolo naturale principale e secondario (RP) e dal Reticolo Secondario di Pianura (RSP).

#### Modalità di tutela:

*Condizioni per gli interventi urbanistici* - per gli interventi urbanistici è richiesta la redazione di una relazione tecnica di valutazione del rischio idraulico che dimostri, attraverso adeguate misure progettuali, la sostenibilità delle previsioni facendo riferimento alle possibili alternative localizzative e all'adozione di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle persone esposte. I contenuti della relazione tecnica e le prescrizioni progettuali per gli interventi sugli edifici da adottarsi per la mitigazione dei danni sono definiti all'art. 27-E18 del Regolamento edilizio. In tali aree, se comprese nel territorio extraurbano, devono essere osservate altresì le prescrizioni di cui all'art. 30, comma 5 delle norme del PTM riferite agli ambiti del reticolo idrografico principale di pianura (RP) del PGRA.

*Condizioni per gli interventi edilizi* - negli interventi di qualificazione edilizia trasformativa e di qualificazione edilizia conservativa qualora comportino mutamento di destinazione d'uso di intero edificio, è richiesta la redazione di una relazione tecnica di valutazione del rischio idraulico che dimostri, attraverso adeguate misure progettuali, la sostenibilità del progetto facendo riferimento all'adozione di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle persone esposte. I contenuti della relazione tecnica e le prescrizioni progettuali per gli interventi sugli edifici da adottarsi per la mitigazione dei danni sono definiti all'art. 27-E18 del Regolamento edilizio. In tali aree, se comprese nel territorio extraurbano, devono essere

osservate altresì le prescrizioni di cui all'art. 30, comma 5 delle norme del PTM riferite agli ambiti del reticolo idrografico principale di pianura (RP) del PGRA.

#### ALVEI ATTIVI E INVASI DEI BACINI IDRICI

Definizione e finalità di tutela: Gli alvei attivi sono gli spazi normalmente occupati da masse d'acqua in quiete o in movimento, comprensivi delle superfici che li delimitano, del volume di terreno che circonda tali spazi e che interagisce meccanicamente o idraulicamente con le masse d'acqua contenute in essi e di ogni elemento che partecipa alla determinazione del regime idraulico delle masse d'acqua medesime, con riferimento a eventi di pioggia con tempi di ritorno di 5-10 anni. Gli alvei attivi sono destinati al libero deflusso delle acque e alle opere di regimazione idraulica e di difesa del suolo

Modalità di tutela: Fatte salve le limitazioni di cui all'art. 96, comma primo, lettera f) del R.D. n. 523 del 25 luglio 1904 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie", che vieta sulle "acque pubbliche, loro alvei, sponde e difese", la realizzazione di "piantagioni di alberi e siepi, le fabbriche, gli scavi e lo smovimento del terreno a distanza dal piede degli argini e loro accessori come sopra, minore di quella stabilita dalle discipline vigenti nelle diverse località, ed in mancanza di tali discipline a distanza minore di metri quattro per le piantagioni e smovimento del terreno e di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi", in queste aree valgono le norme di cui all'art. 18 del Ptp, all'art. 15 del PSAI e le corrispondenti norme degli altri Piani Stralcio nonché le prescrizioni stabilite ai commi 3, 4, 5, 6, 7, 8 dell'art. 4.2 del Ptcp Allegato B del PTM.

#### FASCE DI PERTINENZA FLUVIALE

Definizione e finalità di tutela: Le fasce di pertinenza sono definite come aree latitanti i corsi d'acqua che, anche in relazione alle condizioni di connessione idrologica dei terrazzi, possono concorrere alla riduzione dei rischi di inquinamento dei corsi d'acqua e/o di innesco di fenomeni di instabilità dei versanti, al deflusso delle acque sotterranee; comprendono inoltre le aree all'interno delle quali si possono realizzare interventi finalizzati a ridurre l'artificialità del

corso d'acqua. La finalità primaria delle fasce di pertinenza fluviale è quella di mantenere, recuperare e valorizzare le funzioni idrogeologiche degli ambienti fluviali.

Modalità di tutela: Fatte salve le limitazioni di cui all'art. 96, comma primo, lettera f) del R.D. n. 523 del 25 luglio 1904 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie", in queste aree valgono le norme di cui all'art. 18 del PSAI e le corrispondenti norme degli altri Piani Stralcio. La realizzazione di chioschi e attrezzature eventualmente ammesse è sottoposta al parere vincolante dell'Autorità idraulica competente.

#### 3.8.2.2 Tutele – Stabilità dei versanti

Si riporta di seguito stralcio cartografico della tavola "Tutele – Stabilità dei Versanti" che si compone dei seguenti tematismi: Attitudini alle trasformazioni edilizio-urbanistiche del PSAI; Aree a rischio da frana interessate da provvedimenti specifici; Vincolo idrogeologico.



Figura 3-19 – Stralcio PUG  
Tutele – Stabilità dei Versanti



Il tracciato della linea in oggetto non intercetta alcuno dei tematismi sopra indicati.

### 3.8.2.3 Tutele – Elementi naturali e paesaggistici



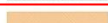


Si riporta di seguito stralcio cartografico della tavola “Tutele – Elementi naturali e paesaggistici” che si compone dei seguenti tematismi:

- Sistema delle aree forestali;
- Boschi e aree assimilate ai sensi del D. Lgs. 34/2018;
- Calanchi significativi;
- Crinali;
- Fiumi, Torrenti e Corsi d’acqua di interesse paesaggistico;
- Aree Protette;
- Siti Rete Natura 2000;
- Immobili Vincolati ai sensi dell’art. 136 del D. Lgs. 42/2004;
- Sistema della collina;
- Zone di particolare interesse paesaggistico-ambientale della pianura;
- Zone di particolare interesse paesaggistico-ambientale;
- Viabilità panoramica;
- Alberi Monumentali d’Italia e di pregio regionale





Figura 3-20 – Stralcio PUG  
Tutele – Elementi naturali e paesaggistici

	Sistema delle aree forestali
	Boschi e aree assimilate ai sensi del D.Lgs. 34/2018
	Calanchi significativi
	Crinali
	Fiumi, torrenti e corsi d'acqua di interesse paesaggistico

Aree protette	
	Parco regionale Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa
	Area di riequilibrio ecologico Golena San Vitale
	Paesaggio naturale e seminaturale protetto "Colline di San Luca"
Siti Rete Natura 2000	
	Zsc IT4050018 - Golena San Vitale e Golena del Lippo
	Zsc-Zps IT4050029 - Boschi di San Luca e Destra Reno

Immobili vincolati ai sensi dell'art.136 del D. Lgs. 42/2004

Sistema della collina

Zone di particolare interesse paesaggistico-ambientale della pianura

Zone di particolare interesse paesaggistico-ambientale

Viabilità panoramica

Alberi monumentali d'Italia e di pregio regionale

- Alberi monumentali
- Alberi monumentali dichiarati di notevole interesse pubblico
- Alberi di pregio regionale

La Direttrice Corticella interseca lo strato cartografico riferito a Fiumi, torrenti e corsi d'acqua di interesse paesaggistico: I corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con Regio Decreto n. 1775 del 11 dicembre 1933 e le relative sponde o piedi degli argini, entro una fascia di 150 metri ciascuna, sono soggetti alle forme di tutela. Il Provvedimento istitutivo di tutela è dato dal Decreto legislativo n. 42 del 22 gennaio 2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio" (art. 142, comma 1, lettera c). Questi beni di interesse paesaggistico non possono essere distrutti né essere oggetto di modificazioni che rechino pregiudizio ai valori protetti. Sono sottoposti al procedimento autorizzativo previsto dall'art. 146 del D.Lgs. 42/2004.

La Direttrice Corticella lambisce il parco della Montagnola, classificato come Immobile vincolato ai sensi dell'art.136 del D.Lgs. 42/2004. Si tratta di beni paesaggistici presenti negli elenchi compilati a norma della legge 1497/1939. Il provvedimento istitutivo della tutela deriva Decreto legislativo n. 42 del 22 gennaio 2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio". Questi beni di interesse paesaggistico non possono essere distrutti né essere oggetto di modificazioni che rechino pregiudizio ai valori protetti. Sono sottoposti al procedimento autorizzativo previsto dall'art. 146 del D.Lgs. 42/2004.

L'intera area comunale è interessata dal tematismo "Boschi e aree assimilate ai sensi del D.Lgs. 34/2018". I boschi sono i terreni coperti da vegetazione forestale arborea associata o meno a quella arbustiva di origine naturale o artificiale, in qualsiasi stadio di sviluppo ed evoluzione con estensione non inferiore a 2.000 mq, larghezza media non inferiore a 20 m e copertura arborea forestale maggiore del 20%. La definizione completa delle aree forestali è contenuta negli articoli 3 e 4 del D.Lgs. 34/2018. La tutela deriva dal riconoscimento del patrimonio forestale nazionale come parte del capitale naturale nazionale e come bene di rilevante interesse

pubblico da tutelare e valorizzare per la stabilità e il benessere delle generazioni presenti e future. Inoltre, i territori coperti da foreste e da boschi sono beni di interesse paesaggistico, e in quanto tali tutelati.

La tutela si applica ad ogni superficie corrispondente alle caratteristiche individuate dal D.Lgs. 34/2018. Gli interventi ammessi sono quelli disciplinati dal D.Lgs. 34/2018 e, per le attività di gestione forestale, dal Regolamento forestale regionale approvato con decreto del Presidente della Giunta Regionale n. 122 del 30 luglio 2018. Le trasformazioni del bosco sono sottoposte al procedimento autorizzativo previsto dall'art. 146 del D.Lgs. 42/2004 – ad eccezione degli interventi di cui all'Allegato A del Dpr n. 31 del 13 febbraio 2017 “Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall'autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata” e dal D.Lgs. 34/2018.

#### 3.8.2.4 Tutele – Testimonianze storiche e archeologiche

Di seguito si riporta stralcio della “Tutele – Testimonianze storiche e archeologiche” che si compone dei seguenti tematismi:

- Aree di accertata e rilevante consistenza archeologica;
- Aree di concentrazione di materiali archeologici e fascia di rispetto archeologico della Via Emilia;
- Zone ad alta potenzialità archeologica;
- Zone a media potenzialità archeologica;
- Zone a bassa potenzialità archeologica;
- Zone di tutela della struttura centuriata;
- Edifici di interesse;
- Beni culturali;
- Sistema storico delle acque derivate;
- Viabilità storica.

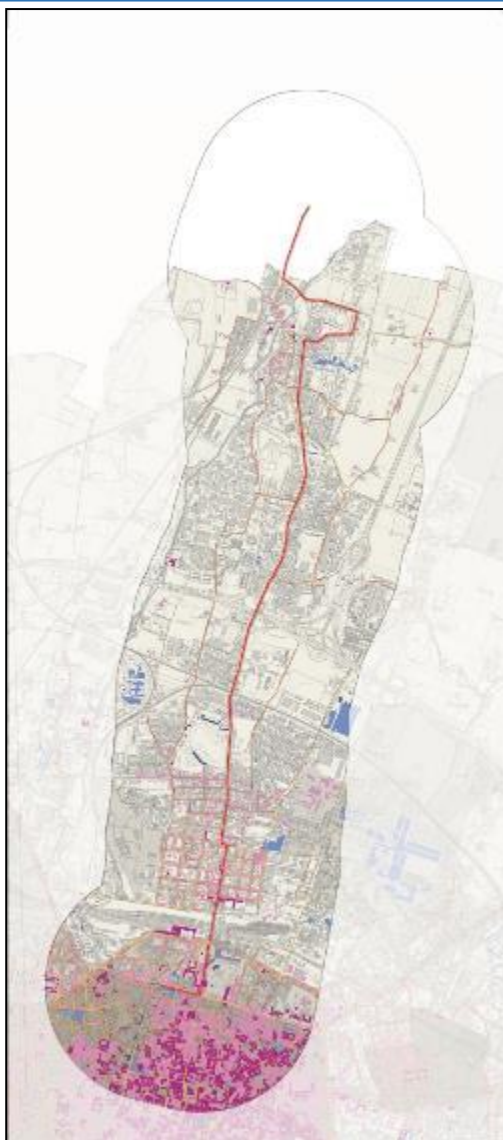
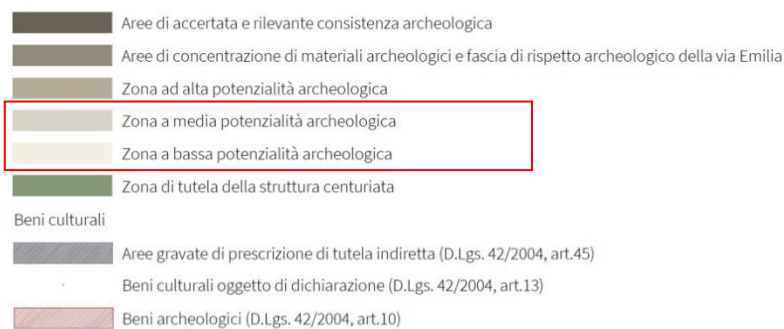
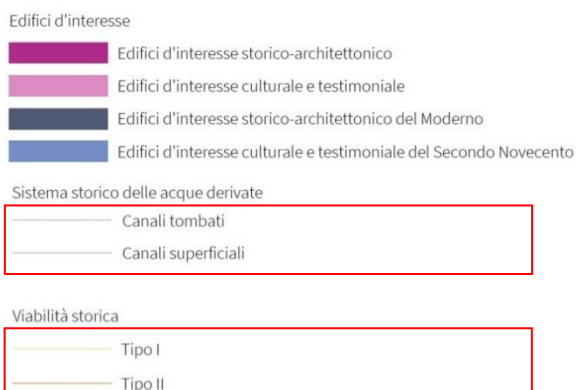


Figura 3-21 – Stralcio PUG  
Tutele – Testimonianze Storiche e Archeologiche





Il tracciato dell'infrastruttura in esame intercetta i seguenti elementi da tutelare:

ZONE A BASSA POTENZIALITÀ ARCHEOLOGICA:

Definizione e finalità di tutela: sono le aree caratterizzate da una rarefazione e da una scarsa stratificazione delle presenze archeologiche.

Il provvedimento istitutivo di tutela è stabilito dal PSC confermato dal PUG.

Modalità di tutela: Ogni intervento che presuppone attività di scavo e/o movimentazione del terreno è subordinato all'ottenimento del parere preventivo della competente Soprintendenza in relazione a quanto previsto dall'art. 22 del Regolamento edilizio (punto 1.6), in particolare: "Ogni intervento, situato in aree a potenzialità archeologica individuate nella Tavola dei Vincoli, che comporti scavi e/o movimentazione del terreno (comprese le attività di bonifica da ordigni bellici) è subordinata all'ottenimento del parere preventivo della Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio, secondo le modalità previste dal punto c.1.2 e art. 2. Restano esclusi dalle presenti disposizioni e pertanto non dovrà essere preventivamente acquisito il parere della Soprintendenza, i seguenti interventi:

- a) che comportino scavi con profondità inferiore o pari a 3 m situati in area a bassa potenzialità archeologica;
- b) manutenzione su impianti esistenti, che agiscano nell'area di sedime degli impianti stessi (per es. sostituzione di condutture già esistenti per servizi pubblici);



- c) manutenzione ordinaria e/o straordinaria attuati per l'efficienza di impianti a servizio di edifici, immobili e infrastrutture esistenti che non comportino nuovi scavi;
- d) interventi all'interno del territorio urbanizzato, con l'eccezione degli ampliamenti che comportino nuovi scavi.

#### ZONE A MEDIA POTENZIALITÀ ARCHEOLOGICA

Definizione e finalità di tutela sono le aree periferiche rispetto a quelle dove è riconoscibile l'impianto urbano dell'età preromana e romana in cui la probabilità di rinvenimenti archeologici è da verificare alla luce dei dati informativi acquisiti e aggiornati dalla Soprintendenza per i Beni archeologici.

Il provvedimento istitutivo di tutela è stabilito dal PSC confermato dal PUG.

Modalità di tutela: Ogni intervento che presuppone attività di scavo e/o movimentazione del terreno è subordinato all'ottenimento del parere preventivo della competente Soprintendenza in relazione a quanto previsto dall'art. 22 del Regolamento edilizio (punto 1.6), in particolare: "Ogni intervento, situato in aree a potenzialità archeologica individuate nella Tavola dei Vincoli, che comporti scavi e/o movimentazione del terreno (comprese le attività di bonifica da ordigni bellici) è subordinata all'ottenimento del parere preventivo della Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio, secondo le modalità previste dal punto c.1.2 e art. 2. Restano esclusi dalle presenti disposizioni e pertanto non dovrà essere preventivamente acquisito il parere della Soprintendenza, i seguenti interventi:

- e) che comportino scavi con profondità inferiore o pari a 3 m situati in area a bassa potenzialità archeologica;
- f) manutenzione su impianti esistenti, che agiscano nell'area di sedime degli impianti stessi (per es. sostituzione di condutture già esistenti per servizi pubblici);
- g) manutenzione ordinaria e/o straordinaria attuati per l'efficienza di impianti a servizio di edifici, immobili e infrastrutture esistenti che non comportino nuovi scavi;
- h) interventi all'interno del territorio urbanizzato, con l'eccezione degli ampliamenti che comportino nuovi scavi.

#### SISTEMA STORICO DELLE ACQUE DERIVATE:

Definizione e finalità di tutela: è costituito dai corsi d'acqua artificiali ancora presenti nel territorio, dai relativi manufatti idraulici (chiuse, mulini, condotte, ecc.) e dai ponti, pedonali e carrabili, che li attraversano. Finalità della tutela è la conservazione di questi elementi, che sarà accompagnata da azioni volte a renderli riconoscibili e fruibili.

Il provvedimento istitutivo di tutela è stabilito dal PTPR (artt. 20 e 24) approvato con delibera di Consiglio regionale n. 1338 del 28 gennaio 1993 e sue successive varianti; Piano territoriale di coordinamento provinciale (art. 8.5) parte integrante e sostanziale del Piano Territoriale Metropolitano approvato con delibera del Consiglio metropolitano n. 16 del 12 maggio 2021.

Modalità di tutela: I corsi d'acqua artificiali di superficie non possono essere tombati, i tracciati, sia superficiali, sia sotterranei, non possono essere deviati o modificati. I ponti e i manufatti idraulici che appartengono al sistema storico delle acque derivate e che presentano caratteri storici ancora leggibili non possono essere distrutti, ma devono essere conservati e restaurati.

#### VIABILITÀ STORICA:

Definizione e finalità di tutela: Sono le strade (nonché le piazze e gli altri spazi pubblici ed elementi di pertinenza) che mantengono caratteri storici ancora leggibili. Il tracciato di queste strade coincide con quello rilevato in occasione della formazione del "Catasto terreni" del 1931. Si distinguono le strade comprese all'interno del perimetro degli Ambiti storici, tutte soggette a tutela, da quelle all'esterno dei medesimi Ambiti, solo in parte soggette a tutela. La finalità della tutela è di conservare la memoria del ruolo strutturante di questi manufatti nell'organizzazione del territorio.

Il provvedimento istitutivo di tutela è stabilito dal PTPR (art. 24) approvato con delibera di Consiglio regionale n. 1338 del 28 gennaio 1993 e sue successive varianti; Piano territoriale di coordinamento provinciale (art. 8.5) parte integrante e sostanziale del Piano Territoriale Metropolitano approvato con delibera del Consiglio metropolitano n. 16 del 12 maggio 2021.

Modalità di tutela: La viabilità storica è tutelata ai sensi dell'art. 10, comma 4, lettera g del D.Lgs. 42/2004 qualora abbia carattere urbano, ovvero quando risulti inclusa nel perimetro degli Ambiti storici. La sede della viabilità storica non può essere soppressa né privatizzata o

comunque alienata o chiusa salvo che per motivi di sicurezza e di pubblica incolumità. Devono essere salvaguardati gli elementi di pertinenza stradale (come pilastrini, edicole e simili). È da preferire in ogni caso il mantenimento dei toponimi storici, se ancora utilizzati. La dotazione vegetazionale ai bordi delle strade è da salvaguardare, potenziare e/o ripristinare, anche ai fini del raccordo naturalistico della rete ecologica. La viabilità storica è soggetta a differenti tipologie di tutela che dipendono dalla sua utilizzazione attuale. La viabilità storica di tipo I è quella che continua a svolgere significative funzioni di supporto al traffico automobilistico; eventuali trasformazioni su questa viabilità devono permettere il mantenimento della percezione del tracciato storico e degli elementi di pertinenza, che possono eventualmente trovare una differente collocazione, che ne mantenga la leggibilità come parte dell'assetto storico della strada. La viabilità storica di tipo II è quella in cui il valore storico-testimoniale prevale comunque sulle caratteristiche funzionali; gli eventuali interventi devono conservare o ripristinare l'assetto storico, per quanto riguarda il tracciato, la sistemazione delle pertinenze, l'utilizzazione di materiali per la pavimentazione e il fondo stradale, evitando allargamenti e modifiche degli andamenti altimetrici delle sezioni stradali e degli sviluppi longitudinali. Le strade locali che non risultino asfaltate devono di norma rimanere tali.

Per quanto riguarda l'analisi degli impatti e la loro risoluzione, si rimanda alla specifica Relazione di Valutazione dell'Impatto Archeologico.

#### 3.8.2.5 Tutele – Rischio sismico

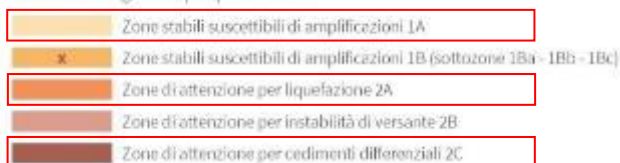
Di seguito si riporta stralcio della tavola “Tutele – Rischio sismico” che si compone dei seguenti tematismi:

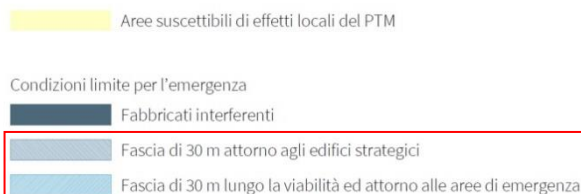
- Microzone omogenee in prospettiva sismica;
- Aree suscettibili degli effetti locali del PTM;
- Condizioni limite di emergenza.



*Figura 3-22 – Stralcio PUG  
Tutele – Rischio sismico*

Microzone omogenee in prospettiva sismica





Il tracciato dell'infrastruttura in esame intercetta i seguenti elementi da tutelare:

#### MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA:

Definizione e finalità di tutela: Il Piano fornisce lo studio di microzonazione sismica di II livello al fine di concorrere alla riduzione del rischio sismico attraverso analisi di pericolosità ed orientare le scelte localizzative, le trasformazioni urbane e la realizzazione delle opere verso scenari di prevenzione e mitigazione del rischio sismico così come specificato nella DGR 630/2019. La microzonazione è la suddivisione del territorio in zone a diversa pericolosità sismica locale. Lo studio individua aree dove in occasione di terremoti possono verificarsi effetti locali e stima quantitativamente la risposta sismica locale dei depositi e delle morfologie presenti nell'area di indagine. Lo studio costituisce supporto alla progettazione ad integrazione delle verifiche comunque richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni vigenti e dalla relativa Circolare esplicativa. Lo studio di microzonazione sismica di II livello fornisce le "microzone omogenee in prospettiva sismica" articolate in:

- 1A - zone stabili suscettibili di amplificazioni;
- 1B - zone stabili suscettibili di amplificazioni (sottozone 1Ba, 1Bb, 1Bc);
- 2A - zone di attenzione per liquefazione;
- 2B - zone di attenzione per instabilità di versante;
- 2C - zone di attenzione per cedimenti differenziali.

Il provvedimento istitutivo di tutela è dato dal Piano Urbanistico Generale

Modalità di tutela: Per gli interventi urbanistici sono richiesti i seguenti livelli di approfondimento:



- nelle zone stabili 1A (caratterizzate da contrasti di impedenza moderati o non significativi nei primi 30 metri), si ritiene sufficiente lo studio di MS di livello 2 contenuto nel Quadro Conoscitivo del PUG e relativi approfondimenti;
- nelle zone di attenzione per liquefazione 2A, si richiedono approfondimenti della MS di livello 3 (Dgr 630/2019). Dovranno essere eseguite opportune indagini geognostiche/geofisiche e dovrà essere verificata la reale presenza di condizioni predisponenti la liquefazione e/o la densificazione (stima del potenziale di liquefazione/densificazione e dei cedimenti attesi);
- nelle zone di attenzione per cedimenti differenziali 2C, si richiedono approfondimenti della MS di livello 3 (Dgr 630/2019). Gli approfondimenti in particolare dovranno:
  - accertare le caratteristiche geotecniche e sismostratigrafiche dei tombamenti (spessori; rigidità; ecc.), - valutare i coefficienti di amplificazione,
  - elaborare una analisi numerica della risposta sismica locale, specificando o escludendo la necessità di sviluppare analisi bidimensionali in caso di sistemi geotecnici complessi,
  - valutare il grado di stabilità delle eventuali scarpate in condizioni sismiche e gli eventuali spostamenti/cedimenti.

Gli interventi di qualificazione edilizia trasformativa devono contenere i seguenti livelli di approfondimento in sede di presentazione del progetto esecutivo delle strutture (gli approfondimenti sono necessari in caso di interventi di miglioramento, adeguamento sismico e nuova costruzione come definiti dalle Norme Tecniche per le costruzioni, ad esclusione di quelli riguardanti opere in "classe d'uso 1"), anche in caso in cui tali interventi siano già ricompresi in procedimenti di trasformazione urbanistica:

- nelle zone stabili 1A, riferimento diretto a Norme Tecniche per le Costruzioni;
- nelle zone di attenzione per liquefazione 2A, è necessario accertare con opportune indagini geognostiche/geofisiche e con analisi numerica di risposta sismica locale l'effettiva presenza di condizioni predisponenti la liquefazione e/o la densificazione. Si dovranno stimare il potenziale di liquefazione/densificazione e i cedimenti attesi in funzione delle

caratteristiche dei manufatti di progetto. La relazione geologica deve fornire una adeguata valutazione sull'ammissibilità del progetto in funzione del rischio nelle zone di attenzione per cedimenti differenziali 2C, si richiedono approfondimenti sismici ai sensi delle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni. Gli approfondimenti in particolare dovranno:

- accertare le caratteristiche geotecniche e sismostratigrafiche dei tombamenti (spessori; rigidezza; ecc.),
- valutare i coefficienti di amplificazione,
- elaborare una analisi numerica della risposta sismica locale, specificando o escludendo la necessità di sviluppare analisi bidimensionali in caso di sistemi geotecnici complessi,
- valutare il grado di stabilità delle eventuali scarpate in condizioni sismiche e gli eventuali spostamenti/cedimenti.

#### CONDIZIONI LIMITE PER L'EMERGENZA:

Definizione e finalità di tutela: Il Piano fornisce l'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) in caso di sisma, basata sui contenuti del vigente Piano Generale di Protezione Civile comunale (2016) e conforme agli standard indicati dalla Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica CTMS (versione 3.0). La CLE individua il sistema di gestione per l'emergenza composto da "funzioni strategiche" (in "edifici strategici" e "aree di emergenza"), i relativi assi di accessibilità/connessione e le unità/aggregati strutturali interferenti con tale viabilità e/o aree di emergenza.

Il provvedimento istitutivo della tutela è costituito dal Piano Urbanistico Generale.

Modalità di tutela: *Condizioni per gli interventi urbanistici* - gli interventi di trasformazione urbanistica devono dimostrare di non incrementare le condizioni di interferenza su Edifici Strategici, su Aree di Emergenza e sulla viabilità di connessione o di accesso al fine di garantire e migliorare l'accessibilità alle funzioni strategiche e quindi l'efficienza del sistema di gestione dell'emergenza. Gli interventi di trasformazione urbanistica che riguardano fabbricati individuati come interferenti dagli elaborati della CLE devono tendere alla riduzione/eliminazione delle condizioni di interferenza.

*Condizioni per gli interventi edilizi* - per i fabbricati o aggregati che ricadono nella condizione  $H > L$ , oppure per le aree  $H > d$ , cioè l'altezza (H) risulta maggiore della distanza tra l'aggregato e il limite opposto della strada (L) oppure rispetto al limite più vicino dell'area (d), gli interventi edilizi sui fabbricati esistenti e gli interventi di nuova costruzione non dovranno incrementare e/o causare (nel caso di edifici nuovi) condizioni di interferenza su Edifici Strategici, su Aree di Emergenza e sulla viabilità di connessione o di accesso. Sui fabbricati individuati come interferenti dagli elaborati della CLE, gli interventi edilizi dovranno tendere alla riduzione/eliminazione della condizione di interferenza.

#### *3.8.2.6 Tutele – PTM - Ecosistemi naturali e limitazioni per gli interventi all'esterno del territorio urbanizzato*

Di seguito si riporta stralcio della tavola “Tutele – PTM - Ecosistemi naturali e limitazioni per gli interventi all'esterno del Territorio urbanizzato” che si compone dei seguenti tematismi:

- Ecosistema delle acque correnti
- Ecosistema delle acque ferme
- Ecosistema forestale
- Ecosistema arbustivo
- Ecosistema calanchivo
- Limitazioni per gli interventi all'esterno del Territorio Urbanizzato
- Aree montano-collinari intravallive
- Principali complessi architettonici storici non urbani

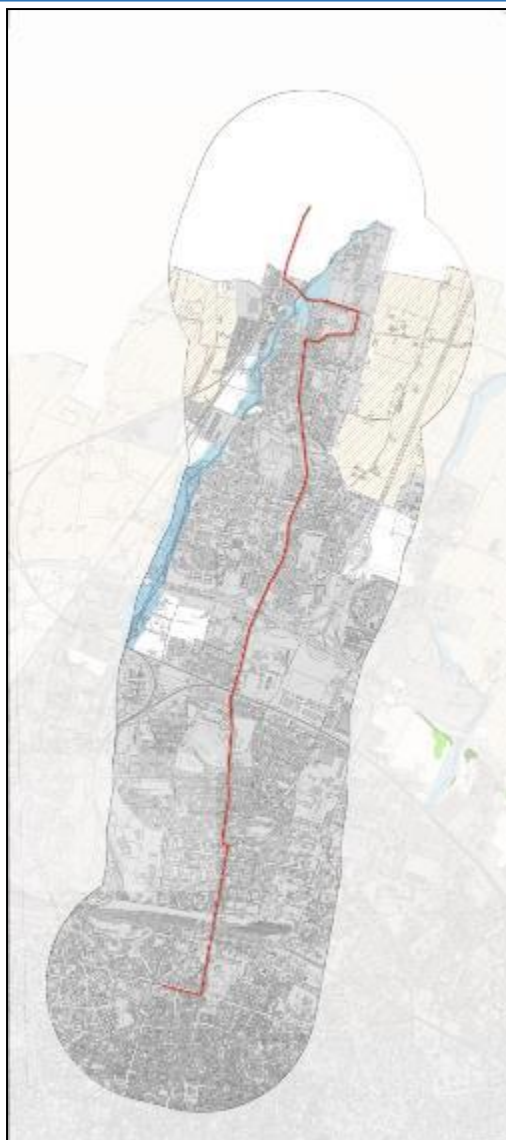
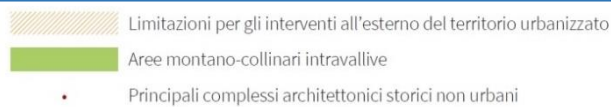


Figura 3-23 – Stralcio PUG  
Tutele – PTM - Ecosistemi naturali e limitazioni  
per gli interventi all'esterno del Territorio urbanizzato





## ECOSISTEMA DELLE ACQUE CORRENTI:

Definizione e finalità di tutela: L'ecosistema delle acque correnti è costituito dai corsi d'acqua naturali e dal sistema dei canali di bonifica ad essi interconnesso e comprende il complesso delle aree nelle quali si esplica la funzionalità idraulica sia in superficie sia in profondità. Gli obiettivi preordinati ad assicurare al territorio i servizi ecosistemici essenziali che il PTM assume sono il mantenimento e raggiungimento dello stato ambientale di "buono" dei corpi idrici superficiali e sotterranei, il mantenimento e ripristino dei caratteri di biodiversità e paesaggistici dell'ecosistema nonché costituzione/ripristino di reti ecologiche nell'area della pianura e la riduzione del rischio idraulico e salvaguardia della funzionalità idraulica anche in relazione agli effetti dei cambiamenti climatici. L'ecosistema delle acque correnti è articolato nelle singole componenti di seguito indicate:

- alveo attivo e reticolo idrografico;
- fasce perfluviali di collina;
- fasce perfluviali di pianura.

Il provvedimento istitutivo di tutela è rappresentato dal Piano Territoriale Metropolitano approvato con delibera del Consiglio metropolitano n. 16 del 12 maggio 2021.

Modalità di tutela: All'interno dell'alveo attivo valgono le prescrizioni di cui all'art. 20 delle norme del PTM *"Nel rispetto delle previsioni del PTPR, dei piani di bacino vigenti e delle misure di prevenzione del PGRA, in conformità al regime delle competenze del PTM di cui all'art. 41 della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017 in relazione alla disciplina delle nuove urbanizzazioni e del territorio rurale, non sono ammesse negli alvei attivi di cui al precedente comma 1 nuove urbanizzazioni di cui al successivo art. 50."* All'interno delle fasce perfluviali di collina valgono le prescrizioni di cui all'art. 21 delle norme del PTM. All'interno delle fasce perfluviali di pianura valgono le prescrizioni di cui all'art. 22 delle norme del PTM *"Fermo restando quanto stabilito dalle previsioni del PTPR e del PSAI e in conformità al regime delle*



competenze del PTM di cui all'art. 41 della legge regionale Emilia-Romagna n. 24/2017 in relazione alla disciplina delle nuove urbanizzazioni e del territorio rurale, nelle fasce periferiali di pianura non sono ammesse nuove urbanizzazioni di cui all'art. 50.". All'ecosistema delle acque correnti si applica inoltre quanto definito dall'Allegato 1 al PTM - Linee guida "Pianificazione per ecosistemi".

#### 3.8.2.7 Vincoli – Infrastrutture, suolo e servitù

Di seguito si riporta stralcio della tavola "Vincoli – Infrastrutture, Suolo e Servitù" che si compone dei seguenti tematismi:

- Ferrovie
- Tranvia
- Strade
- Gasdotti
- Depuratore
- Cimiteri
- Aree a rischio di incidente rilevante
- Aree percorse da incendi
- Siti oggetto di procedimento di bonifica
- Servitù militari

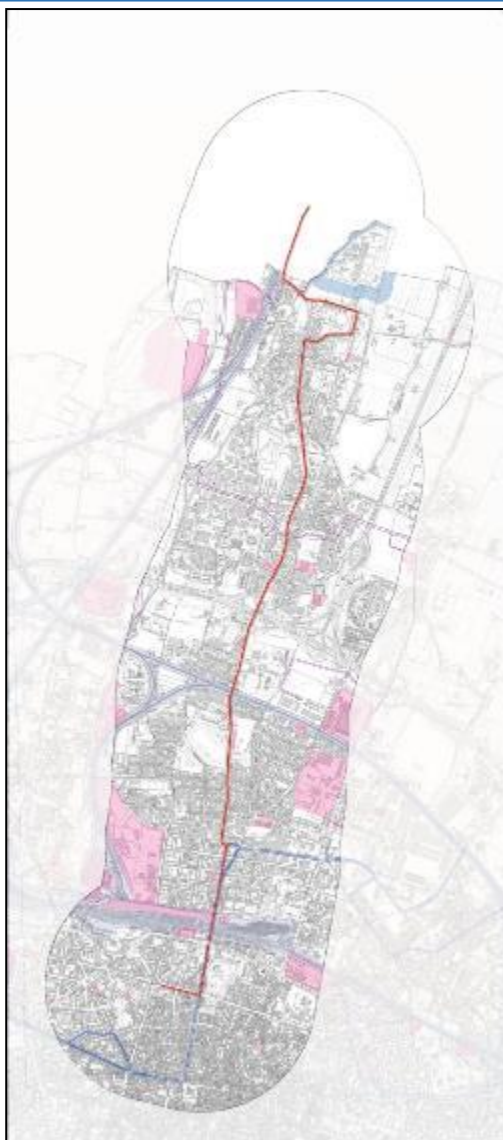


Figura 3-24 – Stralcio PUG  
Vincoli – Infrastrutture, Suolo e Servizi





## GASDOTTI

Definizione e finalità del vincolo: La presenza dei gasdotti genera una zona di rispetto di dimensione variabile a seconda della pressione massima di esercizio, del diametro della condotta e della natura del terreno così come indicato nella tabella 2 del Dm 17 aprile 2008, al fine di garantire la sicurezza dell'infrastruttura e di prevenire i danni causati da incendi ed esplosioni. La posizione della rete deve essere considerata indicativa e l'esatta localizzazione sul territorio dei metanodotti potrà essere individuata puntualmente dal gestore.

Di seguito si riportano i riferimenti normativi: Dm 24 novembre 1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8); Dm 16 aprile 2008 "Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8"; Dm 17 aprile 2008, "Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8"; Dm 3 febbraio 2016 "Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dei depositi di gas naturale con densità non superiore a 0,8 e dei depositi di biogas, anche se di densità superiore a 0,8".

Limitazioni: All'interno della fascia di rispetto valgono le limitazioni stabilite ai paragrafi 2.5.1, 2.5.2, 2.5.3 dell'Allegato A al Dm 17 aprile 2008. Esse si riferiscono alle distanze di sicurezza dalle condotte rispettivamente per i fabbricati, per i nuclei abitati e nei confronti dei luoghi di concentrazione di persone. Per interventi in prossimità di tali infrastrutture è comunque


opportuno prendere contatti con il gestore della rete per individuare eventuali interferenze e concordare i conseguenti interventi.


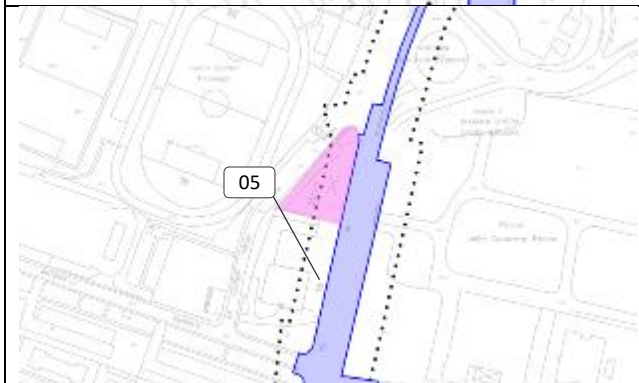
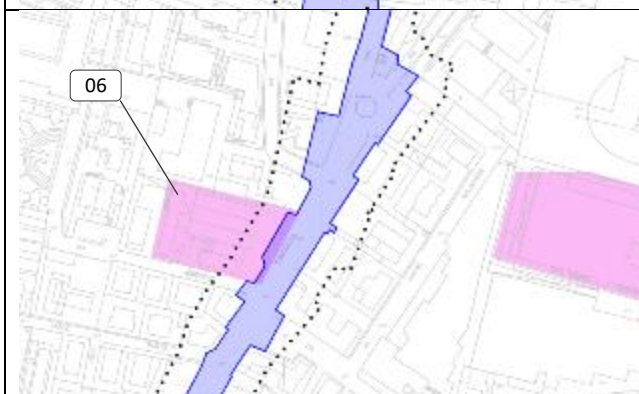
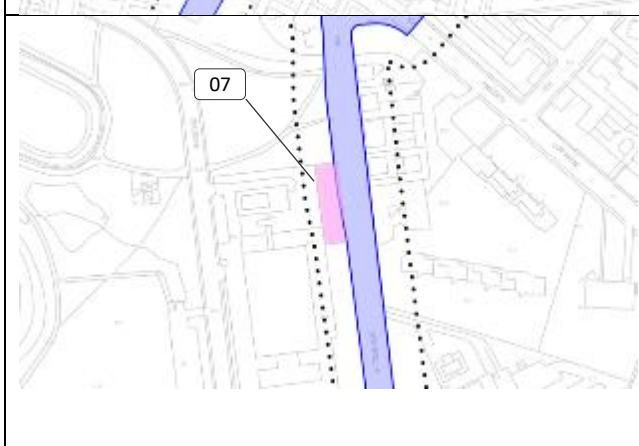
#### ESAME INTERFERENZE SITI CONTAMINATI CON LE AREE DI STUDIO

Per quanto attiene alla disamina dei Vincoli, in particolare a quelli imposti dalla presenza di infrastrutture, suolo e servitù, si è voluto dare particolare rilievo all'analisi delle interferenze tra l'infrastruttura di progetto e la presenza di siti oggetto di procedimento di bonifica ai sensi del Decreto Legislativo n. 152 del 2006.

Sono stati prese in considerazione, in particolare, le aree con le quali si presume possa verificarsi un'ipotetica sovrapposizione con le aree di cantiere.

Si riporta pertanto un elenco quanto più aggiornato, in coerenza con i dati presenti nel più recente piano di governo del territorio approvato, Piano Urbanistico Generale del Comune di Bologna, dei siti oggetto di bonifica coinvolti:

INDIVIDUAZIONE SITI CONTAMINATI INTERFERENTI	
	<p>Il sito <b>01</b> ricade all'interno dell'ipotizzata area di cantiere individuata dal perimetro puntinato nero e riguarda un intervento di bonifica per la rimozione di serbatoi per la società ALSTOM, mediante procedura semplificata, attualmente conclusa. Non si prefigurano pertanto scenari di interferenza con l'infrastruttura di progetto.</p> <p>Il sito <b>02</b>, situato tra Via di Corticella e Vai Passarotti, ricade all'interno dell'ipotizzata area di cantiere. Costituisce potenziale punto critico poiché identifica un ex punto vendita di carburante sul quale è in corso un procedimento di bonifica con attività di monitoraggio dei suoli e delle acque. Attualmente l'area si presenta recintata, pertanto sarà da valutare l'eventuale interferenza con la cantierizzazione, qualora dovesse perdurare tale limitazione.</p>

	<p>Il sito <b>03</b> ricade all'interno dell'area di cantiere e identifica un ex punto vendita di carburante prospiciente la Via Corticella.</p> <p>È stato caratterizzato da una procedura di Analisi di Rischio, conclusa con approvazione, pertanto non rappresenta una criticità interferente con la realizzazione della Direzionale tranviaria.</p> <p>Il sito <b>04</b> ricadente esternamente al perimetro di cantierizzazione, è stato individuato in via cautelativa, pur non costituendo una criticità. Esso rappresenta infatti un intervento di rimozione di serbatoi attualmente concluso mediante autocertificazione.</p>
	<p>Il sito <b>05</b> ricade in parte all'interno dell'ipotizzata area di cantiere e riguarda un ex punto vendita di carburante, per il quale è in corso un procedimento di bonifica in cui sono state definite le CSR per i terreni a seguito di approvazione di Analisi di Rischio.</p>
	<p>Il sito <b>06</b> si riferisce a un intervento di rimozione serbatoi per il quale l'Analisi di Rischio può ritenersi conclusa mediante autocertificazione. Attualmente l'area è insediata dal supermercato LIDL-Corticella.</p>
	<p>Il sito <b>07</b> è relativo a un ex punto vendita di carburante sottoposto a procedimenti di bonifica con monitoraggio delle acque, attualmente in corso.</p> <p>In quest'area è prevista la realizzazione della sottostazione interrata n. 2.</p>





Il sito **08** ricade all'interno dell'ipotizzata macroarea di cantiere individuata dal perimetro puntinato nero ed è un ex punto vendita di carburante. Attualmente può dirsi concluso il procedimento di bonifica ad esso relativo.

Analogamente, il sito **09** si riferisce a un ex punto vendita di carburante situato in corrispondenza dell'incrocio tra via di Corticella e Via Genunzio Bentini, sottoposto a procedimento di bonifica ora concluso

### 3.8.2.8 Vincoli – Infrastrutture per la navigazione aerea/1

Di seguito si riporta stralcio della tavola "Vincoli – Infrastrutture per la navigazione aerea/1" che si compone dei seguenti tematismi:

- Zone di Tutela;
- Curve di Isorischio future;
- Limite della zonizzazione acustica dell'intorno aeroportuale.

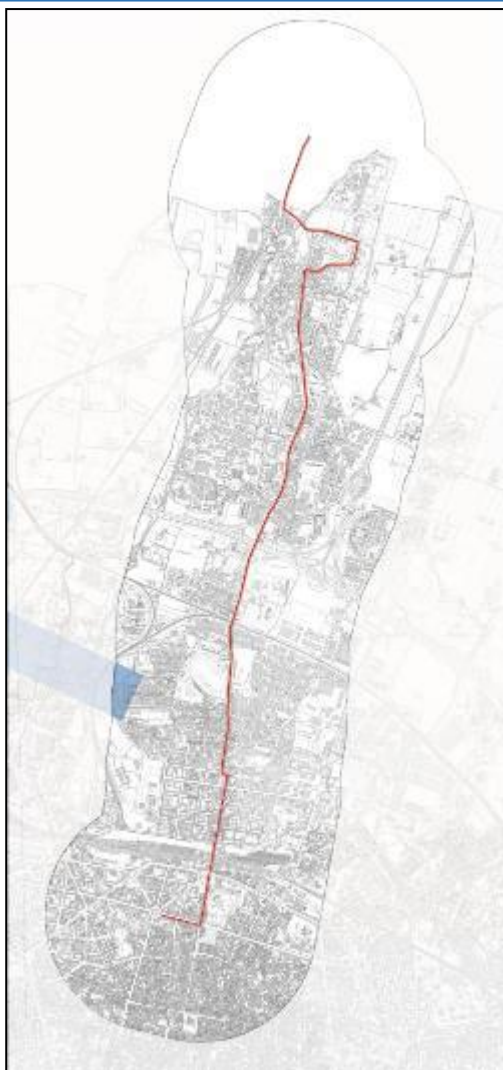


Figura 3-25 – Stralcio PUG  
Vincoli – Infrastrutture per la navigazione Aerea/1



Il tracciato non interferisce con alcuno dei tematismi sopra riportati.

### 3.8.2.9 Vincoli – Infrastrutture per la navigazione aerea/2

Di seguito si riporta stralcio della tavola “Vincoli – Infrastrutture per la navigazione aerea/2” che si compone dei seguenti tematismi:

- Superfici di delimitazione degli ostacoli
- Ostacoli alla navigazione aerea
- Pericoli per la navigazione aerea

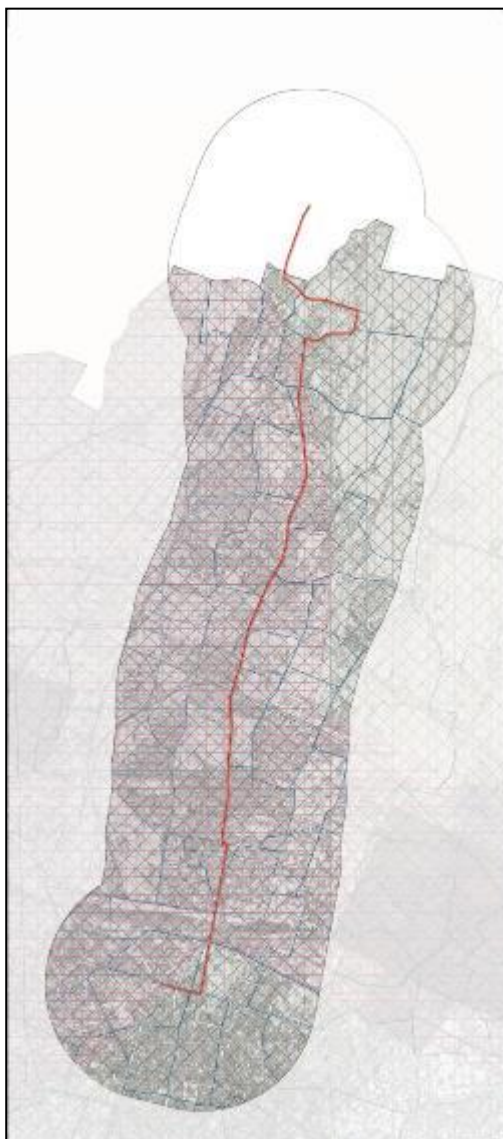
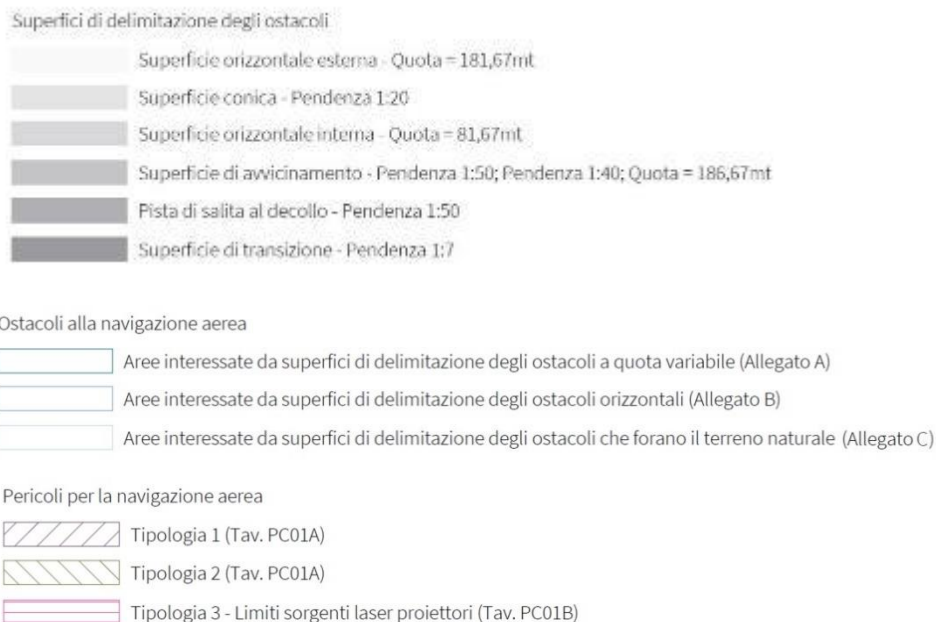


Figura 3-26 – Stralcio PUG  
Vincoli – Infrastrutture per la navigazione Aerea/2



Il tracciato interferisce con i seguenti tematismi.

#### SUPERFICI DI DELIMITAZIONE DEGLI OSTACOLI

Definizione e finalità del vincolo: L'Ente nazionale per l'aviazione civile (Enac) in materia di sicurezza aeronautica, costruzione gestione degli aeroporti ha definito una serie di superfici che non devono essere "forate" dagli ostacoli Tali superfici sono piani orizzontali o inclinati che si estendono nello spazio circostante il sedime aeroportuale e hanno il compito di determinare zone in cui un eventuale ostacolo di altezza superiore causerebbe interferenza al regolare svolgimento delle manovre di decollo e atterraggio o circuitazione di aeromobili.

Il riferimento normativo è dato dal Regolamento per la costruzione e l'esercizio degli aeroporti, Edizione 2, Emendamento 8 del 27 dicembre 2011, Capitolo 4.

Limitazioni: All'interno delle aree valgono le limitazioni stabilite nell'elaborato "Mappe di vincolo. Limitazioni relative agli ostacoli e ai pericoli alla navigazione aerea - Relazione Tecnica".

#### OSTACOLI PER LA NAVIGAZIONE AEREA

Definizione e finalità del vincolo: L'Ente nazionale per l'aviazione civile (Enac) in materia di sicurezza aeronautica, costruzione gestione degli aeroporti ha individuato le zone da sottoporre

a vincoli e le relative limitazioni necessarie per evitare la costituzione di ostacoli alla navigazione aerea. Le limitazioni in altezza o di quota in sommità delle nuove costruzioni o delle estensioni di quelle esistenti sono determinate da Enac in applicazione del Capitolo 4 del Regolamento per la costruzione e l'esercizio degli aeroporti e sono distinte in: aree interessate da superfici di delimitazione degli ostacoli a quota variabile; aree interessate da superfici di delimitazione degli ostacoli orizzontali; aree interessate da superfici di delimitazione degli ostacoli che forano il terreno naturale.

Il riferimento normativo è dato dal R.D. n. 327 del 30 marzo 1942 "Codice della navigazione", titolo III del libro I della parte II, "Della navigazione aerea", come modificato con D.Lgs. n. 96 del 9 maggio 2005 e con D.Lgs. n. 151 del 15 marzo 2006.

Limitazioni: All'interno delle aree valgono le limitazioni stabilite nell'elaborato "Mappe di vincolo. Limitazioni relative agli ostacoli e ai pericoli alla navigazione aerea - Relazione Tecnica" e relativo Allegato.

#### OSTACOLI PER LA NAVIGAZIONE AEREA

Definizione e finalità del vincolo: L'Ente nazionale per l'aviazione civile (Enac) in materia di sicurezza aeronautica, costruzione gestione degli aeroporti ha individuato le zone da sottoporre a vincoli e le relative limitazioni necessarie per evitare la costituzione di ostacoli alla navigazione aerea. Le limitazioni in altezza o di quota in sommità delle nuove costruzioni o delle estensioni di quelle esistenti sono determinate da Enac in applicazione del Capitolo 4 del Regolamento per la costruzione e l'esercizio degli aeroporti e sono distinte in: aree interessate da superfici di delimitazione degli ostacoli a quota variabile; aree interessate da superfici di delimitazione degli ostacoli orizzontali; aree interessate da superfici di delimitazione degli ostacoli che forano il terreno naturale.

Il riferimento normativo è dato dal R.D. n. 327 del 30 marzo 1942 "Codice della navigazione", titolo III del libro I della parte II, "Della navigazione aerea", come modificato con D.Lgs. n. 96 del 9 maggio 2005 e con D.Lgs. n. 151 del 15 marzo 2006.



Limitazioni: All'interno delle aree valgono le limitazioni stabilite nell'elaborato "Mappe di vincolo. Limitazioni relative agli ostacoli e ai pericoli alla navigazione aerea - Relazione Tecnica" e relativo Allegato.

#### 3.8.2.10 Vincoli – Elettromagnetismo

Di seguito si riporta stralcio della tavola "Vincoli – Elettromagnetismo" che si compone dei seguenti tematismi:

- Elettrodotti ad alta e media tensione;
- Cabine di trasformazione primarie (AT/MT) e secondarie (MT/BT);
- Emissione radiotelevisiva;
- Aree con divieto di localizzazione di impianti fissi di telefonia mobile.

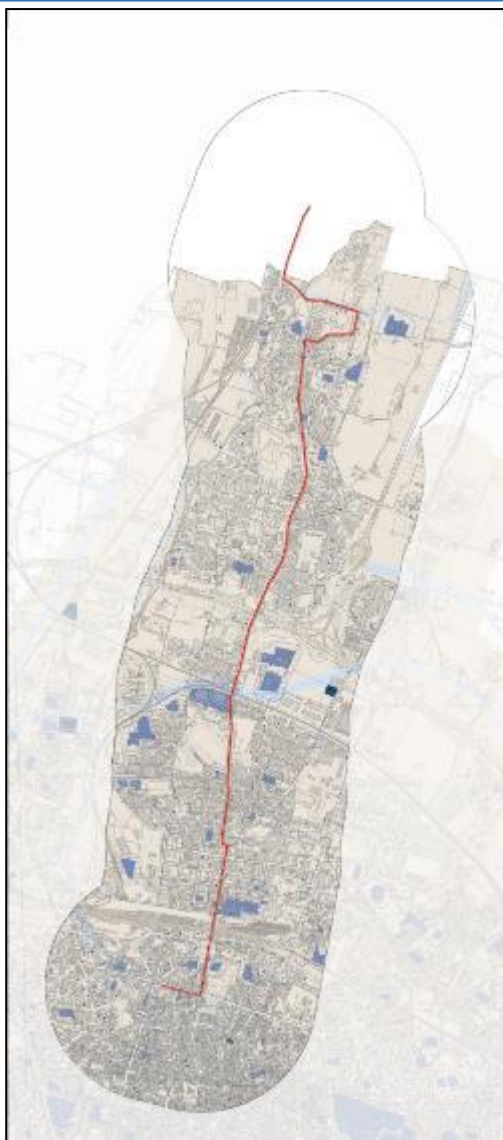








Figura 3-27 – Stralcio PUG  
Vincoli – Elettromagnetismo

-  Elettrodotti ad alta e media tensione
-  Cabine di trasformazione primarie (AT/MT) e secondarie (MT/BT)
- Emittenza radiotelevisiva
  -  Area di divieto di localizzazione impianti
  -  Fascia di ambientazione degli impianti
- Aree con divieto di localizzazione di impianti fissi di telefonia mobile
  -  Ricettori sensibili
  -  Fascia rispetto ricettori sensibili

## ELETTRODOTTI AD ALTA E MEDIA TENSIONE

Definizione e finalità del vincolo: La presenza degli elettrodotti aerei e interrati di Alta e Media tensione comporta limitazioni d'uso per nuovi edifici e per trasformazioni di edifici esistenti interessati dalla fascia di rispetto al fine di salvaguardare la salubrità l'igiene e la sicurezza negli ambienti di vita e di lavoro. Le fasce di rispetto sono finalizzate al rispetto degli obiettivi di qualità. La cartografia individua, mediante la rappresentazione delle Distanze di prima approssimazione (Dpa) e Aree di prima approssimazione (Apa) fornite dai gestori/proprietari, i corridoi bidimensionali quali porzioni di territorio in cui è necessario verificare, mediante ulteriori puntuali approfondimenti, il rispetto dei vincoli imposti dalla normativa. All'interno di tali limiti sono definite le fasce di rispetto derivanti da un'analisi di secondo livello. Con riferimento alle tipologie di linee e impianti definiti dall'articolo 2 dell'Allegato alla Dgr 2088 del 23 dicembre 2013 (linee in Media Tensione in cavo cordato ad elica) sono rappresentate le fasce di servitù - stabilite dal gestore stesso dell'infrastruttura in relazione alle necessità di intervenire sulle aree interessate - che comprendono al loro interno le relative fasce di rispetto dei limiti di esposizione della popolazione dai campi elettrici e magnetici.

Di seguito si riportano i riferimenti normativi: L. n. 36 del 22 febbraio 2001 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"; D.Lgs. n. 259/2003 "Codice delle comunicazioni elettroniche"; D.Lgs. n. 257 del 19 novembre 2007 "Attuazione della direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici – campi elettromagnetici"; Dm n. 381 del 10 settembre 1998 "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana", si vedano anche le "Linee guida applicative del Dm redatte dal Ministero dell'Ambiente; Dpcm 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz."; Lr n. 30 del 31 ottobre 2000 "Norme per la tutela della salute e la salvaguardia dell'ambiente dall'inquinamento elettromagnetico"; Lr n. 30 del 25 novembre 2002 "Norme concernenti la localizzazione di impianti fissi per l'emittenza radio e televisiva e di impianti per la telefonia mobile"; Determinazione del direttore generale

ambiente e difesa del suolo e della costa n. 13481 del 9 dicembre 2002 "Indirizzi per l'applicazione della Lr n. 30 del 25 novembre 2002"; Deliberazione della Giunta regionale del 20 febbraio 2001 n. 197 "Direttiva per l'applicazione delle Lr n. 30 del 31 ottobre 2000" come modificata e integrata dalla Deliberazione della Giunta regionale del 21 luglio 2008 n. 1138; Deliberazione della Giunta regionale del 12 luglio 2010 n. 978 "Nuove direttive della Regione Emilia-Romagna per la tutela e la salvaguardia dell'ambiente dall'inquinamento elettromagnetico"; Piano provinciale per la localizzazione dell'emittenza radio e televisiva (Plert), approvato dalla Provincia di Bologna con delibera 87/2007 del 4 dicembre 2007;

Limitazioni: All'interno delle fasce di rispetto valgono le limitazioni stabilite all'art. 4 comma 1 lettera h della L. n. 36 del 22 febbraio 2001 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici". L'individuazione delle fasce di rispetto è onere dell'ente gestore/proprietario della rete elettrica, L'ente gestore deve fornire al Comune le Distanze di prima approssimazione (Dpa) e le Aree di prima approssimazione (Apa). Nei casi in cui un intervento urbanistico-edilizio sia compreso all'interno delle Dpa o delle Apa il Comune, nell'ambito del relativo procedimento amministrativo, in base a elaborati grafici di progetto che indichino le distanze dall'elettrodotto, richiede all'ente gestore/proprietario della rete il calcolo esatto della fascia di rispetto in relazione al sito specifico. La posizione delle linee interrato è da considerarsi indicativa e deve essere verificata puntualmente dal proponente con il gestore/proprietario della rete. Nei casi di intervento in prossimità delle fasce riferite alle tipologie di linee e impianti definiti dall'articolo 2 dell'Allegato alla Dgr 2088 del 23 dicembre 2013 (linee in Media Tensione in cavo cordato ad elica) sarà necessario verificare caso per caso che la fascia di rispetto sia sovrapponibile o ricompresa nella fascia di servitù.

### 3.9 PSC COMUNE DI CASTEL MAGGIORE

La disciplina urbanistica dettata dalla L.R. n. 20/2000 ha previsto la sostituzione del tradizionale Piano Regolatore Generale (PRG) e del Regolamento Edilizio con un innovato assetto normativo che per aver piena attuazione e produrre effetti concreti necessita della compresenza di tre diversi strumenti:

- Piano Strutturale Comunale (PSC) – art.28 L.R. n.20/2000: deve essere predisposto dal Comune per delineare le scelte strategiche di assetto e sviluppo e per tutelare l'integrità fisica ed ambientale e l'identità culturale del territorio. In particolare, il PSC definisce gli "Ambiti" del territorio caratterizzati da differenti politiche e disciplinati da intervento diretto (RUE) o assoggettati a pianificazione operativa (POC);
- Regolamento Urbanistico ed Edilizio (RUE) – art.29 L.R. n. 20/2000: in conformità con le previsioni di PSC, individua le modalità attuative degli interventi di trasformazione assoggettati a intervento diretto (ambiti storici, ambiti urbani consolidati e territorio rurale). Il RUE contiene inoltre le norme igieniche di interesse edilizio e la disciplina degli elementi architettonici e urbanistici, degli spazi verdi. E' valido a tempo indeterminato;
- Piano Operativo Comunale (POC) – art.30 della L.R. n.20/2000: in conformità con le previsioni di PSC, disciplina gli interventi di tutela e valorizzazione, di organizzazione e trasformazione del territorio da realizzare nell'arco temporale di cinque anni.

L'insieme dei tre documenti pianificatori (PSC, RUE e POC) costituisce un unico strumento di governo del territorio, internamente coerente.

Allo scopo di condividere obiettivi generali, scelte strategiche di assetto del territorio e limiti/condizioni per il suo sviluppo, è stato scelto di attuare una forma di pianificazione in forma associata tra i comuni dell'unione Reno-Galliera, costituita dai Comuni di Argelato, Bentivoglio, Castello d'Argile, Castel Maggiore, Galliera, Pieve di Cento, S. Giorgio di Piano, S. Pietro in Casale. I documenti redatti in forma associata sono: Quadro Conoscitivo, Valsat associata, Documento preliminare, finalizzato alla definizione di principi e direttive da considerare nel corso della redazione dei singoli PSC comunali e comprensivo delle linee guida del PTCP.

Ognuno dei Comuni dell'Unione si è poi dotato di strumenti programmatici calibrati sulle esigenze di ogni specifica realtà Comunale. Di seguito si analizzerà il sistema dei vincoli e delle tutele che interessano l'area interessata dal progetto per ogni elaborato del Piano. A conclusione del presente capitolo è riportata una tabella contenente la sintesi in merito alla conformità al PTCP.



La successiva e più recente Legge Regionale n. 24/2017 Disciplina Regionale sulla Tutela e l'uso del Territorio, ha introdotto nuovi strumenti urbanistici in particolare a scala comunale, il PUG, Piano Urbanistico Generale, in corso di predisposizione e pertanto non ancora vigente. Le finalità basilari di questo innovativi strumenti di governo del territorio sono riassumibili nei seguenti principi:

- contenere il consumo di suolo quale bene comune e risorsa non rinnovabile che esplica funzioni e produce servizi ecosistemici, anche in funzione della prevenzione e della mitigazione degli eventi di dissesto idrogeologico e delle strategie di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici;
- favorire la rigenerazione dei territori urbanizzati e il miglioramento della qualità urbana ed edilizia;
- tutelare e valorizzare il territorio nelle sue caratteristiche ambientali e paesaggistiche favorevoli al benessere umano ed alla conservazione della biodiversità;
- tutelare e valorizzare i territori agricoli e le relative capacità produttive agroalimentari, salvaguardando le diverse vocazionalità tipiche che li connotano;
- contribuire alla tutela ed alla valorizzazione degli elementi storici e culturali del territorio regionale;
- promuovere le condizioni di attrattività del sistema regionale e dei sistemi locali, per lo sviluppo, l'innovazione e la competitività delle attività produttive e terziarie;
- promuovere maggiori livelli di conoscenza del territorio e del patrimonio edilizio esistente, per assicurare l'efficacia delle azioni di tutela e la sostenibilità degli interventi di trasformazione.

### 3.9.1 ASSETTO TERRITORIALE

Il territorio del Comune di Castel Maggiore è quasi totalmente ricompreso all'interno dell'Ambito periurbano della conurbazione bolognese. Il PSC del Comune di Castel Maggiore assume e definisce quanto riportato nella cartografia e nella normativa del PTCP. Il disegno di tale ambito è costruito sulla base dei confini del territorio rurale con aree urbane o importanti tagli infrastrutturali; il carattere periurbano è riconosciuto da precisi rapporti spaziali di

contiguità, inclusione o complementarietà con l'urbanizzato o le sue espansioni pianificate. Il PSC inoltre identifica l'Ambito periurbano della conurbazione bolognese in parte con "la sub-Unità di paesaggio n. 1 Dosso del Reno occidentale", in parte con "la sub-Unità di paesaggio n. 3 Dosso della Galliera" ed in parte con "la sub-Unità di paesaggio n. 5 del Dosso del Savena Abbandonato", così come illustrata e definita nella relazione illustrativa e le cui politiche sono fissate all'Art. 13 Sistema delle Unità di Paesaggio.

#### Ambito periurbano della conurbazione bolognese

Per questo tipo di ambito la pianificazione persegue il mantenimento della conduzione agricola dei fondi, e la promozione di attività integrative del reddito degli operatori agricoli dirette:

- a contribuire al miglioramento della qualità ambientale urbana, attraverso la realizzazione di dotazioni ecologiche, di cui all'Art A-25 della L.R. n. 20/2000, e di servizi ambientali, compresi gli interventi per l'incremento della biomassa in funzione ecologica;
- a soddisfare la domanda di strutture ricreative e per il tempo libero, sia all'aria aperta che attraverso il recupero di edifici esistenti;
- al mantenimento dei caratteri consolidati del paesaggio rurale.

Il PSC individua quali dotazione ecologiche siano da incentivare per concorrere a migliorare l'ambiente urbano. Tali previsioni specifiche del PSC costituiscono criteri di priorità ai fini dell'attribuzione alle aziende operanti negli ambiti agricoli periurbani di specifici contributi finalizzati a compensarle per lo svolgimento di funzioni di tutela e miglioramento dell'ambiente naturale. Nell'Ambito agricolo periurbano della conurbazione bolognese, in relazione alla contiguità con aree urbane e all'esigenza di contenimento della pressione all'insediamento di funzioni diverse, il PSC esclude la possibilità di realizzare nuovi edifici abitativi in unità fondiari agricole che ne siano sprovviste. In particolare per gli edifici di interesse storico-architettonico, e comunque per le strutture insediative storiche di proprietà pubblica, vanno favoriti interventi di recupero e riuso per attività e servizi di richiamo territoriale da correlare alla fruizione del territorio rurale.

La tutela di elementi delle sistemazioni agrarie tradizionali è occasione per una loro riconversione e/o valorizzazione quale trama del progetto di rete ecologica di livello locale; la conservazione delle residue piantate o altri elementi puntuali di qualità naturalistica, sarà favorita dagli strumenti della programmazione agricola in particolar modo attraverso l'attivazione di fattorie didattiche.

Ai fini della ammissibilità degli interventi edilizi indirizzati verso le attività produttive agricole o a quelle integrative, il PSC declina, nei punti successivi, i possibili interventi e le funzioni che dovranno essere coerentemente documentate attestando i seguenti requisiti, utilizzando la specifica modulistica appositamente predisposta dalla Provincia di Bologna con Delibera G.P. 572 del 11/11/2008 ai sensi dell'Art. 11.5 del PTCP:

- a) la coerenza degli interventi edilizi con specifici programmi di riconversione o ammodernamento dell'attività agricola aziendale e/o interaziendale, previsti dagli strumenti di pianificazione o dai programmi di settore di cui alla lettera b del punto 2 dell'art. A-19 della LR 20/2000; tali piani dovranno dimostrare la coerenza tra l'intervento proposto e l'attività agricola, non costituendo possibilità di deroga allo strumento urbanistico;
- b) la coerenza degli interventi edilizi o modificativi con l'obiettivo di miglioramento della competitività aziendale;
- c) la non idoneità dei fabbricati abitativi, produttivi e di servizio presenti in azienda a soddisfare le esigenze abitative dell'imprenditore agricolo e le esigenze produttive connesse alle nuove tecniche di produzione;
- d) la sostenibilità ambientale degli interventi edilizi ai sensi delle disposizioni del Titolo 13 del PTCP;
- e) la sostenibilità ambientale degli interventi di modificazione morfologica e degli assetti idraulici e di trasformazione e utilizzazione del suolo negli ambiti agricoli a prevalente rilievo paesaggistico di cui all'art. 11.8 del PTCP;
- f) gli interventi di riqualificazione ambientale e paesaggistica previsti in coerenza con gli obiettivi di valorizzazione propri di ogni Unità di paesaggio e della rete ecologica di cui al Titolo 3 del PTCP;

- g) gli impegni che il titolare dell'impresa agricola assume, con riferimento ai contenuti delle precedenti lettere a) ed f), e la loro durata.

In particolare il PSC definisce le seguenti possibilità insediative e funzionali:

1. funzioni abitative: la previsione di nuove unità abitative è esclusivamente finalizzata alle esigenze dell'IAP conduttore di aziende agricole esistenti alla data di adozione del PSC; sono ammessi i cambi d'uso per ricavare nuove unità abitative sempre al servizio dell'azienda agricola esistente, come sono ammessi gli ampliamenti degli edifici esistenti a funzione residenziale sempre con le medesime finalità o i frazionamenti di unità abitative esistenti. Non sono ammessi nuovi edifici residenziali.
2. costruzioni rurali di servizio: ammesse se funzionali all'attività aziendale
3. costruzioni rurali destinate all'allevamento aziendale e/o interaziendale: ammesse se supportate da adeguati programmi
5. attività di agriturismo: ammesse in conformità con le normative regionali vigenti in materia

Sono comunque assoggettati a Piano di Riconversione e Ammodernamento dell'Attività Agricola i seguenti interventi in quanto ritenuti "significativi" o comunque l'utilizzo della modulistica predisposta dalla Provincia di Bologna:

1. Edilizia abitativa rurale
  - cambi di destinazioni d'uso da superfici per servizi aziendali a superfici ad uso abitativo con creazione di nuove unità abitative
  - ampliamento di abitazioni/edifici esistenti con creazione di nuove unità abitative
2. Edilizia per servizi agricoli
  - nuovi servizi agricoli mediante nuove costruzioni (magazzini per prodotti frutticoli ed orticoli, depositi per attrezzi agricoli, magazzini per prodotti fitofarmaci, allevamento aziendale e zootecnico)
  - ampliamento dei servizi di cui sopra superiore a 400mq
3. In relazione a funzioni di tipo produttivo agricolo ma non collegate ad una azienda, sono ammissibili le seguenti funzioni:

- esercizio e noleggio di macchine per conto terzi: ammesse nei limiti che saranno fissati dal RUE.
- allevamenti speciali e attività di custodia di animali: ammesse nei limiti che saranno fissati dal RUE.

In relazione a funzioni di tipo produttivo non vengono ammessi potenziamenti.

In relazione alla possibilità di riutilizzo del patrimonio ex rurale inutilizzato, con l'obiettivo di mantenere il riconoscimento tipologico degli edifici e manufatti di valore storico-testimoniale, sono ammissibili le seguenti funzioni che saranno maggiormente dettagliate nel RUE in relazione alle diverse tipologie edilizie:

1. Residenza, con la prescrizione di ricavare un numero di unità abitative dotate di una SU minima pari a 120 mq e con una Sa (per autorimesse, cantine ed altri accessori per la residenza) di almeno 30 mq; è consentito ricavare unità abitative di dimensioni fra loro diverse e anche inferiori a 120 mq di SU, purché la media tra le SU realizzate sia pari o superiore a 120 mq.
2. Funzioni terziarie e ricreative
3. Funzioni ristorative, pubblici esercizi
4. Studi professionali

Il RUE definisce la tipologia degli interventi rivolti al servizio all'Imprenditore Agricolo Professionale e della sua azienda; inoltre il RUE definisce le modalità di intervento sul patrimonio edilizio non più rurale, distinguendo gli interventi sugli elementi e complessi di valore storico, architettonico, culturale e testimoniale e la relativa disciplina degli usi.

#### Sistema insediativo prevalentemente per funzioni produttive

Art. 26 – Ambiti territoriali per funzioni prevalentemente produttive

Il PSC recepisce tutti i contenuti pianificatori contenuti nell'Accordo Territoriale per gli Ambiti Produttivi Sovracomunali dell'Unione Reno Galliera. Spetterà al POC ed al RUE così come definito nell'Accordo, stabilire le regole per l'attuazione degli ambiti sovracomunali di sviluppo.

Art. 26.1 – Ambiti produttivi comunali esistenti (ASP-C) ed in corso di attuazione (ASP-CA).



Il PSC detta i seguenti indirizzi con riferimento a quanto contenuto nell' Accordo Territoriale per gli Ambiti Produttivi all'Art. 2:

operare per il consolidamento e l'esaurimento delle aree già pianificate

operare per il miglioramento infrastrutturale e delle dotazioni

accogliere le richieste di aziende insediate nell'ambito o in altri ambiti del comune, che necessitino di ampliamento e/o trasferimento favorendo tali trasferimenti negli Ambiti consolidati di rilievo sovracomunale appositamente individuati; tale indirizzo prevede la sottoscrizione di "Accordi ex Art 18" della L.R. n. 20/2000 o "atti unilaterali d'obbligo" per l'attuazione delle azioni sopracitate.

Costituiscono obiettivi strategici generali della pianificazione i seguenti interventi:

- a) il consolidamento delle attività produttive già insediate nell'area, attraverso l'attribuzione, in sede di RUE, di limitate possibilità di incremento edificatorio, fermo restando il rispetto delle dotazioni;
- b) la possibilità di evolvere nella direzione di aree per attività miste secondarie, terziarie, commerciali, fermo restando la realizzazione delle relative dotazioni;
- c) la riqualificazione delle infrastrutture a rete, con attenzione particolare per lo smaltimento dei reflui, il risparmio idrico ed energetico.

Nel RUE vengono definite le modalità di intervento, le capacità edificatorie aggiuntive, la qualità e quantità delle dotazioni, nonché gli eventuali condizionamenti per operare cambi d'uso verso le funzioni miste sopracitate. Per quanto riguarda gli Ambiti classificati ASP-C limitrofi ad Ambiti consolidati per funzioni prevalentemente residenziali (AUC), il RUE detta norme finalizzate a limitare i cambi d'uso verso funzioni laboratoriali o produttive rumorose, inquinanti, generatrici di traffico, incompatibili con l'Ambito residenziale circostante.

Il PSC fa propri i principi e le modalità di intervento in materia di "qualificazione" riportati all'Art. 7 dell'Accordo Territoriale.

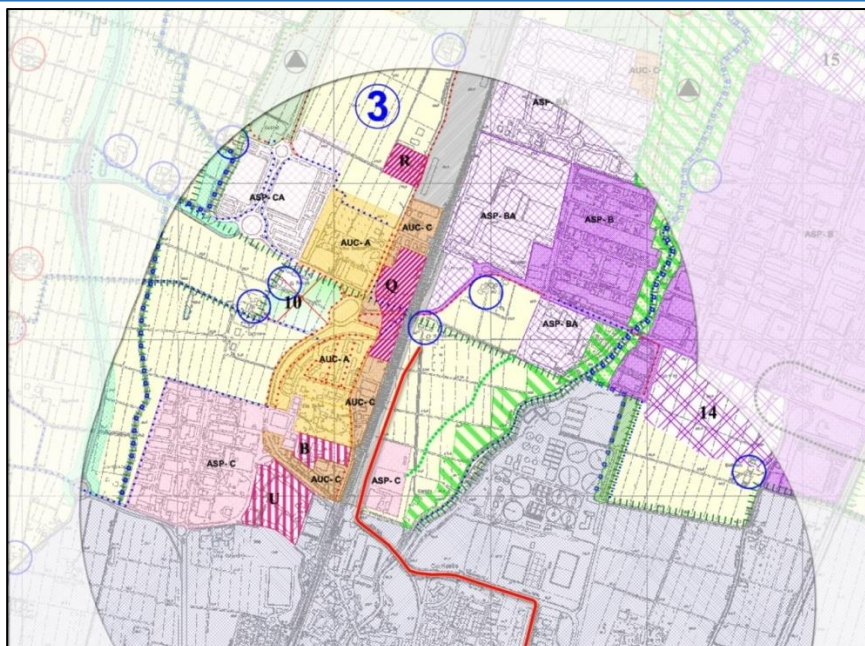


Figura 3-28 – Stralcio Tav 1 PSC – Assetto Territoriale

#### SISTEMI CONDIZIONANTI

##### Sistema delle unità di paesaggio (Art. 13)

- Perimetro della Sub-Unità di paesaggio
- ① Sub-Unità 1 Dosso del Reno occidentale
- ③ Sub-Unità 3 Dosso della Galliera
- ⑤ Sub-Unità 5 Dosso del Savena Abbandonato

##### Sistema delle reti ecologiche (Art. 15)

- Nodo ecologico complesso provinciale
- Nodo ecologico complesso provinciale (zone di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura)
- Nodo ecologico semplice locale
- Nodo ecologico semplice locale
- Zona di rispetto del nodo ecologico complesso provinciale (zone di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura)
- Zona di rispetto del nodo ecologico semplice locale
- Corridoio ecologico provinciale
- Corridoio ecologico provinciale

Maceri di importanza ecologica

Corridoio ecologico locale

Filari di importanza ecologica

Giardini di importanza ecologica

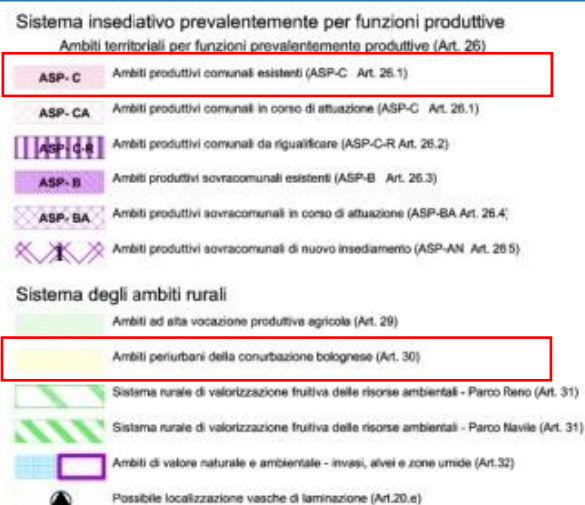
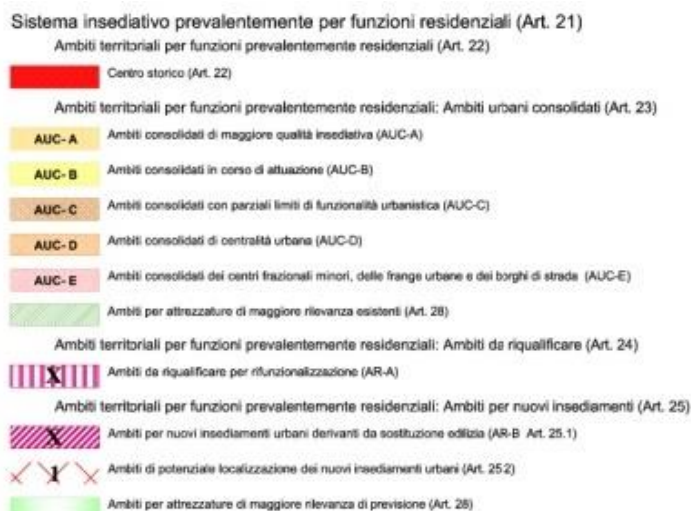
##### Sistema delle risorse storiche e archeologiche (Art. 18)

- Complessi edili di valore storico-testimoniale (Art. 18.d4)
- Edifici e manufatti singoli di valore storico testimoniale (Art. 18.d6)
- Area di tutela delle risorse paesaggistiche complesse (Art. 18.e)

#### SISTEMI STRUTTURANTI

##### Sistema delle infrastrutture (Art. 20)

- Ampli per infrastrutture di maggiore rilevanza esistenti e di progetto (Art. 20.a e Art. 20.c)
- Corridoio di salvaguardia infrastrutturale del Passante Nord (Art. 20.b)
- Corridoio di salvaguardia infrastrutturale della principale viabilità di progetto (Art. 20.b)
- Percorsi ciclabili di esistenti (Art. 20.d)
- Percorsi ciclabili di progetto (Art. 20.d)



### 3.9.2 VINCOLI

#### Fascia di interesse paesaggistico dei corsi d'acqua

Tutti gli interventi su edifici esistenti o di modificazione morfologica del territorio che alterino lo stato dei luoghi, sono soggetti ad "autorizzazione paesaggistica".

Edificabilità relativa secondo quanto previsto dall'art. 14 delle NTA del PSC; qualsiasi modificazione dello stato dei luoghi è soggetta ad autorizzazione paesaggistica.

Art.14 PSC - Sistema delle risorse naturali e paesaggistiche

Le "fasce di interesse paesaggistico dei corsi d'acqua" sono definite all'art. 142, lettera c) del Dlgs 42/20047 e riportate nella Carta Unica Tav. n. 2; in tali fasce profonde 150 metri dalle sponde del corso d'acqua (canale Navile e Savena Abbandonato) o dal piede esterno dell'argine maestro (fiume Reno), tutti gli interventi su edifici esistenti o di modificazione morfologica del territorio che alterino lo stato dei luoghi, sono soggetti ad "autorizzazione paesaggistica" di cui all'art. 146 del citato Dlgs. Il procedimento per il rilascio dell'autorizzazione paesaggistica è declinato nel RUE (art. 7.11). Tale autorizzazione non è richiesta per gli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, di consolidamento statico, di restauro conservativo che non alterino lo stato dei luoghi e l'aspetto esteriore degli edifici, nonché per l'esercizio delle attività agro-silvo-pastorali che non comportino alterazione permanente dello stato dei luoghi per costruzioni edilizie e altre opere civili. Tali corsi d'acqua e le relative fasce profonde 150

metri, sono da ritenersi a tutti gli effetti “beni paesaggistici” secondo l’art. 134 del D.Lgs 42/2004 e come tali soggetti alle disposizioni del medesimo Dlgs.

#### Fascia di tutela fluviale

Obbligo di tutela e valorizzazione dell’ambiente fluviale dal punto di vista vegetazionale e paesaggistico, e ai fini del mantenimento e recupero della funzione di corridoio ecologico. Obbligo di tutela e valorizzazione dell’ambiente fluviale dal punto di vista vegetazionale e paesaggistico, e ai fini del mantenimento e recupero della funzione di corridoio ecologico, o ancora ai fini della riduzione dei rischi di inquinamento dei corsi d’acqua e/o di innesco di fenomeni di instabilità dei versanti; comprendono inoltre le aree all’interno delle quali si possono realizzare interventi finalizzati a ridurre l’artificialità del corso d’acqua. Gli interventi ammessi, sono quelli atti a favorire la funzione di corridoio ecologico, percorsi e spazi di sosta pedonali e messi non motorizzati, sistemazione e a verde, chioschi ed attrezzature per la funzione ricreativa dell'ambiente fluviale e perifluviale; sono altresì ammessi interventi su edifici esistenti, ed interventi per opere di pubblica utilità.

Effetti del vincolo: Inedificabilità relativa secondo quanto riportato all’art. Art. 16, par. 2, c. 1, lett. b) delle NTA del PSC

#### *Art.16 PSC – Sistema idrografico*

Per quanto riguarda le aree individuate a margine del Canale Navile, che totalmente o parzialmente si sovrappongono alle fasce di tutela fluviale, ad esse vengono attribuite funzioni di “parco fluviale”. Con riguardo alle infrastrutture e agli impianti tecnici per servizi essenziali di pubblica utilità, comprensivi dei relativi manufatti complementari e di servizio, quali i seguenti:

- infrastrutture per la mobilità (strade, infrastrutture di trasporto in sede propria, approdi e opere per la navigazione interna),
- infrastrutture tecnologiche a rete per il trasporto di acqua, energia, materiali, e per la trasmissione di segnali e informazioni,
- invasi,
- impianti per la captazione e il trattamento e la distribuzione di acqua e per il trattamento di reflui,

- impianti per la trasmissione di segnali e informazioni via etere,
- opere per la protezione civile non diversamente localizzabili,
- impianti temporanei per attività di ricerca di risorse nel sottosuolo.

Sono ammissibili interventi di:

- a) manutenzione di infrastrutture e impianti esistenti
- b) ristrutturazione, ampliamento, potenziamento di infrastrutture e impianti esistenti non delocalizzabili
- c) realizzazione ex-novo, quando non diversamente localizzabili, di attrezzature e impianti che siano previsti in strumenti di pianificazione provinciali, regionali o nazionali, oppure che abbiano rilevanza meramente locale, in quanto al servizio della popolazione di non più di un comune ovvero di parti della popolazione di due comuni confinanti.

Il progetto preliminare degli interventi di cui alle lettere b) e c), salvo che si tratti di opere di rilevanza strettamente locale, è sottoposto al parere vincolante, per quanto di sua competenza, dell'Autorità di Bacino.

Per le infrastrutture lineari non completamente interrate deve evitarsi che corrano parallele al corso d'acqua.

#### Fascia di pertinenza fluviale

Obbligo di tutela e valorizzazione dell'ambiente fluviale dal punto di vista vegetazionale e paesaggistico, e ai fini del mantenimento e recupero della funzione di corridoio ecologico, prevedendo interventi che possano concorrere alla riduzione dei rischi di inquinamento dei corsi d'acqua al deflusso delle acque sotterranee. Gli interventi ammessi, sono quelli atti a favorire la funzione di corridoio ecologico, percorsi e spazi di sosta pedonali e messi non motorizzati, sistemazione e a verde, chioschi ed attrezzature per la funzione ricreativa dell'ambiente fluviale e perifluviale; sono altresì ammessi interventi su edifici esistenti, ed interventi per opere di pubblica utilità.

Effetti del vincolo: Inedificabilità relativa secondo quanto riportato all'art. Art. 16, par. 2, c. 1, lett. b) delle NTA del PSC.

*Art.16 PSC – Sistema idrografico*



Sono definite come le ulteriori aree latitanti ai corsi d'acqua, che comprendono anche le fasce di tutela fluviale, che possono concorrere alla riduzione dei rischi di inquinamento dei corsi d'acqua, al deflusso delle acque sotterranee, nonché alle funzioni di corridoio ecologico e di qualificazione paesaggistica; comprendono inoltre le aree all'interno delle quali si possono realizzare interventi finalizzati a ridurre l'artificialità del corso d'acqua. Esse fanno parte del territorio rurale e non dovranno essere destinate ad insediamenti e infrastrutture e salvo quanto consentito ai sensi dei punti seguenti.

Le politiche da perseguire nelle fasce di pertinenza fluviale sono quelle fissate dall'art. 4.4 del PTCP e che si esplicano nel:

attivare sistemazioni atte a ripristinare e favorire la funzione di corridoio ecologico, nonché alla previsione di percorsi e spazi di sosta pedonali e per mezzi di trasporto non motorizzati.

sistemare le aree a verde per attività del tempo libero all'aria aperta e attrezzature sportive scoperte che non diano luogo a significative impermeabilizzazioni del suolo.

prevedere attrezzature per la fruizione dell'ambiente fluviale e perifluviale e le attività ricreative Per quanto riguarda le aree individuate a margine del Canale Navile, che totalmente o parzialmente si sovrappongono alle fasce di tutela fluviale, ad esse vengono attribuite funzioni di "parco fluviale".

Ogni modificazione morfologica, compresi la copertura di tratti appartenenti al reticolo idrografico principale, secondario, minore, minuto e di bonifica, che non deve comunque alterare il regime idraulico delle acque, né alterare eventuali elementi naturali fisici e biologici che conferiscono tipicità o funzionalità all'ecosistema fluviale, è subordinata al parere favorevole dell'Autorità idraulica competente e la relativa documentazione deve essere trasmessa all'Autorità di Bacino.

Nelle fasce di pertinenza fluviale sono ammesse le seguenti funzioni e interventi:

- sistemazioni atte a favorire la funzione di corridoio ecologico con riferimento a quanto contenuto nell'Art. 20 precedente con riguardo alle reti ecologiche ed alle corrispondenti linee-guida Provinciali;
- percorsi e spazi di sosta pedonali e per mezzi di trasporto non motorizzati;

- sistemazioni a verde per attività del tempo libero all'aria aperta e attrezzature sportive scoperte che non diano luogo a impermeabilizzazione del suolo;
- chioschi e attrezzature per la fruizione ricreativa dell'ambiente fluviale e perifluviale.

Il rilascio del titolo abilitativo per la realizzazione di chioschi ed attrezzature di cui sopra è sottoposto al parere vincolante dell'Autorità competente.

Nelle fasce di pertinenza fluviale sono vietate le attività di gestione di rifiuti urbani, speciali e pericolosi.

#### Fascia di rispetto ferrovie

Lungo i tracciati delle ferrovie è vietato costruire, ricostruire o ampliare edifici o manufatti di qualsiasi tipo, ad eccezione di quelli di competenza dell'esercente il servizio ferroviario, ad una distanza da misurarsi in proiezione orizzontale, minore di 30 metri lineari misurati dal limite di zona di occupazione della più vicina rotaia.

Effetti del vincolo: Inedificabilità assoluta.

#### *Art. 19.2 – Ferrovie*

Tipo di intervento consentiti: gli edifici esistenti compresi nella fascia di rispetto della zona ferroviaria possono essere soggetti ad interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di risanamento conservativo e ristrutturazione edilizia; è ammessa la demolizione con ricostruzione solo per portarsi al di fuori della fascia di rispetto stessa. Non è ammessa la nuova costruzione se non puntualmente prevista negli elaborati grafici del RUE e sempre previa autorizzazione dell'Ente proprietario.

Sono comunque in vigore le ulteriori prescrizioni e limitazioni previste dal Dpr 753/1980.

#### Elettrodotti

Le fasce di rispetto, pur se individuate nella citata Tav. 2 "Carta Unica" del PSC in relazione alle tipologie standard di impianti, sono soggette a puntuale determinazione da parte del proprietario/gestore; il soggetto attuatore o il privato cittadino, nella documentazione a corredo della richiesta del titolo abilitativo, deve presentare il rilievo dell'esatta posizione delle linee elettriche o cabina; contestualmente deve chiedere direttamente al gestore

l'individuazione della relativa fascia di rispetto, che sarà determinata secondo la metodologia di cui al DM 29 maggio 2008.

Effetti del vincolo: Edificabilità relativa secondo quanto riportato all'art. Art. 19.8 delle NTA del PSC.

#### *Art. 19.8 – Elettrodotti*

Alla luce dell'emanazione dei decreti ministeriali del 29 maggio 2008, della delibera di Giunta Regionale 21 luglio 2008 n° 1138, citati al precedente comma 1, la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche, alle cabine elettriche e alle stazioni primarie, deve essere compiuta sulla base della metodologia definita dal DM 29 maggio 2008, e quindi secondo l'ampiezza delle fasce che deve essere comunicata alle autorità competenti e/o ai soggetti attuatori dal proprietario/gestore, ai sensi del DPCM 8 luglio 2003 e dell'art. 6 del DM 29/5/2008.

La Tav. n. 2, per gli elettrodotti ad alta tensione, individua cartograficamente, ed in modo indicativo, le distanze di prima approssimazione (Dpa) degli elettrodotti presenti sul territorio del comune di Castel Maggiore, calcolata secondo la metodologia prevista dal DM 29 maggio 2008, per il perseguimento dell'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T.

Determinazione della fascia di rispetto:

Linee elettriche esistenti e autorizzate (L.R. n. 10/93) In applicazione del procedimento semplificato indicato al punto 5.1.3 della metodologia di calcolo di cui al citato DM 29/5/2008, come prima valutazione cautelativa, è determinata una "distanza di prima approssimazione" per ciascuna linea elettrica presente sul territorio comunale. In caso di realizzazione di interventi in prossimità di linee elettriche, dovrà essere comunque rispettata la reale fascia di rispetto determinata e comunicata dai proprietari/gestori delle linee elettriche stesse secondo quanto riportato al precedente paragrafo 1.

La linea che attraversa il comparto è descritta come elettrodotto di media tensione, linea aerea in conduttori nudi.

Si tratta di una linea con tensione nominale di esercizio non superiore a 15kV che determina ampiezza di distanze di approssimazione (Dpa) dell'obiettivo di qualità di 3μT(m) differenti, in particolare:

Tensione nominale di esercizio (kV)	Tipo di linea	Ampiezza distanze di prima approssimazione (Dpa) dell'obiettivo di qualità di 3μT(m)
132 kV	Linea 771 Castel Maggiore-Martignone aerea – singola trave	19
132 kV	Linea 858 Castel Maggiore-Amiu	20
132 kV	Linea 730 San Pietro in Casale-Castel Maggiore aerea – singola trave	16
220 kV	Linea 260 Colunga-Ostiglia aerea – singola trave	24
380 kV	Linea 302 Colunga-Martignone aerea – singola trave	47
132 kV	Linea S. Viola FS-Imola FS	20
132 kV	Linea S. Viola FS-S. Ruffillo FS	20
15 kV	aerea conduttori nudi DT non ottimizzata	11
15 kV	aerea conduttori nudi ST	8
15 kV	interrata	1

Per ogni richiesta di titolo abilitativo relativa per interventi su edifici ricadenti in tutto o in parte all'interno delle fasce di rispetto, determinate secondo le metodologie di cui al citato DM 29/5/2008, l'avente titolo deve attestare il rispetto delle norme di tutela di cui alla L.R. 30/2000 e direttiva regionale 21/7/2008 n° 1138.

4. Corridoi di fattibilità: ai sensi dell'art. 13 della L.R. 30/2000 e della Direttiva della Giunta Regionale 21 luglio 2008 n° 1138, la dimensione dei corridoi di fattibilità degli elettrodotti con tensione superiore a 15 kV, destinati ad ospitare la localizzazione degli impianti per la trasmissione e la distribuzione dell'energia elettrica di tensione superiore a 15.000 volt, sono determinati dal proprietario/gestore della rete, secondo le metodologie stabilite dal DM 29/5/2008, non può essere inferiore a quella delle fasce di rispetto e devono essere rappresentati nella Carta Unica. A seguito della realizzazione dell'elettrodotto, la Carta Unica medesima, viene adeguata con determinazione dirigenziale, attraverso la sostituzione dei corridoi con le fasce di rispetto. Nello stesso modo sono recepite la riduzione delle fasce di rispetto degli elettrodotti a seguito di interventi che ne comportano la riduzione dei campi elettromagnetici per interventi strutturali sulla linea medesima o per interramento o per dismissione.

Tipi di intervento consentiti: gli edifici esistenti nelle fasce di rispetto degli elettrodotti o delle cabine elettriche, possono essere soggetti a interventi di MO, MS, RE, RC\_A, RC\_B (come definiti nel RUE) e nel rispetto degli obiettivi di qualità. Non sono ammesse nuove costruzioni.

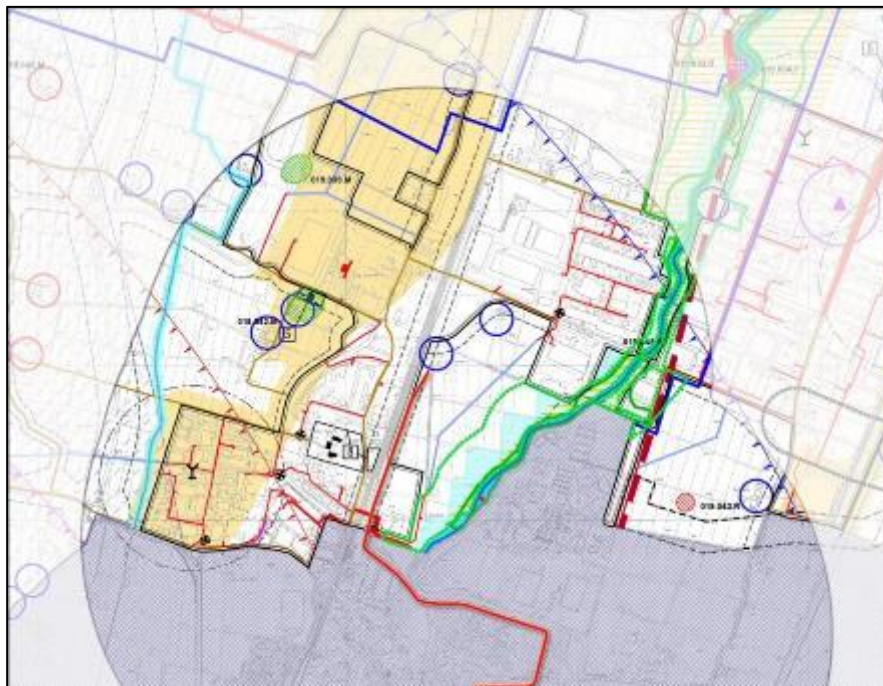
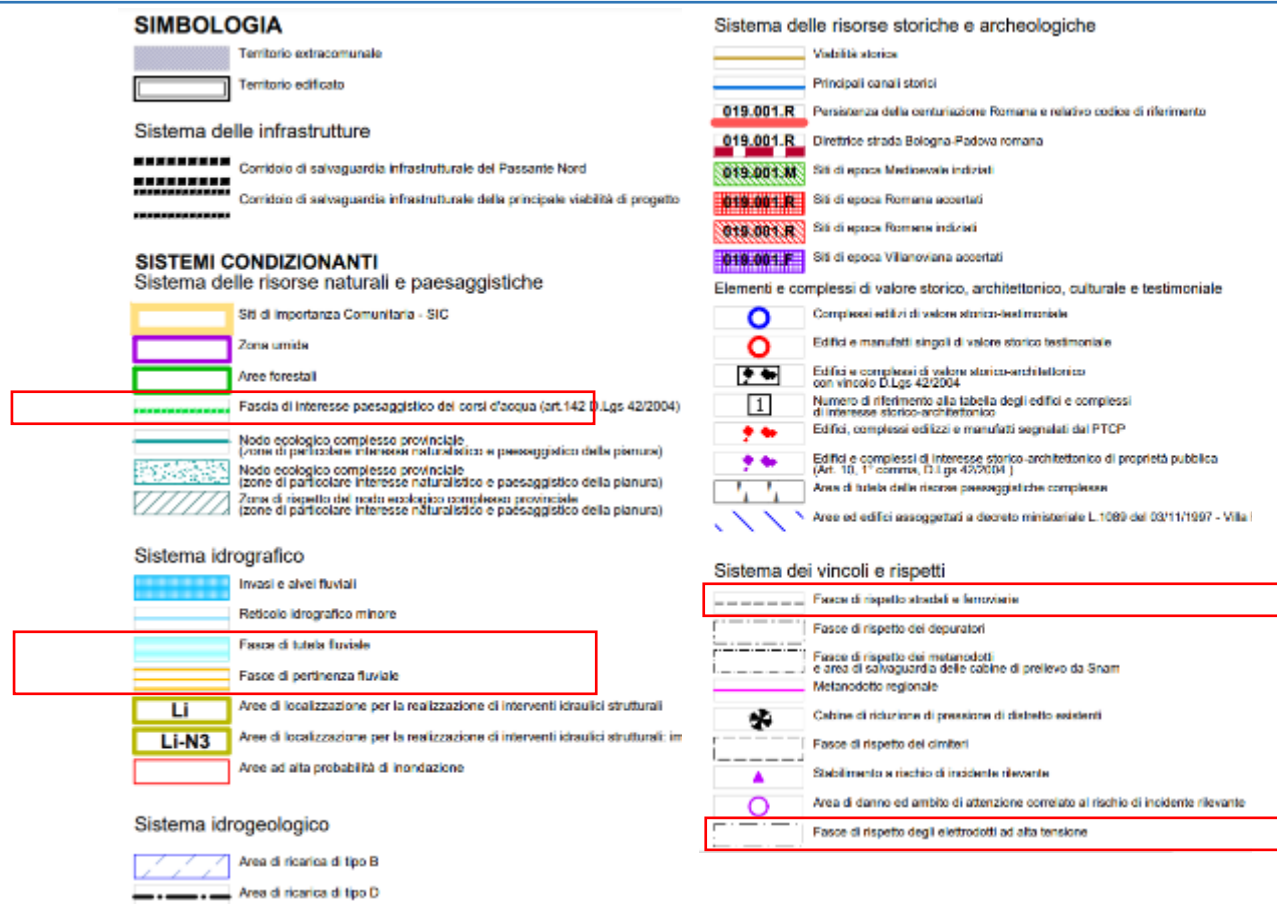


Figura 3-29 – Stralcio Tav 2 PSC – Vincoli





### 3.9.3 VARIANTE IN MATERIA DI RISCHIO SISMICO – PERICOLOSITÀ E MICROZONAZIONE SISMICA

La Regione Emilia-Romagna, attraverso uno specifico apparato normativo (LR 20/2000 e DAL n.112/2007 (“Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia- Romagna per la pianificazione territoriale ed urbanistica”) ha imposto l'elaborazione degli studi di pericolosità e di microzonazione sismica nella pianificazione territoriale, definendo criteri di approfondimento differenziati (<<livelli>>) a seconda delle fasi di programmazione affrontate e del contesto di pericolosità locale riscontrato.

Nel caso dei Comuni dell'Unione Reno-Galliera, la componente geologica elaborata per il Quadro Conoscitivo (QC) del Piano Strutturale in forma associata, includeva, già nel 2006,

un'analisi della pericolosità sismica equiparabile al “primo livello” richiesto dalla citata delibera regionale, all'epoca non ancora vigente.

Da questa prima analisi, era emerso che i fusi granulometrici delle sabbie sepolte (paleoalvei) del Reno, recuperate da sondaggi di letteratura ed effettuati nel Comune di Bologna, Castel Maggiore e Argelato, ricadevano costantemente entro il fuso predisponente la liquefacibilità. Per questo motivo, gli studi geologici e sismici successivamente elaborati (dal 2007 al 2010) per i Piani Strutturali dei singoli Comuni dell'Unione, hanno consentito ulteriori approfondimenti, anche in merito alle valutazioni quantitative della possibilità di liquefazione dei sedimenti granulari saturi in caso di sisma. In questo senso, nelle aree urbanizzate (capoluogo e principali frazioni) e urbanizzabili, sono state espletate verifiche che hanno richiesto indagini geognostiche (sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni; penetrometrie CPTe/CPTU), indagini geofisiche (MASW; Re.Mi.; SCPT; tomografie sismiche a rifrazione; acquisizioni HVSR), e prove di laboratorio anche molto raffinate e costose su campioni di sabbie (prove triassiali cicliche) prelevati da terebrazioni (nei Comuni di Castel Maggiore e Argelato).

Lo studio geologico e sismico elaborato per il PSC del Comune di Castel Maggiore (Viel & Sangiorgi, 2009) ha dunque permesso di zonizzare il territorio anche in termini di amplificazione (“secondo livello” di approfondimento, ai sensi della DAL n.112/2007) e potenziale propensione alla liquefazione, partendo dagli esiti delle sopracitate analisi, dai documenti geologici e idrogeologici e stratigrafici già elaborati per il QC del PSC associato.

Successivamente agli studi geologici e sismici elaborati per il PSC, la Provincia di Bologna ha adottato (delibera n.4 del CP del 14 gennaio 2013) la Variante al PTCP in materia di “rischio sismico” che, sulla base delle indicazioni della DAL n.112/2007 ha sviluppato il “primo livello” di approfondimento geologico sismico, dando disposizioni ai Comuni su come e dove effettuare i successivi livelli di approfondimento, che potranno integrare e meglio definire le informazioni elaborate alla scala provinciale. La Variante al PTCP ha prodotto una specifica cartografia della pericolosità sismica preliminare: la tavola 2C “Rischio Sismico – Carta degli Effetti Locali Attesi” alla scala 1:65.000 per la pianura e 1:25.000 per la collina e montagna; ha inoltre elaborato una nuova normativa finalizzata alla riduzione del rischio sismico, che definisce e chiarisce i ruoli e

gli approfondimenti richiesti nei vari strumenti urbanistici comunali, il loro rapporto con la pianificazione sovraordinata e i tempi richiesti per il loro adeguamento alla Variante stessa.

Alla luce di questo ulteriore aggiornamento del PTCP, tutti i Comuni dell'Unione Reno- Galliera (Argelato, Bentivoglio, Castello d'Argile, Castel Maggiore, Galliera, Pieve di Cento, San Giorgio di Piano, San Pietro in Casale), più il comune di Malalbergo, hanno solertemente manifestato l'interesse, già in sede di conferenza di pianificazione della citata Variante al PTCP di rivedere la propria cartografia e normativa in materia di rischio sismico, a recepimento dei contenuti riportati nella successiva Variante al PTCP in tema di rischio sismico (Tavola 2C e disposizioni normative). L'aggiornamento degli studi sismici, come vedremo nei successivi capitoli, ha anche permesso di rivedere in modo non sostanziale la Microzonazione Sismica, ai fini di una migliore coerenza degli esiti tra tutti i Comuni dell'Unione.

In sintesi, l'adeguamento espletato dalle citate Amministrazioni comunali e, pertanto, anche dal Comune di Castel Maggiore, è consistito:

#### 3.9.3.1 TAV A – Zonizzazione sismica

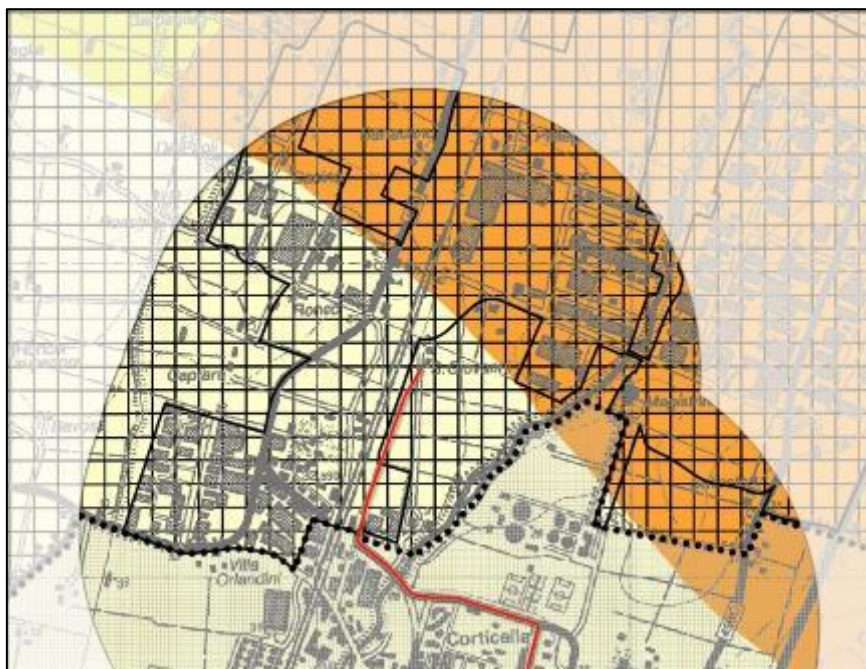


Figura 3-30 – Stralcio Tav A PSC – Zonizzazione Sismica

#### LEGENDA



Rappresenta un'ulteriore rielaborazione degli esiti del "primo livello" di approfondimento per i Comuni dell'Unione Reno-Galliera e assumendo gli esiti dello studio sismico preliminare contenuti nella Variante al PTCP in materia sismica, con particolare riferimento alla già citata Tavola 2C. Questo nuovo elaborato sostituisce, pertanto, la corrispondente cartografia alla scala 1/25.000, elaborata nel 2006, in sede di PSC associato ("Tavola 3 – Carta Macro-zone Sismiche").

#### 3.9.3.2 TAV 1 – Pericolosità sismica – Tavola Comunale delle aree suscettibili di effetti locali

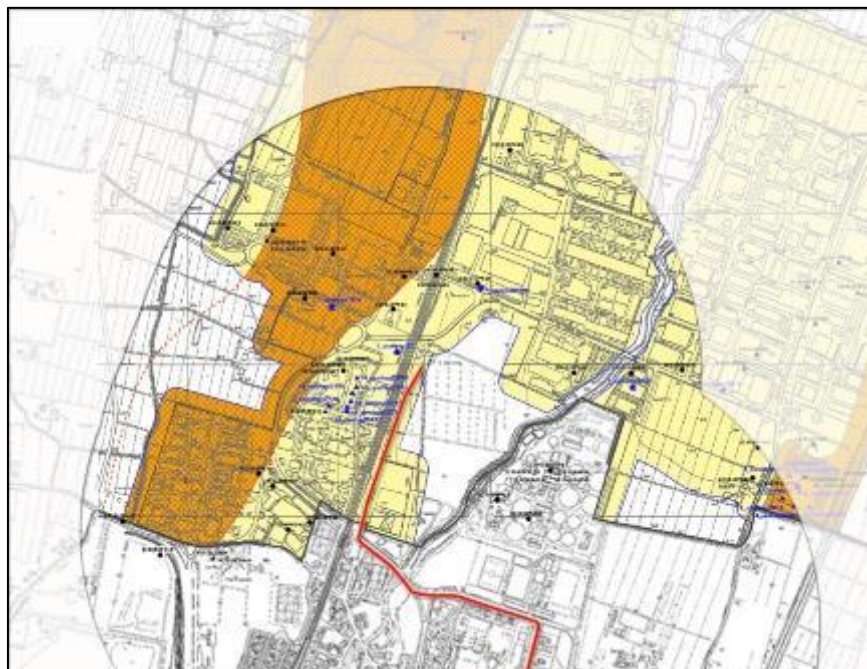


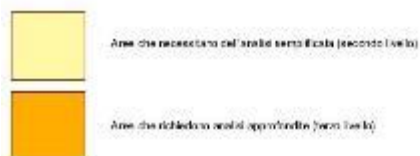
Figura 3-31 – Stralcio Tav 1 PSC – Pericolosità Sismica  
Tavola Comunale delle aree suscettibili di effetti locali



**APPROFONDIMENTI SULLE AREE SUSCETTIBILI DI EFFETTI LOCALI:  
AREE OMOGENEE DI PERICOLOSITA' SISMICA**



**ZONE OMOGENEE: SINTESI DEI LIVELLI DI APPROFONDIMENTO DA ESPLETARE (DAL 112/2007):**






**PROVE GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE DI RIFERIMENTO:**

ARCHIVIO BANCA DATI R.E.R.

- PROVE PENETROMETRICHE CPTU/CPT
- ▲ PROVE PENETROMETRICHE CPT
- SONDAGGI

PROVE PSC E ARCHIVIO COMUNALE

- PROVE PENETROMETRICHE CPTU/CPT
- ▲ PROVE PENETROMETRICHE CPT
- SONDAGGI
- ☆ PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE
- ⊕ PROVE PENETROMETRICHE CON CONO SISMICO SCPT
- ⊕ STENDIMENTI SISMICI MASW
- \* REGISTRAZIONI SISMICHE HVSR

-  Area oggetto di studi sismici di approfondimento (PSC)
-  Limite Urbanizzato/Urbanizzabile (PSC)
-  Limite amministrativo comunale

3.9.3.3 TAV 2 – Microzonazione sismica semplificata

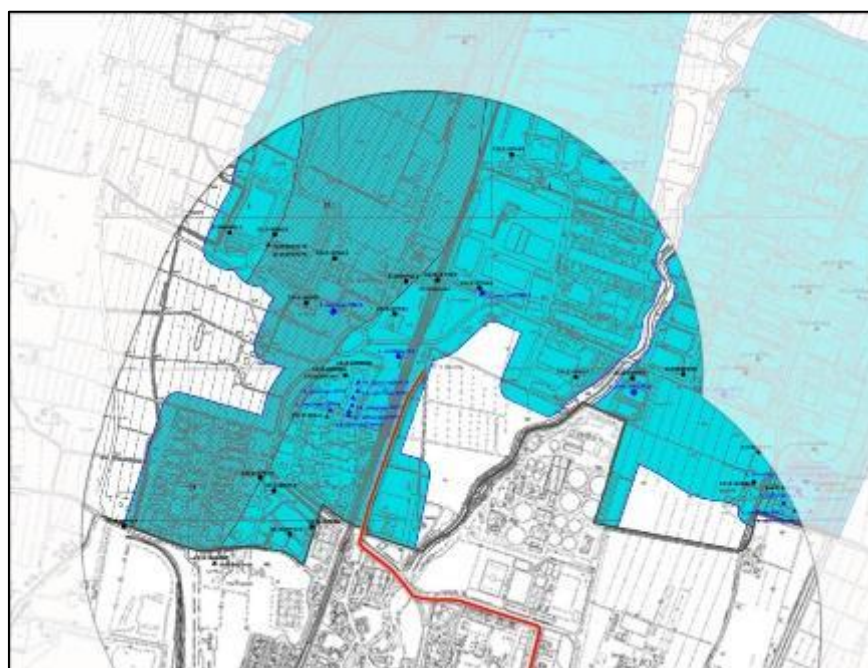
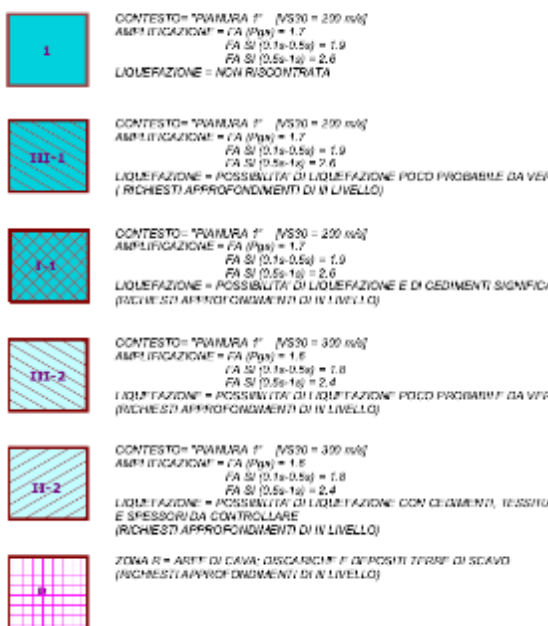


Figura 3-32 – Stralcio Tav 2 PSC – Microzonazione Sismica semplificata



#### MICROZONAZIONE SEMPLIFICATA: ZONE OMOGENEE



#### PROVE GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE DI RIFERIMENTO:

ARCHIVIO BANCA DATI R.E.R.

- PROVE PENETROMETRICHE CPTU/CPT
- ▲ PROVE PENETROMETRICHE CPT
- SONDAGGI

PROVE PSC E ARCHIVIO COMUNALE

- PROVE PENETROMETRICHE CPTU/CPT
- ▲ PROVE PENETROMETRICHE CPT
- SONDAGGI
- ☆ PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE
- ⊕ PROVE PENETROMETRICHE CON CONO SISMICO SCPT
- + STENDIMENTI SISMICI MASW
- \* REGISTRAZIONI SISMICHE HVSR

Riporta gli esiti dell'approfondimento della risposta sismica semplificata (secondo livello) alla scala cartografica di maggior dettaglio, così come richiesto dalla DAL n.112/2007. Questo nuovo elaborato sostituisce la corrispondente cartografia alla scala 1/5.000, elaborata nel 2008, in sede di PSC ("Tavola 1 – Microzonazione Sismica").

### 3.10 RUE COMUNE DI CASTEL MAGGIORE

Nel territorio rurale periurbano, in relazione alla contiguità con aree urbane e all'esigenza di contenimento della pressione all'insediamento di funzioni diverse, il RUE esclude la possibilità di realizzazione di nuovi centri aziendali agricoli nonché la possibilità di realizzare nuovi edifici abitativi in unità fondiari agricole che ne siano sprovviste.

In particolare nell'Ambito agricolo periurbano per gli edifici di interesse storico-architettonico vanno favoriti interventi di recupero e riuso per attività e servizi di richiamo territoriale da correlare alla fruizione del territorio rurale, nonché il rispetto degli obiettivi e indirizzi di riferimento delle sub-Unità di paesaggio n. 1, n. 3, n. 5 e cioè:

- Salvaguardare il paesaggio attraverso il rafforzamento della rete ecologica

- Incentivazione per l'insediamento di attività di ricezione e ristorazione da attivare mediante il recupero dei contenitori non più utilizzati a fini agricoli e salvaguardia di quelle già presenti.
- Individuazione di percorsi volti ad una fruizione di interesse naturalistico, usufruendo e valorizzando, ove possibile, la viabilità storica minore.
- Incentivazione per favorire il carattere di multifunzionalità delle aziende agricole in rapporto alle esigenze fruttive di cui sopra.
- Limitare al minimo indispensabile le nuove edificazioni aziendali in particolare le nuove residenze, puntando prioritariamente al recupero dell'esistente; prevedere le nuove edificazioni accorpate ai centri aziendali esistenti; subordinare le nuove costruzioni ad interventi connessi alla difficoltà di scolo di questi territori.
- Potenziare la connessione tra i principali centri attraverso l'individuazione di percorsi di mobilità alternativa (pedonale/ciclabile usufruendo e valorizzando ove possibile della viabilità storica minore) inseriti in contesti di aree verdi di uso pubblico o di uso produttivo agricolo.

La tutela di elementi delle sistemazioni agrarie tradizionali è occasione per una loro riconversione e/o valorizzazione quale trama del progetto di rete ecologica locale; la conservazione delle residue piantate o altri elementi puntuali di qualità naturalistica, sarà favorita dagli strumenti della programmazione agricola in particolar modo attraverso l'attivazione di fattorie didattiche.

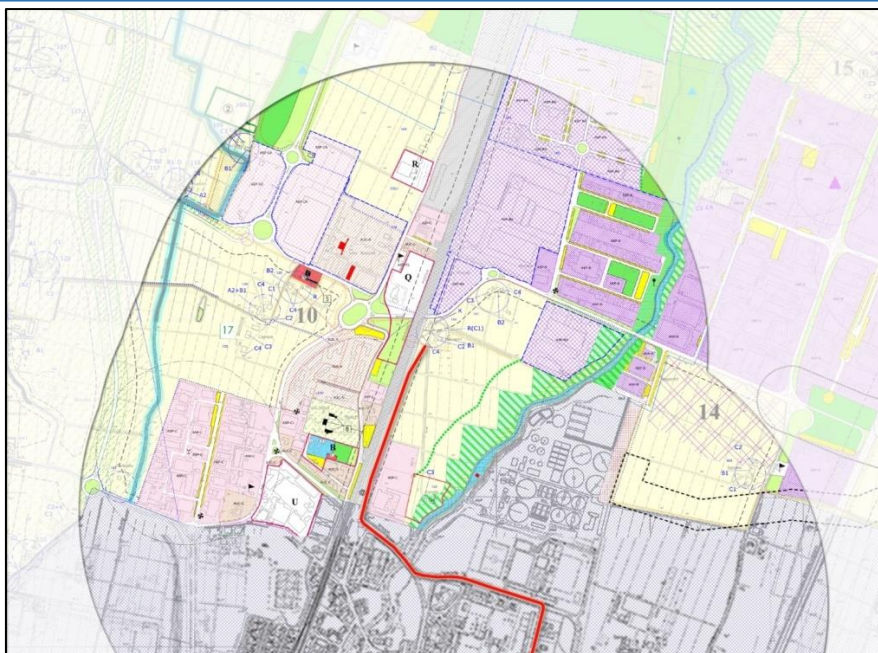
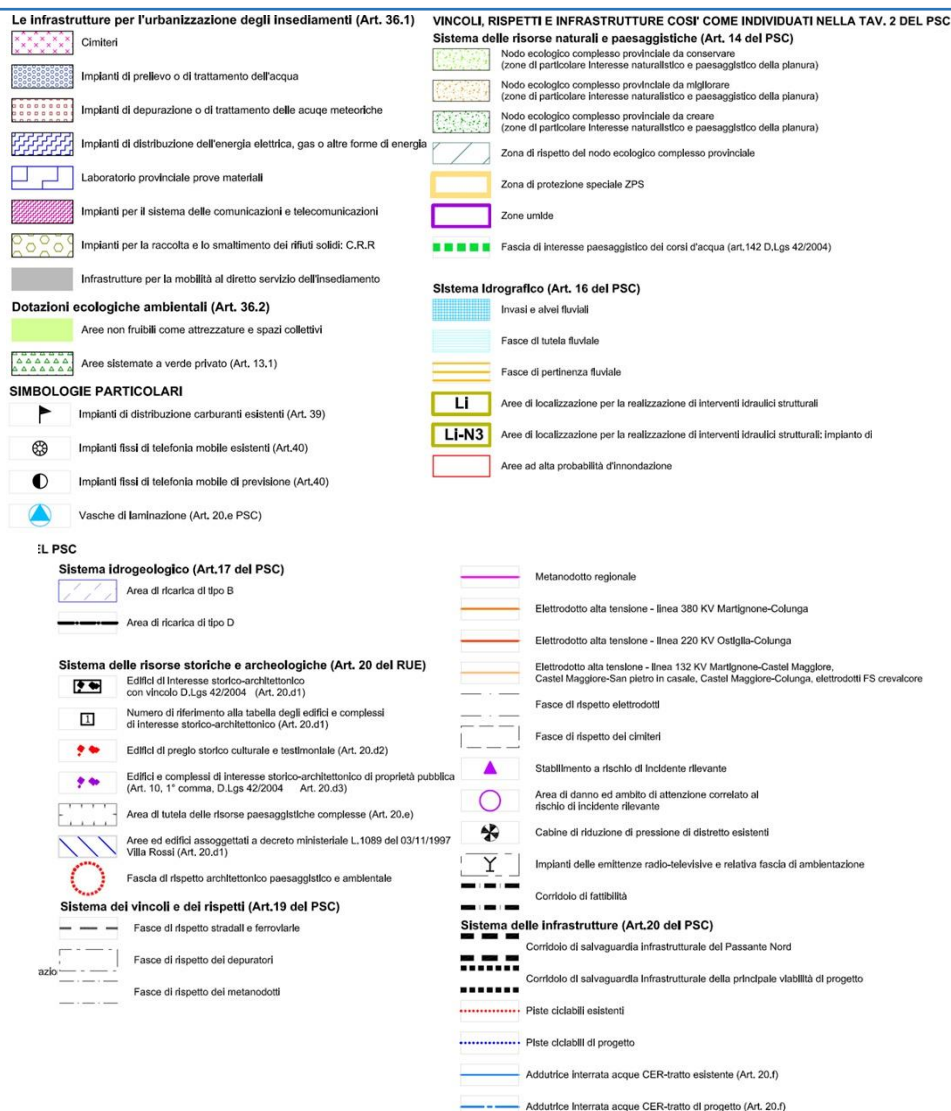


Figura 3-33 – Stralcio Tav 1 RUE – Disciplina del Territorio Urbano





### 3.11 PIANO GENERALE TRAFFICO URBANO (PGTU)

Il PGTU è uno strumento di programmazione settoriale a scala comunale, introdotto dal Ministero LL.PP. nel 1986 e successivamente normato dall'art. 36 del nuovo Codice della Strada (D. Lgs. 285/92), la cui redazione è obbligatoria per 23 Comuni della Città metropolitana di Bologna (DGR n. 2254 del 31/05/1994). La redazione di un PGTU si pone quale obiettivo generale la corretta gestione e organizzazione del traffico in ambito urbano, declinandolo in obiettivi specifici quali:



- il miglioramento delle condizioni di circolazione, anche rivolto a minimizzare i perditempo nella ricerca dei posti di sosta veicolare;
- il miglioramento della sicurezza stradale, soprattutto per le utenze “vulnerabili” quali ciclisti e pedoni (in primis studenti, anziani e persone affette da disabilità);
- la riduzione dell'inquinamento atmosferico ed acustico, attraverso la fluidificazione del traffico, interventi di orientamento e controllo della domanda di mobilità e, qualora necessario, la limitazione della circolazione stradale;
- il risparmio energetico. I contenuti del Piano, il cui aggiornamento è previsto con cadenza biennale, sono specificati dalle “Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei Piani Urbani del Traffico”, emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici nel 1995 (G.U. n. 146 del 24/06/1995) e riguardano principalmente:
- strategie di intervento sull’offerta di trasporto, volte al miglioramento della capacità di trasporto del sistema di mobilità, tenendo conto di tutte le varie componenti (rete stradale, aree di sosta e servizi di trasporto pubblico urbani e/o extraurbani);
- strategie di intervento sulla domanda di mobilità, volte a gestire ed orientare gli spostamenti degli utenti verso modalità di trasporto più sostenibili, anche in termini di consumo dello spazio pubblico.

Secondo quanto sancito dalle normative vigenti, il PGTU rappresenta lo strumento di pianificazione del sistema della mobilità con un orizzonte temporale di breve-medio periodo e si esplicita attraverso misure, politiche e interventi di immediata realizzazione al fine di valorizzare e ottimizzare le infrastrutture e i servizi esistenti o in corso di realizzazione. Per quanto detto finora, quindi, i PGTU metropolitani devono essere concepiti come gli strumenti per declinare nel breve-medio periodo per le singole realtà comunali le strategie e le azioni previste dal PUMS, coordinandoli quindi con i Piani di Azione sviluppati dal PUMS sia in fase di redazione sia successivamente. Per tale ragione, al fine di favorire il conseguimento degli obiettivi del Piano, il PUMS fornisce in questo capitolo le “Linee Guida per la redazione dei PGTU”, rivolte a tutti i Comuni della Città metropolitana di Bologna interessati dagli obblighi sanciti dalla normativa vigente.



Sulla base di quanto disposto dalle Direttive per la redazione dei PUT emanate dal Ministero dei LL.PP., i contenuti minimi dei PGTU metropolitani devono promuovere strategie e interventi declinati alle singole scale comunali relativamente a:

- l'aggiornamento della qualifica funzionale degli elementi della rete viaria (anche detta "Classifica funzionale");
- la politiche orientate alla mobilità sostenibile e i relativi progetti di attuazione, tenendo conto delle esigenze delle varie componenti di mobilità sulla base del principio fondante del PUMS di "strada come Spazio Condiviso" relativamente a: o pedonalità e spazi pedonali; o percorsi ciclabili e ciclabilità diffusa; o regolamentazione e riorganizzazione della sosta; o ZTL e regole di utilizzo dello spazio (Zone 30, Città 30, Isole Ambientali, etc.); o Sharing Mobility e gestione della domanda (Pedibus, Bicibus, etc.); o trasporto pubblico urbano o extraurbano; o veicoli motorizzati;
- il regolamento viario, in termini di standard geometrici di progettazione e tipologie di controllo delle strade;
- il dimensionamento preliminare degli interventi previsti con relativa graduatoria delle priorità;
- politiche per il miglioramento della sicurezza stradale;
- campagne di sensibilizzazione sull'educazione stradale. Nel caso del Comune di Bologna, l'aggiornamento del PGTU avviene contestualmente alla redazione del PUMS, in considerazione della rilevanza del capoluogo in termini di spostamenti generati ed attratti e di conseguenza del peso che le strategie e le azioni declinate alla scala del Comune di Bologna hanno per il conseguimento degli obiettivi del Piano, anche alla scala metropolitana.

Le azioni che il PGTU intende sviluppare e mettere in campo sono attuabili in un arco temporale limitato e fanno riferimento all'assetto infrastrutturale attuale nell'ottica di dare un riscontro immediato alle strategie proposte dal PUMS. Lo Scenario PUMS (2030) viene comunque assunto dal PGTU come riferimento nel lungo periodo, anche ai fini della coerenza delle azioni che lo compongono.

Come accennato, l'efficacia di un PGTU è strettamente legata all'assetto funzionale conferito alla rete stradale, finalizzato a garantire il giusto equilibrio tra le funzioni da svolgere per il miglioramento di accessibilità e fluidità della circolazione e la tutela delle aree maggiormente vulnerabili agli impatti generati dal traffico veicolare. In particolare, i PGTU metropolitani devono superare il concetto "tradizionale" di classifica da Codice della Strada, affrontandola con un approccio alternativo e coerente con quanto previsto dal PUMS metropolitano, in cui le scelte di circolazione veicolare in campo urbano sono trattate pensando innanzitutto a tutelare e promuovere lo spazio condiviso e la mobilità non privata.

Il primo passo per dare forma a tale impostazione è quello di riconoscere la cosiddetta Rete Portante Multimodale, che risponde alle esigenze di mobilità principali, indipendente dal mezzo di trasporto impiegato. La Rete Portante Multimodale non deve costituire elemento vincolante per la "Classifica Funzionale" vera e propria, ma deve individuare gli assi portanti della rete multimodale, non solo relativamente al traffico privato ma anche alla mobilità attiva (pedonale e ciclistica), al trasporto collettivo e ai vari mix modali.

Per l'individuazione della Rete Portante Multimodale, andranno incrociati i volumi attuali ed attesi sui diversi assi stradali, nonché le previsioni di sviluppo infrastrutturale in funzione del Trasporto Pubblico Metropolitano. Va specificato che l'appartenenza di un asse stradale alla Rete Portante Multimodale non deve determinarne necessariamente un livello specifico di classificazione, ma ne esprime sostanzialmente la funzione e le "qualità attese" per la rete di progetto. Prendendo spunto da quanto proposto nel redigendo aggiornamento del PGTU del Comune di Bologna, le presenti "Linee Guida" forniscono due criteri fondamentali per la classificazione della rete e dei rami stradali:

- individuare la classifica della rete di previsione per il conseguente aggiornamento;
- allineare la classifica della rete di previsione attraverso interventi di ingegneria del traffico che rendano geometria e funzioni insediate dei rami stradali coerenti con la classifica di previsione.

Con particolare riferimento alla classifica di previsione, particolare attenzione deve essere posta ad accogliere specifiche sotto-categorie che tengano in adeguata considerazione:

- le previsioni di incremento delle componenti di domanda pedonale e ciclistica;
- la previsione di inserimento di nuove linee portanti di trasporto pubblico sulla rete esistente.

Sulla base di quanto detto, l'assetto della Classifica Funzionale della rete è quindi determinato sia dall'entrata in servizio di nuove tratte stradali, sia dalla necessità di "tutelare" alcuni corridoi (in primo luogo se appartenenti alla Rete Portante Multimodale), garantendo un'evoluzione della rete di livello intermedio a favore della mobilità attiva. Con riferimento alla classifica preesistente della rete stradale, i PGU metropolitani devono tendere a:

- prioritariamente eliminare o ridurre dalle tratte stradali funzioni che non siano quelle principali e secondarie per la rete di appartenenza;
- riconoscere le funzioni e i modi d'uso prevalenti sulle singole tratte stradali, in particolare se legate alla mobilità collettiva e attiva;
- in via secondaria eliminare o ridurre dalle tratte stradali le funzioni secondarie della rete di appartenenza.

In generale, i PGU metropolitani si basano sul principio fondamentale di "Città 30", così come descritta nel PUMS, circoscrivendo l'adozione del limite di 50 km/h alla rete stradale "primaria" (così come definita nella Classifica Funzionale del PGU del Comune di Bologna) ed agli assi di scorrimento urbano prevalentemente destinati al traffico veicolare. A titolo puramente esemplificativo si richiama la Classifica Funzionale della rete stradale ottenuta applicando il concetto di Rete Portante Multimodale nel Comune di Bologna, per i cui dettagli si rimanda al documento di aggiornamento del PGU e alla relativa Tavola. Sicurezza ed educazione stradale. Coerentemente con la normativa vigente, i PGU metropolitani devono perseguire il miglioramento della sicurezza stradale, promuovendo strategie ed azioni inerenti a:

- interventi di ingegneria del traffico sui "punti neri";
- attività di vigilanza orientata alla repressione della guida con eccesso di velocità dove questa è stata rilevata con maggiore frequenza;
- ricognizione delle localizzazioni su cui si concentra la guida con andamento indeciso;
- attività informativa orientata all'utenza anziana;

- attività educativa e campagne di sensibilizzazione rivolte a pedoni e ciclisti per responsabilizzarne i comportamenti;
- rafforzamento della governance, con nuovi strumenti informatici e procedure organizzative per una più approfondita conoscenza del fenomeno dell'incidentalità e suo contrasto.

Contestualmente, considerato che l'educazione stradale all'interno delle scuole è un insegnamento obbligatorio previsto dall'art. 230 del Codice della Strada, i PGU metropolitani incentivano collaborazioni tra le varie Polizie Municipali e le amministrazioni pubbliche, l'INAIL, l'osservatorio regionale, il Miur e le altre forze di Polizia, al fine di aumentare il numero di classi e studenti coinvolti nell'attività di educazione alla cultura della sicurezza stradale, attraverso lo sviluppo di progetti differenziati per diversi ordini e gradi di istruzione (dalle materne alle superiori). Inoltre, promuovono specifiche campagne sulla sicurezza stradale, coerenti con quelle sviluppate in seno al PUMS, rivolte alla popolazione adulta relativamente ai comportamenti di mobilità quali rispetto del Codice della Strada, educazione alla guida dei diversi veicoli, efficienza della mobilità sostenibile per gli spostamenti urbani, etc. Come già accennato in precedenza, il PUMS dispone, infine, che la coerenza delle politiche attuate dai singoli Comuni all'interno dei PGU metropolitani con quelle promosse dal PUMS sarà criterio preferenziale nella stesura delle graduatorie per la ripartizione dei fondi destinati agli interventi per la mobilità sostenibile.

#### 4. L'AMBIENTE: RICOSTRUZIONE DELLO STATO ATTUALE, DELLE PROBLEMATICHE E DELLE MISURE DI CONTENIMENTO DEGLI IMPATTI

Nella presente sezione sarà effettuata l'analisi della qualità ambientale con riferimento alle componenti dell'ambiente potenzialmente interessate dalla realizzazione degli interventi in progetto. Saranno inoltre descritti, in via preliminare, i prevedibili effetti ambientali legati alla realizzazione del progetto e le misure previste per evitare, ridurre e compensare dal punto di vista ambientale gli eventuali effetti negativi indotti dal progetto sull'ambiente.

Sono state considerate le seguenti componenti:

- Mobilità e traffico;
- Atmosfera;
- Rumore e vibrazioni;
- Acque superficiali e sotterranee;
- Suolo e sottosuolo;
- Paesaggio e patrimonio storico/culturale;
- Ecosistemi, vegetazione e flora, fauna;
- Energia ed elettromagnetismo;
- Sistema insediativo, condizioni socio-economiche e salute pubblica.

##### 4.1 MOBILITÀ E TRAFFICO

In merito alla componente mobilità e traffico è stato redatto apposito studio trasportistico per il progetto in esame, a cui si rimanda per maggiori approfondimenti.

Nell'area della Città Metropolitana complessivamente vengono effettuati circa 2,4 milioni di spostamenti quotidiani da parte dei residenti e circa 2,7 milioni se si includono anche gli spostamenti dei city-users non residenti.

All'interno del Comune di Bologna il 42% degli spostamenti viene effettuato con l'Auto (27% a piedi), mentre se si considera l'area Metropolitana questa quota raggiunge il 57%. Il Trasporto Pubblico in ambito urbano raggiunge il 21% degli spostamenti complessivi.



Dei 2,4 milioni di spostamenti giornalieri dei residenti all'interno della Città Metropolitana, oltre la metà interessano il Comune di Bologna (53%) e di questi il 36% risulta interno a Bologna.

Compatibilmente con le dimensioni della città, oltre l'80% degli spostamenti ha una durata inferiore ai 30 minuti (il 45% compie distanze inferiori ai 5Km e durata inferiore a 15 minuti).

#### 4.1.1 TRASPORTO PRIVATO

La rete stradale metropolitana si estende in maniera capillare. Il sistema autostradale e tangenziale di Bologna connette le principali direttrici di traffico nazionale e regionale ed in particolare smista i flussi provenienti dalle autostrade del Sole (A1), Bologna-Padova (A13), del Brennero (A22) e della Adriatica (A14) nonché il traffico locale proveniente dalle zone limitrofe all'area metropolitana.

L'asse viario è formato dalla sede dell'autostrada A14 e dalle due carreggiate della tangenziale, che si sviluppano ai due lati della stessa autostrada, tra Borgo Panigale, Casalecchio, Arcoveggio e San Lazzaro.

In ambito urbano, dall'analisi dei flussi di traffico rilevati dalle principali spire provinciali e comunali in linea di massima il trend storico segna una progressiva diminuzione dei flussi di traffico privato su gomma, più rilevanti all'interno del Comune di Bologna in direzione centro, favorito delle politiche di moderazione e limitazione del traffico veicolare all'interno della cerchia dei viali.

Nonostante questo trend, tutte le principali radiali di accesso alla città mostrano flussi di auto molto elevati.

All'interno della cerchia dei viali nel Centro Storico vi è una Zona a Traffico Limitato (ZTL) in cui dalle 7 alle 20, tutti i giorni, la circolazione dei veicoli a motore è soggetta a limitazioni e gli accessi sono sorvegliati dal vigile elettronico Sirio. All'interno della ZTL ci sono alcune zone limitate 24 ore su 24: le zone pedonali e l'area T (via Rizzoli, via Indipendenza e via Ugo Bassi).

#### 4.1.2 SERVIZIO TAXI

Nel Comune di Bologna, al netto delle licenze di Noleggio Con Conducente (NCC), sono 742 le licenze Taxi. Di queste, 36 sono di recente emanazione e così caratterizzate:

- 6 licenze sono "prioritarie disabili", con copertura sulle 24 ore per auto elettriche, ibride, a metano o gpl;
- 30 sono vincolate all'utilizzo di veicoli elettrici, in attuazione delle nuove linee del PUMS per promuovere una mobilità urbana integrata e sostenibile.

Complessivamente sono oltre 330 gli stalli disponibili per i Taxi dislocati principalmente nel Centro Storico, Aeroporto, zona Fiera e Stazione.

Le principali origini e destinazioni degli spostamenti in Taxi sono quelle relative ai principali poli di attrazione e generazione dell'area urbana di Bologna: Centro storico, Stazione Centrale, Aeroporto, zona Fiera e i Poli Ospedalieri del Rizzoli, Maggiore, Sant'Orsola e Bellaria.

In media circolano circa 400 Taxi durante le ore diurne (7:00-22:00) e 100 durante le ore notturne con una percorrenza media giornaliera variabile tra i 150 e i 250-300 km/giorno in funzione della presenza di eventi Fieristici, servizio diurno/notturno, tipologia di servizio.

#### 4.1.3 TRASPORTO PUBBLICO

Il trasporto collettivo metropolitano comprende il Servizio Ferroviario Metropolitano, il servizio di trasporto collettivo suburbano ed extraurbano su gomma e il servizio urbano su gomma.

Complessivamente (vedi figura che segue) la rete si estende per oltre 3.050 Km (circa 2.700 km di rete su gomma, 350 km di rete ferroviaria) ed è percorsa da circa 3.110 corse al giorno (2.700 TPL su gomma e 410 su ferro).

A livello giornaliero vi sono circa 145.000 viaggi nel territorio provinciale, di cui circa 100.000 su linee suburbane ed extraurbane e 45.000 su le linee del SFM.

L'offerta del TPL suburbano ed extraurbano è di circa 17.000.000 vkm/anno e la velocità commerciale di 29 km/h. Per quanto riguarda il SFM, l'offerta annua si aggira intorno ai 4.702.983 treni/km.

	SFM	Servizio Extraurbano	Servizio Urbano
Km rete	350 (dei quali 45 nel comune di Bologna)	2.700	341
Offerta/anno	4,7 milioni treni/km	17 M vkm/anno	15,8 M vkm/anno
N. corse/giorno	400	2.700	5.240
Passeggeri/giorno	35.000	100.000	320.000

Per quanto riguarda il servizio urbano su gomma si noti che le prime 10 linee per numero di passeggeri assorbono da sole oltre l'80% della domanda totale giornaliera.

L'offerta del TPL urbano di Bologna si attesta attorno ai 17.600.000 vkm/anno con una velocità commerciale dei mezzi di circa 15 km/h. Il servizio ha una buona produttività e incontra un discreto successo da parte dell'utenza come dimostrato dal progressivo aumento dei passeggeri trasportati nel quinquennio 2013-2018, dato questo supportato anche da una forte campagna anti evasione portata avanti da TPER a partire dal 2013.

Come già accennato in precedenza, le 10 linee portanti del sistema di Trasporto Pubblico urbano su gomma trasportano oltre l'80% dei passeggeri per circa 93 milioni di passeggeri l'anno, le altre linee si attestano sui 22 milioni di passeggeri.

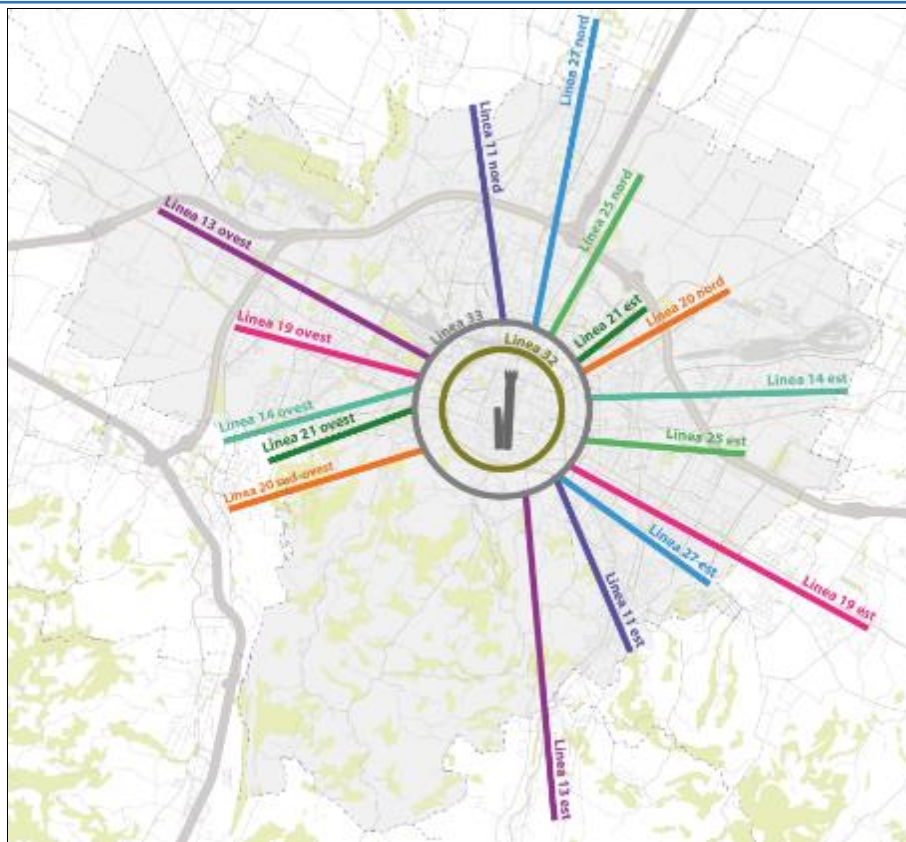


Figura 4-1 – Principali linee portanti del TPL

#### 4.1.4 PRINCIPALI CRITICITÀ DEL SISTEMA DI MOBILITÀ

Per quel che riguarda il servizio di trasporto pubblico su gomma, la rete portante metropolitana interna alla città di Bologna mostra sostanzialmente due forti criticità:

l'accentuazione, negli ultimi anni, di un sovraffollamento a bordo dei mezzi in diverse ore del giorno nelle tratte a ridosso delle aree centrali, con conseguenti riflessi sul comfort di viaggio e sui perditempo alle fermate;

un raggiunto limite di distanziamento minimo tra i passaggi dei mezzi nei corridoi su cui insistono più linee, con le conseguenti problematiche in termini di fluidità della circolazione.

Con riferimento all'eccesso di transiti di mezzi nelle aree centrali, importante segnalare che nell'ora di punta del mattino nell'area di Piazza dei Martiri transitano circa 150 mezzi tra servizi Urbani, Suburbani ed Extraurbani, equivalenti ad un passaggio ogni 25 secondi. Per questo motivo, in fase di redazione del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) si è ipotizzata e

sostenuta la necessità di un nuovo sistema di trasporto collettivo più efficace, efficiente e sostenibile lungo gli assi portanti della mobilità bolognese.

#### 4.1.5 MODELLO DI TRAFFICO

##### 4.1.5.1 Approccio metodologico

Al fine di stimare gli impatti che saranno generati dalla direttrice verso Corticella sulla mobilità dell'area bolognese si è proceduto ad implementare un modello di simulazione della domanda e dell'offerta di trasporto. Analogamente a quanto fatto per lo studio relativo alla Linea Rossa, si sono utilizzati, come base dati della mobilità pubblica e privata, i dati raccolti ed elaborati per la redazione del PUMS della Città Metropolitana di Bologna che il Comune di Bologna ha messo a disposizione.

##### 4.1.5.2 Zonizzazione dell'area di studio

L'area di studio considerata per lo svolgimento dell'analisi è relativa a tutta la Città Metropolitana. Come previsto dalla pratica comune della pianificazione dei trasporti, l'area di studio viene suddivisa in zone omogenee di generazione ed attrazione di traffico (zone di traffico).

Successivamente, sia per l'analisi trasportistica della linea rossa del tram, sia per la presente direttrice verso Corticella della medesima linea tranviaria, si è proceduto a una subzonizzazione dei territori direttamente interessati dai citati interventi.

Nello specifico, per lo studio della linea rossa, 47 zone distribuite lungo il tracciato del tram sono state ripartite in 180 zone, portando la zonizzazione del Comune di Bologna a complessive 265 zone.

Infine per lo studio in esame 21 zone del Comune di Bologna, poste nell'area della Bolognina e lungo la direttrice di Via Corticella, sono state suddivise in 91 zone e 2 zone del comune di Castel Maggiore suddivise in 12 zone.



#### 4.1.5.3 L'offerta di trasporto

Il sistema dell'offerta di trasporto è costituito da quelle componenti fisiche (infrastrutture, veicoli e tecnologie), organizzative e normative (gestione della circolazione, strutture tariffarie) che determinano la produzione del servizio di trasporto e le relative caratteristiche.

##### La rete del trasporto privato

La rete stradale descritta nel grafo del modello di simulazione è schematizzata come successione di archi e nodi che vengono descritti in base alle loro caratteristiche fisico - geometriche.

Ogni arco è rappresentativo di un asse stradale, o di una sua porzione, che presenta caratteristiche omogenee, mentre i nodi sono rappresentativi delle intersezioni tra tronchi stradali o vengono posizionati in corrispondenza di variazioni significative delle caratteristiche geometriche dell'asse.

La rete implementata nel modello ricostruisce con buon dettaglio il sistema della viabilità esistente nell'area di studio ed in particolare lungo i corridoi stradali che ospiteranno la nuova linea tranviaria con tutte le sue diramazioni.

Nel complesso, quindi, la rete stradale modellizzata è composta da 25.069 archi e copre oltre 7.800 km di strade all'interno dell'area di studio.

##### La rete del trasporto pubblico

Il modello di trasporto pubblico include la rappresentazione delle seguenti reti:

- rete urbana, suburbana ed extraurbana del trasporto su gomma operata da TPER e dalle altre Società di Trasporto;
- rete del Sistema Ferroviario Metropolitano (SFM) operato da TPER e da Trenitalia;
- rete del sistema ferroviario regionale, interregionale e nazionale.

In ragione delle finalità dello studio in esame e dell'estensione dell'area di studio, le reti sono state schematizzate definendo i percorsi gli orari e le frequenze per ciascuna linea.

Secondo quanto riportato dai dati pubblicati sul sito del Comune di Bologna e da TPER S.p.A., la rete di trasporto pubblico su gomma nell'area metropolitana di Bologna si compone di:

- 42 linee urbane di Bologna (comprehensive di 5 navette, 2 linee notturne e 1 linea Aerobus);
- 7 linee urbane di Imola;
- 15 linee suburbane;
- 99 linee extraurbane;
- 10 linee Prontobus.

Nell'esercizio 2018 sono stati complessivamente registrati 35,4 milioni di km percorsi, di cui una metà (17,9 milioni) per il servizio urbano di Bologna e poco meno (16,8 milioni) per il servizio suburbano ed extraurbano.

#### 4.1.5.4 La domanda di trasporto

La domanda di trasporto è l'espressione delle esigenze di mobilità degli utenti. Essa viene rappresentata attraverso il numero di spostamenti da ciascuna zona di origine ad ogni zona di destinazione per un determinato intervallo di tempo (Matrice Origine – Destinazione).

Come già esposto in precedenza, anche per la domanda di trasporto il modello implementato trae origine dalle analisi svolte per la redazione del PUMS della Città Metropolitana di Bologna.

Il punto di partenza per la determinazione della domanda di mobilità complessiva è stato rappresentato dall'indagine O/D condotta nel 2016 sui residenti della Città metropolitana, che ha permesso di delineare un quadro esaustivo sulle abitudini di mobilità all'interno di tale ambito territoriale.

#### La domanda di trasporto privato

La domanda di trasporto privato, considera e mantiene distinte sia la componente del traffico leggero, costituito dalle automobili, sia quella del traffico pesante, costituito dai veicoli commerciali leggeri (furgoni) e dai veicoli pesanti per il trasporto delle merci.

A valle del processo di calibrazione risulta che nel giorno medio feriale la rete stradale dell'area di studio è interessata dai seguenti flussi veicolari (tutti espressi in veicoli equivalenti):

- 726.000 autoveicoli;
- 4.600 veicoli commerciali leggeri<sup>2</sup>;
- 47.280 mezzi pesanti<sup>3</sup>

#### La domanda di trasporto pubblico

Nel 2017, il totale dei passeggeri paganti trasportati sull'intera rete è stato di 131 milioni di cui l'85% (111,3 milioni) sulla rete urbana di Bologna, mentre poco meno del 14% (18,2 milioni) su rete suburbana ed extraurbana.

Nel 2018, si è registrata una ulteriore crescita sia dei passeggeri sull'intera rete (135,5 milioni, +3.4%) sia di quelli sulla rete urbana di Bologna (115,3 milioni, +3,6%), mentre sono rimasti praticamente invariati quelli su rete suburbana ed extraurbana (18,6 milioni).

Come già esposto nei capitoli introduttivi, a Bologna le prime dieci linee urbane di trasporto pubblico per passeggeri paganti movimentano oltre l'80% dei passeggeri totali urbani su TPL. Tra queste la linea 27, che presenta larga parte del proprio percorso in sovrapposizione con la nuova direttrice verso Corticella della linea rossa del tram, sulla base degli ultimi dati disponibili risulta essere la seconda linea urbana maggiormente utilizzata e da sola copre il 12,7% di tutta la domanda urbana di TPL.

A valle del processo di calibrazione risulta che nel giorno medio feriale la domanda che utilizza i servizi di TPL nell'area di studio è di 304.318 persone.

#### *4.1.6 MODELLO DI INTERAZIONE DOMANDA-OFFERTA*

I modelli di interazione domanda-offerta, conosciuti anche con il nome di “modelli di assegnazione”, sono degli algoritmi matematici che consentono di simulare le modalità con cui la domanda utilizza il sistema di offerta. Applicando queste procedure, quindi, sarà possibile

---

<sup>2</sup> Coefficiente di equivalenza 1,3

<sup>3</sup> Coefficiente di equivalenza 2,5

ottenere delle stime dei flussi di traffico sugli archi della rete stradale ovvero la stima degli utenti che utilizzano una data linea di trasporto pubblico.

Il software VISUM utilizza specifici algoritmi per calcolare i volumi del traffico privato sui singoli archi della rete stradale.

La procedura di calcolo utilizzata è quella detta “assegnazione all’equilibrio”, coerente con il *Primo Principio di Wardrop*; tale metodo di calcolo sottintende l’ipotesi che gli utenti abbiano una conoscenza completa delle caratteristiche della rete e dello stato del traffico sulla rete e decidano di conseguenza l’itinerario migliore.

Nel software VISUM tale procedura è implementata attraverso una prima assegnazione di tipo incrementale, in modo che il numero di veicoli presenti sulla rete aumenti gradualmente e di conseguenza l’impedenza di ogni tratto di strada possa variare gradualmente in funzione del flusso. Successivamente vengono effettuate diverse iterazioni per ricercare i percorsi con impedenza inferiore e quindi bilanciare i flussi tra tutti possibili itinerari per ciascuna relazione O/D.

I dati di input per il modello di trasporto pubblico comprendono tutte le informazioni relative al servizio offerto (linee, percorsi, orari e tempi di percorrenza, sia dei mezzi su gomma che su ferro) ed alla domanda di trasporto. Sulla base di questi dati, i risultati delle procedure di calcolo per il trasporto pubblico consentono di:

- determinare i carichi sulla rete: volumi sulle linee e volumi sugli archi;
- calcolare indicatori specifici per il trasporto pubblico, come la velocità media di servizio, i veicoli chilometro, i passeggeri chilometro ( $\text{pax} \cdot \text{km}$ ) ed i passeggeri ora ( $\text{pax} \cdot \text{h}$ ).

Il modello di trasporto pubblico è stato implementato utilizzando la procedura di calcolo basata sulle frequenze dei passaggi delle linee (o intertempi), che è indicata per aree urbane con reti tendenzialmente congestionate e ad elevata frequenza di servizio, dove non è necessario considerare il coordinamento degli orari.

Questa procedura di assegnazione ha inizio dalla rappresentazione di ogni linea attraverso una sequenza di fermate (percorso di linea), definisce i tempi di corsa tra le fermate e il distanziamento tra i veicoli di una linea.

#### 4.1.7 SCENARI FUTURI – EVOLUZIONE DEMOGRAFICA E SVILUPPI URBANISTICI

Il modello matematico descritto nei capitoli precedenti e calibrato sulla situazione attuale, rappresenta la base di partenza per la costruzione degli scenari futuri. A questo scopo è necessario, innanzitutto, individuare l'orizzonte temporale di riferimento più significativo per il quale procedere alla caratterizzazione e successivamente alla simulazione degli scenari futuri.

L'orizzonte temporale individuato è il 2030, anno in cui s'ipotizza che la nuova direttrice tranviaria sia entrata pienamente a regime e rispetto al quale è possibile definire, sulla base degli strumenti di pianificazione di medio e lungo periodo, l'assetto territoriale ed infrastrutturale previsto con buona approssimazione.

Gli scenari che saranno presi in esame, come prassi nelle valutazioni di progetti di infrastrutture e/o di servizi di trasporto, sono due:

- lo scenario di riferimento (o di “non intervento”), che modella la rete con tutti gli interventi sia sulla rete di trasporto privato sia su quella di trasporto pubblico che si prevede saranno realizzati entro l'anno di riferimento preso in considerazione a meno dell'intervento di progetto da analizzare;
- lo scenario di progetto, che in aggiunta a quanto previsto dallo scenario di riferimento introduce anche l'intervento di progetto e le eventuali modifiche alle reti infrastrutturali e dei servizi da esso indotte.

Per ciò che concerne gli scenari di crescita demografica di medio-lungo periodo, si fa riferimento agli “Scenari demografici per l'area metropolitana bolognese al 2033” sviluppati da un gruppo di lavoro inter istituzionale formato dall'Ufficio di Statistica del Comune di Bologna, dal Servizio Studi e Statistica per la programmazione strategica della Città metropolitana di Bologna, dalla Regione Emilia-Romagna e dalla sede territoriale dell'ISTAT per l'Emilia-Romagna e resi pubblici a Giugno 2018.

Sono stati valutati e inseriti nell'analisi trasportistica gli effetti derivanti dagli interventi urbanistici previsti dagli strumenti di pianificazione territoriale all'orizzonte temporale di riferimento del 2030.



#### 4.1.8 SCENARI FUTURI – SCENARIO DI RIFERIMENTO

##### Interventi sulla rete stradale

Per ciò che riguarda la rete stradale, lo scenario di riferimento è stato implementato considerando la realizzazione dei seguenti interventi:

1. realizzazione del progetto del **Passante di Bologna** che prevede il potenziamento in sede della tratta urbana della A14 e della tratta urbana del Sistema Tangenziale. Nello specifico:
  - il **potenziamento della A14** avverrà tramite la realizzazione di una terza corsia reale<sup>4</sup> e della corsia di emergenza tra l'Interconnessione con il Raccordo di Casalecchio e lo svincolo di Bologna San Lazzaro con un limite di velocità posto a 110 km/h.;
  - il **potenziamento della Tangenziale** avverrà tramite la realizzazione di una terza corsia reale e della corsia di emergenza tra lo svincolo 3 (Interconnessione con il Ramo Verde) e lo svincolo A14 di BO S. Lazzaro. Il limite di velocità su tutto il Sistema Tangenziale sarà posto a 80 km/h. Il progetto inoltre prevede interventi su alcuni svincoli della Tangenziale con apertura i nuovi svincoli e chiusura e/o modifica di altri;
2. realizzazione **III corsia sulla A13 da Bologna Arcoveggio a Ferrara Sud**, per un'estesa complessiva di circa 33 km;
3. realizzazione della **IV corsia sulla A14 tra ponte Rizzoli e la diramazione per Ravenna** per complessivi 27 km;
4. realizzazione della **Complanare Nord all'A14** nel tratto da Bologna-San Lazzaro a Ponte Rizzoli e relativi svincoli;
5. realizzazione di due complanari ad Est e Ovest del ramo di A13 tra diramazione con l'A14 e lo svincolo Bologna-Arcoveggio in maniera tale da consentire lo scambio tra sistema autostradale e i quartieri di Croce Coperta e Dozza;

---

<sup>4</sup> Attualmente sulla tratta urbana della A14 è disponibile una terza corsia dinamica tra il Raccordo di Casalecchio e Bologna S. Lazzaro che viene attivata in caso di necessità.

6. completamento della Nuova Bazzanese tra Bazzano e l'area produttiva Via Lunga e relativi svincoli;
7. realizzazione di un collegamento tra via Porrettana (altezza uscita Cantagallo) e il Raccordo Autostrada-Tangenziale in corrispondenza della stazione ferroviaria Casalecchio Garibaldi;
8. completamento dell'asse Osteria Nuova - Trebbo di Reno;
9. collegamento tra le aree posizionate ad Est e ad Ovest del fascio ferroviario tra le stazioni di Rastignano e Bologna San Ruffillo;
10. realizzazione di uno svincolo di collegamento tra la SP253 e la zona di Ca' dell'Orbo;
11. realizzazione di uno svincolo e di una rotatoria per il collegamento diretto tra la Trasversale di Pianura e il casello autostradale di Bologna-Interporto ed il potenziamento del tratto tra il casello e lo svincolo per Interporto;
12. realizzazione di un collegamento in direzione Nord-Sud tra la San Vitale e via dell'Industria;
13. una serie di interventi infrastrutturali (diretti o accessori) per il collegamento tra le zone poste a Nord e Sud del fascio ferroviario all'interno dell'abitato di Bologna;
14. realizzazione di alcuni rami infrastrutturali tangenziali all'abitato di Imola allo scopo di garantire il bypass da parte dei flussi di attraversamento;
15. realizzazione di un collegamento tra la via Emilia e la SP30 a Ovest di Toscanella di Dozza, finalizzato a indirizzare il traffico dalla via Emilia verso il nuovo casello autostradale Toscanella, limitando l'attraversamento del nucleo abitato.

#### Interventi sulla rete di trasporto pubblico

Relativamente alla rete di trasporto pubblico, l'intervento più rilevante che caratterizza lo scenario di riferimento è certamente l'introduzione della Linea Rossa del Tram che si sviluppa per circa 15 chilometri all'interno della città di Bologna e il cui percorso ha origine dal capolinea ovest (Terminal Emilio Lepido) situato a Borgo Panigale, si sviluppa lungo l'asse delle vie Marco Emilio Lepido, Emilia Ponente e Aurelio Saffi fino alla cinta dei viali, prosegue poi su Via San

Felice e Via Ugo Bassi nel pieno centro storico di Bologna alle spalle di Piazza Maggiore; da qui svolta verso nord in direzione della Stazione Bologna Centrale FS e passato ponte Matteotti attraversa il quartiere della Bolognina, giunto a Piazza dell'Unità si dirige verso est su via della Liberazione e Viale Aldo Moro. Qui la linea si separa dirigendosi in un caso verso il "Fiera District" per andarsi ad attestare al Terminal Fiera Michelino, mentre il secondo braccio percorre Via della Repubblica e poi Via S. Donato per raggiungere il quartiere Pilastro posto a nord-est della città ed andarsi ad attestare presso la Facoltà di Agraria.

A questi interventi si aggiungono, infine:

- il Terminal Area Fiera Michelino che costituirà un nuovo centro intermodale dove confluiranno sia i mezzi delle linee di lunga percorrenza, sia le linee extraurbane del quadrante Nord-Est e dove gli utenti provenienti dall'area suburbana e dall'autostrada potranno parcheggiare l'auto ed effettuare Park and Ride (P&R) su Tram;
- il parcheggio di interscambio localizzato in prossimità dell'attestamento della linea tranviaria presso la facoltà di Agraria

Altro importante progetto considerato nello scenario di riferimento, è quello relativo all'attivazione del Progetto Integrato della Mobilità Bolognese (PIMBO). Il Progetto PIMBO comprende una serie di interventi finalizzati al completamento del Servizio Ferroviario Metropolitano (SFM) e alla filoviarizzazione delle linee portanti del trasporto pubblico urbano di Bologna, per soddisfare - in ambito urbano e metropolitano - una maggiore domanda di mobilità.

#### 4.1.9 SCENARI FUTURI – INDIVIDUAZIONE ALTERNATIVA TRACCIATO OTTIMALE

Sulla base dei risultati ottenuti e delle caratteristiche infrastrutturali delle tre soluzioni ipotizzate si ritiene che **la soluzione "A"** sia la soluzione che fornisce le migliori prestazioni a livello trasportistico, sia in termini di shift modale (anche per effetto della presenza del nodo di interscambio), sia in termini di carico sulla linea perché il suo itinerario consente di servire in modo più capillare la popolazione residente nell'area.

Inoltre la soluzione “A”, a differenza della “B”, sviluppando il suo tracciato sia in direzione ascendente che in direzione discendente sulla medesima viabilità, consente di ottimizzare l’occupazione degli spazi sulla sede stradale (ad esempio evitando il raddoppio delle fermate) e conseguentemente anche gli impatti sul deflusso della circolazione privata.

#### 4.1.10 SCENARI FUTURI – LO SCENARIO DI PROGETTO

##### Rete di trasporto privato

L’inserimento della nuova diramazione tranviaria induce delle problematiche di un certo rilievo su alcuni nodi della rete stradale che richiedono la realizzazione di specifiche opere infrastrutturali al fine di consentire il mantenimento di un deflusso accettabile da parte degli autoveicoli:

- Il nodo di Piazza dell’Unità nell’intersezione tra l’asse est-ovest di Via della Liberazione, Via Giuseppe Mazza, Via Bolognese e quello nord-sud di Via Ferrarese e poco più avanti di Via Corticella. La realizzazione della nuova tratta tranviaria, infatti, richiede la realizzazione di un secondo binario in corrispondenza di Via Giuseppe Mazza per consentire il corretto instradamento dei servizi sia verso est (Fiera Michelino e Facoltà d’Agraria) sia verso nord (Corticella). In tal modo, però, la porzione di sede stradale rimanente risulta assolutamente insufficiente ad accogliere i flussi in ingresso al centro della città. Per ovviare a questa limitazione si rende necessario realizzare un sottopasso veicolare che consenta di bypassare il tratto incriminato. Sottopasso che ha uno sviluppo complessivo di poco superiore ai 430 metri, con rampa di ingresso di 101 metri, rampa di uscita di 138 metri e sottopasso di 194 metri. Il nuovo asse presenta due corsie a senso unico di marcia ed ha inizio a Via Ferrarese, subito dopo l’intersezione con Via della Liberazione e termina su Via Franco Bolognese a valle dell’intersezione con Via Antonio Di Vincenzo;
- il nodo di via di Corticella – Tangenziale Nord: il secondo nodo per il quale è stato necessario prevedere un importante intervento infrastrutturale è posto in corrispondenza dell’intersezione tra Via di Corticella con l’asse autostrada/tangenziale. Infatti l’uscita n° 6 della Tangenziale Nord di Bologna si innesta attraverso due rotatorie proprio su via di

Corticella. Vista l'impossibilità di introdurre l'infrastruttura tranviaria all'interno di questa intersezione la soluzione individuata è stata quella di ricorrere ad un sottopasso ad uso esclusivo del tram. In questo caso il sottopasso si sviluppa per circa 665 metri con rampa a sud della tangenziale di 129 metri, rampa a nord di 130 metri e sottopasso di 407 metri.

#### Rete di trasporto pubblico

Oltre alla realizzazione della nuova direttrice tranviaria verso Corticella, la rete del trasporto pubblico è interessata da altri interventi che vengono illustrati di seguito e che sono strettamente correlati alla realizzazione della nuova tranvia:

- Il terminal di Corticella-Castel Maggiore (park&ride). In corrispondenza dell'attestamento a nord della nuova direttrice tranviaria è prevista la realizzazione (per la soluzione "A" e per la soluzione "C") di un vero e proprio centro intermodale. La funzione principale che sarà svolta da questa area sarà quella di contribuire al decongestionamento del centro della città dalle automobili e dai mezzi delle linee suburbane ed extraurbane del quadrante Nord della città metropolitana. Gli utenti provenienti dalla direttrice della SP4 Galliera potranno parcheggiare l'auto ed effettuare Park and Ride (P&R) sul Tram;
- la riorganizzazione delle linee di TPL: analogamente a quanto fatto per la linea rossa del tram, anche per la direttrice verso Corticella è stato necessario prevedere un significativo riassetto dei servizi di TPL su gomma che attualmente servono il quadrante nord della città sul quale si innesta il nuovo collegamento tranviario.

E' opportuno specificare che sia per le linee suburbane che per quelle extraurbane non è stata apportata alcuna modifica alle corse scolastiche. Questa scelta, assunta in accordo con l'Amministrazione, è stata fatta per non obbligare gli studenti in arrivo dai comuni della città metropolitana ed in alcuni casi anche dalle province contermini ad effettuare dei trasbordi e/o ad incrementare le percorrenze pedonali.



#### 4.1.11 RISULTATI

Dall'analisi svolta risulta che la realizzazione della nuova direttrice tranviaria verso Corticella costituisce un ulteriore passo verso la realizzazione del progetto di rete tranviaria che il PUMS della Città Metropolitana di Bologna ha indicato tra i progetti chiave per poter perseguire gli obiettivi di una mobilità maggiormente sostenibile in termini: di riduzione delle emissioni inquinanti, di incremento della sicurezza stradale, di fluidificazione della circolazione, etc.

Il progetto prevede che la nuova infrastruttura tranviaria si connetta alla Linea Rossa in corrispondenza di Piazza dell'Unità e si diriga verso Nord attraverso la direttrice di Via di Corticella e poi di Via Bentini, compia un semi anello su Via Sant'Anna, Via Byron e Via Shakespeare per dirigersi alla stazione SFM di Corticella e poi ancora a Nord andandosi ad attestare all'interno del comune di Castel Maggiore dove sarà possibile realizzare un ampio nodo di interscambio.

Dal punto di vista del modello di esercizio, invece, il servizio sarà esercito con una corsa ogni 5 minuti con attestamenti differenziati secondo questo schema:

- o una corsa ogni 10 minuti in partenza da Terminal Emilio Lepido con destinazione il Terminal di Corticella-Castel Maggiore;
- o una corsa ogni 10 minuti in partenza di Piazza Martiri e destinata sempre al terminal Corticella-Castel Maggiore.

I risultati ottenuti hanno mostrato come il servizio tranviario andrebbe ad assorbire oltre il 41% nell'arco dell'intera giornata ed oltre il 39% nella fascia oraria di punta del totale degli utenti che utilizzano le principali linee di TPL.

Inoltre è stato evidenziato come la realizzazione della nuova direttrice tranviaria comporti un incremento di utenza di 32.500 passeggeri giorno (+35%) rispetto alla domanda servita dalla sola Linea Rossa.

Analizzando la distribuzione dei carichi lungo tracciato si rileva che, in tutto il percorso che si sviluppa all'interno dei Viali il carico è sempre superiore ai 56.500 passeggeri/giorno e raggiunge il valore massimo all'altezza della stazione di Bologna Centrale in corrispondenza del

Ponte Matteotti con oltre 65.000 passeggeri/giorno. Oltrepassata Piazza dell'Unità, sulla direttrice per Corticella, il carico massimo si attesta a circa 20.000 passeggeri/giorno.

L'analoga analisi riferita alla fascia oraria di punta evidenzia che, nella tratta che va dall'intersezione tra Via Ugo Bassi e Via Marconi e prosegue su Via Indipendenza fino a Ponte Matteotti, il carico risulta praticamente costante e si attesta in prossimità dei 7.500 pax/h con una ripartizione sostanzialmente equivalente tra le due direzioni di marcia. Oltrepassata Piazza dell'Unità, sulla direttrice per Corticella, il carico massimo si attesta poco al di sotto dei 2.200 pax/h, con una leggera prevalenza dei flussi diretti verso il centro città.

## 4.2 ATMOSFERA

### 4.2.1 PREMESSA

Sulla base dei flussogrammi di traffico forniti dallo studio trasportistico sono state considerate sia le viabilità proprie del progetto che le viabilità limitrofe, comprese entro un buffer di 350 metri e potenzialmente influenzate dall'entrata in esercizio della nuova linea.

Con le viabilità proprie del progetto è stata valutata la variazione delle concentrazioni dei principali inquinanti del traffico stradale, analizzando la differenza tra lo stato di fatto e lo stato di progetto.

La variazione assoluta delle emissioni è stata effettuata considerando anche le viabilità limitrofe con potenziali ripercussioni sui volumi di traffico nel passaggio dallo stato di fatto a quello di progetto, includendo anche uno scenario intermedio di riferimento in cui si ipotizza l'entrata in esercizio della Linea Rossa nella distribuzione dei flussi di traffico.

Si sottolinea come l'entrata in esercizio di una nuova linea tramviaria comporti un'attrazione per chi attualmente si sposta con il proprio mezzo privato e una conseguente diminuzione dei livelli di traffico sia nelle strade immediatamente adiacenti che nella complessiva rete viaria metropolitana.

A tale diminuzione dei volumi di traffico è generalmente legata una parallela diminuzione delle emissioni degli inquinanti anche in termini qualitativi, per il miglioramento delle condizioni di scorrimento veicolare e per l'adozione di nuove tecnologie antinquinamento: nella presente trattazione i fattori di emissione dello stato di fatto, relativi all'ultimo aggiornamento disponibile del 2018, sono stati mantenuti invariati anche per gli scenari futuri (scenari o di riferimento e scenario di progetto), operando a favore di sicurezza.

L'analisi si articola su un inquadramento normativo preliminare, sulla definizione degli inquinanti caratteristici del traffico stradale e sul calcolo delle concentrazioni e delle emissioni nell'area di progetto, noto lo scenario meteorologico locale e lo stato attuale della qualità dell'aria.

I livelli di fondo degli inquinanti, ottenuti dalla Banca Dati Sinanet, costituiscono la base per il confronto con lo scenario attuale con lo scenario di progetto.

La stima della dispersione in atmosfera degli inquinanti, dovuta a traffico veicolare in condizioni di esercizio della strada, è stata effettuata attraverso la simulazione con il modello di dispersione atmosferica CALINE4 (implementato nel software MMSCaline) per lo stato attuale e per lo stato di progetto.

#### 4.2.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Nel 1983 vengono per la prima volta fissati in Italia alcuni standard per la qualità dell'aria, definiti come "limiti massimi accettabili delle concentrazioni e delle esposizioni" di anidride solforosa (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (O<sub>3</sub>), monossido di carbonio (CO), piombo (Pb), fluoro (F) e polveri (D.P.C.M. 28/3/1983). Il successivo D.P.R. 203/88 introduce, oltre ai valori limite citati, i valori guida di qualità dell'aria, che costituiscono i parametri di riferimento per l'istituzione di zone specifiche per le quali è necessaria una particolare tutela della qualità dell'aria.

Successive norme fissano nuove soglie, definite come “livelli di attenzione e di allarme” per i gas inquinanti. Viene assunta a riferimento la media oraria o giornaliera, recependo anche i valori europei (Direttiva CEE/92/72) sull'inquinamento dell'aria da ozono.

Si individuano, poi, ulteriori inquinanti di interesse prioritario per la salute, quali il nickel, il benzene, la formaldeide e gli IPA cancerogeni.

Il D.M. 25/11/1994 aggiorna alcune disposizioni sull'inquinamento atmosferico, inserendo dei limiti come "obiettivi di qualità" per tre parametri: il benzene, il benzo(a)pirene e la frazione respirabile delle polveri (PM10).

La L. n° 413 del 4/11/97 impone limiti alle concentrazioni di benzene e degli altri idrocarburi aromatici nelle benzine, valori che i Comuni devono fare rispettare all'interno del proprio territorio.

Il decreto del 27/3/1998 sulla mobilità sostenibile nelle aree urbane individua le linee di azione, a carico di diversi Enti, da attuare entro precise scadenze per il conseguimento degli impegni assunti nella Conferenza di Kyoto.

Infine, il decreto del 23/10/1998, conosciuto come "Decreto Ronchi" sul benzene, individua i criteri in base ai quali i Sindaci adottano le misure di limitazione della circolazione in caso di superamento dei limiti degli inquinanti atmosferici individuati dai precedenti decreti.

Per le polveri che sedimentano per effetto gravitazionale, ancora oggi non esistono, in Italia, valori limite o valori guida a cui riferirsi.

Sempre in tema di monitoraggio della qualità dell'aria sono stati emessi dal Ministero dell'Ambiente il D.M.A. del 20/5/1991 ed il D.M.A. del 12/11/1992, che definiscono i criteri per la raccolta dei dati inerenti alla qualità dell'aria, la regolamentazione delle situazioni di inquinamento atmosferico che determinano stati di allerta ed emergenza, la prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle grandi zone urbane.

#### 4.2.2.1 *Il Decreto Ministero Ambiente 60/2002*

Il D.M.A. del 2/4/2002, n° 60, in recepimento delle Direttive 1999/30/CE e 2000/69/CE, stabilisce per gli inquinanti biossido di zolfo, biossido di azoto, particolato, piombo, benzene e monossido di carbonio i seguenti elementi di riferimento:

Valori limite e soglie di allarme;

Margini di tolleranza e modalità di riduzione dei margini nel tempo;

Criteri per la raccolta dei dati e soglie di valutazione;

Modalità per la comunicazione.

Tale Decreto è stato sostituito dal successivo Decreto Legislativo 155 del 13 agosto 2010.

#### 4.2.2.2 *Il Decreto Legislativo 155/2010*

Il decreto legislativo nr.155 del 13 agosto 2010 recepisce la direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e costituisce il più recente riferimento normativo per la componente aria: a livello nazionale il D. Lgs. 155/2010 istituisce un quadro normativo unitario in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria, abrogando numerose norme che in precedenza in modo frammentario disciplinavano, tra cui il precedente DM 60/2002.

Tale decreto si propone di:

- Individuare obiettivi di qualità per la salute umana e per l'ambiente;
- Individuare una metodologia comune per tutto il territorio nazionale;
- Studiare le misure da adottare sulla base dell'acquisizione dei parametri qualitativi dello stato di partenza;
- Preservare la qualità dell'aria, laddove buona, e migliorarla negli altri casi;
- Garantire l'informazione al pubblico;
- Stabilire una cooperazione tra gli Stati dell'Unione Europea in materia di inquinamento atmosferico.

Il decreto stabilisce inoltre per gli inquinanti i valori limite, i livelli critici, le soglie di allarme e i valori obiettivo.



I principi fondamentali indicati dalla normativa sono uniformità di azione, coordinamento nella gestione dei dati, zonizzazione del territorio, costruzione di una rete di monitoraggio efficace e congrua, gestione e controllo pubblico, inquadramento dei problemi di superamento, definizione dei soggetti con competenze di tipo amministrativo.

Si riportano di seguito le indicazioni del decreto per gli inquinanti:

**Limiti Livelli di concentrazione stabiliti dal D.lgs. 155/2010**

Inquinante	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	Soglia Allarme	Limite	Numero sup./anno	Soglia val. sup. livello sup./anno	Soglia val. inf. livello sup./anno
NOx	vegetazione	media annuale	µg/m³		30		24	19,5
NO2	salute umana	media oraria	µg/m³	400 per 3h	200	18/anno	140 18/anno	100 18/anno
	salute umana	media annuale	µg/m³		40		32	26

**Limiti Livelli di concentrazione stabiliti dal D.lgs. 155/2010**

Inquinante	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	Soglia Allarme	Limite	Numero sup./anno	Soglia val. sup. livello sup./anno	Soglia val. inf. livello sup./anno
Monossido di Carbonio - CO	salute umana	massimo su 24 ore della media mobile 8h	mg/m³		10		7	5

#### Limiti Livelli di concentrazione stabiliti dal D.lgs. 155/2010

Inquinante	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	Soglia Allarme	Limite	Numero sup./anno	Soglia val. sup. livello sup./anno		Soglia val. inf. livello sup./anno	
PM10	salute umana	media 24ore	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		50	35/anno	35	35/anno	25	35/anno
	salute umana	media annuale	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		40		28		20	

Inquinante	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	limite per l'anno 2008	limite per l'anno 2009	limite per l'anno 2010	limite per l'anno 2011	limite per l'anno 2012	limite per l'anno 2013	limite per l'anno 2014	limite per l'anno 2015	livello Soglia val. sup.	Livello Soglia val. inf.
PM2,5	salute umana	media annuale	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 30$	$\leq 29$	$\leq 29$	$\leq 28$	$\leq 27$	$\leq 26$	$\leq 26$	$\leq 25$	17	12

#### 4.2.2.3 Tabella riassuntiva dei limiti di concentrazione

Inquinante	Limite di riferimento ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Base temporale	Note	Normativa di riferimento
Biossido di azoto $\text{NO}_2$	200	Media oraria	18 superamenti/anno	155/2010
	40	Media annuale		155/2010
Ossidi di azoto $\text{NO}_x$	30	Media annuale		155/2010
Particolato $\text{PM}_{10}$	50	Media 24 ore	35 superamenti/anno	155/2010
Particolato $\text{PM}_{2,5}$	25	Media 24 ore		155/2010
Monossido di carbonio $\text{CO}$	10 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	Max su media mobile 8 ore		155/2010

#### 4.2.2.4 Piano di gestione qualità dell'aria

La zonizzazione della Regione Emilia Romagna del 2011, che ripartisce il territorio regionale in tre distinte zone, "Appennino", "Pianura Ovest" e la "Pianura Est", individua una quarta zona, non omogenea, l'Agglomerato, coincidente con il territorio di Bologna, il quale a sua volta ricomprende in parte Pianura Est e Appennino.

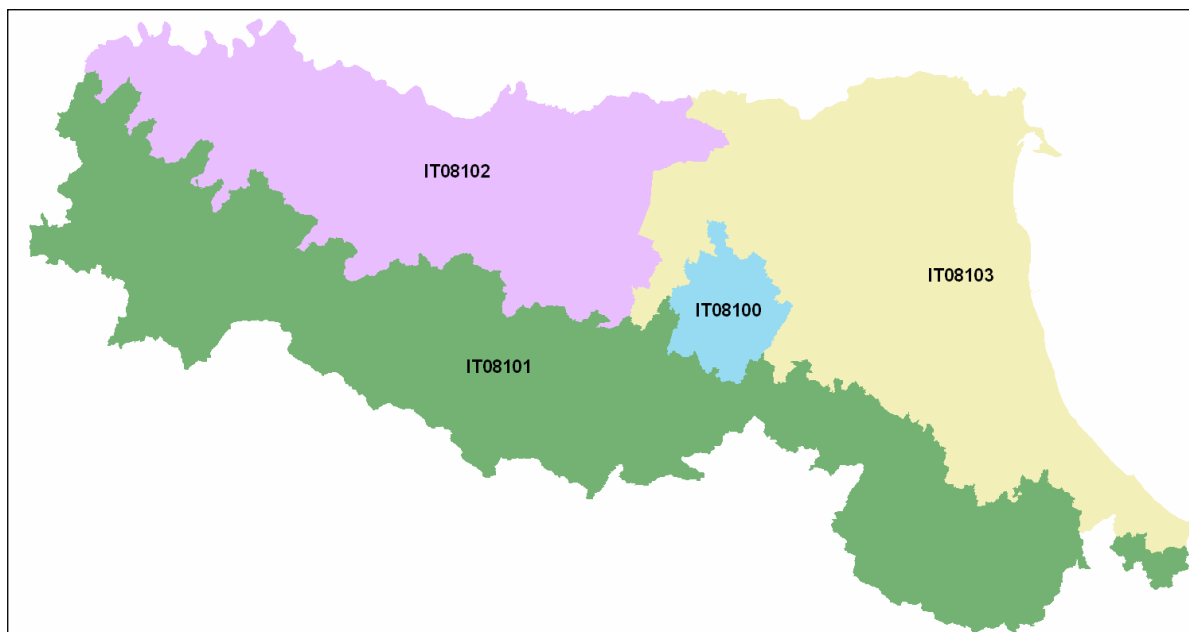


Figura 4-2 – Zonizzazione regionale 2011

IT08100	AGGLOMERATO
IT08101	APPENNINO
IT08102	PIANURA OVEST
IT08103	PIANURA EST

A sua volta la zonizzazione suddetta si articola in un'ulteriore distinzione in zone in funzione delle stazioni di rilevamento degli inquinanti.

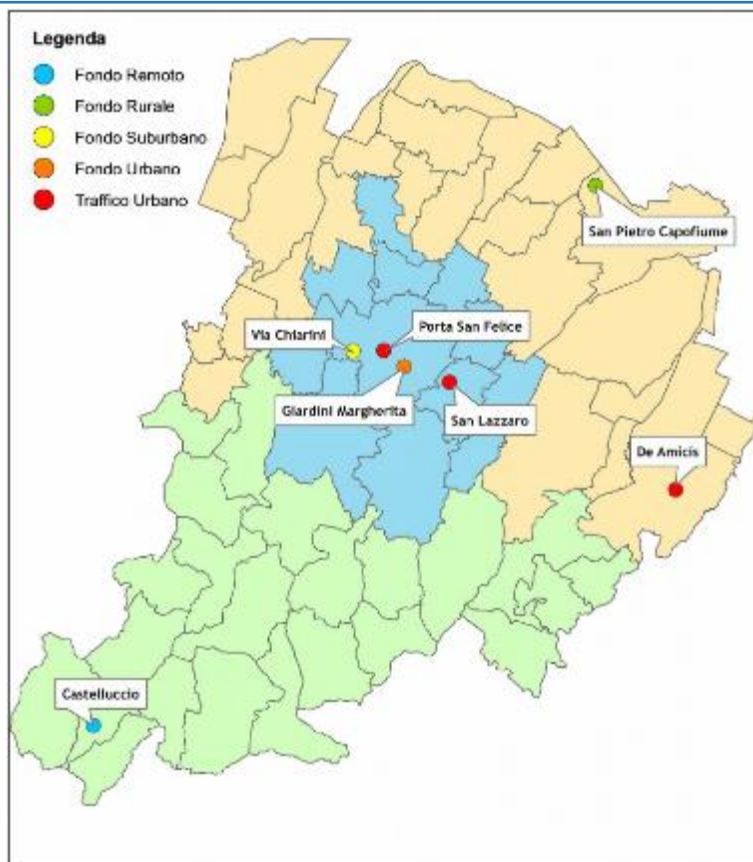


Figura 4-3 – Stazioni di rilevamento degli inquinanti

#### 4.2.3 INQUINANTI CARATTERISTICI DEL TRAFFICO STRADALE

Si approfondiscono di seguito le proprietà degli inquinanti che caratterizzano in modo significativo il traffico stradale.

##### 4.2.3.1 Ossidi di azoto (NOX)

Gli ossidi di azoto (NO, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub> ed altri) sono generati da processi di combustione, qualunque sia il combustibile utilizzato, per reazione diretta tra l'azoto e l'ossigeno dell'aria ad alta temperatura (superiore a 1.200 °C).

Il termine NO<sub>x</sub> indica la somma del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO<sub>2</sub>). L'ossido di azoto è un inquinante primario che si forma generalmente dai processi di combustione ad alta temperatura; è un gas a tossicità limitata, al contrario del biossido di azoto. L' NO<sub>2</sub> ha un odore forte, pungente, è irritante e di colore giallo-rosso. È responsabile,

con altri prodotti, del cosiddetto smog fotochimico, in quanto base per la produzione di una serie di inquinanti secondari pericolosi come l'ozono o l'acido nitrico. Contribuisce per circa un terzo alla formazione delle piogge acide.

I processi di combustione (centrali termoelettriche, riscaldamento, motori a combustione interna quali quelli degli autoveicoli) emettono quale componente principale monossido di azoto (NO) che, nelle emissioni di un motore a combustione interna, rappresenta circa il 98 % delle emissioni totali di ossidi di azoto. Successivamente il monossido di azoto (NO) in presenza di ozono (O<sub>3</sub>) e di radicali ossidanti si trasforma in biossido di azoto.

La miscela degli ossidi di azoto, una volta immessa nell'ambiente, vi permane anche per alcuni giorni, prima di essere rimossa con formazione di acido nitrico (HNO<sub>3</sub>) e quindi di nitrati.

#### 4.2.3.2 *Polveri fini (PM<sub>10</sub>) e finissime (PM<sub>2,5</sub>)*

Le polveri fini, denominate PM<sub>10</sub>, sono delle particelle inquinanti presenti nell'aria che respiriamo. Queste piccole particelle possono essere di natura organica o inorganica e presentarsi allo stato solido o liquido. Le particelle sono capaci di adsorbire sulla loro superficie diverse sostanze con proprietà tossiche quali solfati, nitrati, metalli e composti volatili.

Le polveri fini vengono classificate secondo la loro dimensione, che può determinare un diverso livello di nocività. Infatti, più queste particelle sono piccole più hanno la capacità di penetrare nell'apparato respiratorio.

Le PM<sub>10</sub> (diametro inferiore a 10 µm) possono essere inalate e penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio, dal naso alla laringe.

Il livello di concentrazione delle PM<sub>10</sub> nelle aree urbane aumenta nel periodo autunno-inverno, cioè quando al traffico veicolare già intenso dovuto alla riapertura delle scuole e alla ripresa della normale attività lavorativa, si aggiungono le emissioni di polveri derivanti dall'accensione degli impianti di riscaldamento. Anche le condizioni meteorologiche di questo periodo determinano un innalzamento del livello delle polveri fini. Fenomeni atmosferici come quello



dell'inversione termica, infatti, causano lo schiacciamento delle polveri al suolo e ne impediscono la dispersione.

Studi epidemiologici, confermati anche da analisi cliniche e tossicologiche, hanno dimostrato come l'inquinamento atmosferico abbia un impatto sanitario notevole; quanto più è alta la concentrazione di polveri fini nell'aria, infatti, tanto maggiore è l'effetto sulla salute della popolazione.

Gli effetti di tipo acuto sono legati ad una esposizione di breve durata (uno o due giorni) a elevate concentrazioni di polveri contenenti metalli. Questa condizione può provocare infiammazione delle vie respiratorie, come crisi di asma, o inficiare il funzionamento del sistema cardiocircolatorio.

Gli effetti di tipo cronico dipendono, invece, da una esposizione prolungata ad alte concentrazioni di polveri e possono determinare sintomi respiratori come tosse e catarro, diminuzione della capacità polmonare e bronchite cronica. Per soggetti sensibili, cioè persone già affette da patologie polmonari e cardiache o asmatiche, è ragionevole temere un peggioramento delle malattie e uno scatenamento dei sintomi tipici del disturbo. Studi condotti in materia hanno anche registrato un aumento dei ricoveri ospedalieri e della mortalità per patologie respiratorie e cardiache direttamente riferibili all'inquinamento da polveri.

Per particolato ultra fine o polveri finissime PM2.5 si intendono tutte le particelle solide o liquide sospese nell'aria con dimensioni microscopiche e quindi inalabili. Il PM2.5 è definito come il materiale particolato con un diametro aerodinamico medio inferiore a 2.5 micron. Le sorgenti del particolato possono essere antropiche e naturali. Le fonti antropiche sono riconducibili principalmente ai processi di combustione quali: emissioni da traffico veicolare, utilizzo di combustibili, emissioni industriali. Come per il PM10 le fonti naturali sono sostanzialmente: aerosol marino, suolo risollevato e trasportato dal vento etc.

#### 4.2.3.3 Monossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio è un gas inodore e incolore che si forma dalla combustione incompleta degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili. È un inquinante primario con un tempo

di permanenza in atmosfera relativamente lungo (circa quattro mesi) e con una bassa reattività chimica. Le concentrazioni in aria di questo inquinante possono essere ben correlate all'intensità del traffico in vicinanza del punto di rilevamento. Inoltre, la concentrazione spaziale su piccola scala del CO risente in modo rilevante dell'interazione tra le condizioni micrometeorologiche e la struttura topografica delle strade (effetto Canyon).

Nelle aree urbane il monossido di carbonio è emesso in prevalenza dal traffico autoveicolare, è considerato come il tracciante di riferimento durante tutto il corso dell'anno per questo tipo di inquinamento.

A elevate concentrazioni è un potente veleno. Gli effetti sull'uomo sono legati alla caratteristica di interferenza sul trasporto di ossigeno (formazione di carbossiemoglobina) ai tessuti e in particolare al sistema nervoso centrale.

Non sono stati riscontrati effetti particolari sull'uomo per concentrazioni di carbossiemoglobina inferiori al 2%, corrispondente a un'esposizione per 90' a 47 mg/m<sup>3</sup>. Se l'esposizione sale a 8 ore, concentrazioni di CO di 23 mg/m<sup>3</sup> non possono essere considerate ininfluenti per particolari popolazioni a rischio, quali soggetti con malattie cardiovascolari e donne in gravidanza.

È raccomandabile quindi un valore limite non superiore a 10-11 mg/m<sup>3</sup> su 8 ore, a protezione della salute in una popolazione generale, e di 7-8 mg/m<sup>3</sup> su 24 ore (CCTN, 1995).

#### 4.2.4 INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO

##### 4.2.4.1 Stato del clima

Lo stato della qualità dell'aria è il risultato di una complessa compartecipazione sia di processi che coinvolgono i moti dell'aria, sia di trasformazioni chimico-fisiche che possono portare alla formazione di nuove specie inquinanti, dette secondarie.

La dispersione degli inquinanti, determinata da fenomeni di turbolenza (dispersione verticale) e di trasporto delle masse d'aria (dispersione orizzontale), come pure la loro rimozione sono strettamente dipendenti dal comportamento dinamico degli strati bassi dell'atmosfera.

Ne consegue che nello studio dello stato della qualità dell'aria è importante avere informazioni sui parametri meteorologici che più influenzano i meccanismi di accumulo, trasporto, diffusione, dispersione e trasformazione degli inquinanti in atmosfera.

Di seguito si riportano in maniera sintetica i dati di cui al "Rete Regionale di monitoraggio e valutazione della qualità dell'aria Provincia di Bologna - Report dei dati 2019" relativi ai principali indicatori meteorologici, riferiti all'anno 2019 ed elaborati a partire dalla stazione meteorologica di riferimento di Bologna Urbana, maggiormente rappresentativa dell'area urbana della Città Metropolitana.

Per alcuni parametri è stato effettuato il confronto con il 2018 e con il clima di riferimento relativo al trentennio 1961-1990 per la stazione di Bologna – Borgo Panigale.

#### 4.2.4.2 *Temperatura*

Nella figura che segue sono riportati gli andamenti delle temperature minima, media e massima mensili (°C) per l'anno 2019 riferiti alla stazione meteorologica di Bologna Urbana: per la stessa stazione si riportano inoltre gli scostamenti rispetto al 2018 (istogramma in grigio) e il trend dei valori normali climatici delle temperature medie (linea rossa).

In particolare la temperatura massima (°C), nel periodo estivo, rappresenta uno dei fattori principali per la misura dell'intensità dei processi fotochimici e della produzione di ozono troposferico.

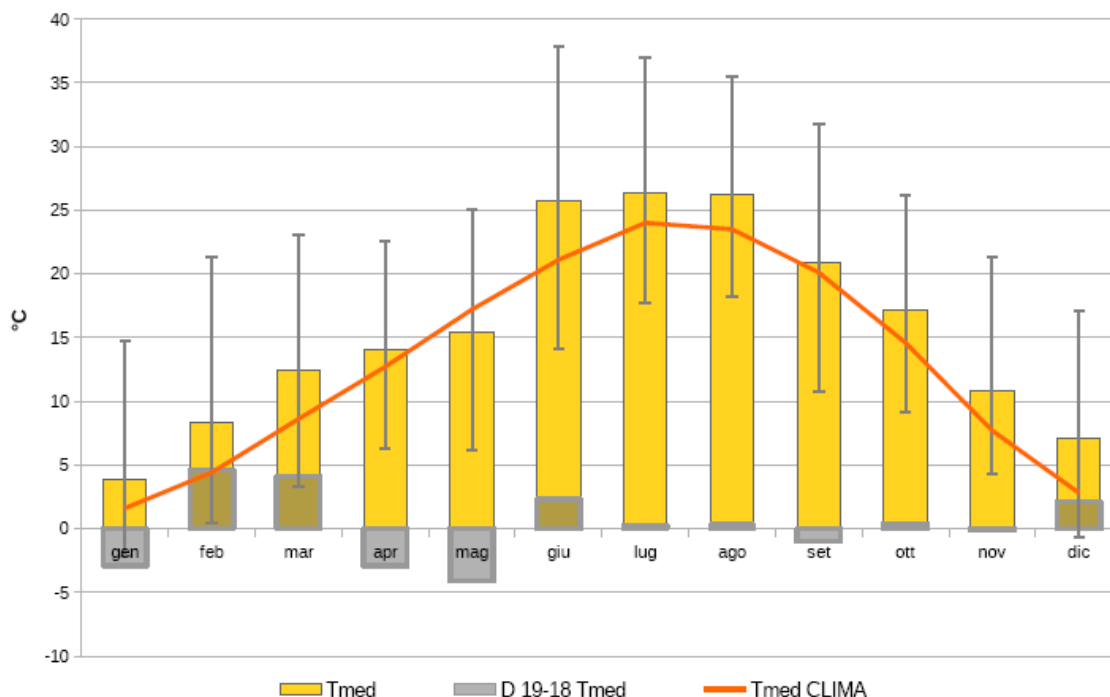


Figura 4-4– Andamenti temperatura stazione meteorologica Bologna Urbana

#### 4.2.4.3 Precipitazioni

Nella figura che segue sono rappresentati i dati di precipitazione cumulata mensile (2019), i valori normali climatici di queste e gli scostamenti rispetto al 2018. I parametri rilevati mostrano una variazione vicina al -13% dei millimetri totali di pioggia registrati rispetto all'anno 2018 (653 mm nel 2019 contro i 748 mm del 2018), mentre il trend di precipitazioni risulta inferiore rispetto al riferimento climatico (trentennio 1961-1990), registrando un -8%. Si osserva un netto aumento dei valori rispetto all'annata 2017 nel mese di febbraio, quando è piovuto circa un quarto del quantitativo annuale 2018. In generale i mesi di febbraio (circa 20 mm), marzo (14,4 mm), giugno (circa 26 mm) e ottobre (circa 38 mm) sono risultati i più siccitosi dell'anno, con scostamenti importanti rispetto alla norma (tra -45% a -77%) e rispetto al 2018. Dal punto di vista della rimozione degli inquinanti tramite meccanismi di deposizione umida viene fissata come soglia di significatività una precipitazione cumulata giornaliera di 0,3mm. Tale scelta è da ricondurre alla definizione di "giorno critico per l'accumulo di PM10" elaborata da Arpa-e-SIMC. Sono infatti stabilite come "favorevoli all'accumulo di PM10" le giornate con precipitazione inferiore a 0,3 mm e indice di ventilazione inferiore a 800 m<sup>2</sup>/sec.

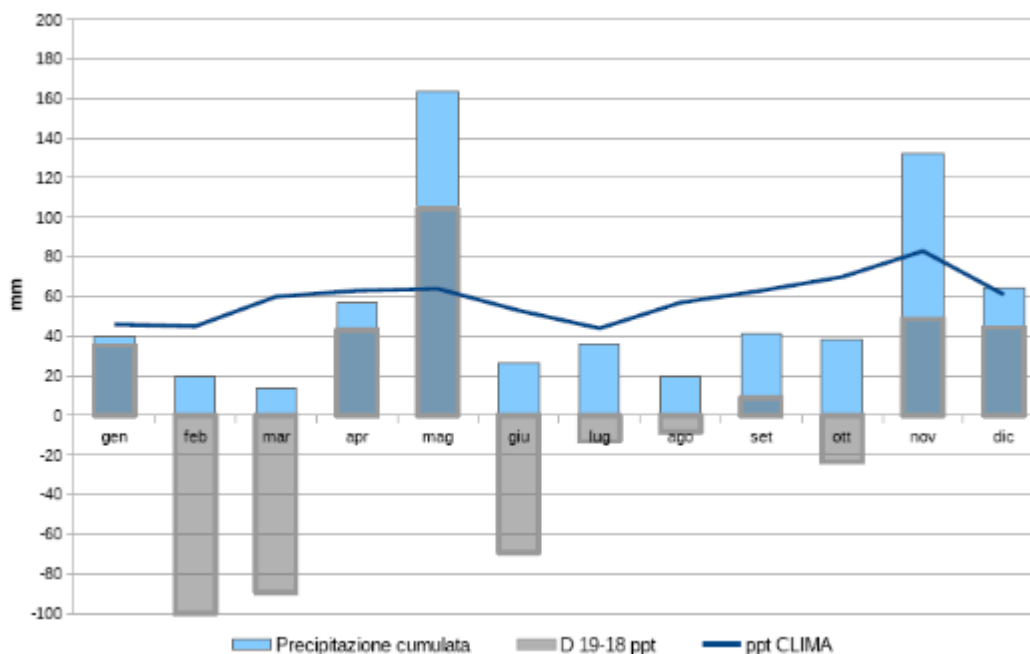


Figura 4-5– Precipitazione cumulata mensile (mm) Bologna Urbana

#### 4.2.4.4 Direzione e velocità del vento

La direzione di provenienza del vento ( $^{\circ}$ ) è utile per valutare il trasporto degli inquinanti in atmosfera e può dare indicazioni sulla zona da e verso cui questi ultimi tendono a diffondere. La velocità del vento (m/s) influenza l'allontanamento degli inquinanti dalle sorgenti di emissione e risulta determinante per quanto riguarda i meccanismi di accumulo o di dispersione in funzione della sua intensità. La rosa dei venti fornisce una rappresentazione in frequenza della distribuzione delle classi di velocità del vento per settore di provenienza; quelle riportate nelle figure che seguono sono relative all'anno 2019.



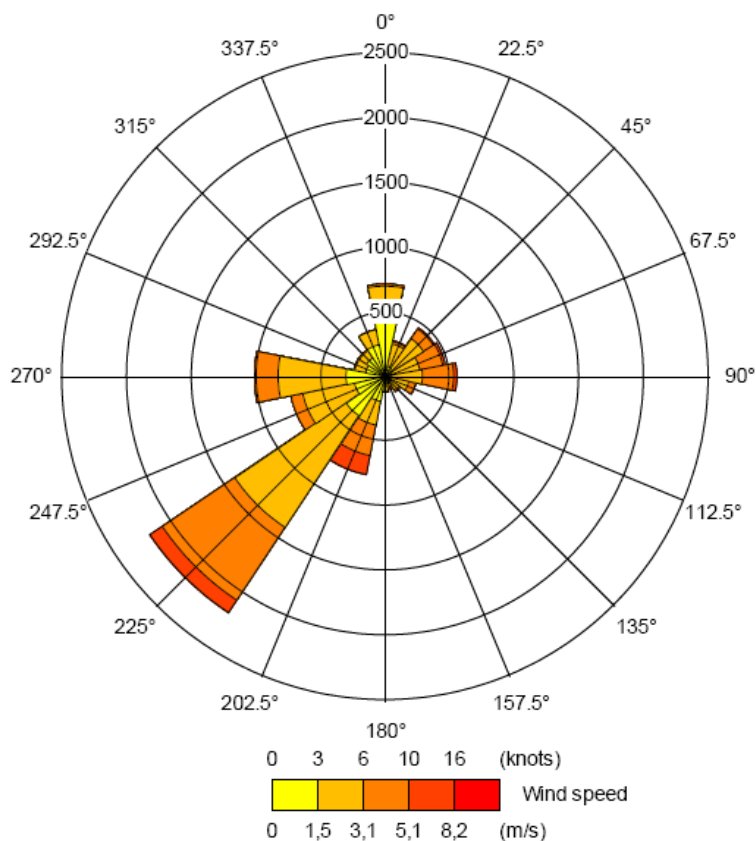
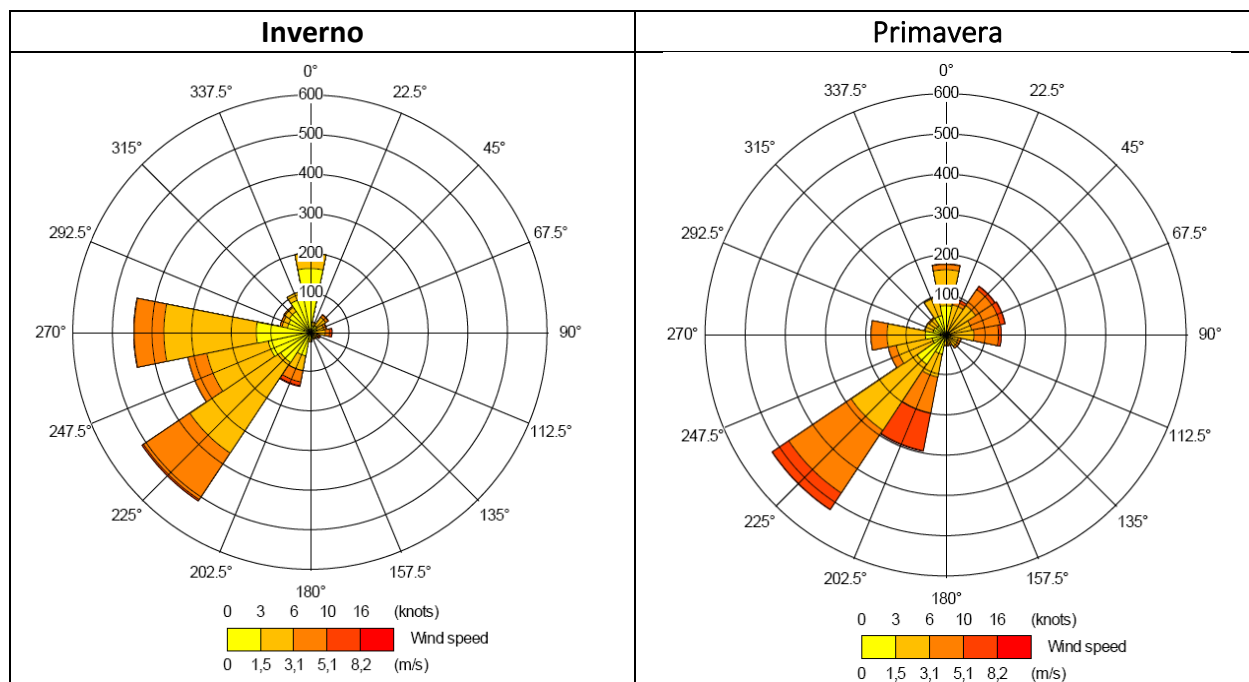


Figura 4-6– Rosa dei venti, anno 2019 Bologna Urbana



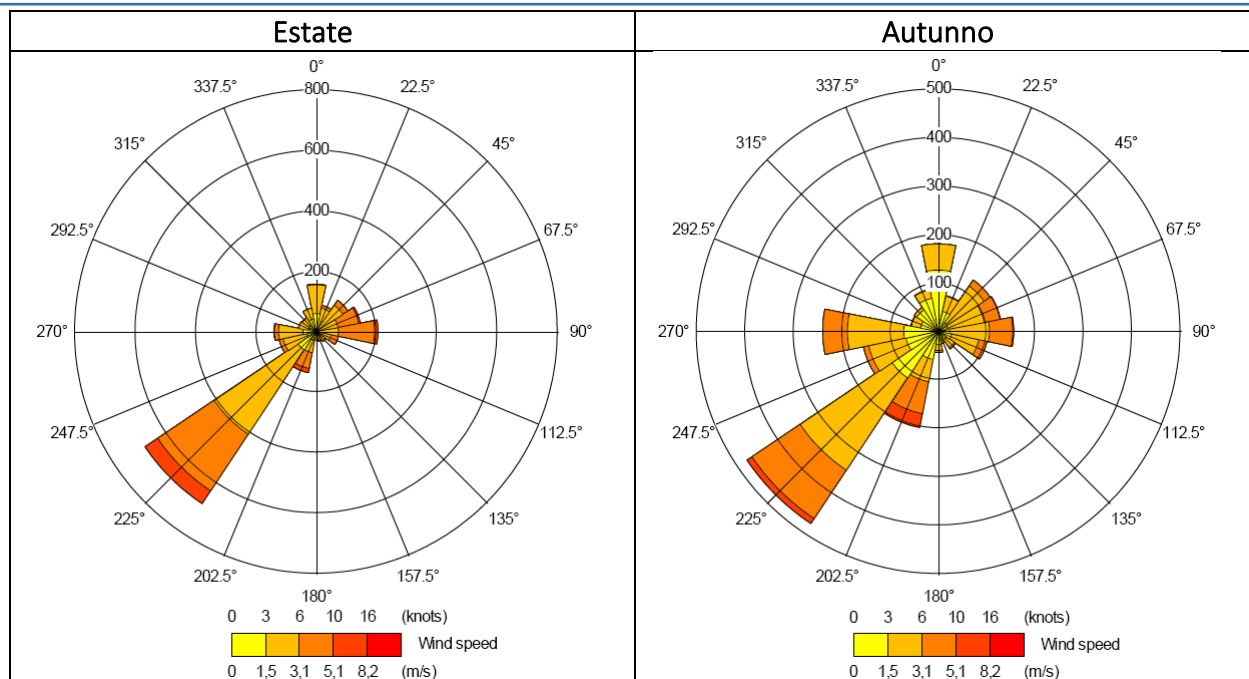


Figura 4-7– Rose dei venti stagionali 2019 Bologna Urbana

La suddivisione dei dati di velocità del vento secondo la scala Beaufort evidenzia come valori compresi tra 0,3 e 3,3 m/s rimangano in assoluto i più frequenti, rappresentando quasi sempre dall'80 a oltre il 90% del campione mensile e circa l'84% su base annuale

Tra le varie classi, prevale per tutto l'anno il grado 2 "brezza leggera" (1,6-3,3m/s), mentre il grado 1 "bava di vento" (0,3-1,5m/s) prevale nel primo e nell'ultimo trimestre. Le classi associate a velocità superiori risultano maggiormente popolate tra i mesi di marzo e giugno.

Il maggior numero di "calme" (<0,2m/s) si è registrato nel mese di novembre.

- Altezza di rimescolamento:

Lo strato di rimescolamento è un indicatore del grado di ricircolo in senso verticale dell'aria: un maggiore spessore di tale strato indicherà una minore concentrazione di inquinanti misurata al suolo.

Nella figura che segue sono riportati i tipici andamenti sulle 24 ore dell'altezza di rimescolamento (m) delle diverse stagioni del 2019.

Si osserva un innalzamento a partire dalle prime ore del mattino (più tardi e più gradualmente in inverno, più rapidamente in estate) fino a raggiungere il valore massimo nel pomeriggio, nella fascia oraria dalle 13 alle 15. Segue una diminuzione all'approssimarsi delle ore serali (molto più rapida e più tardi in estate) fino a raggiungere i valori minimi caratteristici delle ore notturne. Nel periodo diurno la variazione stagionale risulta decisamente più marcata: lo spessore dello strato di rimescolamento arriva al massimo fino a circa 450 m nei mesi invernali e a valori oltre i 1800 m in estate, in concomitanza con la maggiore occorrenza di condizioni instabili. I valori notturni sono confrontabili nelle varie stagioni (attorno a 200m).

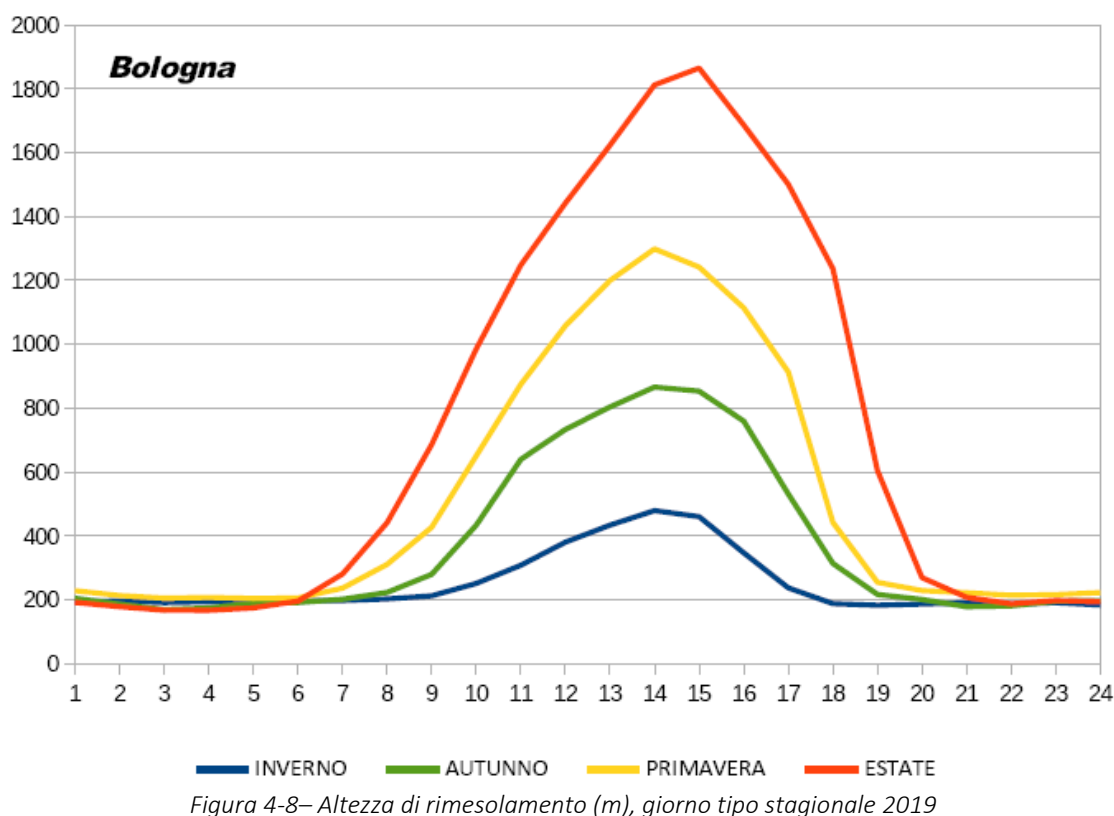


Figura 4-8– Altezza di rimescolamento (m), giorno tipo stagionale 2019

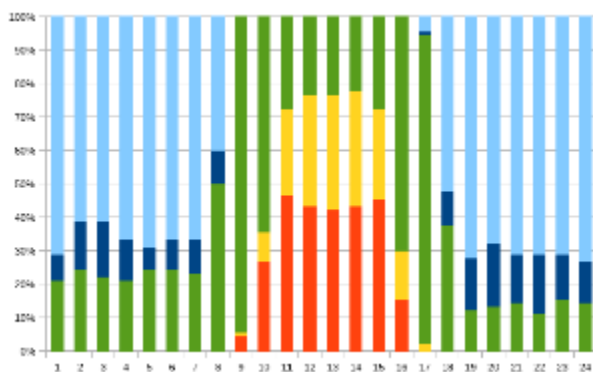
#### 4.2.4.5 Stabilità atmosferica

Le categorie di stabilità atmosferica sono utili ai fini della valutazione delle condizioni presenti nello strato di rimescolamento, ovvero del grado di turbolenza che lo caratterizza e

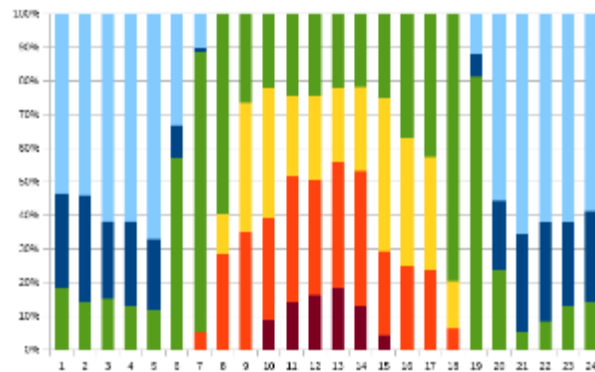
conseguentemente della rapidità della dispersione delle sostanze inquinanti nell'aria o viceversa del loro accumulo.

Le diverse condizioni di stabilità atmosferica vengono solitamente rappresentate mediante una classificazione semplificata, che prevede 6 categorie di intensità della turbolenza atmosferica. Di seguito sono riportati i grafici relativi ai giorni tipo stagionali della frequenza percentuale con cui ricorrono le varie classi di stabilità per l'anno 2019.

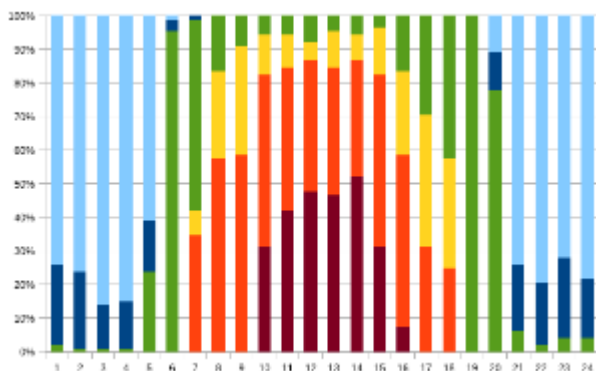
- ■ classe A o fortemente instabile
- ■ classe B o moderatamente instabile
- ■ classe C o debolmente instabile
- ■ classe D o neutra
- ■ classe E o debolmente stabile
- ■ classe F o stabile.



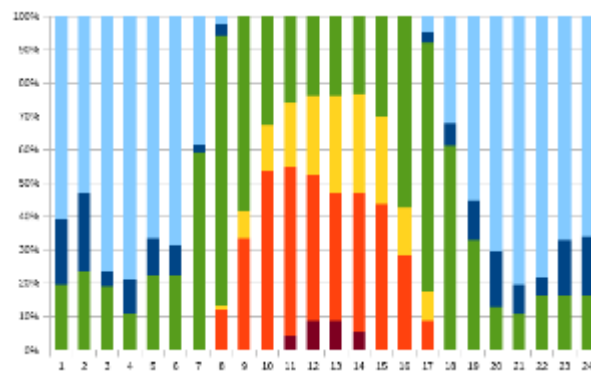
Giorno tipo invernale



Giorno tipo primaverile



Giorno tipo estivo



Giorno tipo autunnale

Il confronto stagionale permette di evidenziare la maggior presenza della classe D riferita a condizioni neutri nelle giornate inverno-autunnali, con percentuali di occorrenza molto variabili e a tutte le ore del giorno.

La classe A, indicativa di condizioni fortemente instabili, è presente quasi esclusivamente nel periodo estivo-primaverile e con frequenza significativamente superiore al 10% nelle ore centrali della giornata, quando risultano maggiormente attivi i meccanismi di turbolenza termica.

Rispetto all'anno precedente si riscontra un maggior numero di ore in classe F e in classe B nel periodo invernale, mentre in estate sono aumentate le percentuali di occorrenza delle classi A. Il giorno tipico autunnale del 2019 mostra nella parte centrale della giornata un aumento delle percentuali di ore in classe B, invece in primavera si ha una leggera diminuzione delle classi instabili a favore di condizioni neutrali.

#### 4.2.5 STATO ATTUALE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

L'esame dei dati rilevati nell'anno 2019 dalle stazioni della rete di monitoraggio sul territorio provinciale di Bologna è stato affrontato riferendosi ai valori limite e valori obiettivo definiti dalla normativa nazionale vigente, utilizzando tabelle ed elaborati grafici riferiti sia al periodo di osservazione sia agli andamenti temporali degli ultimi cinque anni.

Per ogni inquinante monitorato sono riportati:

- una tabella introduttiva relativa agli indicatori statistici dell'anno per ciascuna stazione di misura (elaborati sui valori orari per i gas e su valori medi giornalieri per il particolato);
- il relativo box plot;
- gli andamenti delle medie mensili mediante specifici grafici.

Nella tabella riassuntiva iniziale sono indicati in arancio i superamenti del valore limite annuale e in grigio i casi con una percentuale di dati validi su base annua inferiore al 90% (valore minimo richiesto dalla normativa per la rappresentatività dei dati). La percentuale di dati validi, definita efficienza o rendimento, è riferita al numero di dati attesi sul periodo considerato. Per ciascun parametro analizzato è data inoltre indicazione dei valori che ricadono al di sotto del limite di quantificazione dello strumento.



Alle stazioni di misura la normativa vigente richiede che siano applicati gli obiettivi di qualità indicati all'Allegato I del D.Lgs. 155/2010, per i quali è previsto una copertura minima annuale di dati pari al 90%.

Nell'elaborazione mensile e annuale sono stati presentati, in quanto ritenuti sufficientemente rappresentativi, i valori calcolati su una percentuale di dati validi almeno del 75%. Ai fini dell'elaborazione giornaliera sono richiesti almeno 18 dati orari (75% di dati validi nel giorno). Nella tabella che segue si riporta per ciascun analizzatore l'efficienza percentuale raggiunta nel 2019 per le stazioni di interesse.

STAZIONE	NO <sub>2</sub>	CO	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	BTX
Bologna Porta San Felice	99%	100%	98%	97%	-	96%
Bologna Giardini Margherita	99%	-	96%	98%	100%	-
Bologna Chiarini	100%	-	95%	-	100%	-

Tabella 4-1 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria - Report 2019 – Rendimenti annuali analizzatori rete

#### 4.2.5.1 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

STAZIONE	min	50°	MEDIA	90°	95°	98°	MAX	n° sup. orari 200 µg/m <sup>3</sup>
Bologna Porta San Felice	<12	46	46	69	78	89	148	0
Bologna Giardini Margherita	<12	17	21	41	47	52	83	0
Bologna Via Chiarini	<12	17	21	42	51	60	116	0

Tabella 4-2 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria - Report 2019- Concentrazioni in µg/m<sup>3</sup>

 > valore limite (40 µg/m<sup>3</sup>)

Per l'anno 2019 si evince quanto di seguito:

- la media annuale di biossido di azoto non rispetta il valore limite di legge (40 µg/m<sup>3</sup>) nella stazione di Porta San Felice;
- il valore limite sulla media oraria di 200 µg/m<sup>3</sup> da non superare per più di 18 volte nel corso di un anno viene rispettato in tutte le stazioni;
- la soglia di allarme di 400 µg/m<sup>3</sup> non è mai stata raggiunta da nessuna delle centraline prese in esame.

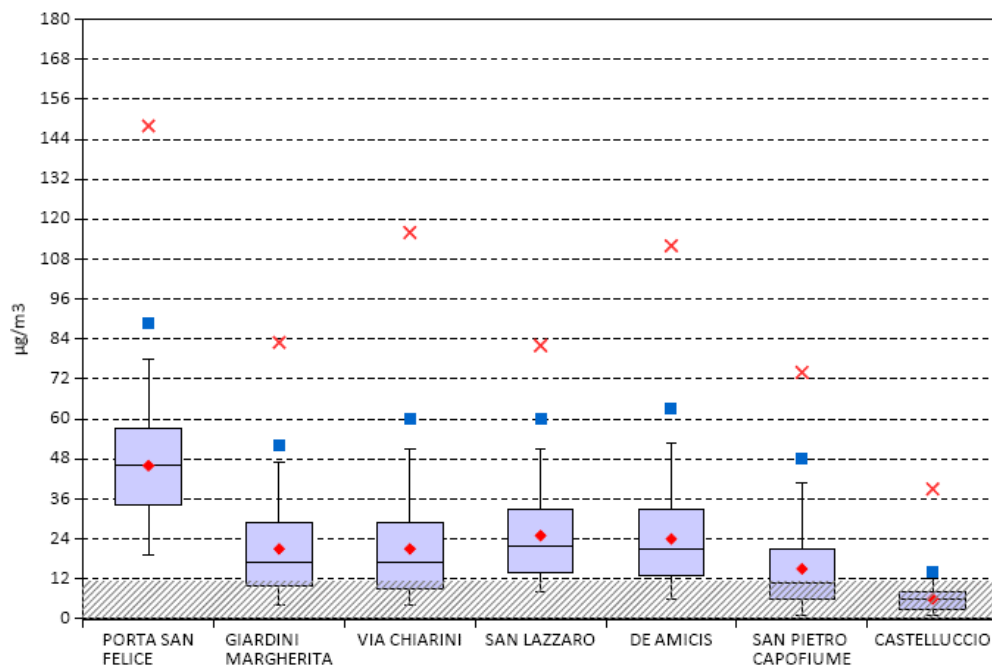


Figura 4-9 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria Report 2019 - NO<sub>2</sub>: Box Plot delle statistiche annuali 2019

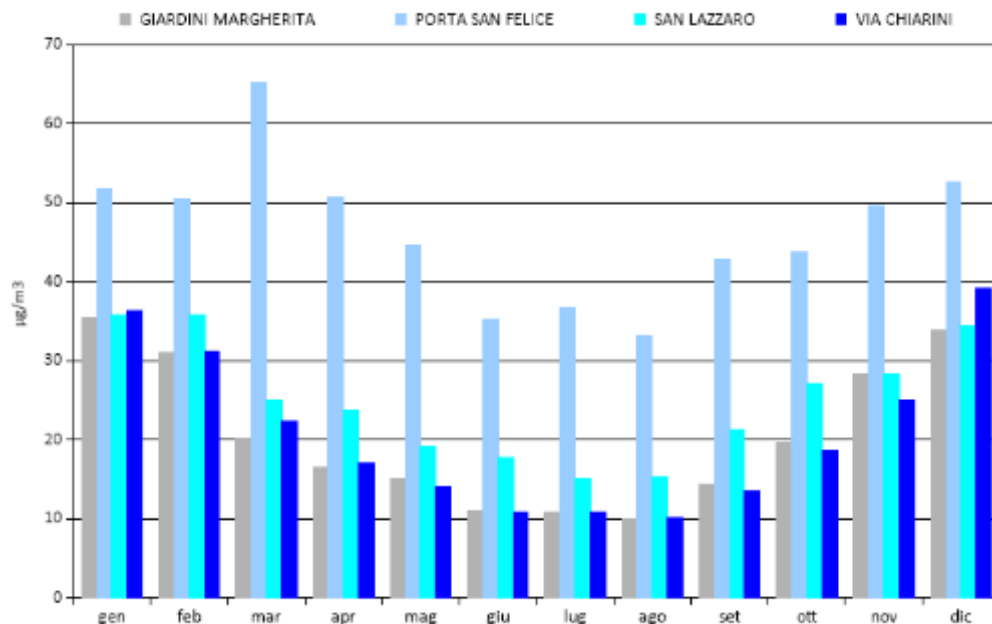


Figura 4-10 – Rete di monitoraggio qualità dell'aria Report 2019 – Agglomerato - NO<sub>2</sub>: Concentrazioni medie mensili

Nell'Agglomerato (fig. sopra), i valori medi di NO<sub>2</sub> più elevati sono stati registrati dalla stazione da traffico di Porta San Felice, in particolare nel mese di marzo.

Nel grafico che segue si riportano i valori delle medie annuali rilevate a partire dall'anno 2009. Non si evince un trend univoco sul lungo periodo per gli anni considerati. Per le stazioni da traffico si osserva che il valore limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup> è stato sempre superato a Porta San Felice.

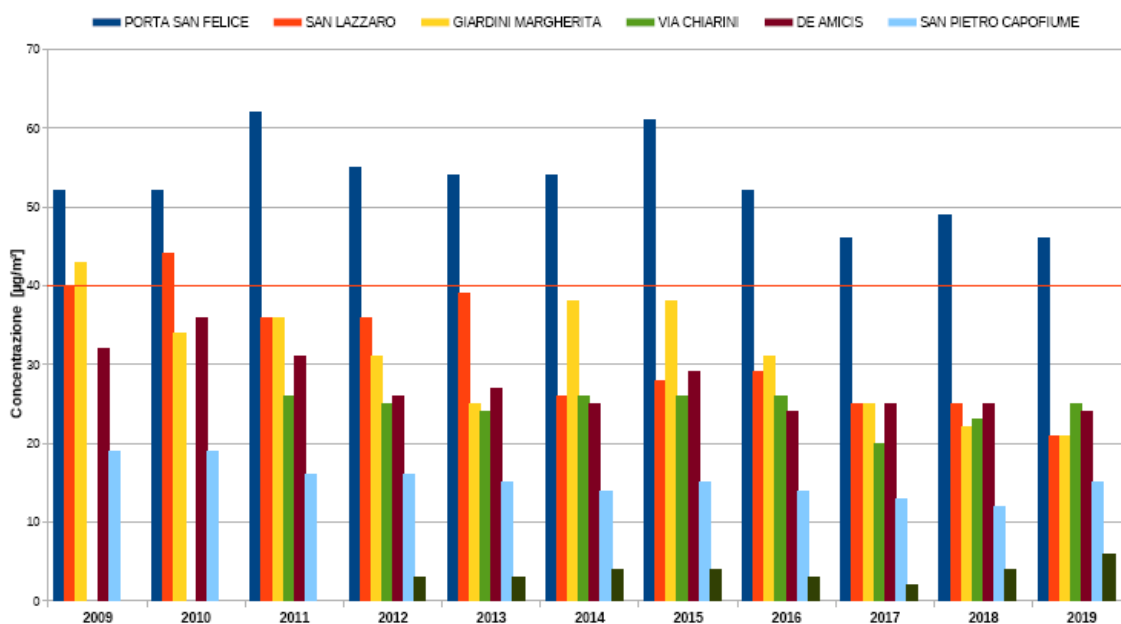


Figura 4-11 – Rete di monitoraggio qualità dell'aria Report 2019 – Agglomerato - NO<sub>2</sub>: Confronto medie annuali 2009-2019

#### 4.2.5.2 Ozono (O<sub>3</sub>)

L'ozono è un componente gassoso dell'atmosfera molto reattivo e aggressivo. Negli strati alti dell'atmosfera terrestre (stratosfera) è di origine naturale e aiuta a proteggere la vita sulla Terra, creando uno scudo che filtra i raggi ultravioletti del Sole. Invece negli strati bassi dell'atmosfera terrestre (troposfera) è presente in concentrazioni elevate a seguito di situazioni d'inquinamento e provoca disturbi irritativi all'apparato respiratorio e danni alla vegetazione.

STAZIONE	min	50°	MEDIA	90°	95°	98°	MAX
Bologna Giardini Margherita	<8	44	50	107	125	143	204
Bologna Chiarini	<8	36	44	104	126	146	226

Tabella 4-3 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria - Report 2019 - O<sub>3</sub>: Concentrazioni in µg/m<sup>3</sup>

Dall'analisi delle concentrazioni medie mensili calcolate per l'anno 2019 è possibile mettere in evidenza l'andamento stagionale dell'ozono, con valori molto simili in quasi tutte le stazioni di rilevamento di tale parametro.

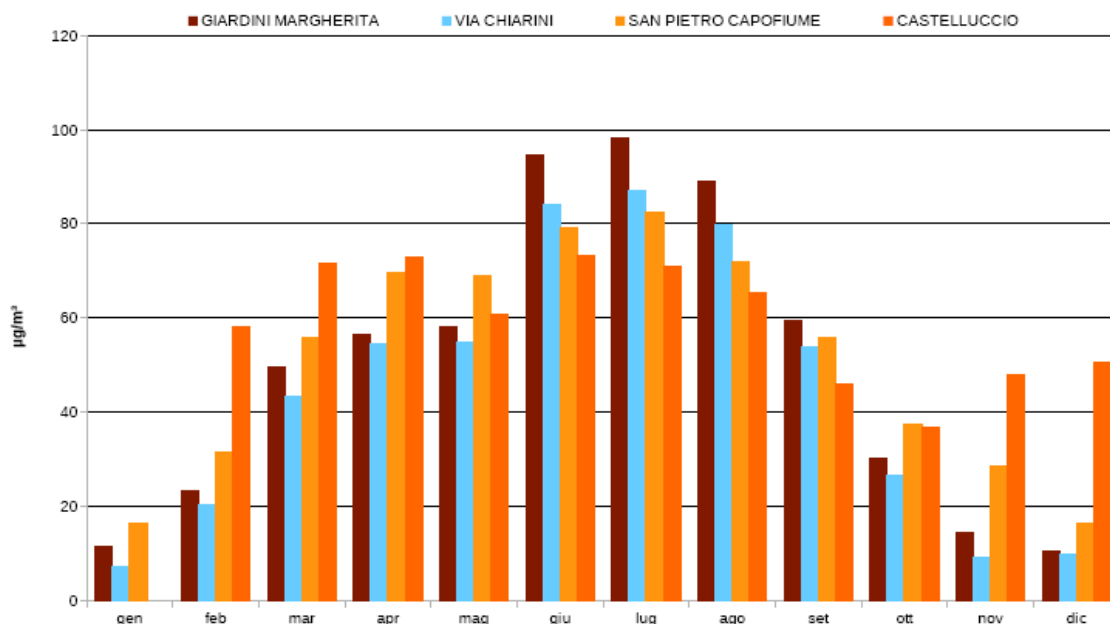



Figura 4-12 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria Report 2018 – O3: Concentrazioni medie mensili

I valori medi mensili più elevati sono stati registrati tra luglio e agosto, con una crescita più graduale nella transizione inverno-estate ed un brusco calo nel passaggio estate-inverno.

O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) – medie mensili anno 2019												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Bologna Giardini Margherita	12	23	49	56	58	95	98	89	60	30	15	11
Bologna Chiarini	<8	20	43	55	55	84	87	80	54	27	9	10

Tabella 4-4 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria Report 2019– O3: Concentrazioni Medie mensili anno 2019

 percentuale di dati validi inferiore al 90%

Per quanto attiene all'ozono troposferico i limiti da rispettare stabiliti dal D. Lgs. 155/2010 per la protezione della salute umana sono riferiti sia al breve periodo sia al medio-lungo periodo. Per il breve periodo sono definite 2 soglie di concentrazione limite:

la "soglia di informazione", pari a 180 µg /m<sup>3</sup> di ozono misurato in aria come media oraria;

la "soglia di allarme" pari a 240 µg /m<sup>3</sup> di ozono misurato in aria come media oraria.

Non sono stati rilevati superamenti della soglia di informazione nell'arco dell'anno 2019.

O <sub>3</sub> anno 2019 – numero di giorni di superamento soglia di informazione (180 µg/m <sup>3</sup> )													
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	2019
Bologna Giardini Margherita	0	0	0	0	0	5	13	0	0	0	0	0	18
Bologna Chiarini	0	0	0	0	0	8	17	0	0	0	0	0	25

Tabella 4-5 – Rete di monitoraggio qualità dell'aria Report 2019 – O<sub>3</sub>: Superamenti soglia di informazione - anno 2019

 percentuale di dati validi inferiore al 90%

Nella tabella che segue si riporta il numero dei superamenti dei valori obiettivo per l'anno considerato come media degli ultimi 3 anni. Si rileva come in entrambe le stazioni vi sia stato superamenti del limite normativo.


O <sub>3</sub> anno 2019 – numero giorni di superamento valore obiettivo (120 mg/m <sup>3</sup> )		
Stazione	media 3 anni	
Bologna Giardini Margherita	50	
Bologna Chiarini	50	
LIMITE NORMATIVO	N° max sup	25

Tabella 4-6 – Rete di monitoraggio qualità dell'aria Report 2019 – O<sub>3</sub>: Superamenti valore obiettivo per salute umana -2019

Nella tabella che segue si riporta il numero di superamenti riferiti ad un anno: in entrambe le stazioni sono stati rispettati i criteri di aggregazione dei valori.

O <sub>3</sub> anno 2019 – numero di giorni di superamento obiettivo a lungo termine (120 µg/m <sup>3</sup> )													
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	2019
Bologna Giardini Margherita	0	0	0	0	0	16	19	22	2	0	0	0	59
Bologna Chiarini	0	0	0	0	0	17	18	21	4	0	0	0	60

Tabella 4-7 – Rete monitoraggio qualità aria Report 2019 – O<sub>3</sub>: Superamenti obietti. lungo termine per la salute umana anno 2019

 percentuale di dati validi inferiore al 90%



 mesi estivi <5

Nel grafico che segue si riportano le serie annuali dei superamenti dell'obiettivo a lungo termine confrontati con il numero di giorni favorevoli alla formazione di ozono, definiti come le giornate in cui la temperatura massima supera i 29°C. Dal punto di vista qualitativo si osserva un andamento generalmente concorde fra le due grandezze, ma non per tutte le stazioni, a conferma di come la formazione dell'ozono sia governata sia dalle condizioni meteorologiche che dalla collocazione territoriale delle stazioni monitorate.

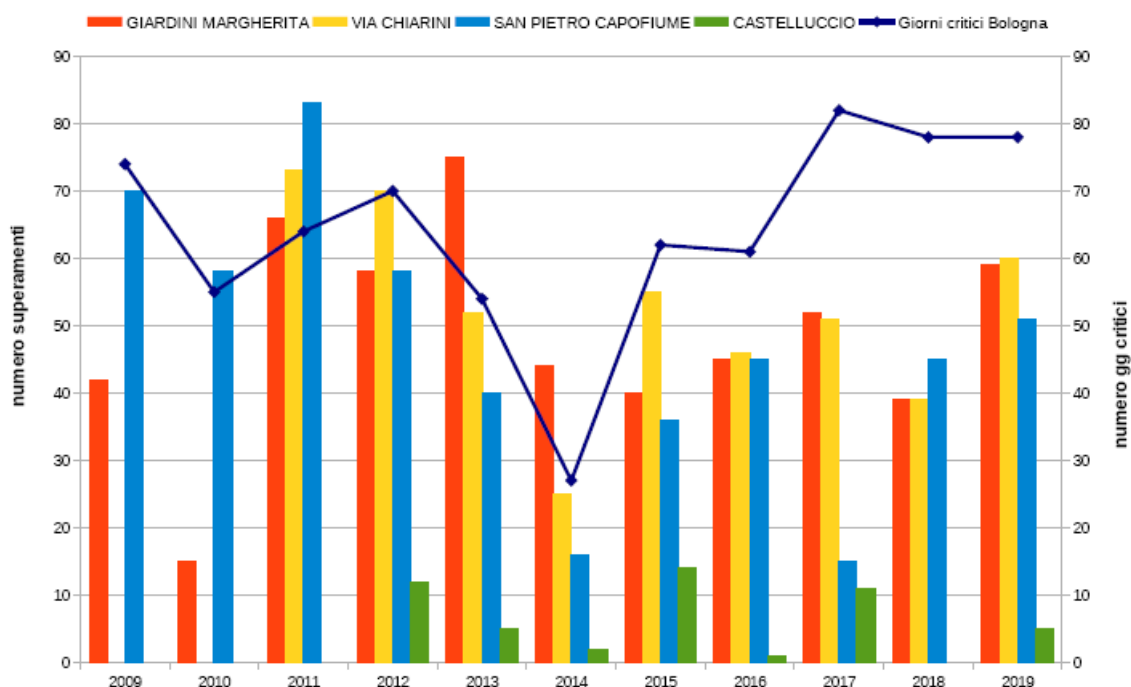


Figura 4-13 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria Report 2019 – O3: Confronto superamenti obiettivo a lungo termine e numero di giorni critici

#### 4.2.5.3 Particolato (PM10)

STAZIONE	n. dati validi	min	50°	media	90°	95°	98°	MAX
Bologna Porta San Felice	357	<5	22	26	48	57	67	87
Bologna Giardini Margherita	351	<5	18	22	41	53	62	77

Bologna Chiarini	347	<5	22	25	43	54	62	71
------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

Tabella 4-8 – Rete di monitoraggio qualità dell'aria - Report 2019 – PM10: Parametri statistici e confronto coi limiti di legge

La valutazione delle concentrazioni estesa all'intero anno mostra che nel 2019 le medie annuali ottenute non superano il valore limite di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in tutti i siti di misura, inclusa la stazione da traffico Porta San Felice nell'agglomerato di Bologna. Le medie mensili delle stazioni dell'Agglomerato evidenziano un andamento stagionale con concentrazioni più elevate nel semestre invernale per tutte le centraline, soprattutto in febbraio.

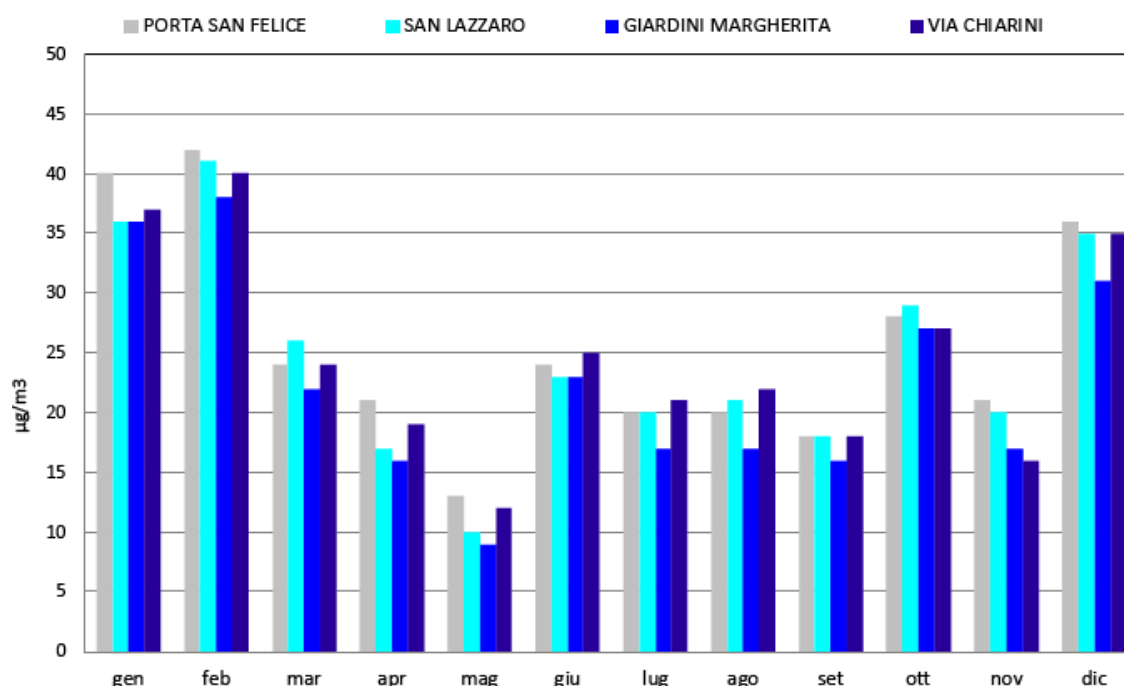



Figura 4-14 – Rete di monitoraggio qualità dell'aria Report 2019 – O3: Concentrazioni medie mensili

PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – medie mensili anno 2019												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Bologna Porta San Felice	40	42	24	24	13	24	20	20	18	28	21	36
Bologna Giardini Margherita	36	38	22	16	9	23	17	17	16	27	17	31
Bologna Chiarini	37	40	24	19	12	25	21	22	18	27	16	35

Tabella 4-9 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria Report 2019 – PM10: Concentrazioni Medie mensili anno 2019


 percentuale di dati validi inferiore al 90%


 percentuale di dati validi inferiore al 75%

Il numero dei giorni di superamento del valore limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> nell'anno 2019 risulta minore dei 35 stabiliti dalla normativa per tutte le stazioni di monitoraggio. Le giornate con concentrazioni superiori a 50 µg/m<sup>3</sup> sono state registrate nei mesi di gennaio e febbraio. In generale, rispetto al 2018, il numero di superamenti del valore limite giornaliero dell'anno in esame è tornato ai livelli degli anni precedenti.

PM <sub>10</sub> anno 2019 – Numero di giorni di superamento della media giornaliera (50 µg/m <sup>3</sup> )													
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	2019
Bologna Porta San Felice	9	10	2	0	0	0	0	0	0	4	0	7	32
Bologna Giardini Margherita	4	8	2	0	0	0	0	0	0	4	0	5	23
Bologna Chiarini	6	7	2	0	0	0	0	0	0	3	0	3	21

Tabella 4-10 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria Report 2019 – PM<sub>10</sub>: Superamenti della media giornaliera e confronto coi limiti di legge - anno 2019

 percentuale di dati validi inferiore al 90%

 percentuale di dati validi inferiore al 75%

Confrontando il numero stimato di giorni favorevoli all'accumulo (giorni critici) con gli effettivi superamenti del valore limite della media giornaliera di PM<sub>10</sub> (50 µg/m<sup>3</sup>) registrati dal 2009 ad oggi (Figura che segue) si evidenzia che a partire dal 2014 in generale vi è una maggiore distanza tra i due andamenti.

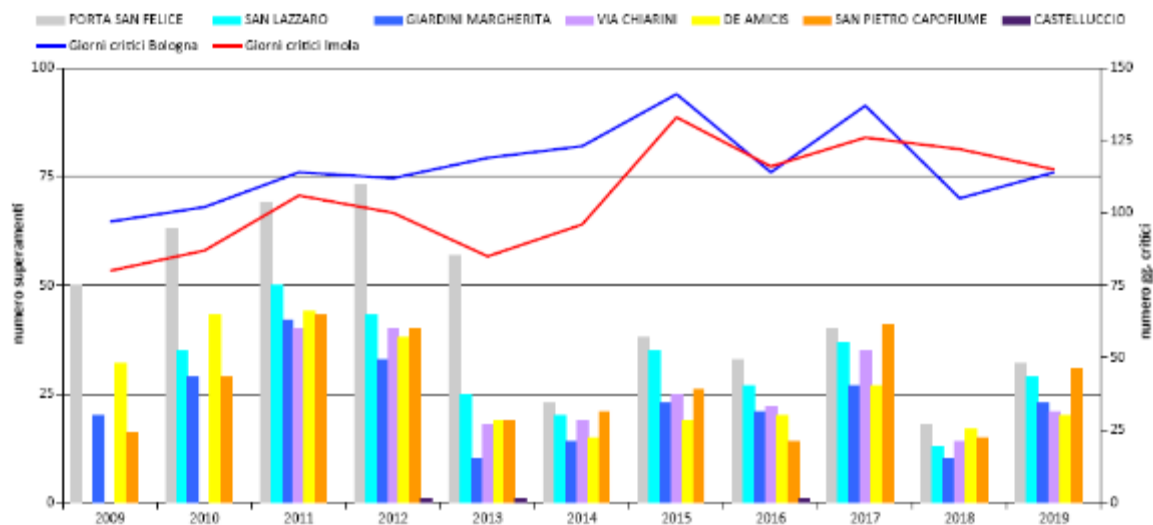


Figura 4-15 – Rete di monitoraggio qualità dell'aria Report 2019– PM10 Confronto superamenti 50 µg/m3 e numero di giorni critici

#### 4.2.5.4 Particolato (PM2.5)

STAZIONE	n. dati validi	min	50°	Media	90°	95°	98°	MAX
Bologna Porta San Felice	355	<5	12	16	34	41	50	64
Bologna Giardini Margherita	356	<5	10	14	32	38	48	61

Tabella 4-11 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria - Report 2019 PM2.5 – Concentrazioni in µg/m3 anno 2019

Le concentrazioni medie annue risultano nel 2019 significativamente inferiori al valore limite di 25 µg/m3 per entrambe le postazioni.

Nella figura che segue sono esposte le medie mensili delle concentrazioni del particolato PM2,5 per l'anno 2019: i valori più elevati sono stati rilevati nei mesi autunno-invernali.

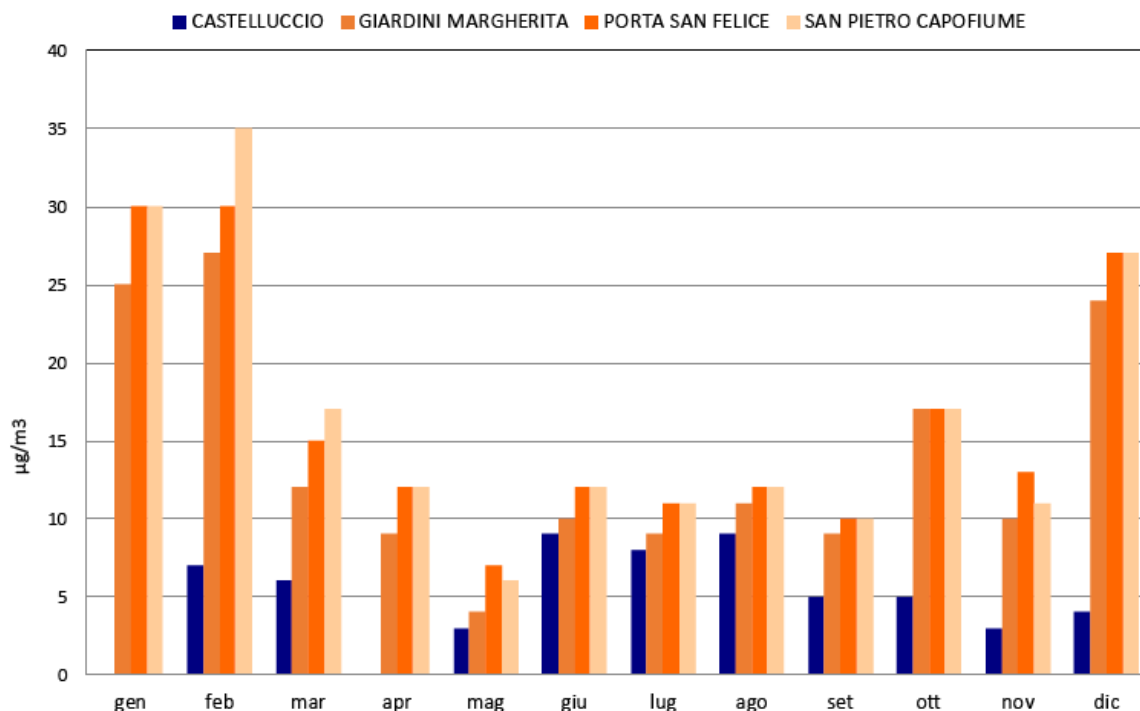




Figura 4-16 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria - Report 2019 PM2.5 – Concentrazioni medie mensili 2019

PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) – medie mensili anno 2019												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Bologna Porta San Felice	30	30	15	12	7	12	11	12	10	17	13	27
Bologna Giardini Margherita	25	27	12	9	<5	10	9	11	9	17	10	24

Tabella 4-12 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria - Report 2019 PM2.5 – Concentrazioni medie mensili

 percentuale di dati validi inferiore al 90%

 percentuale di dati validi inferiore al 75%

Il grafico di seguito mostra un confronto tra i valori medi mensili dei rapporti percentuali di PM2.5 e PM10 per il 2018. Il rapporto tra i due parametri può fornire indicazioni sulle relazioni tra le due frazioni di particolato nei vari periodi stagionali nei diversi siti di misura, presentando una variabilità che dipende dai fattori stagionali: infatti si registrano valori minimi nel periodo estivo, quando aumentano i fenomeni di sospensione e di trasporto a lunga distanza di particelle per la frazione grossolana, mentre i massimi sono misurati in inverno, quando diventa



più rilevante il ristagno e l'accumulo delle particelle fini originate dai processi di combustione per la maggiore stabilità verticale dell'aria.

L'andamento mensile dei rapporti percentuali nel 2019 mostra un comportamento simile tra i siti anche se con valori diversi, comunque più elevati nei mesi invernali e nelle stazioni di pianura. Il rapporto PM2.5/PM10 è variato a Porta San Felice da un minimo del 50% nel mese di giugno ad un massimo del 75% in gennaio e dicembre, mentre a San Pietro Capofiume da un minimo del 52% nel mese di giugno e un massimo del 79% a gennaio e dicembre.

Nella postazione di Giardini Margherita si ha un minimo del 43% nel mese di giugno e un massimo del 77% nel mese di dicembre. Il rapporto PM2.5/PM10 relativo alla stazione di Castelluccio, ha raggiunto il minimo a settembre e ottobre (45%) ed il valore massimo ad aprile (80%).

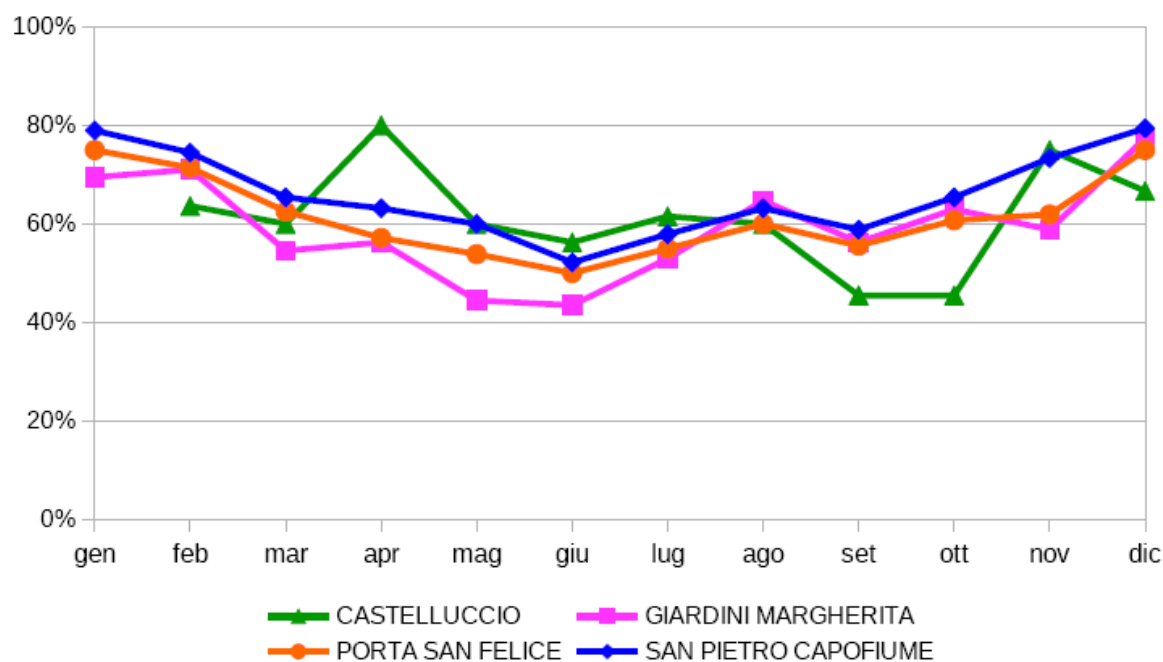


Figura 4-17 – Rete di monitoraggio qualità dell'aria - Report 2019 - Rapporto PM2.5 / PM10: medie mensili

#### 4.2.5.5 Monossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio (CO) è un tipico prodotto derivante dalla combustione; è incolore e inodore. Si forma durante la combustione in condizioni di difetto d'aria, ovvero quando il quantitativo di ossigeno non è sufficiente per ossidare completamente le sostanze organiche.

La principale sorgente di CO è storicamente rappresentata dal traffico veicolare (circa l'80% delle emissioni a livello mondiale), essendo presente, in particolare, nei gas di scarico dei veicoli a benzina. La concentrazione di CO emessa dagli scarichi dei veicoli è strettamente connessa alle condizioni di funzionamento del motore: si registrano concentrazioni più elevate con motore al minimo e in fase di decelerazione, condizioni tipiche di traffico urbano intenso e rallentato.

La continua evoluzione delle tecnologie utilizzate ha comunque permesso di ridurre al minimo la presenza di questo inquinante in aria.

STAZIONE	n. dati validi	min	50°	MEDIA	90°	95°	98°	MAX
Bologna Porta San Felice	8.423	<0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,4	4,8

Tabella 4-13 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria - Report 2019 CO – Parametri statistici - anno 2019

Il Decreto Legislativo n. 155/2010 stabilisce per il monossido di carbonio un valore limite pari a 10 mg/m<sup>3</sup> come massima concentrazione media giornaliera su 8 ore. Tale valore non è mai stato superato nel 2019, con concentrazioni di CO nettamente inferiori, di uno o due ordini di grandezza, rispetto al valore limite. Per tale ragione la configurazione della rete di monitoraggio prevede la rilevazione di questo inquinante solo nelle stazioni da traffico, ovvero dove più alta si presume sia la sua concentrazione.

In generale le concentrazioni medie mensili di CO presentano valori molto bassi nell'intero arco dell'anno, e sostanzialmente più bassi nei mesi centrali dell'anno.

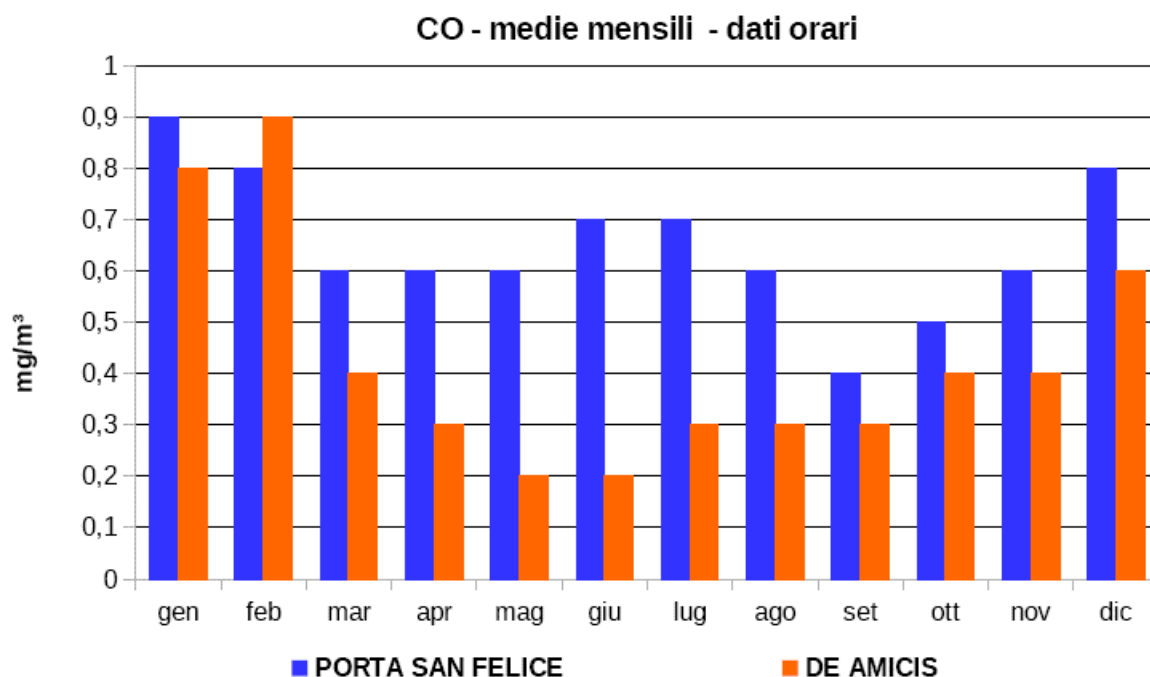



Figura 4-18 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria - Report 2019 CO – Concentrazioni medie mensili anno 2019

CO (µg/m³) – Medie mensili anno 2019												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Bologna Porta San Felice	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,4	0,5	0,6	0,8

Tabella 4-14 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria - Report 2019 CO – Conc. medie mensili anno 2019

 percentuale di dati validi inferiore al 90%

L'analisi dei dati medi annuali e degli andamenti temporali (vedi figura e tabella che seguono), mostra per la stazione di Porta san Felice valori appena superiori al limite di quantificazione. In ogni caso i valori oscillano intorno ad una media molto lontana dal limite legislativo, analogamente a quanto osservato su tutto il territorio regionale.

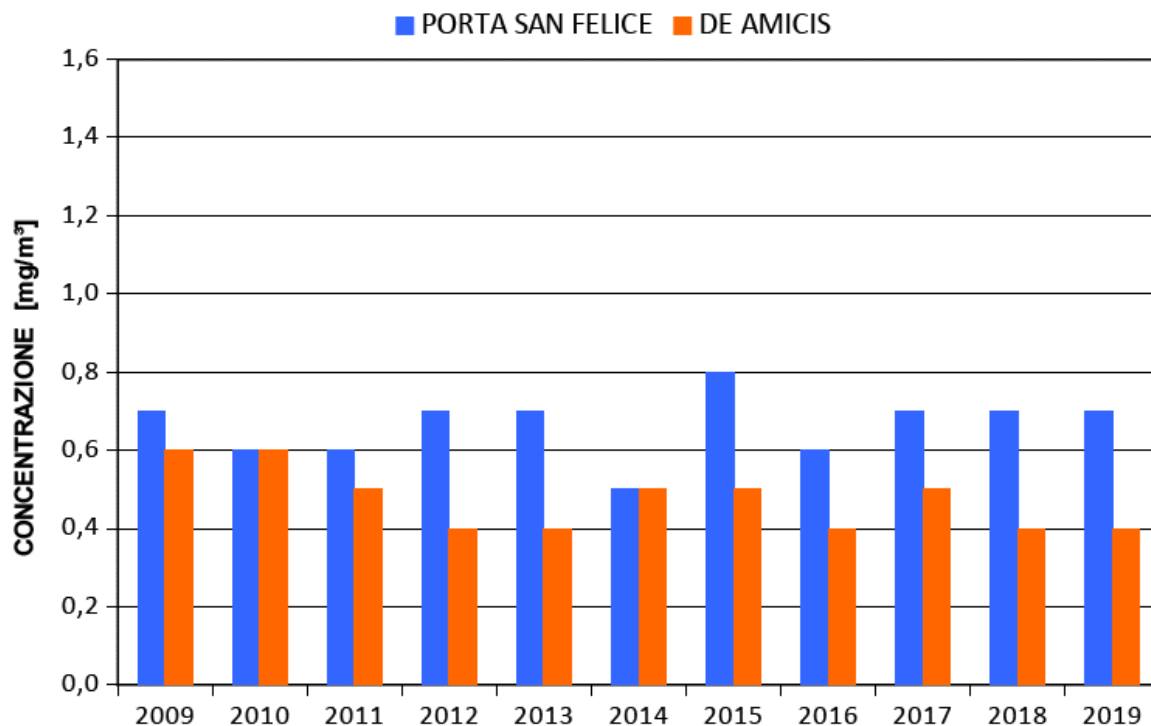


Figura 4-19 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria - Report 2019 CO – Confronto medie annuali 2009-2019

CO – Medie annuali 2009-2019											
Stazione	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Bologna Porta San Felice	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	<0,6	0,8	0,6	0,7	0,7	0,7

Tabella 4-15 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria - Report 2019 CO – Andamento temporale delle medie annuali

#### 4.2.5.6 Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Il benzene è un composto liquido e incolore dal caratteristico odore aromatico pungente, molto volatile a temperatura ambiente. L'effetto più noto dell'esposizione cronica riguarda la potenziale cancerogenicità del benzene sul sistema emopoietico. La maggior parte del benzene oggi prodotto (85%) trova impiego nella chimica come materia prima per numerosi composti secondari, a loro volta utilizzati per produrre plastiche, resine, detergenti, fitofarmaci, intermedi per l'industria farmaceutica, vernici, collanti, inchiostri, adesivi e prodotti per la pulizia. Il benzene è, inoltre, contenuto nelle benzine, alle quali viene aggiunto, insieme ad altri

composti aromatici, per conferire le volute proprietà antidetonanti e per aumentare il “numero di ottani”.

STAZIONE	n. dati validi	min	50°	MEDIA	90°	95°	98°	MAX
Bologna Porta San Felice	8.038	0,1	0,9	1,1	2,1	2,6	3,5	16,2

Tabella 4-16 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria - Report 2019 C6H6 – Parametri statistici e confronto con i limiti di legge - anno 2019

Nel grafico che segue sono riportate le concentrazioni medie mensili. Come si può evincere, i valori medi annui misurati risultano significativamente inferiori al valore limite di 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , raggiungendo nella stazione di Porta San Felice valori superiori ai 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nei mesi invernali (Gennaio e Dicembre) con un massimo di 2,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a gennaio.

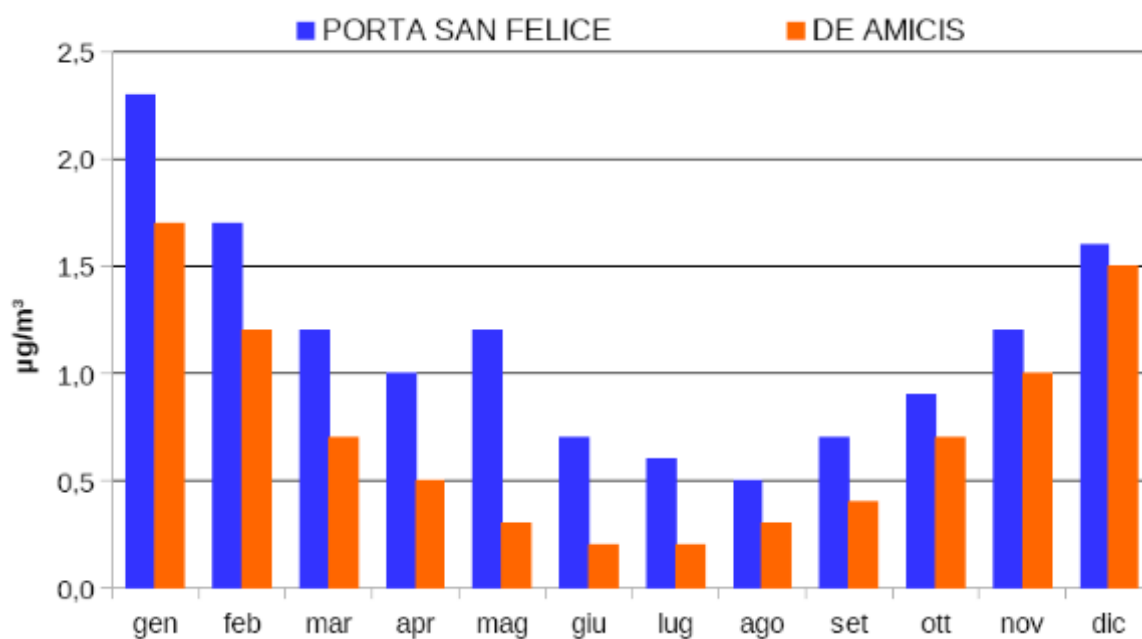


Figura 4-20 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria - Report 2019 C6H6– Concentrazioni medie mensili anno 2019

C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – medie mensili anno 2019												
Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Bologna Porta San Felice	2,3	1,7	1,2	1,0	1,2	0,7	0,6	0,5	0,7	0,9	1,2	1,6

Tabella 4-17 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria - Report 2019 C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> – Concentrazioni medie mensili 2019

 percentuale di dati validi inferiore al 90%



Dai dati rilevati nella stazione urbana da traffico di Porta San Felice dal 2009 al 2019 emerge una tendenza alla riduzione della concentrazione media annuale, con due periodi (dal 2012 al 2015 e dal 2016 al 2018) caratterizzati da medie annuali sostanzialmente stabili. Va comunque sottolineata la netta riduzione tra la media del 2018 e quella del 2019 arrivata a 1,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Nella stazione urbana da traffico di Imola in viale De Amicis si registra per l'anno 2019 una concentrazione media annua pari a 0,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , che risulta essere la più bassa di tutta la serie storica dal 2010. Nel complesso l'andamento delle medie annuali di entrambe le stazioni considerate evidenzia una diminuzione della criticità di questo parametro.

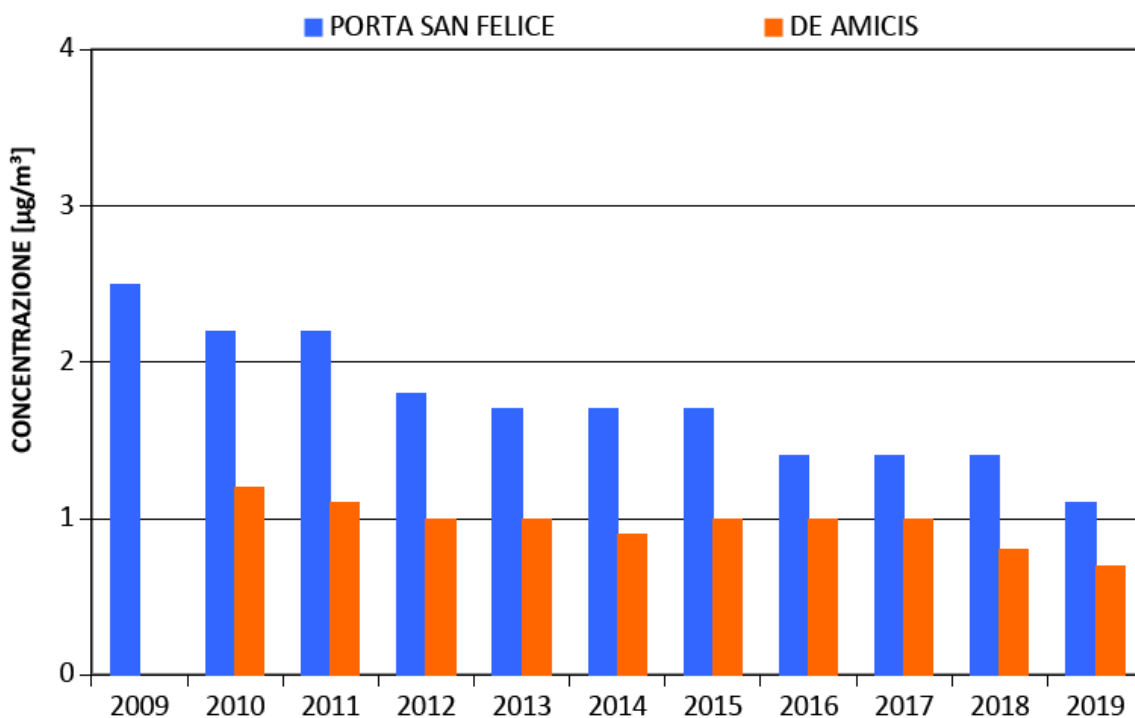


Figura 4-21 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria - Report 2019 C6H6 – Confronto medie annuali 2009-2019

C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> – Medie annuali 2009-2019											
Stazione	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Bologna Porta San Felice	2,5	2,2	2,2	1,8	1,7	1,7	1,7	1,4	1,4	1,4	1,1

Tabella 4-18 – Rete monitoraggio qualità dell'aria - Report 2019 C6H6– Confronto medie annuali 2009-2019

#### 4.2.6 SIMULAZIONE ATMOSFERICA STATO ATTUALE/STATO DI PROGETTO

##### 4.2.6.1 Modello di simulazione

Per le simulazioni relative alle concentrazioni presentate in questo studio è stato utilizzato il software previsionale MMS CALINE, che implementa il modello di dispersione CALINE. Il programma elabora, per ogni stringa oraria dei dati meteo, la diffusione degli inquinanti implementati come sorgenti lineari associati ai diversi tratti stradali con i corrispondenti fattori di emissioni. Il post processore MMS RUNANALYZER consente di aggregare i dati e di renderli disponibili per il loro confronto.

CALINE appartiene alla categoria dei modelli gaussiani e tiene espressamente conto della forma lineare della sorgente e della turbolenza indotta dal moto degli autoveicoli.

I dati di ingresso richiesti da questo modello riguardano le caratteristiche geometriche dei tratti stradali (coordinate degli estremi, larghezza, quota al di sopra del suolo), la tipologia di ogni tratto stradale (a raso, interrato, in barriera, ponte) e del dominio di calcolo (posizione e quota dei recettori in corrispondenza dei quali si calcolano le concentrazioni). Per ogni tratto stradale sono inoltre necessari i fattori di emissione di ciascun inquinante. È inoltre necessario disporre dei parametri meteorologici che influenzano la dispersione degli inquinanti: velocità e direzione del vento, altezza dello strato di rimescolamento, classe di stabilità atmosferica secondo Pasquill-Gifford. Le variabili meteorologiche con media oraria devono avere natura puntuale.

I risultati sono stati elaborati per lo stato di fatto e per lo stato di progetto, in modo da rappresentare la variazione definitiva rispetto allo scenario attuale.

##### 4.2.6.2 Dati di traffico

È stato elaborato uno studio di traffico con i carichi trasportistici sulla rete urbana riferiti allo scenario attuale, ad uno scenario di riferimento corrispondente all'entrata in esercizio della Linea Rossa del tram e allo scenario di progetto, che contempla l'entrata in esercizio anche della direttrice di Corticella.

I suddetti dati sono stati organizzati in flussi sia per gli archi monodirezionali che bidirezionali con ripartizione in autovetture, veicoli commerciali leggeri (furgoni), mezzi pesanti, bus, filobus e tram.

Si evidenzia come la ripartizione tra veicoli privati e trasporto pubblico rappresenti un parametro significativo per comprendere l'efficienza di quest'ultimo. Nel caso specifico, si attende che l'introduzione di nuove linee tramviarie sottraggano volumi di traffico ai veicoli privati e riducano il contributo del trasporto pubblico su gomma: entrambe le situazioni favoriscono una diminuzione dell'emissione di inquinanti e un conseguente miglioramento della qualità dell'aria.

I dati di traffico, estrapolati sulla linea del tracciato della linea tramviaria di Corticella, sono espressi come Traffico Giornaliero Medio attraverso la seguente tabella di sintesi, che tiene conto dei due sensi di marcia:

TRATTA	STATO DI FATTO					SCENARIO RIFERIMENTO					SCENARIO PROGETTO				
	A	F	P	B	T	A	F	P	B	T	A	F	P	B	T
VIA DEI MILLE	6690	304	35	368	0	6036	299	22	452	0	5876	299	22	363	99
	0	0	0	473	0	0	0	0	555	360	0	0	0	455	268
VIA DELL'INDIPENDENZA	3111	101	5	882	0	2679	101	17	493	554	2783	96	18	393	565
	0	0	0	830	0	0	0	0	448	194	0	0	0	359	396
PONTE MATTEOTTI	12442	733	48	1071	0	9826	635	41	603	385	9851	640	42	261	396
	7644	96	7	1052	0	4194	27	2	586	386	4258	27	2	249	396
VIA G. MATTEOTTI LATO PONTE	14843	819	48	1071	0	12112	719	41	603	385	12081	723	42	261	396
	0	0	0	872	0	0	0	0	406	386	0	0	0	97	396
VIA G. MATTEOTTI LATO P.ZZA DELL'UNITA'	358	19	0	861	0	884	49	0	395	385	894	49	0	80	396
	0	0	0	843	0	0	0	0	377	386	0	0	0	68	396
VIA FERRARESE	0	0	0	29	0	0	0	0	29	0	0	0	0	29	0
	2120	61	17	29	0	1584	34	14	29	0	1499	34	14	29	0
PIAZZA DELL'UNITA'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	194	0	0	0	0	396
	0	0	0	306	0	0	0	0	148	194	0	0	0	3	396
VIA MAZZA	10030	324	55	305	0	251	9	0	229	0	0	0	0	140	198
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	198
VIA DI CORTICELLA	0	0	0	299	0	0	0	0	108	191	0	0	0	1	198

TRATTA	STATO DI FATTO					SCENARIO RIFERIMENTO					SCENARIO PROGETTO				
	A	F	P	B	T	A	F	P	B	T	A	F	P	B	T
	4805	47	6	293	0	3797	52	6	101	192	2615	42	4	1	198
VIA DI CORTICELLA.A1	1997	26	1	301	0	2353	18	1	165	193	1226	9	0	1	198
	7467	102	8	293	0	8142	116	8	101	192	5516	87	5	1	198
VIA DI CORTICELLA.A2	10888	118	8	292	0	11359	128	8	100	192	8339	91	6	0	198
	7563	26	1	299	0	8424	24	1	163	193	6462	16	0	0	198
VIA DI CORTICELLA.B	13847	117	50	292	0	12461	83	2	100	192	10501	64	2	0	198
	9615	41	39	285	0	7109	0	0	163	179	4533	0	0	0	198
VIA DI CORTICELLA.C	6047	0	0	287	0	7877	75	2	95	192	4256	0	0	0	198
	4740	0	0	279	0	4261	0	0	100	179	2079	0	0	0	198
VIA BENTINI	6095	0	0	273	0	7742	161	5	91	182	4734	67	2	0	198
	4869	0	0	276	0	6100	0	0	95	181	3568	0	0	0	198
VIA DI CORTICELLA.D	1287	0	0	44	0	1292	0	0	0	44	1361	0	0	0	0
	2301	0	0	44	0	2342	0	0	0	44	2400	0	0	0	0

A = Auto, F = Furgoni, P = Pesanti, B = Bus, T = Tram e Filobus (trazione elettrica)

#### 4.2.6.3 Fattori di emissione medi per il traffico

Al fine di applicare modelli di calcolo previsionali, ad ogni tratto stradale è stato assegnato un fattore medio di emissione per ogni inquinante considerato, determinato considerando il Parco Aci Circolante e i fattori di emissione per categoria veicolare.

I dati di input considerati per il Parco Aci Circolante sono disponibili online nell'aggiornamento del 2018: <http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/autoritratto/autoritratto-2018.html>.

Nel dettaglio è stata considerata la consistenza Copert della Provincia di Bologna, così composta:

#### AUTOVETTURE

PROVINCIA	ALIMENTAZIONE	FASCIA	TOTALE
BOLOGNA	BENZINA	Fino a 1400	205.813

PROVINCIA	ALIMENTAZIONE	FASCIA	TOTALE
		1401 - 2000	<b>43.168</b>
		Oltre 2000	<b>6.455</b>
		Non definito	<b>6</b>
	BENZINA Totale		<b>255.442</b>
	BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	<b>49.760</b>
		1401 - 2000	<b>16.417</b>
		Oltre 2000	<b>1.001</b>
		Non definito	<b>1</b>
	BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		<b>67.179</b>
	BENZINA E METANO	Fino a 1400	<b>40.975</b>
		1401 - 2000	<b>9.554</b>
		Oltre 2000	<b>272</b>
	BENZINA E METANO Totale		<b>50.801</b>
	ELETTRICO-IBRIDO	Fino a 1400	<b>920</b>
		1401 - 2000	<b>8.862</b>
		Oltre 2000	<b>1.467</b>
		Non contemplato	<b>249</b>
	ELETTRICO-IBRIDO Totale		<b>11.498</b>
	GASOLIO	Fino a 1400	<b>34.558</b>
		1401 - 2000	<b>166.023</b>
		Oltre 2000	<b>30.046</b>
	GASOLIO Totale		<b>230.627</b>
	ALTRE	Fino a 1400	<b>11</b>
		1401 - 2000	<b>1</b>
	ALTRE Totale		<b>12</b>
	NON DEFINITO	Fino a 1400	<b>11</b>
		1401 - 2000	<b>3</b>
		Non definito	<b>4</b>
	NON DEFINITO Totale		<b>18</b>
BOLOGNA Totale			<b>615.577</b>

#### VEICOLI INDUSTRIALI LEGGERI

PROVINCIA	ALIMENTAZIONE	FASCIA	TOTALE
BOLOGNA	BENZINA	Fino a 3,5	<b>3.059</b>
		Non definito	<b>71</b>



PROVINCIA	ALIMENTAZIONE	FASCIA	TOTALE
	BENZINA Totale		3.130
	BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 3,5	1.768
		Non definito	16
	BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		1.784
	BENZINA E METANO	Fino a 3,5	4.347
		Non definito	11
	BENZINA E METANO Totale		4.358
	ELETTRICO-IBRIDO	Fino a 3,5	51
		Non contemplato	86
	ELETTRICO-IBRIDO Totale		137
	GASOLIO	Fino a 3,5	58.818
		Non definito	664
	GASOLIO Totale		59.482
	NON DEFINITO	Fino a 3,5	1
	NON DEFINITO Totale		1
<b>BOLOGNA Totale</b>			<b>68.892</b>

#### VEICOLI INDUSTRIALI PESANTI

PROVINCIA	ALIMENTAZIONE	FASCIA	TOTALE
<b>BOLOGNA</b>	BENZINA	Oltre 3,5	31
	BENZINA Totale		31
	BENZINA E GAS LIQUIDO	Oltre 3,5	9
	BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		9
	BENZINA E METANO	Oltre 3,5	63
	BENZINA E METANO Totale		63
	GASOLIO	3,6 - 7,5	2.780
		7,6 - 12	1.972
		12,1 - 14	242
		14,1 - 20	1.347
		20,1 - 26	2.284
		26,1 - 28	15
		28,1 - 32	516
		Oltre 32	40
	GASOLIO Totale		9.196
	NON DEFINITO	20,1 - 26	1

PROVINCIA	ALIMENTAZIONE	FASCIA	TOTALE
	NON DEFINITO Totale		1
<b>BOLOGNA Totale</b>			<b>9.300</b>

## MOTOCICLI

PROVINCIA	FASCIA	TOTALE
BOLOGNA	fino a 125	32.666
	126 - 250	31.953
	251 - 750	39.936
	Oltre 750	20.959
	Non contemplato	54
	Non definito	51
<b>BOLOGNA Totale</b>		<b>125.619</b>

## AUTOBUS

PROVINCIA	USO	TOTALE
BOLOGNA	Noleggio	325
	Privato	280
	Pubblico	1.077
	Altri usi	12
	Non contemplato	21
<b>BOLOGNA Totale</b>		<b>1.715</b>

Per quanto riguarda i fattori di emissione, sono stati considerati i FE ISPRA del 2018.

Al fine di mettere in risalto l'effetto della diversa distribuzione dei flussi sulla rete stradale complessiva del territorio comunale, tali fattori di emissione sono stati considerati sia per lo stato attuale che per lo stato di progetto, senza tener conto di eventuali ipotesi relative alla tendenza di diminuzione delle emissioni legata al miglioramento del parco auto.

Nel dettaglio i "fattori di emissione 2018 per categoria veicolare" sono di seguito riportati per gli inquinanti indagati:

Sector	Fuel	CO 2018 g/km TOTALE	NOx 2018 g/km TOTALE	PM2.5 2018 g/km TOTALE	PM10 2018 g/km TOTALE
Passenger Cars	Gasoline	1,6209311	0,1464872	0,0134615	0,0234821
Passenger Cars	Diesel	0,0656904	0,5409937	0,0280834	0,0381376

Sector	Fuel	CO 2018 g/km TOTALE	NOx 2018 g/km TOTALE	PM2.5 2018 g/km TOTALE	PM10 2018 g/km TOTALE
Passenger Cars	LPG	0,7083644	0,0749664	0,0128516	0,0228001
Passenger Cars	Natural Gas	0,8652223	0,0835594	0,0132174	0,0232207
Passenger Cars	Hybrid Gasoline	0,3754029	0,0346152	0,0134615	0,0234821
Light Duty Vehicles	Gasoline	3,7482340	0,2752690	0,0184822	0,0324439
Light Duty Vehicles	Diesel	0,2372742	1,0545804	0,0533242	0,0672162
Heavy Duty Trucks	Gasoline	3,4068501	4,4342907	0,0453610	0,0883871
Heavy Duty Trucks	Diesel	0,9720120	3,1315214	0,1117565	0,1534316
Buses	Diesel	1,1335519	4,2799126	0,1162821	0,1508677
Buses	Natural Gas	0,9722030	4,4494113	0,0644914	0,1187376
Mopeds	Gasoline	3,7476593	0,1565706	0,0470177	0,0530938
Motorcycles	Gasoline	4,7815510	0,1678872	0,0244642	0,0297911

Con il parco auto e i fattori di emissione è stato definito un valore di emissione medio per ciascun tipo di inquinante, che pesa le categorie rispetto all'effettiva ripartizione riscontrabile sul territorio in esame.

La media ponderata è stata eseguita con i seguenti risultati:

	CO 2018 g/km TOTALE	NOx 2018 g/km TOTALE	PM2.5 2018 g/km TOTALE	PM10 2018 g/km TOTALE
<b>FE TOTALI</b>	1,4031	0,3581	0,0243	0,0344

A questo punto ogni singolo tratto stradale può essere implementato con i dati di traffico che lo percorrono nell'ora media giornaliera, così da ottenere la quantità di inquinante dispersa.

Le concentrazioni dipenderanno poi dalle condizioni meteorologiche e di dispersione locali.

#### 4.2.6.4 Risultati delle simulazioni

##### 4.2.6.4.1 Biossido di Azoto – Stato attuale

Recettori Discreti	1195
Valore massimo 1	2,66E+001; [Posizione: 686655 X(m); 4931118 Y(m) 32N ]
Valore massimo 2	2,65E+001; [Posizione: 686677 X(m); 4931156 Y(m) 32N ]
Valore massimo 3	2,65E+001; [Posizione: 686689 X(m); 4931178 Y(m) 32N ]
Valore massimo 4	2,64E+001; [Posizione: 686641 X(m); 4931091 Y(m) 32N ]

Valore massimo 5	2,64E+001; [Posizione: 686703 X(m); 4931205 Y(m) 32N ]
Valore massimo 6	2,62E+001; [Posizione: 686724 X(m); 4931241 Y(m) 32N ]
Valore massimo 7	2,62E+001; [Posizione: 686629 X(m); 4931065 Y(m) 32N ]
Valore massimo 8	2,57E+001; [Posizione: 686749 X(m); 4931285 Y(m) 32N ]
Valore massimo 9	2,55E+001; [Posizione: 687497 X(m); 4935565 Y(m) 32N ]
Valore massimo 10	2,55E+001; [Posizione: 686624 X(m); 4931029 Y(m) 32N ]
Valore massimo 11	2,53E+001; [Posizione: 687441 X(m); 4935597 Y(m) 32N ]
Valore massimo 12	2,52E+001; [Posizione: 687412 X(m); 4935607 Y(m) 32N ]
Valore massimo 13	2,52E+001; [Posizione: 687322 X(m); 4935634 Y(m) 32N ]
Valore massimo 14	2,52E+001; [Posizione: 686618 X(m); 4930999 Y(m) 32N ]
Valore massimo 15	2,51E+001; [Posizione: 687364 X(m); 4935618 Y(m) 32N ]
Valore massimo 16	2,51E+001; [Posizione: 687679 X(m); 4935453 Y(m) 32N ]
Valore massimo 17	2,51E+001; [Posizione: 686459 X(m); 4931265 Y(m) 32N ]
Valore massimo 18	2,50E+001; [Posizione: 687456 X(m); 4935566 Y(m) 32N ]
Valore massimo 19	2,50E+001; [Posizione: 687292 X(m); 4935636 Y(m) 32N ]
Valore massimo 20	2,50E+001; [Posizione: 687688 X(m); 4935481 Y(m) 32N ]
Valore massimo 21	2,50E+001; [Posizione: 686464 X(m); 4931294 Y(m) 32N ]
Valore massimo 22	2,50E+001; [Posizione: 686612 X(m); 4930970 Y(m) 32N ]
Valore massimo 23	2,50E+001; [Posizione: 686451 X(m); 4931219 Y(m) 32N ]
Valore massimo 24	2,49E+001; [Posizione: 686469 X(m); 4931324 Y(m) 32N ]
Valore massimo 25	2,49E+001; [Posizione: 687147 X(m); 4935943 Y(m) 32N ]

#### 4.2.6.4.2 Biossido di Azoto – Stato di progetto

Recettori Discreti	1195
Valore massimo 1	2,54E+001; [Posizione: 686655 X(m); 4931118 Y(m) 32N ]
Valore massimo 2	2,53E+001; [Posizione: 686677 X(m); 4931156 Y(m) 32N ]
Valore massimo 3	2,53E+001; [Posizione: 686689 X(m); 4931178 Y(m) 32N ]
Valore massimo 4	2,52E+001; [Posizione: 686641 X(m); 4931091 Y(m) 32N ]
Valore massimo 5	2,52E+001; [Posizione: 686703 X(m); 4931205 Y(m) 32N ]
Valore massimo 6	2,50E+001; [Posizione: 686724 X(m); 4931241 Y(m) 32N ]
Valore massimo 7	2,49E+001; [Posizione: 686629 X(m); 4931065 Y(m) 32N ]
Valore massimo 8	2,46E+001; [Posizione: 687497 X(m); 4935565 Y(m) 32N ]
Valore massimo 9	2,45E+001; [Posizione: 686749 X(m); 4931285 Y(m) 32N ]
Valore massimo 10	2,43E+001; [Posizione: 687441 X(m); 4935597 Y(m) 32N ]
Valore massimo 11	2,43E+001; [Posizione: 686624 X(m); 4931029 Y(m) 32N ]
Valore massimo 12	2,43E+001; [Posizione: 687412 X(m); 4935607 Y(m) 32N ]
Valore massimo 13	2,42E+001; [Posizione: 687322 X(m); 4935634 Y(m) 32N ]

Valore massimo 14	2,42E+001; [Posizione: 687364 X(m); 4935618 Y(m) 32N ]
Valore massimo 15	2,41E+001; [Posizione: 687679 X(m); 4935453 Y(m) 32N ]
Valore massimo 16	2,41E+001; [Posizione: 687456 X(m); 4935566 Y(m) 32N ]
Valore massimo 17	2,40E+001; [Posizione: 687292 X(m); 4935636 Y(m) 32N ]
Valore massimo 18	2,40E+001; [Posizione: 687688 X(m); 4935481 Y(m) 32N ]
Valore massimo 19	2,40E+001; [Posizione: 686618 X(m); 4930999 Y(m) 32N ]
Valore massimo 20	2,39E+001; [Posizione: 687147 X(m); 4935943 Y(m) 32N ]
Valore massimo 21	2,39E+001; [Posizione: 686459 X(m); 4931265 Y(m) 32N ]
Valore massimo 22	2,39E+001; [Posizione: 687426 X(m); 4935568 Y(m) 32N ]
Valore massimo 23	2,39E+001; [Posizione: 686464 X(m); 4931294 Y(m) 32N ]
Valore massimo 24	2,38E+001; [Posizione: 686469 X(m); 4931324 Y(m) 32N ]
Valore massimo 25	2,38E+001; [Posizione: 686451 X(m); 4931219 Y(m) 32N ]

#### 4.2.6.4.3 Particolato PM10 – Stato attuale

Recettori Discreti	1195
Valore massimo 1	2,61E+001; [Posizione: 687022 X(m); 4933478 Y(m) 32N ]
Valore massimo 2	2,61E+001; [Posizione: 686959 X(m); 4933344 Y(m) 32N ]
Valore massimo 3	2,61E+001; [Posizione: 686983 X(m); 4933398 Y(m) 32N ]
Valore massimo 4	2,61E+001; [Posizione: 686995 X(m); 4933424 Y(m) 32N ]
Valore massimo 5	2,61E+001; [Posizione: 687009 X(m); 4933451 Y(m) 32N ]
Valore massimo 6	2,61E+001; [Posizione: 686970 X(m); 4933371 Y(m) 32N ]
Valore massimo 7	2,61E+001; [Posizione: 687047 X(m); 4933517 Y(m) 32N ]
Valore massimo 8	2,61E+001; [Posizione: 686943 X(m); 4933298 Y(m) 32N ]
Valore massimo 9	2,61E+001; [Posizione: 686559 X(m); 4930669 Y(m) 32N ]
Valore massimo 10	2,61E+001; [Posizione: 686565 X(m); 4930705 Y(m) 32N ]
Valore massimo 11	2,61E+001; [Posizione: 687064 X(m); 4933542 Y(m) 32N ]
Valore massimo 12	2,61E+001; [Posizione: 686553 X(m); 4930639 Y(m) 32N ]
Valore massimo 13	2,61E+001; [Posizione: 686932 X(m); 4933270 Y(m) 32N ]
Valore massimo 14	2,61E+001; [Posizione: 686572 X(m); 4930748 Y(m) 32N ]
Valore massimo 15	2,61E+001; [Posizione: 686577 X(m); 4930777 Y(m) 32N ]
Valore massimo 16	2,61E+001; [Posizione: 687081 X(m); 4933571 Y(m) 32N ]
Valore massimo 17	2,61E+001; [Posizione: 686920 X(m); 4933242 Y(m) 32N ]
Valore massimo 18	2,61E+001; [Posizione: 686583 X(m); 4930807 Y(m) 32N ]
Valore massimo 19	2,61E+001; [Posizione: 686761 X(m); 4932732 Y(m) 32N ]
Valore massimo 20	2,61E+001; [Posizione: 686791 X(m); 4932821 Y(m) 32N ]
Valore massimo 21	2,61E+001; [Posizione: 686782 X(m); 4932792 Y(m) 32N ]
Valore massimo 22	2,61E+001; [Posizione: 686772 X(m); 4932760 Y(m) 32N ]
Valore massimo 23	2,61E+001; [Posizione: 686746 X(m); 4932691 Y(m) 32N ]



---

Valore massimo 24	2,61E+001; [Posizione: 686799 X(m); 4932850 Y(m) 32N ]
Valore massimo 25	2,61E+001; [Posizione: 686543 X(m); 4930590 Y(m) 32N ]

#### 4.2.6.4.4 Particolato PM10 – Stato di progetto

Recettori Discreti	1195
Valore massimo 1	2,40E+001; [Posizione: 686761 X(m); 4932732 Y(m) 32N ]
Valore massimo 2	2,40E+001; [Posizione: 686791 X(m); 4932821 Y(m) 32N ]
Valore massimo 3	2,40E+001; [Posizione: 686559 X(m); 4930669 Y(m) 32N ]
Valore massimo 4	2,40E+001; [Posizione: 686565 X(m); 4930705 Y(m) 32N ]
Valore massimo 5	2,40E+001; [Posizione: 686772 X(m); 4932760 Y(m) 32N ]
Valore massimo 6	2,40E+001; [Posizione: 686782 X(m); 4932792 Y(m) 32N ]
Valore massimo 7	2,40E+001; [Posizione: 686746 X(m); 4932691 Y(m) 32N ]
Valore massimo 8	2,40E+001; [Posizione: 686553 X(m); 4930639 Y(m) 32N ]
Valore massimo 9	2,40E+001; [Posizione: 686799 X(m); 4932850 Y(m) 32N ]
Valore massimo 10	2,40E+001; [Posizione: 686572 X(m); 4930748 Y(m) 32N ]
Valore massimo 11	2,40E+001; [Posizione: 686959 X(m); 4933344 Y(m) 32N ]
Valore massimo 12	2,40E+001; [Posizione: 687022 X(m); 4933478 Y(m) 32N ]
Valore massimo 13	2,40E+001; [Posizione: 686983 X(m); 4933398 Y(m) 32N ]
Valore massimo 14	2,40E+001; [Posizione: 686995 X(m); 4933424 Y(m) 32N ]
Valore massimo 15	2,40E+001; [Posizione: 686577 X(m); 4930777 Y(m) 32N ]
Valore massimo 16	2,40E+001; [Posizione: 687009 X(m); 4933451 Y(m) 32N ]
Valore massimo 17	2,40E+001; [Posizione: 686970 X(m); 4933371 Y(m) 32N ]
Valore massimo 18	2,40E+001; [Posizione: 686807 X(m); 4932879 Y(m) 32N ]
Valore massimo 19	2,40E+001; [Posizione: 686814 X(m); 4932919 Y(m) 32N ]
Valore massimo 20	2,40E+001; [Posizione: 686819 X(m); 4932949 Y(m) 32N ]
Valore massimo 21	2,40E+001; [Posizione: 686737 X(m); 4932663 Y(m) 32N ]
Valore massimo 22	2,40E+001; [Posizione: 686829 X(m); 4932996 Y(m) 32N ]
Valore massimo 23	2,40E+001; [Posizione: 687047 X(m); 4933517 Y(m) 32N ]
Valore massimo 24	2,40E+001; [Posizione: 686583 X(m); 4930807 Y(m) 32N ]
Valore massimo 25	2,40E+001; [Posizione: 686943 X(m); 4933298 Y(m) 32N ]

#### 4.2.6.4.5 Particolato PM2.5 – Stato attuale

Recettori Discreti	1195
Valore massimo 1	1,81E+001; [Posizione: 686959 X(m); 4933344 Y(m) 32N ]
Valore massimo 2	1,81E+001; [Posizione: 687022 X(m); 4933478 Y(m) 32N ]
Valore massimo 3	1,81E+001; [Posizione: 686983 X(m); 4933398 Y(m) 32N ]
Valore massimo 4	1,81E+001; [Posizione: 686995 X(m); 4933424 Y(m) 32N ]
Valore massimo 5	1,81E+001; [Posizione: 687009 X(m); 4933451 Y(m) 32N ]

Valore massimo 6	1,81E+001; [Posizione: 686970 X(m); 4933371 Y(m) 32N ]
Valore massimo 7	1,81E+001; [Posizione: 687047 X(m); 4933517 Y(m) 32N ]
Valore massimo 8	1,81E+001; [Posizione: 686943 X(m); 4933298 Y(m) 32N ]
Valore massimo 9	1,81E+001; [Posizione: 686559 X(m); 4930669 Y(m) 32N ]
Valore massimo 10	1,81E+001; [Posizione: 686565 X(m); 4930705 Y(m) 32N ]
Valore massimo 11	1,81E+001; [Posizione: 687064 X(m); 4933542 Y(m) 32N ]
Valore massimo 12	1,81E+001; [Posizione: 686553 X(m); 4930639 Y(m) 32N ]
Valore massimo 13	1,81E+001; [Posizione: 686932 X(m); 4933270 Y(m) 32N ]
Valore massimo 14	1,80E+001; [Posizione: 686572 X(m); 4930748 Y(m) 32N ]
Valore massimo 15	1,80E+001; [Posizione: 686577 X(m); 4930777 Y(m) 32N ]
Valore massimo 16	1,80E+001; [Posizione: 687081 X(m); 4933571 Y(m) 32N ]
Valore massimo 17	1,80E+001; [Posizione: 686920 X(m); 4933242 Y(m) 32N ]
Valore massimo 18	1,80E+001; [Posizione: 686583 X(m); 4930807 Y(m) 32N ]
Valore massimo 19	1,80E+001; [Posizione: 686761 X(m); 4932732 Y(m) 32N ]
Valore massimo 20	1,80E+001; [Posizione: 686791 X(m); 4932821 Y(m) 32N ]
Valore massimo 21	1,80E+001; [Posizione: 686772 X(m); 4932760 Y(m) 32N ]
Valore massimo 22	1,80E+001; [Posizione: 686782 X(m); 4932792 Y(m) 32N ]
Valore massimo 23	1,80E+001; [Posizione: 686746 X(m); 4932691 Y(m) 32N ]
Valore massimo 24	1,80E+001; [Posizione: 686799 X(m); 4932850 Y(m) 32N ]
Valore massimo 25	1,80E+001; [Posizione: 686543 X(m); 4930590 Y(m) 32N ]

#### 4.2.6.4.6 Particolato PM2.5 – Stato di progetto

Recettori Discreti	1195
Valore massimo 1	1,60E+001; [Posizione: 686761 X(m); 4932732 Y(m) 32N ]
Valore massimo 2	1,60E+001; [Posizione: 686791 X(m); 4932821 Y(m) 32N ]
Valore massimo 3	1,60E+001; [Posizione: 686559 X(m); 4930669 Y(m) 32N ]
Valore massimo 4	1,60E+001; [Posizione: 686565 X(m); 4930705 Y(m) 32N ]
Valore massimo 5	1,60E+001; [Posizione: 686746 X(m); 4932691 Y(m) 32N ]
Valore massimo 6	1,60E+001; [Posizione: 686782 X(m); 4932792 Y(m) 32N ]
Valore massimo 7	1,60E+001; [Posizione: 686772 X(m); 4932760 Y(m) 32N ]
Valore massimo 8	1,60E+001; [Posizione: 686553 X(m); 4930639 Y(m) 32N ]
Valore massimo 9	1,60E+001; [Posizione: 686799 X(m); 4932850 Y(m) 32N ]
Valore massimo 10	1,60E+001; [Posizione: 686572 X(m); 4930748 Y(m) 32N ]
Valore massimo 11	1,60E+001; [Posizione: 686959 X(m); 4933344 Y(m) 32N ]
Valore massimo 12	1,60E+001; [Posizione: 687022 X(m); 4933478 Y(m) 32N ]
Valore massimo 13	1,60E+001; [Posizione: 686983 X(m); 4933398 Y(m) 32N ]
Valore massimo 14	1,60E+001; [Posizione: 686995 X(m); 4933424 Y(m) 32N ]

Valore massimo 15	1,60E+001; [Posizione: 686577 X(m); 4930777 Y(m) 32N ]
Valore massimo 16	1,60E+001; [Posizione: 687009 X(m); 4933451 Y(m) 32N ]
Valore massimo 17	1,60E+001; [Posizione: 686807 X(m); 4932879 Y(m) 32N ]
Valore massimo 18	1,60E+001; [Posizione: 686970 X(m); 4933371 Y(m) 32N ]
Valore massimo 19	1,60E+001; [Posizione: 686814 X(m); 4932919 Y(m) 32N ]
Valore massimo 20	1,60E+001; [Posizione: 686819 X(m); 4932949 Y(m) 32N ]
Valore massimo 21	1,60E+001; [Posizione: 686737 X(m); 4932663 Y(m) 32N ]
Valore massimo 22	1,60E+001; [Posizione: 686829 X(m); 4932996 Y(m) 32N ]
Valore massimo 23	1,60E+001; [Posizione: 687047 X(m); 4933517 Y(m) 32N ]
Valore massimo 24	1,60E+001; [Posizione: 686583 X(m); 4930807 Y(m) 32N ]
Valore massimo 25	1,60E+001; [Posizione: 686943 X(m); 4933298 Y(m) 32N ]

#### 4.2.6.4.7 Monossido di carbonio – Stato attuale

Recettori Discreti	1195
Valore massimo 1	8,50E-001; [Posizione: 686959 X(m); 4933344 Y(m) 32N ]
Valore massimo 2	8,50E-001; [Posizione: 687022 X(m); 4933478 Y(m) 32N ]
Valore massimo 3	8,50E-001; [Posizione: 686983 X(m); 4933398 Y(m) 32N ]
Valore massimo 4	8,50E-001; [Posizione: 686995 X(m); 4933424 Y(m) 32N ]
Valore massimo 5	8,50E-001; [Posizione: 687009 X(m); 4933451 Y(m) 32N ]
Valore massimo 6	8,50E-001; [Posizione: 686970 X(m); 4933371 Y(m) 32N ]
Valore massimo 7	8,50E-001; [Posizione: 687047 X(m); 4933517 Y(m) 32N ]
Valore massimo 8	8,50E-001; [Posizione: 686943 X(m); 4933298 Y(m) 32N ]
Valore massimo 9	8,50E-001; [Posizione: 686559 X(m); 4930669 Y(m) 32N ]
Valore massimo 10	8,50E-001; [Posizione: 686565 X(m); 4930705 Y(m) 32N ]
Valore massimo 11	8,50E-001; [Posizione: 687064 X(m); 4933542 Y(m) 32N ]
Valore massimo 12	8,50E-001; [Posizione: 686553 X(m); 4930639 Y(m) 32N ]
Valore massimo 13	8,50E-001; [Posizione: 686932 X(m); 4933270 Y(m) 32N ]
Valore massimo 14	8,50E-001; [Posizione: 686572 X(m); 4930748 Y(m) 32N ]
Valore massimo 15	8,50E-001; [Posizione: 686577 X(m); 4930777 Y(m) 32N ]
Valore massimo 16	8,50E-001; [Posizione: 687081 X(m); 4933571 Y(m) 32N ]
Valore massimo 17	8,50E-001; [Posizione: 686920 X(m); 4933242 Y(m) 32N ]
Valore massimo 18	8,50E-001; [Posizione: 686583 X(m); 4930807 Y(m) 32N ]
Valore massimo 19	8,49E-001; [Posizione: 686761 X(m); 4932732 Y(m) 32N ]
Valore massimo 20	8,49E-001; [Posizione: 686791 X(m); 4932821 Y(m) 32N ]
Valore massimo 21	8,49E-001; [Posizione: 686782 X(m); 4932792 Y(m) 32N ]
Valore massimo 22	8,49E-001; [Posizione: 686772 X(m); 4932760 Y(m) 32N ]
Valore massimo 23	8,49E-001; [Posizione: 686746 X(m); 4932691 Y(m) 32N ]

Valore massimo 24	8,49E-001; [Posizione: 686799 X(m); 4932850 Y(m) 32N ]
Valore massimo 25	8,49E-001; [Posizione: 686543 X(m); 4930590 Y(m) 32N ]

#### 4.2.6.4.8 Monossido di carbonio – Stato di progetto

Recettori Discreti	1195
Valore massimo 1	8,25E-001; [Posizione: 686761 X(m); 4932732 Y(m) 32N ]
Valore massimo 2	8,25E-001; [Posizione: 686791 X(m); 4932821 Y(m) 32N ]
Valore massimo 3	8,25E-001; [Posizione: 686559 X(m); 4930669 Y(m) 32N ]
Valore massimo 4	8,25E-001; [Posizione: 686565 X(m); 4930705 Y(m) 32N ]
Valore massimo 5	8,25E-001; [Posizione: 686772 X(m); 4932760 Y(m) 32N ]
Valore massimo 6	8,25E-001; [Posizione: 686746 X(m); 4932691 Y(m) 32N ]
Valore massimo 7	8,25E-001; [Posizione: 686782 X(m); 4932792 Y(m) 32N ]
Valore massimo 8	8,25E-001; [Posizione: 686553 X(m); 4930639 Y(m) 32N ]
Valore massimo 9	8,25E-001; [Posizione: 686799 X(m); 4932850 Y(m) 32N ]
Valore massimo 10	8,25E-001; [Posizione: 686572 X(m); 4930748 Y(m) 32N ]
Valore massimo 11	8,25E-001; [Posizione: 686959 X(m); 4933344 Y(m) 32N ]
Valore massimo 12	8,25E-001; [Posizione: 687022 X(m); 4933478 Y(m) 32N ]
Valore massimo 13	8,25E-001; [Posizione: 686983 X(m); 4933398 Y(m) 32N ]
Valore massimo 14	8,25E-001; [Posizione: 686995 X(m); 4933424 Y(m) 32N ]
Valore massimo 15	8,25E-001; [Posizione: 686577 X(m); 4930777 Y(m) 32N ]
Valore massimo 16	8,25E-001; [Posizione: 687009 X(m); 4933451 Y(m) 32N ]
Valore massimo 17	8,25E-001; [Posizione: 686807 X(m); 4932879 Y(m) 32N ]
Valore massimo 18	8,25E-001; [Posizione: 686970 X(m); 4933371 Y(m) 32N ]
Valore massimo 19	8,25E-001; [Posizione: 686814 X(m); 4932919 Y(m) 32N ]
Valore massimo 20	8,25E-001; [Posizione: 686819 X(m); 4932949 Y(m) 32N ]
Valore massimo 21	8,25E-001; [Posizione: 686737 X(m); 4932663 Y(m) 32N ]
Valore massimo 22	8,25E-001; [Posizione: 686829 X(m); 4932996 Y(m) 32N ]
Valore massimo 23	8,25E-001; [Posizione: 687047 X(m); 4933517 Y(m) 32N ]
Valore massimo 24	8,25E-001; [Posizione: 686583 X(m); 4930807 Y(m) 32N ]
Valore massimo 25	8,25E-001; [Posizione: 686943 X(m); 4933298 Y(m) 32N ]

Di seguito sono riportate le mappe di isoconcentrazione georeferenziate su ortofoto satellitare Google Earth. I valori calcolati sono riferiti alle indicazioni normative del D. Lgs. 155/2010.



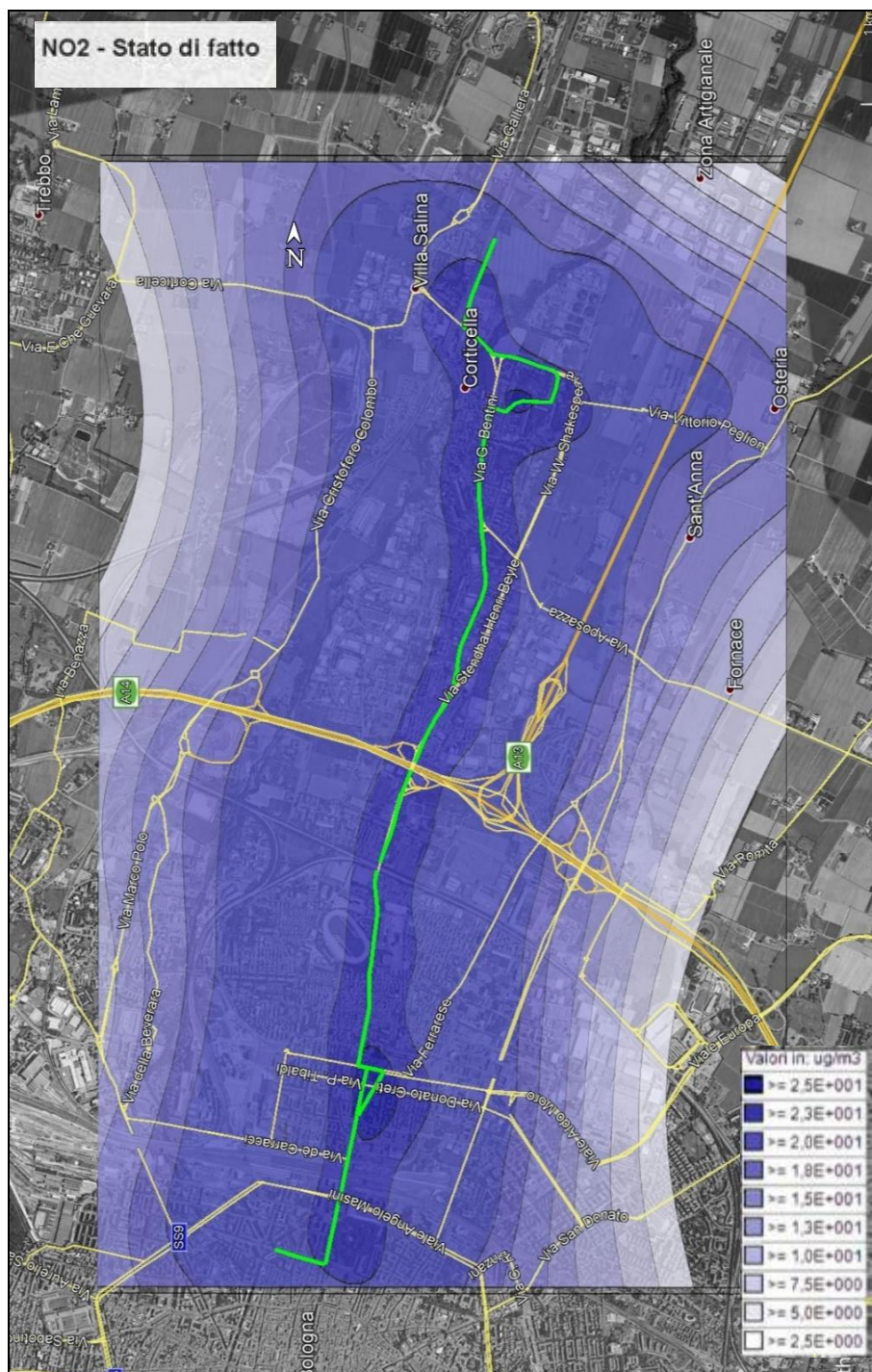


Figura 4-22: Mappa isoconcentrazione NO2 Stato Attuale



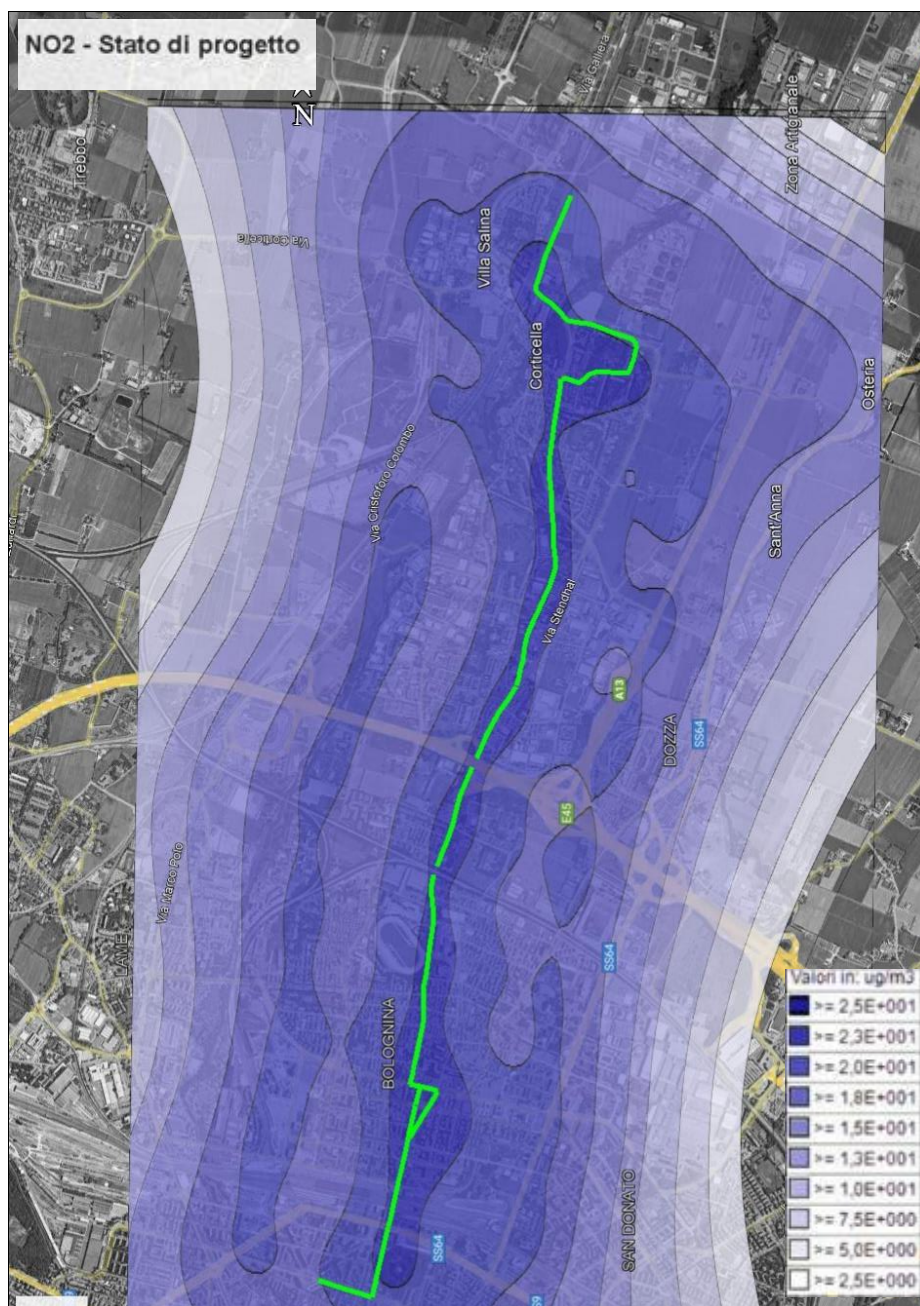


Figura 4-23: Mappa isoconcentrazione NO2 Stato di progetto

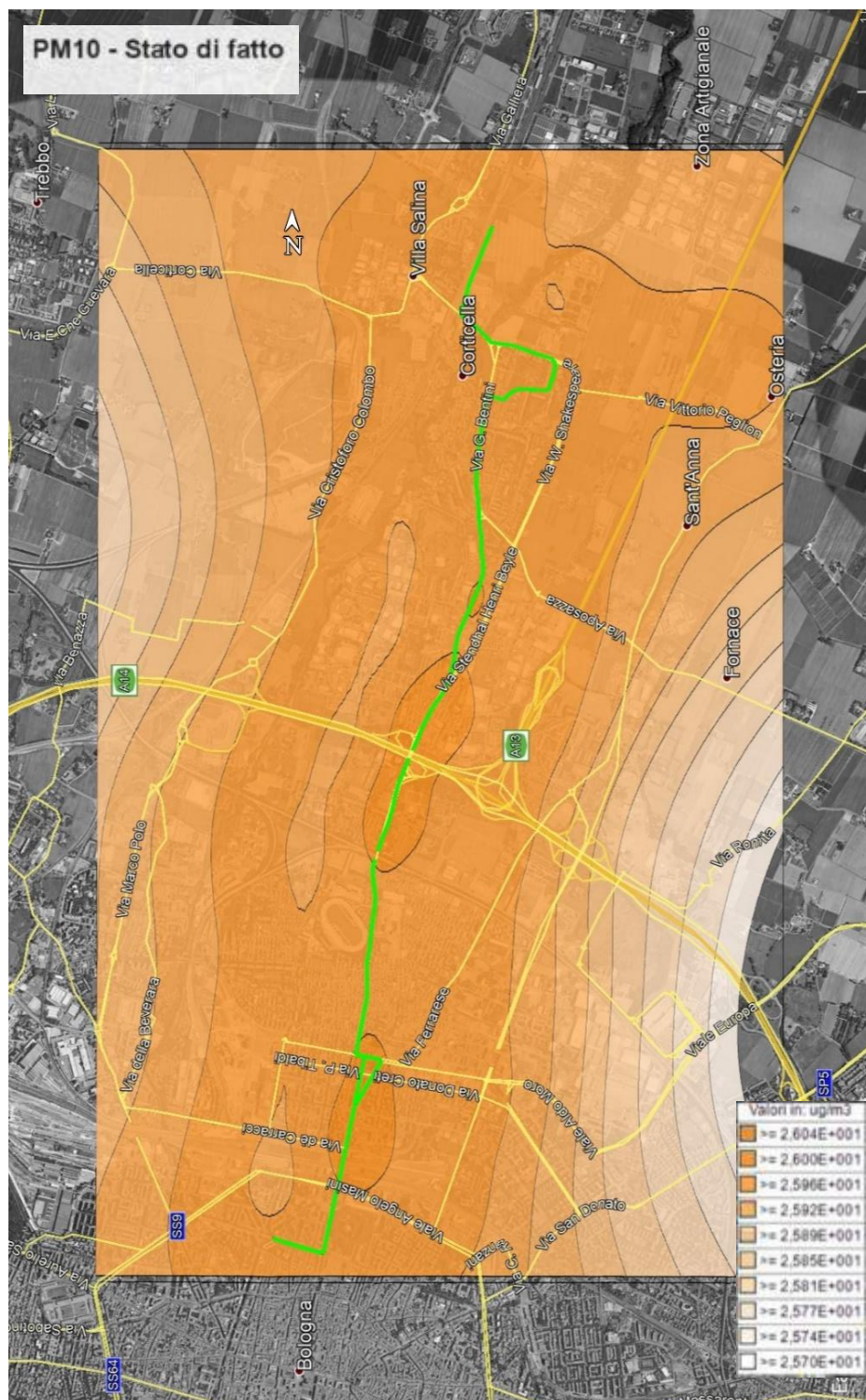


Figura 4-24: Mappa isoconcentrazione PM10 Stato Attuale



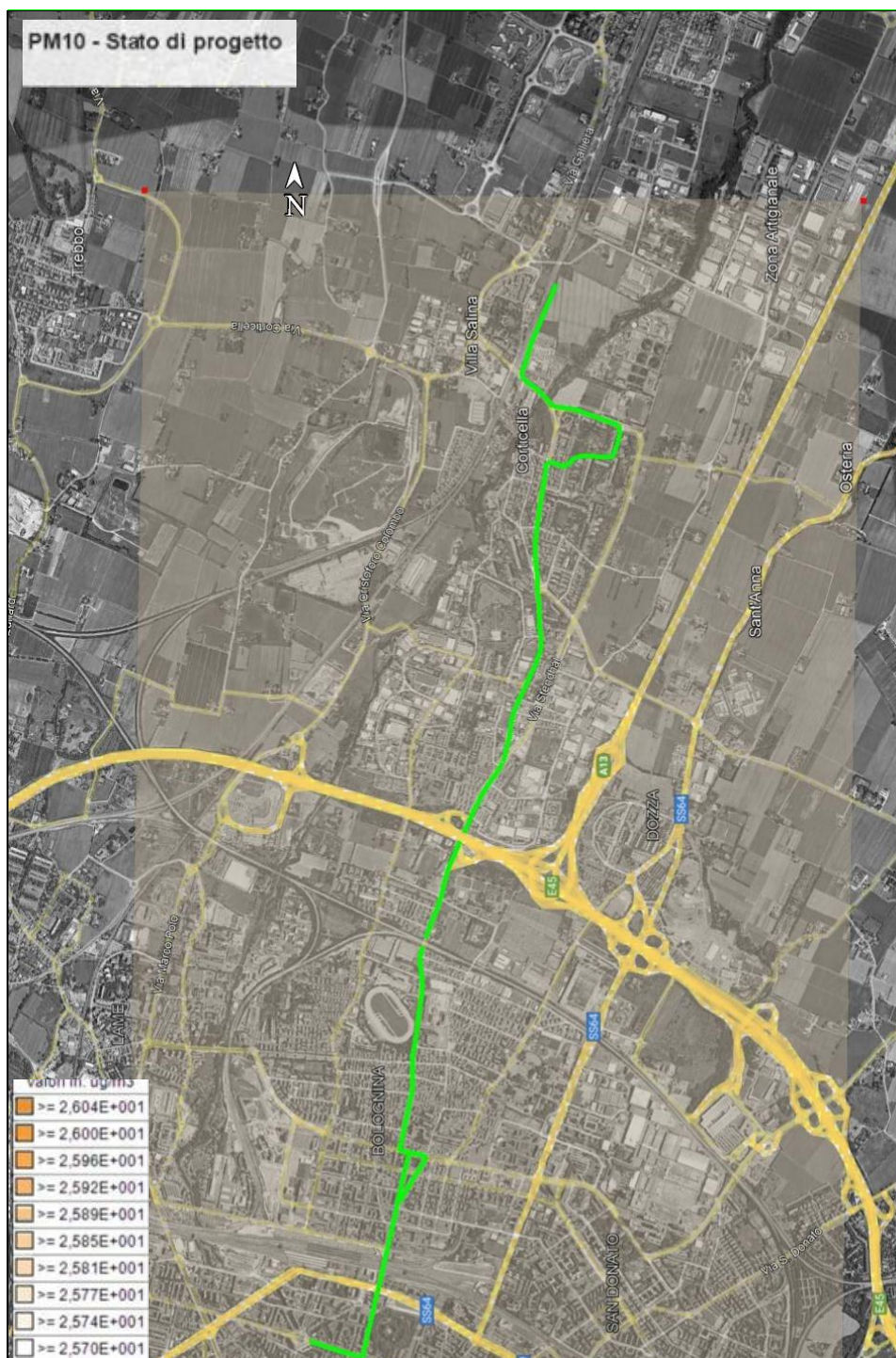


Figura 4-25: Mappa isoconcentrazione PM10 Stato progetto



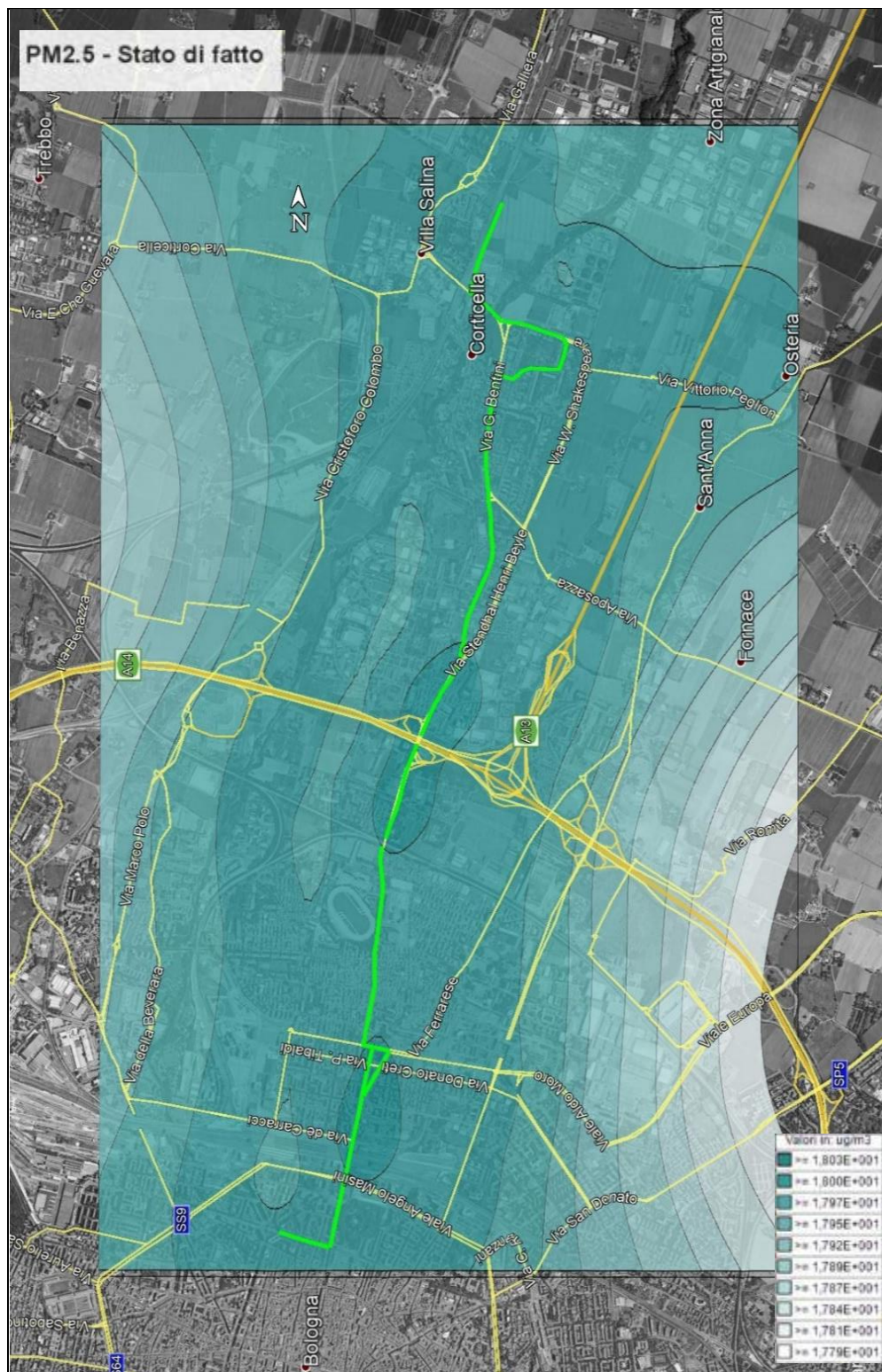


Figura 4-26: Mappa isoconcentrazione PM2.5 Stato Attuale



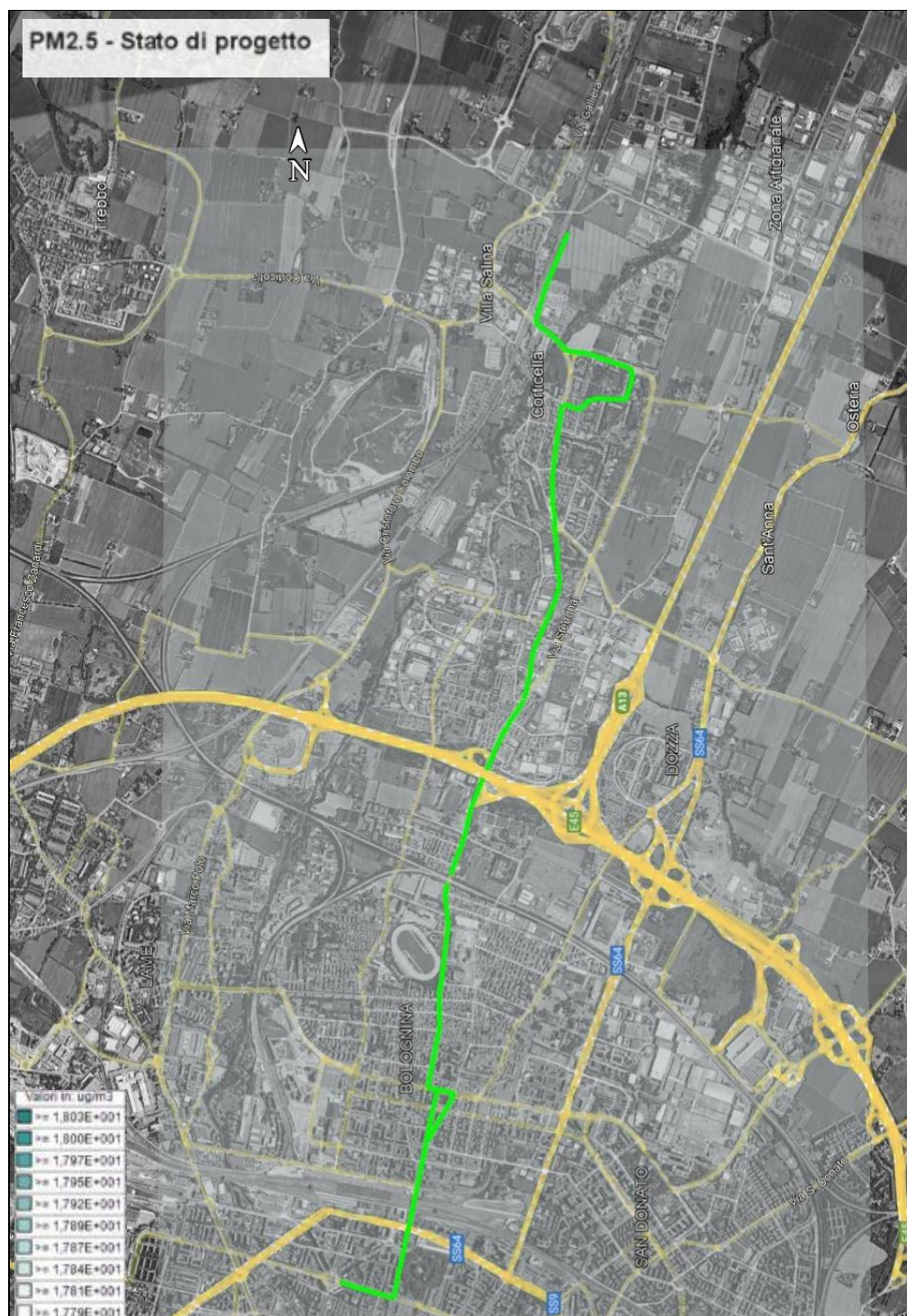


Figura 4-27: Mappa isoconcentrazione PM2.5 Stato progetto



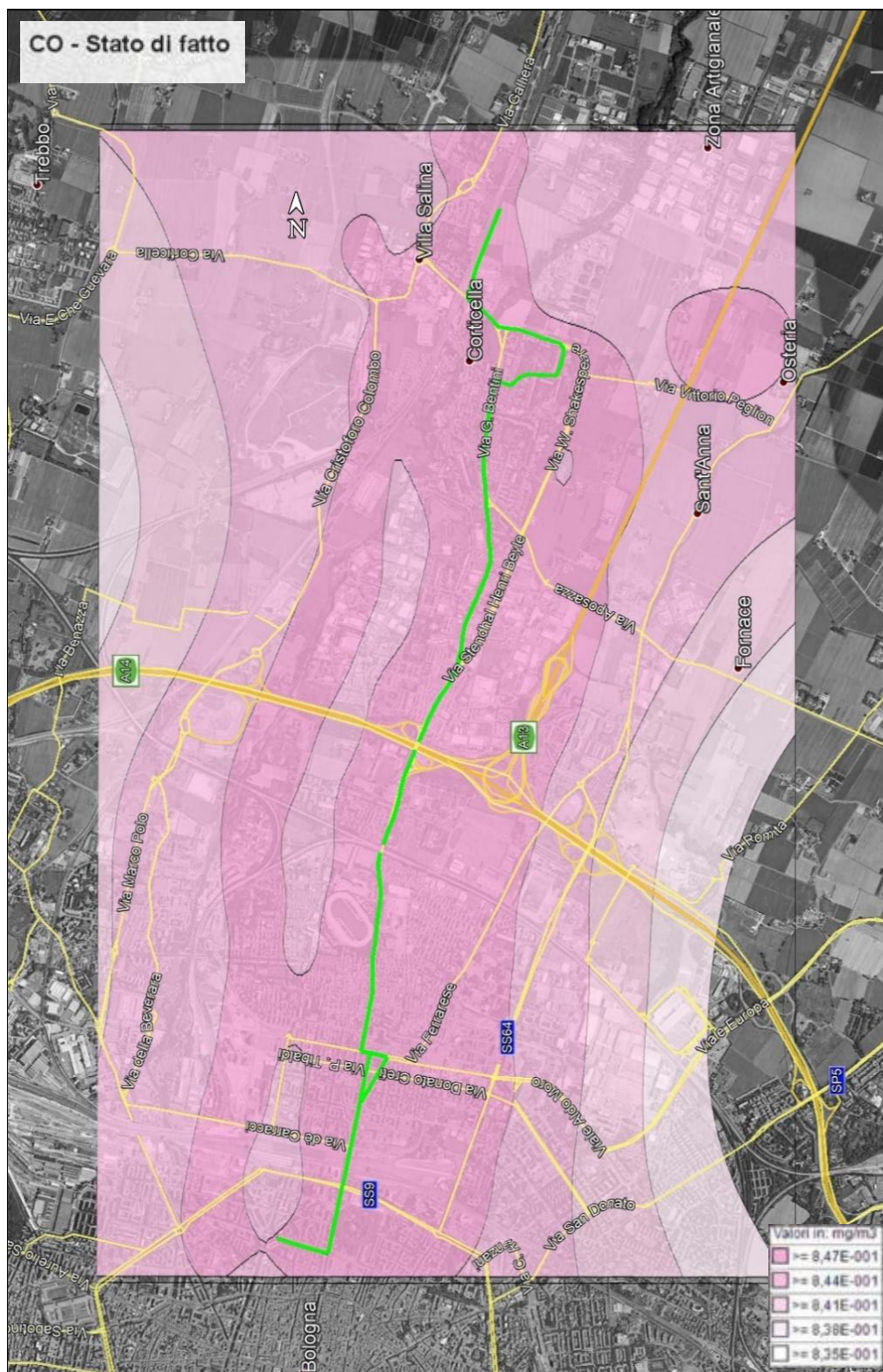


Figura 4-28: Mappa isoconcentrazione CO Stato Attuale



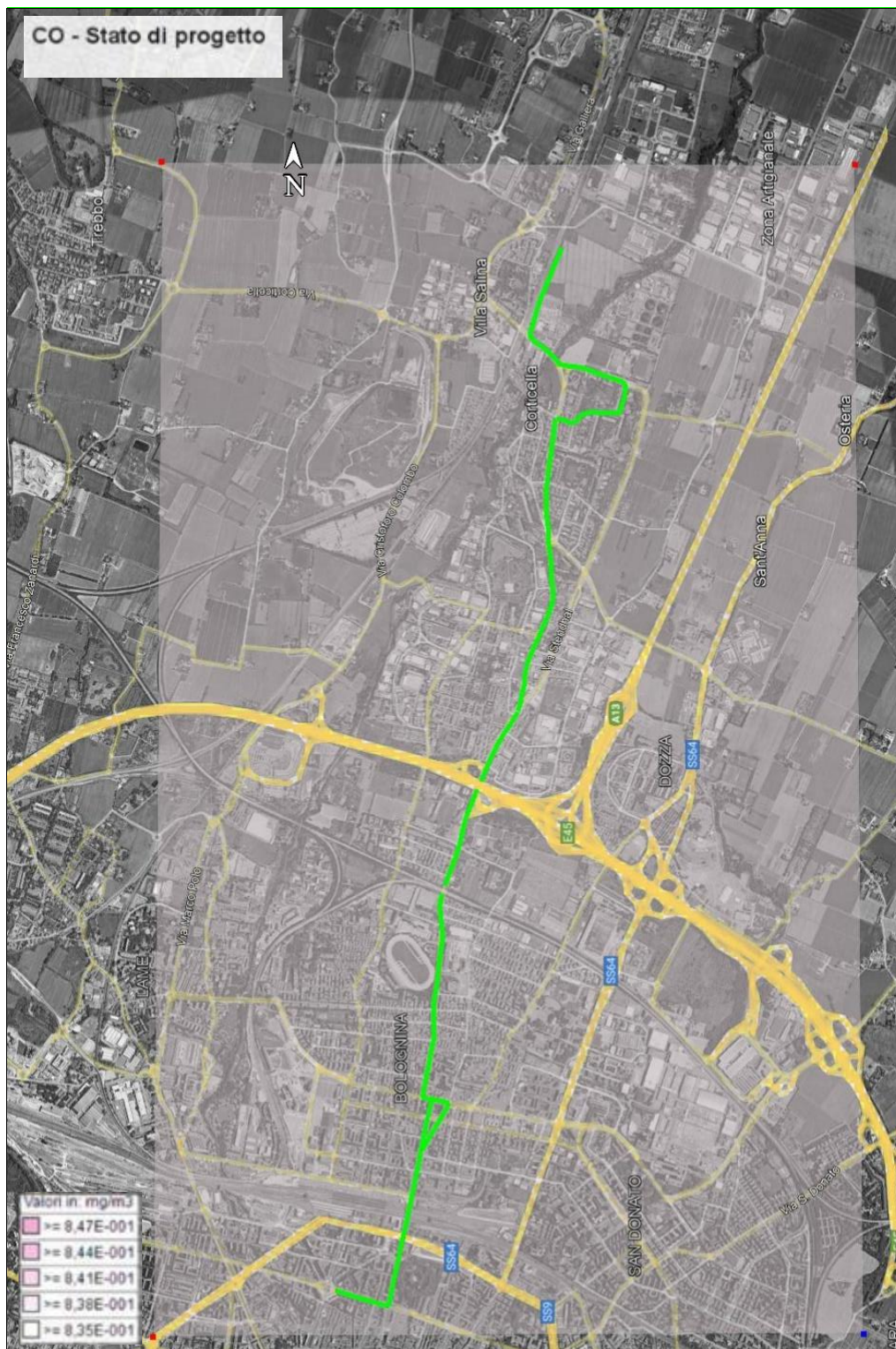


Figura 4-29: Mappa isoconcentrazione CO Stato progetto

#### 4.2.6.5 Valutazione di dettaglio per sottopasso Via Mazza e per il parcheggio Piazza dell'Unità

In considerazione dei flussi di traffico legate al sottopasso di via Mazza è stato portato un approfondimento sull'area specifica, all'interno della quale ricade anche il progetto del parcheggio di piazza dell'Unità.

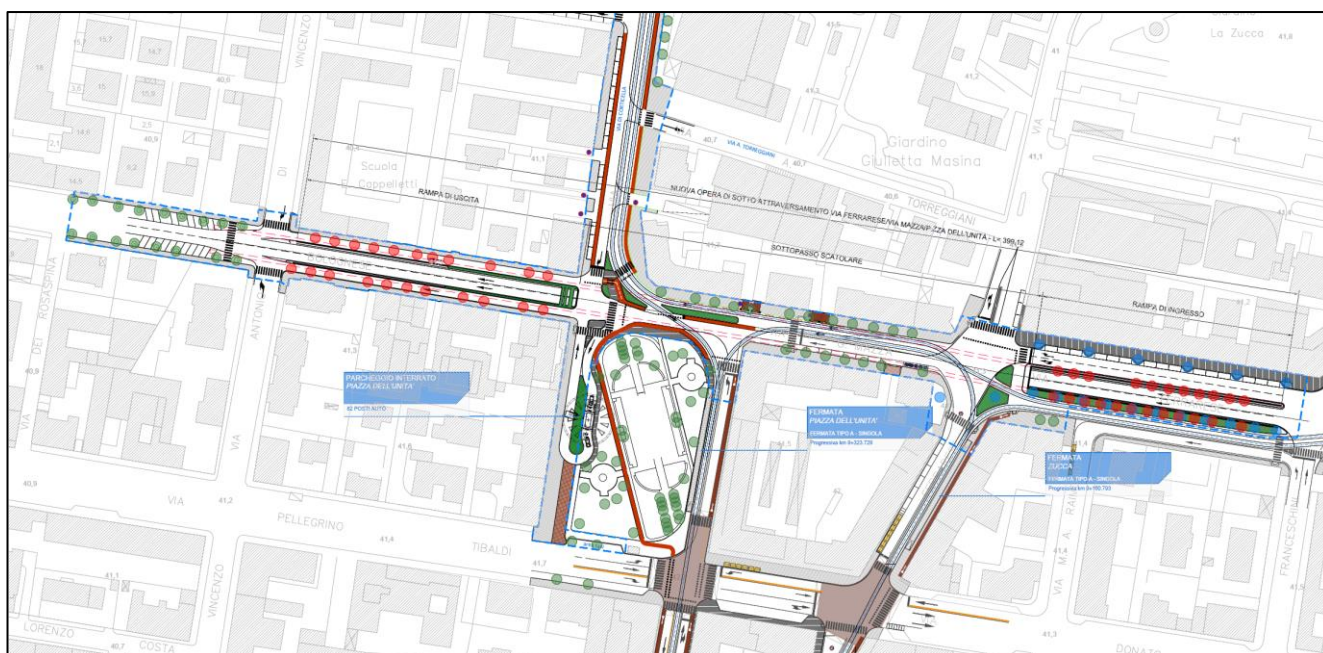


Figura 4-30: planimetria progettuale del sottopasso e del parcheggio

Per il sottopasso di via Mazza la valutazione di dettaglio è stata realizzata con Caline 4, ipotizzando una sorgente di tipo lineare: le emissioni associate al sottopasso sono state ripartite sulle rampe di ingresso e di uscita in base alle lunghezze lineari di ciascun tratto stradale.

Tali quantità sono state quindi implementate incrementando i fattori di emissione degli inquinanti nei singoli tratti in esterno; la dispersione ha tenuto quindi conto delle condizioni anemologiche di zona.

I parametri di calcolo sono stati i seguenti:

VEICOLI TOTALI/ORA	456	
TRATTO STRADALE	m	km
LUNGHEZZA SOTTOPASSO	184,4	0,1844
RAMPA INGRESSO	101,1	0,1011
RAMPA USCITA	114,5	0,1145

I fattori di emissione già utilizzati comportano le seguenti quantità di inquinanti per il sottopasso:

FATTORI EMISSIONE	g/km	PRODUZIONE ORARIA SOTTOPASSO [g]
CO	1,4031	117,98
NOX	0,3581	30,11
PM2.5	0,0243	2,04
PM10	0,0344	2,89

Distribuendo le quantità ricavate sulle lunghezze di emissione delle rampe si ottengono localmente fattori di emissione più alti:

CO	NOX	PM2.5	PM10	
g/km	g/km	g/km	g/km	
2,6032	0,6644	0,0451	0,0638	RAMPA INGRESSO
2,7622	0,7050	0,0478	0,0677	RAMPA USCITA

Per quanto riguarda il parcheggio di piazza dell'Unità, il progetto prevede nr. 80 stalli, per i quali è stato ipotizzato un movimento orario di 10 mezzi/ora (esclusivamente mezzi leggeri).

Il fattore di emissione medio è stato considerato sulla base delle condizioni di passaggio più probabili rispetto al parco ACI dell'area considerata:

Sector	Fuel	CO 2018 g/km	NOx 2018 g/km	PM2.5 2018 g/km	PM10 2018 g/km
Passenger Cars	Gasoline	1,6209311	0,1464872	0,0134615	0,0234821



Sector	Fuel	CO 2018 g/km	NOx 2018 g/km	PM2.5 2018 g/km	PM10 2018 g/km
Passenger Cars	Diesel	0,0656904	0,5409937	0,0280834	0,0381376

Il parcheggio può essere considerato come una sorgente puntualmente inserita nell'area di studio.

I valori di concentrazione ottenuti per il sottopasso e per il parcheggio vanno a sommarsi su quanto già elaborato per l'area vasta, portando ai seguenti risultati:



Figura 4-31: concentrazioni di CO complessive (in evidenza le rampe del sottopasso e il parcheggio)





Figura 4-32: concentrazioni di NO2 complessive (in evidenza le rampe del sottopasso e il parcheggio)

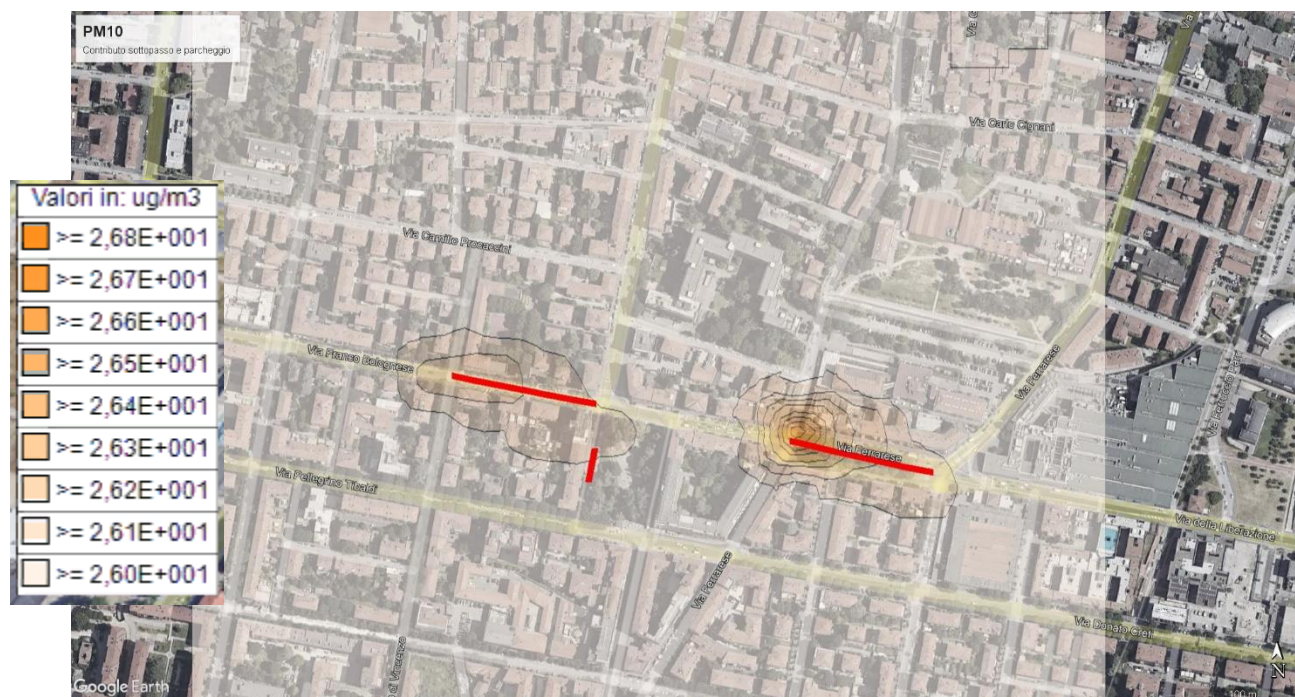


Figura 4-33: concentrazioni di PM10 complessive (in evidenza le rampe del sottopasso e il parcheggio)



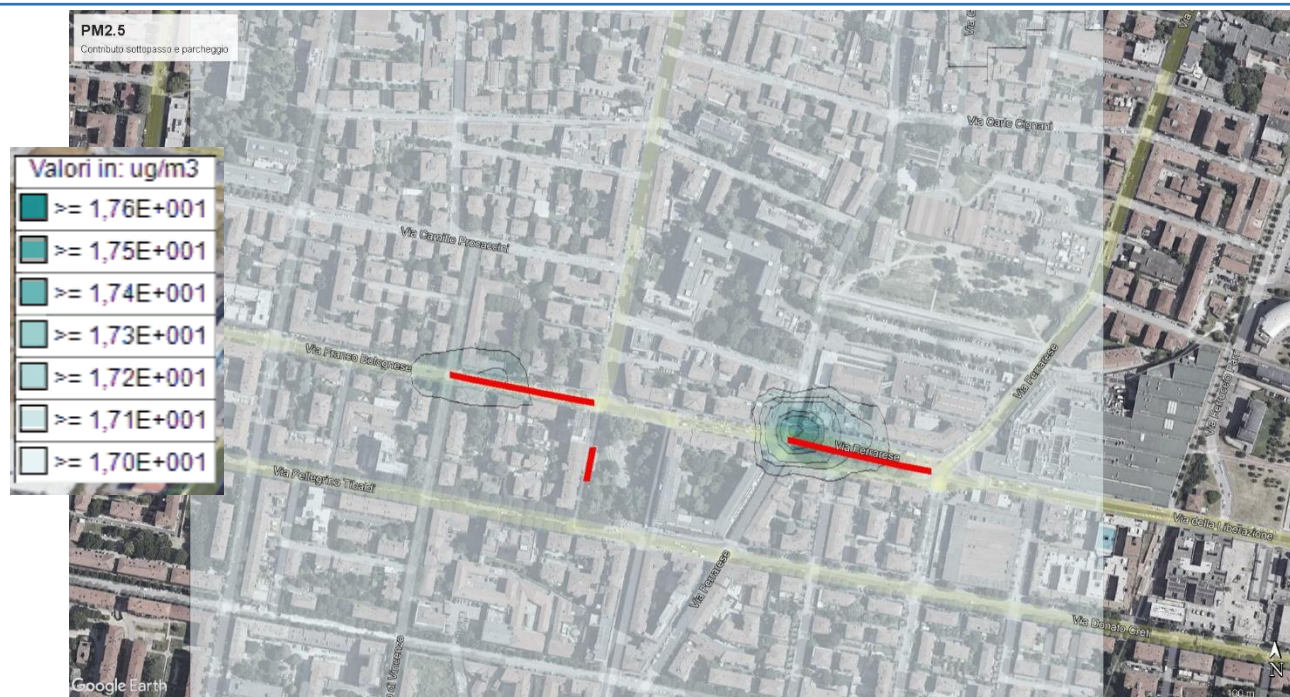


Figura 4-34: concentrazioni di PM2.5 complessive (in evidenza le rampe del sottopasso e il parcheggio)

Rispetto ai calcoli effettuati sulle concentrazioni dei singoli inquinanti è possibile stabilire un incremento locale pari a circa il 3%, dovuto all'effetto del sottopasso nell'area immediatamente ad esso contigua.

Tale esiguo incremento non comporta ulteriori significative pressioni rispetto a quanto già analizzato.

Il contributo del parcheggio appare invece del tutto trascurabile rispetto a quello delle sorgenti lineari legate alle viabilità, sia in termini di composizione veicolare che di numerosità degli spostamenti.

#### 4.2.6.6 Valutazione delle emissioni assolute

In termini di emissioni assolute sono stati considerati tutti gli archi stradali per i quali l'entrata in esercizio della linea del tram porta un'apprezzabile differenza nei tre scenari (stato di fatto, scenario di riferimento e scenario di progetto): l'influenza diretta riguarda non solo il tracciato

di linea ma anche ulteriori tratte stradali individuate nella zona di buffer di 350 metri e particolarmente significative all'interno del grafo viario urbano.

Sono state altresì considerati tratti urbani all'esterno del suddetto buffer con sviluppo prevalentemente parallelo alla linea tranviaria di progetto, ma rappresentativi di linee di flusso significative per le quali si prevede un incremento dei volumi di traffico con l'entrata in esercizio della linea.

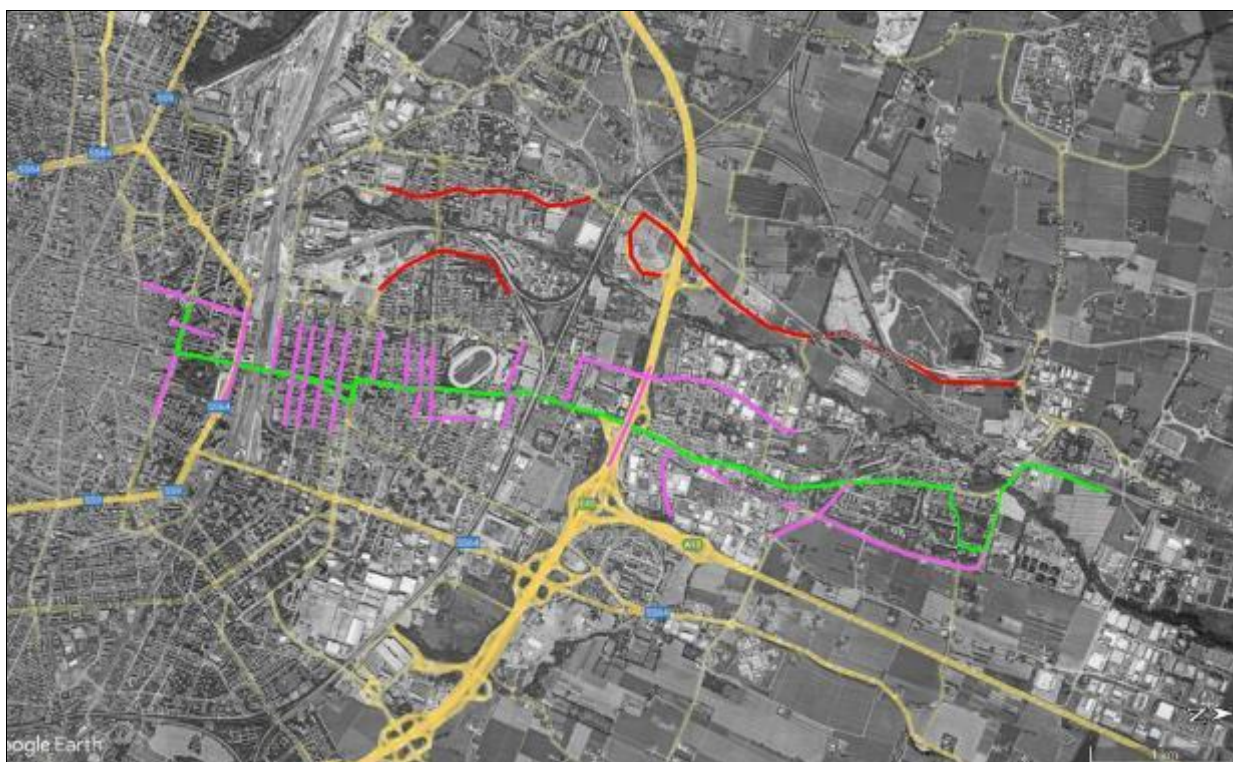


Figura 4-35: Tracciato del tram (in verde), viabilità all'interno del buffer (in rosa) e tratti stradali significativi nell'intorno (in rosso)

Per il calcolo delle emissioni al passaggio del trasporto privato e dei bus nei tre scenari attuale, di riferimento e di progetto sono stati considerati i *"fattori di emissione 2018 per categoria veicolare"*, stavolta esclusivamente per le categorie veicolari di interesse.

Per il trasporto privato e per i bus (TP su gomma) sono stati ottenuti i seguenti valori dei fattori di emissione, opportunamente ponderati:

	<b>CO 2018 g/km TOTALE</b>	<b>NOx 2018 g/km TOTALE</b>	<b>PM2.5 2018 g/km TOTALE</b>	<b>PM10 2018 g/km TOTALE</b>
FE PRIVATO	0,8530	0,2792	0,0189	0,0289
FE BUS	1,1020	4,3131	0,1061	0,1446

Prendendo in considerazione la lunghezza stradale e i fattori di emissioni si ottengono i seguenti risultati in termini di quantità assolute relative ai tre scenari per un periodo di tempo annuale.

#### 4.2.6.6.1 Emissioni nello stato di fatto

STATO DI FATTO	Ldi riferimento	CO [t]		NOX [t]		PM2,5 [t]		PM10 [t]	
TRATTA STRADALE RELATIVA AL PROGETTO	km	PRIVATO	PUBBLICO	PRIVATO	PUBBLICO	PRIVATO	PUBBLICO	PRIVATO	PUBBLICO
VIA DEI MILLE	0,32	0,67	0,11	0,22	0,42	0,01	0,01	0,02	0,01
VIA DELL'INDIPENDENZA	0,40	0,39	0,28	0,13	1,08	0,01	0,03	0,01	0,04
PONTE MATTEOTTI	0,25	1,56	0,21	0,51	0,84	0,03	0,02	0,05	0,03
VIA GIACOMO MATTEOTTI LATO PONTE	0,33	1,53	0,26	0,50	1,01	0,03	0,02	0,05	0,03
VIA GIACOMO MATTEOTTI LATO PIAZZA DELL'UNITA'	0,12	0,01	0,08	0,00	0,32	0,00	0,01	0,00	0,01
VIA FERRARESE	0,30	0,20	0,01	0,06	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00
PIAZZA DELL'UNITA'	0,10	0,00	0,01	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA MAZZA	0,16	0,50	0,02	0,16	0,08	0,01	0,00	0,02	0,00
VIA DI CORTICELLA	0,08	0,12	0,02	0,04	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA DI CORTICELLA.A1	1,19	3,51	0,28	1,15	1,11	0,08	0,03	0,12	0,04
VIA DI CORTICELLA.A2	0,59	3,39	0,14	1,11	0,55	0,08	0,01	0,11	0,02
VIA DI CORTICELLA.B	0,46	3,36	0,11	1,10	0,42	0,07	0,01	0,11	0,01
VIA DI CORTICELLA.C	1,09	3,66	0,25	1,20	0,97	0,08	0,02	0,12	0,03
VIA BENTINI	0,68	2,32	0,15	0,76	0,59	0,05	0,01	0,08	0,02
VIA DI CORTICELLA.D	1,80	2,01	0,06	0,66	0,25	0,04	0,01	0,07	0,01
VIABILITA' DI BUFFER									
VIA MARCONI	0,31	1,04	0,19	0,34	0,73	0,02	0,02	0,04	0,02
VIA AMENDOLA	0,32	1,32	0,18	0,43	0,69	0,03	0,02	0,04	0,02
VIA MONTEBELLO	0,33	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA IRNERIO	0,45	1,05	0,18	0,34	0,72	0,02	0,02	0,04	0,02
VIA PIETRAMELLARA/VIA MASINI	0,70	10,17	0,44	3,33	1,73	0,23	0,04	0,34	0,06
VIA DE' CARRACCI	0,35	0,63	0,03	0,21	0,10	0,01	0,00	0,02	0,00
VIA JACOPO DELLA QUERCIA	0,70	2,09	0,00	0,68	0,00	0,05	0,00	0,07	0,00
VIA SEBASTIANO SERIO	0,70	0,13	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA ALGARDI/VIA ALBANI	0,70	0,65	0,00	0,21	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00
VIA CRETIVIA TIBALDI	0,70	1,82	0,21	0,60	0,81	0,04	0,02	0,06	0,03
VIA PROCACCINI	0,35	0,07	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA SPADA	0,35	0,07	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA CALVART/VIA MITELLI	0,50	0,16	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
VIA BARBIERI	0,50	0,36	0,00	0,12	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
VIA BASSANELLI	0,37	0,32	0,00	0,11	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
VIA JACOPO DI PALO	0,25	0,15	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
VIA SALICETO	0,30	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA ZANIBONI	0,32	0,16	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
A14	0,70	11,55	0,00	3,78	0,00	0,26	0,00	0,39	0,00
VIA CROCE COPERTA	0,50	0,27	0,00	0,09	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
VIA STENDHAL	0,70	2,39	0,00	0,78	0,01	0,05	0,00	0,08	0,00
VIA LIPPARINI	0,65	2,03	0,00	0,66	0,00	0,04	0,00	0,07	0,00
VIA SHAKESPEARE	1,23	4,44	0,01	1,45	0,02	0,10	0,00	0,15	0,00
VIA DELL'ARCOVEGGIO	1,57	0,45	0,09	0,15	0,34	0,01	0,01	0,02	0,01
ALTRE VIABILITA' LIMITROFE									
VIA CRISTOFORO COLOMBO	3,47	31,28	0,00	10,24	0,00	0,69	0,00	1,06	0,00
VIA DELLA BEVERARA	1,41	5,63	0,16	1,84	0,62	0,12	0,02	0,19	0,02
VIA PIETRO GOBETTI	1,10	5,89	0,10	1,93	0,38	0,13	0,01	0,20	0,01
		107,35	3,56	35,14	13,94	2,38	0,34	3,64	0,47



#### 4.2.6.6.2 Emissioni nello scenario di riferimento

SCENARIO DI RIFERIMENTO	Ldi riferimento	CO [t]		NOX [t]		PM2,5 [t]		PM10 [t]	
TRATTA STRADALE RELATIVA AL PROGETTO	km	PRIVATO	PUBBLICO	PRIVATO	PUBBLICO	PRIVATO	PUBBLICO	PRIVATO	PUBBLICO
VIA DEI MILLE	0,32	0,60	0,13	0,20	0,51	0,01	0,01	0,02	0,02
VIA DELL'INDIPENDENZA	0,40	0,33	0,15	0,11	0,59	0,01	0,01	0,01	0,02
PONTE MATTEOTTI	0,25	1,09	0,12	0,36	0,47	0,02	0,01	0,04	0,02
VIA GIACOMO MATTEOTTI LATO PONTE	0,33	1,24	0,13	0,41	0,52	0,03	0,01	0,04	0,02
VIA GIACOMO MATTEOTTI LATO PIAZZA DELL'UNITA'	0,12	0,03	0,04	0,01	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA FERRARESE	0,30	0,15	0,01	0,05	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00
PIAZZA DELL'UNITA'	0,10	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA MAZZA	0,16	0,01	0,01	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA DI CORTICELLA	0,08	0,09	0,01	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA DI CORTICELLA.A1	1,19	3,89	0,13	1,27	0,50	0,09	0,01	0,13	0,02
VIA DI CORTICELLA.A2	0,59	3,63	0,06	1,19	0,24	0,08	0,01	0,12	0,01
VIA DI CORTICELLA.B	0,46	2,80	0,05	0,92	0,19	0,06	0,00	0,09	0,01
VIA DI CORTICELLA.C	1,09	4,12	0,09	1,35	0,33	0,09	0,01	0,14	0,01
VIA BENTINI	0,68	2,93	0,05	0,96	0,20	0,06	0,00	0,10	0,01
VIA DI CORTICELLA.D	1,80	2,04	0,00	0,67	0,00	0,05	0,00	0,07	0,00
VIABILITA' DI BUFFER									
VIA MARCONI	0,31	1,06	0,17	0,35	0,67	0,02	0,02	0,04	0,02
VIA AMENDOLA	0,32	1,27	0,10	0,41	0,38	0,03	0,01	0,04	0,01
VIA MONTEBELLO	0,33	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA IRNERIO	0,45	0,93	0,17	0,30	0,67	0,02	0,02	0,03	0,02
VIA PIETRAMELLARA/VIA MASINI	0,70	8,92	0,29	2,92	1,13	0,20	0,03	0,30	0,04
VIA DE' CARRACCI	0,35	0,47	0,03	0,16	0,10	0,01	0,00	0,02	0,00
VIA JACOPO DELLA QUERCIA	0,70	0,52	0,05	0,17	0,20	0,01	0,00	0,02	0,01
VIA SEBASTIANO SERIO	0,70	0,12	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA ALGARDI/VIA ALBANI	0,70	0,58	0,00	0,19	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00
VIA CRETI/VIA TIBALDI	0,70	1,90	0,06	0,62	0,22	0,04	0,01	0,06	0,01
VIA PROCACCINI	0,35	0,24	0,00	0,08	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
VIA SPADA	0,35	0,07	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA CALVART/VIA MITELLI	0,50	0,12	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA BARBIERI	0,50	0,53	0,00	0,17	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00
VIA BASSANELLI	0,37	0,33	0,00	0,11	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
VIA JACOPO DI PALO	0,25	0,10	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA SALICETO	0,30	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA ZANIBONI	0,32	0,18	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
A14	0,70	12,62	0,00	4,13	0,00	0,28	0,00	0,43	0,00
VIA CROCE COPERTA	0,50	0,21	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
VIA STENDHAL	0,70	0,91	0,00	0,30	0,01	0,02	0,00	0,03	0,00
VIA LIPPARINI	0,65	2,12	0,00	0,69	0,00	0,05	0,00	0,07	0,00
VIA SHAKESPEARE	1,23	1,04	0,01	0,34	0,02	0,02	0,00	0,04	0,00
VIA DELL'ARCOVEGGIO	1,57	0,72	0,05	0,23	0,20	0,02	0,00	0,02	0,01
ALTRE VIABILITA' LIMITROFE									
VIA CRISTOFORO COLOMBO	3,47	39,62	0,00	12,97	0,00	0,88	0,00	1,34	0,00
VIA DELLA BEVERARA	1,41	4,68	0,16	1,53	0,62	0,10	0,02	0,16	0,02
VIA PIETRO GOBETTI	1,10	1,78	0,05	0,58	0,20	0,04	0,00	0,06	0,01
		104,02	2,11	34,05	8,26	2,30	0,20	3,52	0,28

#### 4.2.6.6.3 Emissioni nello scenario di progetto

SCENARIO DI PROGETTO	Ldi riferimento	CO [t]		NOX [t]		PM2,5 [t]		PM10 [t]	
TRATTA STRADALE RELATIVA AL PROGETTO	km	PRIVATO	PUBBLICO	PRIVATO	PUBBLICO	PRIVATO	PUBBLICO	PRIVATO	PUBBLICO
VIA DEI MILLE	0,32	0,59	0,11	0,19	0,41	0,01	0,01	0,02	0,01
VIA DELL'INDIPENDENZA	0,40	0,35	0,12	0,11	0,47	0,01	0,01	0,01	0,02
PONTE MATTEOTTI	0,25	1,10	0,05	0,36	0,20	0,02	0,00	0,04	0,01
VIA GIACOMO MATTEOTTI LATO PONTE	0,33	1,24	0,05	0,41	0,19	0,03	0,00	0,04	0,01
VIA GIACOMO MATTEOTTI LATO PIAZZA DELL'UNITA'	0,12	0,03	0,01	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA FERRARESE	0,30	0,14	0,01	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
PIAZZA DELL'UNITA'	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA MAZZA	0,16	0,00	0,01	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA DI CORTICELLA	0,08	0,07	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA DI CORTICELLA.A1	1,19	2,50	0,00	0,82	0,00	0,06	0,00	0,08	0,00
VIA DI CORTICELLA.A2	0,59	2,72	0,00	0,89	0,00	0,06	0,00	0,09	0,00
VIA DI CORTICELLA.B	0,46	2,15	0,00	0,70	0,00	0,05	0,00	0,07	0,00
VIA DI CORTICELLA.C	1,09	2,15	0,00	0,70	0,00	0,05	0,00	0,07	0,00
VIA BENTINI	0,68	1,76	0,00	0,58	0,00	0,04	0,00	0,06	0,00
VIA DI CORTICELLA.D	1,80	2,11	0,00	0,69	0,00	0,05	0,00	0,07	0,00
VIABILITA' DI BUFFER									
VIA MARCONI	0,31	0,88	0,12	0,29	0,47	0,02	0,01	0,03	0,02
VIA AMENDOLA	0,32	1,25	0,07	0,41	0,25	0,03	0,01	0,04	0,01
VIA MONTEBELLO	0,33	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA IRNERIO	0,45	0,93	0,17	0,30	0,67	0,02	0,02	0,03	0,02
VIA PIETRAMELLARA/VIA MASINI	0,70	8,94	0,27	2,93	1,05	0,20	0,03	0,30	0,04
VIA DE' CARRACCI	0,35	0,47	0,02	0,15	0,08	0,01	0,00	0,02	0,00
VIA JACOPO DELLA QUERCIA	0,70	1,77	0,00	0,58	0,00	0,04	0,00	0,06	0,00
VIA SEBASTIANO SERIO	0,70	0,12	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA ALGARDI/VIA ALBANI	0,70	0,54	0,00	0,18	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00
VIA CRETI/VIA TIBALDI	0,70	1,87	0,04	0,61	0,15	0,04	0,00	0,06	0,01
VIA PROCACCINI	0,35	0,24	0,00	0,08	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
VIA SPADA	0,35	0,05	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA CALVART/VIA MITELLI	0,50	0,12	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA BARBIERI	0,50	0,50	0,00	0,16	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00
VIA BASSANELLI	0,37	0,33	0,00	0,11	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
VIA JACOPO DI PALO	0,25	0,12	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA SALICETO	0,30	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIA ZANIBONI	0,32	0,15	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
A14	0,70	12,62	0,00	4,13	0,00	0,28	0,00	0,43	0,00
VIA CROCE COPERTA	0,50	0,25	0,00	0,08	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
VIA STENDHAL	0,70	1,43	0,00	0,47	0,00	0,03	0,00	0,05	0,00
VIA LIPPARINI	0,65	2,06	0,00	0,68	0,00	0,05	0,00	0,07	0,00
VIA SHAKESPEARE	1,23	2,01	0,00	0,66	0,00	0,04	0,00	0,07	0,00
VIA DELL'ARCOVEGGIO	1,57	1,11	0,00	0,36	0,00	0,02	0,00	0,04	0,00
ALTRE VIABILITA' LIMITROFE									
VIA CRISTOFORO COLOMBO	3,47	41,61	0,00	13,62	0,00	0,92	0,00	1,41	0,00
VIA DELLA BEVERARA	1,41	4,88	0,24	1,60	0,93	0,11	0,02	0,17	0,03
VIA PIETRO GOBETTI	1,10	2,04	0,05	0,67	0,20	0,05	0,00	0,07	0,01
		103,22	1,32	33,79	5,17	2,29	0,13	3,50	0,17

Sull'area di progetto la stima degli scenari emissivi su base annuale mostra una riduzione di tutti gli inquinanti considerati pari a circa il 3% per il trasporto privato e a circa il 63% per il trasporto pubblico, in riferimento al passaggio dallo stato attuale allo stato di progetto.

Considerando come base di confronto lo scenario di riferimento (entrata in esercizio della Linea Rossa), il progetto della Linea di Corticella comporterà una sostanziale equivalenza nell'emissione degli inquinanti per il trasporto privato e una diminuzione pari a circa il 37% per il trasporto pubblico.

#### 4.2.6.7 Conclusioni in merito alle simulazioni effettuate

Per lo scenario attuale e per lo scenario di progetto le simulazioni di dispersione in atmosfera degli inquinanti emessi dal traffico autoveicolare sono state realizzate con il modello previsionale Caline 4.

La meteorologia è stata implementata utilizzando le informazioni meteorologiche locali, elaborando le osservazioni locali della rete di monitoraggio per l'anno 2019.

Allo stato attuale il biossido di azoto presenta un valore registrato superiore al limite normativo di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (media annuale) nella centralina di Porta San Felice. Il valore previsionale massimo è pari a circa  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per lo stato attuale e a circa  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per lo stato di progetto, con una riduzione percentuale prevista intorno al 10%.

Per quanto riguarda le polveri sottili e sottilissime, la suddetta centralina di Porta San Felice fa attualmente registrare valori annuali di  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , rispettivamente per il  $\text{PM}_{10}$  e per il  $\text{PM}_{2.5}$ . Il calcolo previsionale conferma questi valori e fa prevedere con l'entrata in esercizio della linea di progetto una diminuzione tra il 15% e il 20%.

Già allo stato attuale il monossido di carbonio presenta una concentrazione massima inferiore a  $1 \text{ mg}/\text{m}^3$ , di un ordine di grandezza più basso rispetto al limite normativo considerato come media mobile sulle otto ore. La simulazione previsionale dello stato di fatto e dello stato di progetto confermano che non esiste una criticità legata a questo inquinante, con un valore medio previsto comunque in diminuzione dallo stato attuale allo stato di progetto (da 0,85 a  $0,82 \text{ mg}/\text{m}^3$ ).

Come ipotizzabile dalla redistribuzione dei flussi per l'entrata in esercizio delle nuove linee tramviarie, il nuovo quadro emissivo conduce ad una diminuzione generalizzata degli inquinanti legati al traffico stradale. Si consideri che i risultati per gli scenari futuri sono stati ottenuti considerando i medesimi fattori di emissione dello stato di fatto e che il loro effettivo decremento nel tempo porterà ad una conseguente ulteriore diminuzione delle concentrazioni e delle quantità previste nel presente studio.

### 4.3 RUMORE

Nel presente paragrafo si indagano, con riferimento alla componente rumore, le condizioni di sensibilità del territorio in termini di destinazioni d'uso e di tipologie edilizie. Sono presentati inoltre i risultati delle misure fonometriche eseguite per la valutazione dei livelli residui attualmente presenti sul territorio.

Il paragrafo è articolato secondo i seguenti punti:

breve descrizione della normativa vigente e delle principali norme tecniche di riferimento;

classificazione del territorio e dei ricettori sensibili in base alla presunta criticità rispetto al progetto in esame;

presentazione dei risultati delle misure fonometriche;

valutazione previsionale di impatto acustico in funzione dei diversi scenari previsti.

#### 4.3.1 QUADRO DI RIFERIMENTO LEGISLATIVO

La "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n. 447 del 26/10/1995 ha precisato l'orientamento normativo, stabilendo tra l'altro:

l'importanza della zonizzazione acustica dei Comuni ai fini dell'individuazione dei valori limite da applicare al territorio in relazione alle destinazioni d'uso di quest'ultimo, stabilendo la necessità da parte delle Regioni di definire i criteri di classificazione del territorio per i propri Comuni;

l'importanza della pianificazione territoriale sia come mezzo per il progressivo risanamento acustico del territorio, sia come strumento di scelta al fine di prevenire l'inquinamento acustico stesso;

la progressiva emanazione di decreti attuativi al fine di regolamentare attraverso metodiche e standard ambientali le più diverse attività, in attesa dei quali restano in vigore le disposizioni stabilite dal DPCM 1/3/91.

Il DPCM 14/11/97 fissa i limiti massimi accettabili nelle diverse aree territoriali e definisce, al contempo la suddivisione dei territori comunali in relazione alla destinazione d'uso e l'individuazione dei valori limiti ammissibili di rumorosità per ciascuna area, riprendendo in parte le classificazioni già introdotte dal DPCM 01.03.1991.

Il DPCM 14/11/97 stabilisce inoltre per l'ambiente esterno valori limite assoluti di immissione (tab.3.2), i cui valori si differenziano a seconda della classe di destinazione d'uso del territorio, mentre, per gli ambienti abitativi sono stabiliti anche limiti differenziali.

In merito al campo di applicazione del DPCM 14/11/97, si evidenziano i seguenti aspetti:  
per le infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime ed aeroportuali i valori limite di immissione non si applicano all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, individuate da decreti di prossima emanazione. All'esterno di tali fasce, dette sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione;

i valori limite assoluti di immissione e di emissione relativi alle singole infrastrutture dei trasporti, all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, nonché la relativa estensione, saranno fissati con i rispettivi decreti attuativi;

i valori limite differenziali di immissione non si applicano nelle aree classificate nella classe VI;

i valori limite differenziali di immissione non si applicano alla rumorosità prodotta da:

infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime;

attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali;



servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

Per quanto riguarda la normativa regionale, il Consiglio della Regione Emilia Romagna ha approvato, in attuazione della Legge 447/95, la Legge Regionale n°15 del 09 Maggio 2001, Norme in Materia di Inquinamento Acustico.

A seguito dell'esperienza maturata nella redazione delle classificazioni acustiche da parte di molte amministrazioni comunali della regione, e facendo proprie alcune delle osservazioni scaturite in tali lavori, con delibera di giunta n. 2053/2001 la Regione Emilia-Romagna ha provveduto ad emanare una direttiva per aggiornare i "Criteri e condizioni per la classificazione del territorio".

Il DPR 142 del 2004 definisce le fasce acustiche stradali ed i relativi limiti acustici diurni e notturni, classificandole in:

a) Autostrade;	d) Strade urbane di scorrimento;
b) Strade extraurbane principali;	e) Strade urbane di quartiere;
c) Strade extraurbane secondarie;	f) Strade locali.

Infine il D.P.R 458/98 stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture ferroviarie e delle linee metropolitane di superficie, con esclusione delle tramvie e delle funicolari.

- |  |
|--|
| a) infrastrutture esistenti, alle loro varianti ed alle infrastrutture di nuova realizzazione in affiancamento a quelle esistenti; |
| b) infrastrutture di nuova realizzazione.  |

#### 4.3.2 CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO

Con Deliberazione del Consiglio Comunale OdG 336/15 (PG 328998/15) è stata approvata la variante alla Classificazione acustica del territorio comunale, con le relative Norme tecniche di

attuazione, elaborata secondo i criteri stabiliti dalla Regione Emilia-Romagna con DGR n. 2053/2001, recante "Criteri e condizioni per la classificazione del territorio".

La variante si è resa necessaria al fine di aggiornare la cartografia in base all'assetto territoriale conseguente agli interventi realizzati nel periodo intercorso dall'approvazione del PSC (Piano strutturale comunale) e con le varianti al POC, nonché a rendere coerente le Norme tecniche di attuazione con il Regolamento Urbanistico Edilizio (Rue) approvato.

La Classificazione acustica è costituita dai seguenti elaborati:

- relazione illustrativa, in cui sono indicate le modifiche più significative introdotte nella cartografia e nelle Norme tecniche di attuazione;
- norme tecniche di attuazione, finalizzate a regolamentare le zone particolari, gestire le trasformazioni territoriali, nonché a regolare le modalità per l'aggiornamento della Classificazione acustica;
- cartografia riportante la classificazione acustica del territorio comunale dello stato attuale e dello stato di progetto;
- cartografia riportante le fasce di pertinenza acustica delle principali infrastrutture di trasporto suddivise a seconda dei limiti di immissione sonora stabiliti dai rispettivi decreti attuativi nazionali, relative allo stato attuale ed allo stato di progetto.

Nelle figure che seguono si riporta la classificazione acustica del territorio del Comune di Bologna e del Comune di Castel Maggiore.

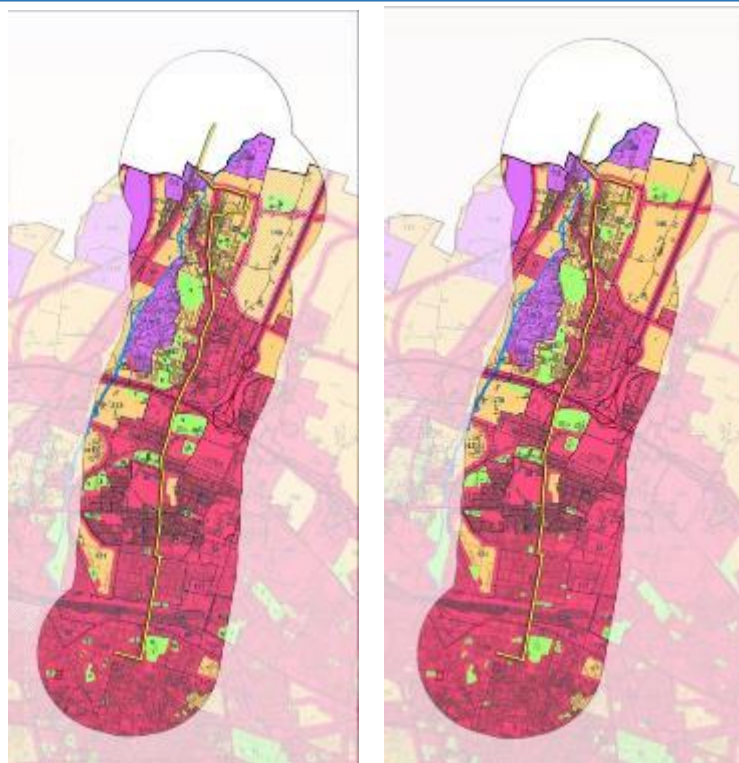


Figura 4-36 e - 4-37 Classificazione acustica - stato di fatto e stato di progetto, Comune di Bologna

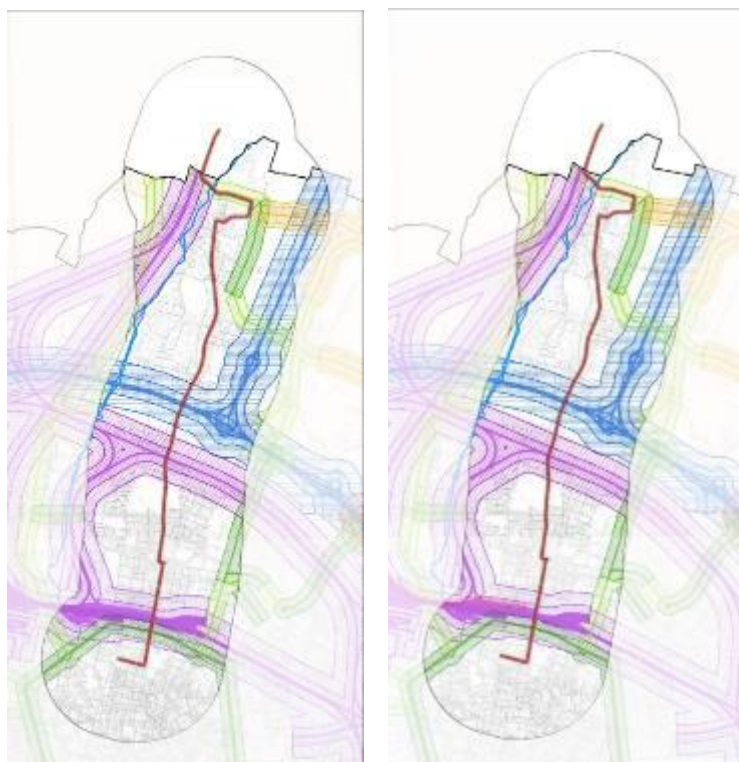


Figura 4-38 e 4-39- Classificazione acustica fasce di pertinenza infrastrutturali – stato di fatto e stato di progetto

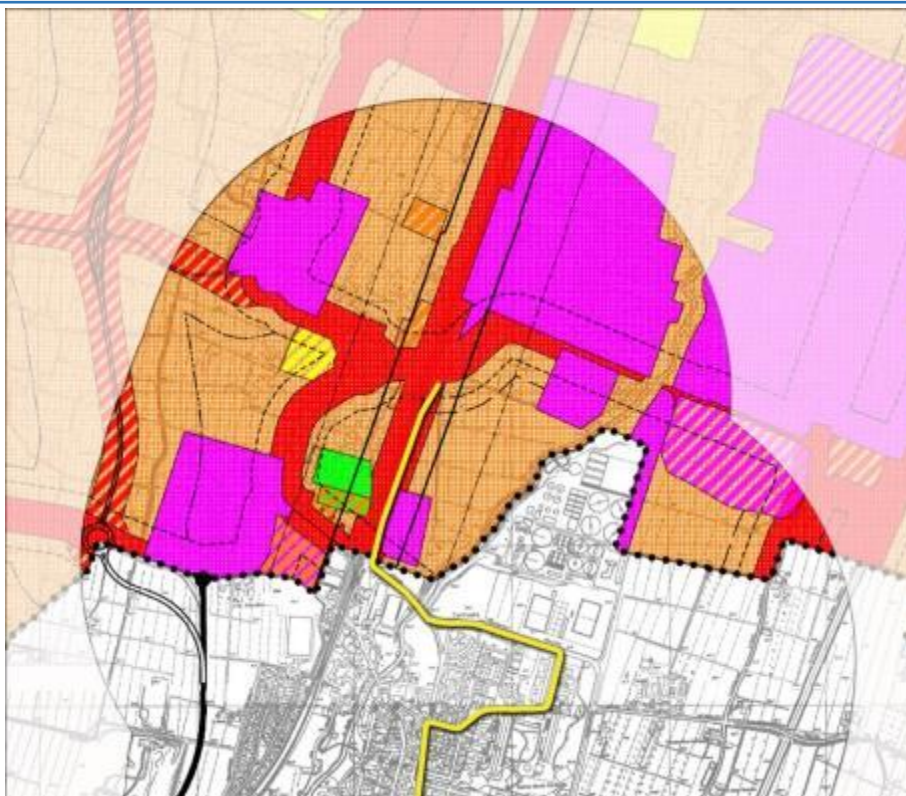


Figura 4-40 - Classificazione acustica, Comune di Castel Maggiore

Le classi di destinazione fissate dal decreto, sono di seguito riportate e si sottolinea la classe acustica di riferimento per lo specifico caso in esame.

**I classe - aree particolarmente protette:** rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione (aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo e allo svago, aree residenziali rurali e di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, etc.).

**II classe - aree destinate ad uso prevalentemente residenziale:** rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali.

**III classe - aree di tipo misto:** rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività

commerciali ed uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali, aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.

**IV classe - aree ad intensa attività umana:** rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali ed uffici, con presenza di attività artigianali, le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie, le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.

**V classe - aree prevalentemente industriali:** rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.

**VI classe - aree esclusivamente industriali:** rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

Per ognuna delle classi sopra elencate, il decreto specifica i valori riportati nelle seguenti tabelle.

CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO	VALORI LIMITE ASSOLUTI DI IMMISSIONE IN dB(A)		VALORI LIMITE ASSOLUTI DI EMISSIONE IN dB(A)	
	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)	Periodo diurno (6-22)	Periodo notturno (22-6)
I- area particolarmente protetta	50	40	45	35
II- aree prevalentemente residenziali	55	45	50	40
III- aree di tipo misto	60	50	55	45
IV- aree di intensa attività umana	65	55	60	50
V- aree prevalentemente industriali	70	60	65	55
VI- aree esclusivamente industriali	70	70	65	65

*Tabella Limiti di riferimento per classi*

I valori limite riportati in Tabella non si applicano al rumore prodotto dalle infrastrutture di trasporto all'interno delle rispettive fasce territoriali di pertinenza mentre valgono per le singole sorgenti sonore diverse dalle infrastrutture di trasporto anche quando il ricettore è



all'interno della fascia di pertinenza. I valori limiti di emissione devono essere applicati al rumore generato da ogni singola sorgente (con l'esclusione delle infrastrutture di trasporto). I limiti assoluti comprendono la totalità delle sorgenti e sono verificati in prossimità dei ricettori (art. 2, LQ 447/1995).

I valori differenziali, misurati all'interno degli ambienti abitativi, non devono superare i limiti fissati dal DPCM 14 novembre 1997, art. 4, comma 1:

- 5 dB(A) periodo diurno (06.00 - 22.00)
- 3 dB(A) periodo notturno (22.00 – 06.00)

Limite di applicabilità del criterio differenziale: qualora il livello di rumore ambientale risulti inferiore a 50 dB e 40 dB misurati a finestre aperte durante il periodo diurno e notturno rispettivamente e inferiore a 35 dB e 25 dB misurati a finestre chiuse nei medesimi periodi di riferimento, il limite differenziale non trova applicazione.

I limiti acustici da considerare a livello normativo, sono quelli previsti dal DPR 142/04 alla tabella 2 che segue.

TABELLA 2 – STRADE ESISTENTI E ASSIMILABILI (ampliamento in sede, affiancamenti e varianti)						
TIPI DI STRADA Secondo codice della strada	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB[A]	Notturmo dB[A]	Diurno dB[A]	Notturmo dB[A]
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbane principali		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbane secondarie	Ca (strade a carreggiate separate)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - urbane di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	DB (tutte le strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E - urbane di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane.			
F - locali		30				

\*Per le scuole si applica il solo limite diurno

Tabella Limiti di riferimento fasce di pertinenza infrastrutture

Prendendo a riferimento la definizione fornita dal DPR 142/04 “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della L. 26 ottobre 1995, n. 447”, l’infrastruttura stradale è considerata come “...l’insieme della superficie stradale, delle strutture e degli impianti di competenza dell’ente proprietario, concessionario o gestore necessari per garantire la funzionalità e la sicurezza della strada stessa”.

Secondo tale definizione il tram si può far rientrare tra le strutture e gli impianti necessari per garantire, e migliorare, la funzionalità della strada e quindi il rumore indotto dalla circolazione del tram deve considerarsi alla stregua del rumore stradale e, come tale, i limiti sono da riferirsi a quanto previsto dal DPR 142/04.

Nella valutazione delle ricadute acustiche indotte dal tram, i limiti tengono conto sia della rifunionalizzazione prevista per le strade interessate dall'opera, sia alle fasce di prospicienza acustica stradali (come individuate dalla Regione Emilia-Romagna con DGR 2053/01). Per la presenza di un importante sistema di trasporto pubblico quale è il tram, si propone una fascia di prospicienza ampia 50 m zonizzata in IV classe, la cui rappresentazione grafica è riportata in Allegato 19.

I valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura tramvia e dal traffico stradale pubblico e privato all'interno della fascia di prospicienza sono i seguenti:

65 dB(A) Leq diurno e 50 dB(A) Leq diurno per scuole, ospedali, case di cura e case di riposo;  
55 dB(A) Leq notturno e 40 dB(A) Leq notturno per scuole, ospedali, case di cura e case di riposo; per le scuole vale il solo limite diurno.

Al di fuori della fascia di prospicienza deve essere rispettato il limite previsto dalla zonizzazione acustica comunale.

#### 4.3.3 INQUADRAMENTO ACUSTICO DA TRAFFICO FERROVIARIO

Il DPR n. 459/98 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della L. 26 Ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario" definisce (art. 3): "Fascia di pertinenza":

1. A partire dalla mezzzeria dei binari esterni e per ciascun lato sono fissate fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture della larghezza di:
  - a) m 250 per le infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 2, lettera a), e per le infrastrutture di nuova realizzazione di cui all'articolo 2, comma 2, lettera b), con velocità di progetto non superiore a 200 km/h. Tale fascia viene suddivisa in due parti: la prima, più vicina all'infrastruttura, della larghezza di m 100, denominata fascia A; la seconda, più distante dall'infrastruttura, della larghezza di m 150, denominata fascia B;
  - b) m 250 per le infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 2, lettera b), con velocità di progetto superiore a 200 km/h.

2. Per le aree non ancora edificate interessate dall'attraversamento di infrastrutture in esercizio, gli interventi per il rispetto dei limiti di cui agli articoli 4 e 5 sono a carico del titolare della concessione edilizia rilasciata all'interno delle fasce di pertinenza di cui al comma 1.
3. Nel caso di realizzazione di nuove infrastrutture in affiancamento ad una esistente, la fascia di pertinenza si calcola a partire dal binario esterno preesistente." All'art. 5 si riportano i limiti di rispetto per infrastrutture esistenti e di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h.
  1. Per le infrastrutture esistenti, le loro varianti, le infrastrutture di nuova realizzazione in affiancamento di infrastrutture esistenti e le infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h, all'interno della fascia di cui all'articolo 3, comma 1, lettera a), del presente decreto, i valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura sono i seguenti:
    - 50 dB(A) Leq diurno, 40 dB(A) Leq notturno per scuole, ospedali, case di cura e case di riposo; per le scuole vale il solo limite diurno;
    - 70 dB(A) Leq diurno, 60 dB(A) Leq notturno per gli altri ricettori all'interno della fascia A di cui all'articolo 3, comma 1, lettera a);
    - 65 dB(A) Leq diurno, 55 dB(A) Leq notturno per gli altri ricettori all'interno della fascia B di cui all'articolo 3, comma 1, lettera a).
4. Il rispetto dei valori di cui al comma 1 e, al di fuori della fascia di pertinenza,
5. Qualora i valori di cui al comma 1 e, al di fuori della fascia di pertinenza, i valori stabiliti nella tabella C del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 novembre 1997, non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti:
  - a) 35 dB(A) Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
  - b) 40 dB(A) Leq notturno per tutti gli altri ricettori;
  - c) 45 dB(A) Leq diurno per le scuole.

#### 4.3.4 INDAGINI ESEGUITE IN FASE DI STUDIO DI PREFATTIBILITÀ

Per la caratterizzazione del clima acustico dell'area di studio, è stata effettuata una campagna di monitoraggio acustico costituita da n. 6 misure della durata di 24 ore, condotte presso ricettori ritenuti significativi lungo lo sviluppo del tracciato.

Nella tabella che segue è riportato il riepilogo dei punti di monitoraggio, con l'indicazione di:

- codifica del punto di monitoraggio;
- descrizione;
- ubicazione del punto;
- durata delle misure effettuate;
- date delle misure;
- coordinate.

Codice	Descrizione ricettore	Ubicazione	Durata	Data	Coordinate
RUMG01	Scuola media Testoni Fioravanti	Via A. di Vincenzo 55, Bologna	24 ore	13-14/07/2020	686457.76 m E 4931451.53 m N
RUMG02	CREA Via di Corticella	Via di Corticella 133. Bologna	24 ore	13-14/07/2020	686720.82 m E 4932848.69 m N
RUMG03	Area verde	Via N. Corazza	24 ore	21-22/07/2020	687203.00 m 4933179.00 m N
RUMG06	Abitazione privata	Via Lipparini 2, Bologna	24 ore	09-10/07/2020	687224.00 m E 4934656.00 m N
RUMG07	Edificio commerciale "Vitamina"	Via William Shakespeare, Bologna	24 ore	20-21/07/2020	687516.00 m E 4934847.00 m N
RUMG10	Linea ferroviaria BO-PD	In prossimità della Stazione Castel Maggiore	24 ore	22-23/07/2020	687163.00 m E 4936504.00 m N



#### 4.3.4.1 Criteri metodologici

Per l'esecuzione della campagna di rilievo del rumore è stata utilizzata una strumentazione conforme agli standard prescritti dall'articolo 2 del Decreto del Ministero dell'Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

Nel dettaglio, le suddette postazioni sono costituite dalla seguente strumentazione:

- microfono per esterni, fornito di cuffia antivento/antipioggia e di punta antivolatile;
- sistema di alimentazione di lunga autonomia;
- fonometro integratore con elevata capacità di memorizzazione dei dati rilevati;
- box stagno di contenimento della strumentazione;
- cavalletto o stativo telescopico;
- cavo di connessione tra il box che contiene la strumentazione ed il microfono.



Figura 4-41 – Esempio posizionamento fonometro

Il monitoraggio è stato preceduto da una fase preliminare in campo che ha incluso le seguenti attività:

- sopralluogo dei punti di monitoraggio per l'accertamento dello stato dei luoghi, la verifica finale dell'ubicazione e delle utilities necessarie all'esercizio della strumentazione (es. allacciamento energia elettrica, ecc.);
- richiesta di permessi per il posizionamento e l'esercizio della strumentazione;
- georeferenziazione dei punti di monitoraggio e posizionamento della strumentazione di misura.

Per l'esecuzione dei rilievi fonometrici è stata utilizzata la seguente catena di misura:

Strumento	Costruttore	Modello	Matricola	Data taratura	N° certificato
Fonometro	Larson Davis	L&D 831	2817	05/12/2018	LAT 163 19325-A
Microfono	PCB Piesotronics	PCB 377B02	LW132406	05/12/2018	LAT 163 19325-A
Preamplificatore	Larson Davis	PCB PMR831	23762	05/12/2018	LAT 163 19325-A
Fonometro	Larson Davis	L&D 831	2980	05/12/2018	LAT 163 19328-A
Microfono	PCB Piesotronics	PCB 377B02	125044	05/12/2018	LAT 163 19328-A
Preamplificatore	Larson Davis	PCB PMR831	21355	05/12/2018	LAT 163 19328-A
Calibratore	Larson Davis	L&D CAL 200	9612	05/12/2018	LAT 163 19327-A

Tutta la strumentazione, in ottemperanza a quanto richiesto dal D.M. 16/03/1998, risponde alla classe 1 secondo le norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994 e consente la misurazione dei livelli sonori massimi, minimi ed equivalenti nonché del SEL, del valore di picco e dei valori statistici per ciascun intervallo di misura.

La gamma di misura effettiva consentita dalla strumentazione va da 30 a 120 dB(A) senza autogamma con portata unica.

Le misure sono state effettuate nel rispetto delle indicazioni del D.M. 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

Lo strumento è stato impostato sulla curva di ponderazione "A". I microfoni da 1/2" corretti in campo libero, in accordo con le normative IEC, durante la fase di misura sono stati diretti verso la sorgente.

La strumentazione utilizzata è stata equipaggiata con sistemi di protezioni specifici per monitoraggi in esterni prolungati nel tempo, con valigetta stagna, antiurto e completa di batterie e con sistema di protezione per preamplificatore con deumidificatore e cuffia antivento conica per il microfono.

La validità dei rilievi è stata verificata tarando gli strumenti ad ogni ciclo di misura inviando, mediante un calibratore esterno Mod. CAL200 della Larson & Davis, un segnale di riferimento di 93,8 dB a 1000 Hz.

Le misure sono state sempre eseguite in condizioni meteorologiche buone e cioè tali che non risultasse alterata la significatività dei dati, in particolare sono state eseguite:

- in assenza di precipitazioni atmosferiche, nebbia, neve, ecc.;
- con velocità del vento inferiore a 5 m/s;
- con microfono munito di cuffia antivento;
- con catena di misura compatibile con le condizioni meteorologiche del periodo in cui si effettuano le misurazioni e comunque in accordo con le norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994.

La strumentazione è stata posizionata all'altezza dell'unità abitativa, e almeno alla distanza di un metro da eventuali ostacoli circostanti (edifici, muri di recinzione, etc.).

Le misure sono state memorizzate all'interno dello strumento e sono state successivamente elaborate con l'ausilio del software Noise & Vibration Works.

I rilievi di rumore ambientale sono stati effettuati nel tempo di riferimento diurno (6.00-22.00) e notturno (22.00-06.00).

Le postazioni di misura hanno acquisito in continuo (24 ore su 24) i seguenti parametri acustici:  
livello equivalente ponderato A [LAeq] con una cadenza di 1 secondo;  
livelli statistici L01, L05, L10, L50, L90, L95.

Il "livello equivalente ponderato A" di un dato rumore variabile nel tempo è il livello, espresso in dB(A), di un ipotetico rumore costante che, qualora sostituito al rumore in esame per lo stesso

intervallo temporale, comporterebbe la medesima quantità totale di energia sonora. Lo scopo dell'introduzione del "livello equivalente ponderato A" è quello di poter caratterizzare con un solo dato un rumore variabile, per un tempo di misura prefissato.

I livelli statistici (valori superati rispettivamente per l'1%, 5% 10%, 50%, 90% e 95% del tempo di osservazione) sono invece utilizzati come parametri aggiuntivi per la descrizione del fenomeno acustico.

Sono stati acquisiti anche i seguenti parametri meteorologici:

- Temperatura
- Velocità e direzione del vento
- Piovosità
- allo scopo di verificare il rispetto delle prescrizioni legislative, che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche:
- velocità del vento > 5 m/sec;
- presenza di nebbia, pioggia e di neve.

#### 4.3.4.2 Risultati

I risultati dei rilievi eseguiti sono riportati nelle tabelle seguenti, che riportano:

- codice del punto di monitoraggio;
- data di esecuzione delle misure;
- unità di misura;
- valore del livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAq;
- valori dei livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L99;
- LAeq diurno e LAeq notturno;
- giorno della settimana.

Misure di 24 ore - Riepilogo risultati (risultati espressi in dB):

Codice	Data	LAeq	L1	L5	L10	L50	L90	L95	LAeq diurno	LAeq notturno	giorno
RUMG01	13/07/20	60,7	67,3	65,5	64,5	54,3	36,3	34,4	61,7	51,8	Lunedì/ Martedì
RUMG02	13/07/20	63,5	77,4	76,1	75,1	60,1	44,6	42,5	65,2	53,3	Lunedì/ Martedì
RUMG03	21/07/20	67,1	78,4	76,0	73,9	68,7	59,0	57,3	62,2	58,0	Martedì / Mercoledì
RUMG06	09/07/20	63,2	73,0	72,0	71,5	67,1	42,4	40,0	64,1	54,0	Giovedì/ Venerdì
RUMG07	20/07/20	64,8	74,4	73,0	72,4	66,9	42,9	39,5	66,2	59,0	Mercoledì/ Giovedì
RUMG10	22/07/20	59,2	72,3	58,1	54,1	47,4	41,8	40,0	60,1	58,5	Giovedì/ Venerdì

La sintesi dell'analisi dei risultati è esposta nelle tabelle che seguono, la prima mostra gli esiti del rilievo del rumore in riferimento alle zonizzazioni comunale, la seconda in riferimento ai limiti di pertinenza stradale.

In Allegato 1 alla presente relazione sono riportati i rapporti di prova del monitoraggio acustico eseguito.

Per quanto concerne la validità dei dati di rumore rilevati in concomitanza ad eventi meteorici – mascherati in fase di elaborazione – si ritiene che la misura di periodo (diurno o notturno) possa considerarsi accettabile a condizione che la frazione del tempo “senza pioggia” sia superiore al 70 % del tempo complessivo:

- almeno 6 ore su 8 ore per il periodo notturno;
- almeno 11 ore su 16 ore per il periodo diurno;
- almeno 5 Leq di periodo diurno e 5 Leq di periodo notturno per la valutazione del livello settimanale (diurno e notturno).

Tabella confronto limiti zonizzazioni comunali (DPCM del 14/11/97):



Codice	Descrizione	LAeq (dB) diurno	LAeq (dB) notturno	Classificazione	Limite diurno (dB)	Limite notturno (dB)	Esito diurno	Esito notturno
RUMG01	Scuola media Testoni Fioravanti	61,7	51,8	I	50	40	NON Conforme	NON Conforme
RUMG02	CREA Via di Corticella	65,2	53,3	IV	65	55	NON Conforme	Conforme
RUMG03	Area verde	62,2	58,0	IV	65	55	Conforme	NON Conforme
RUMG06	Abitazione privata	64,1	54,0	IV	65	55	Conforme	Conforme
RUMG07	Edificio commerciale "Vitamina"	66,2	59,0	IV	65	55	NON Conforme	NON Conforme
RUMG10	Linea ferroviaria BO-PD	60,1	58,5	IV	65	55	Conforme	NON Conforme

\*il valore del Leq si riferisce al periodo di misura rilevato e non all'intero periodo di riferimento diurno/notturno

Tabella confronto limiti di pertinenza (D.P.R. 142 del 30/03/2004 e DPR n. 459/98):

Codice	Descrizione	LAeq (dB) diurno	LAeq (dB) notturno	Fascia di pertinenza infrastrutturale	Limite diurno (dB)	Limite notturno (dB)	Esito diurno	Esito notturno
RUMG01	Scuola media Testoni Fioravanti	61,7	51,8	nessuna	--	--	--	--
RUMG02	CREA Via di Corticella	65,2	53,3	nessuna	--	--	--	--
RUMG03	Area verde	62,2	58,0	Strada tipo A	70	60	Conforme	Conforme
RUMG06	Abitazione privata	64,1	54,0	nessuna	--	--	--	--
RUMG07	Edificio commerciale "Vitamina"	66,2	59,0	Strada tipo Da	70	60	Conforme	Conforme

Codice	Descrizione	LAeq (dB) diurno	LAeq (dB) notturno	Fascia di pertinenza infrastrutturale	Limite diurno (dB)	Limite notturno (dB)	Esito diurno	Esito notturno
RUMG10	Linea ferroviaria BO-PD	60,1	58,5	Ferrovia	70	60	Conforme	Conforme

\*il valore del Leq si riferisce al periodo di misura rilevato e non all'intero periodo di riferimento diurno/notturno

Dati meteo riferiti al periodo di monitoraggio (rif. Dati Arpae Stazione Bologna Urbana)

Data	Temperatura media [°]	Umidità [%]	Precipitazioni [mm]	Velocità del vento [m/s]	Direzione del vento [°]
09/07/2020	25.2	56	0.00	0.4	SSE
10/07/2020	27.3	58	0.00	0.4	SSE
13/07/2020	22.4	62	0.00	0.0	---
14/07/2020	22.7	51	0.00	0.0	---
20/07/2020	28.4	47	0.00	0.4	N
21/07/2020	26.7	55	0.00	0.0	---
22/07/2020	26.8	63	0.00	0.0	---
23/07/2020	24.2	77	0.00	0.0	---

#### 4.3.5 MODELLO DI CALCOLO E MAPPE ACUSTICHE

A supporto delle valutazioni sopra riportate è stato utilizzato il software di calcolo SoundPlan® 8.2. A partire dal database di file georeferenziati reso disponibile dal Comune di Bologna (Edifici, strade, punti quotai, aree verdi ecc.), si è proceduto ad implementarlo con i dati di traffico stradale derivante dallo studio trasportistico.

L'identificazione e quantificazione delle sorgenti è stata implementata a partire dai rilievi eseguiti sul campo, da dati presenti in letteratura e dati forniti dai progettisti. La caratterizzazione delle sorgenti esistenti non è accurata per quel che concerne i singoli punti di emissione ma solo per quel che riguarda l'effetto globale sui recettori.

#### 4.3.5.1 Modello di taratura

Sono stati utilizzati i rilievi fonometrici effettuati in situ per valutare le sorgenti sonore esistenti e tarare di conseguenza il modello di calcolo per migliorarne l'affidabilità.

La taratura del modello è stata eseguita effettuando un conteggio manuale dei mezzi a campione, ad intervalli orari, sia durante il periodo diurno, sia durante il periodo notturno. Successivamente si è associato il numero dei transiti ai valori di leq orari misurati in fase di conteggio. Infine, in funzione dei Leq diurni e notturni rilevati si è potuto calcolare in modo proporzionale il numero totale di transiti nel periodo di riferimento.

Il conteggio manuale dei mezzi ha permesso di ovviare al problema di taratura del modello causato dal possibile decremento del traffico in concomitanza con il periodo pandemico durante il quale sono state eseguite le misure acustiche (Luglio 2020).

Le velocità dei mezzi sono state assegnate per tipologia di strada e variano da 40 a 70 (mezzi leggeri) e da 30 a 60 (mezzi pesanti); tali velocità sono state sviluppate per tipologia di strada e non per singolo arco stradale ad esclusione dei valori attribuiti alla viabilità autostradale.

I valori di traffico e la relativa suddivisione tra mezzi leggeri e mezzi pesanti, inseriti nella modellazione, sono derivati in maniera diretta dallo studio trasportistico (elaborato B381-C-SF-GPR-RT-001) relativamente alle diverse fasi simulate: attuale (studio del traffico 2018), riferimento (studio del traffico scenario 2030 in presenza della linea rossa) e di progetto (studio del traffico scenario 2030 in presenza della linea rossa e della linea verde). Mentre nello studio trasportistico vengono riportati "veicoli equivalenti", i dati utilizzati per lo studio della componente acustica sono divisi in veicoli leggeri, commerciali leggeri e commerciali pesanti, desunti direttamente dallo studio trasportistico prodotto per la seconda linea tranviaria (Linea Verde), che tiene anche conto degli affinamenti fatti durante lo studio "definitivo" della prima linea tranviaria di Bologna (Linea Rossa).

In merito alla suddivisione tra numero di mezzi diurni e notturni ci si è avvalsi di stime percentuali applicandoli sulla base della tipologia di strada.

Nella successiva tabella si evidenzia la verifica della taratura attraverso il confronto tra il Leq rilevato e quello calcolato dal modello assumendo i valori di traffico medio sia nel periodo di riferimento diurno sia nel periodo notturno.

MISURE			MODELLO	DIFFERENZA
PUNTO DI MISURA	DATA ESECUZIONE	Leq Diurno dB(A)	LeqD (traffico medio diurno) dB(A)	dB(A)
RUMG-01	13/07/20	61,7	62,1	+0,4
RUMG-02	13/07/20	65,2	65,7	+0,5
RUMG-06	09/07/20	64,1	63,6	-0,5
RUMG-07	20/07/20	66,2	65,8	-0,4

MISURE			MODELLO	DIFFERENZA
PUNTO DI MISURA	DATA ESECUZIONE	Leq Diurno dB(A)	LeqD (traffico medio notturno) dB(A)	dB(A)
RUMG-01	13/07/20	51,8	51,3	-0,5
RUMG-02	13/07/20	53,3	53,7	+0,4
RUMG-06	09/07/20	54,0	53,6	-0,4
RUMG-07	20/07/20	59,0	59,2	+0,2

I valori misurati presso i recettori RUMG-03 e RUMG10 non sono stati utilizzati per la taratura in quanto, pur se rappresentativi del clima acustico dell'area, sono ubicati ad una distanza troppo elevata dalla sorgente acustica stradale e risentono di altre sorgenti rumorose non identificabili e tantomeno quantificabili. Tra le sorgenti acusticamente impattanti che hanno reso poco significative le misure eseguite presso i suddetti recettori va segnalato il frinire delle cicale e la presenza di attività di cantiere.

Le differenze tra i livelli misurati durante le rilevazioni e quelli calcolati dal modello sono esigue, in linea con l'incertezza strumentale ( $\approx 0,5$  dB). Il modello si considera pertanto tarato rispetto allo stato di fatto.

#### 4.3.5.2 Risultati delle simulazioni (scenario attuale)

A seguito della taratura sopra descritta e attraverso il codice di calcolo SoundPLAN versione 8.2, si è proceduto al calcolo dei valori in facciata dei recettori individuati.

Per le simulazioni degli scenari analizzati (attuale, riferimento e di progetto) è stato utilizzato lo standard RLS90 per la simulazione della propagazione acustica derivante da strade e parcheggi. La sorgente ferroviaria è stata caratterizzata come sorgente di tipo lineare impostando un livello di potenza sonora per metro lineare derivante da apposita misura.

I recettori considerati nel presente studio, relativamente ai 3 scenari simulati, sono ubicati lungo il tracciato della tramvia in progetto; per i recettori classificati in Classe I si è presa in considerazione una fascia di 500 metri dall'infrastruttura in progetto.

Inoltre sono stati inseriti ulteriori recettori in facciata alle abitazioni ubicate lungo i principali archi stradali per i quali è previsto, a seguito della realizzazione del progetto, un peggioramento del traffico veicolare tra lo scenario di riferimento e quello futuro, come rappresentato nel grafo riportato nello studio trasportistico (Fig 9.5 "scenario differenza-Progetto Vs riferimento. Variazione dei carichi sulla rete del trasporto privato. Intera giornata" dell'elaborato "analisi trasportistica a supporto delle scelte progettuali" allegato alla documentazione istanza di finanziamento. Dal suddetto confronto si rileva un aumento di traffico veicolare in corrispondenza di Via Shakespeare, Via Stendhal, Via Cristoforo Colombo, Via dell'Arcoveggio, Via Erbosa, Via della Beverara, Via Fioravanti, Via Papini, Via Gobetti, Via Barbieri, Via Martiri di Monte Sole e Via del Trebbio).

I dati esplicativi dello stato di fatto utilizzati per gli approfondimenti, sono desunti dal modello generale dell'area che tiene conto dei corridoi interessati dalla realizzazione della Linea Rossa e del tratto nord della Verde: tale modello è stato oggetto di approfondimenti e affinamenti durante lo sviluppo della progettazione definitiva della linea Rossa che si riverberano negli studi fatti per la tratta nord della seconda linea tranviaria di Bologna oggetto della presente relazione.



I risultati ottenuti dalle valutazioni, consentono di individuare, in corrispondenza di tutti i ricettori oggetto di verifica, i livelli di esposizione al rumore nello scenario attuale, studio del traffico 2018, relativamente al periodo diurno e al periodo notturno. Tali valori sono espressi in termini di livello equivalente corrispondente al traffico medio privato e pubblico del giorno medio feriale.

Per ogni edificio individuato le valutazioni sono svolte in corrispondenza di tutti i piani al fine di considerare le situazioni di esposizione maggiormente gravose.

I risultati ottenuti sono stati confrontati con i limiti di zonizzazione acustica (DPCM 14/11/97) o con i limiti delle fasce di pertinenza infrastrutturali (DPR 142/04) a seconda dell'ubicazione del recettore considerato.

I risultati dello scenario attuale (studio del traffico 2018), sono riportati nella tabella che segue:

Nome	Piano	Scenario attuale		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
1	piano terra	69.7	61.1	65	55			Non conforme	Non conforme
1	piano 1	70	61.4	65	55			Non conforme	Non conforme
1	piano 2	69.7	61.1	65	55			Non conforme	Non conforme
1	piano 3	69.3	60.7	65	55			Non conforme	Non conforme
1	piano 4	68.8	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme
1	piano 5	68.4	59.9	65	55			Non conforme	Non conforme
1	piano 6	68	59.4	65	55			Non conforme	Non conforme
1	piano 7	67.6	59.1	65	55			Non conforme	Non conforme
1_ASP Bologna Casa di Riposo	piano terra	62.1	54.4	50	40	65	55	Non conforme	Non conforme
2	piano terra	70.7	62.1	65	55			Non conforme	Non conforme
2	piano 1	70.6	62	65	55			Non conforme	Non conforme
2	piano 2	70	61.4	65	55			Non conforme	Non conforme
2	piano 3	69.3	60.8	65	55			Non conforme	Non conforme
2	piano 4	68.8	60.2	65	55			Non conforme	Non conforme
2	piano 5	68.2	59.7	65	55			Non conforme	Non conforme
2	piano 6	67.8	59.2	65	55			Non conforme	Non conforme
2_Scuola Santa Maria di Leuca	piano terra	40.3	32.1	50	40			conforme	conforme

Nome	Piano	Scenario attuale		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
3	piano terra	70.1	62.1	65	55			Non conforme	Non conforme
3	piano 1	70.3	61.8	65	55			Non conforme	Non conforme
3	piano 2	69.9	61.4	65	55			Non conforme	Non conforme
3	piano 3	69.4	60.9	65	55			Non conforme	Non conforme
3	piano 4	68.9	60.4	65	55			Non conforme	Non conforme
3_Scuola primaria ACRI	piano terra	59.1	51	50	40			Non conforme	Non conforme
4	piano terra	70.6	62.1	65	55			Non conforme	Non conforme
4	piano 1	70.7	62.2	65	55			Non conforme	Non conforme
4	piano 2	70.2	61.7	65	55			Non conforme	Non conforme
4	piano 3	69.7	61.2	65	55			Non conforme	Non conforme
4	piano 4	69.2	60.7	65	55			Non conforme	Non conforme
4	piano 5	68.7	60.2	65	55			Non conforme	Non conforme
4	piano 6	68.2	59.7	65	55			Non conforme	Non conforme
4	piano 7	67.8	59.3	65	55			Non conforme	Non conforme
4_Istituto Superiore Aldini Valeriani	piano terra	61.4	52	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
5	piano terra	70.4	61.9	65	55			Non conforme	Non conforme
5	piano 1	70.5	62.1	65	55			Non conforme	Non conforme
5	piano 2	70.1	61.6	65	55			Non conforme	Non conforme
5	piano 3	69.6	61.1	65	55			Non conforme	Non conforme
5	piano 4	69.1	60.6	65	55			Non conforme	Non conforme
5	piano 5	68.6	60.1	65	55			Non conforme	Non conforme
5	piano 6	68.2	59.7	65	55			Non conforme	Non conforme
5_Scuole Medie Zappa	piano terra	55	47	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
6	piano terra	71.4	62.5	65	55			Non conforme	Non conforme
6	piano 1	70.9	62.4	65	55			Non conforme	Non conforme
6	piano 2	70.4	61.9	65	55			Non conforme	Non conforme
6	piano 3	69.8	61.3	65	55			Non conforme	Non conforme
6	piano 4	69.3	60.8	65	55			Non conforme	Non conforme
6	piano 5	68.8	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme
6_Scuola Infanzia Giusi Del Mugnaio	piano terra	61	52.9	50	40			Non conforme	Non conforme
7	piano terra	70.9	64.9	65	55			Non conforme	Non conforme
7	piano 1	70.9	65	65	55			Non conforme	Non conforme
7	piano 2	70.5	64.4	65	55			Non conforme	Non conforme
7	piano 3	69.8	63.7	65	55			Non conforme	Non conforme
7	piano 4	69.2	63.1	65	55			Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario attuale		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
7	piano 5	68.6	62.6	65	55			Non conforme	Non conforme
7	piano 6	68.1	62.1	65	55			Non conforme	Non conforme
7_Scuole Pubbliche Scuole Dell'Infanzia	piano terra	51.6	43.8	50	40			Non conforme	Non conforme
8	piano terra	69.5	61	65	55			Non conforme	Non conforme
8	piano 1	70.2	61.6	65	55			Non conforme	Non conforme
8	piano 2	70.1	61.6	65	55			Non conforme	Non conforme
8	piano 3	69.9	61.3	65	55			Non conforme	Non conforme
8	piano 4	69.5	60.9	65	55			Non conforme	Non conforme
8	piano 5	69.1	60.5	65	55			Non conforme	Non conforme
8_Scuole Pubbliche/Nido D'Infanzia Comun	piano terra	57.2	49.4	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
9	piano terra	70.6	64.4	65	55			Non conforme	Non conforme
9	piano 1	71.1	64.6	65	55			Non conforme	Non conforme
9	piano 2	70.5	64.2	65	55			Non conforme	Non conforme
9	piano 3	69.9	63.6	65	55			Non conforme	Non conforme
9	piano 4	69.3	63	65	55			Non conforme	Non conforme
9	piano 5	68.8	62.5	65	55			Non conforme	Non conforme
9	piano 6	68.3	62	65	55			Non conforme	Non conforme
9_Scuola dell'Infanzia GIROTONDO	piano terra	61.2	53.3	50	40			Non conforme	Non conforme
10	piano terra	70.1	64.6	65	55			Non conforme	Non conforme
10	piano 1	70.3	64.7	65	55			Non conforme	Non conforme
10	piano 2	69.8	64.3	65	55			Non conforme	Non conforme
10	piano 3	69.2	63.7	65	55			Non conforme	Non conforme
10	piano 4	68.5	63	65	55			Non conforme	Non conforme
10	piano 5	68	62.4	65	55			Non conforme	Non conforme
10_Scuola d'infanzia comunale Marsili	piano terra	41.9	35.4	50	40			conforme	conforme
11	piano terra	71.7	64.5	65	55			Non conforme	Non conforme
11	piano 1	71.6	64.4	65	55			Non conforme	Non conforme
11_Scuola Primaria MARSILI	piano terra	57.9	50.1	50	40			Non conforme	Non conforme
12	piano terra	71.8	64.6	65	55			Non conforme	Non conforme
12	piano 1	71.6	64.4	65	55			Non conforme	Non conforme
12_Scuola Materna Sacro Cuore	piano terra	42.2	39.3	50	40	50	40	conforme	conforme
13	piano terra	71.6	64.9	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
13	piano 1	73	66.3	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario attuale		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
13	piano 2	73.1	66.4	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
13	piano 3	73	66.3	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
13	piano 4	72.7	66.1	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
13	piano 5	72.5	65.8	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
13	piano 6	72.1	65.5	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
13	piano 7	71.8	65.1	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
14	piano terra	71.2	64.7	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
14	piano 1	72.8	66.3	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
14	piano 2	72.8	66.3	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
14	piano 3	72.5	66.1	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
14	piano 4	72.2	65.8	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
14	piano 5	71.9	65.5	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
14	piano 6	71.5	65.1	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
14	piano 7	71.2	64.8	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
15	piano terra	68.7	62.2	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
15	piano 1	69.8	63.4	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
15	piano 2	70.1	63.7	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
15	piano 3	70.2	63.8	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
15	piano 4	70.3	63.8	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
15	piano 5	70.3	63.8	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
16	piano terra	73	65.8	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
16	piano 1	73	66	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
16	piano 2	72.6	65.8	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
16	piano 3	71.9	65.4	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
16	piano 4	71.3	64.9	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
16	piano 5	70.8	64.5	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
16	piano 6	70.4	64	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
17	piano terra	73.3	65.4	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
17	piano 1	73.7	65.8	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
17	piano 2	73	65.6	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
17	piano 3	72.5	65.2	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
17	piano 4	71.9	64.8	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
17	piano 5	71.4	64.4	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
17	piano 6	70.8	64	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
18	piano terra	71.8	63.1	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
18	piano 1	72.5	63.8	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario attuale		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
18	piano 2	72.4	63.8	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
18	piano 3	72.1	63.5	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
18	piano 4	71.8	63.1	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
18	piano 5	71.4	62.7	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
18	piano 6	71	62.3	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
18	piano 7	70.6	61.9	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
18	piano 8	70.2	61.5	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
19	piano terra	70.4	61.8	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
19	piano 1	71.4	62.7	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
19	piano 2	71.5	62.9	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
19	piano 3	71.4	62.7	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
20	piano terra	69.9	64.7	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
20	piano 1	70	64.7	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
20	piano 2	69.5	64	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
20	piano 3	69	63.3	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
20	piano 4	68.5	62.7	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
21	piano terra	70.1	63.8	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
21	piano 1	70.3	64	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
21	piano 2	69.8	63.5	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
21	piano 3	69.2	63	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
21	piano 4	68.7	62.4	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
21	piano 5	68.1	61.9	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
21	piano 6	67.6	61.4	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
22	piano terra	70.9	64.6	65	55			Non conforme	Non conforme
22	piano 1	70.7	64.4	65	55			Non conforme	Non conforme
22	piano 2	69.9	63.6	65	55			Non conforme	Non conforme
22	piano 3	69.2	62.9	65	55			Non conforme	Non conforme
22	piano 4	68.5	62.2	65	55			Non conforme	Non conforme
22	piano 5	67.9	61.6	65	55			Non conforme	Non conforme
22	piano 6	67.4	61.1	65	55			Non conforme	Non conforme
23	piano terra	63.3	58.3	65	55			conforme	Non conforme
23	piano 1	65	59.4	65	55			conforme	Non conforme
23	piano 2	65.3	59.7	65	55			Non conforme	Non conforme
23	piano 3	65.4	59.8	65	55			Non conforme	Non conforme
23	piano 4	65.3	59.7	65	55			Non conforme	Non conforme
23	piano 5	65.1	59.5	65	55			Non conforme	Non conforme



Nome	Piano	Scenario attuale		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
23	piano 6	64.9	59.3	65	55			conforme	Non conforme
23	piano 7	64.6	59	65	55			conforme	Non conforme
23	piano 8	64.3	58.1	65	55			conforme	Non conforme
24	piano terra	68.7	62.4	65	55			Non conforme	Non conforme
24	piano 1	69.1	62.8	65	55			Non conforme	Non conforme
24	piano 2	68.8	62.5	65	55			Non conforme	Non conforme
24	piano 3	68.3	62	65	55			Non conforme	Non conforme
24	piano 4	67.8	61.5	65	55			Non conforme	Non conforme
24	piano 5	67.3	61	65	55			Non conforme	Non conforme
24	piano 6	66.9	60.6	65	55			Non conforme	Non conforme
25	piano terra	69.8	62.1	65	55			Non conforme	Non conforme
25	piano 1	70.1	62.3	65	55			Non conforme	Non conforme
25	piano 2	69.8	62.1	65	55			Non conforme	Non conforme
25	piano 3	69.4	61.7	65	55			Non conforme	Non conforme
25	piano 4	68.9	61.2	65	55			Non conforme	Non conforme
25	piano 5	68.5	60.8	65	55			Non conforme	Non conforme
25	piano 6	68.1	60.4	65	55			Non conforme	Non conforme
25	piano 7	67.7	60	65	55			Non conforme	Non conforme
26	piano terra	63.1	55.5	65	55			conforme	Non conforme
26	piano 1	63.4	55.9	65	55			conforme	Non conforme
26	piano 2	62.3	55.5	65	55			conforme	Non conforme
26	piano 3	62.1	55.3	65	55			conforme	Non conforme
26	piano 4	61.9	55	65	55			conforme	conforme
27	piano terra	67	59.5	65	55			Non conforme	Non conforme
27	piano 1	66.8	60	65	55			Non conforme	Non conforme
27	piano 2	66.7	59	65	55			Non conforme	Non conforme
27	piano 3	66.5	58.2	65	55			Non conforme	Non conforme
27	piano 4	66.2	58	65	55			Non conforme	Non conforme
27	piano 5	65.9	57.7	65	55			Non conforme	Non conforme
27	piano 6	65.6	57.4	65	55			Non conforme	Non conforme
27	piano 7	65.3	57.1	65	55			Non conforme	Non conforme
27	piano 8	65	56.7	65	55			conforme	Non conforme
28	piano terra	69.6	63	65	55			Non conforme	Non conforme
28	piano 1	69.8	63	65	55			Non conforme	Non conforme
28	piano 2	69.3	62.4	65	55			Non conforme	Non conforme
28	piano 3	68.6	61.7	65	55			Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario attuale		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
28	piano 4	67.9	61.1	65	55			Non conforme	Non conforme
28	piano 5	67.3	60.5	65	55			Non conforme	Non conforme
29	piano terra	67.2	60.2	65	55			Non conforme	Non conforme
29	piano 1	68	60.9	65	55			Non conforme	Non conforme
29	piano 2	67.9	60.9	65	55			Non conforme	Non conforme
29	piano 3	67.7	60.6	65	55			Non conforme	Non conforme
29	piano 4	67.3	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme
29	piano 5	66.9	59.9	65	55			Non conforme	Non conforme
30	piano terra	64.1	57.4	65	55			conforme	Non conforme
30	piano 1	64.3	57.4	65	55			conforme	Non conforme
30	piano 2	64.3	57	65	55			conforme	Non conforme
30	piano 3	64.2	57	65	55			conforme	Non conforme
30	piano 4	64.1	56.9	65	55			conforme	Non conforme
30	piano 5	64	56.8	65	55			conforme	Non conforme
30	piano 6	63.9	56.7	65	55			conforme	Non conforme
30	piano 7	63.8	56.6	65	55			conforme	Non conforme
30	piano 8	63.7	56.5	65	55			conforme	Non conforme
30	piano 9	63.5	56.3	65	55			conforme	Non conforme
31	piano terra	69.9	61.5	65	55			Non conforme	Non conforme
31	piano 1	70.3	61.9	65	55			Non conforme	Non conforme
31	piano 2	70.1	61.7	65	55			Non conforme	Non conforme
31	piano 3	69.7	61.3	65	55			Non conforme	Non conforme
31	piano 4	69.2	60.8	65	55			Non conforme	Non conforme
31	piano 5	68.8	60.4	65	55			Non conforme	Non conforme
31	piano 6	68.4	59.9	65	55			Non conforme	Non conforme
31	piano 7	68	59.5	65	55			Non conforme	Non conforme
31	piano 8	67.6	59.2	65	55			Non conforme	Non conforme
31	piano 9	67.3	58.9	65	55			Non conforme	Non conforme
32	piano terra	69.1	62.2	65	55			Non conforme	Non conforme
32	piano 1	69.2	62.3	65	55			Non conforme	Non conforme
32	piano 2	68.6	61.7	65	55			Non conforme	Non conforme
32	piano 3	68	61.1	65	55			Non conforme	Non conforme
32	piano 4	67.4	60.5	65	55			Non conforme	Non conforme
32	piano 5	66.9	60	65	55			Non conforme	Non conforme
32	piano 6	66.4	59.5	65	55			Non conforme	Non conforme
33	piano terra	69.6	62.7	65	55			Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario attuale		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
33	piano 1	69.7	62.8	65	55			Non conforme	Non conforme
33	piano 2	69.2	62.3	65	55			Non conforme	Non conforme
33	piano 3	68.5	61.7	65	55			Non conforme	Non conforme
33	piano 4	67.9	61.1	65	55			Non conforme	Non conforme
33	piano 5	67.9	60.5	65	55			Non conforme	Non conforme
34	piano terra	70.1	63.2	65	55			Non conforme	Non conforme
34	piano 1	69.8	63	65	55			Non conforme	Non conforme
34	piano 2	69.1	62.2	65	55			Non conforme	Non conforme
34	piano 3	68.3	61.4	65	55			Non conforme	Non conforme
35	piano terra	62.2	55.1	65	55			conforme	Non conforme
35	piano 1	62.6	55.5	65	55			conforme	Non conforme
35	piano 2	62.5	55.4	65	55			conforme	Non conforme
35	piano 3	62.3	55.2	65	55			conforme	Non conforme
35	piano 4	62	55.1	65	55			conforme	Non conforme
36	piano terra	67.6	60.4	65	55			Non conforme	Non conforme
36	piano 1	67.6	60.7	65	55			Non conforme	Non conforme
36	piano 2	67.3	59.9	65	55			Non conforme	Non conforme
36	piano 3	66.8	59.2	65	55			Non conforme	Non conforme
36	piano 4	66.2	58.6	65	55			Non conforme	Non conforme
36	piano 5	65.8	58.2	65	55			Non conforme	Non conforme
36	piano 6	65.3	57.7	65	55			Non conforme	Non conforme
36	piano 7	64.9	57.3	65	55			conforme	Non conforme
36	piano 8	64.5	56.9	65	55			conforme	Non conforme
37	piano terra	67.1	59.3	65	55			Non conforme	Non conforme
37	piano 1	67	59.5	65	55			Non conforme	Non conforme
37	piano 2	66.6	59.1	65	55			Non conforme	Non conforme
37	piano 3	66.1	58.6	65	55			Non conforme	Non conforme
37	piano 4	65.6	58.1	65	55			Non conforme	Non conforme
37	piano 5	65.1	57.6	65	55			Non conforme	Non conforme
37	piano 6	64.6	57.1	65	55			conforme	Non conforme
38	piano terra	67.4	59.8	65	55			Non conforme	Non conforme
38	piano 1	67.4	59.9	65	55			Non conforme	Non conforme
38	piano 2	67	59.4	65	55			Non conforme	Non conforme
38	piano 3	66.4	58.9	65	55			Non conforme	Non conforme
38	piano 4	65.9	58.3	65	55			Non conforme	Non conforme
38	piano 5	65.4	57.9	65	55			Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario attuale		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
38	piano 6	65	57.4	65	55			conforme	Non conforme
38	piano 7	64.6	57	65	55			conforme	Non conforme
39	piano terra	66.5	58.7	65	55			Non conforme	Non conforme
39	piano 1	67	59.2	65	55			Non conforme	Non conforme
39	piano 2	66.8	59	65	55			Non conforme	Non conforme
39	piano 3	66.4	58.6	65	55			Non conforme	Non conforme
39	piano 4	66	58.2	65	55			Non conforme	Non conforme
40	piano terra	66.9	59.2	65	55			Non conforme	Non conforme
40	piano 1	67.2	59.4	65	55			Non conforme	Non conforme
40	piano 2	66.9	59.1	65	55			Non conforme	Non conforme
40	piano 3	66.5	58.7	65	55			Non conforme	Non conforme
40	piano 4	66	58.2	65	55			Non conforme	Non conforme
41	piano terra	66.3	58.5	65	55			Non conforme	Non conforme
41	piano 1	66.7	58.9	65	55			Non conforme	Non conforme
41	piano 2	66.6	58.8	65	55			Non conforme	Non conforme
41	piano 3	66.3	58.4	65	55			Non conforme	Non conforme
41	piano 4	65.9	58	65	55			Non conforme	Non conforme
41	piano 5	65.5	57.6	65	55			Non conforme	Non conforme
42	piano terra	69	60.9	65	55			Non conforme	Non conforme
42	piano 1	69	60.9	65	55			Non conforme	Non conforme
42	piano 2	68.5	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme
42	piano 3	67.9	59.7	65	55			Non conforme	Non conforme
42	piano 4	67.3	59.1	65	55			Non conforme	Non conforme
42	piano 5	66.8	58.6	65	55			Non conforme	Non conforme
43	piano terra	65.8	57.3	65	55			Non conforme	Non conforme
43	piano 1	66.9	58.4	65	55			Non conforme	Non conforme
43	piano 2	66.9	58.4	65	55			Non conforme	Non conforme
43	piano 3	66.6	58.2	65	55			Non conforme	Non conforme
43	piano 4	66.3	57.9	65	55			Non conforme	Non conforme
43	piano 5	66	57.6	65	55			Non conforme	Non conforme
44	piano terra	67.9	59.5	65	55			Non conforme	Non conforme
44	piano 1	68.2	59.8	65	55			Non conforme	Non conforme
44	piano 2	67.9	59.5	65	55			Non conforme	Non conforme
44	piano 3	67.4	59	65	55			Non conforme	Non conforme
44	piano 4	67	58.6	65	55			Non conforme	Non conforme
45	piano terra	66.3	57.9	65	55			Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario attuale		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
45	piano 1	66.8	58.4	65	55			Non conforme	Non conforme
45	piano 2	66.7	58.3	65	55			Non conforme	Non conforme
45	piano 3	66.3	57.9	65	55			Non conforme	Non conforme
45	piano 4	66	57.6	65	55			Non conforme	Non conforme
45	piano 5	65.6	57.2	65	55			Non conforme	Non conforme
45	piano 6	65.2	56.8	65	55			Non conforme	Non conforme
46	piano terra	66.6	58.2	65	55			Non conforme	Non conforme
46	piano 1	67	58.7	65	55			Non conforme	Non conforme
46	piano 2	66.8	58.5	65	55			Non conforme	Non conforme
46	piano 3	66.4	58	65	55			Non conforme	Non conforme
46	piano 4	65.9	57.6	65	55			Non conforme	Non conforme
46	piano 5	65.5	57.1	65	55			Non conforme	Non conforme
47	piano terra	65.9	57.6	65	55			Non conforme	Non conforme
48	piano terra	67.9	59.6	65	55			Non conforme	Non conforme
48	piano 1	68.3	60	65	55			Non conforme	Non conforme
48	piano 2	68	59.7	65	55			Non conforme	Non conforme
48	piano 3	67.5	59.2	65	55			Non conforme	Non conforme
48	piano 4	67	58.8	65	55			Non conforme	Non conforme
48	piano 5	66.5	58.3	65	55			Non conforme	Non conforme
48	piano 6	66.1	57.8	65	55			Non conforme	Non conforme
49	piano terra	69.4	61.1	65	55			Non conforme	Non conforme
49	piano 1	69.2	60.9	65	55			Non conforme	Non conforme
49	piano 2	68.6	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme
49	piano 3	67.9	59.6	65	55			Non conforme	Non conforme
49	piano 4	67.2	59	65	55			Non conforme	Non conforme
49	piano 5	66.7	58.4	65	55			Non conforme	Non conforme
49	piano 6	66.1	57.8	65	55			Non conforme	Non conforme
50	piano terra	68.9	60.6	65	55			Non conforme	Non conforme
50	piano 1	68.7	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme
50	piano 2	68	59.7	65	55			Non conforme	Non conforme
51	piano terra	69.2	60.9	65	55			Non conforme	Non conforme
51	piano 1	69.1	60.8	65	55			Non conforme	Non conforme
51	piano 2	68.4	60.1	65	55			Non conforme	Non conforme
51	piano 3	67.7	59.4	65	55			Non conforme	Non conforme
52	piano terra	68.6	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme
52	piano 1	68.6	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme



Nome	Piano	Scenario attuale		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
52	piano 2	68.1	59.8	65	55			Non conforme	Non conforme
52	piano 3	67.5	59.2	65	55			Non conforme	Non conforme
52	piano 4	66.9	58.6	65	55			Non conforme	Non conforme
53	piano terra	68.5	60.2	65	55			Non conforme	Non conforme
53	piano 1	68.6	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme
53	piano 2	68.1	59.8	65	55			Non conforme	Non conforme
53	piano 3	67.5	59.2	65	55			Non conforme	Non conforme
54	piano terra	69.7	61.4	65	55			Non conforme	Non conforme
54	piano 1	69.3	61.1	65	55			Non conforme	Non conforme
54	piano 2	68.6	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme
54	piano 3	67.9	59.6	65	55			Non conforme	Non conforme
54	piano 4	67.3	59	65	55			Non conforme	Non conforme
55	piano terra	68.7	60.4	65	55			Non conforme	Non conforme
55	piano 1	68.7	60.4	65	55			Non conforme	Non conforme
55	piano 2	68.2	59.9	65	55			Non conforme	Non conforme
55	piano 3	67.6	59.4	65	55			Non conforme	Non conforme
55	piano 4	67.1	58.9	65	55			Non conforme	Non conforme
56	piano terra	69.2	60.9	65	55			Non conforme	Non conforme
56	piano 1	69.2	60.9	65	55			Non conforme	Non conforme
56	piano 2	68.7	60.4	65	55			Non conforme	Non conforme
56	piano 3	68.1	59.8	65	55			Non conforme	Non conforme
56	piano 4	67.5	59.3	65	55			Non conforme	Non conforme
57	piano terra	68	59.7	65	55			Non conforme	Non conforme
57	piano 1	68.4	60.2	65	55			Non conforme	Non conforme
57	piano 2	68.1	59.9	65	55			Non conforme	Non conforme
57	piano 3	67.7	59.5	65	55			Non conforme	Non conforme
58	piano terra	68.5	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme
59	piano terra	65.6	57.4	65	55			Non conforme	Non conforme
59	piano 1	66.4	58.1	65	55			Non conforme	Non conforme
59	piano 2	66.2	58	65	55			Non conforme	Non conforme
60	piano terra	67.5	59.3	65	55			Non conforme	Non conforme
60	piano 1	67.7	59.4	65	55			Non conforme	Non conforme
60	piano 2	67.2	58.9	65	55			Non conforme	Non conforme
60	piano 3	66.6	58.3	65	55			Non conforme	Non conforme
61	piano terra	63.7	55.4	65	55			conforme	Non conforme
61	piano 1	65.1	56.8	65	55			Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario attuale		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
62	piano terra	66.9	58.6	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
62	piano 1	67.5	59.3	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
62	piano 2	67.5	59.2	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
63	piano terra	67.9	59.7	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
63	piano 1	68.2	60	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
63	piano 2	67.9	59.7	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
64	piano terra	70.1	60.4	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
65	piano terra	65.9	56.4	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
65	piano 1	67.5	57.9	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
65	piano 2	67.7	58.2	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
65	piano 3	67.6	58.1	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
66	piano terra	72.2	62.3	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
66	piano 1	71.5	61.6	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
66	piano 2	70.5	60.7	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
67	piano terra	69.4	59.6	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
67	piano 1	69.8	60	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
68	piano terra	62.9	54	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
69	piano terra	70.2	60.4	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
69	piano 1	70.4	60.7	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
70	piano terra	70.1	60.3	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
70	piano 1	70.5	60.6	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
70	piano 2	70.2	60.3	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
71	piano terra	68.4	58.4	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
71	piano 1	69.3	59.2	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
72	piano terra	67.9	58.5	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
72	piano 1	68.8	59.4	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
73	piano terra	70.2	62.5	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
73	piano 1	70.9	63.2	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
74	piano terra	69.2	61.2	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
74	piano 1	70	62	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
75	piano terra	68.5	60.7	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
75	piano 1	69.6	61.9	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
75	piano 2	70.2	62.5	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
75	piano 3	70.5	62.7	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
76	piano terra	68.3	60.4	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
76	piano 1	69.4	61.5	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario attuale		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
77	piano terra	72.8	64.9	65	55			Non conforme	Non conforme
77	piano 1	72.3	64.4	65	55			Non conforme	Non conforme
77	piano 2	71.7	63.8	65	55			Non conforme	Non conforme
77	piano 3	71.1	63.2	65	55			Non conforme	Non conforme
78	piano terra	69.7	61.8	65	55			Non conforme	Non conforme
78	piano 1	70.3	62.4	65	55			Non conforme	Non conforme
78	piano 2	70.4	62.4	65	55			Non conforme	Non conforme
78	piano 3	70.3	62.4	65	55			Non conforme	Non conforme
78	piano 4	70.1	62.1	65	55			Non conforme	Non conforme
79	piano terra	70.7	62.7	65	55			Non conforme	Non conforme
79	piano 1	70.7	62.7	65	55			Non conforme	Non conforme
79	piano 2	70.2	62.2	65	55			Non conforme	Non conforme
80	piano terra	67.3	59.3	65	55			Non conforme	Non conforme
80	piano 1	68.1	60.2	65	55			Non conforme	Non conforme
80	piano 2	68.2	60.2	65	55			Non conforme	Non conforme
80	piano 3	68	60	65	55			Non conforme	Non conforme
81	piano terra	64	56.1	65	55			conforme	Non conforme
81	piano 1	65.7	57.7	65	55			Non conforme	Non conforme
81	piano 2	66.3	58.4	65	55			Non conforme	Non conforme
82	piano terra	68	59.8	65	55			Non conforme	Non conforme
82	piano 1	68.2	60	65	55			Non conforme	Non conforme
82	piano 2	67.8	59.6	65	55			Non conforme	Non conforme
83	piano terra	68.1	59.9	65	55			Non conforme	Non conforme
83	piano 1	68.4	60.2	65	55			Non conforme	Non conforme
84	piano terra	64.3	56.1	65	55			conforme	Non conforme
85	piano terra	63.8	55.7	65	55			conforme	Non conforme
86	piano terra	65.7	57.5	65	55			Non conforme	Non conforme
86	piano 1	66.5	58.3	65	55			Non conforme	Non conforme
86	piano 2	66.4	58.2	65	55			Non conforme	Non conforme
87	piano terra	61.9	53.8	65	55			conforme	conforme
88	piano terra	67.4	59.2	65	55			Non conforme	Non conforme
88	piano 1	67.8	59.6	65	55			Non conforme	Non conforme
88	piano 2	67.5	59.3	65	55			Non conforme	Non conforme
89	piano terra	68.1	59.9	65	55			Non conforme	Non conforme
89	piano 1	68.3	60	65	55			Non conforme	Non conforme
90	piano terra	67.2	59	65	55			Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario attuale		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
90	piano 1	67.6	59.4	65	55			Non conforme	Non conforme
90	piano 2	67.3	59.1	65	55			Non conforme	Non conforme
91	piano terra	62.4	54.2	65	55			conforme	conforme
91	piano 1	64.3	56.1	65	55			conforme	Non conforme
92	piano terra	59.1	51.2	65	55			conforme	conforme
92	piano 1	60.4	52.1	65	55			conforme	conforme
93	piano terra	68.6	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme
93	piano 1	68.4	60.1	65	55			Non conforme	Non conforme
93	piano 2	67.7	59.4	65	55			Non conforme	Non conforme
94	piano terra	65.9	57.6	65	55			Non conforme	Non conforme
95	piano terra	68.1	59.8	65	55			Non conforme	Non conforme
95	piano 1	68.3	60.1	65	55			Non conforme	Non conforme
95	piano 2	67.9	59.7	65	55			Non conforme	Non conforme
95	piano 3	67.4	59.1	65	55			Non conforme	Non conforme
95	piano 4	66.8	58.5	65	55			Non conforme	Non conforme
96	piano terra	65.4	57.2	50	40			Non conforme	Non conforme
97	piano terra	65	56.7	65	55			conforme	Non conforme
97	piano 1	66	57.7	65	55			Non conforme	Non conforme
97	piano 2	66	57.7	65	55			Non conforme	Non conforme
98	piano terra	65.9	57.7	65	55			Non conforme	Non conforme
98	piano 1	66.8	58.5	65	55			Non conforme	Non conforme
98	piano 2	66.8	58.6	65	55			Non conforme	Non conforme
98	piano 3	66.6	58.4	65	55			Non conforme	Non conforme
99	piano terra	67.6	59.4	65	55			Non conforme	Non conforme
99	piano 1	67.9	59.7	65	55			Non conforme	Non conforme
100	piano terra	66.9	58.7	65	55			Non conforme	Non conforme
100	piano 1	67.4	59.2	65	55			Non conforme	Non conforme
100	piano 2	67.3	59.1	65	55			Non conforme	Non conforme
100	piano 3	67.1	58.8	65	55			Non conforme	Non conforme
101	piano terra	65	56.8	65	55			conforme	Non conforme
101	piano 1	66.3	58.1	65	55			Non conforme	Non conforme
101	piano 2	66.5	58.3	65	55			Non conforme	Non conforme
101	piano 3	66.4	58.2	65	55			Non conforme	Non conforme
101	piano 4	66.1	57.9	65	55			Non conforme	Non conforme
101	piano 5	65.8	57.7	65	55			Non conforme	Non conforme
101	piano 6	65.6	57.4	65	55			Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario attuale		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
101	piano 7	65.3	57.2	65	55			Non conforme	Non conforme
101	piano 8	64.9	56.8	65	55			conforme	Non conforme
102	piano terra	65	56.7	65	55			conforme	Non conforme
102	piano 1	66.1	57.8	65	55			Non conforme	Non conforme
102	piano 2	66.2	57.9	65	55			Non conforme	Non conforme
102	piano 3	66	57.8	65	55			Non conforme	Non conforme
103	piano terra	68.1	59.8	65	55			Non conforme	Non conforme
103	piano 1	68.2	59.9	65	55			Non conforme	Non conforme
104	piano terra	65.3	57	65	55			Non conforme	Non conforme
104	piano 1	66.3	58.1	65	55			Non conforme	Non conforme
104	piano 2	66.4	58.1	65	55			Non conforme	Non conforme
104	piano 3	66.2	58	65	55			Non conforme	Non conforme
105	piano terra	64.1	55.7	65	55			conforme	Non conforme
105	piano 1	64.8	56.5	65	55			conforme	Non conforme
105	piano 2	64.8	56.4	65	55			conforme	Non conforme
105	piano 3	64.5	56.2	65	55			conforme	Non conforme
105	piano 4	64.1	55.9	65	55			conforme	Non conforme
106	piano terra	63	54.3	65	55			conforme	conforme
106	piano 1	63.5	54.9	65	55			conforme	conforme
106	piano 2	63.4	54.9	65	55			conforme	conforme
107	piano terra	62.3	53.5	60	50			Non conforme	Non conforme
107	piano 1	62.3	53.6	60	50			Non conforme	Non conforme
108	piano terra	63.9	55.1	60	50			Non conforme	Non conforme
108	piano 1	63.5	54.8	60	50			Non conforme	Non conforme
109	piano terra	62.2	53.7	60	50			Non conforme	Non conforme
109	piano 1	62.3	53.7	60	50			Non conforme	Non conforme
109	piano 2	61.8	53.3	60	50			Non conforme	Non conforme
109	piano 3	61.2	52.7	60	50			Non conforme	Non conforme
109	piano 4	60.5	52.1	60	50			Non conforme	Non conforme
109	piano 5	59.8	51.6	60	50			conforme	Non conforme
109	piano 6	59.3	51.1	60	50			conforme	Non conforme
110	piano terra	54.7	47.7	60	50	65	55	conforme	conforme
110	piano 1	55.6	48.5	60	50	65	55	conforme	conforme
110	piano 2	56.1	48.9	60	50	65	55	conforme	conforme
110	piano 3	56.4	49.2	60	50	65	55	conforme	conforme
110	piano 4	56.8	49.5	60	50	65	55	conforme	conforme



Nome	Piano	Scenario attuale		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
110	piano 5	57	49.9	60	50	65	55	conforme	conforme
110	piano 6	57.2	50.1	60	50	65	55	conforme	Non conforme
110	piano 7	57.3	50.4	60	50	65	55	conforme	Non conforme
110	piano 8	57.4	50.5	60	50	65	55	conforme	Non conforme
110	piano 9	57.6	50.7	60	50	65	55	conforme	Non conforme
111	piano terra	55.5	48.3	60	50	65	55	conforme	conforme
111	piano 1	56.3	49.1	60	50	65	55	conforme	conforme
111	piano 2	56.6	49.4	60	50	65	55	conforme	conforme
111	piano 3	56.9	49.7	60	50	65	55	conforme	conforme
111	piano 4	57.1	49.9	60	50	65	55	conforme	conforme
111	piano 5	57.4	50.2	60	50	65	55	conforme	Non conforme
111	piano 6	57.7	50.4	60	50	65	55	conforme	Non conforme
111	piano 7	58	50.8	60	50	65	55	conforme	Non conforme
112	piano terra	56.7	49.6	60	50	65	55	conforme	conforme
112	piano 1	57.6	50.4	60	50	65	55	conforme	Non conforme
112	piano 2	58.2	50.9	60	50	65	55	conforme	Non conforme
112	piano 3	58.8	51.5	60	50	65	55	conforme	Non conforme
112	piano 4	59.2	51.9	60	50	65	55	conforme	Non conforme
112	piano 5	59.4	52.1	60	50	65	55	conforme	Non conforme
112	piano 6	59.5	52.2	60	50	65	55	conforme	Non conforme
112	piano 7	59.6	52.3	60	50	65	55	conforme	Non conforme
112	piano 8	59.6	52.3	60	50	65	55	conforme	Non conforme
112	piano 9	59.6	52.4	60	50	65	55	conforme	Non conforme
113	piano terra	64.7	57.1	65	55	65	55	conforme	Non conforme
113	piano 1	66	58.3	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
113	piano 2	66	58.4	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
114	piano terra	64.5	57	65	55	65	55	conforme	Non conforme
114	piano 1	65.9	58.3	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
114	piano 2	65.9	58.3	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
115	piano terra	65.4	57.9	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
115	piano 1	66.4	58.9	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
115	piano 2	66.4	58.8	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
116	piano terra	62.1	55.2	70	60	70	60	conforme	conforme
116	piano 1	63.8	56.5	70	60	70	60	conforme	conforme
116	piano 2	64.1	56.8	70	60	70	60	conforme	conforme
116	piano 3	64	56.8	70	60	70	60	conforme	conforme

Nome	Piano	Scenario attuale		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
116	piano 4	63.8	56.8	70	60	70	60	conforme	conforme
117	piano -1	65.1	64.6	65	55			Non conforme	Non conforme
117	piano terra	64.8	64.6	65	55			conforme	Non conforme
118	piano terra	70.1	61.6	65	55			Non conforme	Non conforme
118	piano 1	70.3	61.8	65	55			Non conforme	Non conforme
118	piano 2	70	61.4	65	55			Non conforme	Non conforme
118	piano 3	69.5	60.9	65	55			Non conforme	Non conforme
118	piano 4	69	60.5	65	55			Non conforme	Non conforme
118	piano 5	68.6	60	65	55			Non conforme	Non conforme
118	piano 6	68.2	59.6	65	55			Non conforme	Non conforme
119	piano terra	69.9	63.2	65	55			Non conforme	Non conforme
119	piano 1	70.5	63.1	65	55			Non conforme	Non conforme
119	piano 2	70.4	62.7	65	55			Non conforme	Non conforme
119	piano 3	70	62.3	65	55			Non conforme	Non conforme
119	piano 4	69.6	61.9	65	55			Non conforme	Non conforme
119	piano 5	69.2	61.5	65	55			Non conforme	Non conforme
120	piano terra	67.9	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme
120	piano 1	68.7	60.8	65	55			Non conforme	Non conforme
120	piano 2	68.7	60.8	65	55			Non conforme	Non conforme
120	piano 3	68.4	60.5	65	55			Non conforme	Non conforme
120	piano 4	67.8	59.9	65	55			Non conforme	Non conforme
120	piano 5	67.3	59.5	65	55			Non conforme	Non conforme
120	piano 6	66.8	59	65	55			Non conforme	Non conforme
120	piano 7	66.4	58.6	65	55			Non conforme	Non conforme
121	piano terra	53.2	50.4	65	55	70	60	conforme	conforme
121	piano 1	53.5	50.4	65	55	70	60	conforme	conforme
122	piano terra	59.5	58.3	60	50	70	60	conforme	Non conforme
122	piano 1	59.3	57.6	60	50	70	60	conforme	Non conforme
123	piano terra	62.5	54.9	65	55	70	60	conforme	conforme
124	piano terra	65.5	57.8	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
124	piano 1	67.1	59.4	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
125	piano terra	61.7	54	65	55	70	60	conforme	conforme
125	piano 1	62.8	55.1	65	55	70	60	conforme	Non conforme
125	piano 2	63.8	56.2	65	55	70	60	conforme	Non conforme
125	piano 3	64.4	56.8	65	55	70	60	conforme	Non conforme
126	piano terra	60.5	52.8	65	55	70	60	conforme	conforme

Nome	Piano	Scenario attuale		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
126	piano 1	61.4	53.8	65	55	70	60	conforme	conforme
127	piano terra	65	64.8	65	55	70	60	conforme	Non conforme
127	piano 1	64.9	64.7	65	55	70	60	conforme	Non conforme
128	piano terra	56.1	54.2	65	55	70	60	conforme	conforme
128	piano 1	56.3	53.4	65	55	70	60	conforme	conforme
129	piano terra	58.7	51	50	40			Non conforme	Non conforme
129	piano 1	59.1	51.3	50	40			Non conforme	Non conforme
129	piano 2	58.8	51.1	50	40			Non conforme	Non conforme
129	piano 3	58.4	50.7	50	40			Non conforme	Non conforme
129	piano 4	57.9	50.2	50	40			Non conforme	Non conforme
130	piano terra	54.4	47.1	65	55	65	55	conforme	conforme
130	piano 1	56.5	49.2	65	55	65	55	conforme	conforme
131	piano terra	55.9	48.6	65	55	65	55	conforme	conforme
131	piano 1	57.1	49.7	65	55	65	55	conforme	conforme
Centro Sociale Anziani Autogestito Corti	piano terra	41.7	35.6	50	40			conforme	conforme
ECIPAR Regionale	piano terra	46.6	38.7	50	40	50	40	conforme	conforme
Istituto Comprensivo 4 Bologna	piano terra	52.6	45.1	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
Istituto comprensivo n. 15	piano terra	49.9	42	50	40			conforme	Non conforme
Istituto Professionale Aldrovandi Rubbia	piano terra	63.2	54.8	50	40			Non conforme	Non conforme
Istituto Salesiano della Beata Vergine d	piano terra	59.7	51.9	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
Istituto San Vincenzo Paoli	piano terra	59.1	51.3	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
Liceo Galvani Succursale	piano terra	64.5	56.3	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
Liceo Scientifico Statale Albert Bruce Sabin	piano terra	68.7	62.4	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
Nido di infanzia comunale Papini	piano terra	53.3	45.3	50	40			Non conforme	Non conforme
Scuola Materna Comunale Mago Merlino	piano terra	51.5	43.4	50	40			Non conforme	Non conforme
Scuola Materna Statale Villa Salina	piano terra	53.9	47	50	40			Non conforme	Non conforme
Scuola Media Testoni Fioravanti	piano terra	51.2	43	50	40			Non conforme	Non conforme
Scuola Primaria Edmondo de Amicis	piano terra	53.6	46.6	50	40			Non conforme	Non conforme
Scuole Pubbliche Elementari Via A. de Vincenzo	piano terra	55	47	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario attuale		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
Scuole Pubbliche/Nido D'Infanzia Comunal	piano terra	55.2	47.5	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
201	piano terra	65.8	58	65	55			Non conforme	Non conforme
201	piano 1	66.8	59.1	65	55			Non conforme	Non conforme
201	piano 2	66.9	59.1	65	55			Non conforme	Non conforme
201	piano 3	66.7	59	65	55			Non conforme	Non conforme
202	piano terra	67.2	59.5	65	55			Non conforme	Non conforme
202	piano 1	67.6	59.9	65	55			Non conforme	Non conforme
202	piano 2	67.4	59.7	65	55			Non conforme	Non conforme
203	piano terra	63.7	55.9	65	55			conforme	Non conforme
203	piano 1	64.9	57.1	65	55			conforme	Non conforme
203	piano 2	65.1	57.2	65	55			Non conforme	Non conforme
203	piano 3	65	57.1	65	55			conforme	Non conforme
204	piano terra	60.4	52.6	65	55			conforme	conforme
204	piano 1	61.9	54	65	55			conforme	conforme
204	piano 2	62.6	54.8	65	55			conforme	conforme
204	piano 3	62.9	55	65	55			conforme	conforme
204	piano 4	62.9	55	65	55			conforme	conforme
204	piano 5	62.8	54.9	65	55			conforme	conforme
204	piano 6	62.6	54.8	65	55			conforme	conforme
204	piano 7	62.5	54.7	65	55			conforme	conforme
204	piano 8	62.3	54.5	65	55			conforme	conforme
204	piano 9	62.2	54.3	65	55			conforme	conforme
204	piano 10	62.1	54.2	65	55			conforme	conforme
205	piano terra	68.8	60.5	65	55			Non conforme	Non conforme
205	piano 1	67.9	59.5	65	55			Non conforme	Non conforme
205	piano 2	66.6	58.3	65	55			Non conforme	Non conforme
206	piano terra	65.8	57.7	65	55			Non conforme	Non conforme
206	piano 1	65.7	57.6	65	55			Non conforme	Non conforme
206	piano 2	65.1	57	65	55			Non conforme	Non conforme
207	piano terra	68.4	60.5	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
207	piano 1	69	61.1	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
208	piano terra	61	53	60	50			Non conforme	Non conforme
208	piano 1	62.2	54.2	60	50			Non conforme	Non conforme
208	piano 2	62.7	54.6	60	50			Non conforme	Non conforme
209	piano terra	61.6	52.9	70	60			conforme	conforme
209	piano 1	61.5	52.9	70	60			conforme	conforme

Nome	Piano	Scenario attuale		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
209	piano 2	60.8	52.2	70	60			conforme	conforme
210	piano terra	59.3	51.8	70	60			conforme	conforme
210	piano 1	58.1	50.6	70	60			conforme	conforme
210	piano 2	56.7	49.3	70	60			conforme	conforme
211	piano terra	56.5	48.3	65	55			conforme	conforme
211	piano 1	58.4	50.4	65	55			conforme	conforme
211	piano 2	59.4	51.4	65	55			conforme	conforme
211	piano 3	59.8	51.8	65	55			conforme	conforme
212	piano terra	57.5	49.3	60	50			conforme	conforme
212	piano 1	58.2	49.9	60	50			conforme	conforme
212	piano 2	58.5	50.3	60	50			conforme	Non conforme
212	piano 3	58.8	50.5	60	50			conforme	Non conforme
212	piano 4	59.1	50.9	60	50			conforme	Non conforme
212	piano 5	59.5	51.3	60	50			conforme	Non conforme
213	piano terra	58.2	50	65	55	70	60	conforme	Non conforme
214	piano terra	63.3	55	65	55	70	60	conforme	Non conforme
215	piano terra	59.2	51.3	65	55	70	60	conforme	Non conforme
216	piano terra	58.8	51	65	55	70	60	conforme	Non conforme
217	piano terra	63	55.2	65	55	65	55	conforme	Non conforme
218	piano terra	68.5	60.6	60	50			Non conforme	Non conforme
219	piano terra	67.5	59.4	60	50			Non conforme	Non conforme
220	piano terra	70.6	62.6	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
221	piano terra	70.7	62.6	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
222	piano terra	71.7	63.8	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
223	piano terra	73.8	65.8	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
224	piano terra	66.2	58.3	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
225	piano terra	62.6	54.7	65	55	65	55	conforme	conforme
226	piano terra	73.8	66.1	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
227	piano terra	65.7	57.6	65	55			Non conforme	Non conforme
227	piano 1	65	57	65	55			Non conforme	Non conforme
227	piano 2	64.3	56.3	65	55			conforme	Non conforme
227	piano 3	65.7	57.6	65	55			conforme	Non conforme

in verde sono evidenziati i recettori in classe I



Dai rilievi eseguiti e dalla modellazione dello scenario attuale si rilevano valori di pressione acustica, in facciata alla maggioranza dei recettori individuati, superiori ai limiti normativi.

Le mappe acustiche dello scenario attuale diurno e notturno sono riportate in allegato 3 ed in allegato 4 relativamente alle simulazioni all'interno del buffer 500 metri dalla linea tramviaria e in allegato 11 ed in allegato 12 per quel che concerne le simulazioni delle viabilità esterne al buffer 500 metri.

#### 4.3.5.3 Risultati delle simulazioni (scenario di riferimento)

A seguito della taratura sopra descritta e attraverso il codice di calcolo SoundPLAN versione 8.2, si è proceduto al calcolo dei valori in facciata dei recettori individuati relativamente allo scenario di riferimento, ossia elaborando i dati dello studio trasportistico (studio del traffico scenario futuro 2030 ) per quel che concerne il rumore del traffico viario ed inserendo la sorgente tramviaria Linea Rossa.

I risultati ottenuti sono stati confrontati con i limiti di zonizzazione acustica (DPCM 14/11/97) o con i limiti delle fasce di pertinenza infrastrutturali (DPR 142/04) o con i limiti di prospicenza della linea Rossa, a seconda dell'ubicazione del recettore considerato.

I risultati dello scenario di riferimento (studio del traffico scenario futuro 2030 con la sola presenza della linea tramviaria Linea Rossa) sono riportati nella tabella che segue:

Nome	Piano	Scenario riferimento		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
1	piano terra	70.7	61.9	65	55			Non conforme	Non conforme
1	piano 1	71	62.2	65	55			Non conforme	Non conforme
1	piano 2	70.7	61.9	65	55			Non conforme	Non conforme
1	piano 3	70.3	61.5	65	55			Non conforme	Non conforme
1	piano 4	69.8	61	65	55			Non conforme	Non conforme
1	piano 5	69.4	60.6	65	55			Non conforme	Non conforme
1	piano 6	69	60.1	65	55			Non conforme	Non conforme
1	piano 7	68.5	59.7	65	55			Non conforme	Non conforme
1_ASP Bologna Casa di Riposo	piano terra	62.1	54.4	50	40	65	55	Non conforme	Non conforme
2	piano terra	71.8	63	65	55			Non conforme	Non conforme
2	piano 1	71.6	62.8	65	55			Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario riferimento		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
2	piano 2	71	62.2	65	55			Non conforme	Non conforme
2	piano 3	70.4	61.6	65	55			Non conforme	Non conforme
2	piano 4	69.8	61	65	55			Non conforme	Non conforme
2	piano 5	69.3	60.5	65	55			Non conforme	Non conforme
2	piano 6	68.8	60	65	55			Non conforme	Non conforme
2_Scuola Santa Maria di Leuca	piano terra	40.2	32.1	50	40			conforme	conforme
3	piano terra	71	62.3	65	55			Non conforme	Non conforme
3	piano 1	71.3	62.5	65	55			Non conforme	Non conforme
3	piano 2	70.9	62.1	65	55			Non conforme	Non conforme
3	piano 3	70.4	61.6	65	55			Non conforme	Non conforme
3	piano 4	69.8	61.1	65	55			Non conforme	Non conforme
3_Scuola primaria ACRI	piano terra	60.3	52.6	50	40			Non conforme	Non conforme
4	piano terra	71.5	62.7	65	55			Non conforme	Non conforme
4	piano 1	71.6	62.8	65	55			Non conforme	Non conforme
4	piano 2	71.2	62.4	65	55			Non conforme	Non conforme
4	piano 3	70.6	61.9	65	55			Non conforme	Non conforme
4	piano 4	70.1	61.3	65	55			Non conforme	Non conforme
4	piano 5	69.6	60.8	65	55			Non conforme	Non conforme
4	piano 6	69.1	60.4	65	55			Non conforme	Non conforme
4	piano 7	68.7	59.9	65	55			Non conforme	Non conforme
4_Istituto Superiore Aldini Valeriani	piano terra	61.5	53.4	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
5	piano terra	71.3	62.6	65	55			Non conforme	Non conforme
5	piano 1	71.5	62.7	65	55			Non conforme	Non conforme
5	piano 2	71	62.3	65	55			Non conforme	Non conforme
5	piano 3	70.5	61.8	65	55			Non conforme	Non conforme
5	piano 4	70	61.2	65	55			Non conforme	Non conforme
5	piano 5	69.5	60.7	65	55			Non conforme	Non conforme
5	piano 6	69	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme
5_Scuole Medie Zappa	piano terra	55	47.3	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
6	piano terra	71.9	63.1	65	55			Non conforme	Non conforme
6	piano 1	71.8	63	65	55			Non conforme	Non conforme
6	piano 2	71.2	62.5	65	55			Non conforme	Non conforme
6	piano 3	70.6	61.9	65	55			Non conforme	Non conforme
6	piano 4	70	61.3	65	55			Non conforme	Non conforme
6	piano 5	69.5	60.8	65	55			Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario riferimento		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
6_Scuola Infanzia Giusi Del Mugnaio	piano terra	61	53.2	50	40			Non conforme	Non conforme
7	piano terra	71.7	63.6	65	55			Non conforme	Non conforme
7	piano 1	71.6	63.5	65	55			Non conforme	Non conforme
7	piano 2	71	62.9	65	55			Non conforme	Non conforme
7	piano 3	70.4	62.2	65	55			Non conforme	Non conforme
7	piano 4	69.7	61.5	65	55			Non conforme	Non conforme
7	piano 5	69.1	60.9	65	55			Non conforme	Non conforme
7	piano 6	68.5	60.4	65	55			Non conforme	Non conforme
7_Scuole Pubbliche Scuole Dell'Infanzia	piano terra	51.6	43.9	50	40			Non conforme	Non conforme
8	piano terra	68.8	60.5	65	55			Non conforme	Non conforme
8	piano 1	69.5	61	65	55			Non conforme	Non conforme
8	piano 2	69.4	61	65	55			Non conforme	Non conforme
8	piano 3	69.2	60.7	65	55			Non conforme	Non conforme
8	piano 4	68.8	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme
8	piano 5	68.4	60	65	55			Non conforme	Non conforme
8_Scuole Pubbliche/Nido D'Infanzia Comun	piano terra	54.1	46.1	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
9	piano terra	71.1	63.2	65	55			Non conforme	Non conforme
9	piano 1	71.3	63.2	65	55			Non conforme	Non conforme
9	piano 2	70.8	62.7	65	55			Non conforme	Non conforme
9	piano 3	70.2	62.1	65	55			Non conforme	Non conforme
9	piano 4	69.6	61.5	65	55			Non conforme	Non conforme
9	piano 5	69.1	60.9	65	55			Non conforme	Non conforme
9	piano 6	68.6	60.4	65	55			Non conforme	Non conforme
9_Scuola dell'Infanzia GIROTONDO	piano terra	61.8	53.7	50	40			Non conforme	Non conforme
10	piano terra	71.3	63.3	65	55			Non conforme	Non conforme
10	piano 1	71.4	63.3	65	55			Non conforme	Non conforme
10	piano 2	70.9	62.8	65	55			Non conforme	Non conforme
10	piano 3	70.3	62.1	65	55			Non conforme	Non conforme
10	piano 4	69.5	61.4	65	55			Non conforme	Non conforme
10	piano 5	69	60.8	65	55			Non conforme	Non conforme
10_Scuola d'infanzia comunale Marsili	piano terra	42.1	35.3	50	40			conforme	conforme
11	piano terra	72	63.9	65	55			Non conforme	Non conforme
11	piano 1	71.8	63.7	65	55			Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario riferimento		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
11_Scuola Primaria MARSILI	piano terra	56.9	49.6	50	40			Non conforme	Non conforme
12	piano terra	72	63.9	65	55			Non conforme	Non conforme
12	piano 1	71.8	63.6	65	55			Non conforme	Non conforme
12_Scuola Materna Sacro Cuore	piano terra	42.1	39.4	50	40	50	40	conforme	conforme
13	piano terra	70	61.8	65	55	70	60	conforme	Non conforme
13	piano 1	71.3	63.2	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
13	piano 2	71.4	63.3	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
13	piano 3	71.3	63.2	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
13	piano 4	71	62.9	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
13	piano 5	70.7	62.6	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
13	piano 6	70.4	62.3	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
13	piano 7	70.1	62	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
14	piano terra	69.8	61.4	65	55	70	60	conforme	Non conforme
14	piano 1	71.4	63.1	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
14	piano 2	71.4	63.1	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
14	piano 3	71.2	62.9	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
14	piano 4	70.8	62.6	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
14	piano 5	70.5	62.2	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
14	piano 6	70.1	61.9	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
14	piano 7	69.7	61.5	65	55	70	60	conforme	Non conforme
15	piano terra	67.3	59	65	55	70	60	conforme	conforme
15	piano 1	68.4	60.1	65	55	70	60	conforme	Non conforme
15	piano 2	68.7	60.4	65	55	70	60	conforme	Non conforme
15	piano 3	68.8	60.6	65	55	70	60	conforme	Non conforme
15	piano 4	68.9	60.7	65	55	70	60	conforme	Non conforme
15	piano 5	68.8	60.6	65	55	70	60	conforme	Non conforme
16	piano terra	71.2	62.8	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
16	piano 1	71.4	63.1	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
16	piano 2	71.1	62.9	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
16	piano 3	70.7	62.4	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
16	piano 4	70.1	61.9	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
16	piano 5	69.6	61.4	65	55	70	60	conforme	Non conforme
16	piano 6	69.1	60.9	65	55	70	60	conforme	Non conforme
17	piano terra	69.9	61.8	65	55	70	60	conforme	Non conforme
17	piano 1	70.3	62.1	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
17	piano 2	70.1	61.9	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario riferimento		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
17	piano 3	69.7	61.5	65	55	70	60	conforme	Non conforme
17	piano 4	69.3	61.1	65	55	70	60	conforme	Non conforme
17	piano 5	68.9	60.7	65	55	70	60	conforme	Non conforme
17	piano 6	68.5	60.3	65	55	70	60	conforme	Non conforme
18	piano terra	69.5	61.4	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
18	piano 1	70.1	61.9	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
18	piano 2	70	61.8	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
18	piano 3	69.7	61.5	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
18	piano 4	69.4	61.2	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
18	piano 5	69	60.8	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
18	piano 6	68.6	60.4	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
18	piano 7	68.2	60	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
18	piano 8	67.8	59.6	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
19	piano terra	68.2	60.1	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
19	piano 1	69.1	60.9	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
19	piano 2	69.2	61	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
19	piano 3	69	60.8	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
20	piano terra	71.3	63.4	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
20	piano 1	71.2	63.1	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
20	piano 2	70.5	62.3	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
20	piano 3	69.8	61.6	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
20	piano 4	69.1	60.9	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
21	piano terra	70.3	62.2	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
21	piano 1	70.5	62.3	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
21	piano 2	70	61.8	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
21	piano 3	69.4	61.3	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
21	piano 4	68.8	60.7	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
21	piano 5	68.3	60.1	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
21	piano 6	67.8	59.7	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
22	piano terra	71.2	63.3	65	55			Non conforme	Non conforme
22	piano 1	70.9	62.9	65	55			Non conforme	Non conforme
22	piano 2	70.1	62	65	55			Non conforme	Non conforme
22	piano 3	69.4	61.2	65	55			Non conforme	Non conforme
22	piano 4	68.7	60.5	65	55			Non conforme	Non conforme
22	piano 5	68.1	59.9	65	55			Non conforme	Non conforme
22	piano 6	67.6	59.4	65	55			Non conforme	Non conforme



Nome	Piano	Scenario riferimento		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
23	piano terra	64.9	57.7	65	55			conforme	Non conforme
23	piano 1	65.8	58.2	65	55			Non conforme	Non conforme
23	piano 2	65.9	58.1	65	55			Non conforme	Non conforme
23	piano 3	65.9	58	65	55			Non conforme	Non conforme
23	piano 4	65.7	57.7	65	55			Non conforme	Non conforme
23	piano 5	65.5	57.5	65	55			Non conforme	Non conforme
23	piano 6	65.2	57.2	65	55			Non conforme	Non conforme
23	piano 7	64.9	56.9	65	55			conforme	Non conforme
23	piano 8	64.7	56.6	65	55			conforme	Non conforme
24	piano terra	69	61.1	65	55			Non conforme	Non conforme
24	piano 1	69.3	61.3	65	55			Non conforme	Non conforme
24	piano 2	69	60.9	65	55			Non conforme	Non conforme
24	piano 3	68.5	60.4	65	55			Non conforme	Non conforme
24	piano 4	68	59.9	65	55			Non conforme	Non conforme
24	piano 5	67.5	59.4	65	55			Non conforme	Non conforme
24	piano 6	67.1	58.9	65	55			Non conforme	Non conforme
25	piano terra	68.6	60.6	65	55			Non conforme	Non conforme
25	piano 1	68.8	60.7	65	55			Non conforme	Non conforme
25	piano 2	68.6	60.4	65	55			Non conforme	Non conforme
25	piano 3	68.1	60	65	55			Non conforme	Non conforme
25	piano 4	67.7	59.5	65	55			Non conforme	Non conforme
25	piano 5	67.3	59.1	65	55			Non conforme	Non conforme
25	piano 6	66.9	58.7	65	55			Non conforme	Non conforme
25	piano 7	66.5	58.3	65	55			Non conforme	Non conforme
26	piano terra	62.6	55.8	65	55			conforme	Non conforme
26	piano 1	62.8	55.6	65	55			conforme	Non conforme
26	piano 2	62.5	55.2	65	55			conforme	Non conforme
26	piano 3	62.2	54.8	65	55			conforme	conforme
26	piano 4	61.8	54.3	65	55			conforme	conforme
27	piano terra	66.5	60.1	65	55			Non conforme	Non conforme
27	piano 1	66.2	58.9	65	55			Non conforme	Non conforme
27	piano 2	65.8	58.2	65	55			Non conforme	Non conforme
27	piano 3	65.4	57.6	65	55			Non conforme	Non conforme
27	piano 4	65.1	57.2	65	55			Non conforme	Non conforme
27	piano 5	64.7	56.8	65	55			conforme	Non conforme
27	piano 6	64.4	56.4	65	55			conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario riferimento		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
27	piano 7	64.1	56.1	65	55			conforme	Non conforme
27	piano 8	63.7	55.7	65	55			conforme	Non conforme
28	piano terra	70.7	62.6	65	55			Non conforme	Non conforme
28	piano 1	70.6	62.4	65	55			Non conforme	Non conforme
28	piano 2	70	61.7	65	55			Non conforme	Non conforme
28	piano 3	69.3	61	65	55			Non conforme	Non conforme
28	piano 4	68.6	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme
28	piano 5	68	59.7	65	55			Non conforme	Non conforme
29	piano terra	66.9	58.7	65	55			Non conforme	Non conforme
29	piano 1	67.8	59.5	65	55			Non conforme	Non conforme
29	piano 2	67.7	59.5	65	55			Non conforme	Non conforme
29	piano 3	67.5	59.2	65	55			Non conforme	Non conforme
29	piano 4	67.2	58.9	65	55			Non conforme	Non conforme
29	piano 5	66.8	58.5	65	55			Non conforme	Non conforme
30	piano terra	64.3	57.1	65	55			conforme	Non conforme
30	piano 1	64.4	57	65	55			conforme	Non conforme
30	piano 2	64.4	56.8	65	55			conforme	Non conforme
30	piano 3	64.4	56.6	65	55			conforme	Non conforme
30	piano 4	64.3	56.3	65	55			conforme	Non conforme
30	piano 5	64.2	56.2	65	55			conforme	Non conforme
30	piano 6	64.1	56	65	55			conforme	Non conforme
30	piano 7	64	55.8	65	55			conforme	Non conforme
30	piano 8	63.8	55.6	65	55			conforme	Non conforme
30	piano 9	63.6	55.4	65	55			conforme	Non conforme
31	piano terra	68.1	59.9	65	55			Non conforme	Non conforme
31	piano 1	68.6	60.4	65	55			Non conforme	Non conforme
31	piano 2	68.5	60.2	65	55			Non conforme	Non conforme
31	piano 3	68.1	59.8	65	55			Non conforme	Non conforme
31	piano 4	67.7	59.4	65	55			Non conforme	Non conforme
31	piano 5	67.3	59	65	55			Non conforme	Non conforme
31	piano 6	66.9	58.6	65	55			Non conforme	Non conforme
31	piano 7	66.5	58.2	65	55			Non conforme	Non conforme
31	piano 8	66.1	57.9	65	55			Non conforme	Non conforme
31	piano 9	65.8	57.6	65	55			Non conforme	Non conforme
32	piano terra	69.8	61.5	65	55			Non conforme	Non conforme
32	piano 1	69.8	61.5	65	55			Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario riferimento		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
32	piano 2	69.3	61	65	55			Non conforme	Non conforme
32	piano 3	68.7	60.4	65	55			Non conforme	Non conforme
32	piano 4	68.1	59.8	65	55			Non conforme	Non conforme
32	piano 5	67.6	59.3	65	55			Non conforme	Non conforme
32	piano 6	67.1	58.8	65	55			Non conforme	Non conforme
33	piano terra	70.3	62	65	55			Non conforme	Non conforme
33	piano 1	70.4	62.1	65	55			Non conforme	Non conforme
33	piano 2	69.9	61.6	65	55			Non conforme	Non conforme
33	piano 3	69.2	60.9	65	55			Non conforme	Non conforme
33	piano 4	68.6	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme
33	piano 5	68	59.7	65	55			Non conforme	Non conforme
34	piano terra	70.8	62.7	65	55			Non conforme	Non conforme
34	piano 1	70.6	62.3	65	55			Non conforme	Non conforme
34	piano 2	69.8	61.5	65	55			Non conforme	Non conforme
34	piano 3	69	60.7	65	55			Non conforme	Non conforme
35	piano terra	62.1	54.8	65	55			conforme	conforme
35	piano 1	62.4	54.9	65	55			conforme	conforme
35	piano 2	62.2	54.7	65	55			conforme	conforme
35	piano 3	61.9	54.4	65	55			conforme	conforme
35	piano 4	61.6	54.1	65	55			conforme	conforme
36	piano terra	67.5	60.2	65	55			Non conforme	Non conforme
36	piano 1	67.4	59.9	65	55			Non conforme	Non conforme
36	piano 2	66.9	59.3	65	55			Non conforme	Non conforme
36	piano 3	66.3	58.5	65	55			Non conforme	Non conforme
36	piano 4	65.7	57.9	65	55			Non conforme	Non conforme
36	piano 5	65.1	57.3	65	55			Non conforme	Non conforme
36	piano 6	64.6	56.8	65	55			conforme	Non conforme
36	piano 7	64.2	56.3	65	55			conforme	Non conforme
36	piano 8	63.8	55.9	65	55			conforme	Non conforme
37	piano terra	67.1	60	65	55			Non conforme	Non conforme
37	piano 1	67	59.6	65	55			Non conforme	Non conforme
37	piano 2	66.4	58.8	65	55			Non conforme	Non conforme
37	piano 3	65.8	58.1	65	55			Non conforme	Non conforme
37	piano 4	65.2	57.4	65	55			Non conforme	Non conforme
37	piano 5	64.6	56.8	65	55			conforme	Non conforme
37	piano 6	64.1	56.3	65	55			conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario riferimento		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
38	piano terra	67.2	59.4	65	55			Non conforme	Non conforme
38	piano 1	67.2	59.4	65	55			Non conforme	Non conforme
38	piano 2	66.7	58.8	65	55			Non conforme	Non conforme
38	piano 3	66.1	58.3	65	55			Non conforme	Non conforme
38	piano 4	65.5	57.7	65	55			Non conforme	Non conforme
38	piano 5	64.9	57.1	65	55			conforme	Non conforme
38	piano 6	64.4	56.6	65	55			conforme	Non conforme
38	piano 7	64	56.2	65	55			conforme	Non conforme
39	piano terra	61.5	55.2	65	55			conforme	Non conforme
39	piano 1	62.1	55.5	65	55			conforme	Non conforme
39	piano 2	62.2	55.4	65	55			conforme	Non conforme
39	piano 3	62	55.2	65	55			conforme	Non conforme
39	piano 4	61.8	54.9	65	55			conforme	conforme
40	piano terra	62.1	56.6	65	55			conforme	Non conforme
40	piano 1	62	56.3	65	55			conforme	Non conforme
40	piano 2	61.7	55.7	65	55			conforme	Non conforme
40	piano 3	61.4	55.2	65	55			conforme	Non conforme
40	piano 4	61.1	54.7	65	55			conforme	conforme
41	piano terra	60.6	54.5	65	55			conforme	conforme
41	piano 1	61	54.7	65	55			conforme	conforme
41	piano 2	60.9	54.5	65	55			conforme	conforme
41	piano 3	60.8	54.3	65	55			conforme	conforme
41	piano 4	60.6	54	65	55			conforme	conforme
41	piano 5	60.4	53.7	65	55			conforme	conforme
42	piano terra	64	56.3	65	55			conforme	Non conforme
42	piano 1	64.1	56.3	65	55			conforme	Non conforme
42	piano 2	63.8	56	65	55			conforme	Non conforme
42	piano 3	63.4	55.7	65	55			conforme	Non conforme
42	piano 4	63.1	55.3	65	55			conforme	Non conforme
42	piano 5	62.9	55.1	65	55			conforme	Non conforme
43	piano terra	64.7	55.9	65	55			conforme	Non conforme
43	piano 1	65.5	56.8	65	55			Non conforme	Non conforme
43	piano 2	65.5	56.8	65	55			Non conforme	Non conforme
43	piano 3	65.2	56.5	65	55			Non conforme	Non conforme
43	piano 4	64.9	56.2	65	55			conforme	Non conforme
43	piano 5	64.5	55.8	65	55			conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario riferimento		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
44	piano terra	67.1	58.4	65	55			Non conforme	Non conforme
44	piano 1	67.2	58.5	65	55			Non conforme	Non conforme
44	piano 2	66.7	58	65	55			Non conforme	Non conforme
44	piano 3	66.2	57.5	65	55			Non conforme	Non conforme
44	piano 4	65.7	57	65	55			Non conforme	Non conforme
45	piano terra	66	57.3	65	55			Non conforme	Non conforme
45	piano 1	66.5	57.8	65	55			Non conforme	Non conforme
45	piano 2	66.3	57.6	65	55			Non conforme	Non conforme
45	piano 3	65.9	57.3	65	55			Non conforme	Non conforme
45	piano 4	65.5	56.9	65	55			Non conforme	Non conforme
45	piano 5	65.1	56.5	65	55			Non conforme	Non conforme
45	piano 6	64.7	56.1	65	55			conforme	Non conforme
46	piano terra	66.4	57.7	65	55			Non conforme	Non conforme
46	piano 1	66.8	58.2	65	55			Non conforme	Non conforme
46	piano 2	66.6	58	65	55			Non conforme	Non conforme
46	piano 3	66.2	57.6	65	55			Non conforme	Non conforme
46	piano 4	65.7	57.1	65	55			Non conforme	Non conforme
46	piano 5	65.2	56.6	65	55			Non conforme	Non conforme
47	piano terra	65.9	57.5	65	55			Non conforme	Non conforme
48	piano terra	67.9	59.5	65	55			Non conforme	Non conforme
48	piano 1	68.3	59.9	65	55			Non conforme	Non conforme
48	piano 2	68	59.6	65	55			Non conforme	Non conforme
48	piano 3	67.5	59.1	65	55			Non conforme	Non conforme
48	piano 4	67	58.6	65	55			Non conforme	Non conforme
48	piano 5	66.5	58.1	65	55			Non conforme	Non conforme
48	piano 6	66	57.6	65	55			Non conforme	Non conforme
49	piano terra	69.4	61	65	55			Non conforme	Non conforme
49	piano 1	69.2	60.8	65	55			Non conforme	Non conforme
49	piano 2	68.5	60.2	65	55			Non conforme	Non conforme
49	piano 3	67.8	59.5	65	55			Non conforme	Non conforme
49	piano 4	67.2	58.8	65	55			Non conforme	Non conforme
49	piano 5	66.6	58.2	65	55			Non conforme	Non conforme
49	piano 6	66.1	57.7	65	55			Non conforme	Non conforme
50	piano terra	68.8	60.5	65	55			Non conforme	Non conforme
50	piano 1	68.6	60.2	65	55			Non conforme	Non conforme
50	piano 2	67.9	59.5	65	55			Non conforme	Non conforme



Nome	Piano	Scenario riferimento		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
51	piano terra	69.1	60.8	65	55			Non conforme	Non conforme
51	piano 1	69	60.7	65	55			Non conforme	Non conforme
51	piano 2	68.3	60	65	55			Non conforme	Non conforme
51	piano 3	67.7	59.3	65	55			Non conforme	Non conforme
52	piano terra	68.6	60.2	65	55			Non conforme	Non conforme
52	piano 1	68.6	60.2	65	55			Non conforme	Non conforme
52	piano 2	68	59.7	65	55			Non conforme	Non conforme
52	piano 3	67.4	59.1	65	55			Non conforme	Non conforme
52	piano 4	66.8	58.5	65	55			Non conforme	Non conforme
53	piano terra	68.4	60.1	65	55			Non conforme	Non conforme
53	piano 1	68.5	60.2	65	55			Non conforme	Non conforme
53	piano 2	68	59.7	65	55			Non conforme	Non conforme
53	piano 3	67.4	59.1	65	55			Non conforme	Non conforme
54	piano terra	69.6	61.3	65	55			Non conforme	Non conforme
54	piano 1	69.3	60.9	65	55			Non conforme	Non conforme
54	piano 2	68.5	60.2	65	55			Non conforme	Non conforme
54	piano 3	67.8	59.5	65	55			Non conforme	Non conforme
54	piano 4	67.2	58.9	65	55			Non conforme	Non conforme
55	piano terra	68.7	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme
55	piano 1	68.6	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme
55	piano 2	68.1	59.8	65	55			Non conforme	Non conforme
55	piano 3	67.6	59.3	65	55			Non conforme	Non conforme
55	piano 4	67.1	58.8	65	55			Non conforme	Non conforme
56	piano terra	69.2	60.9	65	55			Non conforme	Non conforme
56	piano 1	69.2	60.9	65	55			Non conforme	Non conforme
56	piano 2	68.7	60.4	65	55			Non conforme	Non conforme
56	piano 3	68.1	59.8	65	55			Non conforme	Non conforme
56	piano 4	67.5	59.2	65	55			Non conforme	Non conforme
57	piano terra	68.2	59.9	65	55			Non conforme	Non conforme
57	piano 1	68.6	60.4	65	55			Non conforme	Non conforme
57	piano 2	68.4	60.1	65	55			Non conforme	Non conforme
57	piano 3	68	59.7	65	55			Non conforme	Non conforme
58	piano terra	68.8	60.6	65	55			Non conforme	Non conforme
59	piano terra	66	57.8	65	55			Non conforme	Non conforme
59	piano 1	66.8	58.5	65	55			Non conforme	Non conforme
59	piano 2	66.6	58.3	65	55			Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario riferimento		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
60	piano terra	67.9	59.6	65	55			Non conforme	Non conforme
60	piano 1	68.1	59.8	65	55			Non conforme	Non conforme
60	piano 2	67.6	59.3	65	55			Non conforme	Non conforme
60	piano 3	67	58.7	65	55			Non conforme	Non conforme
61	piano terra	64.1	55.8	65	55			conforme	Non conforme
61	piano 1	65.5	57.2	65	55			Non conforme	Non conforme
62	piano terra	67.3	59	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
62	piano 1	67.9	59.7	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
62	piano 2	67.8	59.6	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
63	piano terra	68.3	60.1	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
63	piano 1	68.6	60.4	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
63	piano 2	68.3	60.1	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
64	piano terra	70.2	62	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
65	piano terra	66	57.9	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
65	piano 1	67.6	59.4	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
65	piano 2	67.8	59.7	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
65	piano 3	67.7	59.6	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
66	piano terra	72.3	64.1	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
66	piano 1	71.6	63.5	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
66	piano 2	70.6	62.5	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
67	piano terra	69.5	61.3	65	55	70	60	conforme	Non conforme
67	piano 1	69.9	61.7	65	55	70	60	conforme	Non conforme
68	piano terra	63	54.9	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
69	piano terra	70.3	62.1	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
69	piano 1	70.5	62.4	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
70	piano terra	70.2	62	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
70	piano 1	70.5	62.3	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
70	piano 2	70.1	62	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
71	piano terra	68	60	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
71	piano 1	69	60.9	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
72	piano terra	68.3	60.3	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
72	piano 1	69.2	61.2	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
73	piano terra	70.2	62.5	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
73	piano 1	70.9	63.2	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
74	piano terra	69.1	61.2	65	55	70	60	conforme	Non conforme
74	piano 1	69.9	62	65	55	70	60	conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario riferimento		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
75	piano terra	68.3	60.6	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
75	piano 1	69.4	61.7	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
75	piano 2	70	62.3	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
75	piano 3	70.3	62.6	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
76	piano terra	67.7	59.8	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
76	piano 1	68.9	61	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
77	piano terra	72.1	64.1	65	55			Non conforme	Non conforme
77	piano 1	71.7	63.8	65	55			Non conforme	Non conforme
77	piano 2	71.2	63.2	65	55			Non conforme	Non conforme
77	piano 3	70.6	62.6	65	55			Non conforme	Non conforme
78	piano terra	69.3	61.3	65	55			Non conforme	Non conforme
78	piano 1	69.9	61.9	65	55			Non conforme	Non conforme
78	piano 2	69.9	61.9	65	55			Non conforme	Non conforme
78	piano 3	69.9	61.9	65	55			Non conforme	Non conforme
78	piano 4	69.6	61.7	65	55			Non conforme	Non conforme
79	piano terra	70.1	62.1	65	55			Non conforme	Non conforme
79	piano 1	70.1	62.1	65	55			Non conforme	Non conforme
79	piano 2	69.6	61.6	65	55			Non conforme	Non conforme
80	piano terra	66.2	58	65	55			Non conforme	Non conforme
80	piano 1	67	58.9	65	55			Non conforme	Non conforme
80	piano 2	67.1	59	65	55			Non conforme	Non conforme
80	piano 3	66.9	58.8	65	55			Non conforme	Non conforme
81	piano terra	63.2	55.1	65	55			conforme	Non conforme
81	piano 1	64.8	56.7	65	55			conforme	Non conforme
81	piano 2	65.5	57.4	65	55			Non conforme	Non conforme
82	piano terra	68.2	59.9	65	55			Non conforme	Non conforme
82	piano 1	68.4	60.1	65	55			Non conforme	Non conforme
82	piano 2	68	59.7	65	55			Non conforme	Non conforme
83	piano terra	68.3	60.1	65	55			Non conforme	Non conforme
83	piano 1	68.6	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme
84	piano terra	64.5	56.3	65	55			conforme	Non conforme
85	piano terra	64	55.7	65	55			conforme	Non conforme
86	piano terra	66	57.7	65	55			Non conforme	Non conforme
86	piano 1	66.8	58.5	65	55			Non conforme	Non conforme
86	piano 2	66.7	58.4	65	55			Non conforme	Non conforme
87	piano terra	62.2	53.9	65	55			conforme	conforme

Nome	Piano	Scenario riferimento		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
88	piano terra	67.7	59.4	65	55			Non conforme	Non conforme
88	piano 1	68	59.7	65	55			Non conforme	Non conforme
88	piano 2	67.7	59.4	65	55			Non conforme	Non conforme
89	piano terra	68.3	60	65	55			Non conforme	Non conforme
89	piano 1	68.5	60.2	65	55			Non conforme	Non conforme
90	piano terra	67.5	59.1	65	55			Non conforme	Non conforme
90	piano 1	67.8	59.5	65	55			Non conforme	Non conforme
90	piano 2	67.5	59.2	65	55			Non conforme	Non conforme
91	piano terra	62.5	54.2	65	55			conforme	conforme
91	piano 1	64.4	56.1	65	55			conforme	Non conforme
92	piano terra	59.2	50.9	65	55			conforme	conforme
92	piano 1	60.5	52.2	65	55			conforme	conforme
93	piano terra	68.8	60.4	65	55			Non conforme	Non conforme
93	piano 1	68.6	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme
93	piano 2	67.9	59.6	65	55			Non conforme	Non conforme
94	piano terra	66.3	57.9	65	55			Non conforme	Non conforme
95	piano terra	68.8	60.6	65	55			Non conforme	Non conforme
95	piano 1	69.1	61	65	55			Non conforme	Non conforme
95	piano 2	68.7	60.6	65	55			Non conforme	Non conforme
95	piano 3	68.2	60.1	65	55			Non conforme	Non conforme
95	piano 4	67.6	59.5	65	55			Non conforme	Non conforme
96	piano terra	66	57.9	50	40			Non conforme	Non conforme
97	piano terra	65.6	57.4	65	55			Non conforme	Non conforme
97	piano 1	66.6	58.4	65	55			Non conforme	Non conforme
97	piano 2	66.6	58.4	65	55			Non conforme	Non conforme
98	piano terra	66.6	58.3	65	55			Non conforme	Non conforme
98	piano 1	67.4	59.2	65	55			Non conforme	Non conforme
98	piano 2	67.4	59.2	65	55			Non conforme	Non conforme
98	piano 3	67.2	59	65	55			Non conforme	Non conforme
99	piano terra	68.2	60	65	55			Non conforme	Non conforme
99	piano 1	68.5	60.3	65	55			Non conforme	Non conforme
100	piano terra	67.5	59.3	65	55			Non conforme	Non conforme
100	piano 1	68	59.8	65	55			Non conforme	Non conforme
100	piano 2	67.9	59.7	65	55			Non conforme	Non conforme
100	piano 3	67.6	59.5	65	55			Non conforme	Non conforme
101	piano terra	65.6	57.5	65	55			Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario riferimento		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
101	piano 1	66.9	58.7	65	55			Non conforme	Non conforme
101	piano 2	67.1	58.9	65	55			Non conforme	Non conforme
101	piano 3	66.9	58.8	65	55			Non conforme	Non conforme
101	piano 4	66.7	58.6	65	55			Non conforme	Non conforme
101	piano 5	66.4	58.3	65	55			Non conforme	Non conforme
101	piano 6	66.1	58.1	65	55			Non conforme	Non conforme
101	piano 7	65.8	57.8	65	55			Non conforme	Non conforme
101	piano 8	65.5	57.5	65	55			Non conforme	Non conforme
102	piano terra	65.7	57.4	65	55			Non conforme	Non conforme
102	piano 1	66.7	58.5	65	55			Non conforme	Non conforme
102	piano 2	66.8	58.6	65	55			Non conforme	Non conforme
102	piano 3	66.7	58.5	65	55			Non conforme	Non conforme
103	piano terra	68.7	60.5	65	55			Non conforme	Non conforme
103	piano 1	68.8	60.7	65	55			Non conforme	Non conforme
104	piano terra	65.8	57.7	65	55			Non conforme	Non conforme
104	piano 1	66.9	58.8	65	55			Non conforme	Non conforme
104	piano 2	67	58.9	65	55			Non conforme	Non conforme
104	piano 3	66.8	58.7	65	55			Non conforme	Non conforme
105	piano terra	64.8	56.3	65	55			conforme	Non conforme
105	piano 1	65.5	57.1	65	55			Non conforme	Non conforme
105	piano 2	65.4	57.1	65	55			Non conforme	Non conforme
105	piano 3	65.2	56.9	65	55			Non conforme	Non conforme
105	piano 4	64.7	56.5	65	55			conforme	Non conforme
106	piano terra	63.8	54.9	65	55			conforme	conforme
106	piano 1	64.3	55.5	65	55			conforme	Non conforme
106	piano 2	64.2	55.5	65	55			conforme	Non conforme
107	piano terra	62.7	53.5	60	50			Non conforme	Non conforme
107	piano 1	62.8	53.6	60	50			Non conforme	Non conforme
108	piano terra	64.4	55.1	60	50			Non conforme	Non conforme
108	piano 1	64	54.8	60	50			Non conforme	Non conforme
109	piano terra	62.7	53.7	60	50			Non conforme	Non conforme
109	piano 1	62.7	53.8	60	50			Non conforme	Non conforme
109	piano 2	62.2	53.3	60	50			Non conforme	Non conforme
109	piano 3	61.5	52.7	60	50			Non conforme	Non conforme
109	piano 4	60.8	52.1	60	50			Non conforme	Non conforme
109	piano 5	60.1	51.5	60	50			Non conforme	Non conforme



Nome	Piano	Scenario riferimento		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
109	piano 6	59.5	51	60	50			conforme	Non conforme
110	piano terra	52.9	45.1	60	50	65	55	conforme	conforme
110	piano 1	54.1	46.3	60	50	65	55	conforme	conforme
110	piano 2	54.5	46.6	60	50	65	55	conforme	conforme
110	piano 3	54.8	46.9	60	50	65	55	conforme	conforme
110	piano 4	55.1	47.2	60	50	65	55	conforme	conforme
110	piano 5	55.3	47.4	60	50	65	55	conforme	conforme
110	piano 6	55.4	47.6	60	50	65	55	conforme	conforme
110	piano 7	55.4	47.7	60	50	65	55	conforme	conforme
110	piano 8	55.3	47.7	60	50	65	55	conforme	conforme
110	piano 9	55.3	47.9	60	50	65	55	conforme	conforme
111	piano terra	52.8	45	60	50	65	55	conforme	conforme
111	piano 1	53.9	46.1	60	50	65	55	conforme	conforme
111	piano 2	54.2	46.3	60	50	65	55	conforme	conforme
111	piano 3	54.3	46.5	60	50	65	55	conforme	conforme
111	piano 4	54.4	46.5	60	50	65	55	conforme	conforme
111	piano 5	54.5	46.6	60	50	65	55	conforme	conforme
111	piano 6	54.6	46.7	60	50	65	55	conforme	conforme
111	piano 7	54.8	46.9	60	50	65	55	conforme	conforme
112	piano terra	52.9	46	60	50	65	55	conforme	conforme
112	piano 1	54.1	46.9	60	50	65	55	conforme	conforme
112	piano 2	54.5	47.2	60	50	65	55	conforme	conforme
112	piano 3	54.8	47.5	60	50	65	55	conforme	conforme
112	piano 4	55	47.7	60	50	65	55	conforme	conforme
112	piano 5	55	47.8	60	50	65	55	conforme	conforme
112	piano 6	55	47.8	60	50	65	55	conforme	conforme
112	piano 7	55	47.9	60	50	65	55	conforme	conforme
112	piano 8	55	47.9	60	50	65	55	conforme	conforme
112	piano 9	55	48	60	50	65	55	conforme	conforme
113	piano terra	57.2	50.5	65	55	65	55	conforme	conforme
113	piano 1	58.4	51.5	65	55	65	55	conforme	conforme
113	piano 2	58.5	51.5	65	55	65	55	conforme	conforme
114	piano terra	57	50.4	65	55	65	55	conforme	conforme
114	piano 1	58.3	51.4	65	55	65	55	conforme	conforme
114	piano 2	58.3	51.4	65	55	65	55	conforme	conforme
115	piano terra	59.1	52.4	65	55	65	55	conforme	conforme

Nome	Piano	Scenario riferimento		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
115	piano 1	60	53.1	65	55	65	55	conforme	conforme
115	piano 2	60	53	65	55	65	55	conforme	conforme
116	piano terra	61.8	55.1	70	60	70	60	conforme	conforme
116	piano 1	63.4	56.4	70	60	70	60	conforme	conforme
116	piano 2	63.7	56.6	70	60	70	60	conforme	conforme
116	piano 3	63.7	56.7	70	60	70	60	conforme	conforme
116	piano 4	63.5	56.6	70	60	70	60	conforme	conforme
117	piano -1	64.8	64.6	65	55			conforme	Non conforme
117	piano terra	64.8	64.6	65	55			conforme	Non conforme
118	piano terra	71.5	62.6	65	55			Non conforme	Non conforme
118	piano 1	71.6	62.8	65	55			Non conforme	Non conforme
118	piano 2	71.2	62.4	65	55			Non conforme	Non conforme
118	piano 3	70.7	61.9	65	55			Non conforme	Non conforme
118	piano 4	70.2	61.4	65	55			Non conforme	Non conforme
118	piano 5	69.7	60.9	65	55			Non conforme	Non conforme
118	piano 6	69.2	60.5	65	55			Non conforme	Non conforme
119	piano terra	70.5	62	65	55			Non conforme	Non conforme
119	piano 1	71	62.4	65	55			Non conforme	Non conforme
119	piano 2	70.7	62.1	65	55			Non conforme	Non conforme
119	piano 3	70.3	61.7	65	55			Non conforme	Non conforme
119	piano 4	69.8	61.2	65	55			Non conforme	Non conforme
119	piano 5	69.3	60.7	65	55			Non conforme	Non conforme
120	piano terra	66	58.3	65	55			Non conforme	Non conforme
120	piano 1	66.8	58.8	65	55			Non conforme	Non conforme
120	piano 2	66.7	58.6	65	55			Non conforme	Non conforme
120	piano 3	66.4	58.3	65	55			Non conforme	Non conforme
120	piano 4	65.8	57.7	65	55			Non conforme	Non conforme
120	piano 5	65.3	57.2	65	55			Non conforme	Non conforme
120	piano 6	64.8	56.7	65	55			conforme	Non conforme
120	piano 7	64.3	56.2	65	55			conforme	Non conforme
121	piano terra	52.6	50.4	65	55	70	60	conforme	conforme
121	piano 1	52.9	50.4	65	55	70	60	conforme	conforme
122	piano terra	59.5	58.3	60	50	70	60	conforme	conforme
122	piano 1	59.4	57.6	60	50	70	60	conforme	conforme
123	piano terra	56.5	48.4	65	55	70	60	conforme	conforme
124	piano terra	59.3	51.2	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario riferimento		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
124	piano 1	60.8	52.7	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
125	piano terra	57.2	49.1	65	55	70	60	conforme	conforme
125	piano 1	58.1	50	65	55	70	60	conforme	conforme
125	piano 2	59	50.9	65	55	70	60	conforme	conforme
125	piano 3	59.5	51.5	65	55	70	60	conforme	conforme
126	piano terra	54.3	46.4	65	55	70	60	conforme	conforme
126	piano 1	55.2	47.3	65	55	70	60	conforme	conforme
127	piano terra	65	64.8	65	55	70	60	conforme	Non conforme
127	piano 1	64.9	64.7	65	55	70	60	conforme	Non conforme
128	piano terra	56.1	54.2	65	55	70	60	conforme	conforme
128	piano 1	56	53.5	65	55	70	60	conforme	conforme
129	piano terra	58.8	51.1	50	40			Non conforme	Non conforme
129	piano 1	59.2	51.5	50	40			Non conforme	Non conforme
129	piano 2	58.9	51.2	50	40			Non conforme	Non conforme
129	piano 3	58.5	50.8	50	40			Non conforme	Non conforme
129	piano 4	58	50.3	50	40			Non conforme	Non conforme
130	piano terra	54.2	46.5	65	55	65	55	conforme	conforme
130	piano 1	56.3	48.5	65	55	65	55	conforme	conforme
131	piano terra	55.7	47.9	65	55	65	55	conforme	conforme
131	piano 1	56.8	49.1	65	55	65	55	conforme	conforme
Centro Sociale Anziani Autogestito Corti	piano terra	41.9	35.7	50	40			conforme	conforme
ECIPAR Regionale	piano terra	46.7	38.1	50	40	50	40	conforme	conforme
Istituto Comprensivo 4 Bologna	piano terra	48	40.4	50	40	50	40	conforme	Non conforme
Istituto comprensivo n. 15	piano terra	49.9	42.2	50	40			conforme	Non conforme
Istituto Professionale Aldrovandi Rubbia	piano terra	64.1	55.5	50	40			Non conforme	Non conforme
Istituto Salesiano della Beata Vergine d	piano terra	59.1	51.2	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
Istituto San Vincenzo Paoli	piano terra	58.9	50.8	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
Liceo Galvani Succursale	piano terra	64.4	56.3	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
Liceo Scientifico Statale Albert Bruce Sabin	piano terra	65.3	57.7	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
Nido di infanzia comunale Papini	piano terra	52.8	45.2	50	40			Non conforme	Non conforme
Scuola Materna Comunale Mago Merlino	piano terra	51.5	43.5	50	40			Non conforme	Non conforme
Scuola Materna Statale Villa Salina	piano terra	54.4	47.1	50	40			Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario riferimento		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
Scuola Media Testoni Fioravanti	piano terra	49.5	41.2	50	40			conforme	Non conforme
Scuola Primaria Edmondo de Amicis	piano terra	53.6	46.6	50	40			Non conforme	Non conforme
Scuole Pubbliche Elementari Via A. de Vincenzo	piano terra	54.5	46.2	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
Scuole Pubbliche/Nido D'Infanzia Comunale	piano terra	55.2	47.5	50	40	50	40	Non conforme	Non conforme
201	piano terra	63.1	55.1	65	55			conforme	Non conforme
201	piano 1	64.2	56.2	65	55			conforme	Non conforme
201	piano 2	64.4	56.4	65	55			conforme	Non conforme
201	piano 3	64.3	56.3	65	55			conforme	Non conforme
202	piano terra	64.2	56.3	65	55			conforme	Non conforme
202	piano 1	64.6	56.7	65	55			conforme	Non conforme
202	piano 2	64.5	56.6	65	55			conforme	Non conforme
203	piano terra	60	51.9	65	55			conforme	conforme
203	piano 1	61.2	53.1	65	55			conforme	conforme
203	piano 2	61.3	53.2	65	55			conforme	conforme
203	piano 3	61.2	53.1	65	55			conforme	conforme
204	piano terra	57.7	49.6	65	55			conforme	conforme
204	piano 1	58.9	50.8	65	55			conforme	conforme
204	piano 2	59.6	51.5	65	55			conforme	conforme
204	piano 3	59.8	51.7	65	55			conforme	conforme
204	piano 4	59.9	51.8	65	55			conforme	conforme
204	piano 5	59.9	51.8	65	55			conforme	conforme
204	piano 6	59.8	51.7	65	55			conforme	conforme
204	piano 7	59.8	51.7	65	55			conforme	conforme
204	piano 8	59.7	51.6	65	55			conforme	conforme
204	piano 9	59.7	51.6	65	55			conforme	conforme
204	piano 10	59.6	51.5	65	55			conforme	conforme
205	piano terra	67.3	59.3	65	55			Non conforme	Non conforme
205	piano 1	66.3	58.3	65	55			Non conforme	Non conforme
205	piano 2	65.1	57.1	65	55			Non conforme	Non conforme
206	piano terra	65.4	57.8	65	55			Non conforme	Non conforme
206	piano 1	65.3	57.7	65	55			Non conforme	Non conforme
206	piano 2	64.7	57.1	65	55			conforme	Non conforme
207	piano terra	68.4	60.8	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario riferimento		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
207	piano 1	69	61.4	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
208	piano terra	60.9	53.2	60	50			Non conforme	Non conforme
208	piano 1	62.2	54.4	60	50			Non conforme	Non conforme
208	piano 2	62.6	54.9	60	50			Non conforme	Non conforme
209	piano terra	62	53.5	70	60			conforme	conforme
209	piano 1	61.9	53.4	70	60			conforme	conforme
209	piano 2	61.2	52.8	70	60			conforme	conforme
210	piano terra	61.7	54	70	60			conforme	conforme
210	piano 1	60.4	52.7	70	60			conforme	conforme
210	piano 2	58.8	51.2	70	60			conforme	conforme
211	piano terra	59.3	50.2	65	55			conforme	conforme
211	piano 1	60.4	51.6	65	55			conforme	conforme
211	piano 2	61.2	52.5	65	55			conforme	conforme
211	piano 3	61.4	52.8	65	55			conforme	conforme
212	piano terra	58.1	49.1	60	50			conforme	conforme
212	piano 1	58.7	49.6	60	50			conforme	conforme
212	piano 2	59	50	60	50			conforme	conforme
212	piano 3	59.3	50.3	60	50			conforme	Non conforme
212	piano 4	59.5	50.7	60	50			conforme	Non conforme
212	piano 5	59.8	51.1	60	50			conforme	Non conforme
213	piano terra	59.4	51.5	65	55	70	60	conforme	conforme
214	piano terra	64.6	56.6	65	55	70	60	conforme	conforme
215	piano terra	61.3	53.5	65	55	70	60	conforme	conforme
216	piano terra	60.1	52.4	65	55	70	60	conforme	conforme
217	piano terra	64.2	56.4	65	55	65	55	conforme	Non conforme
218	piano terra	69	61.1	60	50			Non conforme	Non conforme
219	piano terra	68.1	59.9	60	50			conforme	conforme
220	piano terra	70.5	62.5	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
221	piano terra	71	62.9	65	55	70	60	Non conforme	Non conforme
222	piano terra	72.1	64.1	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
223	piano terra	74.3	66.4	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
224	piano terra	66.7	58.8	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
225	piano terra	62.6	54.7	65	55	65	55	conforme	conforme
226	piano terra	73.8	66.1	65	55	65	55	Non conforme	Non conforme
227	piano terra	66.7	58.7	65	55			Non conforme	Non conforme
227	piano 1	66.7	58.7	65	55			Non conforme	Non conforme



Nome	Piano	Scenario riferimento		Limite DPCM 14/11/97		Limite DPR 142 /04		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)		
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]		
227	piano 2	66	58	65	55			Non conforme	Non conforme
227	piano 3	65.3	57.3	65	55			Non conforme	Non conforme

*in verde sono evidenziati i recettori in classe I*

Dai rilievi eseguiti e dalla modellazione dello scenario di riferimento si rilevano valori di pressione acustica, in facciata alla maggioranza dei recettori individuati, superiori ai limiti normativi.

Le mappe acustiche dello scenario di riferimento diurno e notturno sono riportate in allegato 5 ed in allegato 6 relativamente alle simulazioni all'interno del buffer 500 metri dalla linea tramviaria e in allegato 13 ed in allegato 14 per quel che concerne le simulazioni delle viabilità esterne al buffer 500 metri.

#### 4.3.5.4 Modello previsionale

Per lo studio acustico previsionale si è fatto riferimento ai dati di traffico privato e pubblico, leggero e pesante previsto nello studio di traffico a base del progetto.

Nello sviluppo del modello previsionale non si è cautelativamente considerata alcuna diminuzione di potenza acustica sulla percentuale del trasporto elettrico che circolerà sulla viabilità comunale nelle tratte a bassa velocità di transito.

#### 4.3.5.5 Valutazione del rumore prodotto dal Tram

La caratterizzazione del rumore prodotto dai veicoli tranviari è stata attribuita sulla base n. 3 misure fonometriche eseguite a lato dei binari durante il passaggio dei convogli per la redazione dello screening della Tramvia di Firenze (vedi Allegato 20).

E' stata presa come riferimento l'emissione della sorgente acustica della tramvia realizzata a Firenze, in quanto rappresenta un'infrastruttura di recente realizzazione e come si evince dalla

seguente tabella, i valori di emissione rilevati, relativi al veicolo Ansaldo Breda Sirio utilizzato nella tramvia fiorentina, si inseriscono in una fascia media tra i valori di emissività specifica dei veicoli circolanti in altre tramvie italiane (Dati forniti dai gestori tranviari) e pertanto si ritiene cautelativa tale scelta di emissività acustica relativamente ad una scelta di veicoli di nuova generazione che si andranno a utilizzare a Bologna.

Veicolo	Lunghezza (mm)	Città	Anno di produzione	Emissività specifica in dB(A) bordo strada (a 7,50 metri dall'asse del binario più esterno)			Emissività specifica in dB(A) bordo strada (a 12,50 metri dall'asse del binario più esterno)			Fonte
				Su rettilineo a 30 km/h	Su rettilineo a 50 km/h	In curva	Su rettilineo a 30 km/h	Su rettilineo a 50 km/h	In curva	
<b>Sede su finitura carrabile</b>										
Serie 1500 (Carelli)	13.890	Milano	1930	75,0	77,0	77,6	70,8	72,6	72,3	Dati forniti dal gestore
Serie 5000 (TPR Fiat Ferroviaria/Stanga)	22.000	Torino	1990	74,0	75,0	74,4	69,8	70,7	70,6	Dati forniti dal gestore
Serie 4900	29.210	Milano	1976	73,7	76,3	75,9	69,5	71,9	71,6	Dati forniti dal gestore
Serie 7000 (Stanga)	20.375	Roma	1948 (rimodernate nel 1988)	73,6	74,8	74,3	69,4	70,5	70,1	Dati forniti dal gestore
Serie 7500 (Sirio)	26.405	Milano	2003	72,1	73,2	72,8	67,9	69,0	68,6	Dati forniti dal gestore
Serie 9000 (Socimi)	21.272	Roma	1990	72,0	74,8	74,3	67,8	70,4	70,1	Dati forniti dal gestore
<b>AnsaldoBreda Sirio</b>	<b>32.030</b>	<b>Firenze</b>	<b>2009</b>	<b>71,9</b>	<b>72,8</b>	<b>72,4</b>	<b>67,7</b>	<b>69,0</b>	<b>68,2</b>	<b>Rilievo in situ</b>
Serie 9100 (Fiat Cityway Roma 1)	31.250	Roma	1998	71,6	76,1	75,7	67,4	71,6	71,4	Dati forniti dal gestore
Fiat Cityway	34.000	Messina	2003	71,5	72,6	72,2	67,3	68,4	68,0	Dati forniti dal gestore
Serie 9200 (Alstom/Fiat Cityway Roma 2)	33.000	Roma	2000	71,4	75,9	75,5	67,2	71,4	71,2	Dati forniti dal gestore
AnsaldoBreda Sirio	20.200	Napoli	2007	71,3	72,7	72,3	67,1	68,4	68,1	Dati forniti dal gestore
Serie 6000 (Fiat Cityway)	34.000	Torino	2001	71,1	74,1	73,7	66,9	69,8	69,5	Dati forniti dal gestore
AnsaldoBreda Sirio	26.450	Sassari	2006	70,5	74,5	74,0	66,3	70,0	69,8	Dati forniti dal gestore
Serie 7000 (TIBB/AD Tranz)	34.105	Milano	1999	70,0	73,1	72,7	65,8	68,8	68,5	Dati forniti dal gestore
Bombardier Flexity	32.370	Palermo	2013	69,1	72,9	72,3	64,9	68,5	67,9	Dati forniti dal gestore
<b>Sede su ballast</b>										
CAF Urbos	32.066	Cagliari	2013	74,6	77,1	76,7	70,3	73,0	72,4	Dati forniti dal gestore
AnsaldoBreda Sirio	32.060	Bergamo	2009	73,5	75,7	75,3	69,3	71,0	71,0	Dati forniti dal gestore

Veicolo	Lunghezza (mm)	Città	Anno di produzione	Emissività specifica in dB(A) bordo strada (a 7,50 metri dall'asse del binario più esterno)			Emissività specifica in dB(A) bordo strada (a 12,50 metri dall'asse del binario più esterno)			Fonte
				Su rettilineo a 30 km/h	Su rettilineo a 50 km/h	In curva	Su rettilineo a 30 km/h	Su rettilineo a 50 km/h	In curva	
Škoda 06T	29.190	Cagliari	2007	73,2	75,0	74,6	69,0	71,0	70,3	Dati forniti dal gestore

Nello studio sopra citato sono stati rilevati in totale 5 passaggi. La postazione di misura era ubicata a 100 metri circa dalla fermata attuale di Porta al Prato (linea T2) in direzione Santa Maria Novella, a 5 m dall'asse dei binari e utilizzando un cavalletto di 1,5 m di altezza.

ID Misura	ID Passaggio	SEL dB(A)	Lmax dB(A)	T sec
1	Passaggio 1	85,0	79,3	12
2	Passaggio 2	83,9	76,6	13
3	Passaggio 3	87,5	80,4	12
4	Passaggio 4	85,0	79,3	14
5	Passaggio 5	85,2	79,4	15

Per la determinazione dell'impatto prodotto dal passaggio dei tram sono stati calcolati i livelli medi delle misure caratterizzanti il tram indicate nella Tabella (SEL e Lmax):

- SELmedio: 85,3 dB;
- Lmax, medio: 79,4 dB.

Dal valore medio calcolato per il SEL è stato possibile con calcoli di differenza logaritmica sottrarre il contributo dato dal rumore di fondo ottenendo il valore corretto pari a SEL = 85 dB.

Per una maggior caratterizzazione della sorgente acustica presa come riferimento si è proceduto ad ulteriori misure dirette eseguendo n.6 rilievi acustici lungo la linea T2 della tramvia di Firenze (Unità e Peretola Aeroporto), posizionando il fonometro a m. 1,50 di altezza e a m. 5,00 dal centro dei binari (vedi Allegato 21).

Nello specifico sono state eseguite le seguenti misure:

- 1- rilievo di numero 6 passaggi della tramvia in prossimità della curva ubicata in Via Giovanni Filippo Mariti, 5 (denominata CURVA 1);
- 2- rilievo di numero 6 passaggi della tramvia in prossimità della fermata Buonsignori Liceo da Vinci ubicata Via Stefano Buonsignori, 5 (denominata FERMATA 1);
- 3- rilievo di numero 6 passaggi della tramvia in prossimità del rettilineo ubicato in Via Gordigiani, 59 (denominato RETTIFILO 1);
- 4- rilievo di numero 5 passaggi della tramvia in prossimità della curva ubicata in Via Belfiore, 42 (denominata CURVA 2);
- 5- rilievo di numero 6 passaggi della tramvia in prossimità della fermata Novoli Regione Toscana ubicata Via di Novoli, 61 (denominata FERMATA 2);
- 6- rilievo di numero 4 passaggi della tramvia in prossimità del rettilineo ubicato in Via di Carraia, 1 (denominato RETTIFILO 2).

Nei punti di misura erano esclusivamente presenti i seguenti livelli di armamento per la mitigazione del rumore/vibrazioni:

- CURVA 1: MARITI - armamento tipo L0 (rivestimento in lastre di pietra, cubetti di porfido o conglomerato bituminoso senza materassino);
- FERMATA 1: BUONSIGNORI - armamento tipo L2 (rivestimento in lastre di pietra, cubetti di porfido o conglomerato bituminoso con materassino);
- RETTIFILO 1: BELFIORE - armamento tipo L2 (rivestimento in lastre di pietra, cubetti di porfido o conglomerato bituminoso con materassino);
- CURVA 2: GORDIGIANI - armamento tipo L2 (rivestimento in lastre di pietra, cubetti di porfido o conglomerato bituminoso con materassino);
- FERMATA 2: CARRAIA - armamento tipo L0 (rivestimento in lastre di pietra, cubetti di porfido o conglomerato bituminoso senza materassino);
- RETTIFILO 2: NOVOLI - armamento tipo L0 (rivestimento in lastre di pietra, cubetti di porfido o conglomerato bituminoso senza materassino).

Nella tabella che segue è riportato il riepilogo dei punti di monitoraggio, con l'indicazione di:

- codifica del punto di monitoraggio;
- descrizione;
- ubicazione del punto;
- durata delle misure effettuate;
- date delle misure;
- coordinate.

Codice	Descrizione ricettore	Ubicazione	Durata	Data	Coordinate
CURVA 1	curva	Via Giovanni Filippo Mariti, 5	15 min	05/02/2020	679542.71 m E 4850877.98 m N
FERMATA 1	fermata Buonsignori Liceo da Vinci	Via Stefano Buonsignori, 5	15 min	05/02/2020	679802.00 m E 4850817.00 m N
RETTIFILO 1	rettifilo	Via Gordigiani 59	13 min	05/02/2020	679941.79 m E 4850746.53 m N
CURVA 2	curva	Via Belfiore 42	13 min	05/02/2020	680477.17 m E 4930265.00 m N
FERMATA 2	fermata Novoli Regione Toscana	Via di Novoli 61	15 min	05/02/2020	678889.51 m E 4851176.93 m N
RETTIFILO 2	rettifilo	Via di Carraia, 1	9 min	05/02/2020	677865.00 m E 4851790.00 m N

### *Criteri metodologici*

Per l'esecuzione della campagna di rilievo del rumore è stata utilizzata una strumentazione conforme agli standard prescritti dall'articolo 2 del Decreto del Ministero dell'Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

Nel dettaglio, le suddette postazioni sono costituite dalla seguente strumentazione:

- microfono per esterni, fornito di cuffia antivento/antipioggia e di punta antivolatile;
- sistema di alimentazione di lunga autonomia;
- fonometro integratore con elevata capacità di memorizzazione dei dati rilevati;



- box stagno di contenimento della strumentazione;
- cavalletto o stativo telescopico;
- cavo di connessione tra il box che contiene la strumentazione ed il microfono.



Figura 4-42 – Esempio posizionamento fonometro

Il monitoraggio è stato preceduto da una fase preliminare in campo che ha incluso le seguenti attività:

- sopralluogo dei punti di monitoraggio per l'accertamento dello stato dei luoghi;
- richiesta di permessi per il posizionamento e l'esercizio della strumentazione;
- georeferenziazione dei punti di monitoraggio e posizionamento della strumentazione di misura.

Per l'esecuzione dei rilievi fonometrici è stata utilizzata la seguente catena di misura:

Strumento	Costruttore	Modello	Matricola	Data taratura	N° certificato
Fonometro	Larson Davis	L&D 831	2817	05/12/2018	LAT 163 19325-A

Strumento	Costruttore	Modello	Matricola	Data taratura	N° certificato
Microfono	PCB Piesotronics	377B02	LW132406	05/12/2018	LAT 163 19326-A
Calibratore	Larson Davis	L&D CAL 200	9612	05/12/2018	LAT 163 19327-A

Tutta la strumentazione, in ottemperanza a quanto richiesto dal D.M. 16/03/1998, risponde alla classe 1 secondo le norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994 e consente la misurazione dei livelli sonori massimi, minimi ed equivalenti nonché del SEL, del valore di picco e dei valori statistici per ciascun intervallo di misura.

La gamma di misura effettiva consentita dalla strumentazione va da 30 a 120 dB(A) senza autogamma con portata unica.

Le misure sono state effettuate nel rispetto delle indicazioni del D.M. 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

Lo strumento è stato impostato sulla curva di ponderazione "A". I microfoni da 1/2" corretti in campo libero, in accordo con le normative IEC, durante la fase di misura sono stati diretti verso la sorgente.

La strumentazione utilizzata è stata equipaggiata con sistemi di protezioni specifici per monitoraggi in esterni prolungati nel tempo, con valigetta stagna, antiurto e completa di batterie e con sistema di protezione per preamplificatore con deumidificatore e cuffia antivento conica per il microfono.

La validità dei rilievi è stata verificata tarando gli strumenti ad ogni ciclo di misura inviando, mediante un calibratore esterno Mod. CAL200 della Larson & Davis, un segnale di riferimento di 93,8 dB a 1000 Hz.

Le misure sono state sempre eseguite in condizioni meteorologiche buone e cioè tali che non risultasse alterata la significatività dei dati, in particolare sono state eseguite:

- in assenza di precipitazioni atmosferiche, nebbia, neve, ecc.;
- con velocità del vento inferiore a 5 m/s;

- con microfono munito di cuffia antivento;
- con catena di misura compatibile con le condizioni meteorologiche del periodo in cui si effettuano le misurazioni e comunque in accordo con le norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994.

Le misure sono state memorizzate all'interno dello strumento e sono state successivamente elaborate con l'ausilio del software Noise & Vibration Works.

I rilievi sono stati effettuati nel tempo di riferimento diurno (6.00-22.00).

Le postazioni di misura hanno acquisito in continuo i seguenti parametri acustici:

- livello equivalente ponderato A [LAeq] con una cadenza di 1 secondo;
- livelli statistici L01, L05, L10, L50, L90, L95.

Il "livello equivalente ponderato A" di un dato rumore variabile nel tempo è il livello, espresso in dB(A), di un ipotetico rumore costante che, qualora sostituito al rumore in esame per lo stesso intervallo temporale, comporterebbe la medesima quantità totale di energia sonora. Lo scopo dell'introduzione del "livello equivalente ponderato A" è quello di poter caratterizzare con un solo dato un rumore variabile, per un tempo di misura prefissato.

I livelli statistici (valori superati rispettivamente per l'1%, 5% 10%, 50%, 90% e 95% del tempo di osservazione) sono invece utilizzati come parametri aggiuntivi per la descrizione del fenomeno acustico.

Sono stati acquisiti anche i seguenti parametri meteorologici:

- Temperatura
- Velocità e direzione del vento
- Piovosità

allo scopo di verificare il rispetto delle prescrizioni legislative, che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche:

- velocità del vento > 5 m/sec;
- presenza di nebbia, pioggia e di neve.

## Risultati

I risultati dei rilievi eseguiti sono riportati nelle tabelle seguenti, che riportano:

- codice del punto di monitoraggio;
- data di esecuzione delle misure;
- unità di misura;
- valore del livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq;
- valori dei livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L99;
- LAeq diurno e LAeq notturno;
- giorno della settimana.

Riepilogo risultati (risultati espressi in dB):

Codice	Data	LAeq	L1	L5	L10	L50	L90	L95	giorno
CURVA 1	05/02/2020	67.1	78.3	72.8	69.6	62.2	58.0	56.6	Mercoledì
FERMATA 1	05/02/2020	63.3	72.8	68.2	66.1	60.3	56.4	55.4	Mercoledì
RETTIFILO 1	05/02/2020	66.6	77.4	72.9	69.8	62.0	57.4	56.5	Mercoledì
CURVA 2	05/02/2020	73.2	81.8	78.3	76.8	70.8	61.7	59.3	Mercoledì
FERMATA 2	05/02/2020	70.0	78.9	75.4	73.6	66.9	60.2	58.0	Mercoledì
RETTIFILO 2	05/02/2020	67.4	77.5	74.1	69.3	62.3	57.3	56.8	Mercoledì

Riepilogo dei valori medi rilevati durante i passaggi/fermate della tramvia

Codice	Data	SEL dB(A)	Lmax dB(A)	T sec	Leq residuo
CURVA 1	05/02/2020	85,1	79,5	12,7	64,8
FERMATA 1	05/02/2020	82,2	75,1	16,5	64,7
RETTIFILO 1	05/02/2020	84,2	78,6	13,2	64,5
CURVA 2	05/02/2020	85,3	78,6	16,2	73,0
FERMATA 2	05/02/2020	84,0	76,4	17,6	69,3
RETTIFILO 2	05/02/2020	84,9	78,4	14,3	63,7

I valori rilevati durante le misure realizzate nel rettilineo e nelle fermate sono risultati inferiori al valore di SEL di 85 dB(A) applicato nello screening di Firenze e da noi utilizzato per tutta la linea; mentre i valori rilevati in curva hanno mostrato un SEL superiore a 85 dB(A) di 0,1/0,3 dB(A). Si è pertanto proceduto a rimodellare la sorgente acustica tramvia mantenendo inalterato il valore emesso in rettilineo e nelle fasi di arrivo e partenza dalle fermate (SEL di 85 dB(A)), seppur cautelativo rispetto a quanto misurato, e portando il valore di SEL relativo all'emissività della tramvia per le curve  $>90^\circ$  a 85,2 dB(A) e per le curve  $\leq 90^\circ$  a 85,5 dB(A)

Le schede delle misure eseguite e certificati di taratura della strumentazione utilizzata per i rilievi sono esposte in Allegato 21.

Per calcolare il valore di potenza acustica da applicare alla linea tramviaria sono stati considerati il numero di passaggi giornalieri previsti nello studio trasportistico, ossia:

- numero 198 passaggi giornalieri nei due sensi di marcia nel tratto di Via dei Mille;
- numero 792 passaggi giornalieri nei due sensi di marcia nel tratto tra Via dei Mille e Piazza dell'Unità;
- numero 396 passaggi giornalieri nei due sensi di marcia nel tratto tra Piazza dell'Unità e capolinea Castel Maggiore.

Gli orari di servizio della linea verde elaborati nella simulazione prevedono la partenza della prima corsa alle ore 5:25 e quello dell'ultima corsa alle 1:25

Per il periodo di riferimento notturno il contributo è stato stimato su un numero di viaggi sensibilmente inferiore (13% circa) rispetto al periodo diurno in quanto durante il suddetto periodo il passaggio dei mezzi risulta ridotto.

I dati dell'emissione sonora della tramvia sono da considerarsi cautelativi in quanto il mezzo rotabile che verrà definito nelle fasi progettuali successive risulterà di ultima fabbricazione, pertanto sarà caratterizzato da un'efficienza acustica migliore.



I risultati ottenuti dalle valutazioni, consentono di individuare, in corrispondenza di tutti i ricettori oggetto di verifica, i livelli di esposizione al rumore previsionale, ossia in presenza dell'infrastruttura in progetto, relativamente al periodo diurno e al periodo notturno. Per ogni edificio individuato le valutazioni sono svolte in corrispondenza di tutti i piani al fine di considerare le situazioni di esposizione maggiormente gravose.

Inoltre sono stati valutati i livelli di pressione in facciata alle abitazioni ubicate lungo i principali archi stradali per i quali è previsto, a seguito della realizzazione del progetto, un peggioramento del traffico veicolare tra lo scenario di riferimento e quello futuro, come rappresentato nel grafo riportato nello studio trasportistico (Fig 9.5 "scenario differenza-Progetto Vs riferimento. Variazione dei carichi sulla rete del trasporto privato. Intera giornata" dell'elaborato "analisi trasportistica a supporto delle scelte progettuali" allegato alla documentazione istanza di finanziamento).

Nelle seguenti tabelle sono riportati i risultati delle simulazioni effettuate ed il relativo contributo della sorgente Tramvia, relativamente al periodo di riferimento diurno e notturno. Inoltre, i livelli di pressione acustica, stimati in facciata ai recettori sono stati, confrontati con i limiti previsti dal DPR 124/04 per i recettori rientranti nella fascia di prospicienza della infrastruttura tramviaria e con i limiti previsti dalla zonizzazione comunale del Comune di Bologna e del Comune di Castel Maggiore se esterni alla suddetta fascia.

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
1	piano terra	70.0	61.2	62.3	58.7	Non conforme	Non conforme
1	piano 1	70.2	61.8	58.6	55.0	Non conforme	Non conforme
1	piano 2	69.8	61.5	57.0	53.4	Non conforme	Non conforme
1	piano 3	69.4	60.9	55.8	52.3	Non conforme	Non conforme
1	piano 4	68.9	60.4	54.9	51.4	Non conforme	Non conforme
1	piano 5	68.4	59.9	54.2	50.6	Non conforme	Non conforme
1	piano 6	68.0	59.5	53.6	50.0	Non conforme	Non conforme
1	piano 7	67.6	59.1	53.0	49.4	Non conforme	Non conforme
1_ASP Bologna Casa di Riposo	piano terra	62.0	54.4	41.9	38.1	Non conforme	Non conforme
2	piano terra	70.8	62.2	55.5	51.9	Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
2	piano 1	70.6	62.1	55.2	51.6	Non conforme	Non conforme
2	piano 2	70.0	61.5	54.9	51.3	Non conforme	Non conforme
2	piano 3	69.4	60.9	54.5	51.0	Non conforme	Non conforme
2	piano 4	68.8	60.3	54.1	50.5	Non conforme	Non conforme
2	piano 5	68.3	59.8	53.7	50.1	Non conforme	Non conforme
2	piano 6	67.8	59.3	53.3	49.7	Non conforme	Non conforme
2_Scuola Santa Maria di Leuca	piano terra	38.8	32.9	34.3	30.4	conforme	conforme
3	piano terra	70.5	62.9	62.9	59.3	Non conforme	Non conforme
3	piano 1	70.5	62.4	59.1	55.5	Non conforme	Non conforme
3	piano 2	70.0	61.5	57.2	53.7	Non conforme	Non conforme
3	piano 3	69.5	61.1	55.9	52.3	Non conforme	Non conforme
3	piano 4	68.9	60.5	54.9	51.3	Non conforme	Non conforme
3_Scuola primaria ACRI	piano terra	59.4	51.8	40.9	37.0	Non conforme	Non conforme
4	piano terra	70.5	62.1	55.5	51.9	Non conforme	Non conforme
4	piano 1	70.7	62.1	55.2	51.7	Non conforme	Non conforme
4	piano 2	70.2	61.7	55.0	51.4	Non conforme	Non conforme
4	piano 3	69.7	61.2	54.7	51.1	Non conforme	Non conforme
4	piano 4	69.2	60.7	54.4	50.8	Non conforme	Non conforme
4	piano 5	68.7	60.2	54.0	50.4	Non conforme	Non conforme
4	piano 6	68.2	59.7	53.6	50.0	Non conforme	Non conforme
4	piano 7	67.8	59.3	53.2	49.6	Non conforme	Non conforme
4_Istituto Superiore Aldini Valeriani	piano terra	59.5	52.4	54.4	50.5	Non conforme	Non conforme
5	piano terra	70.9	62.5	62.7	59.1	Non conforme	Non conforme
5	piano 1	70.7	62.6	59.2	55.6	Non conforme	Non conforme
5	piano 2	70.2	61.9	57.3	53.8	Non conforme	Non conforme
5	piano 3	69.6	61.3	56.1	52.5	Non conforme	Non conforme
5	piano 4	69.1	60.7	55.1	51.5	Non conforme	Non conforme
5	piano 5	68.6	60.2	54.3	50.7	Non conforme	Non conforme
5	piano 6	68.1	59.7	53.6	50.0	Non conforme	Non conforme
5_Scuole Medie Zappa	piano terra	54.8	47.2	39.8	35.9	Non conforme	Non conforme
6	piano terra	71.4	62.5	62.6	59.0	Non conforme	Non conforme
6	piano 1	71.0	62.8	59.2	55.6	Non conforme	Non conforme
6	piano 2	70.4	62.1	57.3	53.8	Non conforme	Non conforme
6	piano 3	69.7	61.4	56.1	52.5	Non conforme	Non conforme
6	piano 4	69.2	60.8	55.1	51.5	Non conforme	Non conforme
6	piano 5	68.6	60.2	54.3	50.7	Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
6_Scuola Infanzia Giusi Del Mugnaio	piano terra	60.6	53.4	51.5	47.6	Non conforme	Non conforme
7	piano terra	71.0	63.9	60.8	57.7	Non conforme	Non conforme
7	piano 1	70.9	63.6	60.2	57.1	Non conforme	Non conforme
7	piano 2	70.3	63.0	59.4	56.3	Non conforme	Non conforme
7	piano 3	69.6	62.3	58.6	55.5	Non conforme	Non conforme
7	piano 4	68.9	61.6	57.9	54.7	Non conforme	Non conforme
7	piano 5	68.3	61.0	57.2	54.0	Non conforme	Non conforme
7	piano 6	67.8	60.4	56.5	53.4	Non conforme	Non conforme
7_Scuole Pubbliche Scuole Dell'Infanzia	piano terra	51.3	43.8	36.8	32.9	Non conforme	Non conforme
8	piano terra	68.7	60.5	51.0	47.7	Non conforme	Non conforme
8	piano 1	69.3	61.0	50.8	47.5	Non conforme	Non conforme
8	piano 2	69.2	60.9	50.7	47.4	Non conforme	Non conforme
8	piano 3	68.9	60.6	50.6	47.3	Non conforme	Non conforme
8	piano 4	68.5	60.2	50.4	47.1	Non conforme	Non conforme
8	piano 5	68.1	59.8	50.3	46.9	Non conforme	Non conforme
8_Scuole Pubbliche/Nido D'Infanzia Comun	piano terra	54.7	47.3	34.8	31.0	Non conforme	Non conforme
9	piano terra	70.5	63.7	61.2	58.1	Non conforme	Non conforme
9	piano 1	70.6	63.5	60.6	57.5	Non conforme	Non conforme
9	piano 2	70.1	62.9	59.8	56.7	Non conforme	Non conforme
9	piano 3	69.4	62.3	59.0	55.9	Non conforme	Non conforme
9	piano 4	68.8	61.6	58.3	55.2	Non conforme	Non conforme
9	piano 5	68.3	61.1	57.6	54.5	Non conforme	Non conforme
9	piano 6	67.8	60.5	56.9	53.9	Non conforme	Non conforme
9_Scuola dell'Infanzia GIROTONDO	piano terra	59.6	53.5	54.8	50.9	Non conforme	Non conforme
10	piano terra	70.1	63.8	61.2	58.2	Non conforme	Non conforme
10	piano 1	70.3	63.6	60.7	57.6	Non conforme	Non conforme
10	piano 2	69.8	63.0	59.8	56.7	Non conforme	Non conforme
10	piano 3	69.2	62.3	59.0	56.0	Non conforme	Non conforme
10	piano 4	68.4	61.5	58.2	55.1	Non conforme	Non conforme
10	piano 5	68.2	61.0	57.5	54.4	Non conforme	Non conforme
10_Scuola d'infanzia comunale Marsili	piano terra	41.3	35.9	35.5	31.6	conforme	conforme
11	piano terra	71.3	64.2	61.2	58.1	Non conforme	Non conforme
11	piano 1	71.0	63.9	60.7	57.6	Non conforme	Non conforme
11_Scuola Primaria MARSILI	piano terra	54.5	48.0	45.3	41.4	Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
12	piano terra	71.3	64.2	61.2	58.1	Non conforme	Non conforme
12	piano 1	71.0	63.8	60.6	57.5	Non conforme	Non conforme
12_Scuola Materna Sacro Cuore	piano terra	41.7	39.3	28.4	24.5	conforme	conforme
13	piano terra	69.9	62.5	51.9	48.9	conforme	Non conforme
13	piano 1	71.4	63.9	53.4	50.3	Non conforme	Non conforme
13	piano 2	71.5	64.0	53.5	50.4	Non conforme	Non conforme
13	piano 3	71.4	63.9	53.4	50.3	Non conforme	Non conforme
13	piano 4	71.2	63.7	53.3	50.2	Non conforme	Non conforme
13	piano 5	70.9	63.4	53.1	50.0	Non conforme	Non conforme
13	piano 6	70.6	63.1	52.8	49.7	Non conforme	Non conforme
13	piano 7	70.3	62.7	52.4	49.4	Non conforme	Non conforme
14	piano terra	68.6	61.7	51.3	48.3	conforme	Non conforme
14	piano 1	70.3	63.5	54.8	51.7	Non conforme	Non conforme
14	piano 2	70.4	63.7	56.1	53.0	Non conforme	Non conforme
14	piano 3	70.2	63.5	55.9	52.8	Non conforme	Non conforme
14	piano 4	69.9	63.2	55.6	52.5	conforme	Non conforme
14	piano 5	69.7	62.9	55.3	52.2	conforme	Non conforme
14	piano 6	69.3	62.5	54.9	51.8	conforme	Non conforme
14	piano 7	69.0	62.2	54.6	51.5	conforme	Non conforme
15	piano terra	66.4	59.9	52.7	49.6	conforme	conforme
15	piano 1	67.5	60.7	53.0	49.9	conforme	Non conforme
15	piano 2	67.8	61.1	53.7	50.6	conforme	Non conforme
15	piano 3	68.1	61.4	54.2	51.1	conforme	Non conforme
15	piano 4	68.2	61.4	54.3	51.3	conforme	Non conforme
15	piano 5	68.2	61.4	54.3	51.2	conforme	Non conforme
16	piano terra	70.0	62.7	54.5	51.4	conforme	Non conforme
16	piano 1	70.4	63.3	56.6	53.5	Non conforme	Non conforme
16	piano 2	70.1	63.0	56.5	53.4	Non conforme	Non conforme
16	piano 3	69.7	62.6	56.2	53.1	conforme	Non conforme
16	piano 4	69.2	62.2	55.8	52.7	conforme	Non conforme
16	piano 5	68.7	61.7	55.3	52.3	conforme	Non conforme
16	piano 6	68.2	61.2	54.9	51.8	conforme	Non conforme
17	piano terra	68.8	62.7	57.9	54.8	conforme	Non conforme
17	piano 1	69.2	62.9	57.7	54.6	conforme	Non conforme
17	piano 2	68.9	62.6	57.3	54.3	conforme	Non conforme
17	piano 3	68.6	62.2	56.9	53.8	conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
17	piano 4	68.2	61.9	56.5	53.4	conforme	Non conforme
17	piano 5	67.8	61.3	56.0	52.9	conforme	Non conforme
17	piano 6	67.4	60.8	55.6	52.5	conforme	Non conforme
18	piano terra	68.0	61.0	58.1	55.0	Non conforme	Non conforme
18	piano 1	68.5	61.3	57.9	54.8	Non conforme	Non conforme
18	piano 2	68.4	61.1	57.6	54.5	Non conforme	Non conforme
18	piano 3	68.1	60.8	57.2	54.1	Non conforme	Non conforme
18	piano 4	67.7	60.4	56.7	53.6	Non conforme	Non conforme
18	piano 5	67.3	60.0	56.3	53.2	Non conforme	Non conforme
18	piano 6	66.9	59.6	55.8	52.8	Non conforme	Non conforme
18	piano 7	66.5	59.2	55.4	52.3	Non conforme	Non conforme
18	piano 8	66.1	58.8	55.0	51.9	Non conforme	Non conforme
19	piano terra	66.8	59.9	57.2	54.1	Non conforme	Non conforme
19	piano 1	67.5	60.4	57.0	53.9	Non conforme	Non conforme
19	piano 2	67.6	60.3	56.8	53.7	Non conforme	Non conforme
19	piano 3	67.4	60.1	56.5	53.4	Non conforme	Non conforme
20	piano terra	67.8	62.8	62.2	59.1	Non conforme	Non conforme
20	piano 1	67.5	62.2	61.1	58.1	Non conforme	Non conforme
20	piano 2	66.8	61.3	60.0	56.9	Non conforme	Non conforme
20	piano 3	66.1	60.4	59.0	55.9	Non conforme	Non conforme
20	piano 4	65.5	59.8	58.1	55.1	Non conforme	Non conforme
21	piano terra	66.0	61.2	60.6	57.5	Non conforme	Non conforme
21	piano 1	66.0	60.9	60.2	57.1	Non conforme	Non conforme
21	piano 2	65.5	60.4	59.6	56.5	Non conforme	Non conforme
21	piano 3	65.1	59.9	59.0	55.9	Non conforme	Non conforme
21	piano 4	64.6	59.3	58.3	55.2	conforme	Non conforme
21	piano 5	64.1	58.8	57.7	54.7	conforme	Non conforme
21	piano 6	63.7	58.3	57.2	54.1	conforme	Non conforme
22	piano terra	67.2	62.6	62.2	59.1	Non conforme	Non conforme
22	piano 1	66.6	61.8	61.2	58.1	Non conforme	Non conforme
22	piano 2	65.7	60.7	60.1	57.0	Non conforme	Non conforme
22	piano 3	64.9	59.9	59.1	56.0	conforme	Non conforme
22	piano 4	64.3	59.1	58.3	55.2	conforme	Non conforme
22	piano 5	63.7	58.5	57.6	54.5	conforme	Non conforme
22	piano 6	63.3	58.0	57.0	53.9	conforme	Non conforme
23	piano terra	64.0	58.0	58.3	55.2	conforme	Non conforme



Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
23	piano 1	63.9	58.4	57.8	54.8	conforme	Non conforme
23	piano 2	63.5	57.9	57.3	54.2	conforme	Non conforme
23	piano 3	63.1	57.4	56.7	53.6	conforme	Non conforme
23	piano 4	62.7	56.9	56.1	53.0	conforme	Non conforme
23	piano 5	62.4	56.5	55.6	52.5	conforme	Non conforme
23	piano 6	62.0	56.0	55.1	52.0	conforme	Non conforme
23	piano 7	61.6	55.6	54.6	51.5	conforme	Non conforme
23	piano 8	61.3	55.2	54.2	51.1	conforme	Non conforme
24	piano terra	65.1	60.4	59.9	56.9	Non conforme	Non conforme
24	piano 1	65.1	60.2	59.5	56.5	Non conforme	Non conforme
24	piano 2	64.7	59.6	58.9	55.9	conforme	Non conforme
24	piano 3	64.2	59.0	58.3	55.2	conforme	Non conforme
24	piano 4	63.7	58.5	57.7	54.6	conforme	Non conforme
24	piano 5	63.2	57.9	57.1	54.0	conforme	Non conforme
24	piano 6	62.8	57.5	56.6	53.5	conforme	Non conforme
25	piano terra	64.1	58.9	58.7	55.6	conforme	Non conforme
25	piano 1	64.1	58.7	58.3	55.2	conforme	Non conforme
25	piano 2	63.9	58.4	57.9	54.8	conforme	Non conforme
25	piano 3	63.6	58.0	57.5	54.4	conforme	Non conforme
25	piano 4	63.2	57.6	57.0	53.9	conforme	Non conforme
25	piano 5	62.9	57.3	56.5	53.5	conforme	Non conforme
25	piano 6	62.5	56.9	56.1	53.0	conforme	Non conforme
25	piano 7	62.2	56.5	55.7	52.6	conforme	Non conforme
26	piano terra	63.6	58.2	57.9	54.8	conforme	Non conforme
26	piano 1	63.5	57.8	57.4	54.3	conforme	Non conforme
26	piano 2	63.0	57.2	56.6	53.6	conforme	Non conforme
26	piano 3	62.5	56.6	55.9	52.8	conforme	Non conforme
26	piano 4	62.0	56.0	55.2	52.1	conforme	Non conforme
27	piano terra	67.8	62.7	62.4	59.3	Non conforme	Non conforme
27	piano 1	66.9	60.8	59.4	56.3	Non conforme	Non conforme
27	piano 2	66.2	59.6	57.5	54.4	Non conforme	Non conforme
27	piano 3	65.6	58.8	56.1	53.0	Non conforme	Non conforme
27	piano 4	65.2	58.2	55.1	52.0	Non conforme	Non conforme
27	piano 5	64.8	57.7	54.3	51.2	conforme	Non conforme
27	piano 6	64.4	57.2	53.6	50.5	conforme	Non conforme
27	piano 7	64.0	56.8	53.0	49.9	conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
27	piano 8	63.6	56.4	52.4	49.3	conforme	Non conforme
28	piano terra	66.3	60.5	59.5	56.4	Non conforme	Non conforme
28	piano 1	66.0	59.9	58.6	55.5	Non conforme	Non conforme
28	piano 2	65.2	59.0	57.5	54.4	Non conforme	Non conforme
28	piano 3	64.5	58.2	56.6	53.5	conforme	Non conforme
28	piano 4	63.9	57.5	55.8	52.7	conforme	Non conforme
28	piano 5	63.3	56.9	55.2	52.1	conforme	Non conforme
29	piano terra	65.9	58.3	51.6	48.4	Non conforme	Non conforme
29	piano 1	66.6	58.8	51.2	48.1	Non conforme	Non conforme
29	piano 2	66.5	58.7	51.0	47.9	Non conforme	Non conforme
29	piano 3	66.2	58.4	50.7	47.6	Non conforme	Non conforme
29	piano 4	65.8	58.1	50.4	47.3	Non conforme	Non conforme
29	piano 5	65.4	57.7	50.1	46.9	Non conforme	Non conforme
30	piano terra	62.1	58.1	58.5	55.3	conforme	Non conforme
30	piano 1	61.8	57.4	57.6	54.5	conforme	Non conforme
30	piano 2	61.4	56.6	56.6	53.4	conforme	Non conforme
30	piano 3	61.0	55.9	55.6	52.4	conforme	Non conforme
30	piano 4	60.7	55.3	54.7	51.5	conforme	Non conforme
30	piano 5	60.4	54.8	54.0	50.8	conforme	conforme
30	piano 6	60.2	54.4	53.4	50.2	conforme	conforme
30	piano 7	60.0	54.1	52.9	49.6	conforme	conforme
30	piano 8	59.8	53.7	52.5	49.1	conforme	conforme
30	piano 9	59.6	53.4	52.0	48.7	conforme	conforme
31	piano terra	67.4	59.6	51.7	48.6	Non conforme	Non conforme
31	piano 1	67.6	59.8	51.5	48.3	Non conforme	Non conforme
31	piano 2	67.3	59.5	51.3	48.2	Non conforme	Non conforme
31	piano 3	66.8	59.0	51.0	47.9	Non conforme	Non conforme
31	piano 4	66.3	58.6	50.7	47.6	Non conforme	Non conforme
31	piano 5	65.8	58.1	50.4	47.2	Non conforme	Non conforme
31	piano 6	65.4	57.7	50.1	47.0	Non conforme	Non conforme
31	piano 7	65.0	57.3	49.6	46.5	conforme	Non conforme
31	piano 8	64.6	56.9	49.3	46.2	conforme	Non conforme
31	piano 9	64.2	56.5	49.1	46.0	conforme	Non conforme
32	piano terra	64.7	58.3	57.2	54.1	conforme	Non conforme
32	piano 1	64.7	58.1	56.8	53.7	conforme	Non conforme
32	piano 2	64.3	57.6	56.3	53.2	conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
32	piano 3	63.7	57.1	55.7	52.6	conforme	Non conforme
32	piano 4	63.2	56.5	55.2	52.1	conforme	Non conforme
32	piano 5	62.8	56.1	54.7	51.6	conforme	Non conforme
32	piano 6	62.4	55.6	54.2	51.1	conforme	Non conforme
33	piano terra	65.9	59.4	57.5	54.4	Non conforme	Non conforme
33	piano 1	66.0	59.3	57.1	54.0	Non conforme	Non conforme
33	piano 2	65.5	58.9	56.6	53.5	Non conforme	Non conforme
33	piano 3	64.9	58.3	56.0	52.9	conforme	Non conforme
33	piano 4	64.3	57.7	55.4	52.3	conforme	Non conforme
33	piano 5	63.8	57.1	54.8	51.7	conforme	Non conforme
34	piano terra	65.8	60.1	59.2	56.1	Non conforme	Non conforme
34	piano 1	65.4	59.4	58.3	55.2	Non conforme	Non conforme
34	piano 2	64.6	58.5	57.1	54.0	conforme	Non conforme
34	piano 3	63.8	57.6	56.1	53.1	conforme	Non conforme
35	piano terra	62.9	57.1	56.5	53.4	conforme	Non conforme
35	piano 1	63.1	57.0	56.2	53.1	conforme	Non conforme
35	piano 2	62.9	56.7	55.9	52.8	conforme	Non conforme
35	piano 3	62.5	56.3	55.5	52.4	conforme	Non conforme
35	piano 4	62.1	56.0	55.0	51.9	conforme	Non conforme
36	piano terra	67.8	61.9	60.1	57.0	Non conforme	Non conforme
36	piano 1	67.6	61.3	58.8	55.7	Non conforme	Non conforme
36	piano 2	67.0	60.4	57.4	54.3	Non conforme	Non conforme
36	piano 3	66.3	59.6	56.3	53.2	Non conforme	Non conforme
36	piano 4	65.7	58.9	55.4	52.3	Non conforme	Non conforme
36	piano 5	65.1	58.3	54.6	51.5	Non conforme	Non conforme
36	piano 6	64.6	57.7	54.0	50.8	conforme	Non conforme
36	piano 7	64.1	57.2	53.4	50.3	conforme	Non conforme
36	piano 8	63.7	56.7	52.9	49.7	conforme	Non conforme
37	piano terra	67.5	61.8	60.3	57.2	Non conforme	Non conforme
37	piano 1	67.2	61.0	58.9	55.7	Non conforme	Non conforme
37	piano 2	66.5	60.1	57.5	54.3	Non conforme	Non conforme
37	piano 3	65.8	59.2	56.3	53.2	Non conforme	Non conforme
37	piano 4	65.2	58.5	55.4	52.2	Non conforme	Non conforme
37	piano 5	64.6	57.8	54.7	51.5	conforme	Non conforme
37	piano 6	64.0	57.3	54.0	50.8	conforme	Non conforme
38	piano terra	67.1	60.4	57.0	53.8	Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
38	piano 1	67.1	60.3	56.7	53.6	Non conforme	Non conforme
38	piano 2	66.6	59.8	56.3	53.1	Non conforme	Non conforme
38	piano 3	66.0	59.2	55.7	52.6	Non conforme	Non conforme
38	piano 4	65.4	58.6	55.2	52.0	Non conforme	Non conforme
38	piano 5	64.9	58.1	54.6	51.5	conforme	Non conforme
38	piano 6	64.4	57.6	54.1	50.9	conforme	Non conforme
38	piano 7	64.0	57.1	53.6	50.4	conforme	Non conforme
39	piano terra	61.7	56.0	55.3	51.5	conforme	Non conforme
39	piano 1	62.2	56.1	55.1	51.2	conforme	Non conforme
39	piano 2	62.2	56.0	54.8	50.9	conforme	Non conforme
39	piano 3	62.0	55.8	54.3	50.5	conforme	Non conforme
39	piano 4	61.8	55.4	53.8	50.0	conforme	Non conforme
40	piano terra	63.1	58.2	58.4	54.6	conforme	Non conforme
40	piano 1	62.7	57.6	57.7	53.8	conforme	Non conforme
40	piano 2	62.1	56.8	56.6	52.7	conforme	Non conforme
40	piano 3	61.6	56.0	55.7	51.8	conforme	Non conforme
40	piano 4	61.1	55.4	54.8	50.9	conforme	Non conforme
41	piano terra	60.8	55.3	55.2	51.3	conforme	Non conforme
41	piano 1	60.9	55.2	55.1	51.2	conforme	Non conforme
41	piano 2	60.7	55.0	54.8	50.9	conforme	conforme
41	piano 3	60.5	54.7	54.4	50.5	conforme	conforme
41	piano 4	60.2	54.4	54.0	50.1	conforme	conforme
41	piano 5	59.9	54.0	53.5	49.6	conforme	conforme
42	piano terra	62.6	57.5	59.8	55.9	conforme	Non conforme
42	piano 1	62.2	56.9	58.9	55.1	conforme	Non conforme
42	piano 2	61.6	56.2	57.9	54.1	conforme	Non conforme
42	piano 3	61.1	55.5	56.9	53.1	conforme	Non conforme
42	piano 4	60.6	55.0	56.1	52.3	conforme	conforme
42	piano 5	60.2	54.5	55.4	51.6	conforme	conforme
43	piano terra	62.0	56.9	59.7	55.8	conforme	Non conforme
43	piano 1	62.1	56.7	59.2	55.3	conforme	Non conforme
43	piano 2	61.7	56.2	58.3	54.5	conforme	Non conforme
43	piano 3	61.2	55.5	57.4	53.6	conforme	Non conforme
43	piano 4	60.7	54.8	56.6	52.7	conforme	conforme
43	piano 5	60.3	54.3	55.8	51.9	conforme	conforme
44	piano terra	62.1	56.1	57.1	53.2	conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
44	piano 1	62.1	56.0	56.8	53.0	conforme	Non conforme
44	piano 2	61.8	55.6	56.6	52.7	conforme	Non conforme
44	piano 3	61.4	55.2	56.2	52.4	conforme	Non conforme
44	piano 4	61.0	54.9	55.9	52.0	conforme	conforme
45	piano terra	62.7	57.3	59.6	55.7	conforme	Non conforme
45	piano 1	62.9	57.2	59.1	55.2	conforme	Non conforme
45	piano 2	62.5	56.7	58.3	54.5	conforme	Non conforme
45	piano 3	62.0	56.1	57.5	53.6	conforme	Non conforme
45	piano 4	61.6	55.5	56.8	52.9	conforme	Non conforme
45	piano 5	61.1	55.0	56.0	52.2	conforme	conforme
45	piano 6	60.7	54.5	55.4	51.5	conforme	conforme
46	piano terra	62.4	56.2	57.2	53.3	conforme	Non conforme
46	piano 1	62.8	56.4	57.0	53.1	conforme	Non conforme
46	piano 2	62.6	56.2	56.6	52.8	conforme	Non conforme
46	piano 3	62.2	55.8	56.2	52.4	conforme	Non conforme
46	piano 4	61.8	55.4	55.7	51.9	conforme	Non conforme
46	piano 5	61.4	55.0	55.3	51.4	conforme	conforme
47	piano terra	62.9	57.0	58.4	54.6	conforme	Non conforme
48	piano terra	64.3	58.1	58.9	55.1	conforme	Non conforme
48	piano 1	64.5	58.2	58.7	54.8	conforme	Non conforme
48	piano 2	64.2	57.8	58.2	54.4	conforme	Non conforme
48	piano 3	63.7	57.4	57.8	53.9	conforme	Non conforme
48	piano 4	63.3	56.9	57.3	53.4	conforme	Non conforme
48	piano 5	62.8	56.4	56.8	52.9	conforme	Non conforme
48	piano 6	62.3	55.9	56.2	52.4	conforme	Non conforme
49	piano terra	66.3	60.4	61.9	58.0	Non conforme	Non conforme
49	piano 1	65.7	59.6	60.6	56.7	Non conforme	Non conforme
49	piano 2	64.9	58.7	59.3	55.5	conforme	Non conforme
49	piano 3	64.2	57.8	58.3	54.4	conforme	Non conforme
49	piano 4	63.5	57.1	57.5	53.6	conforme	Non conforme
49	piano 5	62.8	56.4	56.7	52.9	conforme	Non conforme
49	piano 6	62.3	55.9	56.1	52.2	conforme	Non conforme
50	piano terra	65.4	59.5	60.9	57.1	Non conforme	Non conforme
50	piano 1	65.0	58.9	60.2	56.3	conforme	Non conforme
50	piano 2	64.2	58.1	59.1	55.2	conforme	Non conforme
51	piano terra	65.1	58.8	59.4	55.5	Non conforme	Non conforme



Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
51	piano 1	65.0	58.6	59.1	55.2	conforme	Non conforme
51	piano 2	64.4	58.1	58.6	54.7	conforme	Non conforme
51	piano 3	63.8	57.4	58.0	54.1	conforme	Non conforme
52	piano terra	65.4	59.6	61.2	57.4	Non conforme	Non conforme
52	piano 1	65.1	59.1	60.4	56.5	Non conforme	Non conforme
52	piano 2	64.4	58.3	59.3	55.4	conforme	Non conforme
52	piano 3	63.7	57.5	58.3	54.4	conforme	Non conforme
52	piano 4	63.1	56.8	57.5	53.6	conforme	Non conforme
53	piano terra	64.6	58.3	58.9	55.0	conforme	Non conforme
53	piano 1	64.6	58.2	58.6	54.7	conforme	Non conforme
53	piano 2	64.2	57.8	58.2	54.3	conforme	Non conforme
53	piano 3	63.6	57.2	57.7	53.8	conforme	Non conforme
54	piano terra	66.2	60.2	61.4	57.5	Non conforme	Non conforme
54	piano 1	65.7	59.6	60.5	56.6	Non conforme	Non conforme
54	piano 2	64.9	58.7	59.5	55.6	conforme	Non conforme
54	piano 3	64.2	57.9	58.5	54.6	conforme	Non conforme
54	piano 4	63.6	57.2	57.6	53.8	conforme	Non conforme
55	piano terra	64.8	58.4	58.8	54.9	conforme	Non conforme
55	piano 1	64.8	58.3	58.5	54.6	conforme	Non conforme
55	piano 2	64.3	57.9	58.1	54.2	conforme	Non conforme
55	piano 3	63.9	57.4	57.6	53.7	conforme	Non conforme
55	piano 4	63.5	57.0	57.1	53.2	conforme	Non conforme
56	piano terra	66.1	60.2	61.7	57.8	Non conforme	Non conforme
56	piano 1	65.9	59.8	60.8	56.9	Non conforme	Non conforme
56	piano 2	65.3	59.0	59.7	55.8	Non conforme	Non conforme
56	piano 3	64.7	58.3	58.7	54.8	conforme	Non conforme
56	piano 4	64.1	57.7	57.9	54.0	conforme	Non conforme
57	piano terra	64.9	58.4	58.3	54.5	conforme	Non conforme
57	piano 1	65.2	58.6	58.1	54.2	Non conforme	Non conforme
57	piano 2	65.0	58.3	57.8	53.9	conforme	Non conforme
57	piano 3	64.6	57.9	57.3	53.5	conforme	Non conforme
58	piano terra	65.4	58.8	58.6	54.7	Non conforme	Non conforme
59	piano terra	62.5	56.1	56.5	52.6	conforme	Non conforme
59	piano 1	63.0	56.4	56.3	52.4	conforme	Non conforme
59	piano 2	62.8	56.2	56.0	52.1	conforme	Non conforme
60	piano terra	64.1	57.5	57.4	53.5	conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
60	piano 1	64.2	57.5	57.1	53.2	conforme	Non conforme
60	piano 2	63.8	57.1	56.8	52.9	conforme	Non conforme
60	piano 3	63.2	56.6	56.2	52.4	conforme	Non conforme
61	piano terra	61.3	55.2	56.2	52.3	conforme	Non conforme
61	piano 1	62.2	55.8	56.0	52.1	conforme	Non conforme
62	piano terra	64.2	57.8	58.2	54.4	conforme	Non conforme
62	piano 1	64.7	58.1	57.9	54.0	conforme	Non conforme
62	piano 2	64.7	58.0	57.5	53.6	conforme	Non conforme
63	piano terra	65.1	58.4	57.8	53.9	Non conforme	Non conforme
63	piano 1	65.3	58.5	57.5	53.6	Non conforme	Non conforme
63	piano 2	65.0	58.2	57.0	53.2	conforme	Non conforme
64	piano terra	67.0	60.1	58.9	55.1	Non conforme	Non conforme
65	piano terra	63.3	56.6	56.0	52.1	Non conforme	Non conforme
65	piano 1	64.6	57.6	55.7	51.9	Non conforme	Non conforme
65	piano 2	64.8	57.7	55.6	51.7	Non conforme	Non conforme
65	piano 3	64.6	57.6	55.3	51.5	Non conforme	Non conforme
66	piano terra	68.7	61.5	58.0	54.2	conforme	Non conforme
66	piano 1	68.2	61.0	57.7	53.8	conforme	Non conforme
66	piano 2	67.2	60.1	57.2	53.3	conforme	Non conforme
67	piano terra	66.3	59.2	56.7	52.8	conforme	conforme
67	piano 1	66.6	59.5	56.5	52.6	conforme	conforme
68	piano terra	61.1	54.3	53.5	49.6	Non conforme	Non conforme
69	piano terra	67.3	60.3	58.2	54.3	conforme	Non conforme
69	piano 1	67.5	60.5	57.9	54.0	conforme	Non conforme
70	piano terra	67.2	60.1	57.3	53.5	Non conforme	Non conforme
70	piano 1	67.5	60.3	57.1	53.2	Non conforme	Non conforme
70	piano 2	67.2	60.0	56.7	52.9	Non conforme	Non conforme
71	piano terra	65.8	58.7	56.0	52.1	Non conforme	Non conforme
71	piano 1	66.5	59.3	55.7	51.8	Non conforme	Non conforme
72	piano terra	66.2	59.0	55.6	51.7	Non conforme	Non conforme
72	piano 1	66.9	59.6	55.4	51.5	Non conforme	Non conforme
73	piano terra	70.1	62.5	53.0	49.1	Non conforme	Non conforme
73	piano 1	70.7	63.2	52.5	48.6	Non conforme	Non conforme
74	piano terra	67.6	60.4	57.1	53.2	conforme	Non conforme
74	piano 1	68.1	60.9	56.7	52.8	conforme	Non conforme
75	piano terra	67.8	60.3	52.7	48.9	Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
75	piano 1	68.9	61.3	52.2	48.3	Non conforme	Non conforme
75	piano 2	69.4	61.9	52.0	48.1	Non conforme	Non conforme
75	piano 3	69.7	62.2	51.8	47.9	Non conforme	Non conforme
76	piano terra	66.2	59.2	56.8	52.9	Non conforme	Non conforme
76	piano 1	67.4	60.1	56.5	52.6	Non conforme	Non conforme
77	piano terra	70.2	63.0	60.0	56.1	Non conforme	Non conforme
77	piano 1	69.8	62.6	59.5	55.6	Non conforme	Non conforme
77	piano 2	69.3	62.1	58.7	54.8	Non conforme	Non conforme
77	piano 3	68.9	61.6	57.9	54.0	Non conforme	Non conforme
78	piano terra	67.5	60.4	58.0	54.1	Non conforme	Non conforme
78	piano 1	68.0	60.9	57.7	53.8	Non conforme	Non conforme
78	piano 2	68.2	60.9	57.3	53.5	Non conforme	Non conforme
78	piano 3	68.2	60.9	56.9	53.0	Non conforme	Non conforme
78	piano 4	68.1	60.8	56.4	52.5	Non conforme	Non conforme
79	piano terra	67.9	60.9	58.9	55.0	Non conforme	Non conforme
79	piano 1	67.9	60.8	58.4	54.5	Non conforme	Non conforme
79	piano 2	67.4	60.3	57.8	53.9	Non conforme	Non conforme
80	piano terra	65.1	58.7	59.1	55.2	Non conforme	Non conforme
80	piano 1	65.7	59.1	58.6	54.8	Non conforme	Non conforme
80	piano 2	65.7	58.9	58.0	54.1	Non conforme	Non conforme
80	piano 3	65.5	58.6	57.3	53.4	Non conforme	Non conforme
81	piano terra	62.2	55.4	55.0	51.1	conforme	Non conforme
81	piano 1	63.4	56.4	54.6	50.8	conforme	Non conforme
81	piano 2	64.0	56.9	54.5	50.6	conforme	Non conforme
82	piano terra	64.6	58.0	58.1	54.2	conforme	Non conforme
82	piano 1	64.7	58.0	57.7	53.9	conforme	Non conforme
82	piano 2	64.4	57.7	57.3	53.4	conforme	Non conforme
83	piano terra	64.7	58.1	58.1	54.2	conforme	Non conforme
83	piano 1	64.9	58.2	57.8	53.9	conforme	Non conforme
84	piano terra	61.4	55.2	56.0	52.2	conforme	Non conforme
85	piano terra	61.4	55.3	56.5	52.6	conforme	Non conforme
86	piano terra	62.6	56.3	56.9	53.1	conforme	Non conforme
86	piano 1	63.1	56.6	56.7	52.8	conforme	Non conforme
86	piano 2	63.1	56.5	56.4	52.5	conforme	Non conforme
87	piano terra	59.6	53.5	54.6	50.8	conforme	conforme
88	piano terra	64.4	58.1	58.7	54.8	conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
88	piano 1	64.6	58.1	58.3	54.5	conforme	Non conforme
88	piano 2	64.2	57.7	57.8	53.9	conforme	Non conforme
89	piano terra	64.7	58.3	58.6	54.7	conforme	Non conforme
89	piano 1	64.8	58.2	58.2	54.3	conforme	Non conforme
90	piano terra	64.0	57.7	58.3	54.5	conforme	Non conforme
90	piano 1	64.2	57.7	58.0	54.1	conforme	Non conforme
90	piano 2	63.9	57.4	57.5	53.6	conforme	Non conforme
91	piano terra	60.2	54.4	56.2	52.4	conforme	conforme
91	piano 1	61.3	55.1	56.1	52.2	conforme	Non conforme
92	piano terra	57.3	51.6	53.6	49.7	conforme	conforme
92	piano 1	57.9	51.9	53.2	49.3	conforme	conforme
93	piano terra	64.7	58.2	58.1	54.2	conforme	Non conforme
93	piano 1	64.5	57.9	57.7	53.8	conforme	Non conforme
93	piano 2	63.9	57.3	57.2	53.3	conforme	Non conforme
94	piano terra	63.5	57.3	58.5	54.6	conforme	Non conforme
95	piano terra	65.8	59.0	58.0	54.1	Non conforme	Non conforme
95	piano 1	66.1	59.1	57.7	53.8	Non conforme	Non conforme
95	piano 2	65.7	58.8	57.2	53.4	Non conforme	Non conforme
95	piano 3	65.2	58.3	56.7	52.8	Non conforme	Non conforme
95	piano 4	64.7	57.7	56.1	52.3	conforme	Non conforme
96	piano terra	62.9	56.2	55.6	51.8	Non conforme	Non conforme
97	piano terra	63.0	56.9	58.0	54.1	conforme	Non conforme
97	piano 1	63.6	57.2	57.7	53.8	conforme	Non conforme
97	piano 2	63.5	57.1	57.2	53.3	conforme	Non conforme
98	piano terra	64.0	57.9	59.0	55.1	conforme	Non conforme
98	piano 1	64.5	58.2	58.7	54.8	conforme	Non conforme
98	piano 2	64.4	58.0	58.2	54.3	conforme	Non conforme
98	piano 3	64.1	57.6	57.6	53.7	conforme	Non conforme
99	piano terra	65.5	59.1	59.5	55.6	Non conforme	Non conforme
99	piano 1	65.6	59.1	59.0	55.1	Non conforme	Non conforme
100	piano terra	65.0	58.8	59.6	55.7	conforme	Non conforme
100	piano 1	65.3	58.9	59.1	55.3	Non conforme	Non conforme
100	piano 2	65.1	58.6	58.5	54.6	Non conforme	Non conforme
100	piano 3	64.8	58.1	57.8	53.9	conforme	Non conforme
101	piano terra	62.9	56.5	56.7	52.8	conforme	Non conforme
101	piano 1	63.9	57.2	56.5	52.6	conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
101	piano 2	64.0	57.3	56.4	52.5	conforme	Non conforme
101	piano 3	63.9	57.1	56.1	52.3	conforme	Non conforme
101	piano 4	63.6	56.9	55.9	52.0	conforme	Non conforme
101	piano 5	63.4	56.7	55.6	51.7	conforme	Non conforme
101	piano 6	63.1	56.4	55.3	51.4	conforme	Non conforme
101	piano 7	62.8	56.1	54.9	51.1	conforme	Non conforme
101	piano 8	62.4	55.8	54.5	50.6	conforme	Non conforme
102	piano terra	63.1	57.1	58.3	54.4	conforme	Non conforme
102	piano 1	63.8	57.4	58.0	54.1	conforme	Non conforme
102	piano 2	63.8	57.3	57.6	53.7	conforme	Non conforme
102	piano 3	63.5	57.0	57.0	53.1	conforme	Non conforme
103	piano terra	65.3	58.6	58.0	54.1	Non conforme	Non conforme
103	piano 1	65.4	58.6	57.8	53.9	Non conforme	Non conforme
104	piano terra	62.9	56.3	56.4	52.5	conforme	Non conforme
104	piano 1	63.7	56.9	56.1	52.2	conforme	Non conforme
104	piano 2	63.8	56.9	55.8	51.9	conforme	Non conforme
104	piano 3	63.6	56.6	55.4	51.5	conforme	Non conforme
105	piano terra	61.6	55.4	57.1	53.2	conforme	Non conforme
105	piano 1	62.1	55.7	56.7	52.8	conforme	Non conforme
105	piano 2	62.0	55.4	56.1	52.2	conforme	Non conforme
105	piano 3	61.7	55.1	55.4	51.5	conforme	Non conforme
105	piano 4	61.3	54.6	54.7	50.8	conforme	conforme
106	piano terra	59.9	54.1	56.9	53.0	conforme	conforme
106	piano 1	60.2	54.1	56.6	52.7	conforme	conforme
106	piano 2	60.2	54.0	56.1	52.3	conforme	conforme
107	piano terra	59.3	53.5	56.4	52.5	conforme	conforme
107	piano 1	59.2	53.2	56.1	52.2	conforme	conforme
108	piano terra	61.0	55.4	58.5	54.6	conforme	Non conforme
108	piano 1	60.3	54.6	57.6	53.7	conforme	conforme
109	piano terra	59.6	54.3	57.4	53.5	conforme	conforme
109	piano 1	59.3	53.9	56.8	52.9	conforme	conforme
109	piano 2	58.7	53.2	56.0	52.1	conforme	conforme
109	piano 3	58.0	52.4	55.1	51.2	conforme	conforme
109	piano 4	57.3	51.8	54.3	50.4	conforme	conforme
109	piano 5	56.7	51.2	53.5	49.6	conforme	conforme
109	piano 6	56.2	50.8	52.9	49.0	conforme	conforme



Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
110	piano terra	57.2	52.5	55.6	51.7	conforme	conforme
110	piano 1	57.6	52.6	55.4	51.5	conforme	conforme
110	piano 2	57.6	52.5	55.2	51.4	conforme	conforme
110	piano 3	57.6	52.4	55.0	51.2	conforme	conforme
110	piano 4	57.5	52.2	54.8	50.9	conforme	conforme
110	piano 5	57.4	52.1	54.5	50.6	conforme	conforme
110	piano 6	57.2	51.9	54.2	50.4	conforme	conforme
110	piano 7	57.1	51.8	54.0	50.1	conforme	conforme
110	piano 8	56.9	51.6	53.7	49.8	conforme	conforme
110	piano 9	56.8	51.5	53.4	49.5	conforme	conforme
111	piano terra	57.5	52.5	55.5	51.6	conforme	conforme
111	piano 1	57.8	52.6	55.3	51.4	conforme	conforme
111	piano 2	57.9	52.6	55.1	51.3	conforme	conforme
111	piano 3	57.8	52.4	54.9	51.0	conforme	conforme
111	piano 4	57.7	52.2	54.6	50.7	conforme	conforme
111	piano 5	57.6	52.0	54.3	50.4	conforme	conforme
111	piano 6	57.5	51.8	53.9	50.0	conforme	conforme
111	piano 7	57.5	51.6	53.6	49.7	conforme	conforme
112	piano terra	58.0	53.0	55.6	51.8	conforme	conforme
112	piano 1	58.4	53.1	55.5	51.6	conforme	conforme
112	piano 2	58.6	53.1	55.3	51.4	conforme	conforme
112	piano 3	58.7	53.1	55.1	51.2	conforme	conforme
112	piano 4	58.8	53.0	54.9	51.0	conforme	conforme
112	piano 5	58.7	52.9	54.6	50.7	conforme	conforme
112	piano 6	58.6	52.7	54.3	50.4	conforme	conforme
112	piano 7	58.5	52.5	54.0	50.1	conforme	conforme
112	piano 8	58.4	52.4	53.7	49.9	conforme	conforme
112	piano 9	58.2	52.2	53.4	49.6	conforme	conforme
113	piano terra	62.8	55.8	56.2	52.3	conforme	Non conforme
113	piano 1	63.8	56.4	56.0	52.1	conforme	Non conforme
113	piano 2	63.9	56.3	55.7	51.8	conforme	Non conforme
114	piano terra	62.8	55.8	56.2	52.3	conforme	Non conforme
114	piano 1	63.8	56.4	56.0	52.1	conforme	Non conforme
114	piano 2	63.8	56.3	55.7	51.8	conforme	Non conforme
115	piano terra	64.0	56.9	57.0	53.2	conforme	Non conforme
115	piano 1	64.8	57.3	56.8	52.9	conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
115	piano 2	64.7	57.2	56.4	52.5	conforme	Non conforme
116	piano terra	58.0	54.0	55.4	51.5	conforme	conforme
116	piano 1	58.3	54.0	55.2	51.3	conforme	conforme
116	piano 2	58.5	54.0	55.0	51.1	conforme	conforme
116	piano 3	58.5	54.1	54.8	50.9	conforme	conforme
116	piano 4	58.4	54.1	54.4	50.5	conforme	conforme
117	piano -1	65.1	64.7	50.7	46.8	Non conforme	Non conforme
117	piano terra	65.0	64.6	50.2	46.3	conforme	Non conforme
118	piano terra	70.5	61.8	54.4	50.8	Non conforme	Non conforme
118	piano 1	70.6	62.0	54.2	50.6	Non conforme	Non conforme
118	piano 2	70.2	61.6	53.9	50.3	Non conforme	Non conforme
118	piano 3	69.7	61.1	53.5	49.9	Non conforme	Non conforme
118	piano 4	69.2	60.6	53.0	49.4	Non conforme	Non conforme
118	piano 5	68.7	60.1	52.6	49.0	Non conforme	Non conforme
118	piano 6	68.3	59.7	52.1	48.5	Non conforme	Non conforme
119	piano terra	69.7	62.5	55.8	52.2	Non conforme	Non conforme
119	piano 1	70.1	62.4	55.5	52.0	Non conforme	Non conforme
119	piano 2	69.9	62.0	55.1	51.6	Non conforme	Non conforme
119	piano 3	69.5	61.7	54.7	51.2	Non conforme	Non conforme
119	piano 4	69.0	61.9	54.2	50.7	Non conforme	Non conforme
119	piano 5	68.6	60.8	53.7	50.1	Non conforme	Non conforme
120	piano terra	66.1	59.9	56.7	53.7	Non conforme	Non conforme
120	piano 1	66.6	60.2	56.5	53.4	Non conforme	Non conforme
120	piano 2	66.5	60.0	56.0	52.9	Non conforme	Non conforme
120	piano 3	66.2	59.6	55.5	52.4	Non conforme	Non conforme
120	piano 4	65.6	59.0	54.8	51.8	Non conforme	Non conforme
120	piano 5	65.1	58.4	54.2	51.1	Non conforme	Non conforme
120	piano 6	64.6	57.9	53.6	50.6	conforme	Non conforme
120	piano 7	64.0	57.2	52.5	49.4	conforme	Non conforme
121	piano terra	54.3	50.8	38.9	35.1	conforme	conforme
121	piano 1	54.7	50.8	38.9	35.0	conforme	conforme
122	piano terra	59.6	58.4	44.4	40.6	conforme	conforme
122	piano 1	59.3	57.6	43.2	39.3	conforme	conforme
123	piano terra	57.9	50.2	34.3	30.4	conforme	conforme
124	piano terra	60.8	53.0	26.0	22.1	Non conforme	Non conforme
124	piano 1	62.3	54.6	27.4	23.5	Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
125	piano terra	58.1	50.4	22.8	18.9	conforme	conforme
125	piano 1	59.1	51.3	23.3	19.4	conforme	conforme
125	piano 2	60.1	52.3	24.3	20.4	conforme	conforme
125	piano 3	60.6	52.9	25.4	21.6	conforme	conforme
126	piano terra	55.8	48.1	29.7	25.9	conforme	conforme
126	piano 1	56.7	49.0	29.7	25.8	conforme	conforme
127	piano terra	65.3	64.9	51.4	47.5	conforme	Non conforme
127	piano 1	65.2	64.8	50.9	47.1	conforme	Non conforme
128	piano terra	56.7	54.4	39.8	35.9	conforme	conforme
128	piano 1	56.7	53.7	39.3	35.4	conforme	conforme
129	piano terra	58.0	50.5	36.2	32.3	Non conforme	Non conforme
129	piano 1	58.4	50.9	35.8	32.0	Non conforme	Non conforme
129	piano 2	58.2	50.8	35.5	31.6	Non conforme	Non conforme
129	piano 3	57.9	50.5	35.6	31.7	Non conforme	Non conforme
129	piano 4	57.5	50.1	36.6	32.7	Non conforme	Non conforme
130	piano terra	54.7	47.6	37.4	33.5	conforme	conforme
130	piano 1	56.5	49.3	37.3	33.4	conforme	conforme
131	piano terra	56.4	49.4	42.0	38.1	conforme	conforme
131	piano 1	57.3	50.2	41.3	37.5	conforme	conforme
Centro Sociale Anziani Autogestito Corti	piano terra	41.5	36.2	33.5	29.6	conforme	conforme
ECIPAR Regionale	piano terra	46.2	39.0	29.8	25.9	conforme	conforme
Istituto Comprensivo 4 Bologna	piano terra	48.2	41.0	28.6	24.7	conforme	Non conforme
Istituto comprensivo n. 15	piano terra	49.8	42.1	24.9	21.1	conforme	Non conforme
Istituto Professionale Aldrovandi Rubbia	piano terra	62.8	54.3	32.3	28.7	Non conforme	Non conforme
Istituto Salesiano della Beata Vergine d	piano terra	59.0	51.5	44.7	41.6	Non conforme	Non conforme
Istituto San Vincenzo Paoli	piano terra	58.8	51.1	46.0	42.4	Non conforme	Non conforme
Liceo Galvani Succursale	piano terra	64.4	56.3	27.0	23.5	Non conforme	Non conforme
Liceo Scientifico Statale Albert Bruce Sabin	piano terra	65.2	61.0	56.5	53.4	Non conforme	Non conforme
Nido di infanzia comunale Papini	piano terra	51.7	44.3	34.2	30.7	Non conforme	Non conforme
Scuola Materna Comunale Mago Merlino	piano terra	51.5	43.4	16.5	13.2	Non conforme	Non conforme
Scuola Materna Statale Villa Salina	piano terra	54.3	47.0	32.9	29.0	Non conforme	Non conforme
Scuola Media Testoni Fioravanti	piano terra	48.5	41.4	39.8	36.0	conforme	Non conforme
Scuola Primaria Edmondo de Amicis	piano terra	53.9	48.1	46.7	43.6	Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
Scuole Pubbliche Elementari Via A. de Vincenzo	piano terra	54.1	46.3	39.6	36.5	Non conforme	Non conforme
Scuole Pubbliche/Nido D'Infanzia Comunale	piano terra	55.1	47.5	42.1	38.2	Non conforme	Non conforme
201	piano terra	63.3	55.6	//	//	conforme	Non conforme
201	piano 1	64.4	56.7	//	//	conforme	Non conforme
201	piano 2	64.6	56.8	//	//	conforme	Non conforme
201	piano 3	64.4	56.7	//	//	conforme	Non conforme
202	piano terra	64.5	56.8	//	//	conforme	Non conforme
202	piano 1	64.9	57.2	//	//	conforme	Non conforme
202	piano 2	64.7	57.1	//	//	conforme	Non conforme
203	piano terra	60.6	52.8	//	//	conforme	conforme
203	piano 1	61.8	53.9	//	//	conforme	conforme
203	piano 2	61.9	54.1	//	//	conforme	conforme
203	piano 3	61.8	54.0	//	//	conforme	conforme
204	piano terra	58.2	50.4	//	//	conforme	conforme
204	piano 1	59.4	51.6	//	//	conforme	conforme
204	piano 2	60.1	52.4	//	//	conforme	conforme
204	piano 3	60.3	52.6	//	//	conforme	conforme
204	piano 4	60.4	52.6	//	//	conforme	conforme
204	piano 5	60.3	52.6	//	//	conforme	conforme
204	piano 6	60.2	52.4	//	//	conforme	conforme
204	piano 7	60.1	52.4	//	//	conforme	conforme
204	piano 8	60.0	52.3	//	//	conforme	conforme
204	piano 9	59.9	52.2	//	//	conforme	conforme
204	piano 10	59.9	52.1	//	//	conforme	conforme
205	piano terra	68.2	59.8	//	//	Non conforme	Non conforme
205	piano 1	67.3	58.9	//	//	Non conforme	Non conforme
205	piano 2	66.0	57.6	//	//	Non conforme	Non conforme
206	piano terra	64.8	57.1	//	//	conforme	Non conforme
206	piano 1	64.7	57.0	//	//	conforme	Non conforme
206	piano 2	64.2	56.4	//	//	conforme	Non conforme
207	piano terra	68.3	60.6	//	//	Non conforme	Non conforme
207	piano 1	68.9	61.2	//	//	Non conforme	Non conforme
208	piano terra	60.8	53.0	//	//	Non conforme	Non conforme
208	piano 1	61.9	54.1	//	//	Non conforme	Non conforme
208	piano 2	62.4	54.6	//	//	Non conforme	Non conforme

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia		Esito	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
209	piano terra	58.5	50.9	//	//	conforme	conforme
209	piano 1	58.4	50.8	//	//	conforme	conforme
209	piano 2	57.8	50.3	//	//	conforme	conforme
210	piano terra	61.7	54.0	//	//	conforme	conforme
210	piano 1	60.4	52.7	//	//	conforme	conforme
210	piano 2	58.8	51.2	//	//	conforme	conforme
211	piano terra	56.5	48.8	//	//	conforme	conforme
211	piano 1	58.3	50.5	//	//	conforme	conforme
211	piano 2	59.4	51.6	//	//	conforme	conforme
211	piano 3	59.7	52.0	//	//	conforme	conforme
212	piano terra	57.0	49.8	//	//	conforme	conforme
212	piano 1	57.4	50.0	//	//	conforme	conforme
212	piano 2	57.6	50.2	//	//	conforme	Non conforme
212	piano 3	57.8	50.3	//	//	conforme	Non conforme
212	piano 4	57.9	50.5	//	//	conforme	Non conforme
212	piano 5	58.2	50.7	//	//	conforme	Non conforme
213	piano terra	59.8	51.8	//	//	conforme	conforme
214	piano terra	65.1	57.2	//	//	conforme	conforme
215	piano terra	62.7	54.9	//	//	conforme	conforme
216	piano terra	61.2	53.5	//	//	conforme	conforme
217	piano terra	64.9	57.2	//	//	conforme	Non conforme
218	piano terra	69.3	61.0	//	//	Non conforme	Non conforme
219	piano terra	68.5	60.4	//	//	conforme	Non conforme
220	piano terra	70.6	62.6	//	//	Non conforme	Non conforme
221	piano terra	71.0	63.0	//	//	Non conforme	Non conforme
222	piano terra	72.2	64.2	//	//	Non conforme	Non conforme
223	piano terra	74.5	66.5	//	//	Non conforme	Non conforme
224	piano terra	66.9	59.0	//	//	Non conforme	Non conforme
225	piano terra	62.8	54.9	//	//	conforme	conforme
226	piano terra	73.9	66.2	//	//	Non conforme	Non conforme
227	piano terra	67.4	59.3	//	//	Non conforme	Non conforme
227	piano 1	67.4	59.3	//	//	Non conforme	Non conforme
227	piano 2	66.7	58.6	//	//	Non conforme	Non conforme
227	piano 3	66.0	57.9	//	//	Non conforme	Non conforme

in verde sono evidenziati i recettori in classe I



Il valore di pressione acustica in facciata ai recettori attribuibile al solo passaggio della tramvia, risulta avere un contributo per la quasi totalità nullo sul rumore ambientale/stradale. Lungo il tracciato tramviario si assiste ad un aumento dei recettori conformi ai limiti normativi sia nel periodo di riferimento diurno, sia nel periodo di riferimento notturno.

Le mappe acustiche dello scenario di progetto diurno e notturno sono riportate in allegato 7 ed in allegato 8 relativamente alle simulazioni all'interno del buffer 500 metri dalla linea tramviaria e in allegato 15 ed in allegato 16 per quel che concerne le simulazioni delle viabilità esterne al buffer 500 metri.

#### 4.3.5.6 Confronto tra scenario attuale e scenario di progetto

Nella successiva tabella si sono confrontati i valori simulati per lo scenario attuale e i valori previsti per lo scenario di progetto.

Nome	Piano	Scenario di attuale		Scenario di progetto		Differenza progetto/attuale	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
1	piano terra	69.7	61.1	70.0	61.2	0.3	0.1
1	piano 1	70	61.4	70.2	61.8	0.2	0.4
1	piano 2	69.7	61.1	69.8	61.5	0.1	0.4
1	piano 3	69.3	60.7	69.4	60.9	0.1	0.2
1	piano 4	68.8	60.3	68.9	60.4	0.1	0.1
1	piano 5	68.4	59.9	68.4	59.9	0.0	0.0
1	piano 6	68	59.4	68.0	59.5	0.0	0.1
1	piano 7	67.6	59.1	67.6	59.1	0.0	0.0
1_ASP Bologna Casa di Riposo	piano terra	62.1	54.4	62.0	54.4	-0.1	0.0
2	piano terra	70.7	62.1	70.8	62.2	0.1	0.1
2	piano 1	70.6	62	70.6	62.1	0.0	0.1
2	piano 2	70	61.4	70.0	61.5	0.0	0.1
2	piano 3	69.3	60.8	69.4	60.9	0.1	0.1
2	piano 4	68.8	60.2	68.8	60.3	0.0	0.1
2	piano 5	68.2	59.7	68.3	59.8	0.1	0.1
2	piano 6	67.8	59.2	67.8	59.3	0.0	0.1
2_Scuola Santa Maria di Leuca	piano terra	40.3	32.1	38.8	32.9	-1.5	0.8
3	piano terra	70.1	62.1	70.5	62.9	0.4	0.8
3	piano 1	70.3	61.8	70.5	62.4	0.2	0.6

Nome	Piano	Scenario di attuale		Scenario di progetto		Differenza progetto/attuale	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
3	piano 2	69.9	61.4	70.0	61.5	0.1	0.1
3	piano 3	69.4	60.9	69.5	61.1	0.1	0.2
3	piano 4	68.9	60.4	68.9	60.5	0.0	0.1
3_Scuola primaria ACRI	piano terra	59.1	51	59.4	51.8	0.3	0.8
4	piano terra	70.6	62.1	70.5	62.1	-0.1	0.0
4	piano 1	70.7	62.2	70.7	62.1	0.0	-0.1
4	piano 2	70.2	61.7	70.2	61.7	0.0	0.0
4	piano 3	69.7	61.2	69.7	61.2	0.0	0.0
4	piano 4	69.2	60.7	69.2	60.7	0.0	0.0
4	piano 5	68.7	60.2	68.7	60.2	0.0	0.0
4	piano 6	68.2	59.7	68.2	59.7	0.0	0.0
4	piano 7	67.8	59.3	67.8	59.3	0.0	0.0
4_Istituto Superiore Aldini Valeriani	piano terra	61.4	52	59.5	52.4	-1.9	0.4
5	piano terra	70.4	61.9	70.9	62.5	0.5	0.6
5	piano 1	70.5	62.1	70.7	62.6	0.2	0.5
5	piano 2	70.1	61.6	70.2	61.9	0.1	0.3
5	piano 3	69.6	61.1	69.6	61.3	0.0	0.2
5	piano 4	69.1	60.6	69.1	60.7	0.0	0.1
5	piano 5	68.6	60.1	68.6	60.2	0.0	0.1
5	piano 6	68.2	59.7	68.1	59.7	-0.1	0.0
5_Scuole Medie Zappa	piano terra	55	47	54.8	47.2	-0.2	0.2
6	piano terra	71.4	62.5	71.4	62.5	0.0	0.0
6	piano 1	70.9	62.4	71.0	62.8	0.1	0.4
6	piano 2	70.4	61.9	70.4	62.1	0.0	0.2
6	piano 3	69.8	61.3	69.7	61.4	-0.1	0.1
6	piano 4	69.3	60.8	69.2	60.8	-0.1	0.0
6	piano 5	68.8	60.3	68.6	60.2	-0.2	-0.1
6_Scuola Infanzia Giusi Del Mugnaio	piano terra	61	52.9	60.6	53.4	-0.4	0.5
7	piano terra	70.9	64.9	71.0	63.9	0.1	-1.0
7	piano 1	70.9	65	70.9	63.6	0.0	-1.4
7	piano 2	70.5	64.4	70.3	63.0	-0.2	-1.4
7	piano 3	69.8	63.7	69.6	62.3	-0.2	-1.4
7	piano 4	69.2	63.1	68.9	61.6	-0.3	-1.5
7	piano 5	68.6	62.6	68.3	61.0	-0.3	-1.6
7	piano 6	68.1	62.1	67.8	60.4	-0.3	-1.7
7_Scuole Pubbliche Scuole Dell'Infanzia	piano terra	51.6	43.8	51.3	43.8	-0.3	0.0

Nome	Piano	Scenario di attuale		Scenario di progetto		Differenza progetto/attuale	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
8	piano terra	69.5	61	68.7	60.5	-0.8	-0.5
8	piano 1	70.2	61.6	69.3	61.0	-0.9	-0.6
8	piano 2	70.1	61.6	69.2	60.9	-0.9	-0.7
8	piano 3	69.9	61.3	68.9	60.6	-1.0	-0.7
8	piano 4	69.5	60.9	68.5	60.2	-1.0	-0.7
8	piano 5	69.1	60.5	68.1	59.8	-1.0	-0.7
8_Scuole Pubbliche/Nido D'Infanzia Comun	piano terra	57.2	49.4	54.7	47.3	-2.5	-2.1
9	piano terra	70.6	64.4	70.5	63.7	-0.1	-0.7
9	piano 1	71.1	64.6	70.6	63.5	-0.5	-1.1
9	piano 2	70.5	64.2	70.1	62.9	-0.4	-1.3
9	piano 3	69.9	63.6	69.4	62.3	-0.5	-1.3
9	piano 4	69.3	63	68.8	61.6	-0.5	-1.4
9	piano 5	68.8	62.5	68.3	61.1	-0.5	-1.4
9	piano 6	68.3	62	67.8	60.5	-0.5	-1.5
9_Scuola dell'Infanzia GIROTONDO	piano terra	61.2	53.3	59.6	53.5	-1.6	0.2
10	piano terra	70.1	64.6	70.1	63.8	0.0	-0.8
10	piano 1	70.3	64.7	70.3	63.6	0.0	-1.1
10	piano 2	69.8	64.3	69.8	63.0	0.0	-1.3
10	piano 3	69.2	63.7	69.2	62.3	0.0	-1.4
10	piano 4	68.5	63	68.4	61.5	-0.1	-1.5
10	piano 5	68	62.4	68.2	61.0	0.2	-1.4
10_Scuola d'infanzia comunale Marsili	piano terra	41.9	35.4	41.3	35.9	-0.6	0.5
11	piano terra	71.7	64.5	71.3	64.2	-0.4	-0.3
11	piano 1	71.6	64.4	71.0	63.9	-0.6	-0.5
11_Scuola Primaria MARSILI	piano terra	57.9	50.1	54.5	48.0	-3.4	-2.1
12	piano terra	71.8	64.6	71.3	64.2	-0.5	-0.4
12	piano 1	71.6	64.4	71.0	63.8	-0.6	-0.6
12_Scuola Materna Sacro Cuore	piano terra	42.2	39.3	41.7	39.3	-0.5	0.0
13	piano terra	71.6	64.9	69.9	62.5	-1.7	-2.4
13	piano 1	73	66.3	71.4	63.9	-1.6	-2.4
13	piano 2	73.1	66.4	71.5	64.0	-1.6	-2.4
13	piano 3	73	66.3	71.4	63.9	-1.6	-2.4
13	piano 4	72.7	66.1	71.2	63.7	-1.5	-2.4
13	piano 5	72.5	65.8	70.9	63.4	-1.6	-2.4
13	piano 6	72.1	65.5	70.6	63.1	-1.5	-2.4

Nome	Piano	Scenario di attuale		Scenario di progetto		Differenza progetto/attuale	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
13	piano 7	71.8	65.1	70.3	62.7	-1.5	-2.4
14	piano terra	71.2	64.7	68.6	61.7	-2.6	-3.0
14	piano 1	72.8	66.3	70.3	63.5	-2.5	-2.8
14	piano 2	72.8	66.3	70.4	63.7	-2.4	-2.6
14	piano 3	72.5	66.1	70.2	63.5	-2.3	-2.6
14	piano 4	72.2	65.8	69.9	63.2	-2.3	-2.6
14	piano 5	71.9	65.5	69.7	62.9	-2.2	-2.6
14	piano 6	71.5	65.1	69.3	62.5	-2.2	-2.6
14	piano 7	71.2	64.8	69.0	62.2	-2.2	-2.6
15	piano terra	68.7	62.2	66.4	59.9	-2.3	-2.3
15	piano 1	69.8	63.4	67.5	60.7	-2.3	-2.7
15	piano 2	70.1	63.7	67.8	61.1	-2.3	-2.6
15	piano 3	70.2	63.8	68.1	61.4	-2.1	-2.4
15	piano 4	70.3	63.8	68.2	61.4	-2.1	-2.4
15	piano 5	70.3	63.8	68.2	61.4	-2.1	-2.4
16	piano terra	73	65.8	70.0	62.7	-3.0	-3.1
16	piano 1	73	66	70.4	63.3	-2.6	-2.7
16	piano 2	72.6	65.8	70.1	63.0	-2.5	-2.8
16	piano 3	71.9	65.4	69.7	62.6	-2.2	-2.8
16	piano 4	71.3	64.9	69.2	62.2	-2.1	-2.7
16	piano 5	70.8	64.5	68.7	61.7	-2.1	-2.8
16	piano 6	70.4	64	68.2	61.2	-2.2	-2.8
17	piano terra	73.3	65.4	68.8	62.7	-4.5	-2.7
17	piano 1	73.7	65.8	69.2	62.9	-4.5	-2.9
17	piano 2	73	65.6	68.9	62.6	-4.1	-3.0
17	piano 3	72.5	65.2	68.6	62.2	-3.9	-3.0
17	piano 4	71.9	64.8	68.2	61.9	-3.7	-2.9
17	piano 5	71.4	64.4	67.8	61.3	-3.6	-3.1
17	piano 6	70.8	64	67.4	60.8	-3.4	-3.2
18	piano terra	71.8	63.1	68.0	61.0	-3.8	-2.1
18	piano 1	72.5	63.8	68.5	61.3	-4.0	-2.5
18	piano 2	72.4	63.8	68.4	61.1	-4.0	-2.7
18	piano 3	72.1	63.5	68.1	60.8	-4.0	-2.7
18	piano 4	71.8	63.1	67.7	60.4	-4.1	-2.7
18	piano 5	71.4	62.7	67.3	60.0	-4.1	-2.7
18	piano 6	71	62.3	66.9	59.6	-4.1	-2.7

Nome	Piano	Scenario di attuale		Scenario di progetto		Differenza progetto/attuale	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
18	piano 7	70.6	61.9	66.5	59.2	-4.1	-2.7
18	piano 8	70.2	61.5	66.1	58.8	-4.1	-2.7
19	piano terra	70.4	61.8	66.8	59.9	-3.6	-1.9
19	piano 1	71.4	62.7	67.5	60.4	-3.9	-2.3
19	piano 2	71.5	62.9	67.6	60.3	-3.9	-2.6
19	piano 3	71.4	62.7	67.4	60.1	-4.0	-2.6
20	piano terra	69.9	64.7	67.8	62.8	-2.1	-1.9
20	piano 1	70	64.7	67.5	62.2	-2.5	-2.5
20	piano 2	69.5	64	66.8	61.3	-2.7	-2.7
20	piano 3	69	63.3	66.1	60.4	-2.9	-2.9
20	piano 4	68.5	62.7	65.5	59.8	-3.0	-2.9
21	piano terra	70.1	63.8	66.0	61.2	-4.1	-2.6
21	piano 1	70.3	64	66.0	60.9	-4.3	-3.1
21	piano 2	69.8	63.5	65.5	60.4	-4.3	-3.1
21	piano 3	69.2	63	65.1	59.9	-4.1	-3.1
21	piano 4	68.7	62.4	64.6	59.3	-4.1	-3.1
21	piano 5	68.1	61.9	64.1	58.8	-4.0	-3.1
21	piano 6	67.6	61.4	63.7	58.3	-3.9	-3.1
22	piano terra	70.9	64.6	67.2	62.6	-3.7	-2.0
22	piano 1	70.7	64.4	66.6	61.8	-4.1	-2.6
22	piano 2	69.9	63.6	65.7	60.7	-4.2	-2.9
22	piano 3	69.2	62.9	64.9	59.9	-4.3	-3.0
22	piano 4	68.5	62.2	64.3	59.1	-4.2	-3.1
22	piano 5	67.9	61.6	63.7	58.5	-4.2	-3.1
22	piano 6	67.4	61.1	63.3	58.0	-4.1	-3.1
23	piano terra	63.3	58.3	64.0	58.0	0.7	-0.3
23	piano 1	65	59.4	63.9	58.4	-1.1	-1.0
23	piano 2	65.3	59.7	63.5	57.9	-1.8	-1.8
23	piano 3	65.4	59.8	63.1	57.4	-2.3	-2.4
23	piano 4	65.3	59.7	62.7	56.9	-2.6	-2.8
23	piano 5	65.1	59.5	62.4	56.5	-2.7	-3.0
23	piano 6	64.9	59.3	62.0	56.0	-2.9	-3.3
23	piano 7	64.6	59	61.6	55.6	-3.0	-3.4
23	piano 8	64.3	58.1	61.3	55.2	-3.0	-2.9
24	piano terra	68.7	62.4	65.1	60.4	-3.6	-2.0
24	piano 1	69.1	62.8	65.1	60.2	-4.0	-2.6



Nome	Piano	Scenario di attuale		Scenario di progetto		Differenza progetto/attuale	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
24	piano 2	68.8	62.5	64.7	59.6	-4.1	-2.9
24	piano 3	68.3	62	64.2	59.0	-4.1	-3.0
24	piano 4	67.8	61.5	63.7	58.5	-4.1	-3.0
24	piano 5	67.3	61	63.2	57.9	-4.1	-3.1
24	piano 6	66.9	60.6	62.8	57.5	-4.1	-3.1
25	piano terra	69.8	62.1	64.1	58.9	-5.7	-3.2
25	piano 1	70.1	62.3	64.1	58.7	-6.0	-3.6
25	piano 2	69.8	62.1	63.9	58.4	-5.9	-3.7
25	piano 3	69.4	61.7	63.6	58.0	-5.8	-3.7
25	piano 4	68.9	61.2	63.2	57.6	-5.7	-3.6
25	piano 5	68.5	60.8	62.9	57.3	-5.6	-3.5
25	piano 6	68.1	60.4	62.5	56.9	-5.6	-3.5
25	piano 7	67.7	60	62.2	56.5	-5.5	-3.5
26	piano terra	63.1	55.5	63.6	58.2	0.5	2.7
26	piano 1	63.4	55.9	63.5	57.8	0.1	1.9
26	piano 2	62.3	55.5	63.0	57.2	0.7	1.7
26	piano 3	62.1	55.3	62.5	56.6	0.4	1.3
26	piano 4	61.9	55	62.0	56.0	0.1	1.0
27	piano terra	67	59.5	67.8	62.7	0.8	3.2
27	piano 1	66.8	60	66.9	60.8	0.1	0.8
27	piano 2	66.7	59	66.2	59.6	-0.5	0.6
27	piano 3	66.5	58.2	65.6	58.8	-0.9	0.6
27	piano 4	66.2	58	65.2	58.2	-1.0	0.2
27	piano 5	65.9	57.7	64.8	57.7	-1.1	0.0
27	piano 6	65.6	57.4	64.4	57.2	-1.2	-0.2
27	piano 7	65.3	57.1	64.0	56.8	-1.3	-0.3
27	piano 8	65	56.7	63.6	56.4	-1.4	-0.3
28	piano terra	69.6	63	66.3	60.5	-3.3	-2.5
28	piano 1	69.8	63	66.0	59.9	-3.8	-3.1
28	piano 2	69.3	62.4	65.2	59.0	-4.1	-3.4
28	piano 3	68.6	61.7	64.5	58.2	-4.1	-3.5
28	piano 4	67.9	61.1	63.9	57.5	-4.0	-3.6
28	piano 5	67.3	60.5	63.3	56.9	-4.0	-3.6
29	piano terra	67.2	60.2	65.9	58.3	-1.3	-1.9
29	piano 1	68	60.9	66.6	58.8	-1.4	-2.1
29	piano 2	67.9	60.9	66.5	58.7	-1.4	-2.2

Nome	Piano	Scenario di attuale		Scenario di progetto		Differenza progetto/attuale	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
29	piano 3	67.7	60.6	66.2	58.4	-1.5	-2.2
29	piano 4	67.3	60.3	65.8	58.1	-1.5	-2.2
29	piano 5	66.9	59.9	65.4	57.7	-1.5	-2.2
30	piano terra	64.1	57.4	62.1	58.1	-2.0	0.7
30	piano 1	64.3	57.4	61.8	57.4	-2.5	0.0
30	piano 2	64.3	57	61.4	56.6	-2.9	-0.4
30	piano 3	64.2	57	61.0	55.9	-3.2	-1.1
30	piano 4	64.1	56.9	60.7	55.3	-3.4	-1.6
30	piano 5	64	56.8	60.4	54.8	-3.6	-2.0
30	piano 6	63.9	56.7	60.2	54.4	-3.7	-2.3
30	piano 7	63.8	56.6	60.0	54.1	-3.8	-2.5
30	piano 8	63.7	56.5	59.8	53.7	-3.9	-2.8
30	piano 9	63.5	56.3	59.6	53.4	-3.9	-2.9
31	piano terra	69.9	61.5	67.4	59.6	-2.5	-1.9
31	piano 1	70.3	61.9	67.6	59.8	-2.7	-2.1
31	piano 2	70.1	61.7	67.3	59.5	-2.8	-2.2
31	piano 3	69.7	61.3	66.8	59.0	-2.9	-2.3
31	piano 4	69.2	60.8	66.3	58.6	-2.9	-2.2
31	piano 5	68.8	60.4	65.8	58.1	-3.0	-2.3
31	piano 6	68.4	59.9	65.4	57.7	-3.0	-2.2
31	piano 7	68	59.5	65.0	57.3	-3.0	-2.2
31	piano 8	67.6	59.2	64.6	56.9	-3.0	-2.3
31	piano 9	67.3	58.9	64.2	56.5	-3.1	-2.4
32	piano terra	69.1	62.2	64.7	58.3	-4.4	-3.9
32	piano 1	69.2	62.3	64.7	58.1	-4.5	-4.2
32	piano 2	68.6	61.7	64.3	57.6	-4.3	-4.1
32	piano 3	68	61.1	63.7	57.1	-4.3	-4.0
32	piano 4	67.4	60.5	63.2	56.5	-4.2	-4.0
32	piano 5	66.9	60	62.8	56.1	-4.1	-3.9
32	piano 6	66.4	59.5	62.4	55.6	-4.0	-3.9
33	piano terra	69.6	62.7	65.9	59.4	-3.7	-3.3
33	piano 1	69.7	62.8	66.0	59.3	-3.7	-3.5
33	piano 2	69.2	62.3	65.5	58.9	-3.7	-3.4
33	piano 3	68.5	61.7	64.9	58.3	-3.6	-3.4
33	piano 4	67.9	61.1	64.3	57.7	-3.6	-3.4
33	piano 5	67.9	60.5	63.8	57.1	-4.1	-3.4

Nome	Piano	Scenario di attuale		Scenario di progetto		Differenza progetto/attuale	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
34	piano terra	70.1	63.2	65.8	60.1	-4.3	-3.1
34	piano 1	69.8	63	65.4	59.4	-4.4	-3.6
34	piano 2	69.1	62.2	64.6	58.5	-4.5	-3.7
34	piano 3	68.3	61.4	63.8	57.6	-4.5	-3.8
35	piano terra	62.2	55.1	62.9	57.1	0.7	2.0
35	piano 1	62.6	55.5	63.1	57.0	0.5	1.5
35	piano 2	62.5	55.4	62.9	56.7	0.4	1.3
35	piano 3	62.3	55.2	62.5	56.3	0.2	1.1
35	piano 4	62	55.1	62.1	56.0	0.1	0.9
36	piano terra	67.6	60.4	67.8	61.9	0.2	1.5
36	piano 1	67.6	60.7	67.6	61.3	0.0	0.6
36	piano 2	67.3	59.9	67.0	60.4	-0.3	0.5
36	piano 3	66.8	59.2	66.3	59.6	-0.5	0.4
36	piano 4	66.2	58.6	65.7	58.9	-0.5	0.3
36	piano 5	65.8	58.2	65.1	58.3	-0.7	0.1
36	piano 6	65.3	57.7	64.6	57.7	-0.7	0.0
36	piano 7	64.9	57.3	64.1	57.2	-0.8	-0.1
36	piano 8	64.5	56.9	63.7	56.7	-0.8	-0.2
37	piano terra	67.1	59.3	67.5	61.8	0.4	2.5
37	piano 1	67	59.5	67.2	61.0	0.2	1.5
37	piano 2	66.6	59.1	66.5	60.1	-0.1	1.0
37	piano 3	66.1	58.6	65.8	59.2	-0.3	0.6
37	piano 4	65.6	58.1	65.2	58.5	-0.4	0.4
37	piano 5	65.1	57.6	64.6	57.8	-0.5	0.2
37	piano 6	64.6	57.1	64.0	57.3	-0.6	0.2
38	piano terra	67.4	59.8	67.1	60.4	-0.3	0.6
38	piano 1	67.4	59.9	67.1	60.3	-0.3	0.4
38	piano 2	67	59.4	66.6	59.8	-0.4	0.4
38	piano 3	66.4	58.9	66.0	59.2	-0.4	0.3
38	piano 4	65.9	58.3	65.4	58.6	-0.5	0.3
38	piano 5	65.4	57.9	64.9	58.1	-0.5	0.2
38	piano 6	65	57.4	64.4	57.6	-0.6	0.2
38	piano 7	64.6	57	64.0	57.1	-0.6	0.1
39	piano terra	66.5	58.7	61.7	56.0	-4.8	-2.7
39	piano 1	67	59.2	62.2	56.1	-4.8	-3.1
39	piano 2	66.8	59	62.2	56.0	-4.6	-3.0

Nome	Piano	Scenario di attuale		Scenario di progetto		Differenza progetto/attuale	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
39	piano 3	66.4	58.6	62.0	55.8	-4.4	-2.8
39	piano 4	66	58.2	61.8	55.4	-4.2	-2.8
40	piano terra	66.9	59.2	63.1	58.2	-3.8	-1.0
40	piano 1	67.2	59.4	62.7	57.6	-4.5	-1.8
40	piano 2	66.9	59.1	62.1	56.8	-4.8	-2.3
40	piano 3	66.5	58.7	61.6	56.0	-4.9	-2.7
40	piano 4	66	58.2	61.1	55.4	-4.9	-2.8
41	piano terra	66.3	58.5	60.8	55.3	-5.5	-3.2
41	piano 1	66.7	58.9	60.9	55.2	-5.8	-3.7
41	piano 2	66.6	58.8	60.7	55.0	-5.9	-3.8
41	piano 3	66.3	58.4	60.5	54.7	-5.8	-3.7
41	piano 4	65.9	58	60.2	54.4	-5.7	-3.6
41	piano 5	65.5	57.6	59.9	54.0	-5.6	-3.6
42	piano terra	69	60.9	62.6	57.5	-6.4	-3.4
42	piano 1	69	60.9	62.2	56.9	-6.8	-4.0
42	piano 2	68.5	60.3	61.6	56.2	-6.9	-4.1
42	piano 3	67.9	59.7	61.1	55.5	-6.8	-4.2
42	piano 4	67.3	59.1	60.6	55.0	-6.7	-4.1
42	piano 5	66.8	58.6	60.2	54.5	-6.6	-4.1
43	piano terra	65.8	57.3	62.0	56.9	-3.8	-0.4
43	piano 1	66.9	58.4	62.1	56.7	-4.8	-1.7
43	piano 2	66.9	58.4	61.7	56.2	-5.2	-2.2
43	piano 3	66.6	58.2	61.2	55.5	-5.4	-2.7
43	piano 4	66.3	57.9	60.7	54.8	-5.6	-3.1
43	piano 5	66	57.6	60.3	54.3	-5.7	-3.3
44	piano terra	67.9	59.5	62.1	56.1	-5.8	-3.4
44	piano 1	68.2	59.8	62.1	56.0	-6.1	-3.8
44	piano 2	67.9	59.5	61.8	55.6	-6.1	-3.9
44	piano 3	67.4	59	61.4	55.2	-6.0	-3.8
44	piano 4	67	58.6	61.0	54.9	-6.0	-3.7
45	piano terra	66.3	57.9	62.7	57.3	-3.6	-0.6
45	piano 1	66.8	58.4	62.9	57.2	-3.9	-1.2
45	piano 2	66.7	58.3	62.5	56.7	-4.2	-1.6
45	piano 3	66.3	57.9	62.0	56.1	-4.3	-1.8
45	piano 4	66	57.6	61.6	55.5	-4.4	-2.1
45	piano 5	65.6	57.2	61.1	55.0	-4.5	-2.2

Nome	Piano	Scenario di attuale		Scenario di progetto		Differenza progetto/attuale	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
45	piano 6	65.2	56.8	60.7	54.5	-4.5	-2.3
46	piano terra	66.6	58.2	62.4	56.2	-4.2	-2.0
46	piano 1	67	58.7	62.8	56.4	-4.2	-2.3
46	piano 2	66.8	58.5	62.6	56.2	-4.2	-2.3
46	piano 3	66.4	58	62.2	55.8	-4.2	-2.2
46	piano 4	65.9	57.6	61.8	55.4	-4.1	-2.2
46	piano 5	65.5	57.1	61.4	55.0	-4.1	-2.1
47	piano terra	65.9	57.6	62.9	57.0	-3.0	-0.6
48	piano terra	67.9	59.6	64.3	58.1	-3.6	-1.5
48	piano 1	68.3	60	64.5	58.2	-3.8	-1.8
48	piano 2	68	59.7	64.2	57.8	-3.8	-1.9
48	piano 3	67.5	59.2	63.7	57.4	-3.8	-1.8
48	piano 4	67	58.8	63.3	56.9	-3.7	-1.9
48	piano 5	66.5	58.3	62.8	56.4	-3.7	-1.9
48	piano 6	66.1	57.8	62.3	55.9	-3.8	-1.9
49	piano terra	69.4	61.1	66.3	60.4	-3.1	-0.7
49	piano 1	69.2	60.9	65.7	59.6	-3.5	-1.3
49	piano 2	68.6	60.3	64.9	58.7	-3.7	-1.6
49	piano 3	67.9	59.6	64.2	57.8	-3.7	-1.8
49	piano 4	67.2	59	63.5	57.1	-3.7	-1.9
49	piano 5	66.7	58.4	62.8	56.4	-3.9	-2.0
49	piano 6	66.1	57.8	62.3	55.9	-3.8	-1.9
50	piano terra	68.9	60.6	65.4	59.5	-3.5	-1.1
50	piano 1	68.7	60.3	65.0	58.9	-3.7	-1.4
50	piano 2	68	59.7	64.2	58.1	-3.8	-1.6
51	piano terra	69.2	60.9	65.1	58.8	-4.1	-2.1
51	piano 1	69.1	60.8	65.0	58.6	-4.1	-2.2
51	piano 2	68.4	60.1	64.4	58.1	-4.0	-2.0
51	piano 3	67.7	59.4	63.8	57.4	-3.9	-2.0
52	piano terra	68.6	60.3	65.4	59.6	-3.2	-0.7
52	piano 1	68.6	60.3	65.1	59.1	-3.5	-1.2
52	piano 2	68.1	59.8	64.4	58.3	-3.7	-1.5
52	piano 3	67.5	59.2	63.7	57.5	-3.8	-1.7
52	piano 4	66.9	58.6	63.1	56.8	-3.8	-1.8
53	piano terra	68.5	60.2	64.6	58.3	-3.9	-1.9
53	piano 1	68.6	60.3	64.6	58.2	-4.0	-2.1



Nome	Piano	Scenario di attuale		Scenario di progetto		Differenza progetto/attuale	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
53	piano 2	68.1	59.8	64.2	57.8	-3.9	-2.0
53	piano 3	67.5	59.2	63.6	57.2	-3.9	-2.0
54	piano terra	69.7	61.4	66.2	60.2	-3.5	-1.2
54	piano 1	69.3	61.1	65.7	59.6	-3.6	-1.5
54	piano 2	68.6	60.3	64.9	58.7	-3.7	-1.6
54	piano 3	67.9	59.6	64.2	57.9	-3.7	-1.7
54	piano 4	67.3	59	63.6	57.2	-3.7	-1.8
55	piano terra	68.7	60.4	64.8	58.4	-3.9	-2.0
55	piano 1	68.7	60.4	64.8	58.3	-3.9	-2.1
55	piano 2	68.2	59.9	64.3	57.9	-3.9	-2.0
55	piano 3	67.6	59.4	63.9	57.4	-3.7	-2.0
55	piano 4	67.1	58.9	63.5	57.0	-3.6	-1.9
56	piano terra	69.2	60.9	66.1	60.2	-3.1	-0.7
56	piano 1	69.2	60.9	65.9	59.8	-3.3	-1.1
56	piano 2	68.7	60.4	65.3	59.0	-3.4	-1.4
56	piano 3	68.1	59.8	64.7	58.3	-3.4	-1.5
56	piano 4	67.5	59.3	64.1	57.7	-3.4	-1.6
57	piano terra	68	59.7	64.9	58.4	-3.1	-1.3
57	piano 1	68.4	60.2	65.2	58.6	-3.2	-1.6
57	piano 2	68.1	59.9	65.0	58.3	-3.1	-1.6
57	piano 3	67.7	59.5	64.6	57.9	-3.1	-1.6
58	piano terra	68.5	60.3	65.4	58.8	-3.1	-1.5
59	piano terra	65.6	57.4	62.5	56.1	-3.1	-1.3
59	piano 1	66.4	58.1	63.0	56.4	-3.4	-1.7
59	piano 2	66.2	58	62.8	56.2	-3.4	-1.8
60	piano terra	67.5	59.3	64.1	57.5	-3.4	-1.8
60	piano 1	67.7	59.4	64.2	57.5	-3.5	-1.9
60	piano 2	67.2	58.9	63.8	57.1	-3.4	-1.8
60	piano 3	66.6	58.3	63.2	56.6	-3.4	-1.7
61	piano terra	63.7	55.4	61.3	55.2	-2.4	-0.2
61	piano 1	65.1	56.8	62.2	55.8	-2.9	-1.0
62	piano terra	66.9	58.6	64.2	57.8	-2.7	-0.8
62	piano 1	67.5	59.3	64.7	58.1	-2.8	-1.2
62	piano 2	67.5	59.2	64.7	58.0	-2.8	-1.2
63	piano terra	67.9	59.7	65.1	58.4	-2.8	-1.3
63	piano 1	68.2	60	65.3	58.5	-2.9	-1.5

Nome	Piano	Scenario di attuale		Scenario di progetto		Differenza progetto/attuale	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
63	piano 2	67.9	59.7	65.0	58.2	-2.9	-1.5
64	piano terra	70.1	60.4	67.0	60.1	-3.1	-0.3
65	piano terra	65.9	56.4	63.3	56.6	-2.6	0.2
65	piano 1	67.5	57.9	64.6	57.6	-2.9	-0.3
65	piano 2	67.7	58.2	64.8	57.7	-2.9	-0.5
65	piano 3	67.6	58.1	64.6	57.6	-3.0	-0.5
66	piano terra	72.2	62.3	68.7	61.5	-3.5	-0.8
66	piano 1	71.5	61.6	68.2	61.0	-3.3	-0.6
66	piano 2	70.5	60.7	67.2	60.1	-3.3	-0.6
67	piano terra	69.4	59.6	66.3	59.2	-3.1	-0.4
67	piano 1	69.8	60	66.6	59.5	-3.2	-0.5
68	piano terra	62.9	54	61.1	54.3	-1.8	0.3
69	piano terra	70.2	60.4	67.3	60.3	-2.9	-0.1
69	piano 1	70.4	60.7	67.5	60.5	-2.9	-0.2
70	piano terra	70.1	60.3	67.2	60.1	-2.9	-0.2
70	piano 1	70.5	60.6	67.5	60.3	-3.0	-0.3
70	piano 2	70.2	60.3	67.2	60.0	-3.0	-0.3
71	piano terra	68.4	58.4	65.8	58.7	-2.6	0.3
71	piano 1	69.3	59.2	66.5	59.3	-2.8	0.1
72	piano terra	67.9	58.5	66.2	59.0	-1.7	0.5
72	piano 1	68.8	59.4	66.9	59.6	-1.9	0.2
73	piano terra	70.2	62.5	70.1	62.5	-0.1	0.0
73	piano 1	70.9	63.2	70.7	63.2	-0.2	0.0
74	piano terra	69.2	61.2	67.6	60.4	-1.6	-0.8
74	piano 1	70	62	68.1	60.9	-1.9	-1.1
75	piano terra	68.5	60.7	67.8	60.3	-0.7	-0.4
75	piano 1	69.6	61.9	68.9	61.3	-0.7	-0.6
75	piano 2	70.2	62.5	69.4	61.9	-0.8	-0.6
75	piano 3	70.5	62.7	69.7	62.2	-0.8	-0.5
76	piano terra	68.3	60.4	66.2	59.2	-2.1	-1.2
76	piano 1	69.4	61.5	67.4	60.1	-2.0	-1.4
77	piano terra	72.8	64.9	70.2	63.0	-2.6	-1.9
77	piano 1	72.3	64.4	69.8	62.6	-2.5	-1.8
77	piano 2	71.7	63.8	69.3	62.1	-2.4	-1.7
77	piano 3	71.1	63.2	68.9	61.6	-2.2	-1.6
78	piano terra	69.7	61.8	67.5	60.4	-2.2	-1.4

Nome	Piano	Scenario di attuale		Scenario di progetto		Differenza progetto/attuale	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
78	piano 1	70.3	62.4	68.0	60.9	-2.3	-1.5
78	piano 2	70.4	62.4	68.2	60.9	-2.2	-1.5
78	piano 3	70.3	62.4	68.2	60.9	-2.1	-1.5
78	piano 4	70.1	62.1	68.1	60.8	-2.0	-1.3
79	piano terra	70.7	62.7	67.9	60.9	-2.8	-1.8
79	piano 1	70.7	62.7	67.9	60.8	-2.8	-1.9
79	piano 2	70.2	62.2	67.4	60.3	-2.8	-1.9
80	piano terra	67.3	59.3	65.1	58.7	-2.2	-0.6
80	piano 1	68.1	60.2	65.7	59.1	-2.4	-1.1
80	piano 2	68.2	60.2	65.7	58.9	-2.5	-1.3
80	piano 3	68	60	65.5	58.6	-2.5	-1.4
81	piano terra	64	56.1	62.2	55.4	-1.8	-0.7
81	piano 1	65.7	57.7	63.4	56.4	-2.3	-1.3
81	piano 2	66.3	58.4	64.0	56.9	-2.3	-1.5
82	piano terra	68	59.8	64.6	58.0	-3.4	-1.8
82	piano 1	68.2	60	64.7	58.0	-3.5	-2.0
82	piano 2	67.8	59.6	64.4	57.7	-3.4	-1.9
83	piano terra	68.1	59.9	64.7	58.1	-3.4	-1.8
83	piano 1	68.4	60.2	64.9	58.2	-3.5	-2.0
84	piano terra	64.3	56.1	61.4	55.2	-2.9	-0.9
85	piano terra	63.8	55.7	61.4	55.3	-2.4	-0.4
86	piano terra	65.7	57.5	62.6	56.3	-3.1	-1.2
86	piano 1	66.5	58.3	63.1	56.6	-3.4	-1.7
86	piano 2	66.4	58.2	63.1	56.5	-3.3	-1.7
87	piano terra	61.9	53.8	59.6	53.5	-2.3	-0.3
88	piano terra	67.4	59.2	64.4	58.1	-3.0	-1.1
88	piano 1	67.8	59.6	64.6	58.1	-3.2	-1.5
88	piano 2	67.5	59.3	64.2	57.7	-3.3	-1.6
89	piano terra	68.1	59.9	64.7	58.3	-3.4	-1.6
89	piano 1	68.3	60	64.8	58.2	-3.5	-1.8
90	piano terra	67.2	59	64.0	57.7	-3.2	-1.3
90	piano 1	67.6	59.4	64.2	57.7	-3.4	-1.7
90	piano 2	67.3	59.1	63.9	57.4	-3.4	-1.7
91	piano terra	62.4	54.2	60.2	54.4	-2.2	0.2
91	piano 1	64.3	56.1	61.3	55.1	-3.0	-1.0
92	piano terra	59.1	51.2	57.3	51.6	-1.8	0.4

Nome	Piano	Scenario di attuale		Scenario di progetto		Differenza progetto/attuale	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
92	piano 1	60.4	52.1	57.9	51.9	-2.5	-0.2
93	piano terra	68.6	60.3	64.7	58.2	-3.9	-2.1
93	piano 1	68.4	60.1	64.5	57.9	-3.9	-2.2
93	piano 2	67.7	59.4	63.9	57.3	-3.8	-2.1
94	piano terra	65.9	57.6	63.5	57.3	-2.4	-0.3
95	piano terra	68.1	59.8	65.8	59.0	-2.3	-0.8
95	piano 1	68.3	60.1	66.1	59.1	-2.2	-1.0
95	piano 2	67.9	59.7	65.7	58.8	-2.2	-0.9
95	piano 3	67.4	59.1	65.2	58.3	-2.2	-0.8
95	piano 4	66.8	58.5	64.7	57.7	-2.1	-0.8
96	piano terra	65.4	57.2	62.9	56.2	-2.5	-1.0
97	piano terra	65	56.7	63.0	56.9	-2.0	0.2
97	piano 1	66	57.7	63.6	57.2	-2.4	-0.5
97	piano 2	66	57.7	63.5	57.1	-2.5	-0.6
98	piano terra	65.9	57.7	64.0	57.9	-1.9	0.2
98	piano 1	66.8	58.5	64.5	58.2	-2.3	-0.3
98	piano 2	66.8	58.6	64.4	58.0	-2.4	-0.6
98	piano 3	66.6	58.4	64.1	57.6	-2.5	-0.8
99	piano terra	67.6	59.4	65.5	59.1	-2.1	-0.3
99	piano 1	67.9	59.7	65.6	59.1	-2.3	-0.6
100	piano terra	66.9	58.7	65.0	58.8	-1.9	0.1
100	piano 1	67.4	59.2	65.3	58.9	-2.1	-0.3
100	piano 2	67.3	59.1	65.1	58.6	-2.2	-0.5
100	piano 3	67.1	58.8	64.8	58.1	-2.3	-0.7
101	piano terra	65	56.8	62.9	56.5	-2.1	-0.3
101	piano 1	66.3	58.1	63.9	57.2	-2.4	-0.9
101	piano 2	66.5	58.3	64.0	57.3	-2.5	-1.0
101	piano 3	66.4	58.2	63.9	57.1	-2.5	-1.1
101	piano 4	66.1	57.9	63.6	56.9	-2.5	-1.0
101	piano 5	65.8	57.7	63.4	56.7	-2.4	-1.0
101	piano 6	65.6	57.4	63.1	56.4	-2.5	-1.0
101	piano 7	65.3	57.2	62.8	56.1	-2.5	-1.1
101	piano 8	64.9	56.8	62.4	55.8	-2.5	-1.0
102	piano terra	65	56.7	63.1	57.1	-1.9	0.4
102	piano 1	66.1	57.8	63.8	57.4	-2.3	-0.4
102	piano 2	66.2	57.9	63.8	57.3	-2.4	-0.6

Nome	Piano	Scenario di attuale		Scenario di progetto		Differenza progetto/attuale	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
102	piano 3	66	57.8	63.5	57.0	-2.5	-0.8
103	piano terra	68.1	59.8	65.3	58.6	-2.8	-1.2
103	piano 1	68.2	59.9	65.4	58.6	-2.8	-1.3
104	piano terra	65.3	57	62.9	56.3	-2.4	-0.7
104	piano 1	66.3	58.1	63.7	56.9	-2.6	-1.2
104	piano 2	66.4	58.1	63.8	56.9	-2.6	-1.2
104	piano 3	66.2	58	63.6	56.6	-2.6	-1.4
105	piano terra	64.1	55.7	61.6	55.4	-2.5	-0.3
105	piano 1	64.8	56.5	62.1	55.7	-2.7	-0.8
105	piano 2	64.8	56.4	62.0	55.4	-2.8	-1.0
105	piano 3	64.5	56.2	61.7	55.1	-2.8	-1.1
105	piano 4	64.1	55.9	61.3	54.6	-2.8	-1.3
106	piano terra	63	54.3	59.9	54.1	-3.1	-0.2
106	piano 1	63.5	54.9	60.2	54.1	-3.3	-0.8
106	piano 2	63.4	54.9	60.2	54.0	-3.2	-0.9
107	piano terra	62.3	53.5	59.3	53.5	-3.0	0.0
107	piano 1	62.3	53.6	59.2	53.2	-3.1	-0.4
108	piano terra	63.9	55.1	61.0	55.4	-2.9	0.3
108	piano 1	63.5	54.8	60.3	54.6	-3.2	-0.2
109	piano terra	62.2	53.7	59.6	54.3	-2.6	0.6
109	piano 1	62.3	53.7	59.3	53.9	-3.0	0.2
109	piano 2	61.8	53.3	58.7	53.2	-3.1	-0.1
109	piano 3	61.2	52.7	58.0	52.4	-3.2	-0.3
109	piano 4	60.5	52.1	57.3	51.8	-3.2	-0.3
109	piano 5	59.8	51.6	56.7	51.2	-3.1	-0.4
109	piano 6	59.3	51.1	56.2	50.8	-3.1	-0.3
110	piano terra	54.7	47.7	57.2	52.5	2.5	4.8
110	piano 1	55.6	48.5	57.6	52.6	2.0	4.1
110	piano 2	56.1	48.9	57.6	52.5	1.5	3.6
110	piano 3	56.4	49.2	57.6	52.4	1.2	3.2
110	piano 4	56.8	49.5	57.5	52.2	0.7	2.7
110	piano 5	57	49.9	57.4	52.1	0.4	2.2
110	piano 6	57.2	50.1	57.2	51.9	0.0	1.8
110	piano 7	57.3	50.4	57.1	51.8	-0.2	1.4
110	piano 8	57.4	50.5	56.9	51.6	-0.5	1.1
110	piano 9	57.6	50.7	56.8	51.5	-0.8	0.8

Nome	Piano	Scenario di attuale		Scenario di progetto		Differenza progetto/attuale	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
111	piano terra	55.5	48.3	57.5	52.5	2.0	4.2
111	piano 1	56.3	49.1	57.8	52.6	1.5	3.5
111	piano 2	56.6	49.4	57.9	52.6	1.3	3.2
111	piano 3	56.9	49.7	57.8	52.4	0.9	2.7
111	piano 4	57.1	49.9	57.7	52.2	0.6	2.3
111	piano 5	57.4	50.2	57.6	52.0	0.2	1.8
111	piano 6	57.7	50.4	57.5	51.8	-0.2	1.4
111	piano 7	58	50.8	57.5	51.6	-0.5	0.8
112	piano terra	56.7	49.6	58.0	53.0	1.3	3.4
112	piano 1	57.6	50.4	58.4	53.1	0.8	2.7
112	piano 2	58.2	50.9	58.6	53.1	0.4	2.2
112	piano 3	58.8	51.5	58.7	53.1	-0.1	1.6
112	piano 4	59.2	51.9	58.8	53.0	-0.4	1.1
112	piano 5	59.4	52.1	58.7	52.9	-0.7	0.8
112	piano 6	59.5	52.2	58.6	52.7	-0.9	0.5
112	piano 7	59.6	52.3	58.5	52.5	-1.1	0.2
112	piano 8	59.6	52.3	58.4	52.4	-1.2	0.1
112	piano 9	59.6	52.4	58.2	52.2	-1.4	-0.2
113	piano terra	64.7	57.1	62.8	55.8	-1.9	-1.3
113	piano 1	66	58.3	63.8	56.4	-2.2	-1.9
113	piano 2	66	58.4	63.9	56.3	-2.1	-2.1
114	piano terra	64.5	57	62.8	55.8	-1.7	-1.2
114	piano 1	65.9	58.3	63.8	56.4	-2.1	-1.9
114	piano 2	65.9	58.3	63.8	56.3	-2.1	-2.0
115	piano terra	65.4	57.9	64.0	56.9	-1.4	-1.0
115	piano 1	66.4	58.9	64.8	57.3	-1.6	-1.6
115	piano 2	66.4	58.8	64.7	57.2	-1.7	-1.6
116	piano terra	62.1	55.2	58.0	54.0	-4.1	-1.2
116	piano 1	63.8	56.5	58.3	54.0	-5.5	-2.5
116	piano 2	64.1	56.8	58.5	54.0	-5.6	-2.8
116	piano 3	64	56.8	58.5	54.1	-5.5	-2.7
116	piano 4	63.8	56.8	58.4	54.1	-5.4	-2.7
117	piano -1	65.1	64.6	65.1	64.7	0.0	0.1
117	piano terra	64.8	64.6	65.0	64.6	0.2	0.0
118	piano terra	70.1	61.6	70.5	61.8	0.4	0.2
118	piano 1	70.3	61.8	70.6	62.0	0.3	0.2



Nome	Piano	Scenario di attuale		Scenario di progetto		Differenza progetto/attuale	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
118	piano 2	70	61.4	70.2	61.6	0.2	0.2
118	piano 3	69.5	60.9	69.7	61.1	0.2	0.2
118	piano 4	69	60.5	69.2	60.6	0.2	0.1
118	piano 5	68.6	60	68.7	60.1	0.1	0.1
118	piano 6	68.2	59.6	68.3	59.7	0.1	0.1
119	piano terra	69.9	63.2	69.7	62.5	-0.2	-0.7
119	piano 1	70.5	63.1	70.1	62.4	-0.4	-0.7
119	piano 2	70.4	62.7	69.9	62.0	-0.5	-0.7
119	piano 3	70	62.3	69.5	61.7	-0.5	-0.6
119	piano 4	69.6	61.9	69.0	61.9	-0.6	0.0
119	piano 5	69.2	61.5	68.6	60.8	-0.6	-0.7
120	piano terra	67.9	60.3	66.1	59.9	-1.8	-0.4
120	piano 1	68.7	60.8	66.6	60.2	-2.1	-0.6
120	piano 2	68.7	60.8	66.5	60.0	-2.2	-0.8
120	piano 3	68.4	60.5	66.2	59.6	-2.2	-0.9
120	piano 4	67.8	59.9	65.6	59.0	-2.2	-0.9
120	piano 5	67.3	59.5	65.1	58.4	-2.2	-1.1
120	piano 6	66.8	59	64.6	57.9	-2.2	-1.1
120	piano 7	66.4	58.6	64.0	57.2	-2.4	-1.4
121	piano terra	53.2	50.4	54.3	50.8	1.1	0.4
121	piano 1	53.5	50.4	54.7	50.8	1.2	0.4
122	piano terra	59.5	58.3	59.6	58.4	0.1	0.1
122	piano 1	59.3	57.6	59.3	57.6	0.0	0.0
123	piano terra	62.5	54.9	57.9	50.2	-4.6	-4.7
124	piano terra	65.5	57.8	60.8	53.0	-4.7	-4.8
124	piano 1	67.1	59.4	62.3	54.6	-4.8	-4.8
125	piano terra	61.7	54	58.1	50.4	-3.6	-3.6
125	piano 1	62.8	55.1	59.1	51.3	-3.7	-3.8
125	piano 2	63.8	56.2	60.1	52.3	-3.7	-3.9
125	piano 3	64.4	56.8	60.6	52.9	-3.8	-3.9
126	piano terra	60.5	52.8	55.8	48.1	-4.7	-4.7
126	piano 1	61.4	53.8	56.7	49.0	-4.7	-4.8
127	piano terra	65	64.8	65.3	64.9	0.3	0.1
127	piano 1	64.9	64.7	65.2	64.8	0.3	0.1
128	piano terra	56.1	54.2	56.7	54.4	0.6	0.2
128	piano 1	56.3	53.4	56.7	53.7	0.4	0.3

Nome	Piano	Scenario di attuale		Scenario di progetto		Differenza progetto/attuale	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
129	piano terra	58.7	51	58.0	50.5	-0.7	-0.5
129	piano 1	59.1	51.3	58.4	50.9	-0.7	-0.4
129	piano 2	58.8	51.1	58.2	50.8	-0.6	-0.3
129	piano 3	58.4	50.7	57.9	50.5	-0.5	-0.2
129	piano 4	57.9	50.2	57.5	50.1	-0.4	-0.1
130	piano terra	54.4	47.1	54.7	47.6	0.3	0.5
130	piano 1	56.5	49.2	56.5	49.3	0.0	0.1
131	piano terra	55.9	48.6	56.4	49.4	0.5	0.8
131	piano 1	57.1	49.7	57.3	50.2	0.2	0.5
Centro Sociale Anziani Autogestito Corti	piano terra	41.7	35.6	41.5	36.2	-0.2	0.6
ECIPAR Regionale	piano terra	46.6	38.7	46.2	39.0	-0.4	0.3
Istituto Comprensivo 4 Bologna	piano terra	52.6	45.1	48.2	41.0	-4.4	-4.1
Istituto comprensivo n. 15	piano terra	49.9	42	49.8	42.1	-0.1	0.1
Istituto Professionale Aldrovandi Rubbia	piano terra	63.2	54.8	62.8	54.3	-0.4	-0.5
Istituto Salesiano della Beata Vergine d	piano terra	59.7	51.9	59.0	51.5	-0.7	-0.4
Istituto San Vincenzo Paoli	piano terra	59.1	51.3	58.8	51.1	-0.3	-0.2
Liceo Galvani Succursale	piano terra	64.5	56.3	64.4	56.3	-0.1	0.0
Liceo Scientifico Statale Albert Bruce Sabin	piano terra	68.7	62.4	65.2	61.0	-3.5	-1.4
Nido di infanzia comunale Papini	piano terra	53.3	45.3	51.7	44.3	-1.6	-1.0
Scuola Materna Comunale Mago Merlino	piano terra	51.5	43.4	51.5	43.4	0.0	0.0
Scuola Materna Statale Villa Salina	piano terra	53.9	47	54.3	47.0	0.4	0.0
Scuola Media Testoni Fioravanti	piano terra	51.2	43	48.5	41.4	-2.7	-1.6
Scuola Primaria Edmondo de Amicis	piano terra	53.6	46.6	53.9	48.1	0.3	1.5
Scuole Pubbliche Elementari Via A. de Vincenzo	piano terra	55	47	54.1	46.3	-0.9	-0.7
Scuole Pubbliche/Nido D'Infanzia Comunale	piano terra	55.2	47.5	55.1	47.5	-0.1	0.0
201	piano terra	65.8	58	63.3	55.6	-2.5	-2.4
201	piano 1	66.8	59.1	64.4	56.7	-2.4	-2.4
201	piano 2	66.9	59.1	64.6	56.8	-2.3	-2.3
201	piano 3	66.7	59	64.4	56.7	-2.3	-2.3
202	piano terra	67.2	59.5	64.5	56.8	-2.7	-2.7
202	piano 1	67.6	59.9	64.9	57.2	-2.7	-2.7
202	piano 2	67.4	59.7	64.7	57.1	-2.7	-2.6

Nome	Piano	Scenario di attuale		Scenario di progetto		Differenza progetto/attuale	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
203	piano terra	63.7	55.9	60.6	52.8	-3.1	-3.1
203	piano 1	64.9	57.1	61.8	53.9	-3.1	-3.2
203	piano 2	65.1	57.2	61.9	54.1	-3.2	-3.1
203	piano 3	65	57.1	61.8	54.0	-3.2	-3.1
204	piano terra	60.4	52.6	58.2	50.4	-2.2	-2.2
204	piano 1	61.9	54	59.4	51.6	-2.5	-2.4
204	piano 2	62.6	54.8	60.1	52.4	-2.5	-2.4
204	piano 3	62.9	55	60.3	52.6	-2.6	-2.4
204	piano 4	62.9	55	60.4	52.6	-2.5	-2.4
204	piano 5	62.8	54.9	60.3	52.6	-2.5	-2.3
204	piano 6	62.6	54.8	60.2	52.4	-2.4	-2.4
204	piano 7	62.5	54.7	60.1	52.4	-2.4	-2.3
204	piano 8	62.3	54.5	60.0	52.3	-2.3	-2.2
204	piano 9	62.2	54.3	59.9	52.2	-2.3	-2.1
204	piano 10	62.1	54.2	59.9	52.1	-2.2	-2.1
205	piano terra	68.8	60.5	68.2	59.8	-0.6	-0.7
205	piano 1	67.9	59.5	67.3	58.9	-0.6	-0.6
205	piano 2	66.6	58.3	66.0	57.6	-0.6	-0.7
206	piano terra	65.8	57.7	64.8	57.1	-1.0	-0.6
206	piano 1	65.7	57.6	64.7	57.0	-1.0	-0.6
206	piano 2	65.1	57	64.2	56.4	-0.9	-0.6
207	piano terra	68.4	60.5	68.3	60.6	-0.1	0.1
207	piano 1	69	61.1	68.9	61.2	-0.1	0.1
208	piano terra	61	53	60.8	53.0	-0.2	0.0
208	piano 1	62.2	54.2	61.9	54.1	-0.3	-0.1
208	piano 2	62.7	54.6	62.4	54.6	-0.3	0.0
209	piano terra	61.6	52.9	58.5	50.9	-3.1	-2.0
209	piano 1	61.5	52.9	58.4	50.8	-3.1	-2.1
209	piano 2	60.8	52.2	57.8	50.3	-3.0	-1.9
210	piano terra	59.3	51.8	61.7	54.0	2.4	2.2
210	piano 1	58.1	50.6	60.4	52.7	2.3	2.1
210	piano 2	56.7	49.3	58.8	51.2	2.1	1.9
211	piano terra	56.5	48.3	56.5	48.8	0.0	0.5
211	piano 1	58.4	50.4	58.3	50.5	-0.1	0.1
211	piano 2	59.4	51.4	59.4	51.6	0.0	0.2
211	piano 3	59.8	51.8	59.7	52.0	-0.1	0.2

Nome	Piano	Scenario di attuale		Scenario di progetto		Differenza progetto/attuale	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
212	piano terra	57.5	49.3	57.0	49.8	-0.5	0.5
212	piano 1	58.2	49.9	57.4	50.0	-0.8	0.1
212	piano 2	58.5	50.3	57.6	50.2	-0.9	-0.1
212	piano 3	58.8	50.5	57.8	50.3	-1.0	-0.2
212	piano 4	59.1	50.9	57.9	50.5	-1.2	-0.4
212	piano 5	59.5	51.3	58.2	50.7	-1.3	-0.6
213	piano terra	58.2	50	59.8	51.8	1.6	1.8
214	piano terra	63.3	55	65.1	57.2	1.8	2.2
215	piano terra	59.2	51.3	62.7	54.9	3.5	3.6
216	piano terra	58.8	51	61.2	53.5	2.4	2.5
217	piano terra	63	55.2	64.9	57.2	1.9	2.0
218	piano terra	68.5	60.6	69.3	61.0	0.8	0.4
219	piano terra	67.5	59.4	68.5	60.4	1.0	1.0
220	piano terra	70.6	62.6	70.6	62.6	0.0	0.0
221	piano terra	70.7	62.6	71.0	63.0	0.3	0.4
222	piano terra	71.7	63.8	72.2	64.2	0.5	0.4
223	piano terra	73.8	65.8	74.5	66.5	0.7	0.7
224	piano terra	66.2	58.3	66.9	59.0	0.7	0.7
225	piano terra	62.6	54.7	62.8	54.9	0.2	0.2
226	piano terra	73.8	66.1	73.9	66.2	0.1	0.1
227	piano terra	65.7	57.6	67.4	59.3	1.7	1.7
227	piano 1	65.7	57.6	67.4	59.3	1.7	1.7
227	piano 2	65	57	66.7	58.6	1.7	1.6
227	piano 3	64.3	56.3	66.0	57.9	1.7	1.6

in verde sono evidenziati i recettori in classe I

Dalle simulazioni sviluppate riassunte nei risultati delle tabelle sopra esposte, e non applicando alcuna mitigazione, si evince che nello scenario di progetto, ossia con il passaggio della linea tranviaria si assiste ad un miglioramento dei valori di pressione acustica, al netto della tolleranza modellistica (+/-0,5 dB), su quasi tutti i recettori individuati lungo il tracciato dell'infrastruttura e non si ha nessun nuovo superamento del limite normativo per alcun recettore.

Gli unici recettori per i quali si stima una variazione positiva del livello di pressione sonora sono ubicati in prossimità di viabilità lungo le quali è previsto un incremento del traffico stradale, ossia lungo Via Algardi (nel tratto compreso tra la Via Ferrarese e Via Raimondi), Via Ferrarese (nel tratto compreso tra la Via Algardi e Via Creti), Via Barbieri, Via Gobetti (nel tratto compreso tra la Via Barbieri e Via Erbosa), Via della Beverara (nel tratto compreso tra la Via Gagarin e Via Marco Polo), Via dell'Arcoveggio (nel tratto compreso tra la Via Giardini e Via delle Fonti), Via Lipparini (nel tratto compreso tra la Via Stendhal e Via di Corticella), Via di Corticella (nel tratto compreso tra la Via delle Fonti e Via dell'Arcoveggio); Via Byron (nel tratto compreso tra la Via Sant'Anna e Via Shakespeare), Via Cristoforo Colombo (nel tratto compreso tra l'uscita della tangenziale Lame Nord e Via di Corticella).

Inoltre si rileva un lieve aumento dei livelli di pressione sonora presso i recettori più prossimi al parcheggio Bassanelli.

Le mappe acustiche dello scenario comparativo attuale-progetto, diurno e notturno sono riportate in allegato 9 ed in allegato 10 relativamente alle simulazioni all'interno del buffer 500 metri dalla linea tramviaria e in allegato 17 ed in allegato 18 per quel che concerne le simulazioni delle viabilità esterne al buffer 500 metri.

#### 4.3.5.7 Mitigazioni acustiche

Dal confronto tra i valori acustici rilevati ed i valori acustici previsionali stimati, risulta che la variazione positiva del clima acustico in facciata ad alcuni recettori è da riferirsi al traffico veicolare privato e pubblico pertanto, qualora gli studi di traffico che saranno sviluppati nelle prossime fasi progettuali confermassero i volumi di traffico privato e pubblico previsti in fase di PFTE, sarà necessario adottare specifiche mitigazioni acustiche.

Nello specifico le mitigazioni, da sviluppare nelle successive fasi progettuali, potranno consistere nella realizzazione di un asfalto fonoassorbente nei soli tratti lungo le viabilità interessata dall'incremento di traffico, che comporta un lieve peggioramento del clima acustico.

Come riportato nel documento redatto da ISPRA “Progetto di Linee guida per la stesura del piano di contenimento del rumore previsto dal DM 29/11/2000 da parte dei gestori di trasporto pubblico”, la riduzione delle emissioni acustiche dei veicoli circolanti su una tipologia di asfalto fonoassorbente è intrinsecamente legata alla dissipazione del rumore prodotto dal rotolamento dello pneumatico sulla superficie stradale che avviene proprio grazie ai vuoti presenti sull’asfalto, sfruttando le capacità di assorbimento acustico tipiche dei materiali porosi.

E’ riconosciuto che i conglomerati bituminosi dello spessore di circa 4 cm, con una percentuale di vuoti superiore al 18% e fino al 25%, e dimensione degli aggregati 0/10 o 0/12, sono in grado di dimezzare l’energia acustica globalmente emessa da una sorgente posta sopra di essi (riduzione di 3 dBA) a confronto con un asfalto denso tradizionale.

I tratti ove si valuterà, nelle successive fasi progettuali, la posa di asfalto fonoassorbente, quale mitigazione atta a contenere il puntuale peggioramento del clima acustico, saranno i seguenti:

- Via Algardi (nel tratto compreso tra la Via Ferrarese e Via Raimondi) per una lunghezza di circa m. 120;
- Via Ferrarese (nel tratto compreso tra la Via Algardi e Via Creti) per una lunghezza di circa m. 120;
- Via Barbieri per una lunghezza di circa m. 900;
- Via Gobetti (nel tratto compreso tra la Via Barbieri e Via Erbosa) per una lunghezza di circa m. 600;
- Via della Beverara (nel tratto compreso tra la Via Gagarin e Via Marco Polo) per una lunghezza di circa m. 1200;
- Via dell’Arcoveggio (nel tratto compreso tra la Via Giardini e Via delle Fonti) per una lunghezza di circa m. 350;
- Via Lipparini (nel tratto compreso tra la Via Stendhal e Via di Corticella) per una lunghezza di circa m. 300;



- Via di Corticella (nel tratto compreso tra la Via delle Fonti e Via dell'Arcoveggio) per una lunghezza di circa m. 550;
- Via Byron (nel tratto compreso tra la Via Sant'Anna e Via Shakespeare) per una lunghezza di circa m. 550;
- Via Cristoforo Colombo (nel tratto compreso tra l'uscita della tangenziale Lame Nord e Via di Corticella) per una lunghezza di circa m. 2500;

Altri interventi strutturali che possono ridurre significativamente la rumorosità nelle aree urbane possono essere:

- la realizzazione di restringimento della carreggiata o di chicane;
- la realizzazione di rotatorie;
- l'installazione di dossi rallentatori;
- l'installazione di autovelox;
- l'installazione di semafori dissuasori.

Tali soluzioni comportano la riduzione della velocità di transito dei mezzi con conseguente diminuzione delle emissioni acustiche.

Pertanto l'applicazione puntuale di una o più di queste molteplici soluzioni all'interno dell'area urbana si configura come una scelta dell'amministrazione.

Per le aree nelle quali la variazione positiva acustica si presuppone legata anche al passaggio della tramvia, ossia lungo Via Ferrarese (nel tratto compreso tra la Via Algardi e Via Creti) e Via Byron (nel tratto compreso tra la Via Sant'Anna e Via Shakespeare), si potranno valutare opportuni accorgimenti quali:

lubrificazione del sistema rotaia/ruota mediante l'utilizzo di grasso biodegradabile per ridurre lo stridìo;

utilizzo di sistema di "armamento massivo" con utilizzo di materassino antivibrante da posare sotto la soletta di cemento su cui sono appoggiate le rotaie;

utilizzo di una gomma per il rivestimento dei binari, efficace anche contro le vibrazioni;  
modifica del profilo delle ruote;  
riduzione della velocità della tramvia.

Infine nei casi in cui gli sforzi effettuati per contenere i livelli sonori non risultino sufficienti, si può ipotizzare il ricorso ad interventi puntuali di mitigazione del rumore, quali ad esempio il raddoppio degli infissi e/o l'installazione di finestre fonoisolanti/silenti, atti a non conseguire la variazione acustica positiva evidenziata.

#### 4.4 VIBRAZIONI

Negli ultimi anni, il continuo aumento della domanda di trasporto su gomma e su rotaia, legato al processo di sviluppo economico e sociale del nostro Paese, ha portato ad una maggiore attenzione al fenomeno legato alla propagazione delle vibrazioni ambientali, indotte dai mezzi di trasporto, da parte della popolazione residente in prossimità delle infrastrutture di trasporto. A tal proposito, si evidenzia come negli ultimi anni, il rumore e le vibrazioni indotte dal traffico veicolare lungo le infrastrutture di trasporto su terra e rotaia sono diventate le principali cause di impatto ambientale di cui occorre tenere opportuna considerazione sia nelle attività di gestione delle stesse strutture di trasporto ma ancor di più in sede di progettazione preliminare di nuove strutture.

Tuttavia, per completezza di informazione è doveroso sottolineare come ancora oggi non è disponibile una vasta casistica sperimentale che permette di valutare teoricamente l'effetto delle vibrazioni prodotte dall'infrastruttura di trasporto partendo unicamente dalla caratterizzazione geologica del terreno.

Il presente studio prenderà in esame il "fenomeno delle vibrazioni" indotte dal passaggio del un convoglio tranviario ed il possibile disturbo della popolazione residente sia ai danni delle strutture.

Si intendono con tale termine i moti delle strutture (nel caso specifico di manufatti edili) a frequenze comprese fra 1 e 80 Hz.

Normalmente la caratterizzazione viene effettuata in termini di valore medio efficace (RMS) della velocità (in mm/s) oppure della accelerazione (in mm/s<sup>2</sup>): si usa solitamente la velocità per valutare gli effetti delle vibrazioni sugli edifici, e l'accelerazione per valutare la percezione umana.

Tuttavia, si può convertire i valori di accelerazione a nei corrispondenti valori di velocità  $v$ , nota la frequenza " $f$ ", tramite la relazione:

$$v = \frac{a}{2 \cdot \pi \cdot f}$$

Convenzionalmente, in analogia con le analisi del rumore, sia i valori di velocità che quelli di accelerazione vengono valutati sulla scala dei dB, tramite le relazioni:

$$L_{acc} = 20 \cdot \lg \left[ \frac{a}{a_0} \right] \qquad L_{vel} = 20 \cdot \lg \left[ \frac{v}{v_0} \right]$$

nelle quali compaiono i valori di riferimento  $a_0 = 0.001 \text{ mm/s}^2$  e  $v_0 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ mm/s}$ .

#### 4.4.1 ORIGINE DELLE VIBRAZIONI

Il passaggio di un convoglio tranviario su un binario dotato di armamento tradizionale (rotaie continue saldate, traversine in CLS, ballast) è fonte di emissione di vibrazioni nel terreno circostante, che si propagano a loro volta sulle strutture situate entro determinate distanze in funzione della natura del terreno e dei livelli di vibrazione indotti dal sistema ferroviario.

Le origini del fenomeno sono le stesse che causano le emissioni di rumore potenzialmente disturbanti, ed in particolare il contatto "ruota-rotaia", dove piccole imperfezioni superficiali causano improvvise variazioni delle forze di contatto, che a loro volta causano il moto vibratorio della rotaia stessa.

L'eccitazione è principalmente in senso verticale, ma nel corso della propagazione nel terreno e dell'interazione con gli edifici possono svilupparsi non trascurabili componenti di movimento anche in senso orizzontale.

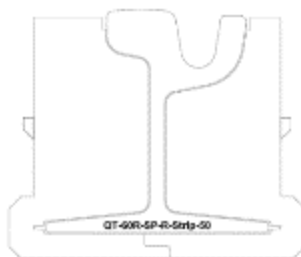
Lo spettro delle forze di eccitazione, costituito come visto da micro-impulsi, è tipicamente a banda larga.

Esso si applica però a strutture dotate di specifiche frequenze di risonanza, per cui su una superficie orizzontale posta sotto il ballast si rileva uno spettro tipico di accelerazione che presenta normalmente due picchi:

- uno situato a circa 8-10 Hz;
- e l'altro, con livello più elevato, a circa 40-50 Hz.

L'utilizzo di sistemi di armamento più moderni, con elementi elastici interposti nell'organo di attacco della rotaia, e con una struttura sottostante massiva, portano ad una notevole riduzione delle vibrazioni prodotte e trasmesse.

Inoltre, il contatto "elastico" indotto da questi sistemi di armamento ed il loro elevato fattore di perdita (ottenuto con l'impiego di speciali materiali ad alto smorzamento) fanno sì che il primo picco a frequenza inferiore a 10 Hz scompaia in modo pressoché totale nelle linee tranviarie dotate di armamento "flottante".



L'aumento del carico sulla ruota e della velocità del convoglio causano naturalmente un sistematico aumento del livello di vibrazione:

raddoppiando il carico sull'assale, il livello di accelerazione aumenta da 2 a 4 dB (in media 3 dB);  
raddoppiando la velocità del convoglio, il livello di accelerazione aumenta da 4 a 6 dB (in media 5 dB).

Con armamento nuovo ed in condizioni di finitura ideali, è auspicabile che il perfetto contatto "ruota-rotaia" porti ad una situazione iniziale molto "favorevole", ipotizzabile in uno smorzamento delle forze di eccitazione sulla rotaia di almeno 10 dB.

Tuttavia, tale beneficio è destinato a ridursi fortemente ed a scomparire poi definitivamente nel corso degli anni a causa della normale usura del sistema, di esso tuttavia non si terrà conto in questa valutazione.

#### 4.4.2 PROPAGAZIONE DELLE VIBRAZIONI

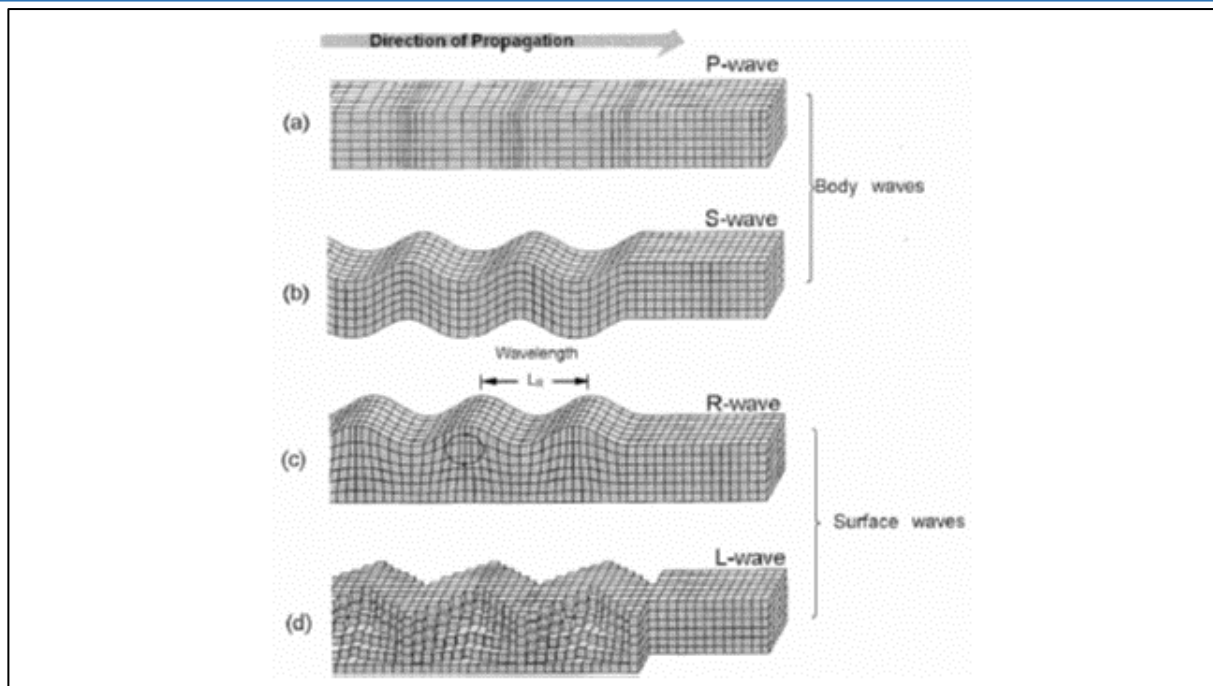
Dato un prefissato livello di vibrazione, esso si propaga nel terreno circostante, subendo una attenuazione che dipende da:

- natura del terreno,
- frequenza del segnale
- distanza fra il punto di eccitazione e quello di valutazione dell'effetto.

A tal proposito, si possono distinguere tre tipi principali di onde che trasportano energia vibrazionale:

- Onde di compressione (onda P);
- Onde di taglio (onda S);
- Onde di superficie (orizzontali: onde R, e verticali: onde L).

I primi due tipi sono onde di volume ("body-waves"), mentre il terzo rappresenta le onde di superficie, le quali si propagano sull'interfaccia fra due strati con diverse proprietà meccaniche, principalmente quindi sulla superficie di separazione fra terreno ed aria. La seguente figura mostra schematicamente i diversi tipi di onde:



Va anche osservato, per completezza di informazione, che il tipo “d” (onde L-wave) non viene facilmente eccitato dal transito di tram, in quanto richiederebbe l'imposizione di moti orizzontali alla fonte delle vibrazioni.

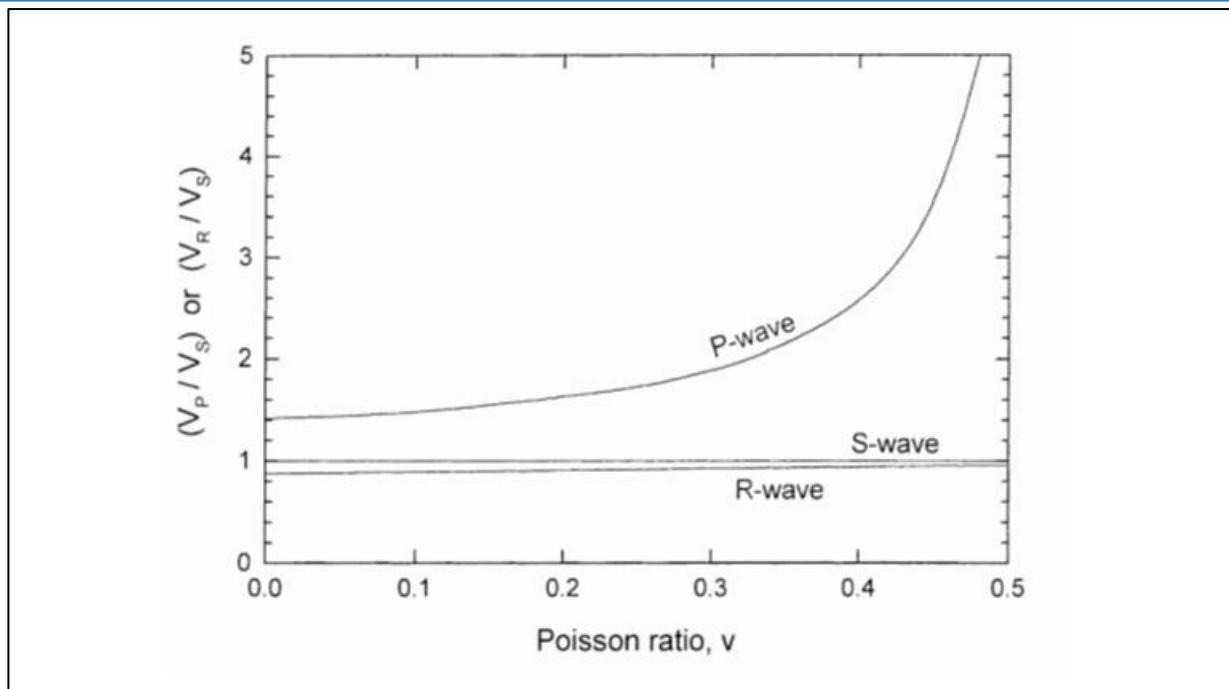
Nella pratica invece, allorché l'armamento poggia sul piano di campagna, si può ritenere che vi sia predominio delle onde di superficie ed in particolare di tipo “R” che corrono sulla interfaccia suolo-aria.

Va inoltre osservato che la velocità di propagazione dei diversi tipi di onde sull'interfaccia suolo-aria non è la stessa:

- le onde di compressione (onde P) sono le più veloci;
- le onde di taglio e di superficie viaggiano con velocità più basse, in dipendenza del valore del modulo di Poisson del terreno.

La seguente figura mostra il rapporto fra velocità di propagazione delle onde P ed R riferito alla velocità di propagazione delle onde di superficie S.





Il modello di propagazione utilizzato nel proseguo del presente studio è valido per tutti tre i tipi di onde considerati (P, S, R) e di basa sulla seguente formulazione (Dong-Soo Kim, Jin-Sun Lee – “Propagation and attenuation characteristics of various ground vibrations” -Soil Dynamics and Earthquake Engineering 19 (2000) 115–126):

$$a(d, f) = a(d_0, f) \cdot \left( \frac{d_0}{d} \right)^n \cdot e^{-2\pi f \eta / c (d - d_0)}$$

in cui:

- $\eta$  è il fattore di perdita del terreno, c;
- la velocità di propagazione in m/s;
- $f$  la frequenza in Hz;
- $d$  la distanza in m;
- $d_0$  la distanza di riferimento a cui è noto lo spettro di emissione (nel proseguo assunta pari a 5m).

L'esponente “n” invece varia a seconda del tipo di onda e di sorgente di vibrazioni.

In particolare, la seguente tabella mostra i valori di “n”:

Values of attenuation coefficient due to radiation damping for various combinations of source location and type

Source location	Source type	Induced wave	<i>n</i>
Surface	Point	Body wave	2.0
		Surface wave	0.5
	Infinite line	Body wave	1
		Surface wave	0
In-depth	Point	Body wave	1.0
	Infinite line		0.5

Ipotizzando il raggiungimento dei livelli massimi, si deve sempre prendere in considerazione una sorgente concentrata, si ha che l'esponente "n" vale:

- 0.5 per le onde di superficie (predominanti in caso di sorgente posta in superficie);
- 1.0 per le onde di volume (predominanti in caso di sorgente profonda, come nel caso di fondazione su pali).

Il termine "esponenziale" rappresenta invece i fenomeni di dissipazione di energia meccanica in calore, che come si vede va crescendo proporzionalmente alla frequenza.

$$-2 \cdot \pi \cdot f \cdot \eta / c \cdot (d - d_0)$$

Per tale motivo la relazione sopra utilizzata dissipa "velocemente" le alte frequenze mentre le basse percorreranno percorsi maggiori.

Il rapporto  $\eta/c$  dipende dal particolare tipo di terreno considerato, ed assume valori elevati nel caso di terreno coltivato soffice, mentre assume valori molto modesti nel caso di pavimentazioni rigide ad esempio CLS.

Con riferimento alla propagazione di onde superficiali non si considera il caso di terreni stratificati, o della presenza di disomogeneità di vario genere che possono ostacolare o favorire la propagazione delle vibrazioni.

#### 4.4.3 ATTENUAZIONI/AMPLIFICAZIONI DOVUTE ALLA PRESENZA DI MANUFATTI EDILI

Il modello di calcolo semplificato di propagazione dei livelli di accelerazione illustrato nei paragrafi precedenti si riferisce ai soli fenomeni che avvengono nel terreno, ipotizzando lo stesso omogeneo.

Nella realtà, in presenza di edifici collegati al terreno mediante sistemi di fondazione di vario tipo, può accadere che i livelli stessi di accelerazione riscontrabili all'interno degli edifici possono presentare sia attenuazioni, sia amplificazioni rispetto ai livelli sul terreno.

In particolare, diversi sistemi di fondazione producono una attenuazione più o meno pronunciata dei livelli di accelerazione misurabili sulla fondazione stessa rispetto a quelli nel terreno circostante.

Tale aspetto è legato al fatto che l'interfaccia "terreno-struttura" non è perfettamente solidale, e pertanto genera fenomeni dissipativi, condizionati dalla tipologia delle fondazioni (es. a platea, su plinti isolati, su travi rovesce, su pali, etc.).

Altresì, va inoltre preso in esame il fenomeno della risonanza strutturale di elementi dei fabbricati, ed in particolare dei solai, che nel caso in cui la frequenza di eccitazione coincide con la frequenza naturale di oscillazione libera della struttura, la stessa manifesta un rilevante aumento dei livelli di vibrazione rispetto a quelli presenti alla base della stessa.

Un'analisi desumibile da bibliografia scientifica, mostra che i livelli medi di accelerazione misurati sui pavimenti sono superiori di circa 5 dB rispetto a quelli misurati sul terreno, in alcuni casi si può arrivare ad un incremento anche di 20 dB nel caso del pavimento del piano terra con frequenza di risonanza di circa 40 Hz.

È ovvio quindi come l'effetto complessivo di questi fenomeni possa in generale portare ad una variazione dei livelli di vibrazione, misurati al centro dei solai, da 0 a +12 dB rispetto ai livelli sul terreno.

Una stima dell'effetto locale di riduzione/amplificazione di ciascun edificio è possibile parametrizzando gli effetti combinati secondo il seguente schema, valutando:

l'attenuazione delle fondazioni, assumendo un valore pari a :

- 0 dB per le fondazioni a platea;

- 3 dB per fondazioni su travi rovesce in CLS;
- 5 dB nel caso di fondazioni in muratura o comunque nel caso di fondazioni che non abbiano capacità di immorsamento;

l'amplificazione dovuta alla risonanza dei solai, assumendo una amplificazione di 5 dB per solai in laterocemento con frequenza propria di 20 Hz, a cui sommare i seguenti contributi:

- effetto della variazione della frequenza di risonanza: se la stessa è maggiore di 20 Hz e minore di 40 Hz, si incrementa linearmente il valore di base, che viene fatto variare da 5 dB a 20 Hz sino a 20 dB a 40 Hz;
- effetto dell'incastro del solaio: appoggio semplice -2.0 dB; incastro imperfetto 0.0 dB; incastro perfetto +5.0 dB;
- Rapporto rigidezza/peso specifico del materiale: solaio in laterocemento 0.0 dB; volte o archi in muratura -4.0 dB;
- Spessore del solaio: h = 40 cm +8.0 dB; h = 30 cm +3.0 dB; h = 24 cm 0.0 dB; h = 12 cm -2.5 dB;
- Luce del solaio; L = 10 m -4.0 dB; L = 7 m -3.0 dB; L = 5 m -2.0 dB; L = 4 m 0.0 dB; L = 3.5 m +3.0 dB; L = 3.0 m +8.0 dB;

Attenuazione interpiano: si assume prudenzialmente una riduzione di 1 dB per ogni piano al di sopra del piano terra.

Sulla base delle parametrizzazioni suddette, diviene possibile stimare in maniera approssimata per ogni edificio, note le sue caratteristiche costruttive, l'eventuale effetto di amplificazione massima sul solaio più sfavorito.

#### 4.4.4 QUADRO NORMATIVO

Il fenomeno delle emissioni di vibrazioni prodotte da infrastrutture di trasporto, su gomma e/o rotaia, non è soggetta a stringenti normative o più in generale a disposizioni legislative come nel caso delle emissioni rumorose e quindi non è possibile trattare l'argomento con lo stesso livello di dettaglio dell'inquinamento acustico.

Va inoltre detto, che a tutt'oggi, non sono disponibili anche valori limite dei livelli di accelerazione immessi in ambiente di vita.

Al fine di standardizzare tale problematica, vengono prese inizialmente come riferimento due diverse norme su base volontaria rilasciate entrambe dall'Ente Italiano di Normazione (UNI), associazione privata senza scopo di lucro riconosciuta dal nostro Paese e dall'Unione Europea, le quali propongono/consigliano valori di riferimento in funzione della destinazione d'uso degli immobili e più precisamente la norma:

- UNI 9916:2014 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici";
- UNI 9614:2017 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo";

dove:

- la prima fornisce una guida completa per la scelta di appropriati metodi di misurazione, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii per permettere la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica;
- la seconda definisce una prassi metodologica completa per la misurazione delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti interne o esterne agli edifici e i criteri di valutazione del disturbo delle persone all'interno degli edifici stessi.

Tuttavia, in generale danni strutturali all'edificio nel suo insieme attribuibili a fenomeni vibratorii sono estremamente rari e quasi sempre derivano dal concorso di altre cause. Perché le vibrazioni possano arrecare danni strutturali è necessario che esse raggiungano livelli tali da causare, prima, fastidio e disturbo agli occupanti.

Sulla base della precedente considerazione, si prende primariamente in esame il problema della percezione umana delle vibrazioni e quindi la UNI 9916:2017 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo".

La presente norma si applica a tutti i fenomeni che possono dare origine a vibrazioni negli edifici e a titolo esemplificativo e non esaustivo: traffico su gomma e su rotaia, attività industriali e funzionamento di macchinari, attività stradali e di cantiere di varia natura, esplosioni e scoppi, attività umane di qualsiasi natura.

La valutazione del possibile disturbo generato da una sorgente deve essere effettuata confrontando il parametro descrittore del fenomeno con i valori proposti al p.to 9.2 della norma tecnica (UNI 9614:2017) e più precisamente:

Destinazione d'uso	Diurno	Notturmo	Diurno festivo
Ambienti abitativi	7.2 mm/s <sup>2</sup>	3.6 mm/s <sup>2</sup>	5.4 mm/s <sup>2</sup>
Luoghi lavorativi	14 mm/s <sup>2</sup>	14 mm/s <sup>2</sup>	14 mm/s <sup>2</sup>
Ospedali, case di cura ed affini	2 mm/s <sup>2</sup>	2 mm/s <sup>2</sup>	2 mm/s <sup>2</sup>
Asili e case di riposo	3.6 mm/s <sup>2</sup>	3.6 mm/s <sup>2</sup>	3.6 mm/s <sup>2</sup>
Scuole	5.4 mm/s <sup>2</sup>	---	---

#### 4.4.4.1 Analisi della normativa tecnica del discomfort abitativo (UNI 9614)

Le vibrazioni associate alla sorgente oggetto di valutazione è ritenuta fonte di possibile disturbo ai danni degli occupanti degli immobili che insistono sulla linea tramviaria. Le grandezze prese in considerazione devono essere quantificate mediante:

la “accelerazione ponderata massima statistica della sorgente” ( $V_{sor}$ ), che deve essere calcolata a partire dalla “accelerazione ponderata massima statistica” delle vibrazioni immesse ( $V_{imm}$ );

la “accelerazione ponderata massima statistica” delle vibrazioni residue ( $V_{res}$ )

con la seguente equazione:

$$V_{sor} = \sqrt{(V_{imm}^2 - V_{res}^2)}$$

A sua volta l'accelerazione ponderata massima statistica è data dalla seguente equazione:

$$a_{w,95} = \overline{a_{w,max}} + 1,8 \times \sigma$$

dove:

$\overline{a_{w,max}}$



: è il valore medio della massima accelerazione ponderata calcolato mediante la media aritmetica delle massime accelerazioni ponderate  $a_{w,max,j}$  con  $j = 1...N$ , relative agli  $N$  eventi considerati

$$\overline{a_{w,max}} = \frac{\sum_{j=1}^N a_{w,max,j}}{N}$$

$\sigma$  : è lo scarto tipo della distribuzione delle massime accelerazioni ponderate  $a_{w,max,j}$  calcolato mediante l'equazione:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (a_{w,max,j} - \overline{a_{w,max}})^2}{N - 1}}$$

#### 4.4.4.2 Analisi della normativa tecnica sugli effetti degli edifici (UNI 9916)

La presente normativa tecnica non fornisce limiti ben definiti ma fornisce una guida relativa ai metodi di misura, di trattamento dei dati, di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica.

La norma classifica le definizioni di danno in funzione degli effetti che le vibrazioni provocano agli edifici secondo la seguente terminologia:

- danno architettonico (o di soglia): Effetto residuo delle vibrazioni che determina alterazione estetica o funzionale dell'edificio senza comprometterne la stabilità strutturale o la sicurezza degli occupanti. Il danno architettonico si presenta in molti casi con la formazione o l'accrescimento di fessure filiformi sulle superfici dei muri a secco o sulle superfici intonacate o nei giunti di malta delle costruzioni in mattoni;

- danno maggiore: Effetto che si presenta con formazione di fessure più marcate, distacco e caduta di gesso o pezzi di intonaco fino al danneggiamento di elementi strutturali (per esempio fessure nei pilastri e nelle travature, apertura di giunti).

Essa prosegue definendo le caratteristiche delle sorgenti di vibrazioni e della risposta dell'edificio, e pertanto mette in stretta relazione il regime vibrazionale a manifestazioni oggettive degli effetti di quest'ultimo sugli edifici.

La stessa norma fissa anche i valori di riferimento per la velocità di vibrazione per valutare l'azione delle vibrazioni di breve durata sulle costruzioni, riportati nella seguente tabella:

Classe	Tipo di Edificio	Valori di riferimento per la velocità di vibrazione - p.c.p.v. in mm/s				
		Fondazioni			Piano alto	Solai, Comp. Vert.
		Da 1 Hz a 10	Da 1 Hz a 50	da 1 Hz a 100*	tutte le frequenze	tutte le frequenze
1	Costruzioni industriali	20	Varia linear. da 20 (f=10Hz) a 40 (f=50Hz)	Varia linear. da 40 (f=50Hz) a 50 (f=100Hz)	40	20
2	Edifici residenziali	5	Varia linear. da 5 (f=10Hz) a 15 (f=50Hz)	Varia linear. da 15 (f=50Hz) a 20 (f=100Hz)	15	20
3	Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e tutelate	3	Varia linear. da 3 (f=10Hz) a 8 (f=50Hz)	Varia linear. da 8 (f=50Hz) a 10 (f=100Hz)	8	3/4
(*) per frequenze oltre 100 Hz possono essere usati i valori di riferimento per 100 Hz						

Ancora, fissa i valori di riferimento per le componenti orizzontali della velocità di vibrazione (p.c.p.v.) al fine di valutare l'azione delle vibrazioni durature sulle costruzioni, riportati nella tabella seguente:

Classe	Tipo di edificio	Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v. in mm/s (per tutte le frequenze)
1	Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni strutturalmente simili	10
2	Edifici residenziali e costruzioni simili	5
3	Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelate (per esempio monumenti storici)	2,5

#### 4.4.5 VALUTAZIONE DELLE VIBRAZIONI NELLO STATO DI FATTO

Nell'area urbana di Bologna che sarà interessata dalla realizzazione della linea tranviaria "Direttrice per Corticella" non esistono attualmente fonti di vibrazioni specifiche di livello potenzialmente confrontabile con l'emissione propria dei convogli.

Tuttavia, su più strade si ha un sostenuto traffico veicolare stradale, con transito di mezzi pesanti, e pavimentazione dotata di discontinuità.

Pertanto, la situazione ambientale, dal punto di vista vibrazionale, è caratterizzata dai tipici livelli di accelerazione che è possibile riscontrare in qualunque realtà urbana, in presenza di pavimentazione non perfettamente livellata.

Al fine di valutare "a campione" i valori dei livelli delle vibrazioni presenti nella situazione "ante-operam", è stata condotta in data 22 novembre 2018 una campagna di rilevamento (vedi risultati in Allegato 2), in un singolo punto, facendo impiego di idonea strumentazione, ovvero:

- PM01, Via Giacomo Matteotti, di fronte al Teatro Testoni Ragazzi - la Baracca (30 min.) da cui è emerso che l'attuale livello di traffico, con la tipologia di passaggio di veicoli leggeri, pesanti e autobus produce un livello di emissione e di onde meccaniche che non è in grado di generare danni o disturbo alle costruzioni ordinarie e/o monumentali.



Figura 4-43 – Ubicazione punto di realizzazione della campagna di rilevamento delle vibrazioni.

#### 4.4.5.1 Criteri metodologici

La norma UNI 9916 ripropone la DIN 4150-3 nelle tabelle 1, 2 e 3 definisce i limiti da garantire oltre i quali occorre predisporre degli interventi di mitigazione.

Nell'applicazione delle normative del settore è necessario tenere ben presente che i limiti di normativa sono estremamente cautelativi e definiti per "evitare con buona approssimazione danni" e non rappresentano assolutamente la massima sollecitazione sostenibile dal recettore. La definizione di quest'ultima può, infatti essere calcolata solamente per via sperimentale adottando sorgenti di prova e misurazioni monoassiali e triassiali in posizioni significative per l'analisi strutturale del recettore.

Questo tipo di indagine atta a definire il carico dinamico limite sopportabile dal recettore in aggiunta al carico statico viene intrapresa solamente in casi particolari.

**Valori limite di velocità di vibrazione da rispettare per le costruzioni per la non insorgenza di danni di soglia secondo le DIN 4150-3, Tab. 1**

Velocità di oscillazione di riferimento					
Riga	Tipi di edificio	Valori di riferimento per velocità di oscillazione $v_{MAX}$ in mm/s			
		misura sulle fondazioni Frequenze			Misura sull'ultimo solaio orizzontale
		Da 1 a 10 Hz	da 10 a 50 Hz	da 50 a 100 Hz )	tutte le frequenze
1	Costruzioni per attività commerciale, costruzioni industriali e costruzioni con strutture similari	20	da 20 a 40	da 40 a 50	40
2	Edifici abitativi o edifici simili per costruzione o utilizzo	5	da 5 a 15	da 15 a 20	15
3	Edifici che per la loro particolare sensibilità alle vibrazioni non rientrano nelle precedenti classificazioni e che sono da tutelare in modo particolare (monumenti sotto protezione belle arti)	3	da 3 a 8	da 8 a 10	8

(\*) Per frequenze superiori ai 100 Hz possono essere adottati come minimo i valori per 100 Hz

Un altro aspetto molto importante da tenere presente è che non esiste correlazione tra il carico d'onda e gli eventuali danni e la nozione di disturbo:

**Valori limite di velocità di vibrazione da rispettare per la non insorgenza di danni di soglia nelle condutture interrate secondo le DIN 4150-3, Tab. 2**

Velocità di oscillazione di riferimento		
Riga	Materiali componenti le tubazioni	Valori di riferimento per velocità di oscillazione $v_i$ in mm/s sulle tubazioni
1	Acciaio, saldato	100
2	Gres, calcestruzzo, calcestruzzo armato, metallo con o senza flangia	80
3	Muratura plastica	50

Le vibrazioni di natura meccanica generano un'azione di tipo sismico, che in ragione dell'entità del fenomeno e della sua ripetitività può indurre carichi non sopportabili dalle strutture prossime ai cantieri.

Il tema centrale è quello di definire il comportamento del recettore in relazione a prefissati criteri di accettabilità indicati dalla normativa ossia dalla definizione di classe strutturale del recettore.

La vibrazione meccanica o onda sismica durante la diffusione tra la sorgente e il recettore subisce delle modificazioni di frequenze, velocità ed energia in ragione della natura dei terreni e della distanza sorgente-recettore.

Il termine “vibrazione” designa, genericamente, il movimento di una porzione di materia caratterizzato dal ripetuto periodico attraversamento di una posizione di riposo ossia quella che le compete prima dell’inizio del moto.

Le attività legate alle macchine operatrici di cantiere generano vibrazioni nel terreno e onde di sovrappressione nell’aria circostante, rumori; tra i due fenomeni sussistono delle correlazioni ma bisogna sempre tenere ben presente che un’operazione può essere poco rumorosa e causare forti vibrazioni, o molto rumorosa ma poco disturbante per ciò che attiene alle vibrazioni.

Per poter analizzare le emissioni di onde elastiche o sismiche in rapporto all’ambiente circostante occorre conoscere, misurare e definire alcune grandezze caratteristiche:

- Vibrazione emessa dalla/e sorgente/1 [mm/s]
- La durata dell’emissione [t]
- Le frequenze naturali e gli smorzamenti [km/s]
- Le caratteristiche del terreno [Mpa, E, grado di fatturazione]
- La distanza sorgente-recettore [m]
- L’iterazione suolo-recettore [Mpa]
- Tipo e stato del recettore [mm/s]

Ogni macchinario genera delle vibrazioni “caratteristiche” che vengono trasmesse al terreno il quale è un mezzo solitamente anisotropo ossia trasmette l’onda meccanica in maniera non simmetrica rispetto alla sorgente.

Rappresentando la velocità di propagazione rispetto agli assi x, y, z l’affermazione precedente corrisponde a dire che  $V_x$ ,  $V_y$ ,  $V_z$  sono differenti tra loro. Il moto della vibrazione è assimilabile al modello sinusoidale smorzato trattato analiticamente utilizzando la serie di Fourier. La durata dell’emissione è proporzionale al carico d’onda poiché incrementandola si prolunga l’azione delle onde elastiche sul recettore aumentando la sollecitazione a “fatica” e il pericolo di



innescare dei fenomeni di risonanza ossia il raggiungimento di frequenze prossime alla frequenza caratteristica del recettore.

Ogni tipologia di terreno “intatto” è associabile ad una velocità di trasmissione caratteristica, ad esempio le sabbie 0,5 km/s, mentre il basalto 6,0 km/s.

Il significato “fisco” dell’affermazione può essere esemplificato utilizzando il rapporto tra le due velocità caratteristiche, 12, in ragione del quale le variabili d’onda assumono gli stessi valori a distanza 12 volte superiore nel basalto rispetto alla sabbia.

Questi valori caratteristici, provenienti da prove di laboratorio, possono essere però modificati radicalmente ad esempio in caso di fatturazioni, stratificazioni o presenza di lenti di altro materiale.

L’influenza della distanza tra sorgente e recettore per un moto sinusoidale smorzato è, invece, facilmente percepibile.

L’iterazione suolo-recettore dipende, inoltre, da fattori costruttivi conseguenti alla tipologia di fondazioni poste in opera, dai moduli elastici del terreno e delle fondazioni stesse.

Il recettore viene sollecitato dal carico d’onda e quindi, esattamente come per i carichi ordinari è necessario stabilire con buona approssimazione se è in grado di sopportare questo incremento senza subire danni, ossia non superare il limite tensionale:

$$S_{lim} = S_{statico} + S_{sismico}.$$

La definizione della categoria strutturale di appartenenza del recettore al fine della resistenza all’impatto vibrazionale può essere condotta o in senso sperimentale andando a calcolare l’ampiezza caratteristica dei singoli elementi e del manufatto o attenendosi alle classificazioni riportate nelle normative di riferimento.

Le strutture civili e industriali, gli impianti, o qualsiasi altro tipo di recettore solitamente non è stato dimensionato per resistere ad un carico dinamico e di conseguenza definire la sua “resistenza” dinamica induce ad approssimazioni cautelative.

L’entità della pulsazione, della frequenza e della velocità possono indurre in una struttura nata per essere “statica” sollecitazioni ripetitive talmente elevate da provocarne il collasso (si veda il classico esempi di Tacoma bridge).

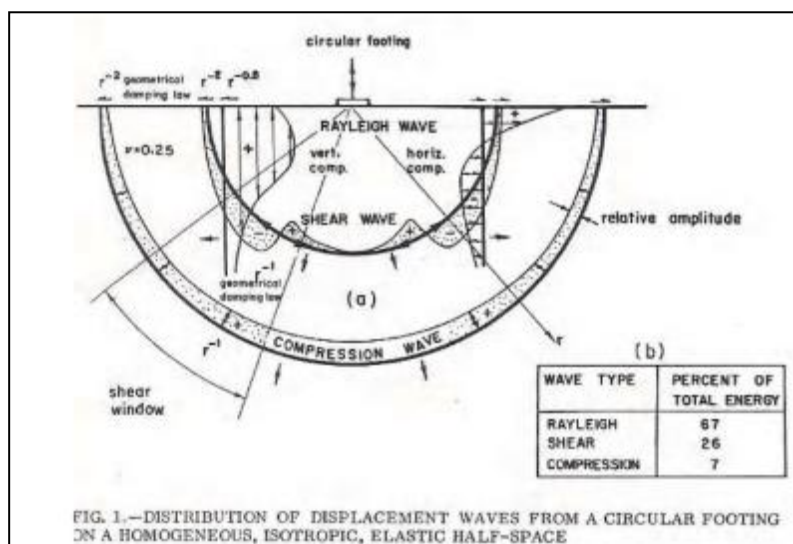
Mentre tutte le altre grandezze che concorrono al carico d'onda sono in qualche modo ricostruibili con tabellazioni, esperienza o misurazioni in situ risulta assai meno immediato determinare i valori limite di frequenza, Hz, e velocità, mm/s, da associare ad un recettore e quante ripetizioni giornaliere siano sostenibili.

Nella pratica professionale corrente la questione viene superata dall'applicazione delle normative le quali definiscono dei limiti da rispettare almeno per le costruzioni ordinarie.

I limiti di normativa sono estremamente cautelativi e definiti per "evitare con buona approssimazione danni".

Sulla base delle ipotesi di isotropia, le onde elastiche possono essere distinte in (vedi figura che segue):

- onda di compressione (onde P): si propaga radialmente nel semispazio sferico posto al di sotto della sorgente (idealmente puntiforme);
- onda di taglio (onde S): si propaga radialmente nel semispazio sferico posto al di sotto della sorgente;
- onda di superficie (onde Rayleigh): si propaga in direzione radiale lungo la superficie.



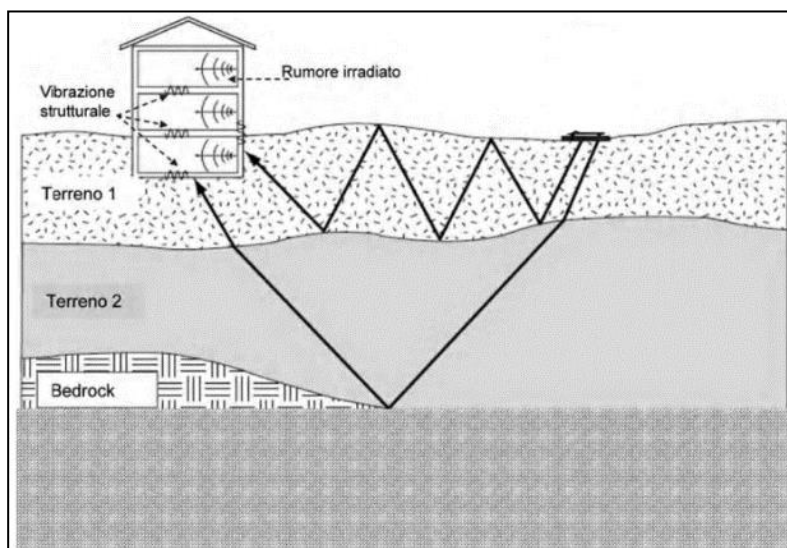
La maggior parte dell'energia viene trasmessa dall'onda R, anche perché questa si muove in un semispazio a contatto con l'aria, e subisce, quindi, effetti smorzanti inferiori.

Le percentuali di energia associate ai diversi tipi di onde sono riportate nella precedente figura.

La riduzione dell'ampiezza di spostamento, ad una distanza  $r$  dalla sorgente, è proporzionale a:

$1/r$  per le onde P — S       $1/r^{0,5}$  per le onde R

Lo schema di propagazione delle onde è rappresentato nella figura seguente dove sono presenti diversi tipi di terreni.



Lo smorzamento delle onde meccaniche è in relazione al modulo elastico e alla coesione dei terreni, pertanto in un terreno compatto si possono generare più facilmente danni da carico d'onda mentre nei terreni non coesivi, sabbia, si presenta il fenomeno dell'addensamento da vibrazioni, le cui conseguenze sono delle deformazioni di abbassamento nei terreni e l'insorgenza nei recettori di danni tipici da cedimento in fondazione.

In caso di terreni non coesivi il limite per i cedimenti da addensamento sono riportati nella tabella qui sotto riportata.

Terreno	Velocità di vibrazione limite	
	$v_1$ (mm/s)	$v_2$ (mm/s)
sabbioso grossolano	50	45
sabbioso medio	90	80
sabbioso fine	125	90
sabbioso argilloso	220	155
argilloso	280 ÷ 450	195 ÷ 315

$v_1$  = in terreno asciutto  
 $v_2$  = in presenza d'acqua

Tutte le rilevazioni sono state eseguite posizionando il sensore al limite del piano viabile e la misurazione rappresenta un'entità che subirà ulteriori smorzamenti.



Figura 4-44 – Posizionamento attrezzatura per esecuzione misura vibrazioni

Le misure sono state eseguite utilizzando sismografi di marca NOMIS, modello miniSupergraph, identificati dal finale del numero di serie: 56 e 19. I sensori tridirezionali sono rispettivamente del tipo 2G e 4G. La frequenza di campionamento è stata mantenuta a 1024/sec per una migliore lettura dei “tono bassi” che generano maggiori sollecitazioni. Il valore di trigger è stato impostato a 0,3 e a 1,2 mm/sec.

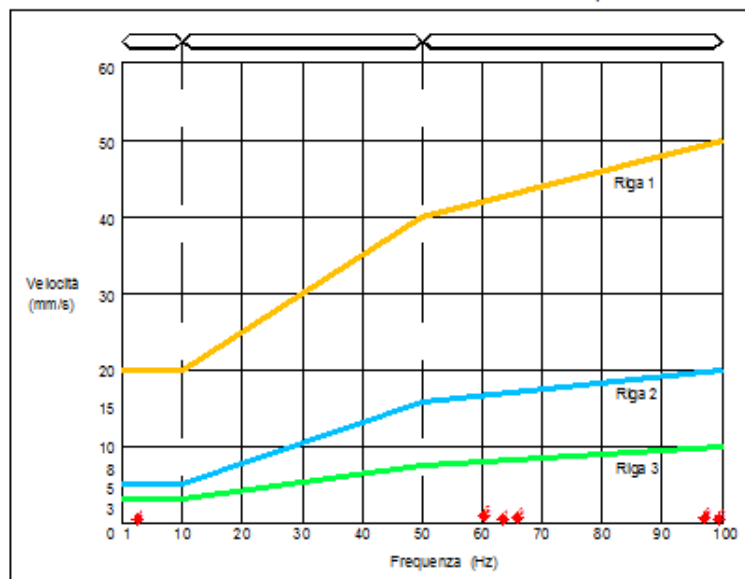
#### 4.4.5.2 Risultati

Nella città di Bologna, le pavimentazioni siano esse in pietra o asfalto, sono dotate di un cassonetto in materiale granulare compattato caratterizzato da ottime capacità di smorzamento delle vibrazioni.

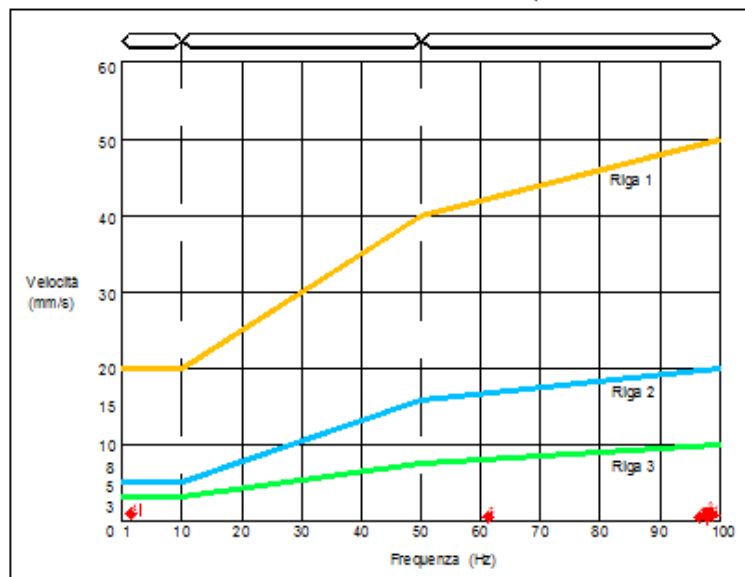
Se si escludono i “colpi di prova” e qualche colpo di verifica in prossimità del sensore, non sono mai state raggiunte le soglie di normativa, anzi sono stati registrati esclusivamente eventi con velocità inferiori a 1 mm/sec.

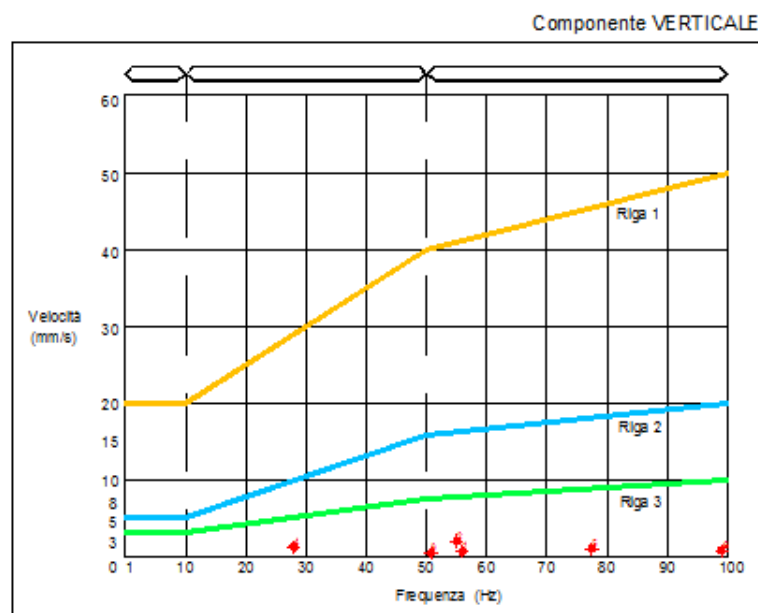
Di seguito vengono indicate in senso qualitativo le posizioni delle registrazioni delle vibrazioni del terreno in senso radiale, trasversale e verticale.

Componente RADIALE



Componente TRASVERSALE





#### 4.4.6 VALUTAZIONE DELLE VIBRAZIONI PRODOTTE IN FASE DI ESERCIZIO

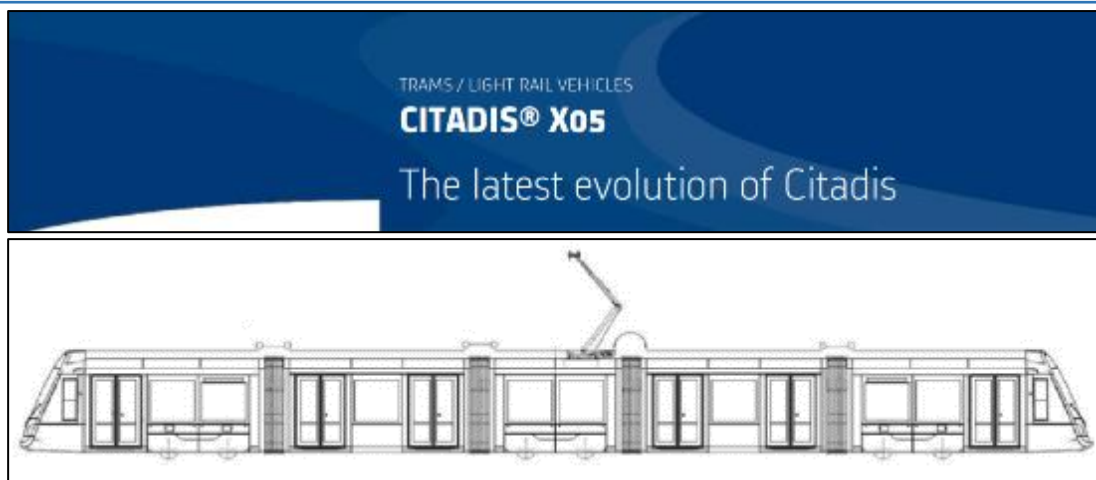
##### 4.4.6.1 Caratterizzazione teorica delle emissioni di vibrazioni

Va detto che la produzione di vibrazioni non è funzione primaria del materiale rotabile, ma dipende in maniera predominante dal sistema di armamento adottato e che il valore istantaneo massimo di eccitazione e la lunghezza del convoglio (e quindi il numero di carrozze o comunque più in generale dalla sua composizione) non hanno alcuna influenza sul valore rilevato, così come il numero dei tram che transitano nel periodo diurno e notturno.

Conseguentemente, l'analisi delle emissioni di vibrazioni va fatta con riferimento al sistema di trasporto nel suo assieme, con ciò intendendo sia il materiale rotabile, sia l'armamento, sia la sottostruttura dello stesso.

In questa fase di studio non sono ancora disponibili dati sperimentali sulla effettiva emissione di vibrazioni del modello di vettore che verrà impiegato per la tranvia oggetto di studio, ma tuttavia se ne conoscono già le principali caratteristiche geometriche e meccaniche come da scheda tecnica di seguito riportata:



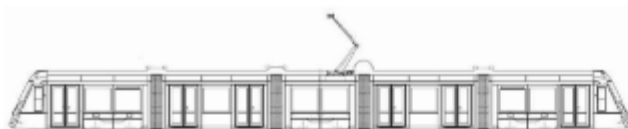


CITADIS® X05

### KEY TECHNICAL FEATURES

Specification criteria	Values specific to each nominal length		
	20 nominal meter versions	30 nominal meter versions	40 nominal meter versions
	CITADIS 20S	CITADIS 30S	CITADIS 40S
Vehicle length depending on width of doors required	24 m	32 m to 37 m	43 m to 45 m
Vehicle width	2.4 m	2.4 m and 2.65 m	
Track gauge	1435 mm		
Number of bogies per tram	2	3	4
Number of car modules per tram	3	5	7
Provision for subsequent tram extension	Up to 5 modules (37 m)	up to 7 modules / 4 bogies	not extendable
Low floor percentage	100 %		
Access height (entrance)	intermediate doors: 325 mm, front doors: 342 mm (above top rail)		
Central aisle width over bogies	750 mm		
Number and type of doors per side (Sliding plug doors)	4 double doors	4 to 6 double doors or 2 to 4 double doors + 2 single doors	5 to 8 double doors or 3 to 6 double doors + 2 single doors
Seating configuration	modular arrangements (see diagram)		
Passenger capacity seated	41	42 to 66	57 to 82
(w 4 pax /m <sup>2</sup> ) standing	101	152 to 184	215 to 237
TOTAL	142	202 to 238	271 to 341
comfort ratio <sup>(1)</sup>	25%	up to 28%	up to 25%
exchange ratio <sup>(2)</sup>	26%	up to 27%	up to 25%
wheelchair areas	1	1 or 2	1 or 2
Passenger information equipment	different packages available		
HVAC (Heating, Ventilation, Air Conditioning)	independent controls for passenger & driver zones / scaled to relevant climatic conditions		
Motorization ratio	100%	67% (100% is an option)	75%
Maximum speed in service	70 km/h	80 km/h	
Maximum acceleration	1.3 m/s <sup>2</sup>		
Service deceleration	1.2 m/s <sup>2</sup>		
Compression load	400 kN		
Crash absorption resistance	meets EN15227 standards		
Minimum horizontal curve radius	20 m (in depot)		
Operation	bidirectional or unidirectional operation in single or double unit		
Traction motors	2 air-cooled permanent magnet motors per motorized bogie		
Power supply voltage	750 Vdc (600 Vdc as an option)		

(1) number of seats for passengers / total passenger capacity per tram  
(2) sum of widths of doors / total length of passenger zone per tram



For more information  
please contact Alstom:

Alstom  
48, rue Albert Dhalenne  
93842 Saint-Ouen, Cedex France

Phone: +33 1 57 06 90 00

Visit us online: [www.alstom.com](http://www.alstom.com)

**ALSTOM**

© ALSTOM SA, 2015. All rights reserved. ALSTOM, the ALSTOM logo, all alternative versions and all mention of trademarks of Alstom's Transport Domain, are the brands and trademarks of ALSTOM SA. The other names mentioned registered or not, belong to their respective owners. Technical and other forms of data contained in the present document are given for the purposes of information only. ALSTOM reserves the right to reconsider or change this data at any time and without warning.

Per i dati non disponibili ai fini dello studio, sono stati impiegati dati sia del convoglio che dello stato dei luoghi similari, in conformità allo sviluppo progettuale raggiunto.

Nelle successive fasi progettuali potranno essere approfonditi alcuni parametri di calcolo e definite al dettaglio le condizioni utili allo studio della propagazione delle vibrazioni.

L'origine fisica del fenomeno è la stessa che causa l'emissione primaria di rumore, ed in particolare il sistema "ruota-rotaia", ovvero piccole imperfezioni superficiali che causano improvvise variazioni delle forze di contatto, che a loro volta causano il moto vibratorio della rotaia stessa.

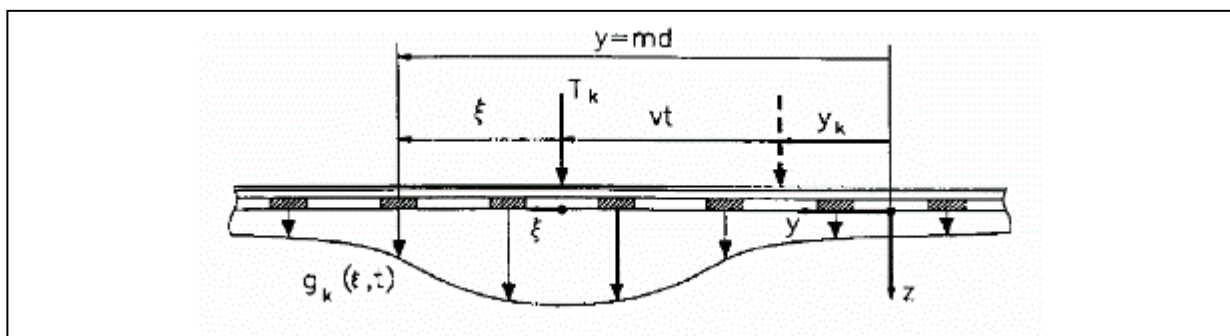
L'eccitazione avviene principalmente in senso verticale, ma nel corso della propagazione nel terreno e dell'interazione con gli edifici possono svilupparsi componenti di movimento anche in senso orizzontale.

Tuttavia, data la bassa velocità, i tram tipicamente non danno luogo ad importanti emissioni di vibrazioni a frequenze inferiori ai 20 Hz, ovvero alle frequenze dove la sensibilità umana è maggiore e questo spiega il fatto per cui le linee tranviarie insistono sovente a brevissima distanza da edifici.

A titolo esemplificativo, una rappresentazione teorica delle accelerazioni indotte dal transito di un rotabile su un sistema di armamento a rotaie con attacchi puntiformi equi distanziati (con o senza traversine) è possibile facendo impiego del modello matematico di Krylov.

Tale modello considera una serie di carichi concentrati (assali), mobili con velocità "v" sul binario.

La seguente figura mostra la geometria di una tale schematizzazione.



Si osserva come la rotaia ripartisca il carico concentrato su numerosi attacchi, cosicché la forza applicata da ciascuna di esse alla struttura sottostante (che ovviamente deve avere una adeguata elasticità) diviene pari solo ad una frazione del carico concentrato applicato.

Considerando un punto situato nel terreno ad una certa distanza dal binario, esso riceverà, nel corso del transito di un convoglio, la sovrapposizione dei treni d'onda vibrazionali prodotti dall'eccitazione di ciascun attacco a terra, ognuno con un ritardo dipendente dalla loro distanza.

È chiaro che, tanto più le rotaie sono rigide (prodotto  $EI$  elevato), e tanto più invece è cedevole il sottofondo, tanto migliore sarà la redistribuzione longitudinale del carico concentrato, con conseguente drastica riduzione dello sforzo massimo trasmesso da ciascun attacco al sottofondo.

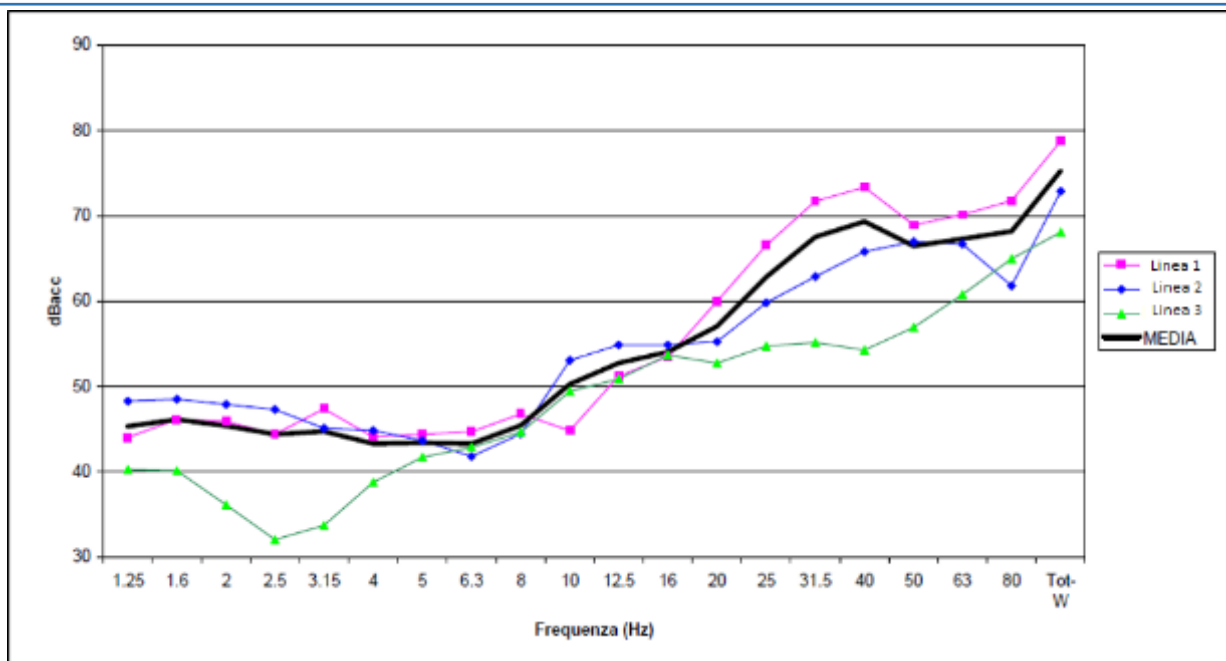
Una tale configurazione porta alla nascita di tre principali frequenze di eccitazione, che sono costituite dalla:

- frequenza di passaggio dei carrelli;
- frequenza di passaggio delle ruote;
- frequenza di "battuta" (pitch) costituita dal numero di attacchi caricati in successione da una ruota ogni secondo.

Tutte tre queste frequenze dipendono con proporzionalità lineare dalla velocità del tram, e da alcune variabili geometriche del sistema tranviario adottato.

#### 4.4.6.2 Spettri tipici di vibrazioni di convogli tranviari

In via previsionale, per la stima dei livelli di accelerazione prodotti dalla linea tranviaria a farsi, sono stati presi in esame spettri tipici di vibrazioni di convogli tranviari di linee urbane già in esercizio, con materiale rotabile non nuovo e nel seguito riportati:

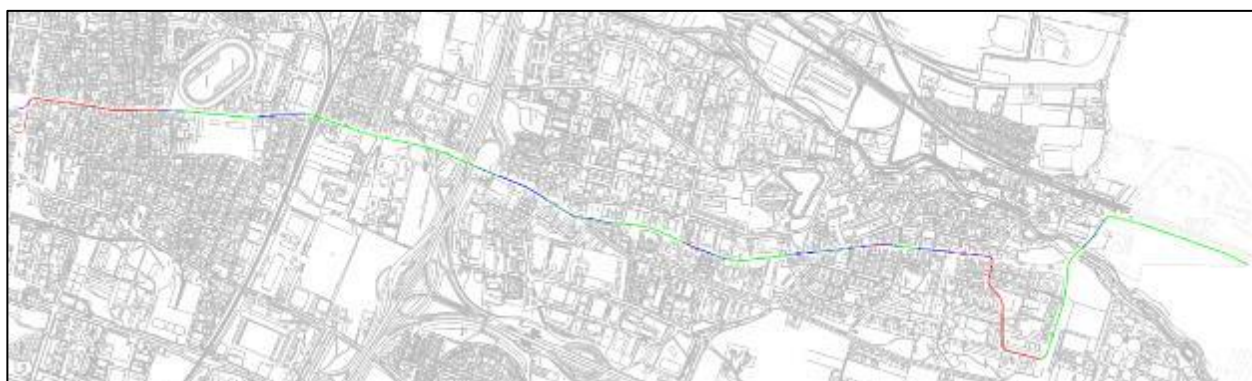


#### 4.4.6.3 Descrizione dei sistemi di armamento di progetto

Il progetto prevede, in riferimento proprio alla variabilità delle situazioni incontrate lungo il tracciato, l'utilizzo di tre tipologie di armamento:

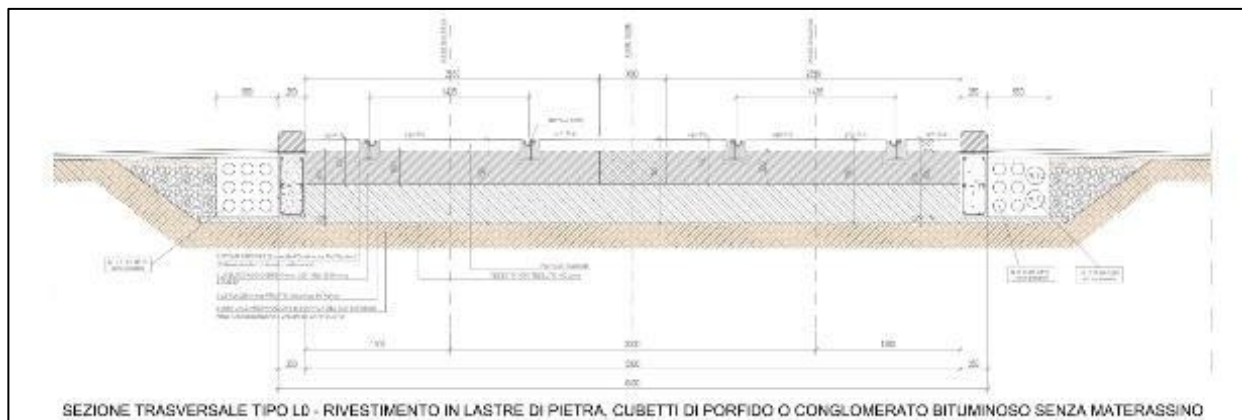
- ■ Armamento tipo - L0
- ■ Armamento tipo - L2
- ■ Armamento tipo - L3

come si evince dal tracciato sottostante:



aventi caratteristiche di isolamento vibrazionale differenziate mediante l'inserimento di materassini elastomerici di spessore adeguato, come da schemi sottostanti:

Armamento tipo – L0:



Armamento tipo – L2:







Armamento tipo – L3:



In generale, il progetto prevede l'utilizzo di una tipologia di armamento L3 in corrispondenza di tutte le aree su cui insistono edifici o monumenti sottoposti a vincolo di tutela.

#### 4.4.6.4 Danni architettonici (o di soglia)

Secondo la UNI 9916, la grandezza fisica che meglio rappresenta il potenziale lesivo del fenomeno vibratorio non è l'accelerazione, ma bensì la velocità di vibrazione.

È già stato osservato però che l'applicazione al segnale di un accelerometro di un filtro di ponderazione per asse generico, come previsto dalle norme UNI 9614, trasforma in pratica il segnale stesso in un segnale di velocità, perlomeno a frequenze maggiori o uguali di 8 Hz.

Dato che lo spettro tipico di emissione delle vibrazioni dei convogli su rotaia leggeri, quali quelli che si prevede di utilizzare per la tranvia di Bologna, è caratterizzato da una forte emissione di energia solo a frequenze superiori ai 20 Hz, si può ritenere con ottima approssimazione che un rilievo effettuato in accordo alle citate norme UNI per la valutazione del disturbo sulle persone possa venire utilizzato, senza errori apprezzabili, anche per la valutazione dell'impatto sugli edifici.

Sapendo che alla frequenza di 40 Hz ad un livello di accelerazione (non ponderata) di 100 dB corrisponde un livello di velocità di vibrazione di 112 dB, ed osservando che il fattore di ponderazione previsto dalla norma UNI9614 alla stessa frequenza è pari a -17 dB, si ottiene un livello di accelerazione ponderata pari a  $100 \text{ dB} - 17 \text{ dB} = 83 \text{ dB}$ . Si conclude quindi che il livello di velocità può essere ottenuto dal livello di accelerazione ponderata aggiungendovi un termine costante (a qualsiasi frequenza maggiore di 8 Hz) e pari a +29 dB.

Poiché la norma UNI 9916 indica come valori di velocità minimi per produrre danni architettonici (o di soglia) quali a titolo esemplificativo e non esaustivo fessurazioni di intonaci e cavillature in edifici residenziali e particolarmente sensibili, il valore di velocità di vibrazione rispettivamente di 5 mm/s e 3 mm/s, si ottiene dalla seguente formula:

$$L_{a,w,lim} = L_{v,lim} - 29 = 105 / 99 \text{ dB}$$

Tale valore è decisamente più elevato dei livelli di accelerazione ponderata tipici dati dell'esercizio di tranvie, che può in alcuni casi arrivare o superare di qualche dB i limiti di disturbo (77 dB nel periodo diurno per edifici residenziali), ma rimane sempre perlomeno 20 dB inferiore rispetto al suddetto limite di danno architettonico o di soglia).

In effetti, già in premessa della UNI 9916 si precisa che in generale, danni strutturali all'edificio nel suo insieme attribuibili a fenomeni vibratori sono estremamente rari e quasi sempre derivano dal concorso di altre cause.

Perché le vibrazioni possano arrecare danni strutturali è necessario che esse raggiungano livelli tali da causare, prima, fastidio e disturbo agli occupanti. Sono invece frequenti altre forme di danno, di entità definita "di soglia", che, senza compromettere la sicurezza strutturale degli edifici, ne possono determinare una riduzione del valore.

I danni di soglia si possono presentare sotto forma di fessure nell'intonaco, accrescimenti di fessure già esistenti, danneggiamenti di elementi architettonici.

#### 4.4.6.5 Valutazione dell'impatto vibrazionale nella fase di esercizio

Al fine di valutare in via previsionale i livelli delle vibrazioni su punti scelti a campione sul tracciato della tranvia a farsi di Bologna (Linea Corticella), si è fatto impiego della formulazione analitica descritta nei paragrafi precedenti.

Introducendo le caratteristiche di propagazione del terreno considerato, costituite dal fattore di perdita "η" e dalla velocità di propagazione "c", si calcola la legge di propagazione con la distanza "d" a ciascuna frequenza "f" mediante la relazione:

$$a(d, f) = a(d_0, f) \cdot \left( \frac{d_0}{d} \right)^n \cdot e^{-2\pi f \eta / c (d - d_0)}$$




Viene quindi calcolato, applicando la curva di ponderazione in frequenza ( $W_m$ ) di cui alla ISO 2631, il valore massimo di accelerazione previsto alla UNI 9614 nell'intervallo delle frequenze compreso tra 1 e 80 Hz.

Per completezza di informazione, occorre precisare che il calcolo eseguito per la stima dei livelli vibrazionali è un calcolo semplificato, in quanto:

- non tiene conto della composizione del terreno in strati con proprietà meccaniche diverse;
- non considera la presenza di una “crosta” superficiale di rivestimento del terreno, che invece in ambito urbano è sovente presente, e che può dare luogo sia ad un aumento delle sollecitazioni che viaggiano superficialmente, sì ad una attenuazione delle onde “di volume” che viaggiano nel sottosuolo;
- considera il terreno omogeneo, quindi non sono considerati manufatti, fondazioni, tubi, cavidotti, ed ogni altra anomalia;
- stima il livello di accelerazione ponderata sulla superficie terrestre, ipotizzata pianeggiante e consolidata;
- i livelli di vibrazione che si sviluppano al centro dei solai di edifici sono in generale significativamente più alti dei livelli al suolo, allorché la frequenza di eccitazione si accoppia con la frequenza di risonanza strutturale degli stessi;
- poiché le vibrazioni generate da veicoli di tipo tranviari presentano la massima energia attorno ai 40 Hz, si possono effettivamente verificare fenomeni di risonanza, con amplificazioni sino a + 12 dB rispetto ai livelli al suolo.

Nel seguito, si riportano in pianta i punti di verifica previsionale lungo il percorso della tratta in oggetto.



		
Punto nr. 1	Punto nr. 2	Punto nr. 3

P.to	Zona	Via	Ante-Operam mm/s <sup>2</sup> (1, 2)	Armamento di progetto	Post-Operam dB / mm/s <sup>2</sup> (1,3)	Rispetto dei Limiti (4)
1	Centro	Scalinata della Montagnola	< limiti 9916 < limiti 9614	L3	48/0,24	Conforme
2	Bolognina	Teatro Testoni Ragazzi	< limiti 9916 < limiti 9614	L2	33 /0,05	Conforme
3	Bolognina	Chiesa del Sacro Cuore di Gesù	< limiti 9916 < limiti 9614	L2	48/0,24	Conforme

**Note:**

- 1) Livello strada;
- 2) Il passaggio di veicoli leggeri, pesanti e autobus produce un livello di emissione e di onde meccaniche che non è in grado di generare danni o disturbo alle costruzioni ordinarie e/o monumentali (vedere indagine specifica);
- 3) I valori indicati non tengono conto attenuazioni e/o amplificazioni dovute alla presenza dei manufatti edili;
- 4) Valori limite proposti dalla normativa tecnica volontaria UNI 9916 e UNI 9614.



#### 4.4.6.6 Sintesi e conclusioni dello studio di impatto vibrazionale

Lo studio dell'impatto vibrazionale si è basato su una tecnica di quantificazione delle vibrazioni e della loro percezione da parte dell'uomo che deriva dall'applicazione delle norme tecniche italiane UNI 9614 (Valutazione del disturbo alle persone), nonché degli effetti delle vibrazioni su manufatti edili che deriva dall'applicazione della UNI 9916 (Valutazione del danno alle strutture edilizie).

Si sottolinea come tutte le condizioni riportate nel presente studio siano state portate in conformità allo sviluppo progettuale raggiunto.

Nelle successive fasi progettuali potranno essere approfonditi alcuni parametri di calcolo e definite al dettaglio le condizioni al contorno utili alla propagazione delle vibrazioni.

Le norme identificano quattro soglie per la valutazione del discomfort in ambienti di vita e due per i danni di soglia ai manufatti edili nel caso di specie:

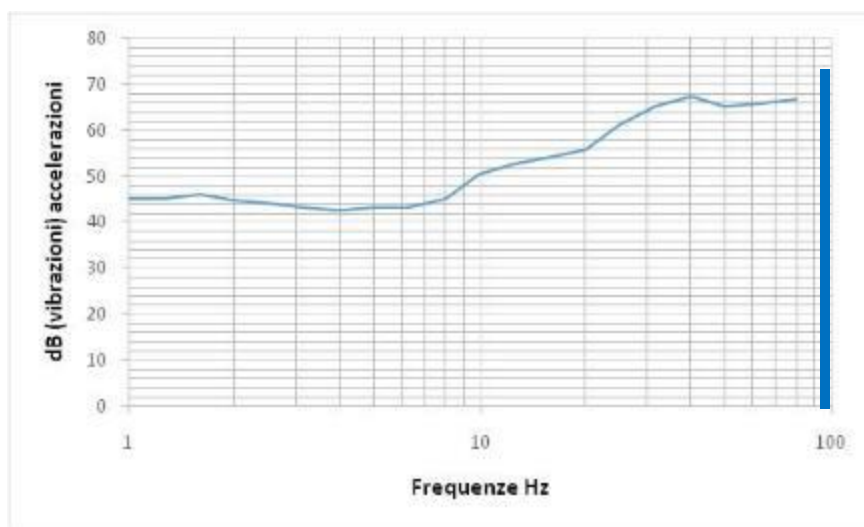
- 66 dB (limite di accettabilità per il disturbo in ospedali e affini);
- 71 dB (limite di accettabilità per il disturbo in asili e case di cura);
- 71 dB (limite di accettabilità per il disturbo in edifici residenziali, periodo notturno);
- 75 dB (limite di accettabilità per il disturbo in edifici residenziali, periodo diurno festivo);
- 75 dB (limite di accettabilità per il disturbo in scuole di ogni ordine e grado);
- 77 dB (limite di accettabilità per il disturbo in edifici residenziali, periodo diurno);
- 105 dB (valore corrispondente ad una velocità di vibrazione pari a 5 mm/s, valore minimo per l'instaurarsi di danni architettonici in edifici residenziali e costruzioni simili);
- 99 dB (valore corrispondente ad una velocità di vibrazione pari a 2,5 mm/s, valore minimo per l'instaurarsi di danni architettonici in strutture degne di essere tutelate).

La valutazione dello stato di fatto è stata effettuata mediante un rilievo con velocimetro, in una postazione posizionata lungo il tracciato della linea, da cui non sono stati rilevati livelli di vibrazioni significativi, grazie sia alla sostanziale assenza di significative sorgenti di vibrazioni ed alla natura poco propagativa delle pavimentazioni siano esse in pietra o asfalto, dotate di un



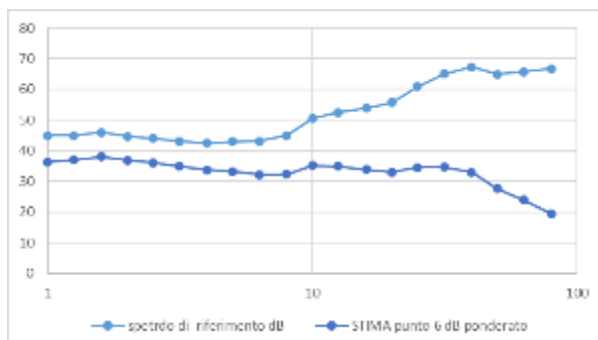
cassonetto in materiale granulare compattato caratterizzato da ottime capacità di smorzamento delle vibrazioni.

Si è poi proceduto ad analizzare i livelli di vibrazione previsionali con l'ausilio di dati di letteratura tecnica ovvero campagne di rilievo sperimentale da cui è stato possibile definire uno spettro tipico di emissione dei convogli tranviari, che dà luogo, su armamento non antivibrante, ad un livello di emissione del singolo binario pari a 73,5 dB a 5m di distanza dall'asse.

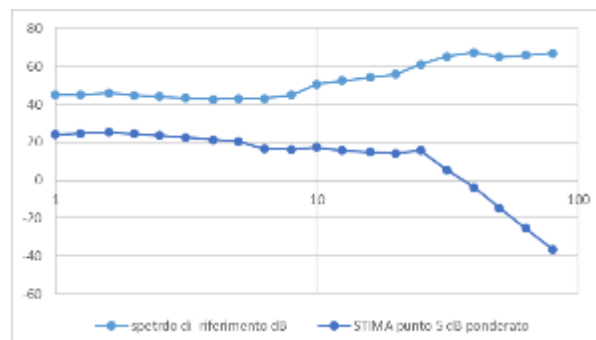


Si è valutato che tale livello di emissione potesse essere causa di problemi in caso di recettori posti a breve distanza dalla linea, per cui è stata valutata, mediante modellazione matematica semplificata (vedi formula di Dong-Soo Kim, Jin-Sun Lee – “Propagation and attenuation characteristics of various ground vibrations” -Soil Dynamics and Earthquake Engineering 19 (2000) 115–126 a pag. 3 della seguente relazione), partendo dallo spettro di riferimento, l'attenuazione ottenibile mediante il sistema di armamento antivibrante, previsto in punti sensibili della linea aggiungendo l'attenuazione dovuta alla distanza dal binario, quindi dalla dissipazione dovuta al terreno percorso. Nei grafici viene riportata la differenza dei due spettri, quello di riferimento e quello al recettore.

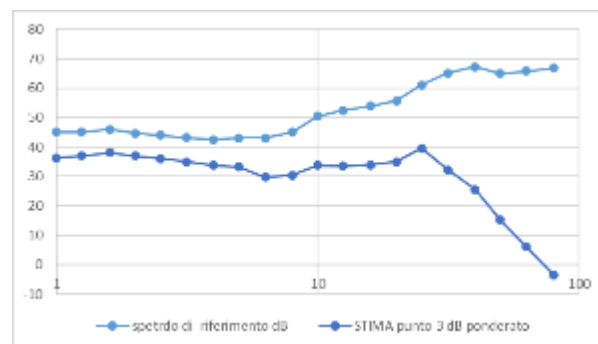
PUNTO 1



PUNTO 2



PUNTO 3



Da cui si evince il rispetto dei valori limite proposti dalla normativa tecnica volontaria e nello specifico UNI 9916:2014 “Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici” e la UNI 9614:2017 “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo”.

## 4.5 ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

### 4.5.1 ACQUE SUPERFICIALI

L'area di studio rientra tra i 47 bacini idrografici individuabili sul territorio regionale, tributari del Fiume Po o del mare Adriatico, drenanti areali imbriferi di almeno 10 km<sup>2</sup>.

Di essi, 22 si immettono nel fiume Po e interessano essenzialmente le province di Piacenza, Parma, Reggio Emilia e Modena, mentre i restanti 25, riferibili sostanzialmente alle province di Bologna, Ferrara e alle province della Romagna, sfociano direttamente in Adriatico.

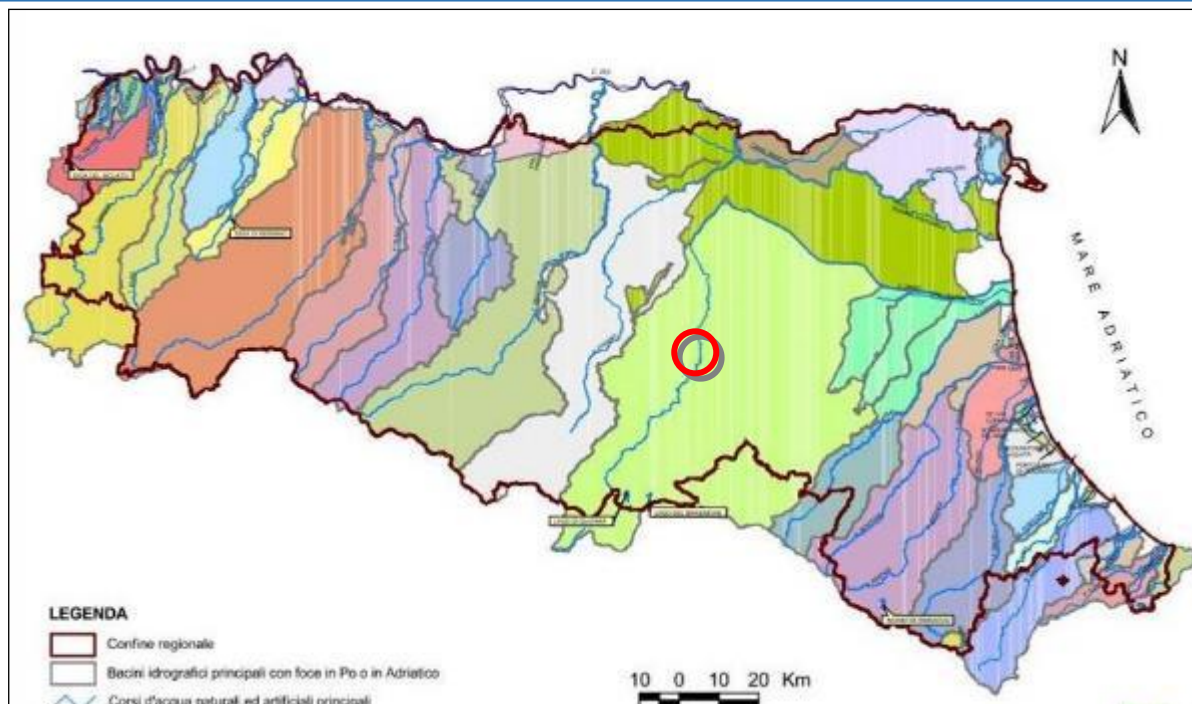


Figura 4-45 – PTA – Relazione Generale “Mappa dei Bacini idrografici dell’Emilia-Romagna”

#### 4.5.1.1 Inquadramento delle acque superficiali

La Direttiva Quadro per le Acque 2000/60/CE, recepita in Italia dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 recante “Norme in materia ambientali” ha come obiettivi la tutela e il miglioramento della qualità ambientale attraverso la progressione verso condizioni più soddisfacenti, la protezione degli ecosistemi acquatici e l’utilizzo accorto e razionale della risorsa idrica promuovendone un utilizzo sostenibile, prevenendone l’ulteriore deterioramento, proteggendo migliorando lo stato degli ecosistemi acquatici e delle zone umide associate.

Il Decreto Monitoraggio DM 260/10 individua due tipologie di monitoraggio con obiettivi differenti, Sorveglianza e Operativo, che prevedono attività e frequenze diverse, sessennale il primo e triennale il secondo.

La Direttiva Quadro 2000/60/CE è stata recepita in Italia con l’emanazione del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante “Norme in materia ambientale”. Al D. Lgs. 152/2006 sono seguiti i relativi decreti attuativi, che per le acque superficiali fanno riferimento a:

Decreto Tipizzazione D.M. 131/2008 - Regolamento recante “i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione corpi idrici, analisi delle pressioni)”;

Decreto Monitoraggio D.M. 56/2009 - Regolamento recante “i criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo”;

Decreto Classificazione D.M. 260/2010 - Regolamento recante “i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo”.

La normativa suddivide le acque superficiali nelle seguenti categorie: fluviali, lacustri, di transizione (acque interne) e marino costiere. L'unità base di valutazione dello stato della risorsa idrica, secondo quanto previsto dalla Direttiva, è il “corpo idrico”, cioè un elemento di acqua superficiale appartenente ad una sola tipologia con caratteristiche omogenee relativamente allo stato e sottoposto alle medesime pressioni.

A partire da tale quadro di riferimento sono stati effettuati gli accorpamenti di corpi idrici e scelti i siti rappresentativi a definire la qualità dei corpi idrici.

L'obiettivo del monitoraggio è quello di stabilire un quadro generale coerente ed esauriente dello stato ecologico e dello stato chimico delle acque.

Lo “stato ecologico” è espressione della qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici associati alle acque superficiali.

Alla sua definizione concorrono:

- elementi biologici (macrobenthos, fitobenthos, macrofite e fauna ittica);
- elementi idromorfologici, a sostegno degli elementi biologici;
- elementi fisico-chimici e chimici, a sostegno degli elementi biologici.

Per la definizione dello “stato chimico” è stata predisposta a livello comunitario una lista di 33 (+8) sostanze pericolose inquinanti indicate come prioritarie con i relativi Standard di Qualità Ambientale (SQA).

Il nuovo sistema di monitoraggio pianificato ai sensi della direttiva è stato approvato con Delibera di Giunta Regione Emilia-Romagna n. 350/2010 e costituisce parte integrante del Piano di Gestione 2010-2015. La metodologia applicata per le acque superficiali fluviali ha condotto all'individuazione, sul territorio regionale, di 18 tipi di aste naturali e di 4 tipi di aste artificiali.

Il monitoraggio, in funzione delle sue diverse finalità, si distingue in:

- **monitoraggio di sorveglianza** con frequenza minima sessennale e su tutti gli elementi di qualità, per quei corpi idrici “probabilmente a rischio” o “non a rischio” di raggiungere gli obiettivi ambientali previsti dalla normativa al 2015;
- **monitoraggio operativo** con frequenza minima triennale e sugli elementi di qualità più sensibili alle pressioni individuate, per quei corpi idrici “a rischio di non raggiungimento degli obiettivi ambientali”.

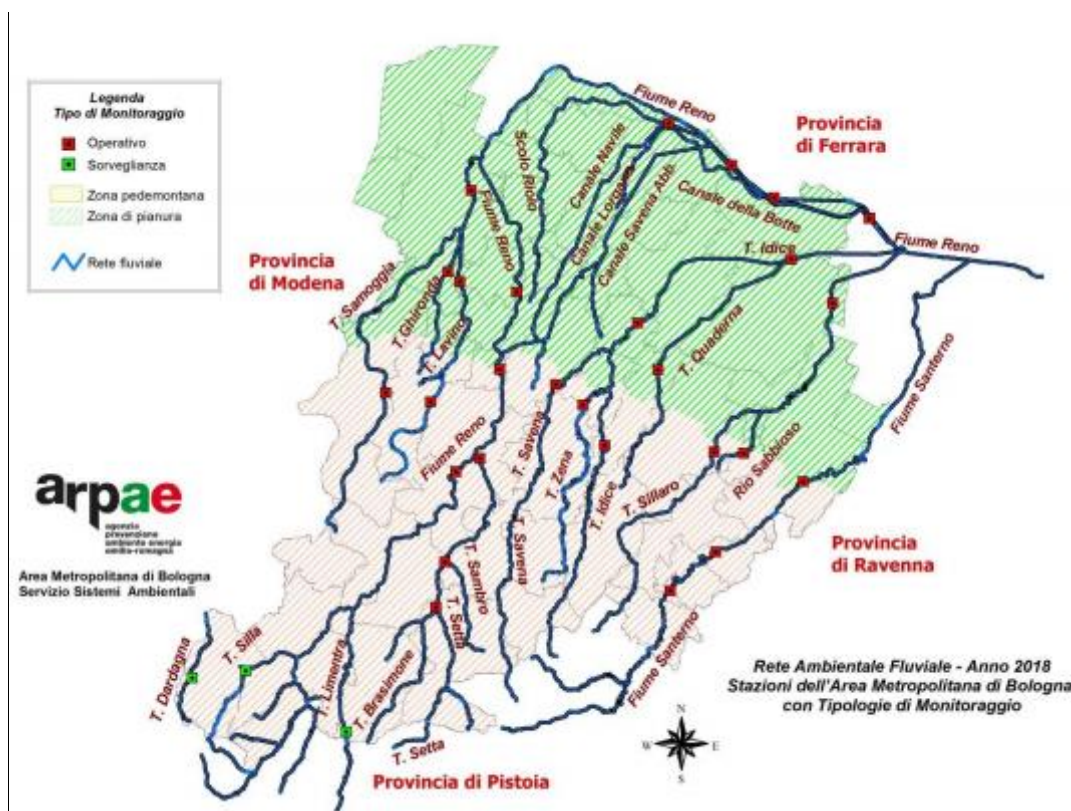
Nell'ambito dell'attuazione della Direttiva quadro sulle acque 2000/60/CE è proseguito il monitoraggio sulle acque superficiali fluviali ricadenti nel territorio regionale dell'Emilia-Romagna, dopo la prima fase effettuata nel quadriennio 2010-2013.

I risultati del quadriennio 2010-2013 sono stati pubblicati sul DGR n. 1781/2015 e inseriti nel piano di gestione di Distretto idrografico 2015-2021. I risultati hanno permesso di stabilire un quadro conoscitivo dello stato dei corpi idrici della Regione Emilia-Romagna e a seguito di ciò la rete di monitoraggio è stata modificata e aggiornata in corrispondenza dell'avvio del nuovo ciclo di monitoraggio sessennale 2014-2019, che costituirà il quadro conoscitivo ufficiale del prossimo Piano di gestione 2021-2027.

In Emilia-Romagna il monitoraggio sessennale è suddiviso in due cicli triennali e per il sessennio 2014-2019 i due cicli sono: 2014-2016 e 2017-2019.



In particolare, all'interno di tali documenti vengono descritti i corpi idrici fluviali tramite la definizione dei relativi stati chimici ed ecologici, con approfondimento sui nutrienti, sugli indicatori di inquinamento antropico e sui fitofarmaci rilevati durante l'anno di monitoraggio.



*Figura 4-46 – Relazione monitoraggio acque superficiali fluviali 2018 “Rete ambientale fluviale – Anno 2018  
Stazioni dell’Area Metropolitana di Bologna con tipologie di monitoraggio”*



#### 4.5.1.2 Qualità delle acque superficiali

La seguente analisi offre, rispetto alla relazione sul monitoraggio delle acque superficiali fluviali, un approfondimento circa la qualità delle medesime, da parte della Città Metropolitana di Bologna.

Nell'Area Metropolitana di Bologna nel 2018 sono state monitorate n. 31 stazioni di prelievo, tutte ricadenti nel Bacino Reno ad eccezione della stazione sul Torrente Dardagna che invece si colloca nel Bacino Panaro.

Bologna è la provincia dell'Emilia-Romagna che gestisce un bacino idrografico ampio costituito dall'asta principale Reno, con affluenti di primo, secondo e terzo ordine, che non confluisce in Po.

Le stazioni sottoposte a monitoraggio di Sorveglianza sono 3, tutte le altre 28 invece sono state sottoposte a monitoraggio Operativo.

Per tutte le stazioni è previsto un profilo analitico di base che è stato implementato e integrato di volta in volta a seconda della tipologia di pressioni e impatti presenti sul corpo idrico.

I profili analitici di base e addizionali sono stati indicati nell'allegato 4 della Delibera Giunta Regione Emilia-Romagna n. 350/2010 e implementati o modificati negli anni di monitoraggio.

Di seguito si riporta l'elenco delle stazioni dell'Area Metropolitana di Bologna e i profili analitici chimici alle quali sono state sottoposte durante l'anno 2018.

Non risultano stazioni di monitoraggio direttamente interferenti con il tracciato in oggetto, pertanto nella tabella che segue sono evidenziati in grassetto i punti di rilievo prossimali.

Caratteri	COD RER	Asta	Toponimo	Tipo di monito raggio	Anno di Monitoraggio	Prof. analitico	Prot. Fitof.	Monit. Bio	Freq. Chimismo
10 SS 2 N-*	01220 400	T. Dardagna	In uscita dal parco del Corno alle Scale	S.	2014	1		si	4

Caratteri	COD RER	Asta	Toponimo	Tipo di monito raggio	Anno di Monitoraggio	Prof. analitico	Prot. Fitof.	Monit. Bio	Freq. Chimismo
10 SS 2 N-*	06000 150	F. Reno	Ponte della Venturina1	S.	2014	1		si	4
10 SS 2 N-*	06006 00	T. Silla	Mulino di Gaggio (località Panigale)	S.	2014	1		si	4
10 SS 2 N-*	06000 700	T. Limentra di Treppio	A monte Bacino Suviana (Molino dei Sassi)	S.	2015	1		si	4
10 SS 3 N-*	06001 100	F. Reno	Vergato (America - Europa)	S.	2014	1		si	4
10 SS 3 N-R-fm	06001 200	F. Reno	Lama di Reno	O.	2014-16	1+2	x	si	4
10 SS 1 N-*	06001 300	T. Setta	Ponte Cipolli	S.	2014	1		si	4
10 SS 2 N-*	06001 700	T. Brasimone	Chiusura bacino Brasimone1	O.	2015-16	1		si	4
10 SS 3 N-*	06001 800	T.Setta	Molino Cattani – Rioveggio1	O.	2015-16	1		si	4
10 SS 3 N-*	06002 000	T.Setta	Sasso Marconi - Ponte Giordani	S.	2014	1+2	x	si	8
6 SS 4 D- 10-P-fm	06002 100	F. Reno	Casalecchio chiusura bacino montano	O.	2014-16	1+2	x	si	8
6 SS 4 D- 10-R	06002 150	F. Reno	Vicinanze Via Bagno 7 - Golena San Vitale1	O.	2014-16	1+2	x	Sub DIA	8
10 IN 8 N-*	06002 200	T. Samoggia	A monte di Savigno	S.	2016	1		si	4

Caratteri	COD RER	Asta	Toponimo	Tipo di monito raggio	Anno di Monitoraggio	Prof. analitico	Prot. Fitof.	Monit. Bio	Freq. Chimismo
6 IN 8 F- 10-P	06002 300	T. Samoggia	A monte Torrente Ghiaia (Località Stiore)	O.	2014-16	1		si	4
10 IN 7 N-*	06002 400	T. Lavino	A valle di Monte Pastore	S.	2016	1		si	4
10 IN 7 N-P	06002 430	T. Lavino	Gorizia di Calderino1	O.	2015-16	1+2	x	si	8
<b>6 IN 7 F- 10-P-fm</b>	<b>06002 460</b>	<b>T. Lavino</b>	<b>Sacerno</b>	<b>O.</b>	<b>2014-16</b>	<b>1+2</b>	<b>x</b>		<b>8</b>
6 IN 7 N- R-fm	06002 480	T. Ghironda	Ponte Via Alvisi a valle di Anzola1	O.	2015-16	1+2	x		8
6 IN 7 D- 10-R-fm	06002 500	T. Samoggia	Ponte Loreto via Carline	O.	2014-16	1+2+3	x		8
6IA1-R	06002 700	Canale Navile	Malalbergo chiusura bacino	O.	2014-16	1+2+3	x		8
6IA2-R	06002 800	C. le Savena Abbandon ato	Gandazzolo chiusura bacino	O.	2014-16	1+2	x		8
6 SS 4 D- 10-R-fm	06002 900	F. Reno	Ponte località Traghetto	O.	2014-16	1+2	x	Sub DIA	8
6IA3-R	06003 000	Scolo Riolo - Canal Botte	Chiavica Beccara Nuova	O.	2014-16	1+2	x		8
6IA3-R	06003 100	C.le Lorgana	Argenta centrale di Saiano	O.	2014-16	1+2	x		8
6 SS 3 F- 10-R	06003 200	T. Idice	Mercatale	O.	2014-16	1+2	x	si	8
6 IN 7 F- 10-R	06003 250	T. Zena	Farneto - Val di Zena	O.	2014-16	1+2	x	Sub DIA	8

Caratteri	COD RER	Asta	Toponimo	Tipo di monito raggio	Anno di Monitoraggio	Prof. analitico	Prot. Fitof.	Monit. Bio	Freq. Chimismo
10 SS 3 N-P	06003 450	T. Savena	Via Bosi - Torrente Savena	O.	2014-16	1+2	x	si	8
6 SS 4 F-10-R	06003 530	T. Idice	Fiesso – Castenaso	O.	2014-16	1+2	x		8
6 IN 7 D-10-R	06003 560	T. Quaderna	Ponte Via Stradelli Guelfi	O.	2014-16	1+2	x		8
6 SS 4 F-10-R-fm	06003 600	T. Idice	Sant'Antoni o chiusura bacino	O.	2014-16	1+2+3	x		8
10 SS 2 N-*	06003 900	T. Sillaro	San Clemente	S.	2016	1		si	4
6 IN 7 D-10-P	06003 930	T. Sillaro	Castel San Pietro	O.	2014-16	1+2	x	si	8
6 IN 7 N-R	06003 960	R. Sabbioso	Ponte Via Poggiaccio 1	O.	2015-16	1+2	x	si	8
6 IN 7 D-10-R-fm	06004 000	T. Sillaro	Porto Novo chiusura bacino	O.	2014-16	1+2+3	x		8
10 SS 3 N-P	06004 230	F. Santerno	Carseggio – Casalfiumanese 1	O.	2014-16	1		si	4
10 SS 3 N-R	06004 450	F. Santerno	Parco lungo fiume Borgo Tossignano 1	O.	2015-16	1+2	x	si	4
6 SS 3 F-10-R-fm	06004 550	F. Santerno	Imola Autodromo 1	O.	2015-16	1+2	x	Sub DIA	8

Tabella 4-19 – Stazioni Rete Monitoraggio Ambientale Regionale dell'Area Metropolitana di Bologna con profili analitici – Anno 2018.

Il profilo analitico di base prevede, oltre ai parametri chimico-fisici quali nutrienti, alcalinità salinità e temperatura anche i metalli pesanti. I profili analitici addizionali contengono Fitofarmaci, sostanze Organoalogenate, IPA, Diossine e Furani, Composti Organici Aromatici,

Nitrobenzeni, Cloro Benzeni e PCB. Di seguito l'elenco delle sostanze monitorate per profilo analitico.

Parametro	u.m.	Parametro	u.m.
Temperatura Aria	°C	Azoto Nitrico (N)	mg/l
Temperatura Acqua	°C	Azoto Totale	N mg/l
pH	unità di pH	Ortofosfato	P mg/l
Conducibilità	µS/cm a 20° C	Fosforo Totale	P mg/l
Alcalinità	Ca (HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> mg/l	Cloruri	Cl mg/l
Solidi sospesi	mg/l	Solfati	SO <sub>4</sub> mg/l
Ossigeno Disciolto	O <sub>2</sub> mg/l	Calcio	mg/l
Ossigeno Alla Saturazione	%	Magnesio	mg/l
BOD <sub>5</sub>	O <sub>2</sub> mg/l	Sodio	mg/l
COD	O <sub>2</sub> mg/l	Potassio	mg/l
Azoto ammoniacale (N)	mg/l	Escherichia coli	UFC/100 ml

Tabella 4-20 – Acque superficiali - Profilo 1 Base

Parametro	u.m.	Parametro	u.m.
Durezza	CaCO <sub>3</sub> mg/l	1,3 Diclorobenzene	µg/l
Arsenico	As µg/l	1,4 Diclorobenzene	µg/l
Boro	µg/l	1,2,3 Triclorobenzene	µg/l
Cadmio	Cd µg/l	1,2,4 Triclorobenzene	µg/l
Cromo totale	Cr µg/l	1,3,5 Triclorobenzene	µg/l
Mercurio	Hg µg/l	Toluene	µg/l
Nichel	Ni µg/l	2-Clorotoluene	µg/l
Piombo	Pb µg/l	3-Clorotoluene	µg/l
Rame	Cu µg/l	4-CloroToluene	µg/l
Zinco	Zn µg/l	O-Xilene	µg/l
Diclorometano	µg/l	M,P-Xileni	µg/l
Triclorometano	µg/l	Ftalato di bis(2-etilesile) (DEHP)	µg/l
Tetracloruro di carbonio (tetraclorometano)	µg/l	Antracene	µg/l
1,1,2 tricloroetilene	µg/l	Benzo a pirene	µg/l
1,1,2,2 Tetracloroetilene (percloroetilene)	µg/l	Benzo b fluorantene	µg/l
1,2 Dicloroetano	µg/l	Benzo k fluorantene	µg/l
1,1,1 Tricloroetano	µg/l	Benzo ghi perilene	µg/l
Esaclorobutadiene	µg/l	Fluorantene	µg/l
Benzene	µg/l	Indeno 123 cd pirene	µg/l
1,2 Diclorobenzene	µg/l		

Tabella 4-21 – Acque superficiali - Profilo 2 Metalli, organoalogenati, IPA

Parametro	u.m.	Parametro	u.m.
2,4 D (Acido 2,4 diclor)	µg/l	Linuron	µg/l
2,4 DP Diclorprop	µg/l	Mandipropamid	µg/l
Acetamiprid	µg/l	MCPA (Acido 2,4 MetilCl	µg/l
Acetoclor	µg/l	MCPP	µg/l
Aclonifen	µg/l	Mepanipirim	µg/l
Atrazina	µg/l	Metalaxil	µg/l
Desetil Atrazina	µg/l	Metamitron	µg/l
Atrazina Desisopropil	µg/l	Metazaclor	µg/l
AZOXISTROBIN	µg/l	Metidation	µg/l
Bensulfuronmetile	µg/l	Metobromuron	µg/l
Bentazone	µg/l	Metolaclor	µg/l
Bifenazate	µg/l	Metossifenozone	µg/l
Boscalid	µg/l	Metribuzin	µg/l
Bupirimato	µg/l	Molinate	µg/l
Buprofezin	µg/l	Oxadiazon	µg/l
Carbofuran	µg/l	Paration etile	µg/l
Chlorpiryphos Etile	µg/l	Penconazolo	µg/l
Chlorpiryphos Metile	µg/l	Pendimetalin	µg/l
Cimoxanil	µg/l	Petoxamide	µg/l
Ciprodinil	µg/l	Piraclostrobin	µg/l
Clorantraniliprololo (DPX	µg/l	Pirazone (cloridazon-is	µg/l
Clorfenvinfos	µg/l	Pirimetamil	µg/l
Clortoluron	µg/l	Pirimicarb	µg/l
Diazinone	µg/l	Procloraz	µg/l
Diclorvos	µg/l	Propaclor	µg/l
Difenoconazolo	µg/l	Propazina	µg/l
Dimetenamid-P	µg/l	Propiconazolo	µg/l
Dimetoato	µg/l	Propizamide	µg/l
Diuron	µg/l	Simazina	µg/l
Epossiconazolo	µg/l	Spirotetrammato	µg/l
Etofumesate	µg/l	Spiroxamina	µg/l
Fenamidone	µg/l	Tebufenozide	µg/l
Fenbuconazolo	µg/l	Terbutilazina	µg/l
Fenexamide	µg/l	Desetil terbutilazina	µg/l
Flufenacet	µg/l	Tetraconazolo	µg/l
Fosalone	µg/l	Tiacloprid	µg/l
Imidacloprid	µg/l	Tiametoxam	µg/l
Indoxacarb	µg/l	Tiobencarb	µg/l
Iprovalicarb	µg/l	Trifloxistrobin	µg/l
Isoproturon	µg/l	Triticonazolo	µg/l
Isoxaflutole	µg/l	Zoxamide	µg/l



Parametro	u.m.	Parametro	u.m.
Kresoxim-metile	µg/l	Prodotti Fitosanitari E Biocidi Totale	µg/l
Lenacil	µg/l		

Tabella 4-22 – Acque superficiali - Profilo 2 Fitofarmaci

Parametro	u.m.	Parametro	u.m.
Cloroalcani C10-C13	µg/l	Difeniletere bromato Sommatoria congeneri	µg/l
T3BDE-28	µg/l	4-Nonilfenolo	µg/l
T4BDE-47	µg/l	Ottilfenolo	µg/l
P5BDE-99	µg/l	2,4-Diclorofenolo	µg/l
P5BDE-100	µg/l	2,4,5-Triclorofenolo	µg/l
H6BDE-153	µg/l	2,4,6-Triclorofenolo	µg/l
H6BDE-154	µg/l	Pentaclorofenolo	µg/l

Tabella 4-23 – Acque superficiali - Profilo 3 Microinquinanti

Di seguito si riporta la sintesi dei risultati ottenuti dal monitoraggio eseguito (anno 2018).

La valutazione dello stato trofico dei corsi d'acqua della provincia è stata effettuata con le regole contenute nel Decreto Ministeriale 8 novembre 2010, n. 260.

Il Decreto, al punto A.4.1.2, individua i criteri tecnici per la classificazione sulla base degli elementi di qualità fisico – chimica utilizzando i parametri: Ammoniaca, Nitrati, Fosforo totale (Nutrienti); Ossigeno disciolto (% di saturazione).

Sulla base delle concentrazioni di Azoto Ammoniacale, Azoto Nitrico, Fosforo Totale e Ossigeno Disciolto (100 - % di saturazione O<sub>2</sub>) viene derivato, dalla media tra i punteggi attribuiti ai singoli parametri secondo le soglie di concentrazione contenute nella Tab. 4.1.2/a del DM 260/10, un singolo descrittore che prende il nome di LIMeco (Livello di Inquinamento dai Macrodescrittori per lo Stato Ecologico, vedi figura che segue). Tale valore deriva dalla media dei singoli LIMeco dei vari campionamenti effettuati durante l'anno. Per il monitoraggio operativo il valore di LIMeco è dato dalla media dei valori ottenuti per ciascun anno di campionamento, mentre per il monitoraggio di sorveglianza si fa riferimento al valore di LIMeco ottenuto nell'anno di controllo.

		Livello 1	livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
	Punteggio*	1	0,5	0,25	0,125	0
Parametro						
100-O <sub>2</sub> % sat.	Soglie	10	20	40	80	>   80
N-NH <sub>4</sub> (MH/L)		<0,03	0,06	0,12	0,24	>0,24
N-NO <sub>3</sub> (MG/L)		<0,6	1,2	2,4	4,8	>4,8
Fosforo Totale (µg/l)		<50	100	200	400	>400

\* Punteggio da attribuire al singolo parametro

Figura 4-47 – DM 260/10 - Tab. 4.1.2/a - Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri per ottenere il punteggio LIMeco

La classificazione prevede cinque livelli di valutazione, che dal migliore al peggiore sono: Elevato, Buono, Sufficiente, Scarso, Cattivo, come indicato nella figura che segue.

Stato	LIM <sub>eco</sub>
Elevato	0,66
Buono	0,50
Sufficiente	0,33
Scarso	0,17
Cattivo	<0,17

Figura 4-48 – Classificazione di qualità secondo i valori di LIMeco

Il valore di LIMeco medio viene utilizzato per attribuire la classe di qualità del sito e assieme ai valori degli indici degli indicatori biologici contribuisce alla definizione dello Stato Ecologico.

Nei casi in cui il valore di LIMeco si collocasse nelle classi scarso o cattivo, lo Stato Ecologico del corpo idrico risultante dagli elementi di qualità biologica non viene declassato oltre la classe sufficiente.

Dall'esame dei singoli nutrienti che concorrono al valore dell'indice LIMeco, è possibile evidenziare come i parametri Azoto Ammoniacale, Nitrico, Fosforo Totale e Ossigeno alla Saturazione contribuiscono alla qualità dei corsi d'acqua oggetto di monitoraggio.

Nelle figure che seguono è riportata la distribuzione percentuale dei livelli di qualità per i 4 parametri che concorrono al calcolo del LIMeco per l'anno 2018.

## Andamento 2018

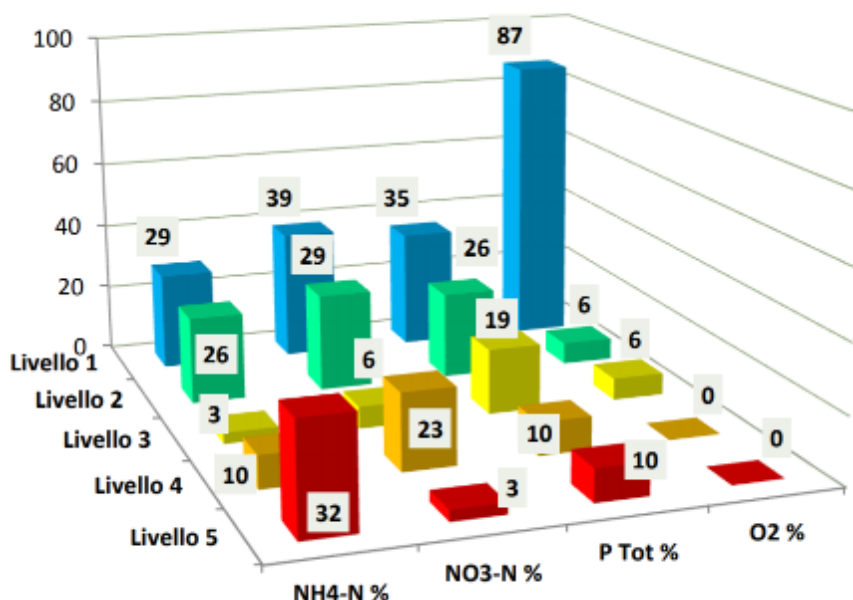


Figura 4-4950 – % stazioni Livelli di qualità Azoto Ammoniacale, Nitrico, Fosforo Totale e Ossigeno per LIMeco Anno 2018

La maggior parte delle stazioni monitorate nell'anno 2018 presenta dei valori dei 4 parametri in livello 1 e 2. Per Azoto ammoniacale e Fosforo totale le percentuali rilevanti di campioni in Livello 5 indicano inquinamento di origine antropica da attività agricole, zootecniche o da scarichi di origine civile.

La distribuzione dei livelli è legata al posizionamento geografico dei corpi idrici nella provincia. I livelli migliori 1 e 2 sono relativi ai corpi idrici montani e pedemontani, mentre i livelli più alti sono specifici dei corpi idrici di pianura. In merito ai parametri analizzati si rileva quanto segue: per il parametro Azoto Ammoniacale, la media dell'anno 2018 mostra varie criticità nelle zone di pianura maggiormente antropizzate della Città Metropolitana di Bologna e una sostanziale differenza di qualità tra i corpi idrici del tratto pedemontano rispetto a quelli della zona di pianura, confermando il quadro che si era già delineato nel quadriennio 2010-2013 e nel triennio 2014-2016. Le soglie elevato e buono sono rispettate da tutti i corpi idrici nel tratto

pedemontano, con percentuali rispettivamente di 29 e 26 %. I corpi idrici situati in pianura, a valle della città di Bologna, registrano i valori peggiori in termini di azoto ammoniacale (Livello 4 e 5, somma percentuale 42%);

l'analisi dell'Azoto Nitrico, forma ossidata rispetto all'Ammoniacale, evidenzia una situazione nettamente migliore di quella che emerge dal parametro ammoniacale. Nell'anno 2018 solo in 1 stazione monitorata il parametro si attesta al livello di cattivo e la percentuale complessiva di qualità elevata e buona aumenta raggiungendo il 68 %. Si rileva come quasi tutti i corpi idrici delle zone montane e pedemontane rientrano nelle soglie del livello 1, il migliore, o del livello 2;

per il parametro Fosforo Totale, nel 2018 la situazione rispecchia quella già vista per gli altri parametri analizzati, i livelli migliori 1 e 2 vengono attribuiti alle stazioni in zone montane e pedemontane e dell'imolese (61%) Mentre i più bassi dal 3 al 5 sono caratteristici dei Corpi Idrici di pianura con percentuali del 19, 10 e 10 % rispettivamente per i livelli 3, 4 e 5. Nel caso del fiume Fiume Reno il passaggio dallo stato buono allo stato scarso avviene dalla stazione di Vicinanze Via Bagno 7 - Golenia San Vitale (Cod. RER 06002150) alla stazione di Ponte località Traghetto (Cod. RER 06002900).

Al fine di valutare lo Stato Chimico e dello Stato Ecologico dei corpi idrici sono state inoltre ricercate rispettivamente le sostanze dell'elenco delle priorità elencate nella Tabella 1/A – “Standard di qualità nella colonna d'acqua per le sostanze dell'elenco di priorità” dell'Allegato 1 del D.M. 260/10 e gli inquinanti specifici presenti nella Tabella 1/B dell'Allegato 1 del D.M. 260/10 allo Stato Ecologico. Per tutte le sostanze elencate in Tabella 1/A sono indicati lo Standard di Qualità Ambientale come Valore medio Annuo (SQA-MA) e come Concentrazione Massima Ammissibile (SQA-CMA), mentre per le sostanze elencate in Tabella 1/B sono indicati esclusivamente gli Standard di Qualità Ambientale come Valore medio Annuo (SQA-MA).

Nella maggior parte dei corpi idrici monitorati, sia di montagna che di pianura, le sostanze elencate nella Tabella 1/B dei Decreti non hanno evidenziato nel corso del 2018 dati anomali. Per la maggior parte delle stazioni i valori si sono attestati al di sotto dei limiti di quantificazione

(LOQ) del metodo di analisi, i casi di superamento del limite di quantificazione sono stati comunque riscontrati sempre nei corsi d'acqua di pianura e hanno riguardato i Fitofarmaci. Tutte le altre sostanze sono rimaste al di sotto degli LOQ e sporadicamente il parametro Arsenico ha superato di poco il LOQ. Per la maggior parte ai corpi idrici monitorati per gli elementi chimici a sostegno sono stati attribuiti gli stati Elevato o Buono e in sei stazioni quello Sufficiente a causa del superamento dell'SQA-MA per AMPA, Glifosate e Prodotti fitosanitari totali e in un caso Metalaclor. Per tutti i singoli pesticidi (inclusi i metaboliti) non presenti nella tabella 1/B viene imposto un valore di SQA-MA di 0,1 µg/l. Oltre agli standard di qualità stabiliti per i singoli pesticidi è fissato come Pesticidi Totali anche lo standard di qualità della somma dei pesticidi rilevati, inclusi metaboliti e prodotti di degradazione. L'SQA-MA per i pesticidi totali è pari a 1 µg/l e si abbassa a 0.5 µg/l se la risorsa idrica è destinata ad uso potabile.

Il monitoraggio prevede inoltre un approfondimento in merito alla verifica di diffusione dei fitofarmaci nelle acque superficiali dell'Area Metropolitana di Bologna, prendendo in esame le concentrazioni medie annue delle singole sostanze rilevate e/o la loro somma totale.

Nell'anno 2018, le sostanze attive analizzate sono in tutto 93, con limiti di quantificazione - LOQ - pari a 0,01 µg/l, 0,02 µg/l e 0,05 µg/l in funzione della sostanza esaminata.<sup>8</sup> Il protocollo fitofarmaci è stato applicato su 171 campioni effettuati, con un riscontro positivo in 94 campioni pari al 54% (2017 - 57 %, triennio 2014-16 - 52%). Sono state monitorate in tutto 24 stazioni e solamente in 7 punti di campionamento i pesticidi sono risultati negativi (< LOQ). Delle 93 sostanze ricercate ne sono state individuate in totale 38. Le stazioni a cui è stato applicato il monitoraggio sono collocate per la maggior parte nella zona di pianura dell'Area metropolitana, il protocollo viene applicato anche a tutte le chiusure di bacino presenti. Nei campioni risultati positivi si è evidenziata la presenza di singole sostanze o di miscele (co-presenza di 2 o più sostanze nello stesso campione). Un totale di 21 (25 nel 2017) campioni ha evidenziato la presenza di sostanza singola maggiore del limite di quantificazione (LOQ), mentre i restanti 73 su 171 sono risultati positivi a miscele con un minimo di 2 sostanze presenti in contemporanea ed un massimo di 19 sostanze con concentrazione maggiore del LOQ.

I livelli variano da concentrazioni inferiori all'0.1 µg/l a concentrazioni maggiori di 1 µg/l (SQA-MA Fitofarmaci totali). La maggior parte delle stazioni si attesta su valori al di sotto degli 0.1 µg/l e solo in 1 caso c'è stato il superamento della concentrazione media annua per i Fitofarmaci Totali pari a 1 µg/l.

Le sostanze più rinvenute nei campioni del 2018, sia come singolo parametro, che come componente di una miscela di sostanze sono gli Erbicidici: Metalaclor, Terbutilazina, Terbutilazinadesetil e Pirazone, anche se l'Insetticida Imidacloprid risulta essere la sostanza presente in più dell'85 % dei campioni risultati positivi. Nella classifica di rilevamento sono presenti anche fungicidi.

La sintesi dello stato ecologico provvisorio dei corpi idrici fluviali dell'Area metropolitana di Bologna relativo all'anno 2018, utile ai fini della classificazione per il triennio 2017-2019, è elencata nella tabella di seguito. I risultati, come pure gli stati, sono provvisori e passibili di modifiche nell'ambito della valutazione finale triennale.



Codice	Asta	Toponimo	Programma	Elementi chimici supporto 2018		Elementi Biologici EQR Medio 2018						STATO ECOLOGICO PROVVISORIO PARZIALE 2018
				LIMeco	GIUDIZIO TAB. 1 B	n° liste MB	Macroinvertebrati STAR_ICMI	n° liste DB	Diatomee ICMI	n° liste MF	Macrofite IBMR	
01220400	T. DARDAGNA	In uscita dal parco del Corno alle Scale	Sorveglianza	1.00		6	0.897	2	1.041	2	1.02	BUONO
06000600	T. SILLA	Molino di Gaggio (Località Panigale)	Sorveglianza	1.00		4	0.974	2	0.840	2	1.02	ELEVATO*
06000700	T. LIMENTRA DI TREPPIO	A monte Bacino Suviana (Molino dei Sassi)	Sorveglianza	1.00		2	0.967	1	0.955	2	0.93	BUONO
06001200	F. RENO	Lama di Reno	Operativo	0.79	ELEVATO	2	0.585	1	0.818			SUFFICIENTE
06001700	T. BRASIMONE	Chiusura bacino Brasimone	Operativo	0.88								
06001800	T. SETTA	Molino Cattani - Rioveggio	Operativo	1.00								
06002000	T. SETTA	Sasso Marconi - Ponte Giordani	Operativo	1.00	ELEVATO							
06002100	F. RENO	Casalecchio chiusura bacino montano	Operativo	0.76	BUONO	2	0.479	1	1.309			SUFFICIENTE
06002150	F. RENO	Vicinanze Via Bagno 7 - Golena San Vitale	Operativo	0.80	ELEVATO							ELEVATO*
06002300	T. SAMOGGIA	A monte Torrente Ghiaia (Località Stiore)	Operativo	0.61								
06002430	T. LAVINO	Gorizia di Calderino	Operativo	0.79	ELEVATO							
06002460	T. LAVINO	Sacerno	Operativo	0.53	BUONO			2	0.353			SCARSO
06002480	T. GHIROMDA	Ponte Via Alvisi a valle di Anzola	Operativo	0.35	BUONO							SUFFICIENTE
06002500	T. SAMOGGIA	Ponte Loreto via Carline	Operativo	0.26	SUFFICIENTE							SCARSO
06002700	CAN. NAVILE	Malalbergo chiusura bacino	Operativo	0.24	SUFFICIENTE							SCARSO
06002800	CAN. SAVENA ABBANDONATO	Gandazzolo chiusura bacino	Operativo	0.22	BUONO							SCARSO
06002900	F. RENO	Ponte località Traghetto	Operativo	0.37	ELEVATO			2	0.863			SUFFICIENTE
06003000	SC. RIOLO - CAN. BOTTE	Chiavica Beccara Nuova	Operativo	0.39	SUFFICIENTE							SUFFICIENTE
06003100	CAN. LORGANA	Argenta centrale di Saiarino	Operativo	0.34	SUFFICIENTE							SUFFICIENTE
06003200	T. IDICE	Mercatale	Operativo	0.72	ELEVATO	2	0.449	1	0.909	2	1.05	SCARSO
06003250	T. ZENA	Farneto - Val di Zena	Operativo	0.78	ELEVATO							ELEVATO*
06003450	T. SAVENA	Via Bosi - Torrente Savena	Operativo	0.70	ELEVATO							ELEVATO*
06003530	T. IDICE	Fiesso - Castenaso	Operativo	0.51	BUONO							BUONO*
06003560	T. QUADERNA	Ponte Via Stradelli Guelfi	Operativo	0.58	BUONO							BUONO*
06003600	T. IDICE	Sant'Antonio chiusura bacino	Operativo	0.39	SUFFICIENTE			4	0.874			SUFFICIENTE
06003930	T. SILLARO	Castel San Pietro	Operativo	0.86	ELEVATO							
06003960	R. SABBIOSO	Ponte Via Poggiaccio	Operativo	0.67	ELEVATO							ELEVATO*
06004000	T. SILLARO	Porto Novo chiusura bacino	Operativo	0.36	SUFFICIENTE							SUFFICIENTE
06004230	F. SANTERNO	Carseggio - Casalfiumanese	Operativo	1.00		4	0.539	2	0.927	2	0.84	SUFFICIENTE
06004450	F. SANTERNO	Parco lungo fiume Borgo Tossignano	Operativo	0.94	ELEVATO	4	0.596	2	0.995	2	0.82	SUFFICIENTE
06004550	F. SANTERNO	Imola Autodromo	Operativo	0.84	ELEVATO			3	0.649			SUFFICIENTE

Tabella 4-24 – Stato Ecologico Provvisorio Anno 2018.

Per quanto riguarda lo stato chimico provvisorio sono da segnalare presenze di Nichel al di sopra del LOQ soprattutto nei corpi idrici di pianura. In due casi il valore del Nichel biodisponibile ha superato l'SQA-MA stabilito in Tab 1/A D. Lgs. 172/15. Negli stessi corpi idrici sono presenti, al di sopra dell'LOQ, il Difeniletere bromurato espresso come sommatoria dei congeneri 28, 47, 99, 100, 153 e 154) e il 4-Nonilfenolo. Per questi ultimi parametri sopracitati tutte le medie annuali e le concentrazioni massime per campione sono risultate al di sotto dei rispettivi SQA.

Codice	Asta	Toponimo	Programma	Profilo analitico	GIUDIZIO	Parametri > SQA-MA	Parametri Superamento Media Annuale-LOQ
06001200	F. RENO	Lama di Reno	Operativo	1+2	BUONO		
06002000	T. SETTA	Sasso Marconi - Ponte Giordani	Operativo	1+2	BUONO		
06002100	F. RENO	Casalecchio chiusura bacino montano	Operativo	1+2	BUONO		Nichel
06002150	F. RENO	Vicinanze Via Bagno 7 - Golea San Vitale	Operativo	1+2	BUONO		Nichel
06002430	T. LAVINO	Gorizia di Calderino	Operativo	1+2	BUONO		Nichel
06002460	T. LAVINO	Sacerno	Operativo	1+2	BUONO		Nichel
06002480	T. GHIRONDA	Ponte Via Alvisi a valle di Anzola	Operativo	1+2	BUONO		Nichel
06002500	T. SAMOGGIA	Ponte Loreto via Carline	Operativo	1+2+3	NON BUONO	Nichel biodis	4-Nonilfenolo, Difenileteri bromurati Sommatoria congeneri, Nichel
06002700	CAN. NAVILE	Malalbergo chiusura bacino	Operativo	1+2+3	(NON BUONO)*		4-Nonilfenolo, Difenileteri bromurati Sommatoria congeneri, Nichel, Ottilfenolo
06002800	CAN. SAVENA ABANDONATO	Gandazzolo chiusura bacino	Operativo	1+2	NON BUONO	Nichel biodis	Nichel
06002900	F. RENO	Ponte località Traghetto	Operativo	1+2	BUONO		Nichel
06003000	SC. RIOLO - CAN. BOTTE	Chiavica Beccara Nuova	Operativo	1+2	BUONO		Diclorometano, Nichel
06003100	CAN. LORGANA	Argenta centrale di Salarino	Operativo	1+2	BUONO		Nichel
06003200	T. IDICE	Mercatale	Operativo	1+2	BUONO		Nichel
06003250	T. ZENA	Farneto - Val di Zena	Operativo	1+2	BUONO		Nichel
06003450	T. SAVENA	Via Bosi - Torrente Savena	Operativo	1+2	BUONO		Nichel
06003530	T. IDICE	Fiesse - Castenaso	Operativo	1+2	BUONO		Nichel
							Sommatoria congeneri, Nichel
06003930	T. SILLARO	Castel San Pietro	Operativo	1+2	BUONO		Nichel
06003960	R. SABBIOSE	Ponte Via Poggiasco	Operativo	1+2	BUONO		
06004000	T. SILLARO	Porto Novo chiusura bacino	Operativo	1+2+3	BUONO		Nichel
06004450	F. SANTERNO	Parco lungo fiume Borgo Tossignano	Operativo	1+2	BUONO		
06004550	F. SANTERNO	Imola Autodromo	Operativo	1+2	BUONO		Nichel

Tabella 4-25 – Stato Chimico Provvisorio Anno 2018.

#### 4.5.2 ACQUE SOTTERRANEE

##### 4.5.2.1 Inquadramento delle acque sotterranee

Il D. Lgs. 152/2006 dà la seguente definizione di corpi idrici significativi: “Sono significativi gli accumuli d’acqua contenuti nel sottosuolo permeanti la matrice rocciosa, posti al di sotto del livello di saturazione permanente. Fra essi ricadono le falde freatiche e quelle profonde (in pressione o no) contenute in formazioni permeabili, e, in via subordinata, i corpi d’acqua intrappolati entro formazioni permeabili con bassa o nulla velocità di flusso. Le manifestazioni

*sorgentizie, concentrate o diffuse (anche subacquee) si considerano appartenenti a tale gruppo di acque in quanto affioramenti della circolazione idrica sotterranea. Non sono significativi gli orizzonti saturi di modesta estensione e continuità all'interno o sulla superficie di una litozona poco permeabile e di scarsa importanza idrogeologica e irrilevante significato ecologico".*

É sulla base delle caratteristiche geologiche, idrochimiche ed idrodinamiche che descrivono i complessi idrogeologici che è possibile attribuire ad alcuni di questi una valenza prioritaria e ad altri una valenza secondaria. Si parlerà quindi di "corpi idrici significativi prioritari" e "corpi idrici significativi di interesse".

I corpi idrici significativi prioritari ai fini del monitoraggio ambientale sono costituiti dai seguenti elementi:

- conoidi alluvionali appenniniche, suddivisibili in conoidi maggiori, intermedie e minori, nonché le conoidi pedemontane

I corpi idrici sotterranei significativi di interesse sono rappresentati da:

- depositi di piana alluvionale padana, riferibili al fiume Po;
- depositi di piana alluvionale appenninica.

Nel contesto ambientale dell'Emilia-Romagna tutta la pianura contiene corpi idrici sotterranei significativi e come tale è da monitorare, ma ai corpi stessi si riconosce diversa importanza gerarchica.

Gli approfondimenti relativi al modello concettuale dell'acquifero regionale hanno portato alla definizione dei corpi idrici significativi (complessi idrogeologici) il cui elenco è riportato nella Tabella che segue e la cui distribuzione in pianta è riportata nella figura che segue.

L'area oggetto di intervento si inserisce all'interno del complesso idrogeologico delle conoidi alluvionali appenniniche, tra le conoidi maggiori e intermedie.

CONOIDI ALLUVIONALI APPENNINICHE			
CONOIDI MAGGIORI	CONOIDI INTERMEDIE	CONOIDI MINORI	CONOIDI PEDEMONTANE
Trebbia	Tidone-Luretta	Chiavenna	Cartografate ma non distinte singolarmente
Nure	Arda	Stirone	
Taro	Samoggia	Crostolo-Trsinaro	
Parma Baganza	Savena Zena Idice	Tiepido	

CONOIDI ALLUVIONALI APPENNINICHE			
CONOIDI MAGGIORI	CONOIDI INTERMEDIE	CONOIDI MINORI	CONOIDI PEDEMONTANE
Enza	Sillaro	Ghironda-Aposa	
Secchia	Santerno	Quaderna	
Panaro	Senio	Sellustra	
Reno-Lavino	Lamone	Pisciatello	
Marecchia	Ronco Montone	Rubicone	
	Savio	Uso	
	Conca		
PANURA ALLUVIONALE APPENNINICA			
PIANURA ALLUVIONALE PADANA			

Tabella 4-26 – PTA Elenco dei corpi idrici sotterranei significativi

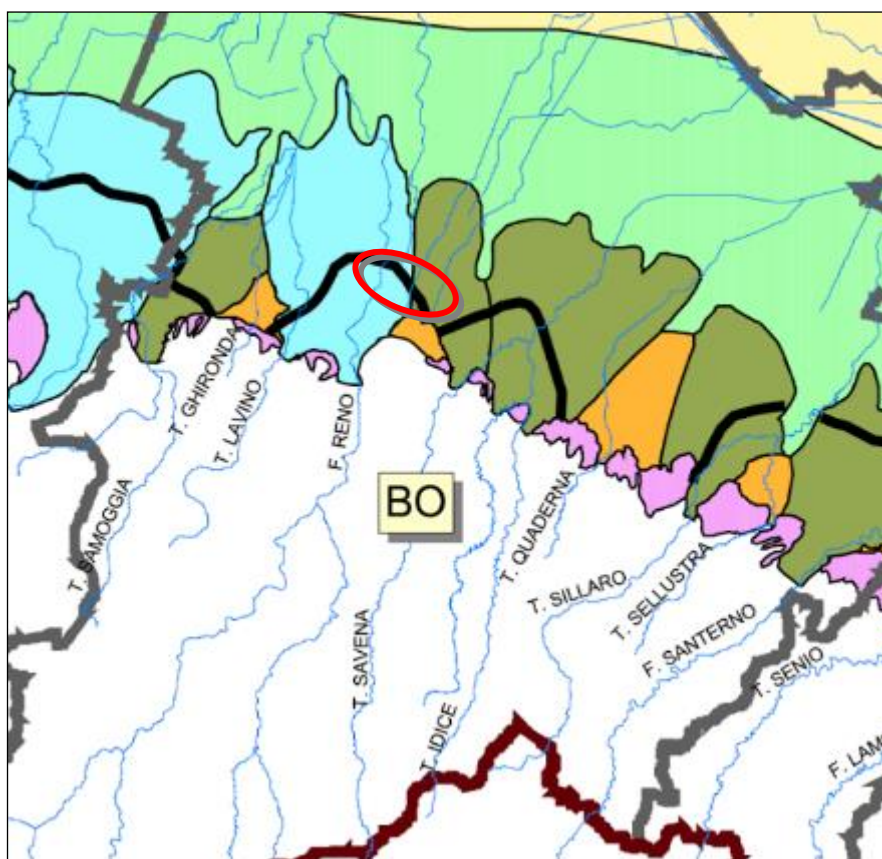
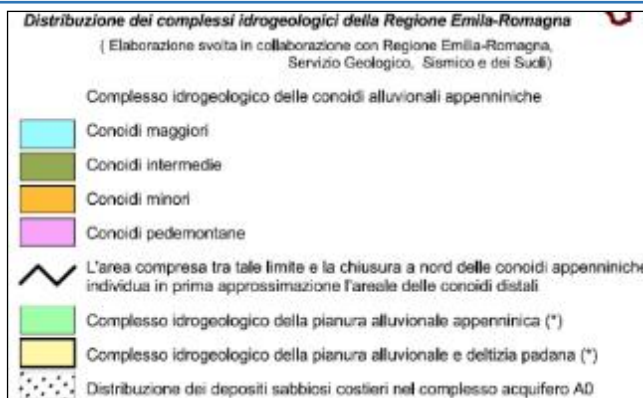


Figura 4-51 – PTA “Corpi idrici sotterranei significativi”



Il piano di tutela delle acque fornisce una classificazione delle zone di protezione, dividendole in 4 tipologie:

- **Settori di ricarica di tipo A:** aree caratterizzate da ricarica diretta della falda, generalmente a ridosso della pedecollina, idrogeologicamente identificabili come sistema monostrato, contenente una falda freatica in continuità con la superficie da cui riceve alimentazione per infiltrazione;
- **Settori di ricarica di tipo B:** Aree caratterizzate da ricarica indiretta della falda, generalmente comprese tra la zona A e la media pianura, idrogeologicamente identificabile come sistema debolmente compartimentato in cui alla falda freatica superficiale segue una falda semiconfinata in collegamento per drenanza verticale;
- **Settori di ricarica di tipo C:** bacini imbriferi di primaria alimentazione dei settori di tipo A e B;
- **Settori di ricarica di tipo D:** fasce adiacenti agli alvei fluviali con prevalente alimentazione laterale subalvea.

Nelle aree di ricarica sono previste dal PTA una serie di limitazioni alle attività antropiche finalizzate alla tutela qualitativa e quantitativa delle risorse idriche sotterranee, nelle zone di pianura, in riferimento all'utilizzo idropotabile e, nel caso dei fontanili, in riferimento al loro valore ecologico-ambientale. Queste limitazioni riguardano nello specifico le attività agrozootecniche (spandimento sui suoli agricoli di effluenti zootecnici, fertilizzanti, fanghi e



fitofarmaci), le attività estrattive, attività di smaltimento rifiuti, attività industriali, estensione e tipologia di opere di urbanizzazione e di infrastrutturazione tecnologica e viaria.

Le aree interessate dal tracciato in oggetto si collocano parzialmente all'interno del Settore B di ricarica della falda e marginalmente nel Settore A.

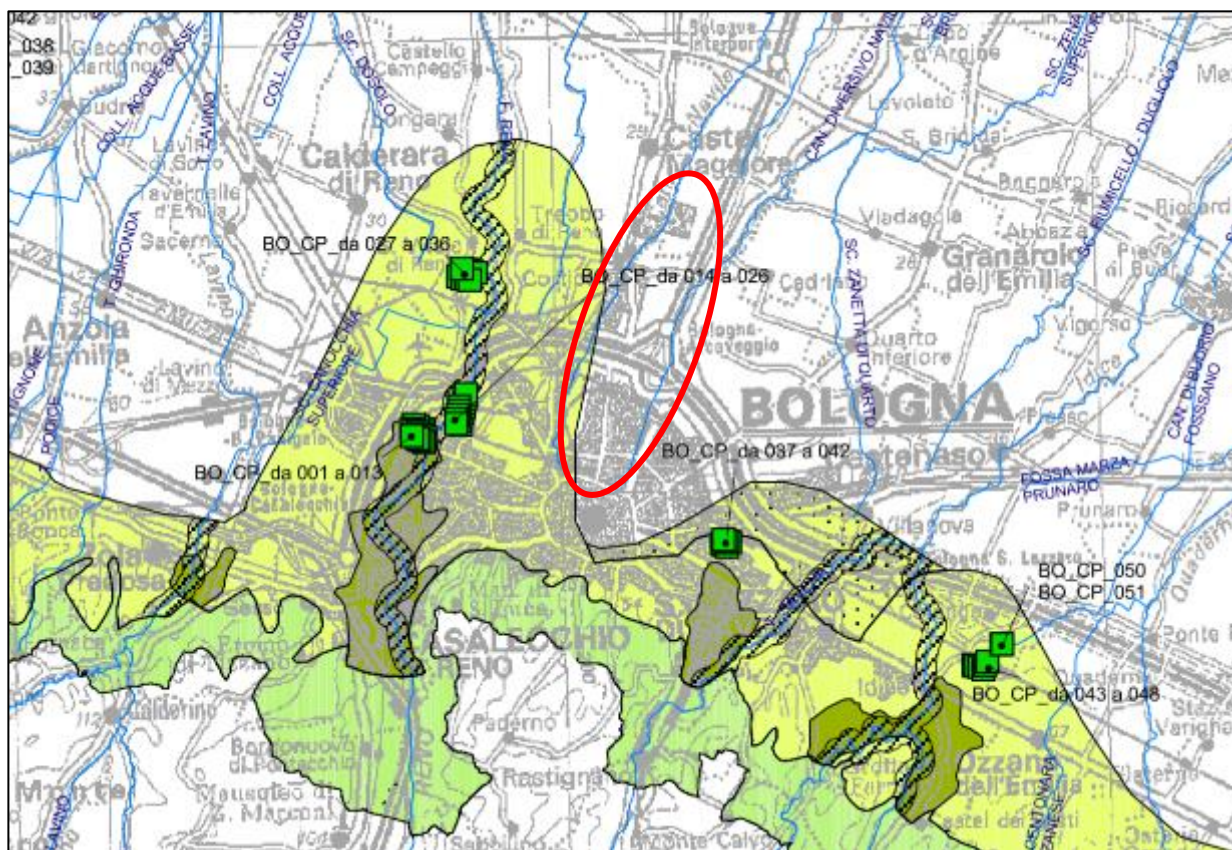
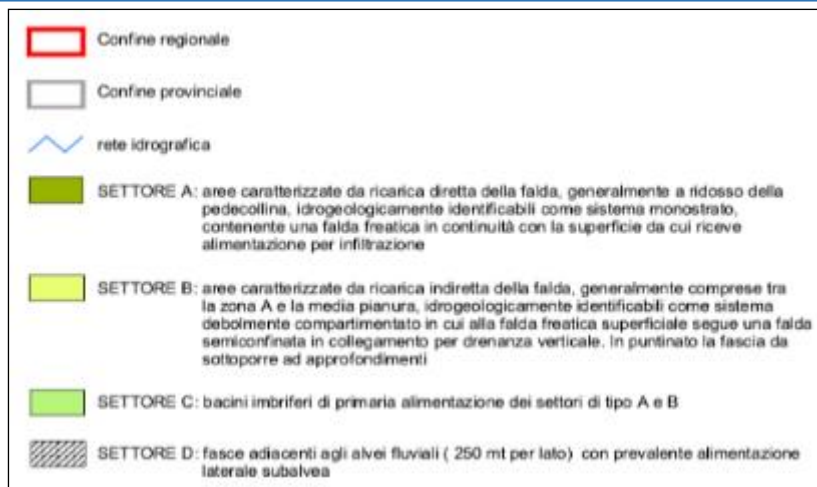


Figura 4-52– Stralcio TAV.1 PTA “Zone di Protezione delle Acque Sotterranee: Aree di Ricarica”





Sulla base dei criteri dettati dal D. Lgs. 30/2009 e delle informazioni disponibili nel quadro conoscitivo del Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Emilia-Romagna (2005), è stato possibile individuare e delimitare i nuovi corpi idrici sotterranei ai sensi delle Direttive 2000/60/CE e 2006/118/CE. In particolare sono stati individuati e caratterizzati i nuovi corpi idrici sotterranei partendo dai complessi idrogeologici per arrivare agli acquiferi, tenendo conto dell'omogeneità dello stato chimico e quantitativo oltre che degli impatti determinati dalle pressioni antropiche.

In Emilia-Romagna sono presenti i seguenti complessi idrogeologici:

- alluvioni delle depressioni quaternarie (DQ);
- formazioni detritiche degli altipiani plio-quaternarie (DET);
- alluvioni vallive (AV);
- acquiferi locali (LOC).

I corpi idrici sotterranei individuati sono stati cartografati e di seguito si riportano alcune figure semplificate nelle quali sono illustrati i corpi idrici sotterranei raggruppati per tipologia di acquifero nel seguente modo:

- acquifero freatico di pianura;
- conoidi alluvionali appenniniche-acquifero libero, acquiferi confinati superiori, acquiferi montani;

- acquiferi confinati inferiori (sono rappresentate anche le porzioni libere più profonde della porzione di conoide con acquifero libero).

Gli acquiferi della pianura emiliano – romagnola sono costituiti principalmente dai depositi di origine alluvionale presenti nella porzione più superficiale della pianura, per uno spessore di circa 400-500 m e, in minima parte, da depositi marino marginali.

Si distinguono quindi:

- acquifero freatico di pianura, un sottile livello di sedimenti prevalentemente fini che prosegue verso nord su tutta la pianura. Si tratta dei depositi di canale fluviale, argine e pianura inondabile in diretto contatto con i corsi d'acqua superficiali e con gli ecosistemi che da esse dipendono, oltre che con tutte le attività antropiche. Data la litologia prevalentemente fine e lo spessore modesto (nell'ordine dei 10 m), l'acquifero freatico di pianura riveste un ruolo molto marginale per quanto concerne la gestione della risorsa a scala regionale. E' invece molto sfruttato nei contesti rurali, dove numerosi pozzi a camicia lo sfruttano per scopi prevalentemente domestici;
- acquifero freatico costiero, costituito da sabbie generalmente affioranti, fatto salvo il settore ravennate e ferrarese dove, nella parte più lontana dalla costa, sono sepolte da depositi alluvionali più recenti. Dove le sabbie sono affioranti l'acquifero costiero è freatico, diversamente esso è confinato. I punti di monitoraggio riguardano quasi esclusivamente la porzione in cui l'acquifero costiero è freatico. Lo spessore di questo acquifero aumenta andando da sud verso nord, da poco più di 5 metri sino a oltre 20 metri; allo stesso tempo esso si allarga passando da meno di un chilometro sino a oltre 20 chilometri. L'acquifero costiero è caratterizzato dalla presenza di fenomeni di intrusione del cuneo salino.

Nella figura sotto riportata sono rappresentati i 2 corpi idrici freatici di pianura:

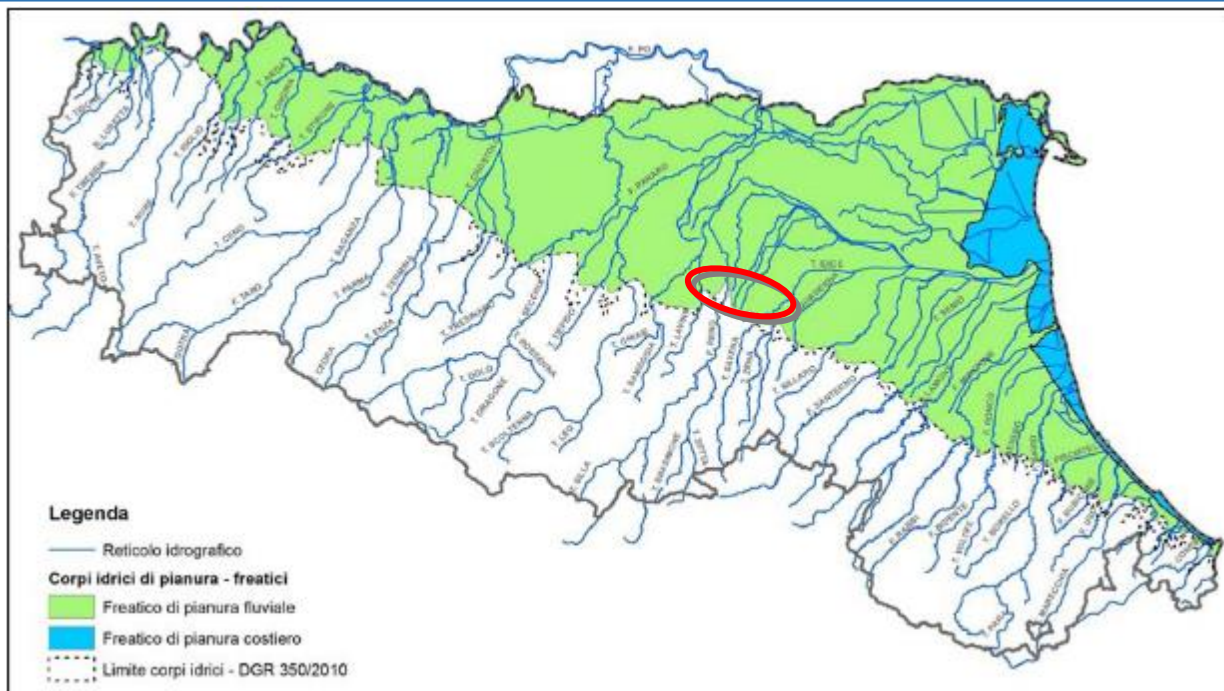


Figura 4-53– Relazione monitoraggio acque sotterranee 2014-2016 “Corpi idrici sotterranei freatici di pianura”

Nella figura che segue sono schematizzati i corpi idrici profondi di pianura, coincidenti con le porzioni libere delle conoidi alluvionali, le porzioni confinate superiori delle conoidi alluvionali e dei corpi idrici di pianura alluvionale.

Sono riportati anche i corpi idrici montani e le alluvioni vallive, oltre alle conoidi montane e le sabbie gialle, che insieme costituiscono 2 corpi idrici di cui il primo è costituito dalle unità cartografate nella porzione occidentale (da Piacenza a Modena) e il secondo nella porzione orientale (da Bologna a Rimini).

Le porzioni superiori dei corpi idrici confinati si riferiscono ai complessi acquiferi schematizzati nel modello concettuale con A1 e A2.

In questo caso sono quindi cartografate le porzioni confinate delle conoidi, la pianura alluvionale appenninica, la pianura alluvionale padana, la transizione tra le due pianure e il confinato costiero.

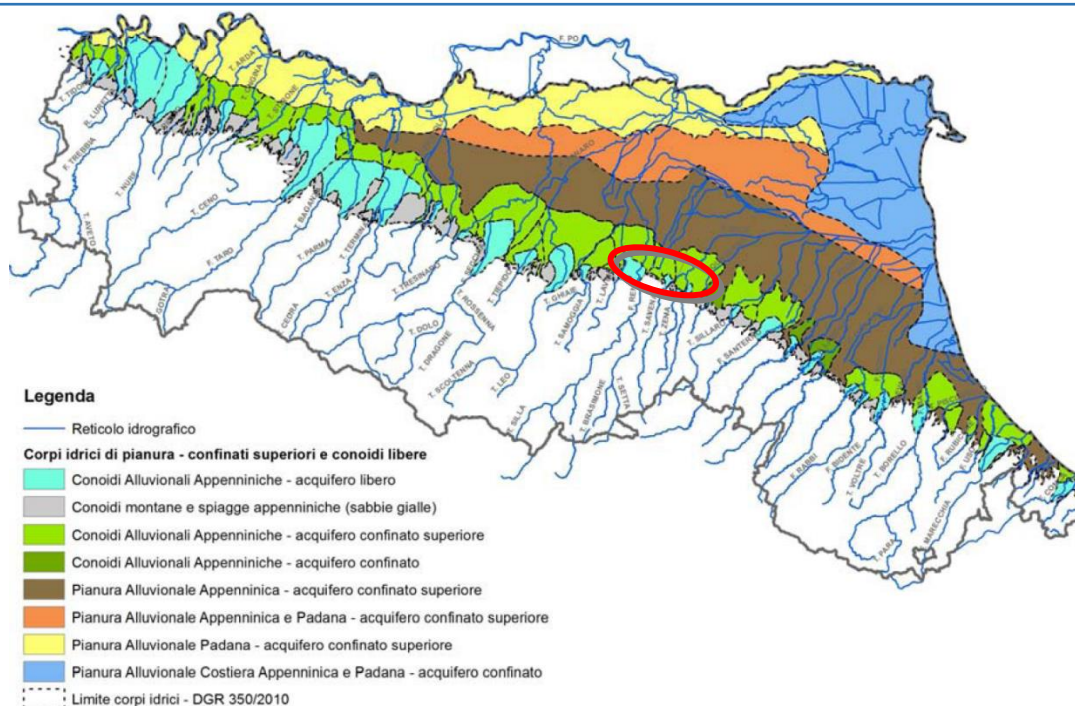


Figura 4-54– Relazione monitoraggio acque sotterranee 2014-2016 “Corpi idrici sotterranei di pianura, liberi e confinati superiori (acquiferi A1 e A2)”

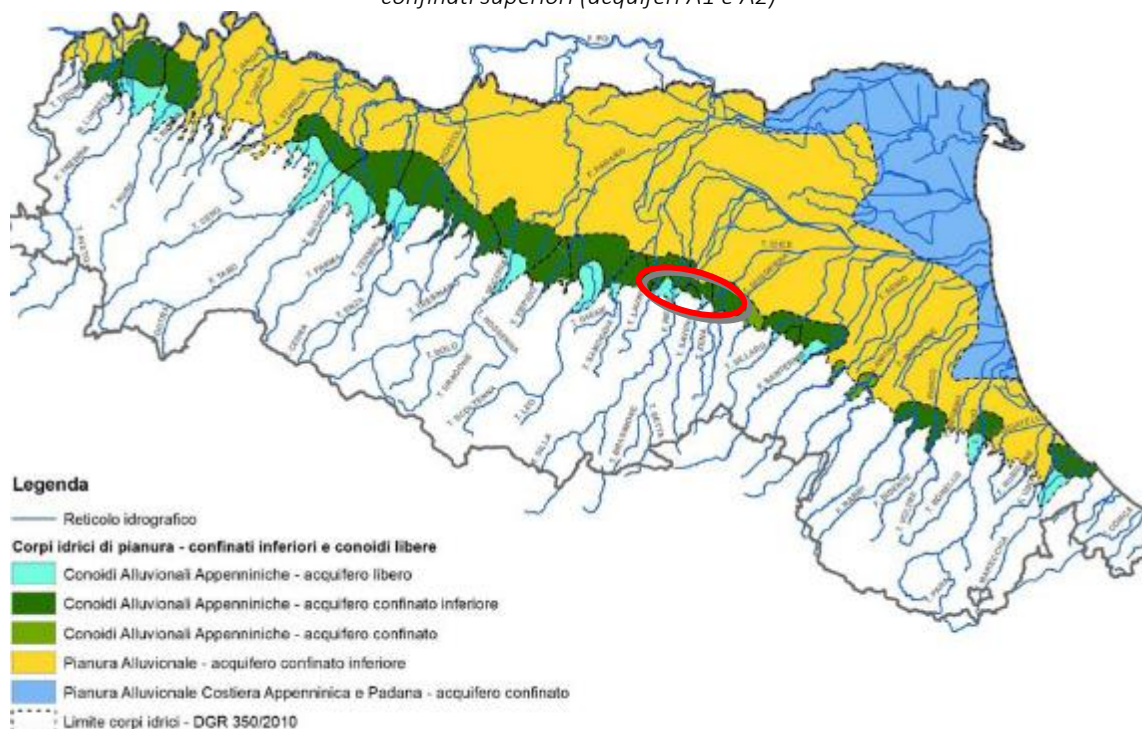


Figura 4-55 – Relazione monitoraggio acque sotterranee 2014-2016 “Corpi idrici sotterranei di pianura confinati inferiori (acquiferi A3, A4, B e C)”



Nella figura sopra riportata sono invece schematizzati i corpi idrici della pianura, coincidenti con le porzioni confinate inferiori delle conoidi alluvionali e del corpo idrico di pianura alluvionale. Sono inoltre riportati i limiti cartografici, alla profondità della base del complesso acquifero A2, delle porzioni libere delle conoidi alluvionali e il confinato costiero. Si ricorda che questi corpi idrici non sono suddivisi con la profondità. Le porzioni inferiori dei corpi idrici confinati si riferiscono ai complessi acquiferi, schematizzati nel modello concettuale, con A3, A4, B e C. I corpi idrici così raggruppati appartengono tutti al sistema profondo (inferiore) dei corpi idrici sotterranei.

#### 4.5.2.2 Monitoraggio delle acque sotterranee

La direttiva europea 2000/60/CE prevede il monitoraggio dei corpi idrici per la definizione sia dello stato quantitativo sia di quello chimico, attraverso due apposite reti di monitoraggio:

- rete per la definizione dello stato quantitativo;
- rete per la definizione dello stato chimico.

In diversi casi le stazioni di monitoraggio appartengono ad entrambe le reti.

Sulla base dei criteri definiti nel decreto sono stati rivisti e adeguati alla Direttiva 2000/60/CE i corpi idrici sotterranei individuati nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia-Romagna (2005), considerando oltre le conoidi alluvionali appenniniche e le piane alluvionali appenniniche e padane anche l'acquifero freatico di pianura e i corpi idrici montani.

Nel corso dell'anno 2015 la Regione Emilia-Romagna ha aggiornato il quadro conoscitivo ambientale, ha valutato le misure di risanamento necessarie e ha revisionato i corpi idrici sotterranei, passando da 145 corpi idrici a 135 a seguito delle evidenze del monitoraggio effettuato nel periodo 2010-2013. Sono state inoltre aggiornate le reti di monitoraggio al fine di contribuire, in stretto coordinamento con le Autorità di Distretto Idrografico competenti, alla redazione del secondo PdG che ha validità 2015-2021. Nel secondo PdG del Distretto Padano, in accordo con le Regioni del Distretto idrografico, è stato anticipato di due anni il periodo di monitoraggio rispetto ai cicli di gestione dei PdG. Ciò al fine di permettere l'elaborazione del terzo PdG con un sessennio completo di monitoraggio individuato nel periodo 2014-2019, a

seguito del quale si potrà avere la classificazione necessaria per la pianificazione 2021-2027.

Pertanto il periodo 2014-2016 costituisce il primo triennio del sessennio di classificazione.

I risultati derivanti dalle attività del nuovo sistema di monitoraggio e la conseguente classificazione dei corpi idrici presentano tempistiche diverse rispetto a quanto veniva effettuato in applicazione del D.Lgs 152/99. Il ciclo di monitoraggio non è più considerato annuale, ma triennale-sessennale integrato all'interno dei piani di Gestione dei distretti idrografici; pertanto in ottemperanza alla DQ è prevista una classificazione dello stato ambientale dei corpi idrici sotterranei su base triennale e/o sessennale.

Nella relazione disponibile per il triennio 2010-2012 sono illustrati i risultati conclusivi del primo ciclo di monitoraggio e le proposte di prima classificazione dello stato chimico e quantitativo per le acque sotterranee.

Il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei è proseguito anche negli anni successivi. Tra il 2014 e il 2015 si è proceduto ad una revisione dei corpi idrici e della rete, funzionale a meglio descrivere lo stato ambientale dei corpi idrici sotterranei della regione; gli esiti del monitoraggio 2014-2016 integrati successivamente dalla sorveglianza già in corso per il triennio 2017-2019, contribuiranno ad avere un quadro dello stato ambientale delle acque sotterranee e concludendosi il ciclo sessennale compreso all'interno del ciclo di pianificazione di distretto 2015-2021, forniranno indicazioni per la revisione del PdG stesso, con individuazione delle misure necessarie atte al mantenimento o miglioramento della qualità dei corpi idrici.

#### Monitoraggio quantitativo

Il monitoraggio per la definizione dello stato quantitativo viene effettuato per fornire una stima affidabile delle risorse idriche disponibili e valutarne la tendenza nel tempo, al fine di verificare se la variabilità della ricarica e il regime dei prelievi risultano sostenibili sul lungo periodo.

Il numero delle stazioni di monitoraggio quantitativo è pari complessivamente a 626, delle quali 479 sono utilizzate anche per il monitoraggio chimico.

Il monitoraggio quantitativo è funzionale a ricostruire i trend della piezometria o delle portate per definire lo stato del corpo idrico e calcolare il relativo bilancio idrico: sulla base delle conoscenze pregresse e della variabilità dei livelli dei corpi idrici di pianura, anche in quelli



profondi e meno impattati dai prelievi, si è ritenuto di prevedere per tutte le stazioni di monitoraggio la frequenza semestrale. Sono comunque disponibili 40 centraline di monitoraggio automatico già installate in pozzi e funzionanti, in grado di fornire con frequenza oraria informazioni dettagliate sui livelli di soggiacenza in zone sensibili.

Il livello delle acque sotterranee rappresenta la sommatoria degli effetti antropici e naturali sul sistema idrico sotterraneo in termini quantitativi, ovvero la combinazione delle perdite che subisce l'acquifero (emungimento) rispetto alla ricarica del medesimo.

Il livello nelle falde misurato durante le attività di monitoraggio può essere poi restituito rispetto al livello medio del mare (quota assoluta tramite piano quotato) e definito "piezometria", oppure può essere riferito alla quota del piano campagna locale (quota relativa): in tal caso si parla di "soggiacenza", parametro che presenta valori positivi crescenti dal piano campagna al pelo libero dell'acqua.

La piezometria viene utilizzata per calcolare le linee di deflusso delle acque sotterranee e i relativi gradienti idraulici, essendo a tutti gli effetti una superficie equipotenziale reale nel caso di acquiferi liberi, mentre per gli acquiferi confinati rappresenta una superficie ideale di uguale pressione dell'acqua.

La soggiacenza è spesso utilizzata per le applicazioni di campo, essendo riferita al piano locale, e come per la piezometria rappresenta un dato reale nel caso di acquiferi liberi, mentre per gli acquiferi confinati diventa reale solo quando viene perforato l'acquitrando presente al tetto.

Dai valori di livello delle acque sotterranee, si possono poi calcolare le tendenze nel tempo (trend) con le quali è possibile valutare le variazioni medie annue dei livelli delle falde, a supporto della definizione dello stato quantitativo delle acque sotterranee: la misura dei livelli permette di evidenziare le zone del territorio sulle quali insiste una criticità ambientale di tipo quantitativo, e quindi di indirizzare le azioni di risanamento da adottare attraverso gli strumenti di pianificazione. La variazione del livello delle falde nel tempo è utile anche per orientare e ottimizzare nel tempo i programmi di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei.

Il monitoraggio quantitativo manuale, effettuato con frequenza semestrale, viene integrato da un monitoraggio ad alta frequenza (orario) tramite strumentazione automatica installata su 40

stazioni (rete automatica della piezometria), al fine di avere informazioni di dettaglio sulle oscillazioni di livello delle falde e ottenere informazioni in tempo reale anche nei periodi dell'anno critici per la siccità, in genere quello estivo e tardo autunnale.

Lo stato quantitativo dei corpi idrici di pianura è stato attribuito utilizzando tutte le misure di piezometria dal 2002 (revisione precedente della rete di monitoraggio) al 2016.

Le elaborazioni dei dati di piezometria e di soggiacenza hanno permesso di restituire delle cartografie dell'intero territorio di pianura: le cartografie realizzate per ciascun anno sui due livelli di profondità - confinati superiori e confinati inferiori - aventi in comune la parte apicale delle conoidi alluvionali con acquifero libero, permettono di rappresentare meglio gli effetti dei prelievi e/o regime di ricarica naturale alle diverse profondità della pianura.

La figura che segue mostra un inquadramento della distribuzione spaziale sul territorio regionale delle stazioni di misura suddivise per tipologia di misura: monitoraggio chimico, monitoraggio quantitativo, rete automatica di rilevamento dei parametri soggiacenza, temperatura, conducibilità.

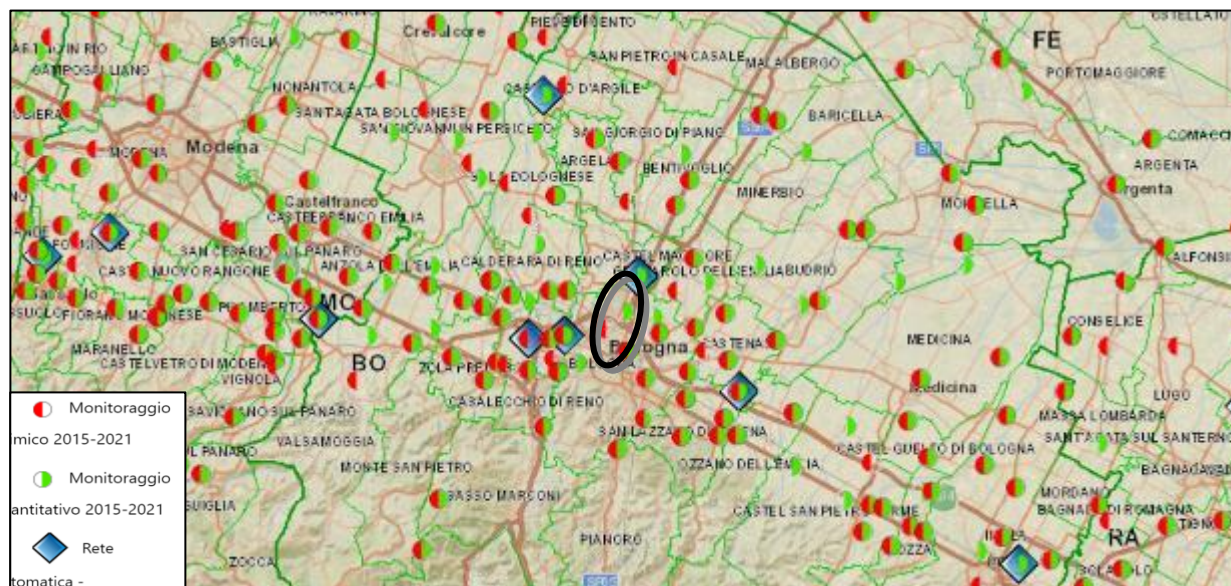


Figura 4-56 - Rete regionale di monitoraggio delle acque sotterranee – ARPAE

La distribuzione media di soggiacenza nel triennio 2010-2012 dei corpi idrici freatici di pianura, elaborata per singola stazione di monitoraggio, ha evidenziato che ca. il 90,4% delle 52 stazioni

di monitoraggio ha un valore inferiore ai 4 metri e solo il restante (ca. 10% di stazioni) ha un valore di soggiacenza media da 4 a 8 metri: queste ultime stazioni risultano ubicate nelle province di Piacenza, Modena, Bologna e Ravenna.

Le modellazioni eseguite al 2016 mostrano poi come la distribuzione media annua della soggiacenza rilevata nella falda più superficiale della pianura si attesti su valori inferiori ai 4 m per il 92,7% delle 55 stazioni di monitoraggio oggetto d'indagine.

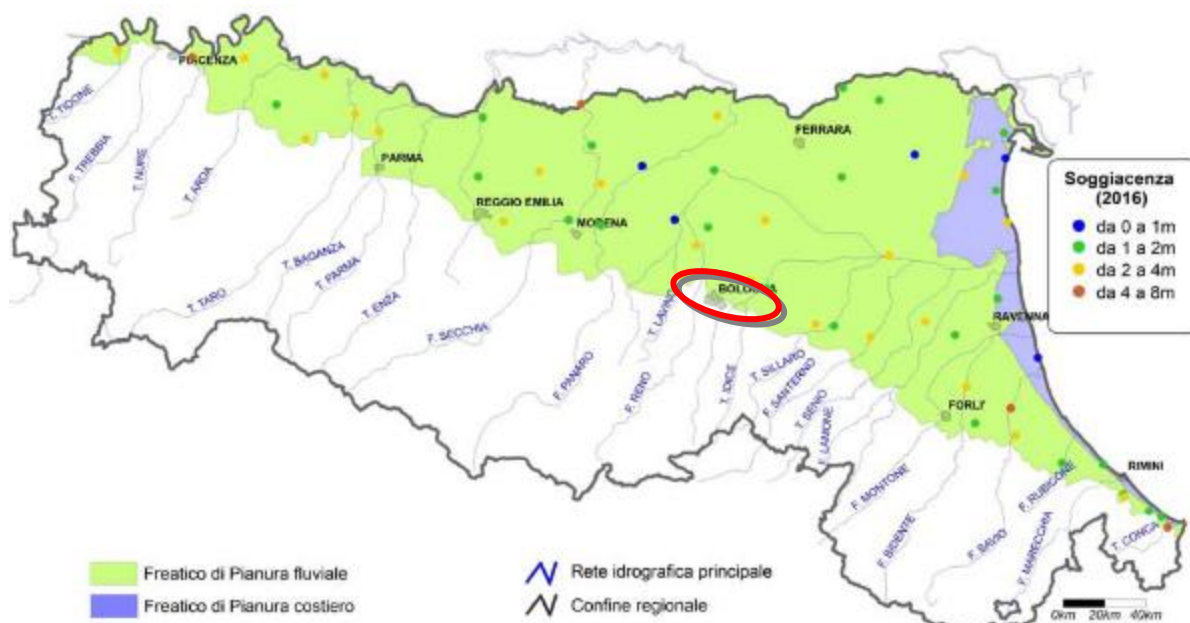


Figura 4-57 - Soggiacenza media annua nei corpi idrici freatici di pianura, anno 2016

Di seguito si riportano gli elaborati cartografici realizzati per la distribuzione spaziale in regione di piezometria e soggiacenza dei corpi idrici per l'annata 2016. I risultati vengono distinti per le seguenti tipologie di corpi idrici:

- corpi idrici di conoide libera, confinata superiore e pianure alluvionali confinate superiori;
- corpi idrici di conoide libera, confinate inferiori e le pianure alluvionali confinate inferiori.

La distribuzione della piezometria evidenzia il caratteristico andamento del livello delle acque sotterranee che si attenuano poi passando dalle conoidi libere alle zone di pianura alluvionale,

fino ad arrivare a quote negative (entro i -5 m) nella zona costiera. Questo andamento generale, con gradienti piezometrici differenti, più elevati nelle zone delle conoidi emiliane rispetto a quelle romagnole, è interrotto dalla conoide Reno-Lavino, che presenta in prossimità del margine appenninico valori di piezometria negativi, anche nella porzione libera di conoide, raggiungendo valori fino a -10 m. Questa depressione piezometrica si amplia arealmente con la profondità, ovvero negli acquiferi liberi e confinati inferiori. Ciò costituisce l'impatto, ancora oggi molto evidente, prodotto dai consistenti prelievi effettuati negli anni 50-60 del secolo scorso nella conoide medesima. In questo caso, la soggiacenza raggiunge valori di circa 60-65 m dal piano campagna, evidenziando uno spessore di acquifero insaturo rilevante sottostante l'alveo del fiume Reno.

La distribuzione della soggiacenza evidenzia situazioni molto meno accentuate rispetto a quella del Reno anche in altre conoidi, come ad esempio nel Trebbia, Taro, Secchia, Panaro, e in alcune conoidi romagnole, frutto di prelievi per i diversi usi della risorsa.

È stato tuttavia riscontrato nel corso del più recente monitoraggio come la situazione di criticità emersa per la conoide del Reno risulti negli ultimi 4 anni progressivamente migliorata, sia come recupero di altezza della falda che in termini di riduzione dell'areale depresso, determinando un netto miglioramento rispetto al periodo 2010-2012. Questo andamento medio complessivo in miglioramento dei livelli piezometrici risulta evidente a scala regionale in tutte le tipologie di corpi idrici sotterranei, in particolare nelle diverse porzioni delle conoidi alluvionali (libere, confinate superiori e confinate inferiori): tale aumento della soggiacenza è da associare alla maggiore ricarica degli acquiferi prevalentemente per effetto del clima. L'entità del miglioramento è variabile nelle diverse realtà territoriali e il 2016 evidenzia in diversi contesti di conoide una inversione di tendenza del miglioramento in particolare nel periodo autunnale.



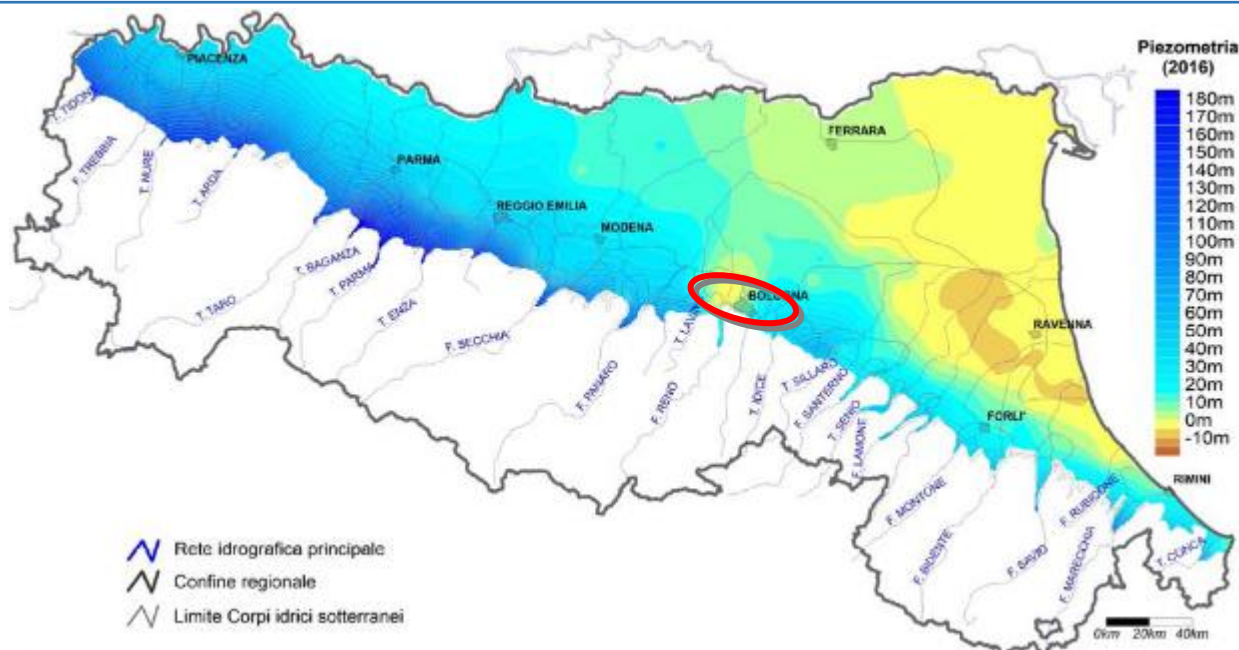


Figura 4-58 - Piezometria media nei corpi idrici liberi e confinati inferiori (2016)

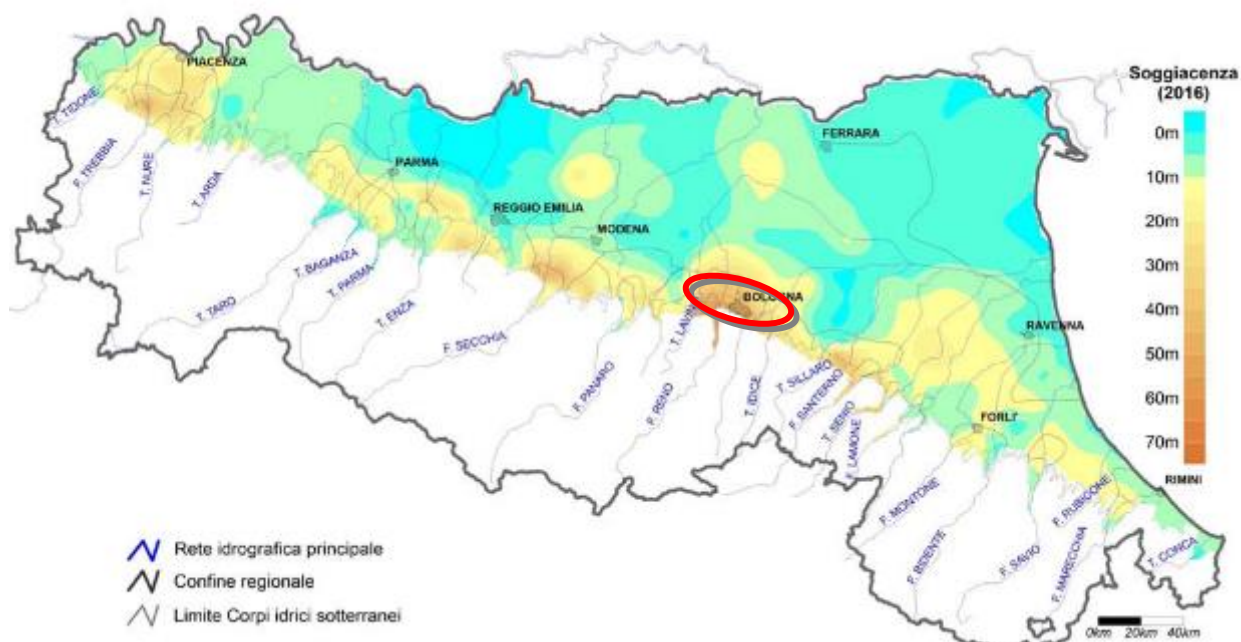


Figura 4-59 - Soggiacenza media nei corpi idrici liberi e confinati inferiori (2016)

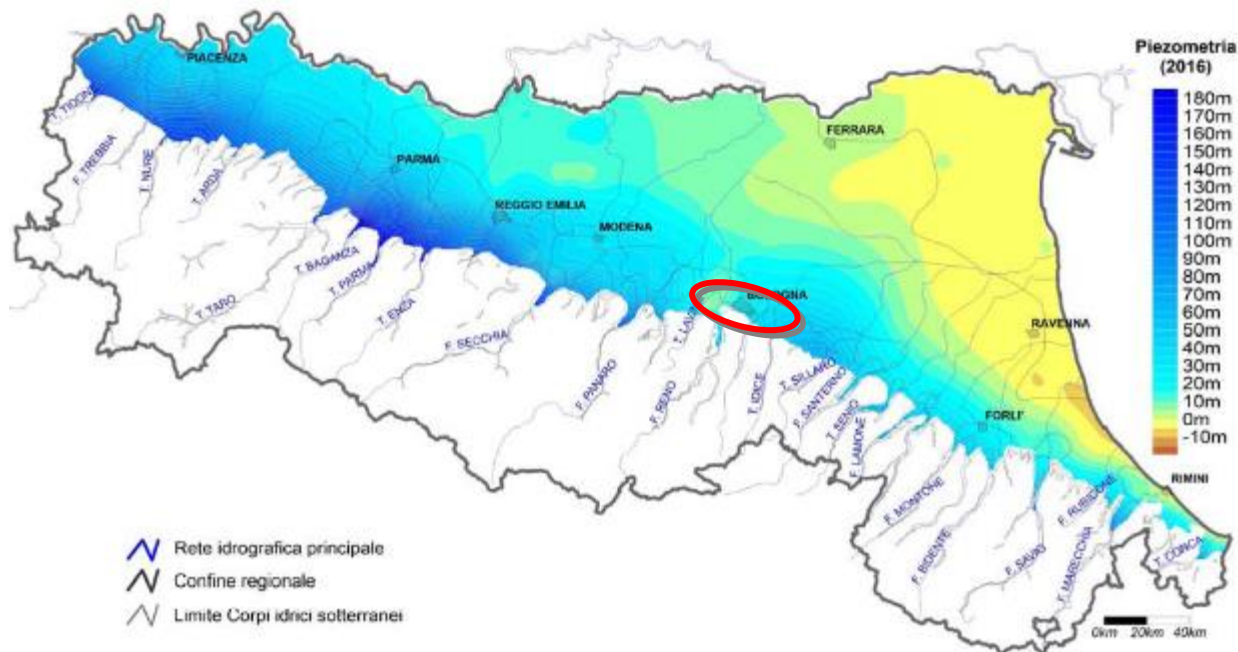


Figura 4-60 - Piezometria media nei corpi idrici liberi e confinati superiori (2016)

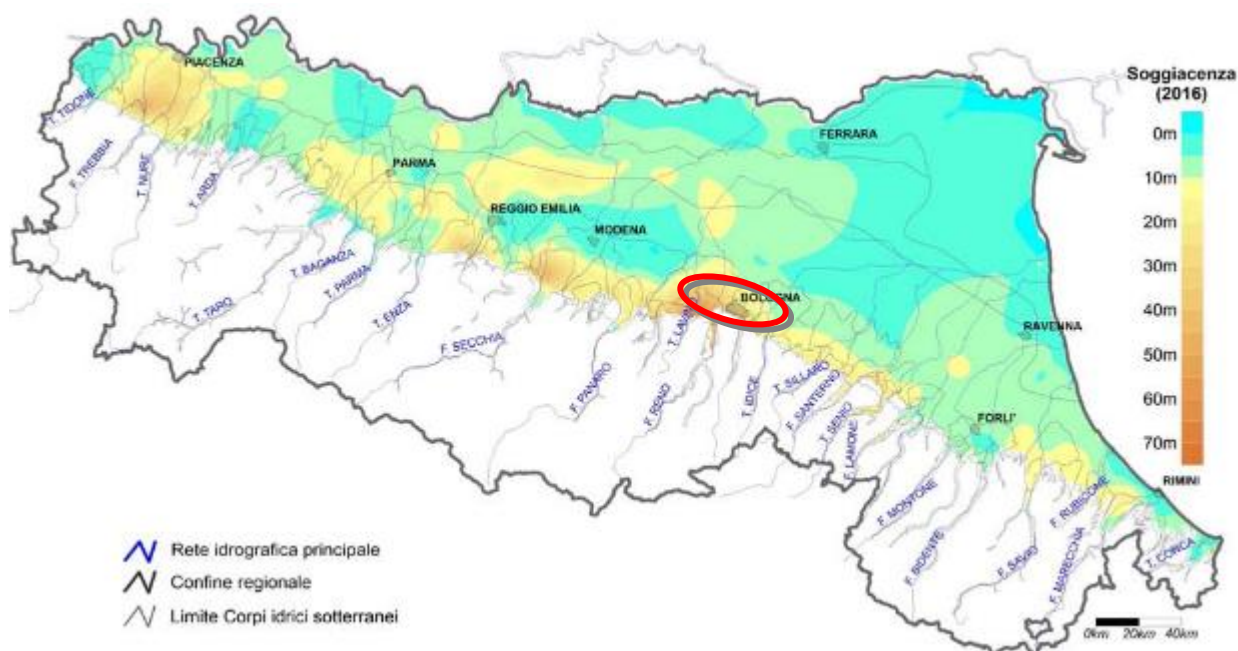


Figura 4-61 - Soggiacenza media nei corpi idrici liberi e confinati superiori (2016)



Dal monitoraggio quantitativo effettuato per il triennio 2014-2016 è emerso come dei 135 corpi idrici sotterranei dell'Emilia-Romagna 125 sono in stato quantitativo buono (circa il 92,6%): essi sono costituiti da tutti i corpi idrici montani, i freatici di pianura, le pianure alluvionali e la gran parte delle conoidi alluvionali appenniniche e dei depositi di fondovalle. I restanti 10 risultati in stato quantitativo scarso, pari al 7,4% del totale, sono rappresentati da alcuni corpi idrici di conoide alluvionale appenninica e depositi di fondovalle.

In generale lo stato quantitativo dei corpi idrici freatici di pianura è stato individuato in classe di "buono" per la pressoché assenza di pozzi ad uso industriale, irriguo e civile, e per il rapporto idrogeologico con i corpi idrici superficiali, sia naturali che artificiali, che ne regolano il livello per gran parte dell'anno.

Per il freatico costiero non sono stati al momento identificati effetti di ingressione del cuneo salino per effetto degli emungimenti, e le attuali fluttuazioni del cuneo salino sono state imputate a condizioni naturali, anche estreme, determinate dal clima.

Lo stato quantitativo dei corpi idrici montani è stato individuato in classe "buono" in quanto il prelievo dell'acqua da sorgenti risulta diffuso nei corpi idrici sotterranei e non localizzato, inoltre la captazione delle sorgenti avviene nella quasi totalità dei corpi idrici, in condizioni non forzate, ovvero non sono presenti, se non sporadicamente, pozzi o gallerie drenanti.

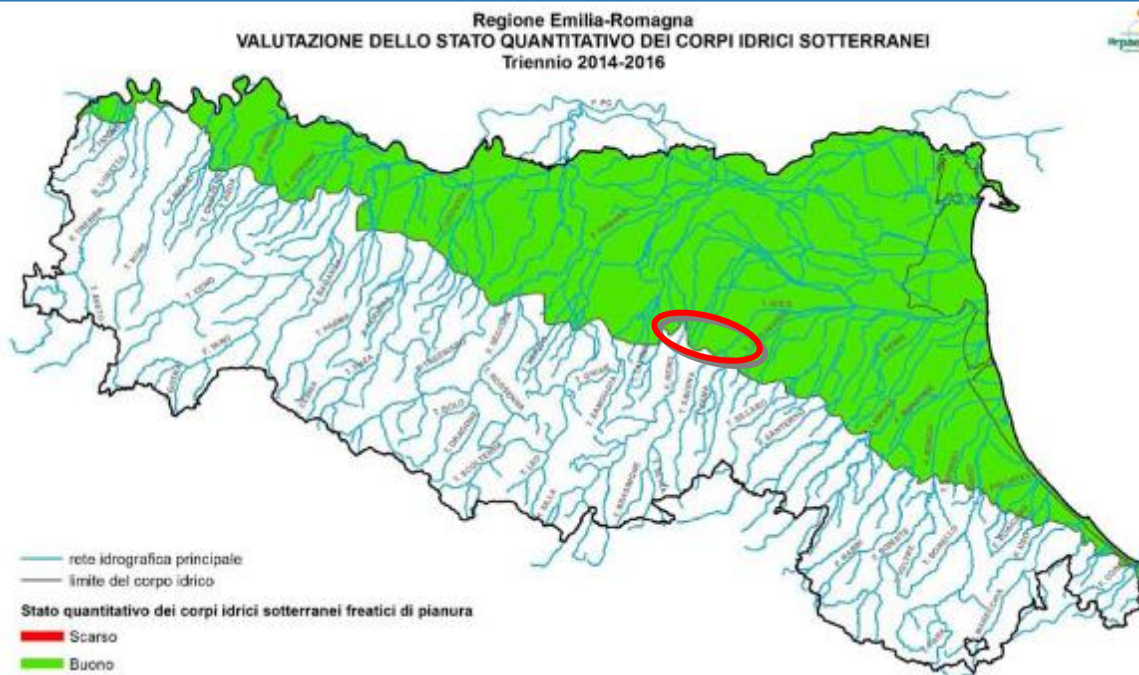


Figura 4-62 - Stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei freatici di pianura (2014-2016)

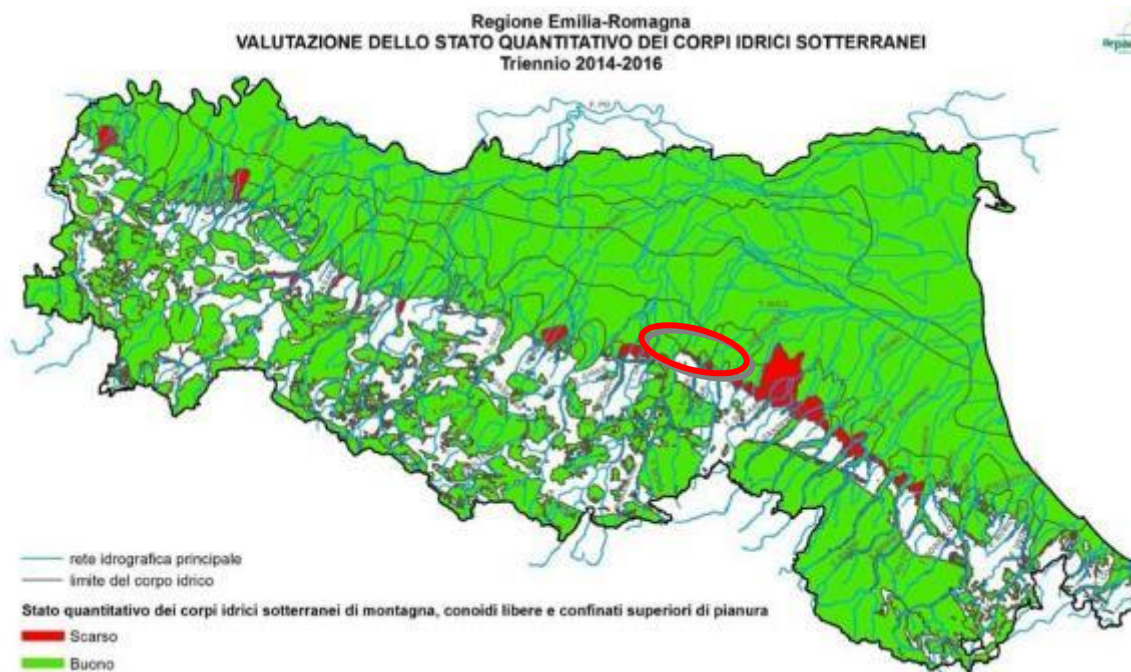


Figura 4-63 - Stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei montani, conoidi libere e confinati superiori di pianura (2014-2016)

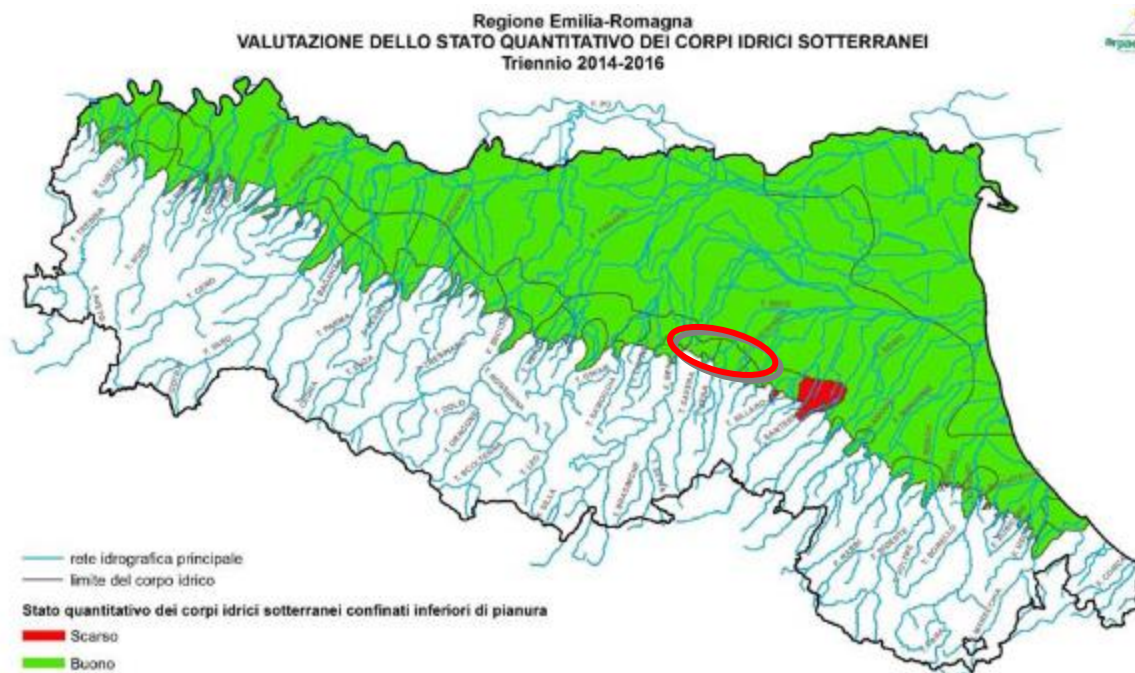


Figura 4-64 - Stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei confinati inferiori di pianura (2014-2016)

### Monitoraggio chimico

Il monitoraggio per la definizione dello stato chimico è articolato nei seguenti programmi:

- monitoraggio di sorveglianza;
- monitoraggio operativo.

Il monitoraggio di sorveglianza deve essere effettuato per tutti i corpi idrici sotterranei e in funzione della conoscenza pregressa dello stato chimico di ciascun corpo idrico, della vulnerabilità e della velocità di rinnovamento delle acque sotterranee, si distingue in:

- **sorveglianza con frequenza iniziale – parametri di base e addizionali** – deve essere effettuata nelle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici dei quali le conoscenze sullo stato siano inadeguate e i dati chimici pregressi non disponibili, e comunque solo per il periodo iniziale del monitoraggio di sorveglianza. Il profilo analitico comprende le sostanze di base e tutte quelle della tabella 3 dell'Allegato 3 al D. Lgs 30/2009;

- **sorveglianza con frequenza a lungo termine – parametri di base** – deve essere effettuato nell’arco dei 6 anni nelle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici dei quali le conoscenze sullo stato siano buone. Il profilo analitico prevede le sole sostanze di base;
- **sorveglianza con frequenza a lungo termine – parametri addizionali** – deve essere effettuato nell’arco dei 6 anni nelle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici dei quali le conoscenze sullo stato siano buone. Il profilo analitico prevede sostanze addizionali e la frequenza è più bassa del monitoraggio di sorveglianza a lungo termine – parametri di base.

Sulla base delle indicazioni fornite dal D. Lgs. 30/2009 e in particolare delle conoscenze pregresse dei corpi idrici sotterranei dell’Emilia-Romagna, sono state elaborate le frequenze di monitoraggio chimico sia operativo che di sorveglianza di base e/o addizionale per i diversi acquiferi. Per i corpi idrici sotterranei a rischio di non raggiungere lo stato di buono al 2015 è stato programmato, oltre quello di sorveglianza, anche un monitoraggio operativo con una frequenza almeno annuale e comunque da effettuare tra due periodi di monitoraggio di sorveglianza. Il numero delle stazioni di monitoraggio chimico è pari complessivamente a 597 di cui 479 sono in condivisione con il monitoraggio quantitativo.

Nelle tabelle che seguono si riporta per provincia e per acquifero l’elenco delle stazioni suddivisa per tipologia di monitoraggio di sorveglianza e operativo, ribadendo che il monitoraggio di sorveglianza viene effettuato su tutte le stazioni dei corpi idrici sia a rischio che non a rischio.

Provincia	Monitoraggio di Sorveglianza	Monitoraggio Sorveglianza +Operativo
PC	45	42
PR	48	35
RE	51	20
MO	53	30
<b>BO</b>	<b>84</b>	<b>22</b>
FE	38	9
RA	39	10



FC	35	9
RN	7	23
<b>Totale</b>	<b>597</b>	<b>200</b>

Tabella 4-27 – Numero di stazioni di monitoraggio per provincia e per tipologia di monitoraggio chimico

Distretto idrografico	Tipologia corpo idrico	Sorveglianza	Sorveglianza+Operativo
PO	Conoidi alluvionali	64	107
PO	Freatici di pianura		30
PO	Montani	57	
PO	Pianure alluv	122	
<b>Totale PO</b>		<b>243</b>	<b>137</b>
AS	Conoidi alluvionali	63	38
AS	Freatici di pianura		23
AS	Montani	31	2
AS	Pianure alluv	63	
<b>Totale AS</b>		<b>157</b>	<b>63</b>
<b>Totale RER</b>		<b>400</b>	<b>200</b>

Tabella 4-28 – Numero di stazioni di monitoraggio per acquifero e per tipologia di monitoraggio chimico

Considerata la complessità nella gestione dei profili analitici del monitoraggio chimico, è stato individuato un profilo analitico di base, che può essere completato e integrato con gli altri profili analitici permettendo di avere in questo modo uno screening analitico modulare che si adatta di volta in volta al monitoraggio chimico da effettuare.

Oltre al profilo analitico di base, per le acque sotterranee sono stati individuati altri 6 profili analitici.

Con l'emanazione del Decreto del MATTM del 6 luglio 2016, relativo ai valori di fondo naturale nelle acque sotterranee, in recepimento della Direttiva europea 80/2014/UE, è stata modificata la tabella 3 dell'Allegato 3 del D.Lgs. 30/09, in particolare sono stati modificati i valori soglia per alcune sostanze tra cui tricloroetilene e tetracloroetilene che vengono ora valutati come sommatoria a 10 ug/l (medesimi limiti delle acque destinate al consumo umano) e vengono

aggiunte altre sostanze tra le quali fosfati (già contemplati nel profilo di Base dall'anno 2015) e composti Perfluorurati. Per questi ultimi il monitoraggio è stato avviato nell'anno 2017.

I profili analitici applicabili nel monitoraggio delle acque sotterranee sono pertanto:

- Profilo analitico di Base (B)
- Profilo analitico Addizionale Fitofarmaci (F)
- Profilo analitico Addizionale Organoalogenati (O) ed Eteri
- Profilo analitico Addizionale Altre Pericolose (P)
- Profilo analitico Addizionale Isotopia (OD)
- Profilo analitico Addizionale Microbiologico (M)
- Profilo analitico Iniziale (I)

Il profilo analitico di Base (B) viene sempre applicato a ciascun campione, mentre i profili analitici Addizionali (F, O, P, OD, M) si aggiungono sulla base della programmazione prevista nel periodo e dettagliata per ciascuna stazione di monitoraggio. Il profilo analitico Iniziale (I) si applica invece, come screening analitico completo, periodicamente nel monitoraggio di sorveglianza in tutte le stazioni di monitoraggio, di norma una volta ogni 6 anni, inoltre può essere applicato nelle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici dei quali le conoscenze siano inadeguate. Si utilizza comunque sempre nel primo anno di monitoraggio delle nuove stazioni, ad esempio a seguito di sostituzione di stazioni o istituzione di nuove stazioni.

I diversi profili analitici vengono poi declinati in protocolli analitici per tenere conto delle esigenze gestionali analitiche al fine di garantire la qualità del dato come richiesta dalla normativa. Di seguito si fornisce il dettaglio dei protocolli analitici per i diversi profili analitici e le condizioni nelle quali devono essere applicati nelle singole stazioni di monitoraggio.

Parametro	Unità di misura
TEMPERATURA	°C
PH	Unità di pH
POTENZIALE REDOX	mV
CONDUCIBILITÀ ELETTRICA	μS/cm
OSSIGENO DISCIOLTO	mg/l
DUREZZA	mg/l



Parametro	Unità di misura
BICARBONATI	mg/l
CALCIO	mg/l
MAGNESIO	mg/l
POTASSIO	mg/l
SODIO	mg/l
CLORURI	mg/l
FLUORURI	µg/l
SOLFATI	mg/l
ORTOFOSFATO	mg/l
NITRATI	mg/l
NITRITI	µg/l
IONE AMMONIO	µg/l
TOC	µg/l
FERRO	µg/l
MANGANESE	µg/l
ARSENICO	µg/l
BARIO	µg/l
BORO	µg/l
CADMIO	µg/l
CROMO	µg/l
NICHEL	µg/l
PIOMBO	µg/l
RAME	µg/l
ZINCO	µg/l

Tabella 4-29 -- Profilo analitico di base (B)

Parametri AFITOFA (µg/l)		
2,4 D	DIFENOCONAZOLO	METOLACLOR
2,4 DP DICLORPROP	DIMETENAMID-P	METOSSIFENOZIDE
ACETAMIPRID	DIMETOATO	METRIBUZIN
ACETOCLOR	DIURON	MOLINATE
ACLONIFEN	EPOSSICONAZOLO	OXADIAZON
ATRAZINA	ETOFUMESATE	PARATION ETILE
ATRAZINA DESISOPROPIL (MET)	FENAMIDONE	PENCONAZOLO
ATRAZINE-DESETHYL-DESIPOPROPYL	FENBUCONAZOLO	PENDIMETALIN
AZOXISTROBIN	FENEXAMID	PETOXAMIDE
BENSULFURON METILE	FLUFENACET	PIRACLOSTROBIN
BENTAZONE	FOSALONE	PIRIMETANIL
BIFENAZATO	IMIDACLOPRID	PIRIMICARB
BOSCALID	INDOXACARB	PROCLORAZ
BUPIRIMATO	IPROVALICARB	PROPACLOR

Parametri AFITOF A (µg/l)		
BUPROFEZIN	ISOPROTURON	PROPAZINA
CARBOFURAN	ISOXAFLUTOLE	PROPICONAZOLO
CIMOXANIL	KRESOXIM-METILE	PROPIZAMIDE
CIPRODINIL	LENACIL	SIMAZINA
CLORANTRANILIPROLO (DPX E-2Y45)	LINURON	SPIROTETRAMMATO
CLORFENVINFOS	MANDIPROPAMID	SPIROXAMINA
CLORIDAZON	MCPA	TEBUFENOZIDE
CLORPIRIFOS ETILE	MCPP	TERBUTILAZINA
CLORPIRIFOS METILE	MEPANIPIRIM	TETRACONAZOLO
CLORTOLURON	METALAXIL	TIACLOPRID
CLOTIANIDIN	METAMITRON	TIAMETOXAM
DESETIL ATRAZINA	METAZACLO	TIOBENCARB
DESETIL TERBUTILAZINA	METIDATION	TRIFLOXISTROBIN
DIAZINONE	METIOCARB	TRITICONAZOLO
DICLORVOS	METOBROMURON	ZOXAMIDE
Parametri AFITOF B (µg/l)		
3,4 DICLOROANILINA	AZINFOS METILE	PROCIMIDONE
ALACLO	MALATION	
Parametri AFITOF C (µg/l)		
ALDRIN	o,p' DDT	o,p' DDE
DIELDRIN	p,p' DDT	p,p' DDE
ENDRIN	o,p' DDD	HCH BETA
ISODRIN	p,p' DDD	

Tabella 4-30 – Profilo analitico Addizionale Fitofarmaci (F)

Parametro	Unità di misura
TRICLOROMETANO (CLOROFORMIO)	µg/l
1,1,1 TRICLOROETANO (METILCLOROFORMIO)	µg/l
TRICLOROETILENE	µg/l
TETRACLOROETILENE (PERCLOROETILENE)	µg/l
TETRACLORURO DI CARBONIO (TETRACLOROMETANO)	µg/l
BROMODICLOROMETANO	µg/l
DIBROMOCLOROMETANO	µg/l
CLORURO DI VINILE MONOMERO (CVM)	µg/l
1,2 DICLOROETANO	µg/l
ESACLOROBUTADIENE	µg/l
1,2 DICLOROETILENE	µg/l
BROMOFORMIO	µg/l
METILTERBUTILETERE (MTBE)	µg/l
ETILTERBUTILETERE (ETBE)	µg/l

Tabella 4-31 – Profilo analitico Addizionale Organoalogenati (O) ed Eteri

Parametro	Unità di misura
MERCURIO	µg/l
CROMO ESAVALENTE	µg/l
ANTIMONIO	µg/l
SELENIO	µg/l
VANADIO	µg/l
CIANURI LIBERI	µg/l
BENZENE	µg/l
ETILBENZENE	µg/l
TOLUENE	µg/l
o-XILENE	µg/l
(m+p) XILENI	µg/l
MONOCLOROBENZENE	µg/l
1,4-DICLOROBENZENE	µg/l
1,2,4 TRICLOROBENZENE	µg/l
TRICLOROBENZENI	µg/l
PENTACLOROBENZENE	µg/l
ESACLOROBENZENE	µg/l
BENZO (A) PIRENE	µg/l
BENZO (B) FLUORANTENE	µg/l
BENZO (K) FLUORANTENE	µg/l
BENZO (G,H,I) PERILENE	µg/l
DIBENZO (A,H) ANTRACENE	µg/l
INDENO (1,2,3-CD) PIRENE	µg/l
IDROCARBURI TOTALI (ESPRESSI COME N-ESANO)	µg/l

Tabella 4-32 – Profilo analitico addizionale Altre Pericolose (P)

Parametro	Unità di misura
δ OSSIGENO ( <sup>18</sup> O/ <sup>16</sup> O)	‰VSMOW
δ IDROGENO ( <sup>2</sup> H/ <sup>1</sup> H)	‰VSMOW

Tabella 4-33 – Profilo analitico addizionale Isotopia (OD)

Parametro	Unità di misura
Escherichia coli	UFC/100 ml

Tabella 4-34 – Profilo analitico MICROBIOLOGICO (M)

Profili	
Base (B)	
Addizionale Fitofarmaci (F) (AFITOFA e AFITOFB dove ricorrono le condizioni previste)	
Addizionale Organoalogenati (O) ed Eteri	
Addizionale Altre Pericolose (P)	
Addizionale Isotopia (OD)	
Profili/Parametri da cercare, oltre ai profili sopra elencati, nelle stazioni ad uso acquedottistico e nelle nuove stazioni di monitoraggio, anche a seguito di sostituzioni di vecchie stazioni di monitoraggio	
Profili	
Addizionale Microbiologico (M)	
Addizionale Fitofarmaci (F) - (AFITOFB)	
Parametro	Unità di misura
NITROBENZENE	µg/l
DISSINE E FURANI	µg/l
PCB	µg/l

Tabella 4-35 – Profilo analitico Iniziale (I)

Lo stato chimico dei corpi idrici sotterranei viene definito tramite i dati di monitoraggio del triennio 2014-2016: la metodologia di studio è quella individuata dal D. Lgs. 30/2009 che prevede, per ciascuna stazione di monitoraggio, il confronto delle concentrazioni medie annue con gli standard di qualità e valori soglia definiti a livello nazionale (tab. 2 e 3 dell'All. 3 del D. Lgs. 30/2009). I valori soglia, fissati a livello nazionale su base ecotossicologica, possono essere rivisti a scala di corpo idrico quando il fondo naturale delle acque sotterranee assuma concentrazioni superiori ai valori soglia, tali per cui questi ultimi vengono innalzati pari ai valori di fondo naturale (D. Lgs. 30/09).

Lo stato chimico “scarso” è stato attribuito tenendo conto dei valori soglia definiti per i corpi idrici sotterranei e, dove il numero delle stazioni di monitoraggio in stato “scarso” erano oltre il 20% del totale le stazioni, del corpo idrico sotterraneo medesimo.

Lo stato chimico è stato calcolato per ciascuna stazione di monitoraggio per ciascun anno durante il quale è stato effettuato il monitoraggio chimico: per l'attribuzione di uno stato relativo al triennio a ciascuna stazione è stato quindi considerato, per ciascuna stazione di monitoraggio, lo stato prevalente nel triennio e come sostanze critiche per lo stato chimico

sono state elencate tutte le sostanze riscontrate nella stazione che hanno causato uno stato scarso.

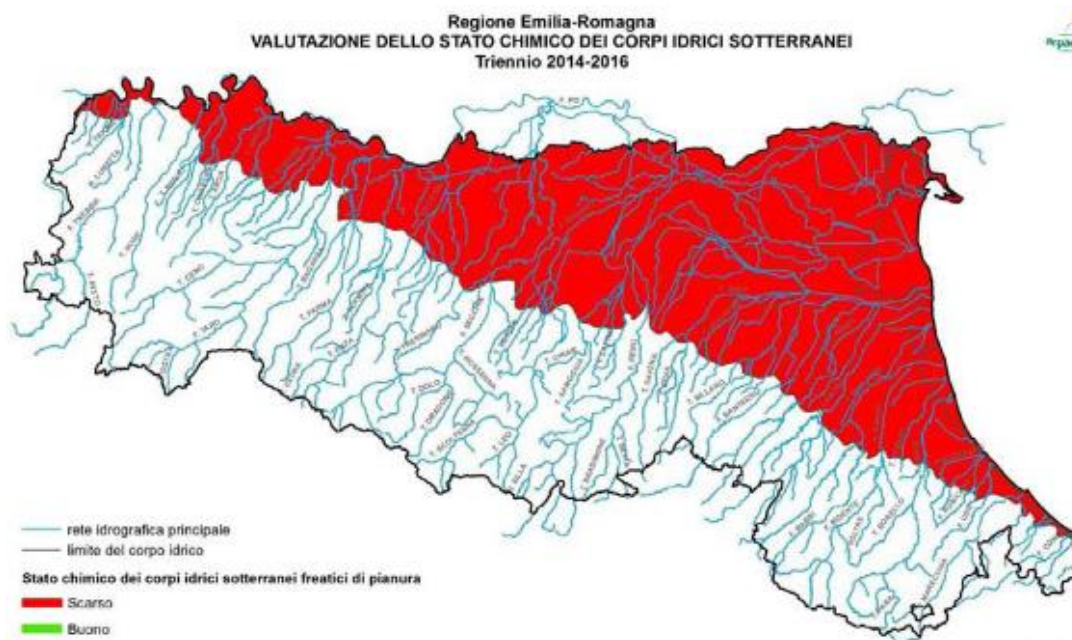


Figura 4-65 - Stato chimico dei corpi idrici sotterranei freatici di pianura (2014-2016)

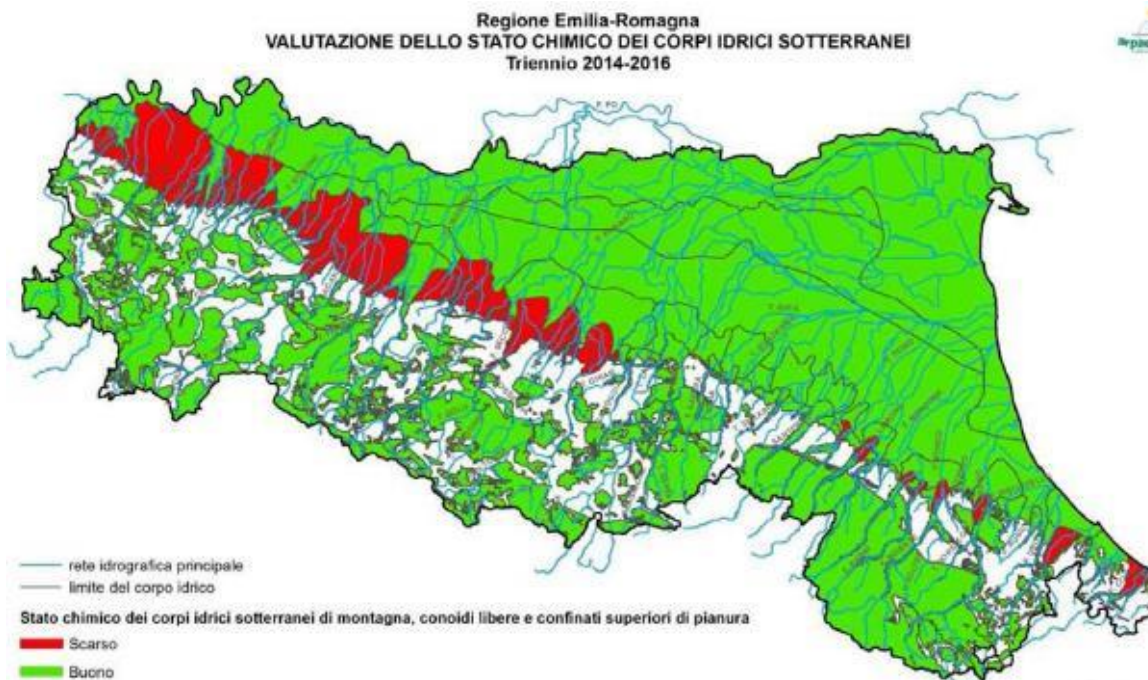


Figura 4-66- Stato chimico dei corpi idrici sotterranei montani, conoidi libere e confinati superiori di pianura (2014-2016)



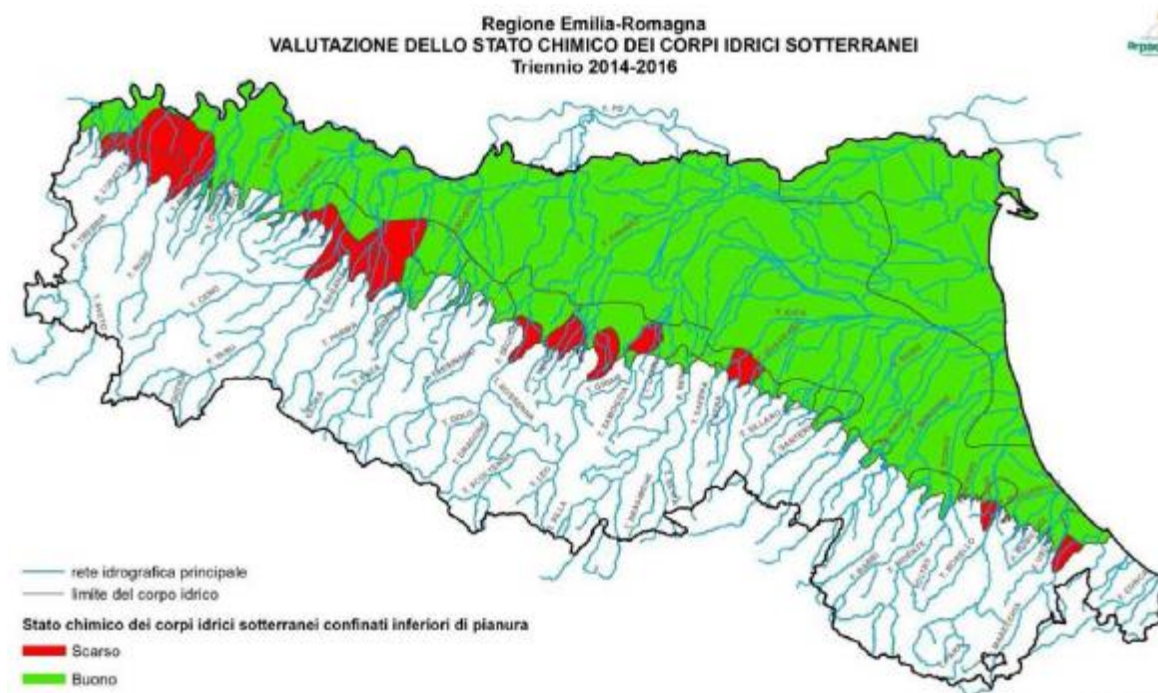


Figura 4-67 - Stato chimico dei corpi idrici sotterranei confinati inferiori di pianura (2014-2016)

Il monitoraggio chimico del triennio 2014-2016 relativo ai 135 corpi idrici sotterranei dell'Emilia-Romagna, evidenzia che 103 di questi sono in stato chimico buono, pari al 76,3% del totale: tra questi i corpi idrici montani, i profondi di pianura alluvionale, gran parte dei depositi di fondovalle e alcuni di conoide alluvionale. I restanti 32 corpi idrici, pari al 23,7% del totale, sono in stato chimico scarso (29 corpi idrici di conoide alluvionale appenninica, 1 dei depositi di fondovalle e 2 freatici di pianura).

Rispetto al quadriennio 2010-2013 si osserva una riduzione dello stato scarso dal 31,7% al 23,7% determinata prevalentemente dalla definizione dei valori di fondo naturale di Cromo esavalente nei corpi idrici montani di Parma e Piacenza.

La valutazione dello stato chimico in termini di superficie dei corpi idrici non presenta importanti scostamenti rispetto alla precedente valutazione: la classe buono è rappresentata dal 66,8% della superficie totale e la classe scarso dal restante 33,2%. La categoria qualitativa "scarsa" è rappresentata in gran parte dai 2 corpi idrici freatici di pianura, caratterizzati



dall'assenza di confinamento idrogeologico e pertanto molto vulnerabili alle numerose pressioni antropiche presenti in pianura.

Le criticità riscontrate in diverse conoidi alluvionali appenniniche, in particolare le porzioni libere e confinate superiori e in alcuni casi le porzioni confinate inferiori, sono imputabili prevalentemente alla presenza di composti di azoto, in particolare i nitrati, composti organoalogenati, boro, solfati e altri parametri indicatori di salinizzazione.

I corpi idrici più profondi (confinati inferiori di pianura), risultano in stato chimico buono, seppure la qualità non risulta idonea per usi pregiati per via della presenza naturale di ione ammonio, arsenico, boro e cloruri che sono naturalmente presenti negli acquiferi e per i quali sono stati determinati i rispettivi valori di fondo naturale.

## 4.6 SUOLO E SOTTOSUOLO

### 4.6.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO-GEOLOGICO-IDROGEOLOGICO E SISMICO

#### 4.6.1.1 Geomorfologia

Dal punto di vista morfologico, nel territorio interessato si distinguono un sistema collinare ed un sistema di pianura. L'individuazione dei due sistemi, caratterizzati da una evoluzione strutturale indipendente, è legata all'esistenza, in corrispondenza del settore pedecollinare, del lineamento tettonico ad andamento NW-SE correlabile alla struttura di thrust nota in letteratura con la denominazione Sovrascorrimento Frontale Pedappennico o PTF.

Gli elementi geomorfologici riscontrabili in corrispondenza del tracciato in progetto, sono essenzialmente ascrivibili ad ambienti di deposizione alluvionale quali ambiente di conoide, di piana alluvionale e, localmente, di terrazzo alluvionale.

La pianura bolognese può essere suddivisa in tre settori sulla base delle caratteristiche morfologiche, sedimentologiche e tessiturali dei depositi presenti. L'alta pianura, compresa tra il limite appenninico a Sud e la direttrice Anzola-Castelmaggiore-Castenaso a Nord, caratterizzata principalmente dalla presenza di litotipi a granulometria grossolana di spessore anche rilevante. La media e la bassa pianura si collocano a Nord del settore individuato e

procedendo in direzione Sud-Nord si assiste ad un progressivo aumento dei litotipi a granulometria fine. Le quote variano da 80-90 m s.l.m. m a ridosso del margine appenninico a 32 m s.l.m. m in prossimità del confine settentrionale del territorio comunale. Le pendenze della superficie topografica diminuiscono da valori superiori al 25 per mille in corrispondenza dell'alta pianura a valori di 1-2 per mille nelle porzioni più distali.

L'alta pianura è essenzialmente caratterizzata dalla presenza dei conoidi alluvionali riferibili alla attività deposizionale del F. Reno e del T. Savena che hanno modellato la fascia pedecollinare rispettivamente in corrispondenza del settore occidentale ed orientale dell'area in esame. Fra le due strutture di conoide principali si interpongono le strutture minori del T. Ravone, Rio Meloncello, T. Aposa e Fossa Cavallina. Le forme di origine antropica sono estremamente diffuse dato il notevole sviluppo di aree urbane in rapida evoluzione. Si tratta essenzialmente di arginature dei corsi d'acqua, canalizzazioni, siti di deviazione fluviale e aree di cava attive, abbandonate o ripristinate.

Di seguito vengono illustrati gli stralci delle carte geomorfologiche di pianura Est ed Ovest per il Comune di Bologna in cui si individuano gli elementi geomorfologici principali, in particolare i corsi d'acqua principali e secondari, i dossi fluviali, i depositi alluvionali antichi e recenti e conoidi alluvionali.

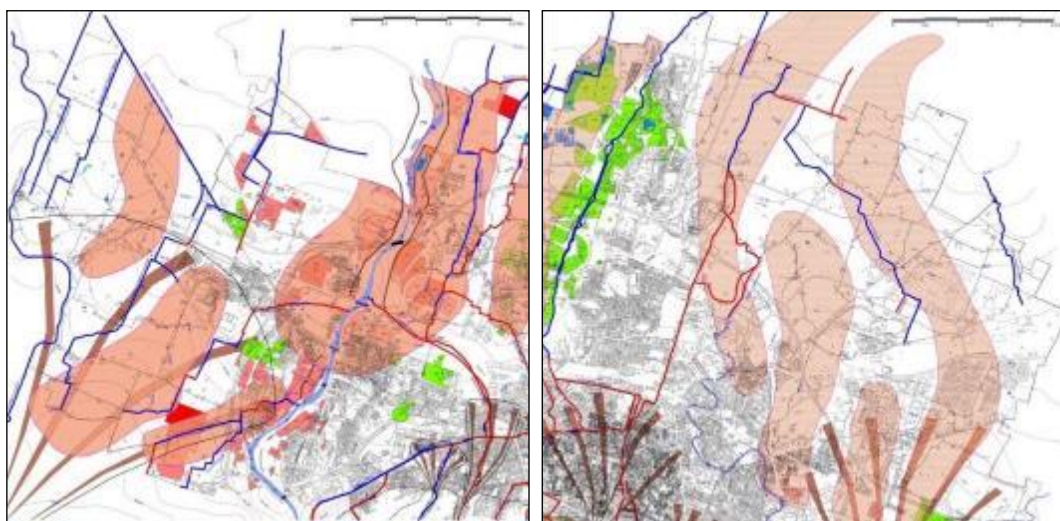


Figura 4-68 – Stralcio della carta geomorfologica di pianura del Comune di Bologna. A sinistra la porzione ovest, a destra la porzione est

#### 4.6.1.2 *Assetto geologico regionale*

La formazione della pianura bolognese, nella quale è situato il territorio in esame, è legata all'evoluzione tettonica-sedimentaria del bacino padano.

Le prospezioni geofisiche ed i sondaggi effettuati dall'Agip per la ricerca di idrocarburi hanno individuato nel sottosuolo padano strutture profonde, sviluppatesi in un lasso di tempo compreso tra il Miocene superiore ed il Pleistocene, geneticamente connesse alla tettonica di embricazione che ha caratterizzato l'evoluzione strutturale dell'Appennino. I fronti dei sovrascorrimenti sepolti, che interessano le stesse unità litologiche per lo più di origine marina che è possibile osservare in affioramento nel margine collinare, sono marcati da pronunciate pieghe anticlinali asimmetriche, vergenti a N-NE, con asse orientato mediamente NW-SE, fra le quali si segnalano le pieghe della cosiddetta Dorsale Ferrarese.

L'indagine geofisica ha inoltre evidenziato la presenza di un importante sistema di faglie che esplica tuttora la sua attività a carattere compressivo, noto in letteratura come "sovrascorrimento pedeappenninico": esso costituisce l'elemento morfostrutturale di separazione tra la fascia collinare in sollevamento e l'antistante pianura interessata dalla subsidenza. Il significato cinematico attribuito a tale lineamento concorda con il generale sovrascorrimento degli elementi appenninici al di sopra di quelli padani summenzionati.

La pianura bolognese è quindi compresa tra il sistema tettonico del "sovrascorrimento pedeappenninico" ed il fianco meridionale delle pieghe della Dorsale Ferrarese.

Il colmamento del bacino bolognese si è realizzato principalmente in seguito all'attività sedimentaria dei corsi d'acqua appenninici: procedendo dal basso verso l'alto si rinvencono dapprima sedimenti di origine marina, successivamente sedimenti transizionali (lagunari e costieri) ed infine depositi di origine francamente continentale che costituiscono le alluvioni quaternarie. Le variazioni di spessore e dei caratteri deposizionali, registrate dalla successione litostratigrafica, sono riconducibili a fenomeni tettonici e glacio-eustatici che hanno controllato la sedimentazione all'interno del bacino e hanno condizionato la potenzialità deposizionale dei vari corsi d'acqua. Il riempimento del bacino marino ed il successivo passaggio alla

sedimentazione continentale non si sono verificati in maniera continua e progressiva, ma sono stati il risultato di eventi tettonico-sedimentari parossistici, separati nel tempo da periodi di forte subsidenza bacinale e movimenti ridotti delle strutture compressive.

Di fatto la successione quaternaria continentale (porzione sommitale del riempimento del bacino padano), poggia con un contatto discordante sul ciclo pleistocenico inferiore marino.

Lo spessore del ciclo continentale è molto variabile a seconda delle zone considerate. In prossimità del fiume Reno la facies di transizione all'ambiente marino si incontra ad una profondità di circa 400 m.

Studi recenti hanno individuato nell'area emiliana una formazione fluvio-lacustre che costituisce la base della successione quaternaria continentale. Al suo interno è riconoscibile un'alternanza di unità ghiaiose e pelitico-sabbiose. Le prime vengono interpretate come facies di conoide mentre le seconde come appartenenti ad ambienti di piana alluvionale.

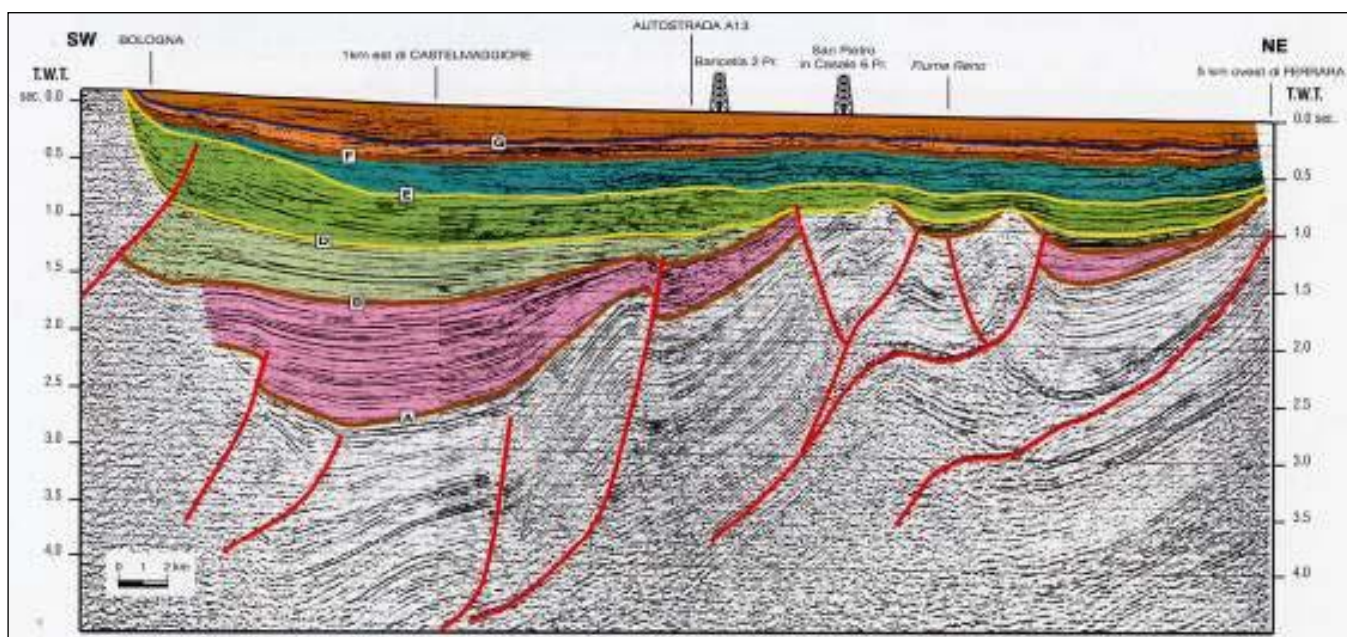


Figura 4-69 – Profilo sismico interpretato (cortesia AGIP, tratto da Regione Emilia Romagna - ENI -AGIP, 1998 :  
Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna, a cura di G. Di Dio)

Facendo riferimento alla sezione riportata nella figura sopra ed alla successione geologico-stratigrafica riportata nella pubblicazione da cui è tratta (Regione Emilia-Romagna, ENI-AGIP,



1998: "Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna". A cura di G. Di Dio), lo schema di riferimento per la pianura bolognese è costituito dalla successione di tre diverse sequenze deposizionali:

Supersistema del Pliocene medio-superiore: costituisce la base dei gruppi acquiferi del bolognese (età da 3,6 a 2,2 milioni di anni, in rosa nella sezione);

Supersistema del Quaternario marino: caratterizzato dalla presenza di 4 complessi acquiferi, depositatisi nel periodo compreso tra 2,2 e 0,65 milioni di anni (in verde e blu nella sezione);

Supersistema Emiliano-Romagnolo, che rappresenta la successione quaternaria continentale.

PRINCIPALI UNITA' STRATIGRAFICHE					ETA' (milioni di anni)	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA (milioni di anni)	UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE																	
AFFIORANTI			SEPOLTE				GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO																
QUATERNARIO CONTINENTALE	DILUVIUM p.p.	FORMAZIONE FLUVIO - LACUSTRE	FORMAZIONE DI OLIVATELLO	UNITA' DI VILLA DEL BOSCO	UNITA' DI CA' DI SOLA	SUPERSISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE	UNITA' DI BORGIO PANIGALE	ORIZZONTE DI FOSSOLO	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI	~0.12	~0.35-0.45	~0.65	~0.8	~1.0	~2.2	~3.3-3.6	~3.9	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE	PLEISTOCENE MEDIO	PLEISTOCENE INFERIORE	PLIOCENE MEDIO - SUPERIORE	PLIOCENE INFERIORE MIOCENE	ACQUITARDO BASALE
QUATERNARIO MARINO	MILAZZIANO SABBIE di CASTELVETRO p.p.	SABBIE GIALLE di IMOLA p.p.	SUBSISTEMA QUATERNARIO MARINO 3'		SUPERSISTEMA DEL QUATERNARIO MARINO	SUBSISTEMA QUATERNARIO MARINO 3'	SISTEMA QUATERNARIO MARINO 2	SISTEMA QUATERNARIO MARINO 1	SUPERSISTEMA DEL PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE	PLIOCENE MEDIO SUPERIORE	~0.12	~0.35-0.45	~0.65	~0.8	~1.0	~2.2	~3.3-3.6	~3.9	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE	PLEISTOCENE MEDIO	PLEISTOCENE INFERIORE	PLIOCENE MEDIO - SUPERIORE	PLIOCENE INFERIORE MIOCENE	ACQUITARDO BASALE
P <sub>2</sub>	FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.		SUPERSISTEMA DEL PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE		SUPERSISTEMA DEL QUATERNARIO MARINO	SUBSISTEMA QUATERNARIO MARINO 3'	SISTEMA QUATERNARIO MARINO 2	SISTEMA QUATERNARIO MARINO 1	SUPERSISTEMA DEL PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE	PLIOCENE MEDIO SUPERIORE	~0.12	~0.35-0.45	~0.65	~0.8	~1.0	~2.2	~3.3-3.6	~3.9	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE	PLEISTOCENE MEDIO	PLEISTOCENE INFERIORE	PLIOCENE MEDIO - SUPERIORE	PLIOCENE INFERIORE MIOCENE	ACQUITARDO BASALE

Figura 4-70– Quadro geologico-stratigrafico e idrostratigrafico Regione Emilia Romagna

Il Supersistema Emiliano-Romagnolo è litologicamente caratterizzato da un'alternanza di ghiaie con scarse sabbie e peliti (argille e limi). In particolare è possibile riconoscere la presenza di due orizzonti pelitici di spessore significativo (superiore ai 20 metri), che consente di effettuare una

distinzione in n. 3 megasequenze ghiaiose all'interno della successione in esame; i livelli pelitici sono i seguenti:

- orizzonte inferiore: segnalato alla profondità di 280 m dal p.c., presenta uno spessore di 20/25 m;
- orizzonte superiore: denominato Unità di Fossolo, è situato ad una profondità di circa 120/140 m dal p.c., con spessori variabili tra 20 m e 30 m (identificato con la lettera G nella sezione di Figura 4-).

I terreni affioranti nei pressi dell'area in progetto sono raggruppati nel Supersistema Emiliano Romagnolo e sono inserite nel Subsistema di Ravenna (AES8) come facies di limi sabbiosi. La Figura che segue illustra la distribuzione delle litologie affioranti nelle aree interessate dal progetto.



Figura 4-71 – Stralcio della carta geologica RER della zona (non in scala)

Di seguito si riportano le caratteristiche delle litofacies ghiaiose, sabbiose e limoso argillose dei vari livelli che costituiscono il Subsistema.



### LITOFACIES GHIAIOSE

I livelli ghiaiosi presentano un grado di organizzazione molto variabile. Le facies più disorganizzate sono generalmente massive, poco cernite e tipicamente matrice sostenute.

La matrice è rappresentata in genere da sabbie da fini a grossolane e da peliti. La dimensione massima dei ciottoli è di circa 25/30 cm e all'interno dei banchi non si riscontrano significative tendenze granulometriche. Questi depositi vengono generalmente interpretati come depositi da colata. Le facies organizzate sono più frequenti delle precedenti ed al loro interno è riconoscibile un motivo deposizionale definito da sequenze fining upward di 2/5 m di spessore a base grossolana. Sono disposte in corpi generalmente amalgamati, limitati alla base da superfici debolmente erosive e irregolari, passanti verso l'alto a orizzonti discontinui o a lenti di sabbie a stratificazione incrociata o a laminazione parallela.

Questi depositi possono essere interpretati come il prodotto della migrazione delle barre fluviali e come il riempimento di canali secondari. Nell'area di interesse le ghiaie si rinvencono ad una profondità generalmente maggiore di 10,0 m.

### LITOFACIES LIMOSO-SABBIOSE

Le sabbie sono generalmente comprese all'interno di unità prevalentemente fini come corpi isolati, oppure sovrastano le unità ghiaiose. Hanno geometria piano-concava, base erosiva e presentano una granulometria variabile da grossolana a fine che forma tipiche sequenze fining upward. Questi depositi sono interpretati come il riempimento di canali in ambiente di conoide intermedio distale e di piana alluvionale. I corpi che mostrano basso rapporto lunghezza/altezza corrispondono al riempimento di canali stabili, mentre quelli il cui rapporto è molto alto riflettono lo spostamento laterale del canale in condizioni di scarsa subsidenza. Lateralmente ai depositi di canale si ritrovano alternanze ritmiche di sabbie fini e finissime con limi sabbiosi organizzate in piccole sequenze a base netta, fining upward ed aventi spessore decimetrico.

Nei rari strati di maggior spessore si possono riconoscere una laminazione obliqua a piccola scala con presenza di ripples rampicanti e di stratificazione lenticolare. Si tratta di depositi di

argine o di margine di canale dove avvenivano fenomeni di trazione-decantazione tra loro alternati.

#### LITOFACIES LIMOSO-ARGILLOSE

I livelli prevalentemente limosi vengono interpretati come depositi di argine distale che, lateralmente, passano a unità costituite da argille limose caratteristiche di ambienti a bassa energia ubicati tra due sistemi di canale-argine. All'interno della successione fine di piana alluvionale si segnalano inoltre degli orizzonti scuri o neri, con spessori variabili da alcuni decimetri ad oltre un metro, che mostrano un'altissima percentuale di sostanza organica (spesso si rinvencono frustoli vegetali e frammenti di legno). Questi orizzonti a forte componente organica sono spesso associati a pacchi di argille di alcuni metri di spessore, con forti concentrazioni di molluschi che indicano un ambiente palustre di acqua dolce.

##### *4.6.1.3 Inquadramento idrogeologico*

Gli acquiferi nell'area di pianura bolognese assumono un ruolo di primaria importanza nell'ambito della gestione delle risorse idriche sotterranee, alimentando i tre principali centri di approvvigionamento idrico comunale.

Gli approfondimenti condotti nell'ambito dei vari progetti eseguiti consentono una descrizione dettagliata della struttura geologica del sottosuolo. Sono state identificate le seguenti unità idrogeologiche:

- Acquifero A1
- Acquitardo Alfa
- Acquifero A2, A3, A4 (unità acquifere accorpate in una singola unità denominata A234)
- Acquitardo Delta
- Acquifero B
- Acquitardo Epsilon
- Acquifero C

La figura che segue fornisce uno schema di comparazione fra la nomenclatura utilizzata in letteratura nell'ambito della definizione delle unità geologiche riconosciute, cui si è fatto

riferimento in precedenza, e la denominazione delle unità idrogeologiche proposta più recentemente.

Sistema Acquifero			Acquitardi	Falde
A	A1	A1c		SUP3-SUP4
		A1b		SUP2
		A1a		SUP1
			Alfa	Profondo
	A2			
	A3			
	A4			
			Delta	
B				
		Epsilon		
C				

Figura 4-72 – Quadro riassuntivo delle unità geologiche ed idrogeologiche riconosciute

La struttura geologica dell'area in esame è stata definita attraverso l'analisi di sondaggi e stratigrafie di pozzi idrici e tramite la ricostruzione di appropriate sezioni idrogeologiche.

Vengono di seguito descritte le principali caratteristiche delle unità idrogeologiche identificate.

#### ACQUIFERO A1

Rappresenta l'acquifero più superficiale. Di geometria cuneiforme, presenta spessori variabili da 24-28 m in prossimità del margine collinare a 65-70 m nelle zone più distali. Ospita un articolato complesso di falde superficiali.

#### ACQUITARDO ALFA

Questo acquitardo costituisce un importante elemento di suddivisione all'interno del Gruppo Acquifero A, separando il complesso delle falde superficiali dal complesso delle falde profonde.

I depositi che lo costituiscono sono prevalentemente di tipo limoso-argilloso, con locali intercalazioni grossolane.

#### ACQUIFERO A2+A3+ A4 (A234)

La porzione dell'acquifero A sottostante l'Acquitardo Alfa è costituita dalle sottunità denominate A2, A3 e A4 di spessore complessivo compreso tra 40 e 160 m, aumentando in direzione Sud-Nord.

L'Acquifero A234 è sede di una falda profonda confinata caratterizzata da livelli piezometrici differenziati.

#### ACQUITARDO DELTA

L'Acquitardo Delta si localizza tra gli acquiferi A e B. Lo spessore è compreso tra 20 e 25 m ed i depositi sono prevalentemente limoso-argillosi, con locali intercalazioni grossolane.

#### ACQUIFERO B

Lo spessore complessivo di tale acquifero varia da 15 a 150 m, aumentando in direzione Nord, con sensibile riduzione riconosciuta in corrispondenza del centro storico di Bologna e connessa a motivi di attività tettonica.

È sede di una falda profonda confinata.

#### ACQUITARDO EPSILON

L'Acquitardo Epsilon separa gli acquiferi B e C. Nell'ambito dell'area in esame lo spessore varia da 15 a 25 m. I depositi che lo costituiscono sono essenzialmente siltoso-argillosi, con locali intercalazioni di sedimenti a granulometria grossolana.

#### ACQUIFERO C

L'Acquifero C è sede di un acquifero profondo confinato. I rilievi piezometrici eseguiti confermano l'esistenza di un acquifero multifalda costituito da un complesso di falde superficiali ed un complesso di falde profonde (Farina et al., 2001). Tale articolazione si sviluppa ulteriormente all'interno delle falde superficiali, localizzate nell'ambito dei primi 30-40 metri di profondità.

In corrispondenza di profondità inferiori o superiori, ovvero in riferimento a falde ospitate all'interno degli acquiferi B ed A1, si riscontrano livelli piezometrici nettamente diversi, con soggiacenza più prossima al piano campagna (A1) o più profonda (Ciclo B).

Vengono di seguito descritte le principali caratteristiche delle unità idrogeologiche profonde e superficiali e delle falde in esse contenute.

#### Unità idrogeologiche profonde

Le falde profonde si collocano all'interno di acquiferi posti a profondità comprese tra 50-60 metri e 300-400 metri, corrispondenti alle unità stratigrafiche dei Cicli B e C e della porzione inferiore del Ciclo A. Tali corpi acquiferi sono caratterizzati da intercalazioni pelitiche che portano ad una elevata anisotropia della permeabilità. A profondità ulteriori è presente l'interfaccia acqua dolce-acqua salmastra (Agi, 1972); l'acqua presente a tali profondità non è pertanto sfruttabile a fini economici.

La documentazione piezometrica nota da letteratura (Regione Emilia Romagna-Arpa, 1997) evidenzia una profonda depressione nel conoide del Reno, dovuta agli intensi prelievi, che giunge a -55 m dal piano campagna.

L'evoluzione piezometrica temporale permette di osservare un continuo e progressivo abbassamento della falda, con medie di oltre 2 m/anno (Artioli e Baldini, 1997).

L'area bolognese, ubicata su uno dei più antichi centri di emungimento (campi pozzi di Borgo Panigale e Tiro a Segno), ha visto stabilizzarsi le quote piezometriche su livelli dinamici assai depressi, intorno alla metà degli anni '80 anche a seguito della diminuzione dei volumi sollevati.

Il richiamo causato dall'emungimento dei pozzi profondi si trasmette anche negli acquiferi più superficiali. Fenomeni di drenanza sono osservabili fino a circa 200 metri di profondità, pur verificandosi con particolare evidenza tra il piano campagna e i 70 metri di profondità (Artioli e Baldini, 1997) dove la differenza tra le quote piezometriche dei diversi acquiferi è pari a circa 20-30 m.

La morfologia della superficie piezometrica risulta interessata da una marcata depressione localizzata all'interno del conoide del F. Reno. I valori di soggiacenza raggiungono, in queste zone, valori pari a -55 m dal piano campagna.

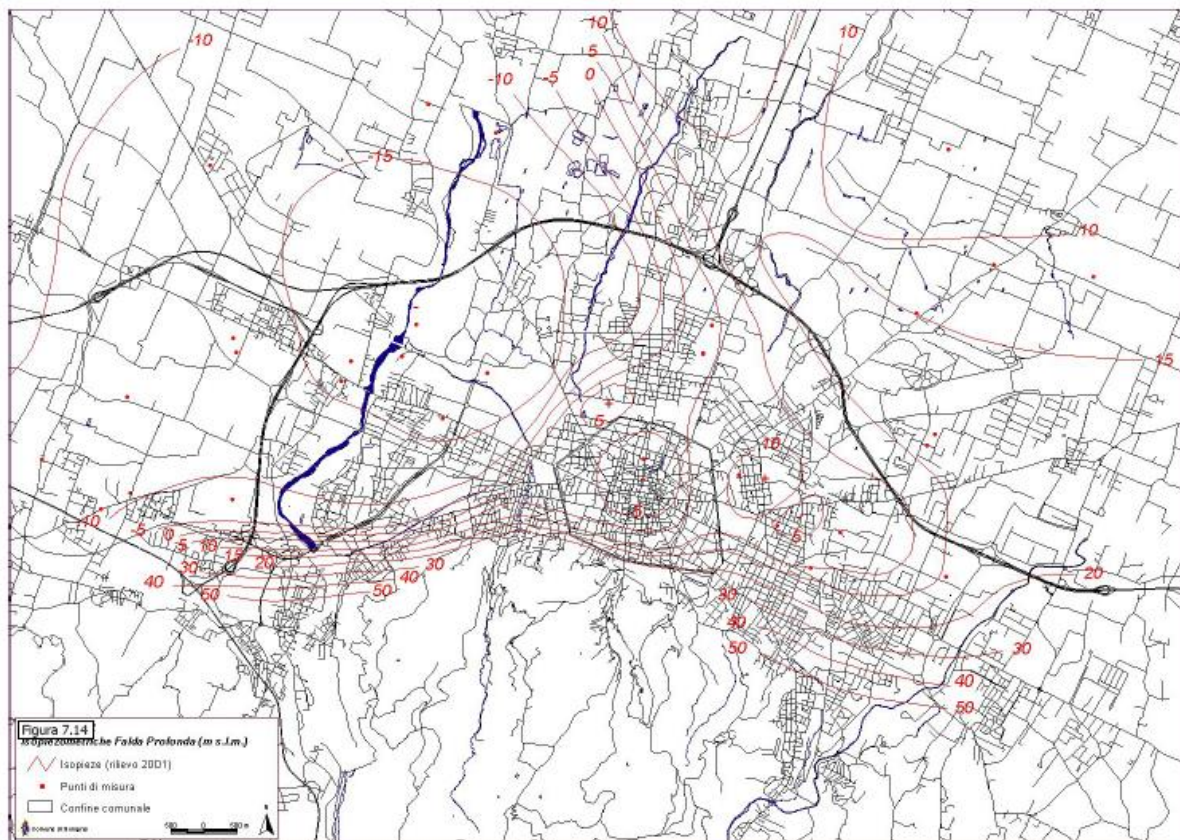


Figura 4-73 – Isopiezometriche falda profonda, m s.l.m. (da P.A.E.2007 - Comune di Bologna)

### Unità idrogeologiche superficiali

La struttura delle unità superficiali, contraddistinta come precedentemente descritto, dall'alternanza verticale di corpi a granulometria grossolana e fine, rappresenta una condizione favorevole per l'individuarsi di un acquifero multifalda.

All'interno dell'Unità A1 (o UBP4) sono stati riconosciuti tre corpi ghiaioso-sabbiosi, denominati A1a, A1b, A1c (Farina et al., 1998). Si tratta di corpi acquiferi parzialmente saturi, localmente in pressione, totalmente insaturi in corrispondenza di specifiche localizzazioni.



Le falde in essi contenute sono denominate, dalla più profonda alla più superficiale, SUP1, SUP2 e SUP3, e sono ospitate all'interno dei corpi acquiferi A1a A1b e A1c rispettivamente. Un'ulteriore falda, denominata SUP4, è contenuta nei depositi sabbioso siltoso-argillosi localizzati in corrispondenza degli spessori più superficiali. In quest'ultimo caso non è chiaramente riconoscibile un corpo acquifero permeabile delimitato da intervalli a bassa permeabilità. L'acquifero appare infatti costituito da corpi semipermeabili difficilmente circoscrivibili.

Viene di seguito fornita una descrizione dei principali lineamenti caratterizzanti il complesso delle falde superficiali.

#### UNITÀ SUP1 – CORPO ACQUIFERO: CICLO A1A

L'unità denominata SUP1 è contenuta all'interno del corpo acquifero A1a ghiaioso-sabbioso, situato a profondità variabile fra 25 e 55 metri e caratterizzato da spessori superiori a 15 m in corrispondenza delle parti depocentrali della conoide del Fiume Reno.

Il corpo acquifero A1 si sovrappone stratigraficamente all'orizzonte acquitardo Alfa (Farina et al., 2001b) e la morfologia della superficie piezometrica consente di individuare un settore interessato da linee di flusso divergenti localizzato in corrispondenza di depositi a valori di conducibilità idraulica limitata, correlabili ai corpi acquiferi prevalentemente canalizzati in matrice limoso-argillosa presenti nella zona di interconoide nel cui ambito si colloca il centro storico di Bologna.

In corrispondenza di questo settore si viene ad individuare uno spartiacque che separa i due bacini idrogeologici principali riferibili al F. Reno e al T. Savena.

Gli assi di drenaggio corrispondono essenzialmente agli assi depocentrali delle strutture di conoide.

I settori di conoide del F. Reno e del T. Savena risultano presentano condizioni di falda libera individuabili principalmente in posizione apicale e mediana, mentre nelle posizioni distali si rilevano condizioni di falda in pressione.

Il settore di conoide del F. Reno, in particolare, risulta caratterizzato prevalentemente da condizioni di falda libera correlabili alla presenza di spessori superficiali consistenti di depositi a granulometria grossolana.

In conseguenza della situazione sopra descritta, la falda SUP1 riceve localmente alimentazione diretta dalla superficie e dal corso d'acqua.

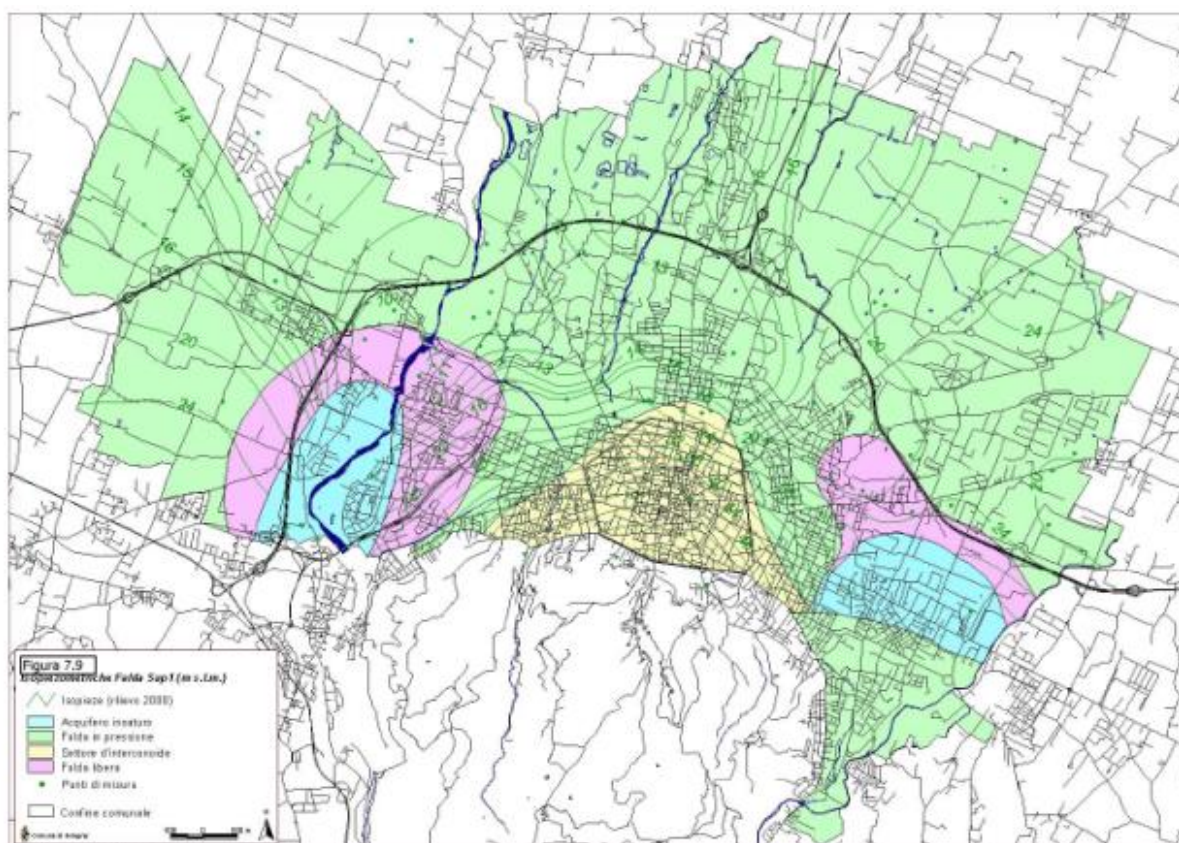


Figura 4-74 – Isopiezometriche falda Sup1, m s.l.m. (da P.A.E.2007 - Comune di Bologna)

#### UNITÀ SUP2 – CORPO ACQUIFERO: CICLO A1B

L'unità denominata SUP2 è contenuta all'interno dell'acquifero A1b e risulta stratigraficamente sovrapposta ad un acquitardo di minore importanza stratigrafica rispetto al caso precedentemente esaminato, caratterizzato da minori spessori di materiale grossolano, ridotti spessori di falda e una maggiore estensione areale del corpo grossolano

Il corpo acquifero A1b è caratterizzato da estesi corpi lenticolari delimitati in prevalenza da depositi fini e la struttura della falda SUP2 ripercorre i lineamenti morfologici della falda SUP1. Essa risulta caratterizzata da condizioni di falda libera per buona parte del territorio comunale. Condizioni di falda confinata si riscontrano nella porzione nord-orientale e nel settore di interconoide. In particolare, data l'esiguità degli intervalli costituiti litotipi a granulometria fine, in corrispondenza delle porzioni occidentali, interessate dalla presenza della conoide del F. Reno. In corrispondenza di questo settore il corpo acquifero A1b è privo di manifestazioni idriche; i corpi A1a e A1b risultano saldati insieme e il corpo A1b costituisce l'insaturo della sottostante falda SUP1.

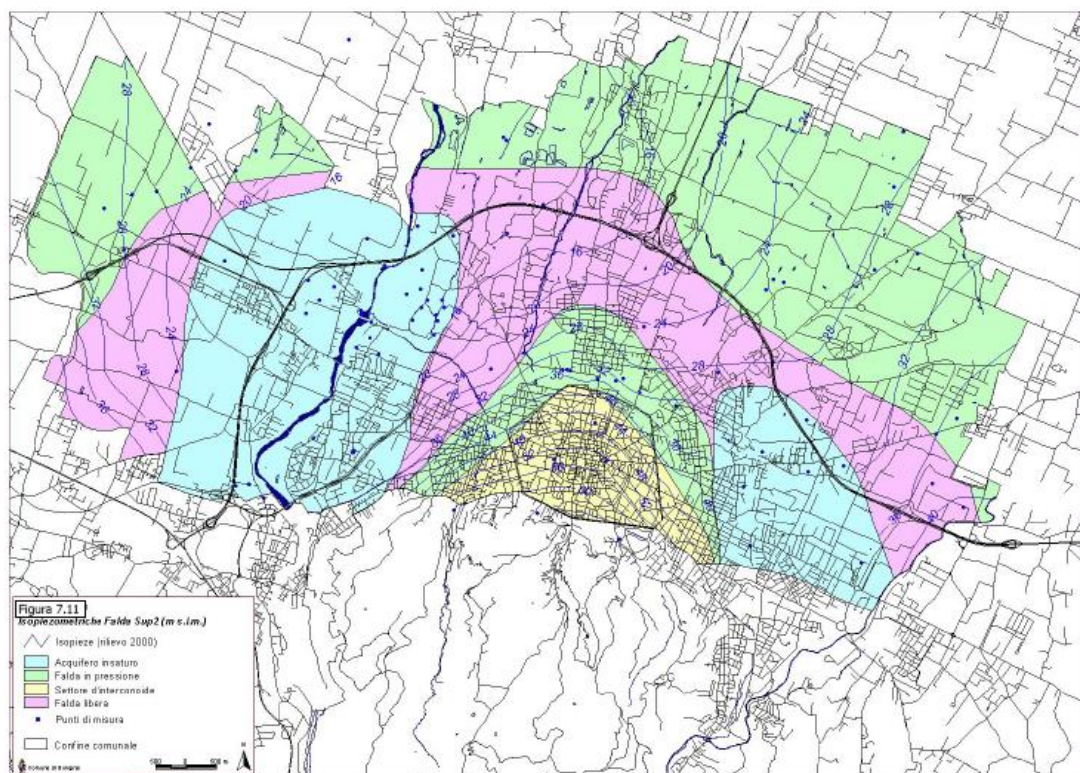


Figura 4-75 – Isopiezometriche falda Sup2, m s.l.m. (da P.A.E.2007 - Comune di Bologna)

#### UNITÀ SUP3 E SUP4 – CORPO ACQUIFERO: CICLO A1C



Il corpo acquifero A1c costituisce il corpo grossolano più prossimo al piano campagna. Le sue dimensioni sono meno rilevanti rispetto ai corpi A1a e A1b, nonostante la struttura a corpi ghiaiosi coalescenti mantenga una larghezza comunque considerevole e pari anche a 4-5 km.

La falda contenuta all'interno dell'unità descritta (SUP3) presenta solitamente una minore continuità rispetto alla falda sottostante.

Si riscontra una totale assenza di falda superficiale all'interno di un ampio settore assiale ai conoidi del F. Reno e del T. Savena, legata alla mancanza di orizzonti a granulometria fine di spessore e continuità sufficienti ad interrompere la continuità dei depositi ghiaiosi superficiali. La situazione descritta si rileva lungo il tracciato del F. Reno in corrispondenza di un settore di larghezza pari a circa 3-4 km, individuabile da Casalecchio al confine comunale settentrionale.

Nell'ambito del conoide del T. Savena tale situazione si riscontra all'interno di un settore ampio circa 3 km. La morfologia della superficie piezometrica della falda SUP4 evidenzia, inoltre, la depressione prodotta dal drenaggio esercitato dal Canale Navile nella parte occidentale del comune fino entro il limite del centro storico. Tale funzione di drenaggio porta a situazioni di depressione allungata nel senso del corso di acqua.

È però plausibile ammettere che tale andamento delle isolinee venga accentuato dai numerosi vuoti di ex cava ivi presenti.

Si osserva, inoltre, l'effetto di ricarica operata dal paleoalveo del Savena che determina la formazione di un possibile spartiacque.

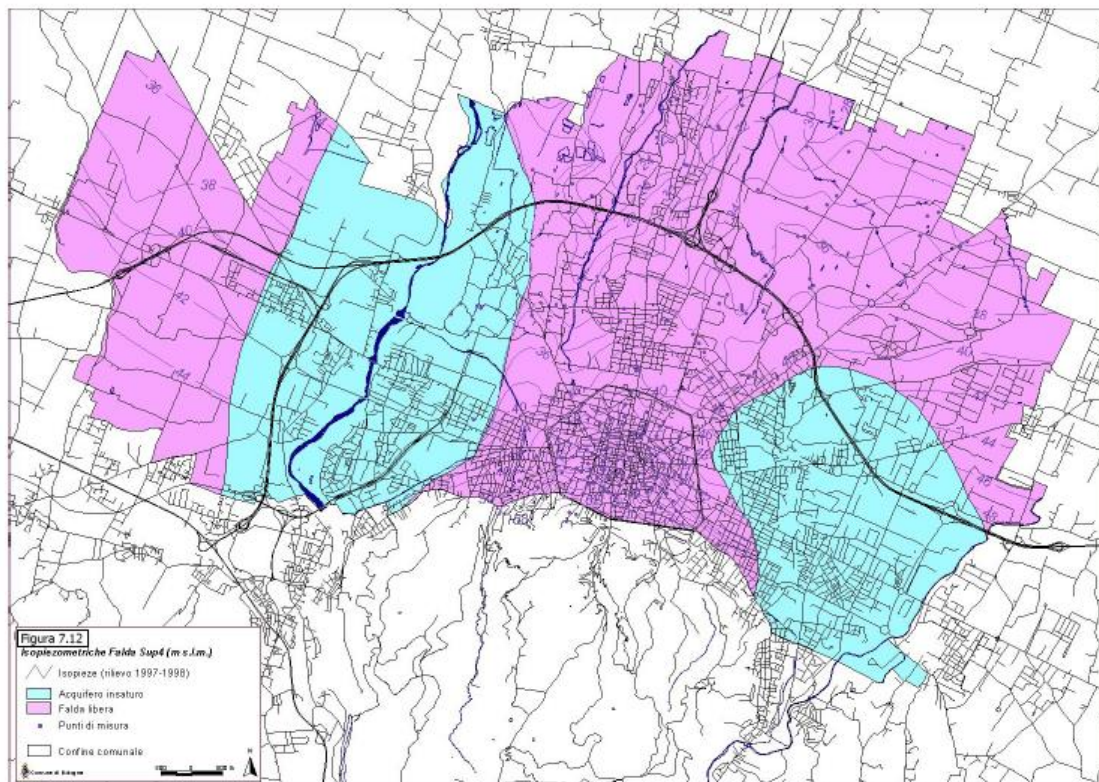


Figura 4-76 – Isopiezometriche falda Sup4, m s.l.m. (da P.A.E.2007 - Comune di Bologna)

#### 4.6.1.4 Subsidenza locale

Come evidenziato da ARPA nel progetto di rilievo della subsidenza in Emilia-Romagna realizzato per la Regione e la Provincia di Bologna, l'elemento primario è stato l'aggiornamento delle conoscenze sul fenomeno della subsidenza da un punto di vista geometrico, su un'area di indagine che comprende l'intera pianura regionale, circa 11.000 km<sup>2</sup>.

L'elemento innovativo è stato l'utilizzo del metodo satellitare dell'interferometria differenziale: il metodo è noto da almeno una quindicina di anni ma solo dopo l'avvento della tecnica PSInSAR™, nel 2000, ha mostrato tutte le sue reali potenzialità, in particolare per la valutazione dei movimenti verticali del suolo utilizzando un grande numero di bersagli radar a terra.

La misura di tali movimenti, specie se piccoli, è stata sempre affidata ad operazioni topografiche quali le livellazioni geometriche di alta precisione che, pur fornendo ottimi risultati

quanto a qualità delle misure, non possono fornire un'informazione altrettanto capillare e diffusa.

Un metodo non esclude l'altro: entrambi vanno utilizzati in completa integrazione. Nel 2005 è stata realizzata la misura di una rete di livellazione, sottoinsieme della rete regionale, di circa 1.000 km di sviluppo, per confrontarla con le misure del 1999 e determinare i movimenti del suolo relativamente a circa un migliaio di capisaldi. Questa campagna, oltre a fornire una prima visione del fenomeno, è servita per operare tutte quelle verifiche indispensabili ai fini di un concreto utilizzo del metodo satellitare.

Successivamente sono state realizzate analisi interferometriche e sono state compiute le operazioni necessarie per la validazione e la messa a punto dei dati radar. Lo studio ha dimostrato come la tecnica dei diffusori permanenti radar possa essere utilizzata per questo tipo di analisi territoriali, anche se sono emersi alcuni problemi, soprattutto per indagini così ad ampia scala, come la necessità di elaborazioni congiunte di un gran numero di immagini appartenenti a molte traks differenti, o la necessità di operare separatamente per siti e successivamente mosaicare i risultati. Quest'ultima procedura darebbe probabilmente risultati migliori se per ogni sito si potesse disporre sia di un punto di riferimento di cui fosse noto, da misure di altro tipo, il movimento in atto, sia di altri capisaldi da usare come punti di controllo. A tal fine è risultato di grande utilità il supporto delle misure di livellazione geometrica, tanto da risultare un riferimento imprescindibile per un corretto utilizzo del dato interferometrico.

I risultati ottenuti forniscono un quadro di dettaglio del fenomeno della subsidenza a scala regionale in un arco temporale molto ampio, che va letto ricordando il grado di incertezza associato alle velocità calcolate. I valori più elevati sono quelli che caratterizzano una vasta area della provincia di Bologna, con abbassamenti medi intorno a 20 mm/anno, sebbene si registri, in generale, un notevole miglioramento rispetto agli anni '90.

#### PERIODO 1992-2000

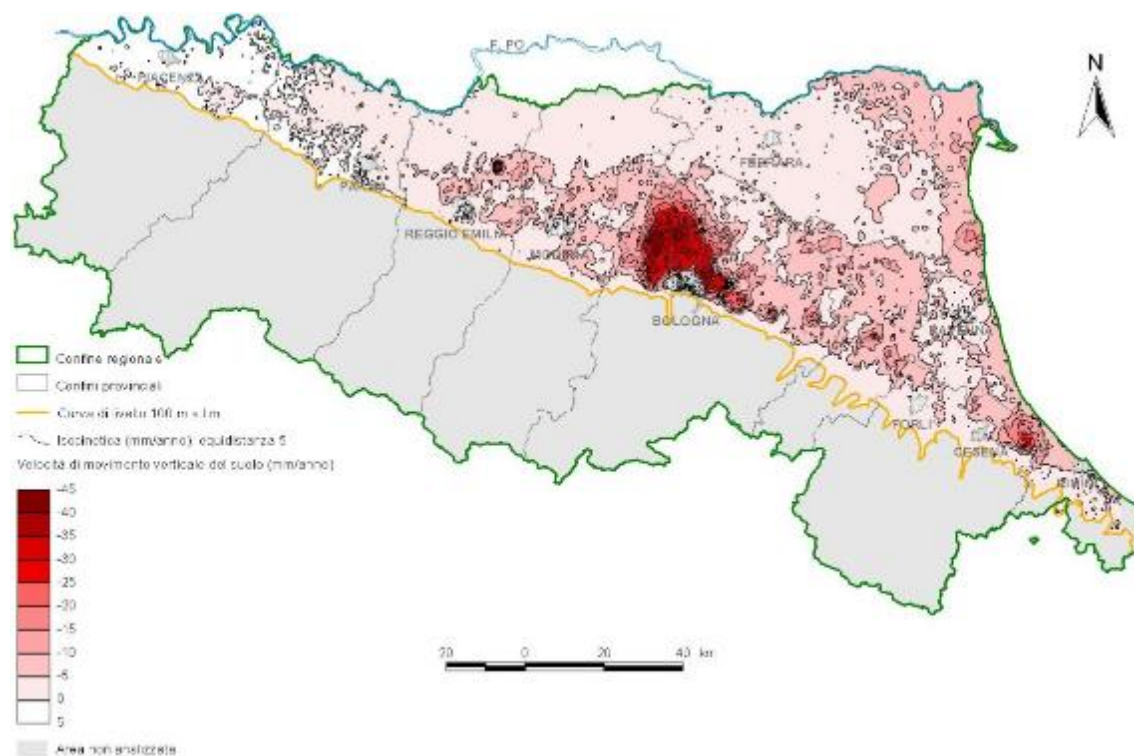
Nel periodo 1992-2000 nella provincia di Bologna il fenomeno si presenta particolarmente accentuato sia per i valori massimi, oltre 40 mm/anno, sia per l'estensione della superficie



interessata, oltre 600 km<sup>2</sup>, i cui confini arrivano a sud con la via Emilia da Ponte Samoggia fino ad Ozzano dell'Emilia, a ovest ai centri di San Giovanni in Persiceto e di San Matteo della Decima, a nord sino a Pieve di Cento e ad est ai centri di San Giorgio di Piano, di Minerbio e di Budrio.

All'interno di tale area in particolare si distinguono tre zone di massimo sprofondamento in corrispondenza di Sala Bolognese, Bonconvento e Cadriano con oltre 40 mm/anno; mentre al di fuori di tale area si notano altri 2 coni di abbassamento significativi in corrispondenza della località Poggio (4 km a nord di Castel San Pietro) con un massimo di 30 mm/anno e di Sasso Morelli (5 km a est di Castel Guelfo) con un massimo di circa 20 mm/anno.

Per ciò che riguarda in dettaglio il territorio comunale di Bologna, si hanno i massimi abbassamenti registrati, pari anche a 45 mm/anno (vd. Figura 4-).



PERIODO 2002-2006

Nel periodo 2002-2006 nella stessa provincia di Bologna si evidenziano abbassamenti generalmente in accentuata riduzione rispetto al periodo precedente; in particolare tale riduzione è evidente in corrispondenza dell'area ampia, anche se sono ancora presenti alcuni picchi localizzati nei pressi di Sala Bolognese, Anzola dell'Emilia e Cadriano con circa 30 mm/anno e Bonconvento con circa 40 mm/anno.

Al di fuori di tale area, si evidenzia ancora il cono di sprofondamento della località Poggio, con un massimo di 30 mm/anno come nel periodo precedente. Viene confermata anche l'area di abbassamento presso Sasso Morelli seppure con valori di poco inferiori (15 mm/anno). Si evidenzia inoltre la scomparsa dell'area di sprofondamento localizzata precedentemente a nord di Ozzano dell'Emilia, mentre per l'area compresa all'interno del comune di Bologna, si nota un accentuamento del fenomeno di subsidenza con valori massimi di abbassamento compresi tra i 0 ed i 35 mm/anno (vd.Figura 4-).

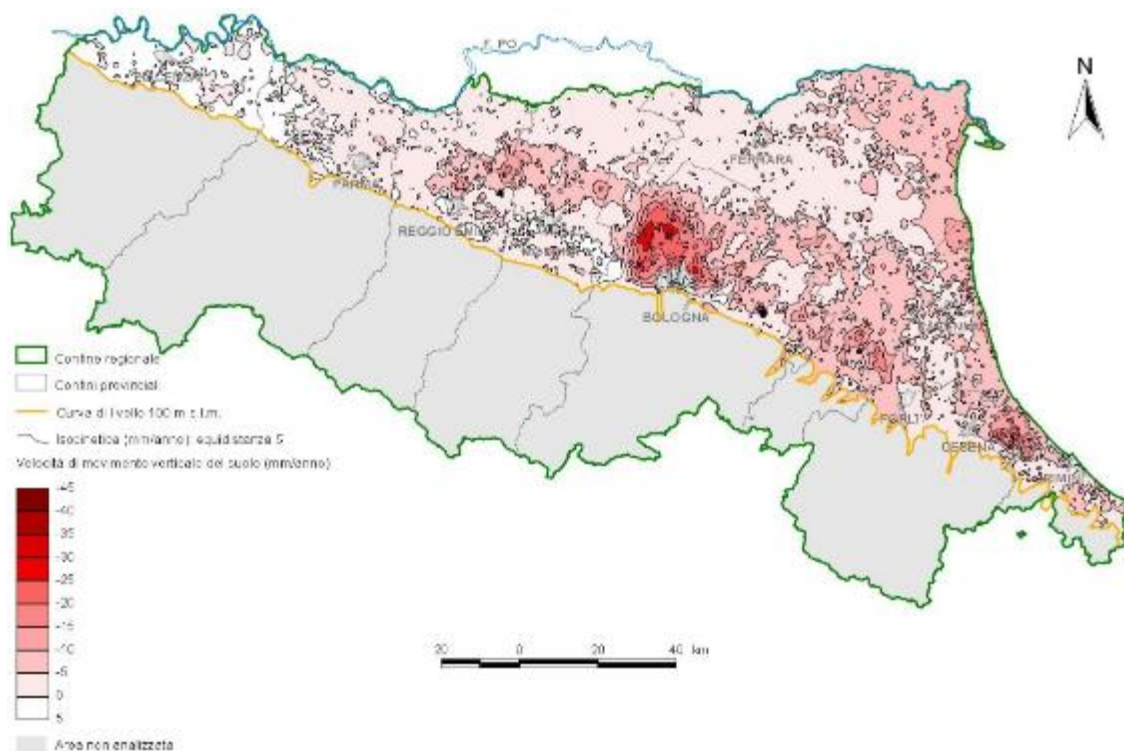


Figura 4-78 – Carta delle velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 2002-2006 – Provincia di Bologna

#### PERIODO 2006-2011

Dall'esame degli elaborati prodotti si evince che la gran parte del territorio di pianura della regione non presenta nel periodo 2006-11 variazioni di tendenza rispetto al periodo 2002-06; circa un terzo della superficie evidenzia una riduzione della subsidenza e appena il 3% un incremento, presente in particolare nel Modenese, Bolognese, Ravennate e Forlivese.

Il Bolognese si conferma come il territorio più subsidente, nonostante continui la tendenza, già in atto da alcuni decenni, verso una progressiva riduzione degli abbassamenti. Persiste, infatti, un'ampia area a ridosso della città di Bologna, con una superficie di oltre 500 km<sup>2</sup>, con un abbassamento medio di circa 15 mm/anno e punte massime di oltre 30 mm/anno in corrispondenza di Sala Bolognese, Lavino di Sotto e dell'area tra Lavino di Mezzo e Anzola dell'Emilia; di oltre 35 mm/anno in corrispondenza della cassa di espansione a ridosso del Fiume Reno nei pressi di Malacappa; di oltre 30 mm/anno a Castello d'Argile e di oltre 20 mm/anno a Castelmaggiore. Il centro storico di Bologna, in particolare, risulta invece esente da abbassamenti significativi (alcuni mm/anno).

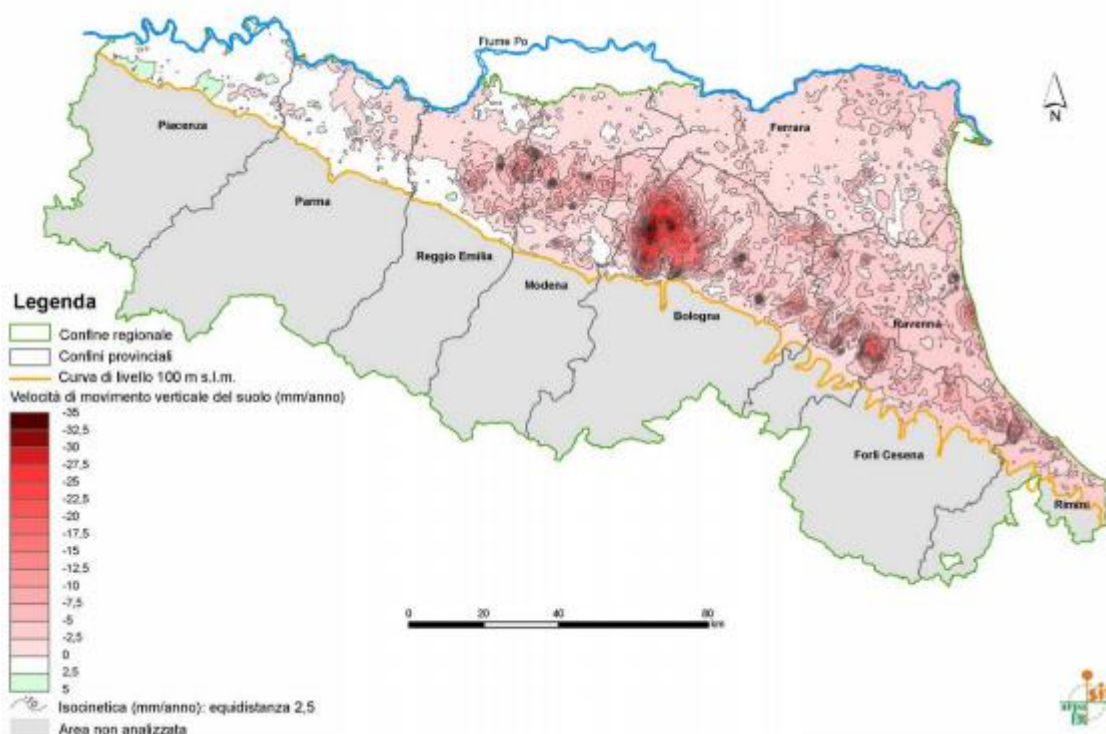


Figura 4-79 – Carta delle velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 2006-2011 – Provincia di Bologna

## PERIODO 2011-2016

Nel periodo di osservazione 2011-16, per la provincia di Bologna, risulta immediatamente evidente la forte riduzione della velocità media di abbassamento del suolo e, in particolare, la progressiva diminuzione e quindi scomparsa delle superfici territoriali caratterizzate dai fenomeni di subsidenza maggiormente critici: già al 2000 la percentuale di superficie con velocità di abbassamento maggiori di 20 mm/anno si era più che dimezzata, per poi scomparire del tutto nell'ultima campagna, che evidenzia limitatissime superfici con velocità superiore a 10 mm/anno.

È possibile affermare che, l'abbassamento generalizzato che ha caratterizzato in passato il territorio bolognese, sia per vastità delle superfici interessate sia per i valori di velocità particolarmente elevati, si è fortemente ridimensionato, in ragione principalmente della riduzione dei prelievi acedottistici. Il 39% dell'intero territorio presenta una riduzione della subsidenza e nel dettaglio la città di Bologna presenta abbassamenti di alcuni mm/anno fino a massimi di 5 mm/anno, grosso modo in linea con il precedente rilievo.

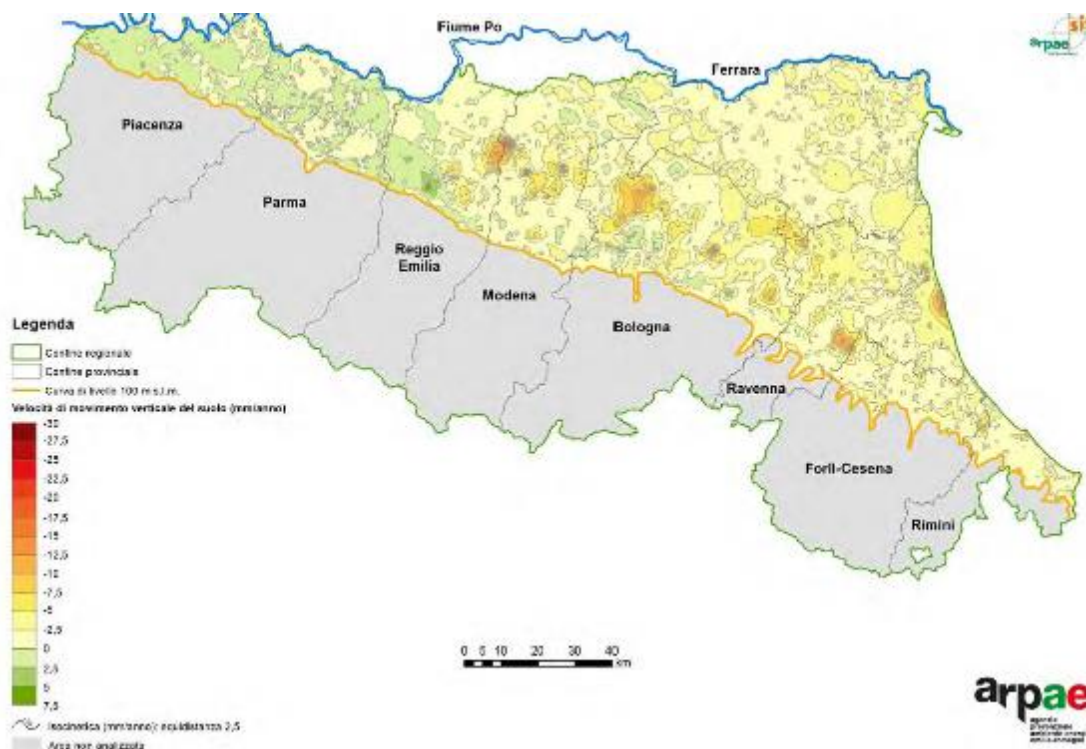


Figura 4-80 – Carta delle velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 2011-2016 – Provincia di Bologna



#### 4.6.1.5 Macrosismicità dell'area

La raccolta di dati storici relativi la macrosismicità dell'area consente una prima approssimazione delle caratteristiche tettono-sismiche di sito e consente di ottenere data, intensità macrosismica e magnitudo momento degli eventi indicativi relativi all'area in esame. Questi stessi eventi registrati, combinati con una schematizzazione delle sorgenti sismogenetiche e con leggi di attenuazione del moto sismico, sono la base per il calcolo probabilistico delle  $PGA_0$  relative il bedrock sismico.

Viene di seguito riportata la tabella degli eventi registrati che hanno interessato l'area e il relativo grafico-istogramma per il Comune di Bologna.

Gli eventi nell'archivio storico sono 183 ed includono il periodo tra 1065 e il 2004, con magnitudo comprese tra 4.09 (anno 1174 e 1383) e 7.02 (anno 1348).

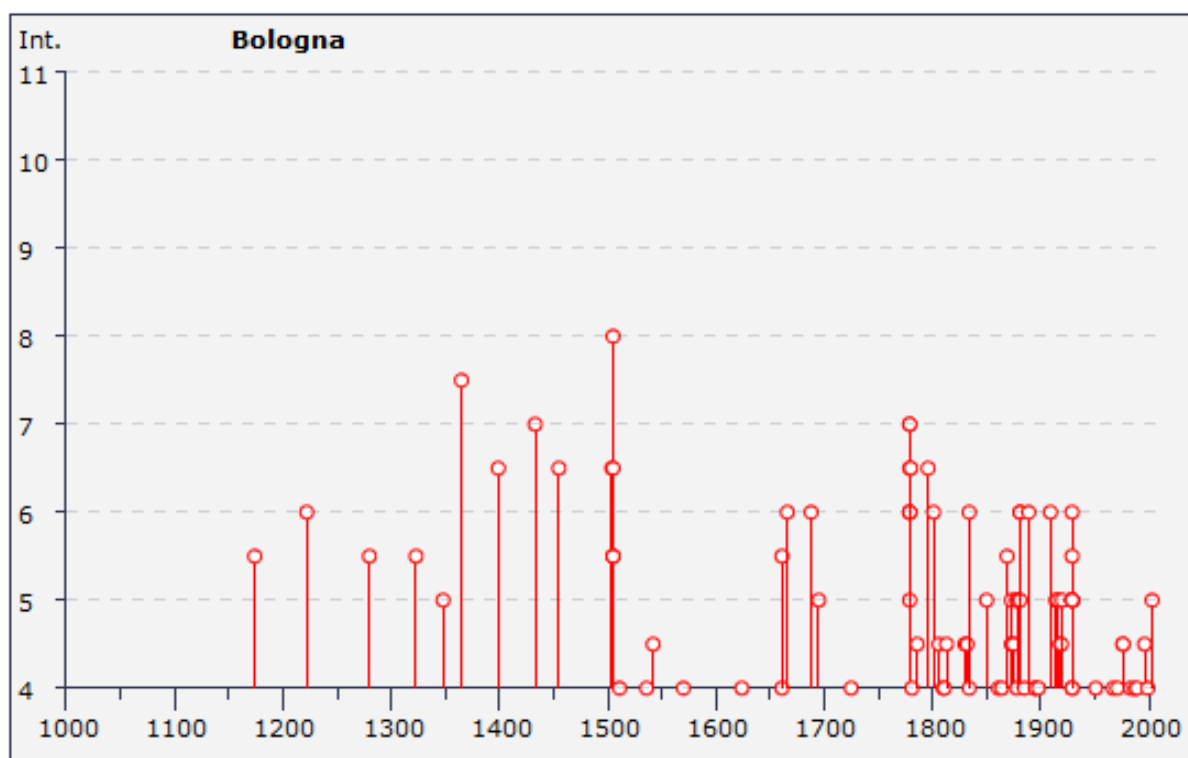


Figura 4-81 – Istogramma di intensità macrosimica di Bologna (BO)



Il territorio di Bologna (BO) si trova all'interno della zona sismogenetica 913 ed in piccola parte nella zona sismogenetica 912 (Meletti e Valensise 2004) come rappresentato nella seguente Figura.

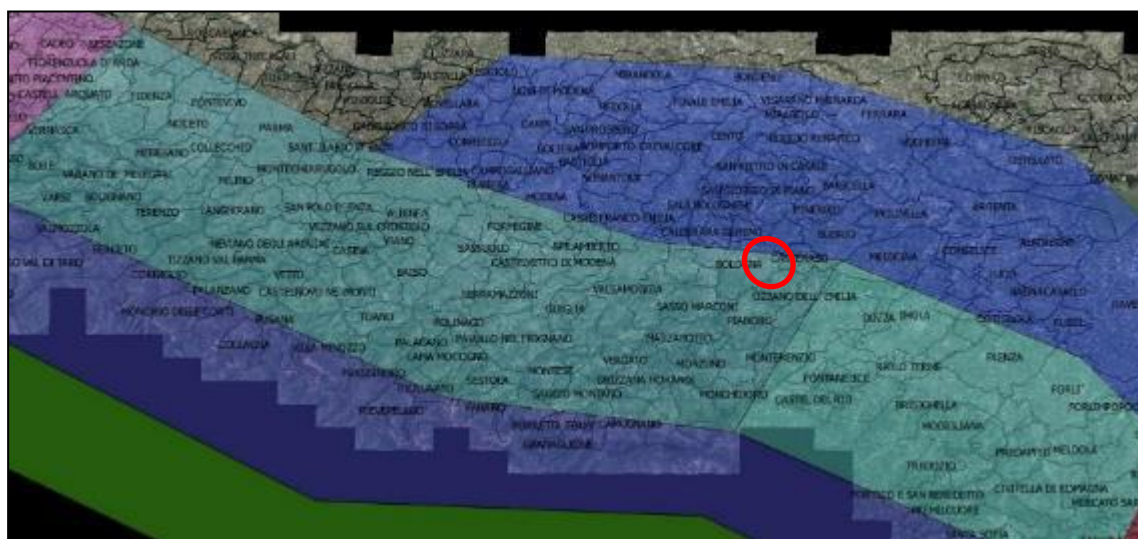


Figura 4-82– Zone sismogenetiche riguardanti l'Emilia Romagna (Meletti e Valensise 2004)

Per una successiva schematizzazione della macro-sismicità: il territorio nazionale viene suddiviso in 4 differenti zone sismiche, ognuna contrassegnata da un diverso parametro ag (PGA0), espresso come una frazione dell'accelerazione di gravità. Il territorio comunale di Bologna (BO) è classificato come Zona sismica 3.

Zona	Valore di $a_g$
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05g

Sulla base dei dati precedentemente presentati: il metodo proposto in "Indirizzi e criteri di microzonazione sismica" (I.C.M.S. 2009) per la stima del valore di Magnitudo di progetto attesa al sito viene di seguito riportato:

Si considera sempre la zonazione sismogenetica (ZS9), Secondo la quale la sismicità può essere distribuita in 36 zone, a ciascuna delle quali è associata una Magnitudo Momento massima  $M_{wmax}$ .

Per i siti che ricadono all'interno di una delle 36 zone sismogenetiche predette si assume come  $M$  il valore di  $M_{wmax}$ .

Ai fini della verifica a liquefazione e per i siti che non ricadono in alcuna zona si determinano le minime distanze ( $R$ ) dalle zone ( $j$ ) circostanti e si controlla per ciascuna di esse se la magnitudo  $M_i$  della zona è inferiore alla Magnitudo fornita dalla relazione  $M_s = 1 + 3 \log(R)$ . Se ciò accade, la verifica a liquefazione non è necessaria. Se invece è necessaria: si assume il valore di Magnitudo  $M_i$  più alto fra quelli per i quali la verifica risulta necessaria.

In alternativa è possibile il processo di disaggregazione della PGA. Questo processo permette di valutare, grazie alla mappatura delle zone sismogenetiche, il contributo di vari scenari Magnitudo-distanza epicentrale ( $M-R$ ) alla determinazione della  $PGA_0$  di sito. In un certo senso si può considerare come il processo inverso a quello probabilistico per la costruzione della mappa di pericolosità sismica del territorio Italiano.

Sulla base dei suddetti criteri l'area oggetto di studio rientra entro la zona sismogenetica 913, per tanto la relativa Magnitudo Momento Massima attesa al sito è  $M_{wmax} = 6.14$ .

Mentre nelle figure che seguono sono riportate le carte di disaggregazione delle PGA elaborate da INGV per il Comune di Bologna, la quale evidenzia che i terremoti più probabili attesi nell'area hanno una Magnitudo Momento media  $M_{wmedia} = 4.910$  e una Magnitudo Momento massima  $M_{wmax} = 5.774$ .

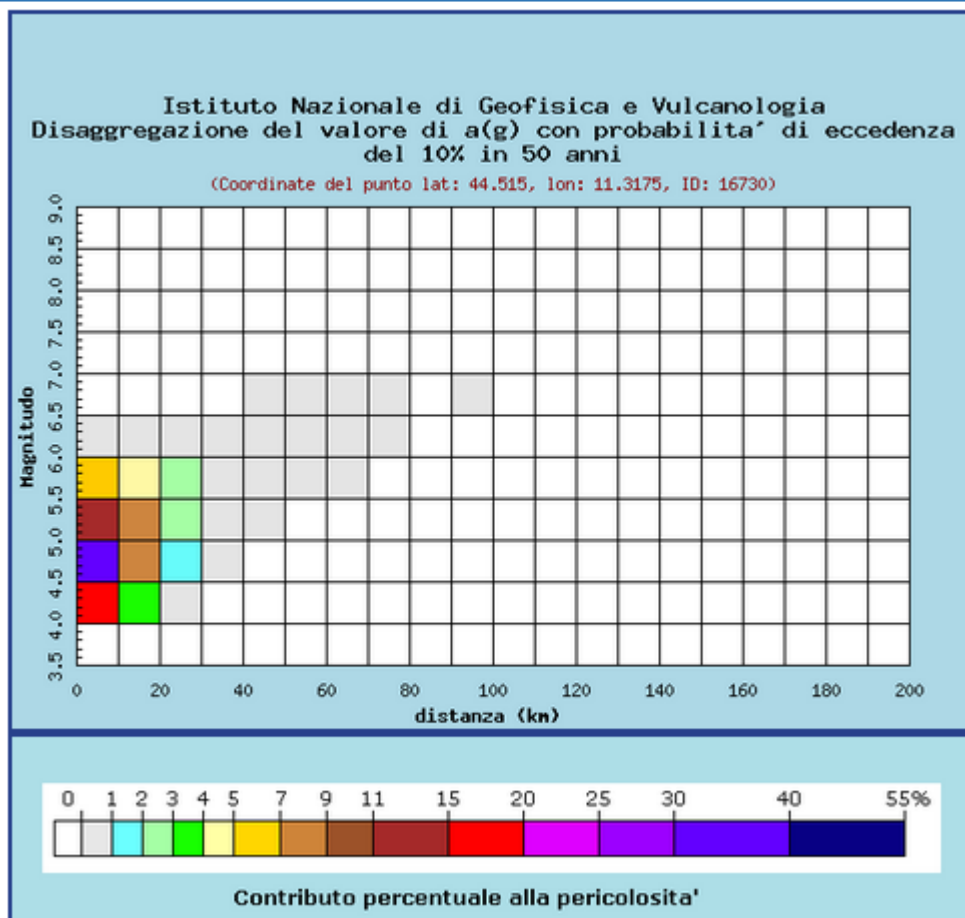


Figura 4-83 – Grafico di disaggregazione delle  $PGA_0$  (INGV)

Distanza in km	Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.515, lon: 11.3175, ID: 16730)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	18.600	30.200	14.200	5.060	0.240	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	3.280	8.830	7.550	4.450	0.360	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.072	1.080	2.220	2.030	0.203	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.017	0.398	0.741	0.098	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.023	0.208	0.070	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.031	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.006	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.910	8.800	0.864

Figura 4-84 – Tabella di disaggregazione delle  $PGA_0$  (INGV)

#### 4.6.1.6 Categorie di sottosuolo

Sulla base dei dati geognostici disponibili (prove SPT in corso di sondaggio), la velocità delle onde di taglio S per i primi 30,00 metri di profondità risulta compresa fra 259 e 307 m/s, conferendo al sottosuolo del tracciato in questione la Categoria C.

Nel seguito la definizione per la categoria di sottosuolo riscontrata lungo il tracciato secondo le Norme Tecniche 2018:

- Categoria C – “Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati

da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.”

Sarà cura dei progettisti incaricati, sulla base di indagini geognostiche e geofisiche di dettaglio da realizzarsi nelle successive fasi progettuali, attribuire la più consona categoria e valutare se approfondire l'indagine per la definizione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica mediante studi specifici sulla risposta sismica locale, come indicato all'art. 7.11.3 del D.M. 17/01/2018.

#### 4.6.2 VERIFICA SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

A seguito dei rilievi e delle indagini di riferimento prese in esame, l'area insiste su terreni sedimentari di origine alluvionale costituiti essenzialmente da litotipi sabbioso-limosi prevalenti.

Per una prima stima della possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione è possibile seguire le procedure che nell'ingegneria geotecnica sismica vengono denominate “metodi semplificati”, che valutano la suscettibilità alla liquefazione dei depositi in funzione della profondità della falda, delle caratteristiche dell'evento sismico (magnitudo ed accelerazione al suolo) e dello stato di addensamento dei terreni sabbiosi

La suscettibilità di un deposito alla liquefazione è esprimibile attraverso la definizione di un coefficiente di sicurezza  $F_s$ , espresso come rapporto

$$F_s = \frac{CRR}{CSR} \cdot MSF$$

Quando  $F_s > 1$  la liquefazione è da escludere, viceversa se  $F_s < 1$  vi è la possibilità che occorranو fenomeni di liquefazione.

La metodologia empirica proposta da Boulanger e Idriss (2014) fornisce, per la verticale d'indagine considerata, fattori di sicurezza alla liquefazione (FSL) superiori all'unità.

Tuttavia nelle successive fasi progettuali sarà necessario verificare puntualmente e con l'ausilio di indagini mirate la suscettibilità al fenomeno di liquefazione sismica dei terreni interessati dall'opera.



#### 4.6.3 MODELLO GEOLOGICO E CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI TERRENI

La ricostruzione litostratigrafica del sottosuolo indagato scaturisce dall'analisi dei risultati conseguiti a seguito della realizzazione delle indagini in sito di riferimento.

Da un punto di vista stratigrafico, tenendo conto della inevitabile eterogeneità delle caratteristiche litologiche dei terreni presenti nell'intera area è possibile distinguere diverse facies che si succedono in modo non sequenziale nel sottosuolo, con rapporti stratigrafici fortemente eteropici e conseguenti repentine variazioni e cambi di facies sia in senso orizzontale che verticale.

Tale assetto stratigrafico con l'indicazione della distribuzione delle diverse unità geologiche in profondità è rappresentato nella sezione litostratigrafica allegata alla relazione geologica. La reale geometria delle diverse unità è accertata solo in corrispondenza delle verticali d'indagine prese in esame, mentre per le altre distribuzioni, trattandosi di estrapolazioni su base sedimentologica in funzione delle indagini, sono da tener conto possibili variazioni locali.

Le facies individuate sono:

##### RIPORTO

Depositi antropici di natura limoso-sabbiosa che presentano localmente inclusi di varia natura, caratterizzati da eterogeneità degli spessori e delle caratteristiche di consistenza.

##### UNITÀ A –Facies limoso-argillosa

Limo argilloso e argilla limosa di colore grigio verdastro con presenza di calcinelli e bioclasti. Localmente si rinvencono corpi lenticolari costituenti la Facies B e C.

##### UNITÀ B – Facies sabbiosa-limosa

Sabbia fine e media talvolta debolmente limosa di color marrone. Questa unità si rinviene in corpi lenticolari distribuiti nelle Facies A e C .

##### UNITÀ C – Facies ghiaiosa

Ghiaia da fine a medio-grossolana in matrice sabbioso limosa. Localmente si rinvencono corpi lenticolari costituenti la Facies A e B.

Sulla base dei log stratigrafici e delle prove in sito realizzate è possibile fornire un'indicazione dei parametri geotecnici caratteristici delle suddette facies e qui riportati in forma tabellare:

RIPORTO	
Terreni limoso-sabbiosi con inclusi	
Grado di addensamento	Da poco a moderatamente addensato
Peso di volume secco ( $\gamma_d$ )	16-18 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito mobilizzabile ( $\phi$ )	28°-30°
Coesione mobilizzabile (c)	0 kPa

UNITÁ A	
Limi Argillosi	
Grado di addensamento	-
Peso di volume secco ( $\gamma_d$ )	19-20 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito mobilizzabile ( $\phi$ )	24°-27°
Coesione mobilizzabile (c)	5-10 kPa

UNITÁ B	
Terreni sabbioso-limosi	
Grado di addensamento	Medio-elevato
Peso di volume secco ( $\gamma_d$ )	18-20 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito mobilizzabile ( $\phi$ )	27°-30°
Coesione mobilizzabile (c)	0-5 kPa

UNITÁ C	
Terreni ghiaiosi in matrice sabbiosa	
Grado di addensamento	elevato
Peso di volume secco ( $\gamma_d$ )	19-21 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito mobilizzabile ( $\phi$ )	35°-32°
Coesione mobilizzabile (c)	0 kPa

Tali caratteristiche geologiche e geotecniche saranno oggetto di validazione a seguito delle indagini integrative da effettuarsi nelle successive fasi progettuali.

#### 4.6.4 CONSUMO DI SUOLO

Ai sensi dell'art. 5 c.2 della recente L.R. 24/2017 *“nel rispetto dei limiti quantitativi di cui all'articolo 6, il consumo di suolo è consentito esclusivamente per opere pubbliche e opere qualificate dalla normativa vigente di interesse pubblico e per insediamenti strategici volti ad aumentare l'attrattività e la competitività del territorio, nei soli casi in cui non esistano ragionevoli alternative consistenti nel riuso di aree già urbanizzate e nella rigenerazione delle stesse.”*

L'art.6 c. 5 della L.R. 24/2017 chiarisce che *“previa valutazione che non sussistano ragionevoli alternative localizzative che non determinino consumo di suolo, non sono computate ai fini del calcolo della quota massima di consumo di suolo le aree che, dopo l'entrata in vigore della presente legge, sono utilizzate per la realizzazione di opere pubbliche di rilievo sovracomunale e di opere qualificate dalla normativa vigente di interesse pubblico.”*

L'art. 32 della L.R. 24/2017 chiarisce che il perimetro del territorio urbanizzato comprende:

- a) le aree edificate con continuità a prevalente destinazione residenziale, produttiva, commerciale, direzionale e di servizio, turistico ricettiva, le dotazioni territoriali, le infrastrutture, le attrezzature e i servizi pubblici comunque denominati, i parchi urbani nonché i lotti e gli spazi ineditati dotati di infrastrutture per l'urbanizzazione degli insediamenti;
- b) le aree per le quali siano stati rilasciati o presentati titoli abilitativi edilizi per nuove costruzioni o siano state stipulate convenzioni urbanistiche attuative;
- c) i singoli lotti di completamento individuati dal piano vigente alla data di entrata in vigore della presente legge e collocati all'interno delle aree edificate con continuità o contermini alle stesse;
- d) i lotti residui non edificati, dotati di infrastrutture per l'urbanizzazione degli insediamenti in quanto facenti parte di un piano urbanistico attuativo, comunque denominato, attuato o in corso di completamento.

3. Non fanno parte del territorio urbanizzato:

- a) le aree rurali, comprese quelle intercluse tra più aree urbanizzate aventi anche un'elevata contiguità insediativa;
- b) l'edificato sparso o discontinuo, collocato lungo la viabilità e le relative aree di pertinenza e di completamento;
- c) le aree permeabili collocate all'interno delle aree edificate con continuità che non siano dotate di infrastrutture per l'urbanizzazione degli insediamenti;
- d) le aree di pertinenza delle infrastrutture per la mobilità, collocate al di fuori delle aree edificate con continuità.

Per il progetto di cui trattasi il consumo di suolo si avrà in corrispondenza dell'area del capolinea nord, per la quale è prevista una perdita di suolo non urbanizzato pari a ca. 35.000 m<sup>2</sup>. La restante parte del tracciato si sviluppa infatti all'interno del tessuto cittadino già urbanizzato.

In merito all'individuazione dell'area per l'ubicazione del capolinea nord, sono state valutate diverse alternative, partendo dal presupposto che, per rispondere alle esigenze progettuali ed ottimizzare l'efficienza del servizio in fase di esercizio, l'area nella quale verrà realizzato il capolinea deve rispondere ai seguenti requisiti:

dimensione dell'area: circa 35.000 mq;

distanza dalla linea della tranvia: l'area deve trovarsi lungo il corridoio della linea tranviaria.

Come meglio descritto al paragrafo 2.4.2, sulla base dei criteri esaminati per le due diverse alternative valutate (localizzazione, superficie territoriale a disposizione, distanza dalla linea tranviaria, consumo di suolo, opportunità della trasformazione in relazione al contesto, accessibilità veicolare, intermodalità, vincoli e sensibilità paesaggistica del sito), è stata individuata nell'Alternativa 2 – Terminal a Castel Maggiore, l'unica soluzione in grado di soddisfare le esigenze progettuali.

#### 4.7 PAESAGGIO E PATRIMONIO STORICO/CULTURALE

Lo studio della componente Paesaggio è stato svolto definendo due principali livelli di analisi, specificatamente riconducibili ai seguenti aspetti principali:

inquadramento del contesto paesaggistico di ambito vasto in cui il progetto si inserisce;

caratterizzazione paesaggistica e percettiva dell'area di riferimento del progetto.

Tale sistema dinamico necessita d'essere distinto ed interpretato secondo diversi tipi, riconducibili ad unità in grado di rappresentare e descrivere gli aspetti geografici del paesaggio nella loro espressione sia d'individualità territoriale che di iconemi, ossia unità elementari di percezione, come segno interno d'un sistema organico di segni, come parte che esprime il tutto o che lo esprime come funzione gerarchica primaria, sia perché elemento che meglio d'altri incarna il *genius loci* di un territorio sia perché riferimento visivo di forte carica semantica del rapporto culturale che una società stabilisce col proprio territorio (Turri, 1998).

La fase di caratterizzazione "paesaggistica" dell'ambito territoriale interessato dalla realizzazione dell'opera - verificata attraverso l'analisi di fotografie aeree e sopralluoghi, integrata con l'analisi del Piano Paesistico Territoriale Regionale (PTPR) e del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia (PTCP) di Bologna, ha rappresentato il fondamentale strumento di conoscenza e di descrizione "aggregata" dei caratteri fisici, socio - culturali e paesistici dell'ambito esaminato.

La necessità metodologica d'individuazione di questi elementi strutturali è essenzialmente finalizzata a rispondere a due tipi d'esigenze.

La prima è di descrivere ed interpretare il paesaggio, inteso non come semplice sommatoria di elementi, ma come unità sistemica mutevole e dinamica, al fine di individuarne i caratteri e le valenze che possano evidenziare le potenzialità di trasformazione e di sviluppo.

La seconda esigenza deriva dalla necessità di supportare ed organizzare il passaggio metodologico dalla lettura/interpretazione alla restituzione/trasmmissione dei significati e dei valori del paesaggio in funzione degli obiettivi assunti per la salvaguardia e la tutela del contesto territoriale.



Di conseguenza, l'impatto visivo dipende dalle caratteristiche del paesaggio, naturale o antropizzato in cui l'opera si inserisce. Non è detto, tuttavia, che l'introduzione di un nuovo elemento nel quadro percepito debba essere considerato sempre un fattore negativo.

L'analisi è stata strutturata in riferimento a:

- DPCM 27.12.1988;
- D. Lgs. N. 42/2004;
- Piano Territoriale Paesistico Regionale della Regione Emilia Romagna;
- Piano Territoriale di Coordinamento della provincia di Bologna;
- Piano Strutturale Comunale del Comune di Bologna
- Norma UNI 11109 del 01/04/2004 "Linee guida per lo studio dell'impatto sul paesaggio nella redazione degli Studi di Impatto Ambientale";
- Convenzione Europea del Paesaggio, adottato dal Comitato dei Ministri della Cultura e dell'Ambiente del Consiglio d'Europa il 19 luglio 2000, ufficialmente sottoscritto il 20 ottobre 2000 (il documento è stato firmato dai ventisette Stati della Comunità Europea e ratificato da dieci, tra cui l'Italia nel 2006).

#### 4.7.1 INQUADRAMENTO DEL CONTESTO PAESAGGISTICO

Per l'inquadramento del contesto paesaggistico in cui l'intervento si inserisce si fa riferimento alle indicazioni del Piano Territoriale Paesistico Regionale della Regione Emilia Romagna e del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Bologna.

##### Il Piano Territoriale Paesistico Regionale

In Emilia-Romagna prese forma a partire dal 1986, in virtù del mandato conferito dalla legge statale n. 431 del 1985, l'idea di uno strumento urbanistico-territoriale incentrato sui valori paesaggistici e ambientali: il Piano Territoriale Paesistico Regionale.

Il Piano territoriale paesistico regionale (PTPR) è parte tematica del Piano territoriale regionale (PTR) e si pone come riferimento centrale della pianificazione e della programmazione regionale dettando regole e obiettivi per la conservazione dei paesaggi regionali

Il PTPR individua le grandi suddivisioni di tipo fisiografico (montagna, collina, pianura, costa), i sistemi tematici (agricolo, boschivo, delle acque, insediativo) e le componenti biologiche, geomorfologiche o insediative che per la loro persistenza e inerzia al cambiamento si sono poste come elementi ordinatori delle fasi di crescita e di trasformazione della struttura territoriale regionale.

Il Codice dei Beni Culturali, nella parte terza, definisce il paesaggio come "il territorio espressivo di identità, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali, umani e dalle loro interrelazioni" (art. 131) e sottolinea il ruolo imprescindibile della cooperazione tra le amministrazioni pubbliche al fine di pervenire alla "definizione di indirizzi e criteri riguardanti l'attività di pianificazione territoriale, nonché la gestione dei conseguenti interventi, al fine di assicurare la conservazione, il recupero e la valorizzazione degli aspetti e caratteri del paesaggio" (art. 133).

Il 20 ottobre 2014 la Regione Emilia-Romagna e la Direzione regionale del MiBACT, nella sede della Pinacoteca di Bologna, hanno siglato l'Intesa istituzionale finalizzata ad avviare l'aggiornamento del Piano Territoriale Paesaggistico Regionale (PTPR), strumento fondamentale per tutelare il nostro territorio.

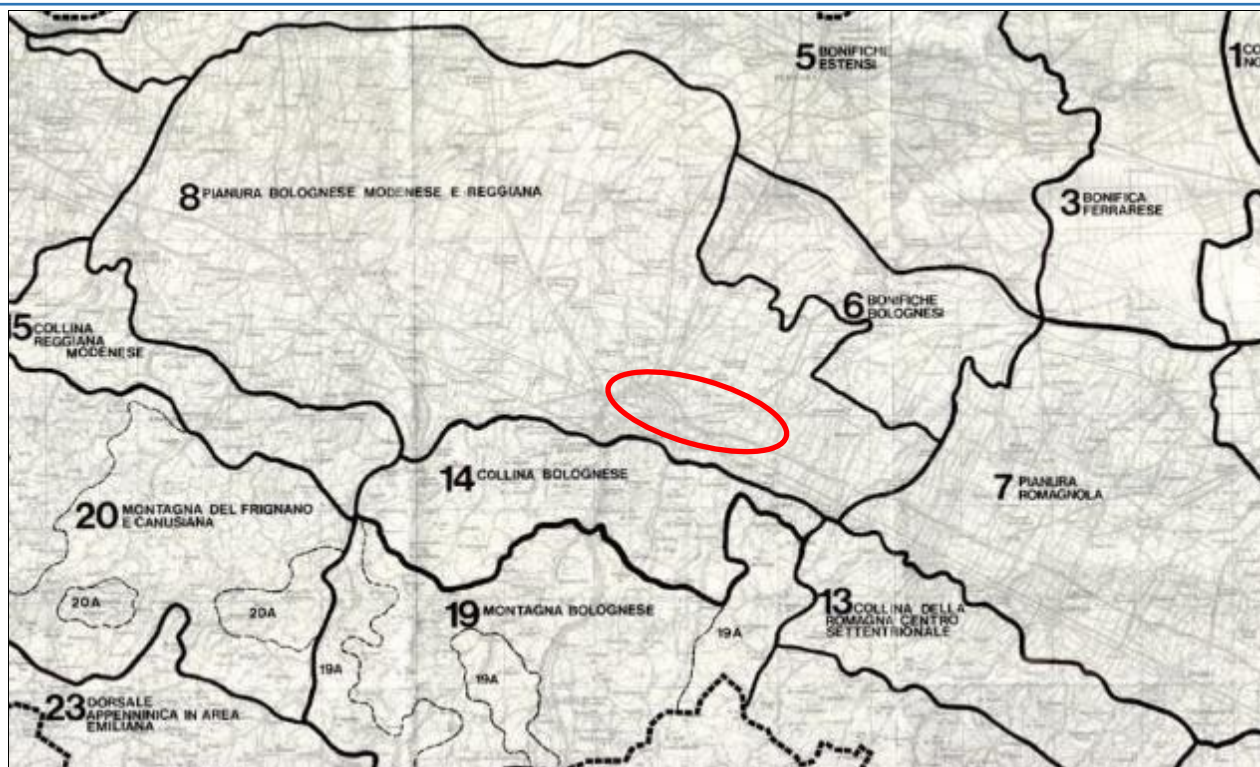


Figura 4-85 – Estratto Tav.4 PTPR- Unità di Paesaggio – Unità 8 Pianura Bolognese, Modenese e Reggiana

#### 4.7.2 CARATTERI PAESAGGISTICI

L'analisi dei caratteri paesaggistici dei contesti in cui si inserisce l'opera di progetto, porta a delineare una vera molteplicità di paesaggi. Ciò è dovuto principalmente alla natura stessa dell'intervento, trattandosi di un'opera di carattere infrastrutturale, a sviluppo prevalentemente lineare, la cui funzione è quella di connettere trame e tessuti urbani con caratteri molto distanti tra loro e che si differenziano anche in maniera sostanziale.

Per comodità di analisi, si possono individuare "paesaggi tipo", quali:

- *Paesaggio del centro Storico*: I temi sostanziali per questo tipo di paesaggio sono rappresentati dal recupero e valorizzazione di luoghi della memoria e dell'identità sedimentata, degli edifici di pregio, organizzando una sequenza narrativa della città storica attraverso la conservazione, il recupero e la messa in valore del patrimonio storico contribuendo a rafforzare il senso di appartenenza e incentivandone la cura. La percorrenza lenta della strada, soprattutto pedonale, permette di sperimentare

continuità e progressione, rende disponibili all'attenzione. Molti accorgimenti possono contribuire alla costruzione di sequenze interessanti: l'individuazione di punti di riferimento, l'apertura di prospettive e la formazione di strettoie, gli allineamenti, i raggruppamenti, gli sbarramenti. La città storica presenta suggestioni legate esclusivamente alla sedimentazione nel corso dei secoli delle esperienze e delle sperimentazioni architettoniche. Tutto questo ha contribuito a generare un organismo perfettamente funzionante in tutte le sue parti, che necessita di particolari cure e accorgimenti nell'ambito di una nuova infrastrutturazione.



Figura 4-86– Estratto da Carta tematica “Struttura del Paesaggio” e foto rappresentativa

- *Paesaggio della Stazione e della Bolognina*: contraddistinto da un tessuto edilizio compatto e consolidato, ad impianto regolare, in cui sono presenti tipi edilizi in linea e puntuali costituiti prevalentemente da palazzine.





Figura 4-87 – Estratto da Carta tematica “Struttura del Paesaggio” e foto rappresentativa

- *Paesaggio di Corticella*: caratterizzato da tessuto antropizzato e da una maglia consolidata connotata da eterogeneità di impianto (compatto ed aperto), di tipi edilizi, in linea, puntuali e a blocco, e di volumetrie dei manufatti (palazzine, edifici a torre a carattere intensivo), che generano uno skyline fortemente movimentato e dinamico e in cui la nuova infrastrutturazione ben si colloca anche dal punto di vista dimensionale.



Figura 4-88 – Estratto da Carta tematica “Struttura del Paesaggio” e foto aerea rappresentativa

- *Paesaggio periurbano*: in cui si colloca il capolinea della direttrice di Corticella. Caratterizzato da aree agricole intercluse facenti parte del cosiddetto Territorio Agricolo Periurbano. Nello specifico, l’area si configura come una porzione di territorio altamente infrastrutturata, per la presenza di arterie stradali e linea ferroviaria.





Figura 4-89 – Estratto da Carta tematica “Struttura del Paesaggio” e foto aerea rappresentativa

#### 4.7.3 RAPPORTO OPERA-COMPONENTE

Nelle figure che seguono si riportano alcune fotosimulazioni delle opere in progetto, con particolare attenzione ai seguenti punti di osservazione:

- incrocio via Mazza-via Ferrarese;
- via di Corticella - ingresso Ippodromo;
- via di Corticella - fermata Lipparini;
- via di Corticella - fermata Pinardi.



Figura 4-90 – Fotosimulazione incrocio via Mazza-via Ferrarese





Figura 4-91– Fotosimulazione via di Corticella - ingresso Ippodromo





Figura 4-92– Fotosimulazione via di Corticella – fermata Lipparini



Figura 4-93 – Fotosimulazione via di Corticella – fermata Pinardi

#### 4.7.4 LA STORIA URBANA E URBANISTICA E LE PRINCIPALI VICENDE STORICHE

##### 4.7.4.1 Comune di Bologna

La città di Bologna conserva le tracce delle civiltà del passato e l'impronta dello splendore medievale. Visitata assiduamente dagli scrittori romantici, celebre per l'arte e la culinaria, è animata da una cultura cosmopolita alimentata dalla presenza dell'Università. Sotto molte antiche case bolognesi, di struttura medievale si possono ancora trovare le fondazioni della città romana che risale al II secolo a.C. In certe case si trovano tracce di abitazioni che datano all'età del ferro. Nel VI secolo a.C. Bologna fu una delle più importanti città etrusche della Padania e fu nota come Felsina. La parola VELZNA o FELZNA veniva pronunciata in latino Felsina e come tale la città fu chiamata dai Romani, almeno fino a quando rimase nelle mani degli Etruschi e cioè fino a quando fu conquistata dai Galli Boi nel 358 a. C.

Nel 159 a .C. i Romani la conquistarono e la ribattezzarono Bononia (che in seguito divenne Bologna in italiano), che sembra derivare dalla parola celtica bona ("luogo fortificato"), Ma il vecchio nome Felsina è rimasto in lingua comune e viene ancora usato oggi in italiano, anche come aggettivo, come sinonimo di Bologna.

Sotto i Romani Bologna fu una città fiorente, con ventimila abitanti, imponenti costruzioni, un vasto teatro, strade pavimentate, acquedotti, edifici pubblici e terme. Mantenne il suo prestigio nei secoli imperiali, ma dell'impero seguì il declino ed il suo perimetro si ridusse a poco a poco. Nel V secolo della nostra era, al tempo di San Petronio vescovo, la città iniziò la sua rinascita sino a conoscere, nell'XI secolo, una nuova fase di prosperità.

Bologna raggiunse il suo massimo splendore nel XIII secolo, non solo a causa dell'università ma anche perché le sue milizie cittadine sconfissero nel 1249 l'esercito dell'Imperatore e catturarono Re Enzo, figlio di Federico II di Svevia, trattenendolo prigioniero nella città sino alla morte.

In quell'epoca fu ricostruita la cerchia delle mura e Bologna divenne uno dei dieci centri europei più popolosi, con uno sviluppo urbano pari a quello di Parigi.

Dal XIV secolo assistiamo a una serie di guerre sfortunate e di lotte civili, e alla progressiva soggezione della città al potere temporale dei papi. Durante più di due secoli essa fu volta a volta sotto il dominio dei Visconti, signori di Milano, sotto l'influenza del governo della Chiesa Romana, ebbe governi repubblicani, fu governata dalle più importanti famiglie cittadine in lotta tra loro per ottenere la supremazia.

Queste lotte familiari produssero uno sviluppo dell'architettura, della struttura urbanistica, della vita culturale.

Con l'arrivo di Napoleone, Bologna diventa prima capitale della Repubblica Cispadana e poi il secondo centro, dopo Milano, della repubblica Cisalpina. L'importanza economica di Bologna risale al XI secolo, quando diventò uno dei più importanti centri economici europei, non solo a causa dell'università ma anche per lo sviluppo dell'industria tessile (arte della lana). Dotata di un sistema di approvvigionamento di energia idraulica che era tra i più avanzati del mondo,

Bologna a partire dal XV secolo si specializzò nel setificio: i mulini da seta "alla bolognese" rappresentarono la più alta espressione della tecnologia europea sino al XVIII secolo.

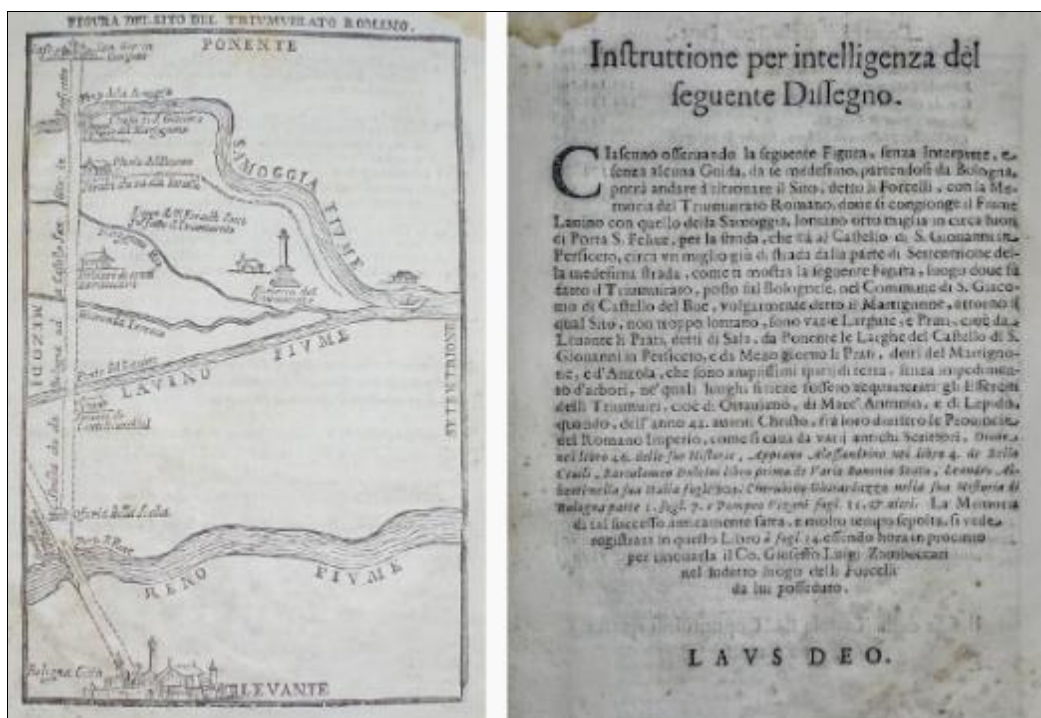


Figura 4-94 – Il "Sito del Triumvirato", pubblicato nel 1666 nella Bologna Perlustrata di Antonio di Paolo Masini. La via che si vede sul lato sinistro, parallela al bordo della pagina, è la antica Strada Periscetana (oggi frammentata in via Marco Celio, via Panigale e via Persicetana)





Figura 4-95 – Pianta della città di Bologna databile alla metà del XVII secolo e opera di Franz Schott, italianizzato come Francesco Scoto

Nel XIX secolo divenne centro di servizi per un'area essenzialmente agricola. Le celebrazioni del 1888 furono anche un tentativo per rilanciare l'economia della città in stretto rapporto con l'università. Benché gravemente colpita dai bombardamenti della seconda guerra mondiale, Bologna è oggi un importante e ricco centro industriale e commerciale.

I suoi cinquecentomila abitanti vivono intorno al più importante nodo ferroviario e autostradale del paese, dove il centro storico che, dopo Venezia, è il più integro tra quelli di tutte le città d'Italia, è circondato da costruzioni moderne, sedi per fiere e congressi, nuovi quartieri.

Bologna è una città particolare per l'integrità del suo tessuto urbano entro la cerchia delle mura medievali, che risalgono al XIV secolo. Questo tessuto è ancora intatto e domina, anche dal punto di vista visivo, le singole opere architettoniche. A Firenze e a Roma le opere architettoniche sono più importanti del disegno della città: a Bologna avviene il contrario. Qui anche i più bei palazzi rinascimentali e barocchi sono riassorbiti dalle maglie della planimetria medievale, e si allineano lungo direttrici a stella che partono dal cuore della città (dove stanno le due torri pendenti, Asinelli e Garisenda).

#### 4.7.4.2 *Comune di Castel Maggiore*

Il Comune di Castel Maggiore, così denominato con decreto dello Stato Pontificio del 1818, vide la luce in piena epoca napoleonica, nell'anno 1802 con la denominazione di Castagnolo Maggiore. La sua storia è però più antica, risente dell'influenza di centri maggiori come del resto i Comuni che oggi sorgono intorno a Bologna.

Andando a spulciare fra antichi reperti, trovati a volte casualmente con l'aratro anziché con strumenti più consoni a un archeologo, si risale alle origini Romane dei primi secoli dell'Impero o ai Galli Boi che, pare, vi risiedessero prima degli stessi Romani.

Dopo la caduta dell'Impero, la zona divenne teatro di guerre. Divenuta terra bizantina, dall'VIII secolo passò sotto il dominio degli Arcivescovi di Ravenna, assisté al passaggio dei Longobardi e a quello dei Franchi. Nel X secolo sperimentò le angherie degli Ungari mantenendo poi, una volta inserita nella cosiddetta Romania, usi e costumi latini.

Nel Medioevo la comunità di Castagnolo e quelle limitrofe di Bondanello, Sabbiuino, Saliceto, Ronchi di Corticella e Trebbo già occupavano un territorio i cui confini coincidono con quelli dell'attuale comune. Dal XIII secolo iniziò una nuova fase per la storia di Castagnolo, alla rete stradale infatti si affiancò la più importante idrovia tra Bologna e Ferrara: il canale Navile, ponendo le basi per una profonda trasformazione dell'economia del territorio e per un insediamento artigianale, che prese il nome di Molini Nuovi, che, nel 1519, era composto da un mulino, un'osteria e un piccolo borghetto.

All'inizio del 1800 il borgo dei Molini Nuovi divenne un borgo industriale arricchito dal Palazzo della famiglia Pizzardi. In tale epoca Castagnolo Maggiore assunse il nome di Castel Maggiore per volere della stessa famiglia nobiliare. Progressivamente la vocazione portuale lasciò il posto a scambi commerciali per la città utilizzando nuovamente la rete stradale; la zona confermò inoltre l'avanzamento dell'industrializzazione con l'edificazione di una nuova officina "meccanica e fusoria" all'avanguardia nella costruzione di macchine utensili. Con la progressiva diminuzione di traffici sul Navile e la successiva costruzione della ferrovia Bologna - Ferrara (1862), Castello cominciò a perdere lentamente d'importanza a vantaggio del nucleo sviluppatosi nel frattempo a ridosso della via Galliera.

Nel territorio di Castel Maggiore si incontrano alcune case sparse che testimoniano l'esistenza in passato di numerose corti coloniche. La struttura originaria era formata dall'abitazione della famiglia contadina e dal rustico, stalla e fienile, il pozzo e il pollaio con le caratteristiche feritoie, il forno, il tutto intorno all'aia.

Dal IX secolo fino al XIV sorsero le case-torri che avevano al piano terreno le stalle, al primo piano l'abitazione e nel sottotetto la colombaia, riserva di carne e di guano per la concimazione. Venuta meno la necessità della difesa tali strutture furono completamente adibite a colombare e lasciarono il posto alle tipiche case della bassa bolognese a pianta quadrata con casa e rustico separati.

Sparse per la campagna o lungo le direttrici principali, si incontrano numerose ville sorte a partire dal '500, le ville di Castel Maggiore sono legate alla storia di famiglie senatorie e nobiliari come i Malvezzi, gli Angelelli, i Campeggi, i Magistrini - Spinelli. Queste residenze non sorsero solo come luogo di villeggiatura per intrattenimenti estivi, convegno di artisti e letterati e fonte di prestigio per la casata, ma anche come fulcro dell'azienda agricola e elemento organizzatore di tutto il paesaggio circostante.

Originariamente i palazzi avevano forme geometriche piuttosto semplici: elementi tipici di queste costruzioni erano un vasto androne che metteva in comunicazione la facciata principale, aperta sul giardino, con il retro rivolto verso i campi, il piano nobile rialzato raggiungibile con scalinate e la torretta, al centro e ai lati della facciata.

Alla fine del '700 gli edifici assumono una pianta più articolata e conformazioni meno prospettiche nei giardini ospitando anche piante provenienti da altri continenti.

## 4.8 ECOSISTEMI, VEGETAZIONE E FLORA, FAUNA

### 4.8.1 ECOSISTEMI

La rete ecologica è un sistema polivalente di nodi e corridoi. I nodi sono rappresentati da elementi ecosistemici tendenzialmente areali dotati di dimensioni e struttura ecologica tali da svolgere la funzione di "serbatoi di biodiversità". I corridoi sono rappresentati da elementi ecosistemici sostanzialmente lineari di collegamento tra i nodi che, innervando tutto il territorio

comunale, favoriscono la tutela, la conservazione e l'incremento della biodiversità florofaunistica. In particolare i corridoi svolgono funzioni di rifugio e sostentamento della fauna, fornendo vie di transito e agendo come captatori di nuove specie.

La rete ecologica è composta da:

- una rete ecologica principale;
- una rete ecologica secondaria;
- una rete ecologica urbana.

Con la locuzione "Rete ecologica urbana" sono individuati gli spazi aperti urbani con diverso valore ecologico, presente o potenziale, anche destinati a usi pubblici. Gli elementi funzionali sono i nodi e il connettivo.

I Nodi ecologici urbani sono parti di città che presentano un rilevante valore ecologico, generalmente potenziale, e costituiscono sia le ultime propaggini di territorio rurale sia i principali elementi di verde "pubblico". Possono essere esistenti o di progetto; in quest'ultimo caso caratterizzazione, struttura e sviluppo verranno definiti in sede di Poc e/o di progettazione esecutiva.

Sono considerati nodi: l'insieme Giardini Margherita - ex Staveco - aree di via Codivilla – San Michele in Bosco; il parco della Certosa (villa Contri) con una parte del canale di Reno e il parco della Funivia; l'area Scandellara assieme a quella di villa Pini e all'arboreto comunale; il parco di San Donnino; l'insieme parco Nord - aree sportive Dozza - spazi a nord della Fiera; il parco di Corticella (Caserme Rosse – fascia boscata); il parco di Villa Angeletti e quello della lunetta Mariotti; il parco di Villa Spada e quello di Villa delle Rose; i Prati di Caprara.

I nodi ecologici urbani, dal punto di vista dell'utenza ciclo-pedonale, sono i principali "nodi di interscambio" tra città e territorio rurale; costituiscono la rete dei parchi dedicati al tempo libero e alla ricreazione informale.

Il Connettivo ecologico urbano svolge, all'interno del territorio urbano, una funzione analoga a quella svolta dal connettivo ecologico nel territorio rurale. Esso è rappresentato da elementi ecosistemici sostanzialmente lineari, detti corridoi, di collegamento tra i nodi che, innervando tutto il territorio comunale, favoriscono la tutela, la conservazione e l'incremento della

biodiversità floro-faunistica. In particolare i corridoi svolgono funzioni di rifugio e sostentamento della fauna, fornendo vie di transito e agendo come captatori di nuove specie. Il connettivo è costituito dalla vegetazione (alberi, arbusti, prati) di parchi e giardini pubblici e d'uso pubblico, di viali e verde d'arredo, oltre che di parchi e giardini privati; vegetazione e suoli non impermeabilizzati sono presidi ecologici diffusi nella città.

Costituisce una riserva di suolo permeabile che, adeguatamente ampliato e migliorato dal punto di vista arboreo-arbustivo, se e quando possibile, può contribuire alla riduzione dell'inquinamento atmosferico e termico della città.

Corridoi ecologici di pianura sono elementi a prevalente sviluppo lineare e ampiezza variabile che hanno la principale funzione di assicurare e rafforzare la connessione biologica tra i diversi nodi presenti nel territorio. Sono stati riconosciuti come corridoi quegli elementi caratterizzati dalla presenza di ecosistemi acquatici o terrestri di buon valore naturalistico e la cui localizzazione è stata ritenuta strategica per garantire la continuità della rete ecologica.

Nei Corridoi ecologici acquatici rientrano corsi d'acqua, naturali e artificiali, che attraversano il territorio di pianura con una certa continuità e che, in qualche caso, penetrano nel tessuto urbano più consolidato.

Nei Corridoi ecologici terrestri rientrano siepi, filari alberati, fasce boscate e altre situazioni naturali e seminaturali in cui la copertura vegetale si caratterizza per il discreto valore naturalistico e per uno sviluppo lineare che conserva una certa continuità. In molti casi, infatti, questi elementi incrociano lungo il proprio percorso un numero significativo di ostacoli che ne interrompono lo sviluppo e l'efficacia ecologica.

Complessivamente sono circa un centinaio i Nodi ecologici semplici di cui più della metà si riferiscono a ecosistemi acquatici, mentre i restanti sono relativi a formazioni vegetali.

Tra questi ultimi più di trenta hanno carattere in prevalenza ornamentale e solo una dozzina sono riconducibili a ecosistemi più naturali a sviluppo spontaneo. Il dato appare decisamente significativo soprattutto se si considera che dei dodici nodi a sviluppo spontaneo, nove sono praterie o arbusteti in evoluzione e appena tre si possono considerare macchie o fasce boscate. Praterie e arbusteti soggetti a dinamismo vegetale sono riconducibili a vecchi coltivi e



soprattutto aree di cava, si presentano con varie tipologie e spesso con una distribuzione irregolare della copertura vegetale, in qualche caso si tratta di praterie con erbe alte e qualche rado arbusto, mentre in altri compaiono anche macchie più fitte e già simili a boscaglie. In tutti i casi l'impressione è quella di situazioni transitorie, non ancora definite e soggette a possibili trasformazioni ambientali (ripresa delle colture, delle attività estrattive o altro) capaci di alterare in maniera consistente l'attuale grado di naturalità.

Le poche zone segnalate alla voce Ecosistema boscato a prevalente matrice naturale ricadono in ambito urbano (Prati di Caprara, Caserme Rosse) o periurbano (cava Due Portoni) e sono costituite da macchie o fasce di bosco di estensione limitata per le quali, al sicuro interesse ecologico, non corrisponde sempre un altrettanto elevato valore in termini di struttura delle formazioni e composizione floristica. Spicca, ancora una volta, l'assenza di una vera formazione boscata naturale, anche di dimensioni ridotte, in tutto il territorio comunale di pianura.

#### 4.8.2 STATO DELLA VEGETAZIONE

##### 4.8.2.1 Comune di Bologna

Il verde a carattere più naturale si concentra in collina e lungo le fasce fluviali, mentre l'ambito urbano e periurbano si contraddistingue per il prevalere di un verde ornamentale che va dalle più estese zone alberate dei parchi pubblici e privati ai giardinetti intorno alle abitazioni, con ambiti di eccellenza attestati in alcuni settori della parte meridionale della città.

A Bologna il verde pubblico comprende oggi più di 750 aree, per una superficie complessiva di oltre 1.000 ettari. Si tratta di un patrimonio quantitativamente cospicuo, se rapportato a quello di molte altre città italiane, che tuttavia offre poche aree di eccellenza e risponde solo in parte, in termini di qualità e caratterizzazione degli spazi, alle molteplici esigenze di Bologna e che, senza dimenticare l'antica funzione pubblica assolta da luoghi celebri come i Prati di Caprara, la Montagnola e San Michele in Bosco nei due-tre secoli precedenti, ha cominciato a comporsi nel corso dell'Ottocento. Fino agli anni '60 il verde pubblico ha tendenzialmente avuto un carattere residuale e solo negli anni '70 l'incremento di verde pubblico è stato di oltre 550 ettari, circa la metà dell'intero patrimonio attuale del verde pubblico bolognese. Gli incrementi successivi

sono invece stati poco significativi sottolineando la necessità di un prolungato impegno di razionalizzazione e revisione volti alla realizzazione di un disegno unitario e organico. Nella costruzione di questo nuovo disegno la novità che desta forse maggior interesse è rappresentata dai cosiddetti “inserti verdi” in cui si inseriscono le proposte più incisive e strategiche in termini di ampliamento e completamento del verde pubblico cittadino, come quella di un nuovo grande parco nell’area dei Prati di Caprara e del torrente Ravone, e in cui ricadono zone urbanizzate, lembi rurali, aree verdi a matrice naturale, ornamentale o di altra natura.

Oltre a quello dei Prati di Caprara, in corrispondenza delle aree di intervento, emergono con particolare rilevanza i complessi sistemi del canale Navile e della canaletta Ghisiliera. In questi ambiti strategici lo sviluppo del sistema verde pubblico e della rete dei percorsi, in una continua relazione con il corso d’acqua e il suo corredo di persistenze architettoniche e ambientali, si è fondato sul rapporto con le aree verdi pubbliche esistenti e con i diversi riferimenti e servizi di quartiere, puntando all’eliminazione degli elementi di discontinuità presenti, alla creazione di riconoscibili punti di accesso, alla conservazione di fronti aperti verso i lembi di campagna che accompagnano i canali, alla tutela delle loro persistenze e degli ultimi frammenti di paesaggio agrario interclusi all’urbano.

In questo contesto, in particolare, il corso d’acqua ha rappresentato un prezioso elemento di connessione tra il centro storico e il Lungo Reno attraverso il recupero in primo luogo della storica via del Chiù che affianca per un lungo tratto il corso del Ravone.

Gli “inserti verdi” costituiscono forse gli elementi più innovativi e determinanti nel nuovo disegno del sistema del verde della città di Bologna. Si configurano come un insieme di spazi verdi di diversa natura connessi a direttrici naturali, storiche e testimoniali di rilievo, tra le quali spiccano i più noti corsi d’acqua naturali e artificiali che attraversano la città per poi spingersi verso la pianura. Per il loro andamento, che nell’insieme riprende lo sviluppo a raggiera proprio dell’antica viabilità cittadina, gli “inserti verdi” possono rappresentare assi privilegiati per

l'ingresso e/o l'uscita dalla città verso la campagna circostante, cerniere di eccellenza tra il territorio urbano e quello extraurbano.

Nella maggior parte degli inserti particolare rilievo assume l'individuazione di tracciati pedonali e ciclabili, che in qualche caso sono i soli elementi in grado di dare continuità alle direttrici individuate e correlare gli spazi verdi che compongono l'insieme. Significativa è la funzione che questi spazi aperti all'interno del territorio urbano e periurbano possono rivestire ai fini della creazione di una rete ecologica di connessione, attraverso la tutela e il costante arricchimento dei loro habitat naturali (corsi e specchi d'acqua, lembi boscati, siepi, filari alberati, ecc.).

Di seguito un elenco indicativo non esaustivo delle principali categorie vegetazionali presenti nel territorio comunale.

**Macchie e fasce boscate ruderali (4)** - In questa categoria sono comprese le formazioni vegetali in cui la specie arborea dominante è la robinia, una specie esotica ad attitudine infestante molto competitiva, che sottolinea le situazioni legate in vario modo alla presenza e alle attività antropiche, come i terreni di ex cave dismesse, le scarpate stradali e ferroviarie, gli spazi rurali abbandonati e i terreni lungo le sponde dei corsi d'acqua ricchi di sostanze organiche. Si tratta di un tipo di copertura vegetale dalla struttura in genere poco complessa e comunque meno evoluta rispetto alle formazioni boscate naturali. La robinia, spesso soggetta a tagli periodici, compare spesso allo stato di giovani polloni, nati dai ricacci delle ceppaie, accompagnata da ailanto, un'altra esotica infestante, e da poche altre specie ruderali come sambuco, rovo, vitalba ed edera.

**Arbusteti chiusi e/o boscaglie a evoluzione spontanea (5)** - La categoria comprende diverse tipologie di copertura vegetale accomunate dalla presenza diffusa di arbusti pionieri dall'elevata capacità colonizzatrice, che si insediano nelle aree incolte o in attesa di destinazione, negli ex coltivi abbandonati da diversi anni, sui pendii franosi e sulle pendici calanchive più stabili. Tra le specie legnose che più di frequente compaiono, in base alle diverse condizioni stagionali dei siti, si segnalano arbusti di sanguinello, prugnolo, biancospino, ligustro, rosa selvatica, salici, rovo e alberi di olmo, querce, orniello, pioppi, salici e robinia. Si tratta di

formazioni dallo sviluppo più o meno chiuso in cui gli arbusti giungono anche a rivestire completamente il substrato e nelle quali spesso compaiono anche gruppi di giovani alberi o, più di rado, di esemplari arborei adulti. La fisionomia di questi arbusteti è quindi piuttosto varia, in base al rapporto tra le componenti arborea, arbustiva ed erbacea e allo stadio di evoluzione raggiunto dalle formazioni. Nella maggior parte dei casi questi arbusteti sono il risultato del processo naturale di dinamismo della vegetazione e rappresentano fasi di passaggio verso situazioni vegetazionali più complesse che preludono, in assenza di forme di disturbo, allo sviluppo del bosco. Gli arbusteti sono ambienti rilevanti dal punto di vista ecologico e naturalistico in cui si registrano buoni valori di biomassa e una grande ricchezza biologica, che li rende importanti serbatoi di biodiversità.

**Prati polifiti (8)** - Alla categoria appartengono le formazioni prative a carattere seminaturale, caratterizzate in genere da un ricco corredo di specie erbacee, sottoposte a un numero ridotto di sfalci annuali e in grado pertanto di originare un cotico erboso ben sviluppato e con buoni livelli di biomassa. Si tratta di una copertura vegetale che contraddistingue situazioni anche molto diversificate tra loro: le aree abbandonate in attesa di destinazione, che si concentrano soprattutto in ambito urbano e periurbano, le scarpate ferroviarie e stradali, gli argini fluviali, le zone di ex cava ricolonizzate dalla vegetazione naturale, i vecchi campi di foraggiere arricchiti da numerose specie erbacee spontanee. Soprattutto in collina i prati polifiti sono ambienti particolarmente importanti dal punto di vista naturalistico e paesaggistico ai quali è legata una flora che annovera diverse rarità botaniche (Orchis spp., Ophrys spp., Tulipa spp., ecc.).

**Vegetazione erbacea discontinua (calanchi, greti fluviali, ex cave, ecc.) (9)** - In questa categoria sono incluse le aree rivestite da una copertura erbacea naturale rada e discontinua alternata a zone prive di vegetazione in cui affiora il substrato sottostante. Si tratta di una categoria che contraddistingue situazioni ambientali molto diversificate quali gli ampi bacini calanchivi della collina, le zone di cava da poco abbandonate, i settori di greto periodicamente invasi dall'acqua, le aree in attesa di destinazione su terreni rimaneggiati presenti nelle zone periurbane. Ne consegue che anche le tipologie di vegetazione comprese in questa categoria risultano molto

differenti tra loro. Nei bacini calanchivi, ambienti estremi e inhospitali per la vita vegetale, si è selezionata una flora caratteristica (adattata all'aridità e alla povertà dei substrati, alle forti pendenze e ai periodici smottamenti del terreno) con erbacee come sulla, astro spillo d'oro, scorzonere e alcune specie di graminacee; nei lembi di prateria che occupano le zone calanchive più stabili fioriscono numerose orchidee (*Ophrys* spp., *Orchis* spp., *Anacamptys pyramidalis*, *Gymnadenia conopsea*) e altre specie protette come il garofano dei Certosini. Sui depositi sabbiosi e ghiaiosi dei greti fluviali, ricchi di sostanze organiche e azotate, si sviluppano invece pratelli di erbacee annuali che tra la primavera e l'estate, nel volgere di pochi mesi, completano il proprio ciclo vegetativo; le specie più diffuse sono nappola italiana, poligono, forbicine, epilobio, molte delle quali infestanti delle colture agrarie. Nelle aree in attesa di destinazione prevalgono poi piante ruderali capaci di adattarsi ai terreni smossi e rimaneggiati, come ortica, parietaria, artemisia comune e rovo. Ambienti analoghi si ritrovano nelle zone di ex-cava che tuttavia, se indisturbate, possono ospitare anch'esse specie vegetali poco diffuse in ambito comunale.

#### 4.8.2.2 *Comune di Castel Maggiore*

All'interno del Comune di Castel Maggiore è stato inaugurato nel 2019 un percorso nel verde urbano di 12,13 km attraverso i parchi Lupicchio, Staffette Partigiane, 8 Marzo, Tolomelli, Giovanni Paolo II, Montezemolo, Calipari, Iqbal Masih, Erriu e Stasi, denominato "Bassa via dei Parchi" (vedi figura che segue).



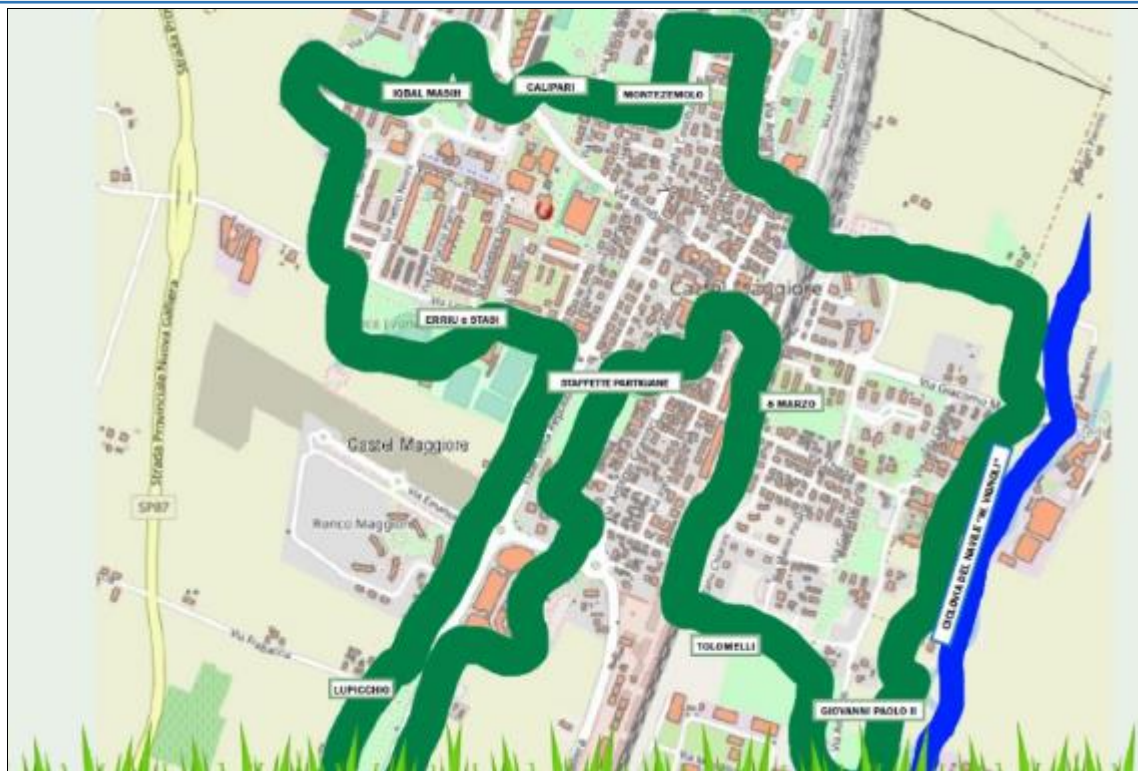


Figura 4-96 – Percorso “Bassa via dei Parchi”

Tale percorso è ubicato in un’area più a nord rispetto al capolinea del tram in progetto, pertanto non si rilevano interferenze dirette.

Di seguito si riporta una breve descrizione dei parchi sopra indicati:

Parco Cataldo Stasi e Umberto Erriu: intitolato a Umberto Erriu e Cataldo Stasi, due giovani Carabinieri assassinati in un agguato a Castel Maggiore il 20 aprile 1988 dalla famigerata banda della Uno Bianca. Il parco è esteso per mq. 51.641, contiene 492 alberi. Il parco è stato realizzato negli anni 70/80, ha grandi dimensioni e contiene strutture sportive e aree svago per tutta la famiglia. Tra le essenze presenti si ritrovano le seguenti: aceri, cedri, bagolaro, cipresso, frassino, carpino, abete rosso, pino nero, pioppi bianco e nero, quercia, acacia, sorbo, tamerici, tiglio e olmo. Il parco è molto utilizzato da sportivi per attività fisica, per l'uso di attrezzi fitness, oltre al classico percorso vita. Il parco inoltre confina con la zona ortiva "Area della saggezza";

Parco Lupicchio: inaugurato nel 2008, è ispirato alla favola della lepre e del porcospino di Tolstoj, animali riprodotti da due sculture ai lati del parco. Il nome stesso del parco riprende il

nome del contadino della favola, proprietario del terreno sul quale si svolse la sfida tra la lepre e il porcospino. La sua estensione è di mq. 48.948 e contiene 274 alberi. Il parco è contiguo a Viale Europa, che è diventata negli anni una vera e propria “strada giardino”: vi si ritrova una disposizione ondulata di piante e cespugli le cui foglie hanno alta efficacia di assorbimento acustico e dell’impatto inquinante (foglia frattale ad alto assorbimento) con efficacia attestata e monitorata dall’Università di Bologna. Lungo Viale Europa si può osservare un muro di contenimento e fono assorbente che negli anni è stato completamente ricoperto da diverse essenze rampicanti (edera, lonicera con fiori bianchi, gelsomino, glicine) piantate a blocchi, che ricoprono il muro a strati separati e identificabili. Il parco Lupicchio è ad altissima densità arborea ma con piante raggruppate a formare diversi gruppi omogenei di essenze; la scelta di raggruppare le essenze è volta a creare la suggestione di piccoli e diversi ambienti verdi originali che si sommano a piante autoctone come pioppi, salici, gelsi, ontani, bagolari, frassini e piante esotiche come cedri e salici piangenti. Contiene inoltre una vasca di laminazione che è stata concepita per la raccolta di acque in eccesso in caso di eventi atmosferici, raccolte dalla vicina strada, che creano un’area umida al centro del parco con presenza di canneti e piante adatte appunto alle zone umide.

Parco Staffette partigiane: con i suoi mq. 26.650, e 240 alberi, è il più antico parco pubblico di Castel Maggiore, intitolato nel 2006 alle Staffette Partigiane, un omaggio alle tante donne che a Castel Maggiore hanno dato il loro contributo alla lotta partigiana. Il parco ospita anche il bel monumento ai caduti della Resistenza, realizzato da Nicola Zamboni. Tipico parco degli anni 60/70 include, a differenza di quelli più recenti, diverse vocazioni: sport, area ludica, centro sociale, scuola, area sgambamento, area fitness. Essendo di concezione già datata, le scelte botaniche non sempre si integrano con le scelte di destinazione (ad esempio gli aceri negundi vicino al campo da basket vanno potati spesso perché invadono l’area di gioco; cedri e abeti in prossimità dell’area ludica, mentre oggi nello spazio-giochi destinato ai ragazzi in genere si scelgono essenze arboree tipo aceri campestri, che fanno più ombra). Il filare dei pioppi cipressini che delimita l’area giochi e l’area monumentale riprende tecniche di delimitazione degli accessi risalenti all’epoca romana, che aveva lo scopo di magnificare ed evidenziare gli

accessi alle ville ed ai luoghi pubblici. I carpini piramidali lungo la rete dietro il campo da basket hanno sostituito, negli anni, i pioppi, essendo più adatti alla prossimità delle abitazioni. Il parco ospita nel corso dell'anno ogni sorta di iniziative di carattere ludico, culturale e commemorativo che finiscono con l'identificare l'area come il vero centro cittadino. Nella vicina area verde di Via Curiel si può osservare un gelso monumentale (*morus alba*).

Parco 8 Marzo: situato tra la ferrovia, via Matteotti, via Montale e via Chiesa, rappresenta un polmone verde di tutto rispetto per la zona residenziale compresa tra la linea ferroviaria e il cimitero comunale. È collegato al centro di Castel Maggiore da una ciclabile che permette di percorrere il sottopassaggio di via Matteotti in sede protetta in piena sicurezza.

Parco Aroldo Tolomelli: con i suoi 164.000 mq e i 541 alberi, il Parco Tolomelli è il più esteso del territorio comunale. Non ancora completato, confina con l'area naturalistica del Navile, sul cui versante è presente una vasca di laminazione che raccoglie le acque reflue dei parcheggi e dell'area urbana ed artigianale. Dietro al filare di salici piangenti è stata realizzata la piantumazione di 40 aceri campestri, a compensazione di abbattimenti su aree private; nell'area al di là della via Angelelli, è presente una piccola area ludica, una macchia di piantumazioni di alberi dedicati ai nuovi nati, e 23 alberi che negli anni scorsi il Comune ha ricevuto quale donazione, premio legato ad un progetto di dematerializzazione delle bollette Enel al quale il Comune ha aderito.

Parco Papa Giovanni Paolo II: provenendo da Via Angelelli, prima di addentrarsi nella zona industriale di Castel Maggiore, il Parco Giovanni Paolo II costituisce una bellissima barriera verde a protezione dell'abitato, insieme al parco Tolomelli, dove però la piantumazione è più recente. Pioppi e salici piangenti caratterizzano questa area, che immette nella Ciclovía del Navile.

Percorso ciclo-pedonale "Walther Vignoli": nel marzo del 2016 è stata ultimata la realizzazione del tracciato ciclo-pedonale che corre lungo il Navile per circa 2,3 km sul territorio di Castel Maggiore, è l'ultimo di tre tratti di una pista che partendo dal Comune di Casalecchio, attraversa il Comune di Bologna fino al limitare del quartiere Navile per poi proseguire appunto costeggiando il canale Navile sul territorio di Castel Maggiore fino alla località Castello, dove la

pista si conclude sfociando sulla via Matteotti. L'area contiene alberature autoctone in continuità con l'area naturalistica del Navile mantenendo la continuità biologica all'insegna dell'attenzione prestata sull'intero territorio al rispetto delle diverse aree urbane circostanti. Le principali specie presenti sono le seguenti: acero campestre, platano ide, carpino, bagolaro, albero di Giuda, frassino, gelso, platano, pioppo nero, pioppo bianco, salice bianco, salice babilonica, liriodendro, prugno, quercia e sofora japonica.

Parco Colonnello Cordero Lanza di Montezemolo: Si estende per 5.767 mq e contiene 73 alberi. Si tratta di un parco datato con area ludica e cippo commemorativo. In realtà è una continuazione paesaggistica tra un contesto residenziale e uno scolastico per dare continuità e valorizzare un parco completamente diverso dal parco Calipari. Negli anni 70 infatti, la scelta degli alberi fu dettata dalla mania per l'esotico tipica di quegli anni (cedri e altre conifere di origine esotica). È quindi un parco eterogeneo, dove si integrano piante autoctone con piante esotiche in voga all'epoca. Le principali specie presenti sono le seguenti: acero riccio o platanoide, acero di monte, cedro dell'Atlante, cedro dell'Himalaya, cedro del Libano, bagolaro, frassino maggiore, pino nero, platano, pioppo bianco e pioppo cipressino.

Parco Nicola Calipari: realizzato nel 2008, il Parco Nicola Calipari si estende per mq. 43.820 e contiene 290 alberi. Caratterizzato da imponente rilevato con area a boschetto, al suo interno si trovano un'area sgambamento cani e un gazebo per ritrovi e manifestazioni, due progetti iniziali diversi che sono poi stati integrati dall'ufficio ambiente che ha deciso di inserire una serie di piante, molte esotiche, intorno al gazebo, ognuna con fioritura e colori diversi nelle varie stagioni. Vi è comunque una predominanza di piante autoctone, fatta eccezione per la quercia rossa (*quercus rubra*) vicino alla via Ilaria Alpi, che è di origine americana. Sulla collinetta stato effettuato un rimboschimento con alberature e piante autoctone (*Frassini* e *Celtis Australis*) che costituiranno un vero e proprio boschetto. Dal gazebo verso via Bondanello si trova una zona integrata negli anni con le piantumazioni di alberi per i nuovi nati (aceri, bagolari o spacca sassi). Le principali specie presenti sono le seguenti: abete bianco, aceri, carpino bianco, cedro dell'Himalaya, bagolaro, albero di Giuda, frassino maggiore, frassino

meridionale, storace americano, melo, pioppi, pruni, farnia, quercia rossa, sofora del Giappone, tasso, olmo campestre;

Parco Iqbal Masih: realizzato dall'ufficio ambiente del Comune nel 2002, si estende per mq. 47.728. Contiene 306 alberi, ed è un parco strutturato con diverse tipologie di paesaggio. Il terreno interessato partiva da una area prettamente agricola ai margini di Via La Pira per arrivare ad un'area di alta urbanizzazione Piazza Amendola. Si è voluto concettualmente

#### 4.8.3 STATO DELLA FAUNA

La presenza di animali all'interno delle città è nota a tutti, almeno per quanto riguarda le specie più comuni, quali piccioni, merli, storni, cornacchie, ratti, topi, ecc.. Meno diffusa è la conoscenza sull'effettiva ricchezza della fauna che frequenta giardini pubblici, parchi urbani e tratti cittadini di fiumi. Eppure, indagini condotte sulla presenza di animali all'interno delle aree urbane hanno dato risultati spesso sorprendenti. Basti pensare che delle 500 specie di Uccelli presenti in Italia, 356 sono state osservate in modo più o meno regolare nelle città e che ben 193 vi nidificano. Anche per quanto riguarda i Chirotteri (pipistrelli) il numero di specie che frequentano le città quale sito di rifugio o di caccia è molto elevato: delle oltre 30 specie presenti in Italia quasi la totalità può frequentare i centri urbani o le sue periferie

Dal punto di vista biogeografico, il territorio della Provincia di Bologna è collocato all'interno della regione del Palearctico occidentale, in un'area di transizione tra la sottoregione europea e quella mediterranea. Nel suo complesso la fauna rientra in quella tipica dell'Europa centrale e atlantica, con alcune specie che sottolineano la posizione di transizione. Si tratta da una parte di specie boreo-alpine e centroeuropeo-asiatiche in vicinanza del limite sud del loro areale come Beccaccia (*Scolopax rusticola*), Pittima reale (*Limosa limosa*), Mignattino piombato (*Chlidonias hybridus*) e Merlo dal collare (*Turdus torquatus*); dall'altra si tratta di elementi mediterranei e africani prossimi al limite nord della loro distribuzione come Lanario (*Falco biarmicus*), Gruccione (*Merops apiaster*), Occhiocotto (*Sylvia melanocephala*) e Sterpazzola di Sardegna (*Sylvia conspicillata*).












La Regione Emilia-Romagna ha approvato nel luglio 2006, la L.R. n. 15 "Disposizioni per la tutela della fauna minore in Emilia-Romagna", per salvaguardare specie considerate essenziali nella composizione degli habitat naturali e seminaturali. Ai sensi di tale legge per fauna minore si intendono tutte le specie presenti nel territorio regionale di cui esistono popolazioni viventi stabilmente o temporaneamente, compresi i micromammiferi e i chiroterti, con esclusione degli altri vertebrati omeotermi. Oggetto di tutela sono tutte le specie di anfibi, rettili e chiroterti ed altre specie faunistiche di cui agli Allegati II e IV della Direttiva 92/43/CEE. Sono inoltre particolarmente protette le specie della fauna minore rare e minacciate, rispetto alle quali la Giunta regionale è chiamata a redigere un elenco, da aggiornarsi periodicamente.





La legge prevede forme di tutela quali il divieto di cattura uccisione intenzionale delle specie, di danneggiamento o distruzione di uova, nidi, siti e habitat di riproduzione, o ancora di rilascio in natura di organismi alloctoni in grado di predare o esercitare competizione trofica, riproduttiva o di altro genere nei confronti della fauna minore.






In generale, gli animali che riescono ad adattarsi agli ambienti urbani sono quelli che possono definirsi "generalisti" per quanto riguarda l'alimentazione, dotati di flessibilità nelle scelte come il luogo per nidificare e che sono molto tolleranti al disturbo derivante da attività umane. Esempi largamente conosciuti da tutti sono, ad esempio, il Piccione (*Columba livia*), il Passero d'Italia (*Passer italiae*), il Ratto nero (*Rattus rattus*), il Surmolotto (*Rattus norvegicus*) o il Topolino delle case (*Mus domesticus*). Si tratta di specie che grazie alle caratteristiche dell'ambiente urbano (diventato più caldo e luminoso con conseguenti modificazioni del foto e termoperiodo che favoriscono l'attività riproduttiva) e dei suoi cittadini (che offrono in modo più o meno volontario grandi quantità di cibo) sono caratterizzati da continui ed elevati incrementi numerici.

Di seguito viene proposto un elenco delle principali specie minori presenti o potenzialmente presenti nel territorio oggetto di analisi:






ORDINE	FAMIGLIA	NOME COMUNE	IMMAGINE	HABITAT
ANFIBI				
Urodela	Salamandridae	Salamandrina di Savi		Ambienti del suolo (lettiera, tane di micromammiferi, sotto sassi, tronchi di alberi, ecc.) e del sottobosco di faggete, abietifaggete, castagneti, querceti mesofili, boschi misti di caducifoglie in genere. Habitat riproduttivo: torrenti e ruscelli.
		Tritone crestato italiano		Laghi, stagni, maceri, pozze, risorgive. Fuori dall'acqua in ambienti del suolo, prati e boschi.
		Tritone punteggiato		Laghi, stagni, maceri, pozze, risorgive. Fuori dall'acqua in ambienti del suolo, prati e boschi.
Anura	Bufonidae	Rospo Comune		Terricolo ubiquitario, frequenta anche ambienti relativamente xerici e fortemente antropizzati; all'epoca riproduttiva si trasferisce in ambienti acquatici.
		Rospo smeraldino italiano		Diffuso soprattutto lungo i litorali sabbiosi e zone golenali di pianura, si trova anche in ambienti relativamente aridi e antropizzati; prettamente terricolo, nel periodo riproduttivo, frequenta habitat








ORDINE	FAMIGLIA	NOME COMUNE	IMMAGINE	HABITAT
				umidi, anche di piccole dimensioni, temporanei e salmastri.
	Hylidae	Raganella italiana		Arboricola, vive su alberi, arbusti, canneti, in prossimità di ambienti umidi, anche temporanei e di limitata estensione, in cui scende nel periodo degli amori; è resistente all'aridità e in grado di vivere anche a notevole distanza dall'acqua.
	Ranidae	Rana agile o dalmatina		Boschi e boscaglie, anche xerofili, radure, campi e prati umidi: tra le nostre rane è la meno legata all'acqua, che frequenta solo nel periodo riproduttivo (per lo più pozze e stagni, ma anche ruscelli a lento corso).
		Rana verde		Presente in tutti gli ambienti umidi, dai laghi di quote elevate alle zone costiere. Fuori dall'acqua è possibile incontrarle nel sottobosco di pinete e foreste di latifoglie, in prati e coltivi.
CROSTACEI				
Crustacea	Astacidae	Gambero di fiume		Abitatore tipico di ambienti con acqua corrente e limpida e con fondali coperti da ciottoli o limo come torrenti e ruscelli montani e collinari, sorgenti dei fiumi. Più raramente vive nel tratto medio di fiumi maggiori a corso lento o in laghi naturali ed artificiali con costante apporto di acque ossigenate.
INSETTI				






ORDINE	FAMIGLIA	NOME COMUNE	IMMAGINE	HABITAT
Coleoptera	Carabidae	Carabo ad anelli		Specie di ambienti umidi, la si riscontra presso paludi, stagni, acquitrini, nonché prati e pascoli argillosi umidi. Presente principalmente in pianura ma anche in collina in ambienti montani e calanchivi
		Pterostico di Bucciarelli		Specie principalmente di ambienti calanchivi, umidi per un certo periodo dell'anno, nota anche di una zona umida paludosa in pianura, di un bosco preappenninico e di ambienti boscati freschi su substrato gessoso. In collina nei calanchi raggiunge i 400 m di quota.
	Cerambycidae	Cerambice della quercia minore		Specie legata alla presenza di boschi di querce e altre latifoglie con vecchi alberi ma anche a parchi cittadini con querce. È presente maggiormente nelle zone pianeggianti e in collina ma giunge comunque fino ai 1000 m di altitudine.
		Cerambice della quercia notturno		Specie legata a boschi di querce, a parchi e viali con filari di vecchie querce secolari. È diffusa specialmente in pianura e prima collina, raggiunge comunque i 900 m di altitudine.

ORDINE	FAMIGLIA	NOME COMUNE	IMMAGINE	HABITAT
		Cerambice eroe o Gran Capricorno		Segnalata nella regione Emilia-Romagna di tutte le province ma diviene più saltuaria nella porzione ovest della regione. Specie molto vulnerabile e in forte rarefazione.
	Cetoniidae	Scarabeo eremita odoroso		Vive all'interno dei tronchi cavi in boschi maturi di latifoglie e nelle alberature e filari di vecchi alberi anche capitozzati. È prevalentemente diffusa in pianura e nella bassa collina ma la si è riscontrata fino a 1000 m.
	Cicindelidae	Cicindela di maggio		Cicindela insediata sulle rive sabbiose dei fiumi e torrenti, in ambienti aperti e soleggiati, dalla pianura alla media collina. La specie è strettamente legata ai depositi sabbiosi ripariali dei torrenti collinari e dei banchi sabbiosi dei fiumi.
Lepidoptera	Arctiidae	Falena dell'edera		La falena dell'edera è legata ad una vasta tipologia di ambienti caldi e secchi, anche se mostra una certa preferenza per i margini dei boschi e altri luoghi ombrosi. La si riscontra dalla pianura ai 1500 m di quota.
	lasiocampidae	Bombice del prugnolo		Distribuita dalla pianura fino a circa 1000 m dove sembra prediligere i margini di aree boscate esposte a mezzogiorno.



ORDINE	FAMIGLIA	NOME COMUNE	IMMAGINE	HABITAT
Lepidoptera	Papilionidae	Zerinzia o Polissena		Specie strettamente legata ad ambienti umidi quali piccoli canali irrigui, marcite e in ambiente montano, in vallecole e colatoi. Presente ad un'altitudine compresa tra 0 e 1700 m.
	Sphingidae	Sfinge dell'epilobi o o Proserpina		Preferisce ambienti caldi e secchi di pianura e collina, di solito non oltre i 1200 m.
Odonata	Corduliidae	Smeraldo meridionale		Libellula la cui larva vive nei piccoli corsi d'acqua con corrente moderata e vegetazione acquatica e ripariale, come ruscelli e torrenti molto ombreggiati, della bassa collina e fino a 650 m di altezza.
MAMMIFERI				
Chiroptera	Vespertilionidae	Pipistrello comune o nano		Questa specie è oggi ben adattata agli ambienti antropizzati: utilizza infatti i più vari ambienti dal livello del mare ad oltre 2.000 metri di altitudine, i boschi e le foreste di ogni tipo, agroecosistemi con boschetti e siepi, parchi e giardini ed infine le aree urbane, comprese le grandi città.
Rodentia	Gliridae	Moscardino		Pianura, collina e montagna non oltre i 1600 m di altitudine; in boschi di latifoglie ricchi di sottobosco, frutteti, talvolta boschi di conifere; anche in parchi e giardini.

ORDINE	FAMIGLIA	NOME COMUNE	IMMAGINE	HABITAT
	Hystriidae	Istrice		Pianura, collina anche attorno a 800 m di altitudine; in boschi, cespugliati con zone aperte, sassaie e caverne.
	Leporidi	Lepre		Pianura, collina, montagna fino a 2000 m di altitudine; in diversi ambienti quali campi coltivati ma anche boschi, soprattutto di latifoglie, brughiere e dune
	Microtidae	Arvicola terrestre		Sponde di fiumi, canali, laghi, stagni, valli salmastre e paludi, in pianura e nei fondovalle.
	Muridae	Topo selvatico		Boschi, ma anche ambienti con copertura limitata o assente, come campi, giardini e pietraie
		Topolino delle case		Prevalentemente commensale dell'uomo, frequenta abitazioni, magazzini e campi agricoli
Soricomorpha	Sorocidae	Crocidura minore		Ovunque vi sia un minimo di copertura.
		Mustiolo		Macchia mediterranea, boschi, giardini, muriccioli, terrazzamenti, generalmente in pianura.

ORDINE	FAMIGLIA	NOME COMUNE	IMMAGINE	HABITAT
		Toporagno acquaiolo		Corsi d'acqua.
MOLLUSCHI				
Gasteropoda	Vertiginidae	Vertigo di Demoulins		<i>V. moulinsiana</i> è specie spiccatamente igrofila, vivente nella lettiera, nei muschi e sugli steli della vegetazione palustre di ambienti prativi e ripariali, di paludi, torbiere, laghi, ecc., comunque sempre in biotopi molto umidi e parzialmente inondati, generalmente a quote non molto elevate.
		Vertigo sinistrorso minore		<i>V. angustior</i> vive nella lettiera e nei muschi di biotopi prativi, ripariali, palustri (anche salmastri) e ai margini dei boschi preferibilmente su suoli calcarei, a quote medio basse, ed è un po' meno igrofilo di altre specie del genere.
Unionoida	Unionidae	Unione		<i>U. mancus</i> vive nelle acque debolmente correnti del tratto inferiore dei fiumi, nei canali, in acque stagnanti o lacustri, tollerando ampie escursioni dei parametri ambientali.
RETTILI				
Squamata	Anguidae	Orbettino		Sottobosco di faggete, querceti, orno-ostrieti e castagneti; prati e radure, sotto sassi e tronchi, aree rurali e suburbane, pinete litoranee.

ORDINE	FAMIGLIA	NOME COMUNE	IMMAGINE	HABITAT
	Colubridae	Biacco		Macchie, margini di boschi, radure, zone rocciose, muri a secco e pietraie; anche siepi, coltivi e aree antropizzate.
		Biscia dal collare		Zone umide di ogni tipo, ma anche (soprattutto nel caso delle femmine adulte) vari altri ambienti, compresi quelli xerici.
	Lacertidae	Lucertola campestre		Margini di boschi, boscaglie, radure e prati, coltivi, aree urbane, pietraie, cataste di legna, pinete litoranee, litorali sabbiosi, dune con vegetazione scarsa, alvei di torrenti e fiumi, sponde di laghi e stagni.
		Ramarro		Margini di boschi, cespuglieti, siepi, radure erbose, prati, coltivi, alvei di fiumi, aree urbane, pinete litoranee, pietraie.
	Viperidae	Vipera comune		Boschi e loro margini, radure, macchie e boscaglie, pietraie e zone rocciose, litorali sabbiosi.
Testudines	Emydidae	Testuggine palustre dalle orecchie rosse		Presente in zone urbane, lungo fiumi o laghi, in parchi pubblici o bacini di ex-cave; nei paesi ove si è acclimatata ha dimostrato grande adattabilità e capacità di colonizzare ogni tipologia di bacino idrico.

Tabella 4-36 –Distribuzione della fauna minore – Fonte Regione Emilia Romagna

Per quanto riguarda la componente ornitica, oggetto della specifica Direttiva 79/409/CEE "Uccelli", storico riferimento per la protezione dell'avifauna, l'Emilia-Romagna annovera importantissime presenze ed irripetibili siti, veri e propri santuari per l'ornitologia europea e mondiale come, ad esempio, le Valli di Comacchio (FE), che ospitano attualmente 234 specie tra nidificanti o migratori e svernanti. Delle 510 specie che compongono la checklist italiana secondo EBN-ASOER (2003), 394 sono gli uccelli che trovano alimentazione, rifugio o siti di nidificazione in Emilia-Romagna, ed è un contingente tra i più numerosi per una regione italiana. Peraltro recenti studi mostrano che la maggior parte delle specie rare, quelle acquatiche o molto localizzate come Aquila e Gufo reale, dimorano pressoché esclusivamente all'interno dei territori regionali classificati come ZPS.

L'avifauna regionale annovera, tra quelle elencate all'All.I della Direttiva 409/79 CEE, ottanta specie di grande interesse conservazionistico in quanto rare e spesso strettamente legate ad habitat specifici che ne condizionano l'alimentazione, la nidificazione, le caratteristiche utili per la stanzialità o semplicemente per la sosta durante le migrazioni. Occasionalmente può verificarsi l'avvistamento di esemplari erratici appartenenti ad almeno un'altra decina di specie. Sulle varie rotte di migrazione, sono stati ad esempio avvistati il Grifone o la Berta maggiore (che per natura non potranno mai formare qui popolazioni stabili) ed esemplari in sosta di Oca lombardella minore (più volte avvistata nella zona di Comacchio), o Oca collarosso (avvistata negli anni '80 nel modenese e ferrarese) che potrebbero preludere, come è accaduto per il Fenicottero, ad un ritorno stabile di queste specie.





Di eccezionale importanza è la popolazione di *Chlidonias hybrida* (Mignattino piombato), per quanto riguarda l'Italia concentrata pressoché esclusivamente in Emilia-Romagna. Sebbene il trend dell'areale regionale di questa sterna sia nel complesso costante e la popolazione nidificante in incremento, si sta assistendo al deterioramento del grado di conservazione degli habitat importanti per la specie, il che la pone comunque in grave pericolo.






Tra i nuovi arrivi, va segnalato il grande elusivo Picchio Nero, specie alpina con stazioni in Sila, che nelle Foreste Casentinesi ha iniziato a nidificare con regolarità, e per alcuni versi il








coloratissimo e mediterraneo Gruccione, un tempo ritenuto accidentale, oggi nidificante in numerosi siti collinari con rupi sabbiose.

Di seguito viene proposto un elenco delle principali specie ornitologiche presenti o potenzialmente presenti nel territorio oggetto di analisi:

ORDINE	FAMIGLIA	NOME COMUNE	IMMAGINE	HABITAT
Passeriformes	Corvidae	Cornacchia grigia		Predilige ambienti parzialmente alberati. Elevata capacità di adattarsi agli habitat più disparati, a partire da quelli modificati dall'uomo, dove trova cibo in abbondanza. Non teme quindi le trasformazioni ambientali dalle quali, rispetto ad altre specie, è favorita
		Gazza		Predilige spazi aperti come prati, ma anche frutteti, cespugli, campi coltivati e margini dei boschi. Può vivere in alta montagna fino a 1.500 metri di altitudine, ma non disdegna i centri abitati perché non teme l'uomo
	Turidi	Merlo		L'habitat naturale del merlo è il bosco, ma si adatta a vivere in numerosi ambienti e non raramente lo si trova nei frutteti e nei vigneti, in aree urbane a contatto ravvicinato con l'uomo
	Paridae	Cinciallegra		Frequenta ambienti semi-alberati quali margini di boschi, frutteti, campi con filari d'alberi, giardini e parchi urbani. Predilige le basse altitudini, come le zone collinari e pianeggianti.

ORDINE	FAMIGLIA	NOME COMUNE	IMMAGINE	HABITAT
	Motacillidae	Ballerina bianca		Predilige i campi arati, le zone umide e coltivate e i luoghi in cui siano presenti specchi d'acqua. Evita le foreste d'alto fusto e le montagne oltre il limite della vegetazione arborea. Tra i Passeriformi, la Ballerina bianca è tra quelli che riescono a adattarsi meglio alla presenza umana
	Alaudidae	Allodola		gli habitat aperti e ha una forte associazione con tutti i tipi di terreni agricoli, ma non è insolito trovarla in prati, pascoli, steppe, marcite, dune e anche in ampie radure forestali
	Hirundinidae	Rondine		Non ha un habitat particolare in quanto è un uccello estremamente adattabile e nidifica ovunque, entro i 3000 m di altitudine, purché ci siano nelle vicinanze degli spazi aperti nei quali trovare cibo
	Sturnidae	Storno		È una delle specie più adattabili ad ambienti differenti. Predilige le pianure, le colline, le campagne coltivate e, in generale, gli ambienti agricoli, ma frequenta anche luoghi boschivi e zone umide
Ciconiformes	Ardeidae	Airone cinerino		Predilige le pianure, ma può vivere anche fino a 2000 m slm. Ama le zone umide d'acqua dolce, le cave d'argilla, le aree lagunari e le valli da pesca, nella maggior parte dei casi con ricca vegetazione ripariale, costituita

ORDINE	FAMIGLIA	NOME COMUNE	IMMAGINE	HABITAT
				da boschi di pioppo e salice
		Airone guardabuoi		Amano frequentare gli ambienti umidi, ma anche i campi arati e seminati, dove sovente seguono i trattori durante le fasi di lavorazione dei campi
		Garzetta		Frequenta prevalentemente ambienti acquitrinosi, canali, stagni, fiumi
Galliformes	Phasianidae	Fagiano comune		I fagiani, hanno abitudini stanziali e sono soliti vagare per campi, prati e pianure fertili; difficilmente si inoltrano all'interno di foreste
Accipitriformes	Accipitridae	Poiana		Le campagne alberate sono habitat particolarmente favorevoli e si adatta meglio di altri rapaci alle trasformazioni ambientali di origine antropica, potendo nidificare anche su alberi isolati circondati da ambienti agricoli tradizionali
Falconiformes	Falconidae	Falco pellegrino		Pur essendo abbastanza intollerante al disturbo umano, prediligendo quindi di gran lunga aree aperte e selvagge, si può scorgere su costruzioni artificiali quali grandi edifici in città anche fortemente antropizzate, specialmente torri e campanili


ORDINE	FAMIGLIA	NOME COMUNE	IMMAGINE	HABITAT
Columbiformes	Columbidae	Piccione		Diffusione inarrestabile, sapendosi adattare rapidamente alle caratteristiche degli insediamenti urbani e diventando quindi una delle specie aviarie più diffuse nelle città di tutto il mondo
Strigiformes	Strigidae	Gufo		Ambienti aperti con alberi sparsi, in filari o in macchie. Anche zone boschive alternate a zone aperte
		Civetta		Ambienti aperti di qualsiasi tipo, con alberi sparsi, in filari o in macchie. Anche zone suburbane, paesi e città. Generalmente al di sotto degli 800 m

Tabella 4-37 –Distribuzione dell'avifauna – Fonte Regione Emilia Romagna

#### 4.9 SISTEMA INSEDIATIVO, CONDIZIONI SOCIOECONOMICHE E SALUTE PUBBLICA

Il Comune di Bologna presenta un'estensione territoriale complessiva di ca. 140 kmq, con una popolazione giornaliera di più di mezzo milione di abitanti, tra residenti e non, che comprende anche chi vi si reca per ragioni di studio e di lavoro.

Il comune capoluogo è stato caratterizzato negli ultimi quarant'anni da tendenze demografiche fortemente differenziate da quelle del restante territorio provinciale.

Le tendenze demografiche di lungo periodo che hanno interessato Bologna nell'ultimo trentennio hanno ovviamente modificato in modo rilevante la composizione per sesso ed età della popolazione comunale, che si è sempre più caratterizzata come una collettività fortemente invecchiata con una contemporanea e significativa ripresa della natalità nella seconda metà degli anni Novanta.

Nei paragrafi che seguono si riportano i dati più salienti dei quartieri e del Comune di Castel Maggiore interessati dal progetto.

#### 4.9.1 CARATTERI SPECIFICI DELLE AREE INTERESSATI DAL PROGETTO

In merito ai quartieri del Comune di Bologna interessati dal progetto, con riferimento all'anno 2017, il quartiere Porto-Saragozza è al primo posto per numero di residenti (69.416, a) e supera Navile (68.798), che da sempre era il più popoloso; al terzo posto si colloca il quartiere San Donato-San Vitale (65.892). Savena, storicamente secondo per numero di abitanti, nella nuova articolazione territoriale è in ultima posizione (59.769).

Il bilancio demografico è lievemente attivo in tutti i nuovi quartieri, in particolare Porto-Saragozza ha acquisito 239 residenti in più rispetto all'anno precedente.

Nei paragrafi che seguono si riportano i dati più salienti dei quartieri di Bologna interessati dal progetto e del Comune di Castel Maggiore.

##### 4.9.1.1 Quartiere Porto-Saragozza

L'area Porto, nella sua configurazione attuale, è nata dall'accorpamento dei Quartieri Marconi e Saffi a seguito della riforma comunale del 1985.

Il suo nome è legato a via del Porto, chiamata così perché antico punto d'accesso al Porto Naviglio, lo scalo bolognese per il traffico fluviale (sul canale Navile). Il tratto orientale della strada fu denominato nel 1801 via dei Murelli, in ricordo dei muri di sostegno fatti costruire per la sicurezza dei pedoni nella seconda metà del XVI sec.

Il Porto, in assetto stabile dalla metà del Cinquecento, era un importante snodo nelle reti di navigazione all'interno della città, ed un crocevia commerciale di rilievo.

Il quartiere Porto ha un'estensione territoriale pari a ca. 15 kmq, con una popolazione complessiva al 2018 di 69.477 unità (69.595 unità nel 2019), di cui ca. il 53 % costituita da femmine e 47 % costituita da maschi.



Importante sottolineare le politiche che il quartiere stesso intende adottare nella costruzione di attività e progetti rivolti all'integrazione delle varie etnie presenti, attraverso politiche volte a facilitare il migliore inserimento dei cittadini migranti nel tessuto economico sociale e culturale della comunità e la promozione di attività di progettazione e l'avvio di iniziative finalizzate alla valorizzazione di aree del territorio urbano ancora soggette ad incuria e degrado. Questo si manifesta anche con l'adozione di azioni ed investimenti funzionali ad aumentare il grado di vivibilità, fruibilità e sicurezza, prima fra tutte l'area dei Prati di Caprara, attraverso il coinvolgimento di risorse umane ed economiche per valorizzare e salvaguardare le aree verdi presenti. La finalità principale è quella di tutelare il patrimonio ambientale, naturalistico ed estetico-paesaggistico, oltre a preservarne e favorirne l'uso collettivo e di aggregazione.

#### 4.9.1.2 *Quartiere Santo Stefano*

Il quartiere Santo Stefano ha un'estensione territoriale pari a ca. 30 kmq, con una popolazione complessiva al 2018 di 64.258 unità (64.510 unità nel 2019), di cui ca. il 54 % costituita da femmine e 46 % costituita da maschi.

#### 4.9.1.3 *Quartiere Navile*

Il Quartiere Navile assume questa denominazione nel 1985, anno dell'ultima sostanziale riforma dell'assetto dei quartieri cittadini, dove nasce dall'unificazione dei tre precedenti quartieri Lama, Bolognina, Corticella.

Il quartiere Navile ha un'estensione territoriale pari a ca. 26 kmq, con una popolazione complessiva al 2018 di 69.187 unità (69.525 unità nel 2019), di cui ca. il 51 % costituita da femmine e 49 % costituita da maschi.

#### 4.9.1.4 *Comune di Castel Maggiore*

Il Comune di Castel Maggiore ha un'estensione territoriale di ca. 31 kmq ed è ubicato nell'alta e media pianura bolognese, tra i 35 e i 20 metri sul livello del mare, dalla riva destra del fiume Reno fino al Savena Abbandonato.

Divisa in frazioni e località (Trebbo di Reno, Primo Maggio, Sabbiuino, Castello, Torre Verde, Boschetto-Castiglia, Bondanello, Osteria del Gallo), ha una popolazione complessiva al 2019 di 18.622 abitanti, di cui ca. il 52 % costituita da femmine e 48 % costituita da maschi.

Trebbo di Reno prende il suo nome dall'omonimo fiume che lo attraversa e dal luogo dove s'incontrano tre vie: prima Triplum, poi Tribium, nel Medioevo Tribblum, e infine Trebbo). Si trova a sud-ovest di Castel Maggiore ed a pochi chilometri, fuori Porta delle Lame, dal Comune di Bologna. Nel territorio di questa frazione si trova la Chiesa di San Giovanni Battista del Trebbo, la chiesa parrocchiale del paese.

Primo Maggio è una piccola frazione a sud del comune. Confina direttamente col quartiere Corticella di Bologna. È presente la Villa Salina, una scuola elementare, una materna e la stazione ferroviaria di Corticella.

Sabbiuino è un piccolo agglomerato di case ad est del capoluogo, passata la strada via Saliceto.

La frazione Torre Verde è situata a nord della frazione Trebbo ed a sud della località Garluda e della frazione Boschetto.

La frazione Boschetto è situata a nord-ovest del comune di Castel Maggiore.

#### 4.9.2 RISCHIO DA INCIDENTE RILEVANTE

Secondo l'elenco reso disponibile da Arpae (rif. ultimo aggiornamento 30/09/2020), nella Provincia di Bologna vi sono 16 stabilimenti a Rischio d'Incidente Rilevante:

- BEYFIN S.p.A. - Bologna (BO);
- G.D. Deposito Distribuzione merci - Sala Bolognese (BO);
- GOLDEN GAS S.p.A. – Argelato (BO);
- INVER S.p.A. – Minerbio (BO);
- IRCE S.p.A. - Imola (BO);
- LINDE GAS ITALIA s.r.l. - Sala Bolognese (BO);
- MONTENEGRO S.p.A. - San Lazzaro di Savena (BO).

- BASCHIERI & PELLAGRI - Castenaso (BO);
- BASF Italia s.r.l. - Sasso Marconi (BO);
- BRENNTAG S.p.A. - Bentivoglio (BO);
- FRATELLI RENZI LOGISTICA s.r.l. – Castel Maggiore (BO);
- L'EMILGAS s.r.l. - Bologna (BO);
- LIQUIGAS S.p.A. - Crespellano (BO);
- OVAKO MOLINELLA S.p.A. - Molinella (BO);
- REAGENS S.p.A. - San Giorgio di Piano (BO);
- STOGIT S.p.A. STOCCAGGI GAS ITALIA S.p.A. – Minerbio (BO).

Sulla base dei dati sopra riportati, all'interno dei Comuni di Bologna e Castel Maggiore ricadono due stabilimenti a rischio di incidente rilevante. Nella seguente tabella sono elencati gli stabilimenti coinvolti dall'applicazione del D.M. 9 maggio 2001, le principali tipologie di attività svolte all'interno degli stabilimenti, le distanze dalle aree di intervento.

STABILIMENTO	TIPOLOGIA DI ATTIVITA'	DISTANZA DALLE AREE DI INTERVENTO	SOGLIA
GOLDEN GAS S.p.A. Argelato (BO)	Commercializzazione GPL	ca. 5 km	inferiore
FRATELLI RENZI LOGISTICA s.r.l. – Castel Maggiore (BO)	Deposito prodotti chimici e fitosanitari liquidi e solidi	ca. 1,5 km	superiore

In particolare, non è riscontrabile la presenza di stabilimenti a rischio di incidente rilevante nelle immediate vicinanze degli interventi previsti.

#### 4.10 ENERGIA ED ELETTROMAGNETISMO

La produzione, il trasporto e l'utilizzazione di energia elettrica insieme al veloce sviluppo dei sistemi di radio telecomunicazione costituiscono uno dei tratti distintivi della società

contemporanea e determinano, contestualmente, un aumento dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici.

#### 4.10.1 INQUINAMENTO DA CAMPI ELETTROMAGNETICI

Il fenomeno definito "inquinamento elettromagnetico" è legato alla generazione di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici artificiali, cioè non attribuibili al naturale fondo terrestre o ad eventi naturali, ad esempio il campo elettrico generato da un fulmine. Sulla Terra infatti è da sempre presente un fondo elettromagnetico naturale al quale con il progresso tecnologico si sono aggiunte le onde elettromagnetiche prodotte da impianti di radiocomunicazione, elettrodotti e dalla maggior parte degli apparecchi alimentati da energia elettrica.

I campi elettromagnetici si propagano sotto forma di onde elettromagnetiche, per le quali viene definito un parametro, detto frequenza, che indica il numero di oscillazioni che l'onda elettromagnetica compie in un secondo. L'unità di misura della frequenza è l'Hertz (1 Hz equivale a una oscillazione al secondo). Sulla base della frequenza viene effettuata una distinzione tra:

- inquinamento elettromagnetico generato da campi a bassa frequenza (0 Hz – 300 Hz), nel quale rientrano i campi generati dagli elettrodotti che emettono campi elettromagnetici a 50 Hz;
- inquinamento elettromagnetico generato da campi ad alta frequenza (10 MHz - 300 GHz) nel quale rientrano i campi generati dagli impianti radio-TV e di telefonia mobile.

Questa distinzione è necessaria in quanto le caratteristiche dei campi in prossimità delle sorgenti variano al variare della frequenza di emissione, così come variano i meccanismi di interazione di tali campi con gli esseri viventi e quindi le possibili conseguenze per la salute.

La propagazione di onde elettromagnetiche come gli impianti radio-TV e per la telefonia mobile, o gli elettrodotti per il trasporto e la trasformazione dell'energia elettrica, da apparati per applicazioni biomedicali, da impianti per lavorazioni industriali, come da tutti quei dispositivi il cui funzionamento è subordinato a un'alimentazione di rete elettrica, come gli

elettrodomestici. Mentre i sistemi di tele radiocomunicazione sono progettati per emettere onde elettromagnetiche, gli impianti di trasporto e gli utilizzatori di energia elettrica, emettono invece nell'ambiente circostante campi elettrici e magnetici in maniera non intenzionale.

La maggiore fonte di inquinamento a bassa frequenza sono gli elettrodotti; per quanto riguarda le alte frequenze gli impianti di radiocomunicazione ed in particolare, gli impianti per la diffusione RTV e gli impianti per la telefonia cellulare.

#### 4.10.1.1 Elettrodotti (basse frequenze)

Nella banda delle basse frequenze (0-300 Hz) la sorgente di inquinamento di gran lunga più diffusa è quella derivante dal sistema di produzione, trasporto e utilizzo finale dell'energia elettrica (50 Hz). Gli elettrodotti svolgono la funzione di trasportare e distribuire l'energia elettrica, e sono classificati in funzione della tensione. Sono quindi suddivisi in:

- linee ad altissima tensione (380 kV) per il trasporto di energia elettrica su grandi distanze;
- linee ad alta tensione (220 kV e 132 kV) per la distribuzione dell'energia elettrica; normalmente aeree possono essere anche interrate;
- linee a media tensione (15-20 kV) per la fornitura a industrie, centri commerciali e grandi condomini, possono essere aeree o interrate;
- linee a bassa tensione (220-380 V) per la fornitura a singole abitazioni e piccole utenze, possono essere aeree o interrate.

Una forma di inquinamento puntiforme è dovuta alle cabine di trasformazione primarie o secondarie: le primarie sono di norma isolate dalle abitazioni e non pongono particolari problemi, le secondarie sono invece poste vicino o all'interno degli edifici.

A basse frequenze il campo elettrico espresso come valore efficace  $E$  (V/m), legato direttamente alla tensione, si misura separatamente dal campo magnetico  $H$ , legato invece alla corrente elettrica, e per il quale si assume come unità di misura il microtesla microT (induzione magnetica). Essendo la tensione della linea un fattore costante per un dato elettrodotto, il valore efficace del campo elettrico  $E$  in un dato punto risulta costante nel tempo, e la sua



intensità diminuisce all'aumentare della distanza dal conduttore. Il campo elettrico è inoltre facilmente schermabile, e tra l'interno e l'esterno di un edificio si ha una notevole differenza della sua intensità.

Il campo di induzione magnetica  $H$  varia con l'intensità della corrente elettrica che transita sulla linea e dipende dalla potenza transitante. L'intensità del campo  $H$  diminuisce con l'aumentare della distanza dalla linea, ma contrariamente al campo  $E$  è difficilmente schermabile, quindi tra l'interno e l'esterno di un edificio la sua intensità risulta praticamente invariata.

#### 4.10.1.2 Impianti di radiocomunicazione (alte frequenze)

Le principali fonti di inquinamento elettromagnetico ad alta frequenza sono gli impianti di radiocomunicazione, ed in particolare gli impianti di radiodiffusione televisiva e radiofonica e le Stazioni Radio Base per la telefonia cellulare. Ai suddetti impianti bisogna comunque aggiungere altre tipologie di impianti di tecnologie più recenti, quali il wi-fi e il wi-max, i quali benché di potenze in genere limitate, in futuro a causa di una possibile diffusione capillare potrebbero diventare una fonte di inquinamento importante, se non la principale.

Gli impianti di radiodiffusione televisiva e radiofonica sono di norma collocati in punti elevati del territorio, al di fuori dei centri abitati, e coprono bacini di utenza che possono interessare anche più province. La loro potenza è spesso superiore al kW.

Le stazioni radio base vengono invece installate in città e vicino ai centri abitati coprendo ciascuna un'area di territorio (cella) di estensione contenuta con potenze di emissione dell'ordine delle decine di watt. Essendo quindi assai diffuse nei centri abitati, le SRB sono gli impianti che generano nella popolazione maggiori preoccupazioni. Grazie alle valutazioni preventive effettuate dalle ARPA in sede di autorizzazione, questa tipologia di impianti non crea in genere situazioni di superamento dei limiti normativi. Gli impianti di radiodiffusione invece, in particolare quelli radiofonici (radio FM), i quali hanno potenze di irradiazione elevate la cui installazione risale non raramente a decenni o sono, in alcuni casi possono creare situazioni di superamento dei limiti normativi.

#### 4.10.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

In questo capitolo vengono presentate le principali normative riguardanti i Campi Elettromagnetici.

##### 4.10.2.1 Normativa europea

A livello di normativa europea è da citare la:

- Raccomandazione del Consiglio Europeo, del 12 luglio 1999, relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz.

In questo provvedimento il Consiglio dell'Unione Europea espone una serie di raccomandazioni agli stati membri, in merito all'adozione di un quadro di limiti fondamentali e di livelli di riferimento ed all'attuazione di misure relative alle sorgenti o alle attività che determinano l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici, quando il tempo di esposizione è significativo.

Ai fini dell'applicazione delle limitazioni basate sulla valutazione dei possibili effetti sulla salute dei campi elettromagnetici, nella raccomandazione della Comunità Europea sono stati distinti i limiti di base e i livelli di riferimento.

Le limitazioni all'esposizione ai campi elettrici magnetici ed elettro-magnetici variabili nel tempo, che si fondano direttamente su effetti accertati sulla salute e su considerazioni di ordine biologico, sono denominate "limiti di base". In base alla frequenza del campo, le quantità fisiche impiegate per specificare tali limitazioni sono: la densità di flusso magnetico (B), la densità di corrente (J), il tasso di assorbimento specifico di energia (SAR), e la densità di potenza (S). La densità di flusso magnetico e la densità di potenza negli individui esposti possono essere misurate rapidamente.

I livelli di riferimento, invece, sono indicati a fini pratici di valutazione dell'esposizione in modo da determinare se siano probabili eventuali superamenti dei limiti di base. Alcuni livelli di riferimento sono derivati dai limiti di base fondamentali attraverso misurazioni e/o tecniche informatiche e alcuni livelli di riferimento si riferiscono alla percezione e agli effetti nocivi indiretti dell'esposizione ai campi elettromagnetici. Le quantità derivate sono: l'intensità di

campo elettrico (E), l'intensità di campo magnetico (H), la densità del flusso magnetico (B), la densità di potenza (S) e la corrente su un arto (IL). Le grandezze che si riferiscono alla percezione e agli altri effetti indiretti sono la corrente (di contatto) (Ic) e, per i campi pulsati, l'assorbimento specifico di energia (SAR). In qualunque situazione particolare di esposizione, i valori misurati o calcolati di una delle quantità sopra citate possono essere raffrontati al livello di riferimento appropriato. L'osservanza del livello di riferimento garantirà il rispetto delle restrizioni fondamentali corrispondenti. Se il valore misurato supera il livello di riferimento, non ne consegue necessariamente che sia superata la restrizione fondamentale. In tali circostanze, tuttavia, vi è la necessità di definire se il limite di base sia o meno rispettato.

Da segnalare anche la recente direttiva che riguarda la sicurezza del lavoro:

- Direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE

#### 4.10.2.2 Normativa nazionale

L'Italia è stata la prima nazione europea a emanare una disciplina in materia di campi elettromagnetici, in linea con le risultanze scientifiche dei più autorevoli Istituti internazionali. Ciò anche in base all'art. 4 della legge n. 833/1978 (legge recante l'istituzione del SSN) che ha previsto che sia un apposito decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri a fissare una normativa tecnica, periodicamente sottoposta a revisione, sui limiti massimi di esposizione ad inquinanti di natura fisica.

La normativa nazionale e regionale per la tutela della popolazione dagli effetti dei campi elettromagnetici disciplina separatamente le basse frequenze (elettrodotti) e le alte frequenze (impianti radiotelevisi, stazioni radiobase, ponti radio).

In generale il sistema di protezione dagli effetti delle esposizioni agli inquinanti ambientali distingue tra:

- effetti acuti (o di breve periodo), basati su una soglia, per cui si fissano limiti di esposizione che garantiscono - con margini cautelativi - la non insorgenza di tali effetti);

- effetti cronici (o di lungo periodo), privi di soglia e di natura probabilistica (all'aumentare dell'esposizione aumenta non l'entità ma la probabilità del danno), per cui si fissano livelli operativi di riferimento per prevenire o limitare il possibile danno complessivo.

È importante dunque distinguere il significato dei termini utilizzati nelle leggi (riportiamo le definizioni inserite nella legge quadro):

<b>Limiti di esposizione</b>	valori di campi elettromagnetici che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione, ai fini della tutela dagli effetti acuti
<b>Valori di attenzione</b>	valori di campi elettromagnetici non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Essi costituiscono la misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti di lungo periodo
<b>Obiettivi di qualità</b>	valori di campi elettromagnetici da singoli impianti o apparecchiature da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, attraverso l'uso di tecnologie e metodi di risanamento disponibili. Sono finalizzati a consentire la minimizzazione dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori ai campi elettromagnetici per la protezione da possibili effetti di lungo periodo

È chiaro quindi che i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità non debbano essere considerati come soglie di sicurezza, ma come riferimenti operativi per il conseguimento di obiettivi di tutela da possibili effetti di lungo periodo nell'applicazione del "principio cautelativo".

A livello di normativa nazionale il principale provvedimento di settore è la Legge 22.02.2001 n. 36, - "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".

Di seguito vengono presentati, ed in alcuni casi illustrati, i principali provvedimenti legislativi nazionali.

Legge 22.02.2001 n. 36, - "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"

La presente legge ha per oggetto gli impianti, i sistemi e le apparecchiature per usi civili, militari e delle forze di polizia, che possano comportare l'esposizione dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenze comprese tra

0 Hz e 300 GHz. In particolare, la presente legge si applica agli elettrodotti ed agli impianti radioelettrici, compresi gli impianti per telefonia mobile, i radar e gli impianti per radiodiffusione.

Tale legge intende risolvere, sia in sede nazionale che in sede regionale, le problematiche derivanti dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici, in particolare per ciò che concerne la tutela dai possibili effetti a lungo termine.

Nella legge (art. 3), vengono assunte le seguenti definizioni:

esposizione: è la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici, o a correnti di contatto, di origine artificiale;

limite di esposizione: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori per le finalità di cui all'articolo 1, comma 1, lettera a);

valore di attenzione: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate per le finalità di cui all'articolo 1, comma 1, lettere b) e c). Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge.

Tali limiti e valori sono stabiliti con due appositi Decreti del Presidente del Consiglio dei Ministri, rispettivamente per la popolazione e i lavoratori (vd. art. 4, comma 2) emanati entrambi l'8 luglio 2003.

Sempre nello stesso articolo sono inoltre definiti i seguenti obiettivi di qualità:

- i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali secondo le competenze definite dall'articolo 8;



- i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato secondo le previsioni di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.

Ulteriori definizioni riguardano:

- elettrodotto: è l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;
- esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici: è ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- esposizione della popolazione: è ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, ad eccezione dell'esposizione di cui alla lettera f) e di quella intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici;
- stazioni e sistemi o impianti radioelettrici: sono uno o più trasmettitori, nonché ricevitori, o un insieme di trasmettitori e ricevitori, ivi comprese le apparecchiature accessorie, necessari in una data postazione ad assicurare un servizio di radiodiffusione, radiocomunicazione o radioastronomia;
- impianto per telefonia mobile: è la stazione radio di terra del servizio di telefonia mobile, destinata al collegamento radio dei terminali mobili con la rete del servizio di telefonia mobile;
- impianto fisso per radiodiffusione: è la stazione di terra per il servizio di radiodiffusione televisiva o radiofonica.

La Legge Quadro fa, inoltre, chiarezza circa la ripartizione di competenze e di funzioni tra Stato e Regioni in materia di campi elettromagnetici (art. 4), riservando espressamente allo Stato, tra l'altro, la determinazione dei valori di campo elettromagnetico, come sopra individuati.

Particolare interesse riveste poi, nell'ambito della Legge, la disciplina prevista per i risanamenti (art. 9).

Si stabilisce, infatti, che i proprietari delle porzioni della rete elettrica di trasmissione nazionale o coloro che ne abbiano, comunque, la disponibilità sono tenuti a fornire tempestivamente al Gestore della rete (soggetti cui è riservata in concessione, per legge, la gestione del servizio di trasmissione o dispacciamento dell'energia elettrica) ed entro sei mesi dall'entrata in vigore del D.P.C.M. di fissazione dei valori di riferimento, le proposte degli interventi di risanamento delle linee di competenza, nonché tutte le informazioni necessarie ai fini della presentazione, da parte dei suddetti Gestori, delle proposte di piano di risanamento. Le proposte di piano di risanamento dovranno essere presentate entro dodici mesi dall'entrata in vigore del decreto che determina i criteri di elaborazione di detti piani ai sensi dell'art. 4, comma 4 della Legge Quadro.

I risanamenti proposti dovranno essere completati entro dieci anni dalla data di entrata in vigore della legge n. 36/01.

Entro il 31 dicembre 2004 ed entro il 31 dicembre 2008 dovrà essere comunque completato il risanamento degli elettrodotti che non risultano conformi ai limiti di cui all'art. 4 e alle condizioni di cui all'art. 5 del D.P.C.M. del 1992, al fine dell'adeguamento ai limiti di esposizione, ai valori di attenzione e agli obiettivi di qualità previsti dalla legge in esame.

La legge, quindi, anche per esigenze di salvaguardia del servizio elettrico, conferma le scadenze temporali previste per i risanamenti dal D.P.C.M. del 1992 e dal successivo D.P.C.M. del 1995.

Per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV, la proposta di piano di risanamento deve essere presentata al Ministero dell'Ambiente, per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV la proposta di piano di risanamento è presentata alla Regione. In caso di inerzia o inadempienza dei Gestori, il piano di risanamento degli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV è adottato dalla Regione.

Il risanamento dovrà essere effettuato con onere a carico dei proprietari degli elettrodotti; l'inadempimento da parte di questi ultimi o di coloro che ne abbiano comunque la disponibilità comporta il mancato riconoscimento da parte del Gestore del canone di utilizzo relativo alla

linea non risanata e la disattivazione dei suddetti impianti, da parte dell'Amministrazione, per un periodo fino a sei mesi, dovendosi comunque garantire l'erogazione del servizio pubblico.

Sanzioni amministrative, salvo che il fatto non costituisca reato, sono previste, all'art. 15, per chiunque, nell'esercizio o nell'impiego di un impianto che genera campi elettromagnetici superiori i limiti di esposizione e i valori di attenzione generati dall'impianto stesso ovvero nei confronti di chi ha in corso di attuazione piani di risanamento, qualora non rispetti i limiti ed i tempi ivi previsti.

DPCM 08.07.2003 - "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti" (GU 29.08.2003 n. 200).

Questo D.P.C.M., la cui emanazione ha comportato l'abrogazione del precedente DPCM 23 aprile 1992, è il riferimento normativo per quanto riguarda le basse frequenze.

Tale decreto fissa i limiti di esposizione e valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti. Nel medesimo ambito, il decreto stabilisce anche un obiettivo di qualità per il campo magnetico, ai fini della progressiva minimizzazione delle esposizioni.

Tabella 2.a: limiti normativi fissati dal D.P.C.M. 8 luglio 2003 (basse frequenze)

Limite	Tipologia di esposizione	Campo magnetico ( $\mu\text{T}$ )	Campo elettrico (kV/m)
Limite di esposizione	Normale esposizione	100	5
Livello di attenzione	Aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere	10 (*)	-
Obiettivo di qualità	Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti	3 (*)	-

	abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio.		
--	---	--	--

(\*) mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

L'APAT, sentite le ARPA, ha il compito di definire la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio. Per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità di cui all'art. 4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60, che deve essere dichiarata dal gestore al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV e alle regioni, per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV. I gestori provvedono a comunicare i dati per il calcolo e l'ampiezza delle fasce di rispetto ai fini delle verifiche delle autorità competenti.

Il precedente decreto del 23 aprile 1992, all'art. 5, stabiliva come limiti di distanze:

- linee a 132 kV  $\geq 10$  m
- linee a 220 kV  $\geq 18$  m
- linee a 380 kV  $\geq 28$  m

DPCM 08.07.2003 - "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz" (GU 28.08.2003 n. 199).

Questo è l'attuale riferimento normativo per quanto riguarda le alte frequenze, l'emanazione del DPCM ha comportato il superamento del precedente DM 381/98. Il decreto fissa infatti i nuovi limiti di esposizione e i valori di attenzione per la prevenzione degli effetti a breve

termine e dei possibili effetti a lungo termine nella popolazione dovuti alla esposizione ai campi elettromagnetici generati da sorgenti fisse con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz. Inoltre fissa gli obiettivi di qualità, ai fini della progressiva minimizzazione della esposizione ai campi medesimi e l'individuazione delle tecniche di misurazione dei livelli di esposizione.

Tabella 3.a : limiti normativi fissati dal D.P.C.M. 8 luglio 2003 (alte frequenze) (frequenza considerata compresa tra 3 e 3000 MHz)

Limite	Tipologia di esposizione	Campo elettrico (V/m)	Campo magnetico (A/m)
Limite di esposizione	Normale esposizione	20	0,05
Livello di attenzione	All'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e loro pertinenze esterne, che siano fruibili come ambienti abitativi quali balconi, terrazzi e cortili esclusi i lastrici solari	6	0,016
Obiettivo di qualità	all'aperto nelle aree intensamente frequentate	6	0,016

Decreto Legislativo 01.08.2003 n. 259, Codice delle Comunicazioni Elettroniche

È una norma che disciplina la normativa nazionale per il settore dei servizi e del mercato delle telecomunicazioni e delle radiocomunicazioni. Recepisce nell'ordinamento italiano i contenuti delle direttive comunitarie 2002/19/CE, 2002/20/CE, 2002/21/CE e 2002/22/CE in materia di accesso al mercato, regime di autorizzazioni su infrastrutture e trasmissioni e obblighi di servizio universale nel settore delle comunicazioni.

D.M. Ambiente 29.05.2008, Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti. (GU 5.07.2008 n. 156).



Con questo DM viene approvata la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti proposta dall'APAT e prevista dal DPCM 08.07.2003.

Si applica agli elettrodotti esistenti e in progetto, con linee aeree o interrate, facendo riferimento all'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T per l'induzione magnetica, così come stabilito dall'art. 6 del DPCM 08.07.03.

La metodologia stabilisce che sono escluse dall'applicazione alcune tipologie di linee tra cui le linee telefoniche, telegrafiche e a bassa tensione.

Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 29 Maggio 2008, G.U. 2 luglio 2008 n. 153, Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica (nel seguito DM 29/05/2008)

Si applica a tutti gli elettrodotti, definiti nell'art.3 lett.3 della legge n°36 del 22 febbraio 2001, ed ha lo scopo di fornire la procedura per la determinazione e la valutazione del valore di induzione magnetica utile ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione (10  $\mu$ T) e dell'obiettivo di qualità (3  $\mu$ T);

D. L. 18.10.2012 n. 179, (GU 19.10.2012 n. 245).

L'art.14, comma 8 del DL ha introdotto modifiche al DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz". Tali modifiche riguardano il confronto tra i livelli di campo ed i limiti di esposizione e gli obiettivi di qualità. Fra le modifiche si indica anche che le tecniche di misurazione e di rilevamento dei livelli di esposizione da adottare sono quelle indicate nella norma CEI 211-7 o in specifiche norme emanate successivamente dal CEI.

Legge 17.12.2012 n. 221, - "Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 18 ottobre 2012, n. 179, recante ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese", allegato 1.

Il Decreto Sviluppo recante "Ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese", convertito nel dicembre 2012, ha modificato alcuni aspetti della normativa sulla protezione della popolazione

da esposizioni a radiazioni elettromagnetiche emesse da ripetitori per telefonia mobile e trasmettitori radiotelevisivi.

Tutti i valori di riferimento per l'esposizione umana, limiti, valori di attenzione e obiettivi di qualità, non dovranno essere valutati più sulla sezione verticale del corpo umano ma ad una sola altezza: 1,50 m.

I valori di attenzione e gli obiettivi di qualità dovranno essere intesi come media dei valori nell'arco delle 24 ore e non più come media su qualsiasi intervallo di sei minuti. Questa variazione tiene conto del fatto che valori di attenzione e obiettivi di qualità sono riferiti ad esposizioni prolungate nel tempo.

Le aree a permanenza prolungata dove devono essere applicati i valori di attenzione sono state ulteriormente specificate con particolare riferimento alle pertinenze esterne degli edifici.

Le modalità di valutazione preventive degli impianti e di misura dei livelli di esposizione dovranno essere effettuate sulla base di dati mediati sulle 24 ore. Mentre per le valutazioni teoriche preventive all'installazione si prevede una successiva elaborazione di Linee Guida a cura del Sistema delle Agenzie per l'ambiente, per quanto riguarda le misure si rimanda ad eventuali specifiche norme emanate dal CEI, oltre alla norma CEI 211-7.

D.M. Ambiente 13.02.2014, "Istituzione del Catasto nazionale delle sorgenti dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici e delle zone territoriali interessate al fine di rilevare i livelli di campo presenti nell'ambiente" (GU 11.3.2014 n. 58).

Con questo DM viene istituito il Catasto nazionale delle sorgenti dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. L'obiettivo è quello di individuare l'ubicazione delle sorgenti sul territorio per rappresentare lo stato dell'ambiente mediante mappe territoriali di campo elettrico e magnetico.

Attraverso il Catasto Nazionale sarà possibile conoscere l'ubicazione delle sorgenti sul territorio e le loro caratteristiche tecniche, nonché identificare, nel rispetto della normativa sulla

riservatezza e tutela dei dati personali, i gestori degli impianti. Ancora, il Catasto sarà utile alla costruzione di mappe territoriali di campo elettrico e magnetico, per rappresentare lo stato dell'ambiente.

D.M. Ambiente 05.10.2016, Approvazione delle Linee Guida sui valori di assorbimento del campo elettromagnetico da parte delle strutture degli edifici. (GU Serie Generale n.252 del 27-10-2016).

Con questo Decreto il Ministero dell'Ambiente ha approvato le nuove Linee Guida sui valori di assorbimento del campo elettromagnetico da parte delle strutture degli edifici. Le linee guida sono state predisposte dall'ISPRA e dalle ARPA/APPA relativamente ai valori di assorbimento del campo elettromagnetico da parte delle strutture degli edifici, in attuazione del decreto-legge n. 179 del 18 ottobre 2012 e andranno aggiornate con periodicità semestrale con decreto ministeriale.

DECRETO 7 dicembre 2016 Approvazione delle Linee guida, predisposte dall'ISPRA e dalle ARPA/APPA, relativamente alla definizione delle pertinenze esterne con dimensioni abitabili. (GU Serie Generale n.19 del 24-01-2017)

Il DM va a completare la serie di Linee guida previste dall'art. 14 del DL 179/2012 in fase di valutazione previsionale per la determinazione del campo elettromagnetico prodotto dagli impianti di tele radio comunicazione.

Con il nuovo decreto vengono ora fornite le definizioni delle pertinenze esterne con dimensioni abitabili.

#### *4.10.2.3 Normativa regionale*

Legge regionale 31 ottobre 2000 n. 30, "Norme per la tutela della salute e la salvaguardia dell'ambiente dall'inquinamento elettromagnetico";

Deliberazione della Giunta regionale del 20 febbraio 2001 n. 197 “Direttiva per l’applicazione delle L.R. n. 30 del 31 ottobre 2000” come modificata e integrata dalla Deliberazione della Giunta regionale del 21 luglio 2008 n. 1138;

Deliberazione della Giunta regionale del 12 luglio 2010 n. 978 “Nuove direttive della Regione Emilia-Romagna per la tutela e la salvaguardia dell’ambiente dall’inquinamento elettromagnetico”.

#### 4.10.2.4 Norme CEI

Molto ricca la normativa tecnica di settore, da segnalare:

- Norma CEI 211-4 del 1996 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”
- Norma CEI 211-6 del 2001 “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0Hz— 10kHz.
- Norma CEI 106-11 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (art.6). Parte I”
- Guida CEI 106-12 “Guida pratica ai metodi di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT”.

#### 4.10.3 SITUAZIONE ATTUALE: SORGENTI DI CAMPO ELETTROMAGNETICO PRESENTI

Al fine di verificare la presenza di potenziali altre sorgenti di campo elettromagnetico presenti attualmente nell’ambito territoriale oggetto di studio, e potenzialmente interferenti, è stata eseguita un’analisi del territorio per quanto riguarda la presenza di elettrodotti esistenti in prossimità del tracciato e di altre cabine elettriche in prossimità delle aree delle sottostazioni di progetto.

Dall’analisi del tracciato della linea tranviaria si rivelano alcune sovrapposizioni con i tematismi riferibili alla presenza di elettrodotti ad alta e media tensione. Questi possono incrociare o affiancare (parallelismo) la MT della linea tranviaria.

Di seguito si riportano alcuni stralci della tavola “Vincoli - Elettromagnetismo” del PUG del Comune di Bologna e del PSC del Comune di Castel Maggiore.

- Elettrodotti ad alta e media tensione
- Cabine di trasformazione primarie (AT/MT) e secondarie (MT/BT)

Aree con divieto di localizzazione di impianti fissi di telefonia mobile

Ricettori sensibili

Fascia rispetto ricettori sensibili









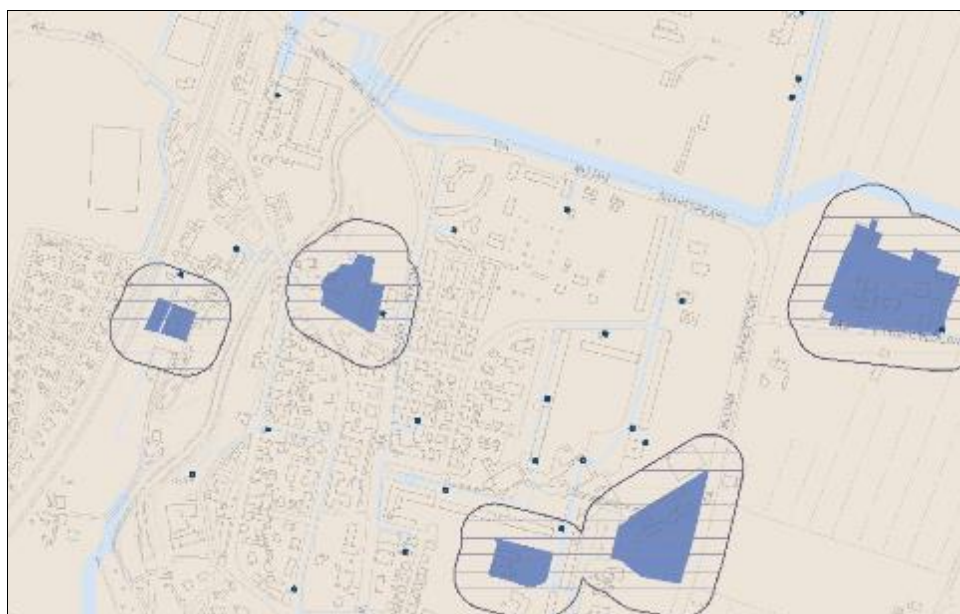
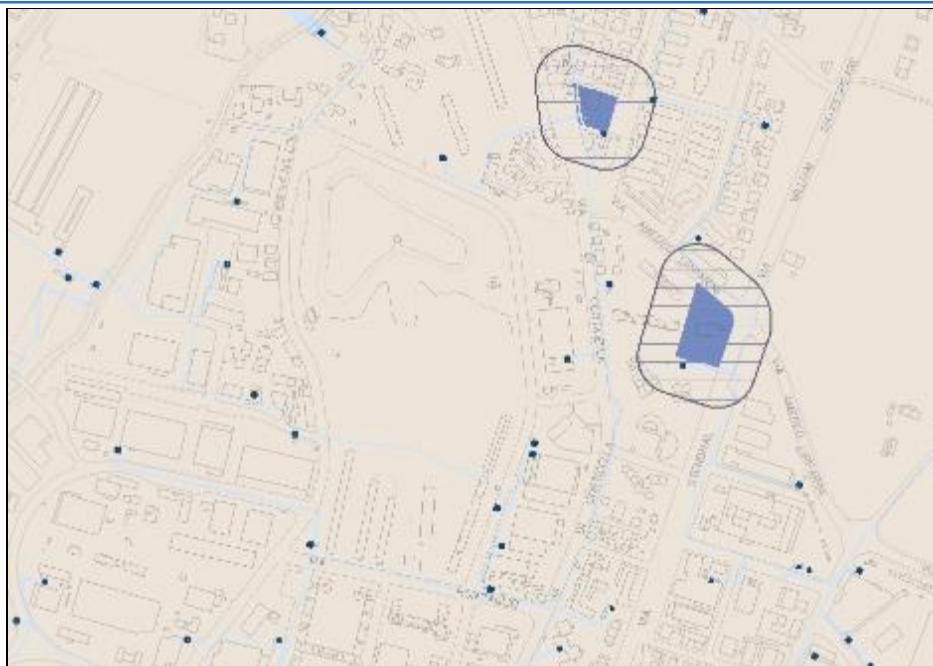


Figura 4-97– Estratto tavola dei Vincoli - Elettromagnetismo PUG comune di Bologna



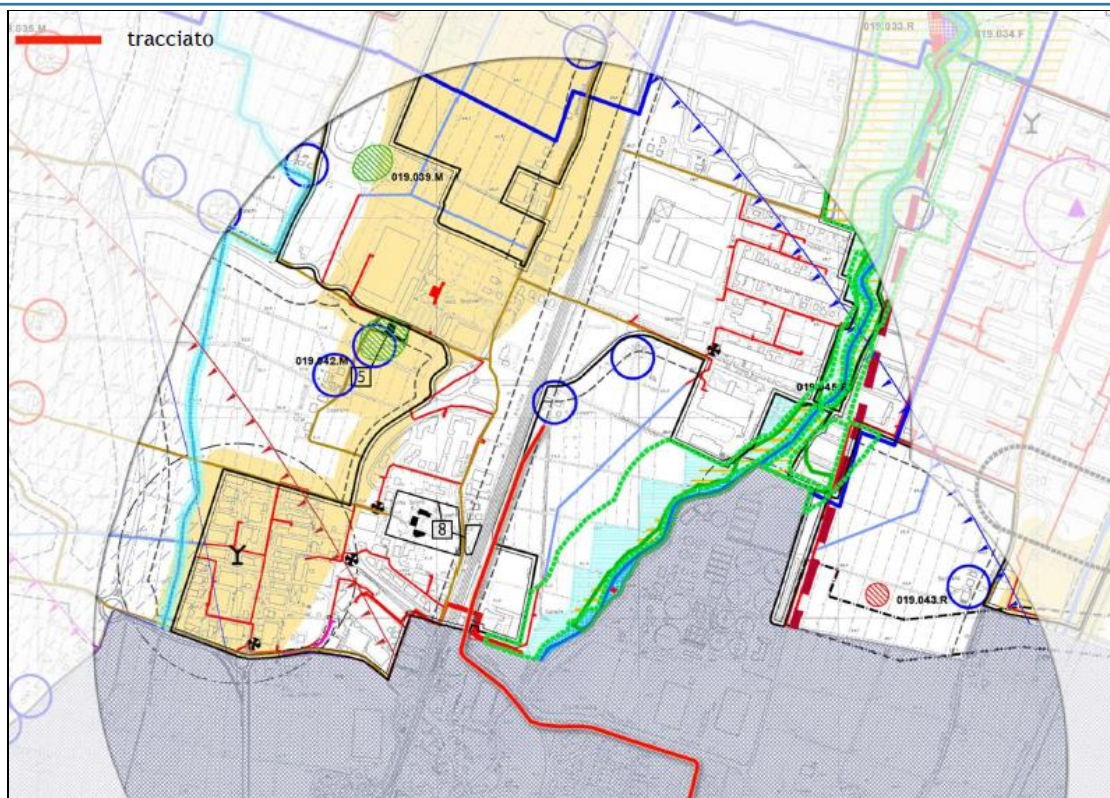


Figura 4-98 – Estratto tavola dei vincoli comune di Castel Maggiore (BO)

Tra gli elettrodotti esistenti, evidenziati nelle immagini precedenti, sono da segnalare in particolar modo i principali “di tipo aereo” evidenziati nel “GEOPORTALE Regionale - DBTR - Tratta di elettrodotto aereo”.

Di seguito se ne riporta un breve inquadramento.

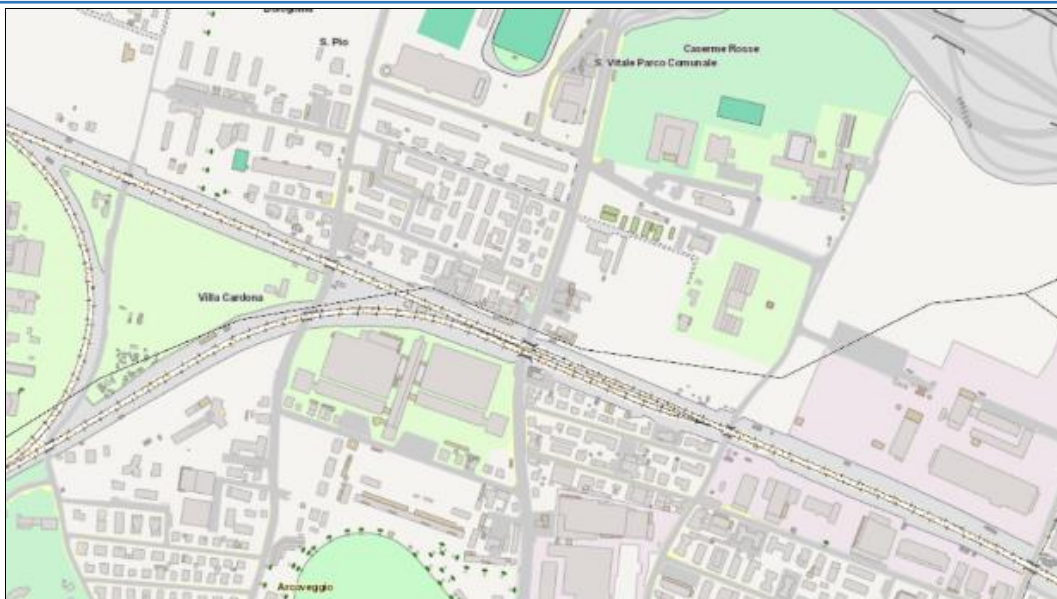


Figura 4-99 – Linea 1 - Via di Corticella presso il sotto-attraversamento ferroviario

Nell'ultimo piano di riassetto di Terna disponibile non risulta previsto l'interramento del tratto della linea adiacente alla ferrovia.

Il secondo Elettrodotto risulta essere parallelo alla linea su via William Shakespeare, come riportato nella figura che segue.



Figura 4-100 – Linea 2 - Via William Shakespeare



Il Geoportale segnala inoltre due ulteriori elettrodotti tra loro paralleli e ad incrocio con la linea, poco dopo l'incrocio tra via di Corticella e via Stendhal. In realtà nella tratta di interesse gli elettrodotti risultano interrati.

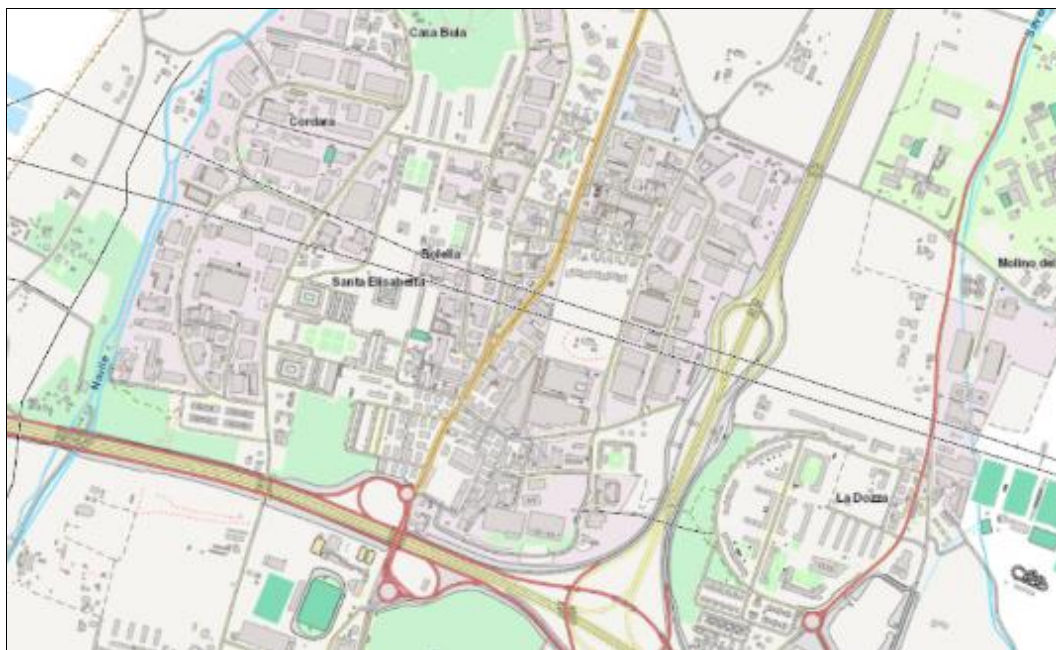


Figura 4-101 – Linee 3 e 4 – Incrocio tra via di Corticella e via Stendhal

Per queste linee possono essere fatte le seguenti considerazioni sugli impatti:

- Linea n. 1 in fase di progettazione definitiva/esecutiva, di concerto con l'Ente Gestore, verrà verificato e concordato l'eventuale interrimento della linea in modo da non avere interferenze;
- Linea n. 2 - linea aerea posta a quota considerevole, i cui effetti non variano per il passaggio dell'elettrificazione tranviaria;
- Linee n. 3 e 4 – in fase di progettazione definitiva/esecutiva, di concerto con l'Ente Gestore, verrà indagata la precisa posizione di tali elettrodotti per risolverne l'eventuale interferenza.

Si è proceduto inoltre alla verifica dell'eventuale interferenza delle DPA degli elettrodotti di cui sopra con le fermate della linea tranviaria; da tale confronto si evince quanto segue:

- Linea 1 - via di Corticella presso il sotto attraversamento ferroviario: non sono presenti fermate all'interno della DPA di questo elettrodotto;
- Linea 2 - via Shakespeare= la fermata Shakespeare risulta potenzialmente interferente con la DPA dell'elettrodotto e nelle successive fasi progettuali si verificheranno con l'Ente gestore le modalità per la risoluzione di tale interferenza;



- Linee 3 e 4 - incrocio tra via di Corticella e via Stendhal= questi elettrodotti risultano interrati nella tratta di interesse, pertanto non vi sono interferenze con fermate della linea tranviaria.

Gli elettrodotti di Bassa e Media Tensione, avendo uno sviluppo capillare all'interno del territorio comunale, saranno oggetto di valutazione all'interno delle successive fasi progettuali, a seguito di indagini approfondite.

In particolare, si valuterà l'interferenza fisica delle stesse con la linea tranviaria e la loro vicinanza con la MT di progetto, al fine di spostare eventualmente le condotte interferenti mantenendo valori di DPA entro le soglie prefissate.

Da segnalare la presenza della futura SSE5 della Linea Rossa all'altezza di piazza XX Settembre a servizio dei tratti di binari in comune (sarà interrata nel parcheggio antistante l'Autostazione).

Riguardo la presenza di altre SSE o cabine di trasformazione presenti nelle immediate vicinanze delle SSE oggetto di studio non se ne ha evidenza.

È comunque da escludere la presenza di altre SSE non a servizio della linea tranviaria in una fascia larga 100 m lungo il tracciato della tramvia.

Lungo il tracciato sono presenti diverse Cabine MT/BT (dei vari distributori elettrici) nella stessa fascia, ma considerando le DPA classiche di queste cabine non si prevedono particolari interferenze e criticità.

E' stata in particolare verificata l'eventuale interferenza tra tali cabine e la posizione delle fermate. Dal confronto effettuato non risultano interferenze, con distanze tra le fermate e le cabine superiori a 2 m.

#### 4.10.4 IMPIANTI E SSE A SERVIZIO DEL COLLEGAMENTO TRAMVIARIO

Gli impianti elettroferroviari necessari per la circolazione dei veicoli tramviari a trazione elettrica e per il corretto svolgimento dell'esercizio riguardano:

sistema di alimentazione della trazione elettrica:

- alimentazione elettrica;
- linea di contatto;

sistema di segnalamento, localizzazione, priorità e impianti semaforici

telecomunicazioni e sistema di telecomando/telecontrollo

controllo centralizzato dell'esercizio

Si rimanda comunque per schemi e maggiori dettagli agli elaborati progettuali specialistici.

##### 4.10.4.1 Descrizione del sistema di alimentazione della trazione elettrica

La linea sarà alimentata da n. 3 Sotto-Stazioni Elettriche (SSE) di conversione dell'energia da 15 kVca e 750 Vcc, dedicate all'alimentazione dei veicoli in linea e delle utenze elettriche di fermata. Nelle SSE, e relative aree prossime, la presenza giornaliera del personale addetto è stimata con tempi inferiori alle 4 ore nel presente stato di progetto.

Le tre sottostazioni sono definite come:

- Di linea: SSE 01 e SSE 02;

- Capolinea: SSE 03.

Per la SSE di Linea SSE 01 è previsto

- quadro blindato MT, costituito da uno scomparto misure, un'unità di interconnessione MT con la SSE 02, un'unità di protezione per ciascun trasformatore di potenza ed un'unità di protezione del trasformatore dei servizi ausiliari;
- trasformatore in resina per servizi ausiliari da 160 KVA, 15KV/400 V;
- quadro generale di distribuzione in bassa tensione;
- UPS 60KVA con doppia centralina ed autonomia di funzionamento di 30 min. del tipo a cassette;
- caricabatterie 110V cc e convertitore 24V cc;
- n. 2 trasformatori di potenza in resina da 1800 KVA, con doppio secondario, 15KV/590 – 590 V;
- n. 2 gruppi di conversione monoblocco da 1600 KW;
- quadro blindato c.c., con n. 2 interruttori extrarapidi;
- armadio di sezionatori di 1° e 2° fila.

Per la SSE di Linea SSE 02 è previsto:

- quadro blindato MT, costituito da uno scomparto misure, un'unità di interconnessione MT con la SSE 01, un'unità di interconnessione MT con la SSE 03, un'unità di protezione per ciascun trasformatore di potenza ed un'unità di protezione del trasformatore dei servizi ausiliari;
- trasformatore in resina per servizi ausiliari da 160 KVA, 15KV/400 V;
- quadro generale di distribuzione in bassa tensione;
- UPS 60KVA con doppia centralina ed autonomia di funzionamento di 30 min. del tipo a cassette;
- caricabatterie 110V cc e convertitore 24V cc;
- n. 2 trasformatori di potenza in resina da 1800 KVA, con doppio secondario, 15KV/590 – 590 V;

- n. 2 gruppi di conversione monoblocco da 1600 KW;
- quadro blindato c.c., con n. 2 interruttori extrarapidi;
- armadio di sezionatori di 1° e 2° fila.

Per la SSE 03 Capolinea è previsto:

- quadro blindato MT, costituito da un'unità di protezione ARRIVO ENTE FORNITORE, da uno scomparto misure, un'unità di interconnessione MT, un'unità di protezione per ciascun trasformatore di potenza ed un'unità di protezione del trasformatore dei servizi ausiliari;
- trasformatore in resina per servizi ausiliari da 160 KVA, 15KV/400 V;
- quadro generale di distribuzione in bassa tensione;
- UPS 60KVA con doppia centralina ed autonomia di funzionamento di 30 min. del tipo a cassette;
- caricabatterie 110V cc e convertitore 24V cc;
- n. 2 trasformatori di potenza in resina da 1800 KVA, con doppio secondario, 15KV/590 – 590 V;
- n. 2 gruppi di conversione monoblocco da 1600 KW;
- quadro blindato c.c., con n. 2 interruttori extrarapidi;
- armadio di sezionatori di 1° e 2° fila.

Di seguito si riporta l'estratto dell'elaborato B381-C-SF-LAC-DG001, riportante lo schema di alimentazione e dei sezionamenti:



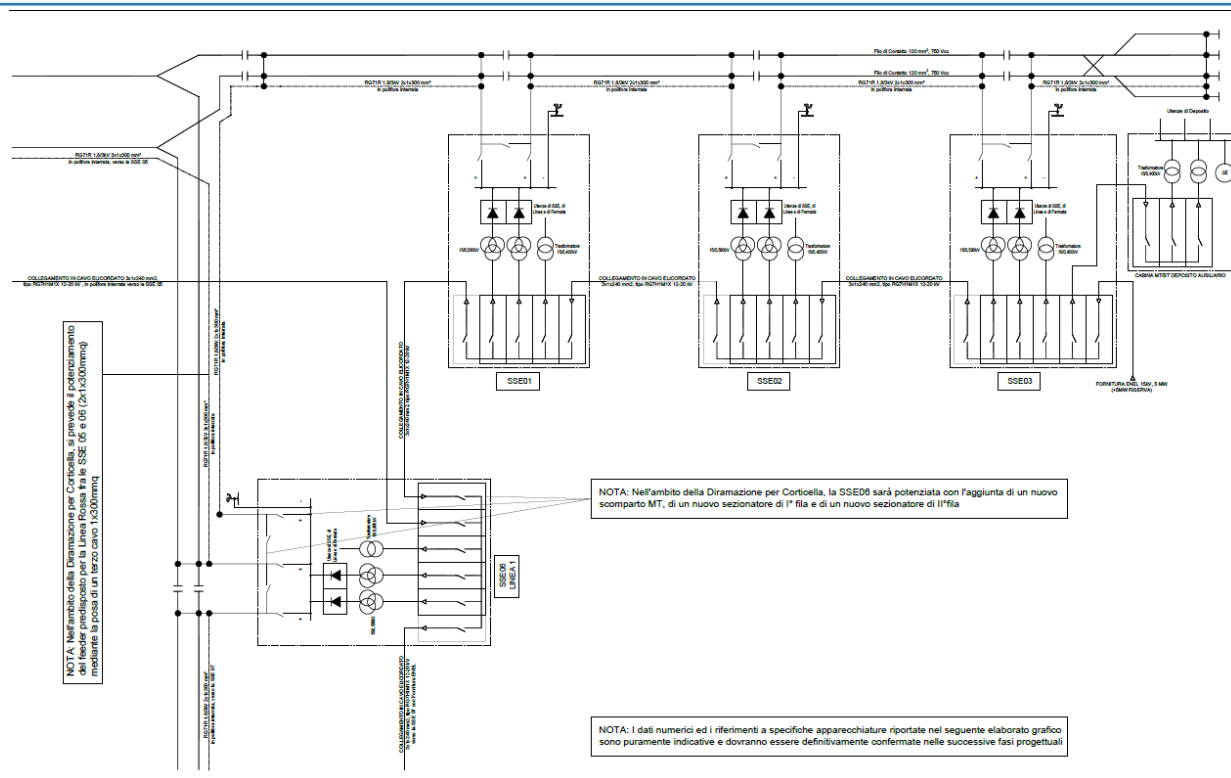


Figura 4-102– Schema delle alimentazioni e dei sezionamenti

Le caratteristiche elettriche principali delle S.S.E. sono:

- Tensione nominale di alimentazione	15 KV
- Tensione nominale raddrizzata	750 Vcc
- Potenza nominale erogata di ogni convertitore	1600 kW
- Potenza nominale del trasformatore servizi ausiliari	160 kVA
- Corrente nominale interruttori extrarapidi	3000 A
- Tensione di alimentazione servizi ausiliari	110-24Vcc 380-220 Vca

Il Sistema di alimentazione della trazione elettrica prevede la suddivisione della linea di contatto in sezioni elettricamente separate per mezzo di isolatori di sezione. Ciascuna zona sarà alimentata in bilaterale da due SSE adiacenti.

All'interno di ciascuna SSE, in corrispondenza di ogni isolatore di sezione, un sezionatore del tipo motorizzato normalmente aperto (sezionatore di II° fila) sarà in grado di riconfigurare il sistema di alimentazione in caso di fuori servizio e/o manutenzione di ciascuna SSE, in modo tale che le SSE adiacenti possano sobbarcarsi l'intero carico di trazione.

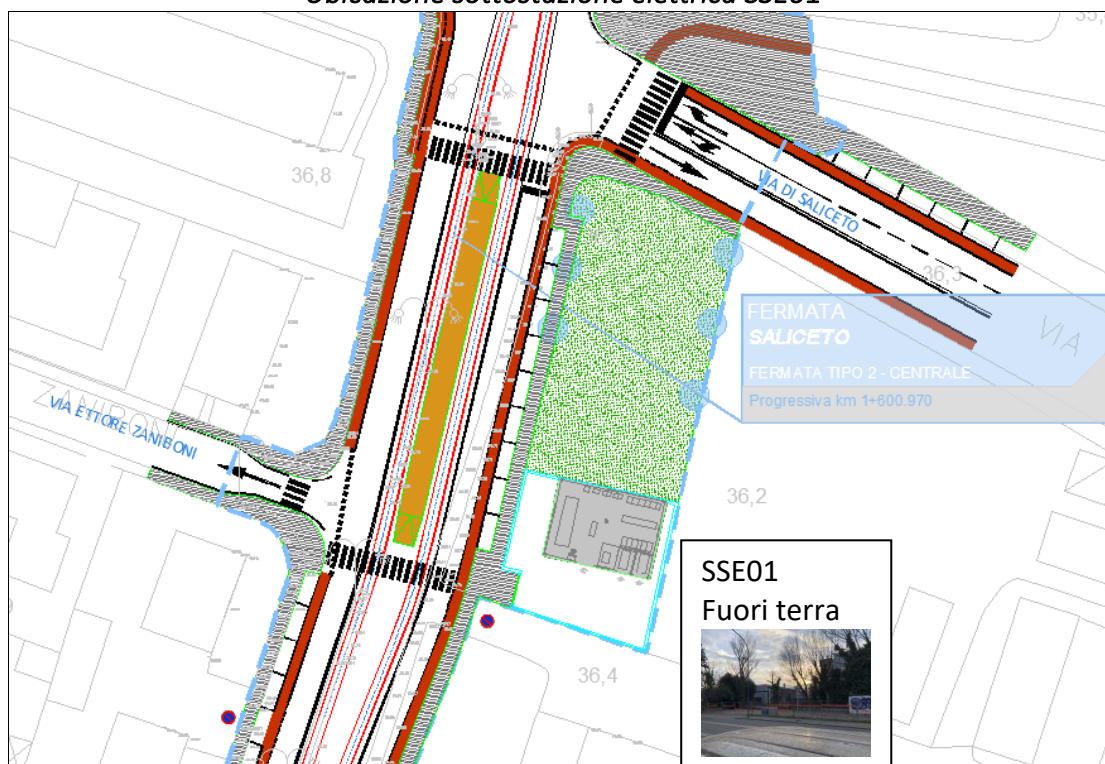
Per alimentare il sistema di Alimentazione della Trazione Elettrica in Media Tensione (15 kV) da due fonti elettriche diverse, per la Linea Tramviaria per Corticella si propone uno schema elettrico di alimentazione caratterizzato da:

- alimentazione dell'intera linea per Corticella tramite n. 1 collegamento in media tensione (MT) a 15 kV e dedicato da cabina primaria di ENEL all'estremo della linea tramviaria (capolinea Nord);
- collegamento in entra-esci tra tutte le SSE mediante un cavo 3x1x185 mm<sup>2</sup>, tipo RG7H1M1X (Elicordato) 12-20 kV, di interconnessione in MT 15 kV con la SSE 06 della Linea 1 (alimentata da Cabina Primaria ENEL mediante fornitura in corrispondenza del capolinea Michelino), posto in sede tranviaria (polifora di linea), tale da permettere l'alimentazione dell'intera Linea tramviaria per Corticella per mezzo di uno dei due collegamenti da cabina primaria ENEL (Capolinea Nord e Capolinea Michelino) in caso di fuori servizio dell'altro.

#### 4.10.4.2 Localizzazione delle SSE

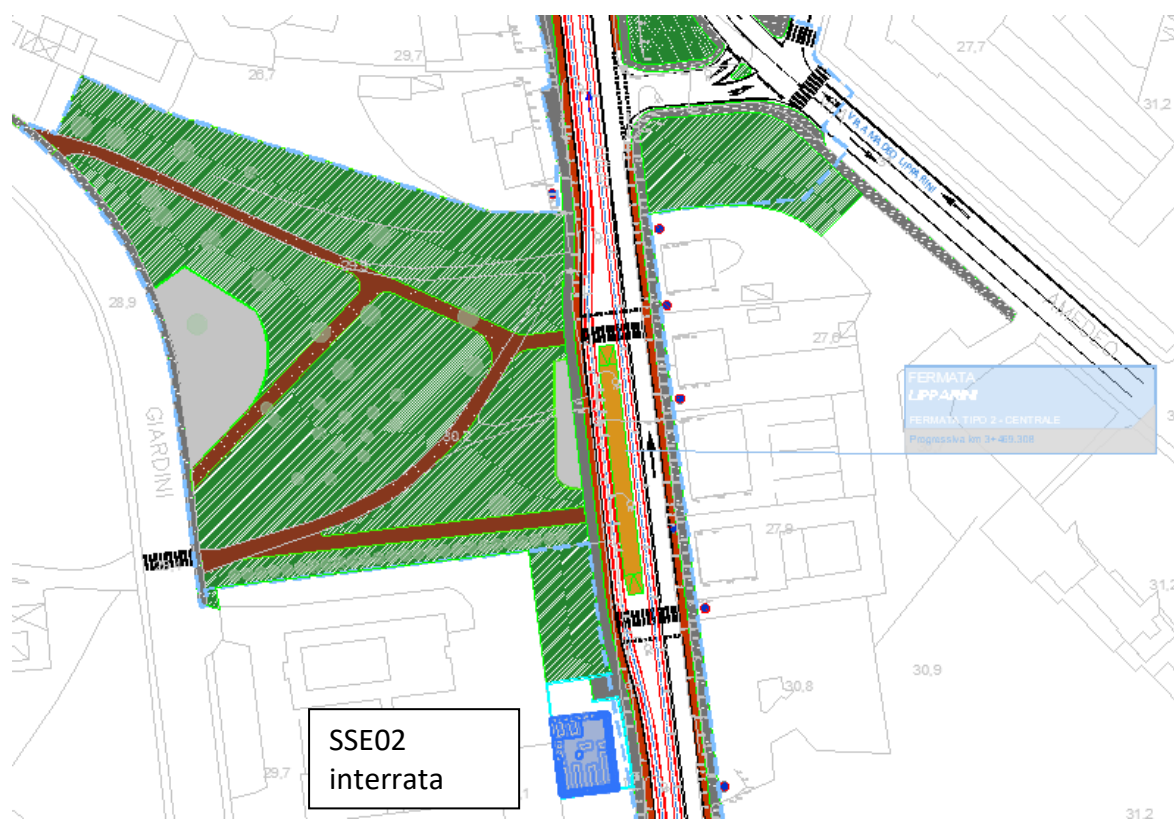
Di seguito si riporta la localizzazione delle tre sottostazioni elettriche con documentazione fotografica delle aree in cui saranno ubicate (stato attuale dei luoghi). Per ogni SSE sono proposti vari punti di vista.

### Ubicazione sottostazione elettrica SSE01





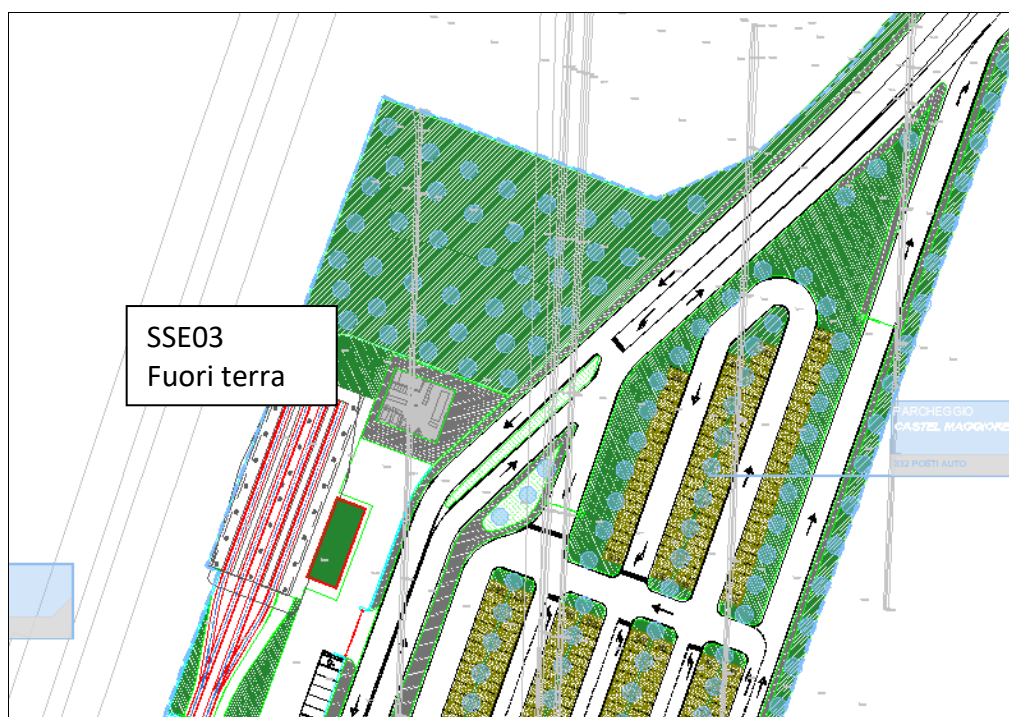
*Ubicazione sottostazione elettrica SSE02*







*Ubicazione sottostazione elettrica SSE03*







In merito alle destinazioni d'uso dei luoghi, spazi ed aree limitrofe ai locali di trasformazione (SSE), sulla base anche delle elaborazioni riportate nel seguito del documento, si ha che le 3 sottostazioni sono ubicate principalmente in aree (aree verdi, parcheggi) dove non si prevede permanenza di persone superiore alle 4 ore giornaliere.

#### 4.10.4.3 Punti di consegna delle forniture MT

Le caratteristiche dell'impianto nei punti di consegna saranno le seguenti:

tensione nominale di consegna trifase:	15 kV, 50 Hz
valore massimo presumibile della corrente di corto circuito:	12,5kA efficaci
stato del neutro (ipotizzabile):	compensato
valore massimo presumibile della corrente di guasto monofase a terra:	101 A
tempo previsto di eliminazione del guasto:	0,69 s.

#### 4.10.4.4 Interconnessione SSE con linea in cavo MT

I collegamenti in media tensione tra le S.S.E. sono previsti con cavo tripolare elicordato per Media Tensione, avente grado di isolamento 12/20 KV e sezione di 185 mmq, tipo RG7H1M1X - 12/20 KV.

Nell'elaborato dello schema di alimentazione in Media Tensione di progetto è riportato l'intero sistema di alimentazione MT.

Il cavo di alimentazione in media tensione è posato in un cavidotto da 160 mm, con un percorso parallelo al tracciato nell'interbinario lungo il quale, a distanze opportune, saranno ubicati pozzetti di ispezione e di tiro del cavo.

È prevista una polifora di cls con n. 2 cavidotti da 160 mm, interrata nell'interbinario alla profondità:

- di 40 cm dal piano del ferro nelle tratte a doppio binario;
- di 85 cm dal piano del ferro nelle tratte a singolo binario.

In corrispondenza delle banchine di fermata (laddove la fermata ricade in asse tra i due binari) la suddetta polifora è interrata ad una profondità di 95 cm.

#### 4.10.4.5 Dimensionamento elettrico

Il dimensionamento elettrico preliminare del gruppo trasformatore/raddrizzatore di ciascuna SSE è fatto con riferimento ai seguenti parametri:

- Potenze assorbite dal materiale rotabile
- Frequenza massima dei convogli
- Tensione di alimentazione della linea di contatto
- Ubicazione SSE

Ciascuna SSE sarà dimensionata in modo da poter sopperire al fuori servizio di una delle SSE adiacenti.

Riguardo le modalità previste di esercizio degli apparati di trasformazione si precisa che:

Per le 2 Sotto-Stazioni Elettriche (SSE) di Linea:

- N. 2 Trasformatori di Trazione, 1800 kVA ciascuno: sono normalmente uno di riserva all'altro. In caso di fuori servizio di una SSE, i 2 trasformatori delle SSE adiacenti a quella fuori servizio devono essere in servizio entrambi;
- N. 1 Trasformatore 125kVA sempre in servizio.

Per la SSE al Capolinea:

- N. 2 Trasformatori di Trazione, 1800 kVA ciascuno: sono normalmente uno di riserva all'altro. In caso di fuori servizio della SSE02 di linea, i 2 trasformatori della SSE di capolinea devono essere tutti in servizio;
- N. 1 Trasformatore 125kVA sempre in servizio.

#### 4.10.4.6 Linea di contatto

In merito alla linea di contatto, l'altezza normale del piano di contatto sul piano del ferro (P.F.) sarà di 5,6 m. L'altezza non sarà minore di 4,80 m.

In rettilineo la poligonazione del filo di contatto sarà di  $\pm 200$  mm rispetto all'asse del binario. Fra le sospensioni poligonate a +200 mm e a -200 mm sarà inserita una sospensione intermedia con poligonazione zero.

La linea aerea di contatto sarà del tipo con "regolazione automatica" e sarà basata sull'impiego di dispositivi (a taglia o a molla) in grado di mantenere costante la tensione meccanica del filo di contatto e di compensare nel contempo le variazioni di lunghezza dei conduttori stessi dovute alle escursioni termiche ambientali; in tal modo l'assetto geometrico dei fili aerei rimarrà costante al variare delle condizioni ambientali, mantenendo ottimale la presa del pantografo.

Per ciascun binario la linea presenta un filo aereo di contatto, avente sezione di 120 mm<sup>2</sup>, sostenuto da sospensioni trasversali e adeguatamente poligonato rispetto all'asse del binario. I fili di contatto sono coadiuvati da un feeder costituito da n. 2 cavi isolati tipo RG7H1R 1,8/3kV, 2x1x300 mm<sup>2</sup>, posati nel cavidotto tranviario. Con cadenzamento regolare di circa 400 m, i fili di contatto e il feeder sono collegati in parallelo fra loro per mezzo di un cavo di sezione 120 mm<sup>2</sup> per ciascun filo.

Ogni 200 m circa, alternativamente ai paralleli fra fili di contatto e feeders, i fili di contatto sono collegati fra loro per mezzo di un cavo di sezione 120 mm<sup>2</sup>.

La linea di contatto è sostenuta da sospensioni essenzialmente di due tipologie:

- sospensioni portanti, montate su tiranteria trasversale costituita da funi di materiale sintetico isolante (tipo PARAFIL), hanno la funzione di sostenere il peso della linea e sono disposte lungo tutta la linea, sia in curva sia in rettilineo; la campata massima che si può adottare per tali sospensioni è di 40 m. In rettilineo le sospensioni portanti realizzano anche la poligonazione ( $\pm 200$  mm) rispetto all'asse del binario; fra le sospensioni poligonate a +200 mm e a -200 mm è, di norma, inserita una sospensione intermedia con poligonazione zero;
- sospensioni di ritenuta, montate sempre su tiranteria trasversale, sono posizionate solo sulle curve e hanno la funzione di far seguire il percorso della curva al filo di contatto.

#### 4.10.5 POTENZIALI IMPATTI DEGLI IMPIANTI A SERVIZIO DEL COLLEGAMENTO

Gli studi esistenti, di solito, non si riferiscono al termine campo elettromagnetico, ma prendono in esame il campo elettrico e il campo magnetico in maniera separata. La frequenza di questi campi (50 Hz) è così bassa da poter adottare la cosiddetta approssimazione quasi-statica: la variazione nel tempo dei campi è così lenta che la legge dell'induzione elettromagnetica di Faraday non può produrre effetti apprezzabili. In questo modo viene a mancare la possibilità dei campi elettromagnetici di propagarsi nello spazio allontanandosi dalla sorgente alla velocità della luce (come invece avviene, per esempio, per le onde radio, caratterizzate da frequenze di molto maggiori). Da queste considerazioni deriva la possibilità di considerare il campo elettrico e il campo magnetico prodotti da una linea ad alta tensione come due agenti fisici separati. La presenza dei campi produce degli effetti soltanto in una regione di spazio limitrofa alla sorgente, e tali effetti vanno analizzati separatamente.

Il campo elettrico generato da un elettrodotto è legato alla tensione della corrente che scorre nella linea (fino a 380 kV in Italia). Poiché la tensione di una linea, almeno nominalmente, è

fissa, ne risulta che i livelli di campo elettrico sono sostanzialmente stabili. La stessa considerazione, invece, non si può estendere al campo magnetico generato dalla stessa linea, poiché questo è legato alla corrente elettrica che circola nei cavi, che può presentare grosse fluttuazioni in relazione alla domanda istantanea di energia.

Per la valutazione dei possibili effetti sanitari ed ambientali si considera il cosiddetto livello di campo elettrico indisturbato, cioè quello che si misurerebbe idealmente in assenza di qualsiasi perturbazione (compreso l'individuo esposto). I principali parametri che concorrono a determinare l'intensità di campo elettrico presente nei pressi di una linea ad alta tensione sono:

- l'altezza a cui sono posti i cavi dal terreno;
- la configurazione geometrica dei conduttori e dei cavi di terra sui piloni e, nel caso di più cavi uno vicino all'altro, la relativa sequenza di fase;
- la vicinanza di altri oggetti di grande altezza (come alberi o alte recinzioni metalliche);
- la distanza laterale rispetto all'asse longitudinale della linea;
- l'altezza rispetto al suolo del punto in cui si valuta il livello di campo;
- l'effettiva tensione di lavoro della linea, piuttosto che quella nominale.

All'interno di edifici che si trovano nelle vicinanze di una linea ad alta tensione il livello di campo elettrico risulta di solito ridotto di un fattore compreso fra 10 e 100 rispetto al livello del campo indisturbato (a seconda della struttura dell'edificio e dei materiali di cui è costituito).

Il valore del campo magnetico presenta una forte variazione, non solo temporale (per le fluttuazioni istantanee della corrente circolante), ma anche spaziale, con picchi localizzati nelle immediate vicinanze delle sorgenti. Il campo magnetico sotto un elettrodotto ad alta tensione risulta in larga misura diretto trasversalmente all'asse longitudinale della linea, con valori che dipendono dalla corrente circolante e dalle relazioni di fase fra i conduttori. A livello del suolo, il valore massimo dell'induzione magnetica sotto la maggior parte delle linee esistenti è pari a circa 10-15 nT per ogni ampere di corrente circolante. Tenendo conto della corrente effettivamente circolante, questi valori si traducono in livelli dell'ordine di 10-20  $\mu$ T. A



differenza del campo elettrico, il campo magnetico non viene sostanzialmente schermato dalle pareti di un'abitazione.

Si fa presente che parte della direttrice ricomprende un tratto di binari della Linea Rossa, già valutata ed approvata. Il tratto in comune con la Linea Rossa non è oggetto di valutazione nel presente studio in quanto la presenza dei tram che percorrono la direttrice non apporta significative variazioni agli impatti già valutati per la componente CEM.

#### *4.10.5.1 Potenziali impatti delle SSE a servizio del collegamento*

Come descritto precedentemente, a servizio del collegamento verranno realizzate 3 sottostazioni elettriche. Le sottostazioni elettriche sono assimilabili a una cabina elettrica di trasformazione secondaria (cabine MT/BT). Questo tipo di cabine può generare campi significativi negli edifici vicini soltanto se si tratta di cabine in elevazione e allacciate a linee aeree, ma solo nel caso in cui i conduttori passino vicino agli edifici. Se le cabine esterne sono allacciate in cavo, il campo elettrico e soprattutto quello magnetico che si trovano attorno a tale impianto sono trascurabili già a pochi metri di distanza dalla parete della cabina stessa (circa 2-3 m), qualunque sia la posizione interna del trasformatore.

Le nuove SSE del progetto in esame presentano condizioni favorevoli, poiché distanti da altri edifici ed alimentate in cavo interrato realizzato nel pieno rispetto della normativa vigente e quindi senza impatti significati.

Per effettuare un valido studio di dettaglio per il calcolo delle DPA che tenga conto dell'effettivo posizionamento dei trasformatori, dei quadri e delle linee interne, ci si è avvalsi del software previsionale MAGIC (MAGnetic Induction Calculation) della BESHielding S.r.l., software sviluppato anche con la collaborazione del Politecnico di Torino.

Il software di calcolo tridimensionale MAGIC, utilizzato per valutare l'induzione magnetica generata dai componenti elettrici presenti nelle sottostazioni oggetto di analisi, permette di effettuare delle simulazioni considerando la tridimensionalità dei singoli dispositivi elettrici ed

una sovrapposizione dei loro effetti in termini di induzione magnetica. In allegato 22 si fornisce il documento di validazione del software attraverso un confronto con software già esistenti e con rilievi sperimentali (Documento di Validazione - Algoritmi di calcolo del software MAGIC - (MAGnetic Induction Calculation)).

Il software tiene conto di tutta una serie di dati di dettaglio per i vari componenti della singola cabina (per i trasformatori ad esempio: potenza nominale, corrente o fattore di carico, tipo di trafo, posizione del trafo in cabina, ...).

Di seguito vengono analizzati i valori di induzione magnetica generati dalle varie sottostazioni nelle aree limitrofe, anche secondo quanto emerso dal confronto con gli Enti nel corso delle sedute della Conferenza dei Servizi per l'approvazione del Progetto Definitivo della Linea Rossa.

In particolare vengono analizzati i tre tipologici di sottostazione presenti. Per ogni tipologico viene presentato una descrizione della sottostazione, il layout della sottostazione ricostruito dal software, le curve isolivello che riportano i valori di induzione magnetica a 3  $\mu\text{T}$ , calcolati su diversi piani XY (paralleli al pavimento del locale Cabina) per le seguenti quote:

- $z = 0,5$  corrispondente ad una quota di 0,5 metri a partire dal pavimento cabina;
- $z = 1,0$  corrispondente ad una quota di 1 metro a partire dal pavimento cabina;
- $z = 1,5$  corrispondente ad una quota di 1,5 metri a partire dal pavimento cabina.

Per il tipologico di cabina interrata vengono considerate le seguenti quote:

- $z = 1,0$  corrispondente ad una quota di 1 metro a partire dal pavimento cabina;
- $z = 5$  corrispondente ad una quota di 5 metri a partire dal pavimento cabina e ad una quota di 0,5 metri dal livello del suolo;
- $z = 5,5$  corrispondente ad una quota di 5,5 metri a partire dal pavimento cabina e ad una quota di 1 metro dal livello del suolo;
- $z = 6$  corrispondente ad una quota di 6 metri a partire dal pavimento cabina e ad una quota di 1,5 metri dal livello del suolo.

Nelle simulazioni sono stati considerati i trasformatori, i quadri e le linee principali (MT in particolare).

Di seguito si riportano i tipologici di trasformatori utilizzati nelle simulazioni con indicazioni delle correnti:

TRAFO (POTENZA NOMINALE)	TIPOLOGICO DA MODELLO	FATTORE DI CARICO	CORRENTE (A)
1800 kVA	2000 kVA	100%	<b>2886.84</b>
1250 kVA	1250 kVA	100%	<b>1804.27</b>
630 kVA	630 kVA	100%	<b>909.35</b>
160 KVA	160 KVA	100%	<b>230.95</b>

In particolare si segnala che il trafo da 1800 kVA è stato simulato in via cautelativa utilizzando il tipologico da 2000 kVA, considerato al 100% di carico.

Di seguito si riportano i dati disponibili nella presente fase progettuale (in parte utilizzati per le modellazioni); si fa presente che altri dati (es. QBT Posizionamento delle sbarre di collegamento - Distanza tra le fasi, QMT Posizionamento delle sbarre di collegamento - Distanza tra le fasi) si potranno avere solo in fase Esecutiva/Costruttiva in quanto propri dei materiali impiegati per la realizzazione delle SSE.

## SSE 01

### CAVI BT

Tipo Cavo	Tipo Cond.	Distribuzione	Conduttore	Isolante	Sezione Fase	DIAMETRO FASE mm	RESISTENZA FASE Ohm/KM	RAGGIO DI CURVATURA FASE mm	Sezione Neutro	DIAMETRO NEUTRO mm	RESISTENZA NEUTRO Ohm/KM	RAGGIO DI CURVATURA NEUTRO mm	Sezione PE	DIAMETRO PE mm	RESISTENZA PE Ohm/KM	RAGGIO DI CURVATURA PE mm
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Unipolare con guaina	3L+N+PE	Cu	EPR	1x120	22,4	0,161	202	1x70	17,3	0,272	156	1x70	17,3	0,272	156
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Unipolare con guaina	3L+N+PE	Cu	EPR	1x70	17,3	0,272	156	1x35	14,6	0,554	131	1x35	14,6	0,554	131
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Unipolare con guaina	3L+N+PE	Cu	EPR	1x35	14,6	0,554	131	1x25	13,2	0,78	119	1x16	11,4	1,21	103
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Unipolare con guaina	3L+N+PE	Cu	EPR	1x35	14,6	0,554	131	1x25	13,2	0,78	119	1x16	11,4	1,21	103
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Unipolare con guaina	3L+N+PE	Cu	EPR	1x185	27,2	0,106	245	1x95	24,4	0,206	220	1x95	24,4	0,206	220
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Unipolare con guaina	3L+N+PE	Cu	EPR	1x50	16,4	0,386	148	1x25	13,2	0,78	119	1x50	16,4	1,21	103
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Unipolare con guaina	3L+N+PE	Cu	EPR	1x50	16,4	0,386	148	1x25	13,2	0,78	119	1x35	14,6	1,21	103
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	1x25	32,8	0,78	295								
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	1x25	32,8	0,78	295								
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	1x2,5	13,6	7,8	122								
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	1x2,5	13,6	7,8	122								
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	1x2,5	15,6	7,8	122								
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	1x2,5	15,6	7,8	140								
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	1x2,5	15,6	7,8	140								
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	1x6	18,9	3,3	146								
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	1x6	18,9	3,3	146								
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Unipolare con guaina	3L+N+PE	Cu	EPR	1x120	22,4	0,161	202	1x70	17,3	0,272	156	1x95	17,3	0,206	220
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Unipolare con guaina	3L+N+PE	Cu	EPR	1x95	24,4	0,206	220	1x50	16,4	0,386	148	1x50	16,4	0,386	148
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Unipolare con guaina	3L+N+PE	Cu	EPR	1x70	17,3	0,272	156	1x35	14,6	0,554	131	1x35	14,6	0,554	131
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	1x25	32,8	0,78	295								
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	1x25	32,8	0,78	295								
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	1x2,5	13,6	7,8	122								
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	1x2,5	13,6	7,8	122								
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	1x2,5	13,6	7,8	122								
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	1x2,5	13,6	7,8	122								
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	1x25	32,8	0,78	295								
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Unipolare con guaina	L+N+PE	Cu	EPR	1x50	16,4	0,386	148	1x50	16,4	0,386	148	1x25	13,2	0,78	119
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	1x2,5	13,6	7,8	122								
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	1x2,5	13,6	7,8	122								
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	1x2,5	13,6	7,8	122								
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	1x2,5	13,6	7,8	122								
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	1x2,5	13,6	7,8	122								
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	1x2,5	13,6	7,8	122								
FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	1x2,5	13,6	7,8	122								

### TRASFORMATORI

#### N. 2 TRASFORMATORE DI GRUPPO

- POTENZA NOMINALE: 1800 KVA

- TENSIONE NOMINALE: 15KV
- CORRENTE (O FATTORE DI CARICO): deve essere fornito dalla simulazione elettrica
- ISOLAMENTO: in resina
- PERDITE A VUOTO 3.600W
- PERDITE A CARICO 12.000W
- TENSIONE DI CORTO CIRCUITO 8%

#### N. 1 TRASFORMATORE AUX

- POTENZA NOMINALE: 160 KVA
- TENSIONE NOMINALE: 15KV
- CORRENTE (O FATTORE DI CARICO): 158,95A
- ISOLAMENTO: in resina
- PERDITE A VUOTO 360W
- PERDITE A CARICO 2.600W
- TENSIONE DI CORTO CIRCUITO 6%



## SSE 02

### CAVI BT

Tipo Cavo	Distribuzione	Conduttore	Isolante	Designazione	Sezione Fase	DIAMETRO FASE mm	RESISTENZA FASE Ohm/KM	RAGGIO DI CURVATURA FASE mm	Sezione Neutro	DIAMETRO NEUTRO mm	RESISTENZA NEUTRO Ohm/KM	RAGGIO DI CURVATURA NEUTRO mm	Sezione PE	DIAMETRO PE mm	RESISTENZA PE Ohm/KM	RAGGIO DI CURVATURA PE mm
Unipolare con guaina	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x120	22,4	0,161	202	1x70	17,3	0,272	156	1x70	17,3	0,272	156
Unipolare con guaina	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x70	17,3	0,272	156	1x35	14,6	0,554	131	1x35	14,6	0,554	131
Unipolare con guaina	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x35	14,6	0,554	131	1x25	13,2	0,78	119	1x16	11,4	1,21	103
Unipolare con guaina	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x35	14,6	0,554	131	1x25	13,2	0,78	119	1x16	11,4	1,21	103
Unipolare con guaina	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x35	14,6	0,554	131	1x25	13,2	0,78	119	1x25	13,2	0,78	119
Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x25	32,8	0,78	295								
Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x25	32,8	0,78	295								
Unipolare con guaina	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x50	16,4	0,386	148	1x25	13,2	0,78	119	1x25	13,2	0,78	119
Unipolare con guaina	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x70	17,3	0,272	156	1x35	14,6	0,554	131	1x35	14,6	0,554	131
Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x2,5	13,6	7,8	122								
Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x2,5	13,6	7,8	122								
Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x2,5	15,6	7,8	140								
Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x2,5	15,6	7,8	140								
Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x2,5	15,6	7,8	140								
Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x6	18,9	3,3	170								
Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x6	18,9	3,3	170								
Unipolare con guaina	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x95	24,4	0,206	220	1x50	16,4	0,386	148	1x50	16,4	0,386	148
Unipolare con guaina	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x50	16,4	0,386	148	1x25	13,2	0,78	119	1x25	13,2	0,78	119
Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x25	32,8	0,78	295								
Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x25	32,8	0,78	295								
Unipolare con guaina	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x70	17,3	0,272	156	1x35	14,6	0,554	131	1x35	14,6	0,554	131
Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x2,5	13,6	7,8	122								
Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x2,5	13,6	7,8	122								
Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x25	32,8	0,78	295								
Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x16	24,4	1,21	220								
Unipolare con guaina	L+N+PE	Cu	EPR	FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x50	16,4	0,386	148	1x50	16,4	0,386	148	1x25	13,2	0,78	119
Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x2,5	13,6	7,8	122								
Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x2,5	13,6	7,8	122								
Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x2,5	13,6	7,8	122								
Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x2,5	13,6	7,8	122								
Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x2,5	13,6	7,8	122								
Multipolare	L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x2,5	13,6	7,8	122								
Multipolare	3L+N+PE	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1x2,5	15,6	7,8	140								

## TRASFORMATORI

### N. 2 TRASFORMATORE DI GRUPPO

- POTENZA NOMINALE: 1800 KVA
- TENSIONE NOMINALE: 15KV
- CORRENTE (O FATTORE DI CARICO): deve essere fornito dalla simulazione elettrica
- ISOLAMENTO: in resina
- PERDITE A VUOTO 3.600W
- PERDITE A CARICO 12.000W
- TENSIONE DI CORTO CIRCUITO 8%

### N. 1 TRASFORMATORE AUX

- POTENZA NOMINALE: 160 KVA
- TENSIONE NOMINALE: 15KV
- CORRENTE (O FATTORE DI CARICO): 158,95A
- ISOLAMENTO: in resina
- PERDITE A VUOTO 360W
- PERDITE A CARICO 2.600W
- TENSIONE DI CORTO CIRCUITO 6%

## SSE 03 Capolinea

### CAVI BT

Tipo Cavo	Conduttore	Isolante	Designazione	Lungh. [m]	Sezione Fase	DIAMETRO FASE mm	RESISTENZA FASE Ohm/KM	RAGGIO DI CURVATURA FASE mm	Sezione Neutro	DIAMETRO NEUTRO mm	RESISTENZA NEUTRO Ohm/KM	RAGGIO DI CURVATURA NEUTRO mm	Sezione PE	DIAMETR O PE mm	RESISTENZA PE Ohm/KM	RAGGIO DI CURVATURA PE mm
Unipolare con guaina	Cu	EPR	FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	10	1x120	22,4	0,161	202	1x70	17,3	0,272	156	1x70	17,3	0,272	156
Unipolare con guaina	Cu	EPR	FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	30	1x70	17,3	0,272	156	1x35	14,6	0,554	131	1x35	14,6	0,554	131
Unipolare con guaina	Cu	EPR	FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	20	1x35	14,6	0,554	131	1x25	13,2	0,78	119	1x16	11,4	1,21	103
Unipolare con guaina	Cu	EPR	FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	20	1x35	14,6	0,554	131	1x25	13,2	0,78	119	1x16	11,4	1,21	103
Unipolare con guaina	Cu	EPR	FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1400	1x185	27,2	0,106	245	1x95	24,4	0,206	220	1x95	24,4	0,206	220
Multipolare	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	800	1x25	32,8	0,78	295								
Multipolare	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	300	1x25	32,8	0,78	295								
Multipolare	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	50	1x2,5	13,6	7,8	122								
Multipolare	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	50	1x2,5	13,6	7,8	122								
Multipolare	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	50	1x4	17,3	4,95	156								
Multipolare	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	50	1x2,5	15,6	7,8	140								
Multipolare	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	50	1x4	17,3	4,95	156								
Multipolare	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	20	1x6	18,9	3,3	170								
Multipolare	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	20	1x6	18,9	3,3	170								
Unipolare con guaina	Cu	EPR	FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	20	1x35	14,6	0,554	131	1x25	13,2	0,78	119	1x16	11,4	1,21	103
Unipolare con guaina	Cu	EPR	FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1400	1x95	24,4	0,206	220	1x50	16,4	0,386	148	1x95	24,4	0,206	220
Unipolare con guaina	Cu	EPR	FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	800	1x35	14,6	0,554	131	1x25	13,2	0,78	119	1x25	13,2	0,78	119
Multipolare	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	300	1x25	32,8	0,78	295								
Multipolare	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	10	1x2,5	13,6	7,8	122								
Multipolare	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	10	1x2,5	13,6	7,8	122								
Multipolare	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	10	1x2,5	13,6	7,8	122								
Unipolare con guaina	Cu	EPR	FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	1600	1x35	14,6	0,554	131	1x25	13,2	0,78	119	1x16	11,4	1,21	103
Unipolare con guaina	Cu	EPR	FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	900	1x35	14,6	0,554	131	1x35	14,6	0,554	131	1x16	11,4	1,21	103
Multipolare	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	20	1x2,5	13,6	7,8	122								
Multipolare	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	20	1x2,5	13,6	7,8	122								
Multipolare	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	15	1x2,5	13,6	7,8	122								
Multipolare	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	20	1x2,5	13,6	7,8	122								
Multipolare	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	20	1x2,5	13,6	7,8	122								
Multipolare	Cu	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	20	1x2,5	13,6	7,8	122								

## TRASFORMATORI

### N. 2 TRASFORMATORE DI GRUPPO

- POTENZA NOMINALE: 1800 KVA
- TENSIONE NOMINALE : 15KV
- CORRENTE (O FATTORE DI CARICO): deve essere fornito dalla simulazione elettrica
- ISOLAMENTO: in resina
- PERDITE A VUOTO 3.600W
- PERDITE A CARICO 12.000W
- TENSIONE DI CORTO CIRCUITO 8%

### N. 1 TRASFORMATORE AUX

- POTENZA NOMINALE: 160 KVA
- TENSIONE NOMINALE : 15KV
- CORRENTE (O FATTORE DI CARICO): 158,95A
- ISOLAMENTO: in resina
- PERDITE A VUOTO 360W
- PERDITE A CARICO 2.600W
- TENSIONE DI CORTO CIRCUITO 6%

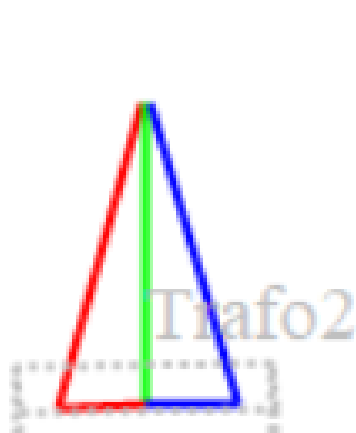
I dati tecnici disponibili impiegati per le simulazioni modellistiche sono riportati di seguito.

Trasformatori inglobati in resina		Serie : TR-PN		Impiego :		Trazione	
Temperatura ambiente:	[°C]	40	Altitudine:	[m]	1.000	Installazione:	Interno
Potenza nominale:	[kVA]	1800	Norma di riferimento: IEC 60076-11				
Impiego :	Trasformatore di gruppo (sovraccarico in AN)						
Ciclo di carico	secondo Classe VII della tabella A.I delle Norme CEI EN 50329						
100% IB continuo AN - 0,825 In							
150% IB per 2 ore in AN -1,238 In , Intervallo 3 ore							
450% IB per 15 secondi in AN - 3,716 In Intervallo 1800 sec.							
		Avvolg. Primario		Avvolg. Sec. 1		Avvolg. Sec. 2	
Tensione nominale a vuoto:		15		0,59		0,59	
Variazione di tensione:	[%]	±4 x 2,5					
Collegamento:		Triangolo		triangolo		stella	
Terminali		3		3		3	
Materiali avvolgimenti:		ALLUMINIO		ALLUMINIO		ALLUMINIO	
Tipo di avvolgimento:		Ingl. in stampo		Ingl. X impregnazione		Ingl. X impregnazione	
Gruppo vettoriale:		Dd0y11					
Frequenza	[Hz]	50					
Perdite a vuoto :	[W]	3.600					
Perdite in c.c. a 120 °C:	[W]	12.000					
Tensione di c.c.:	[%]	8,0		Base 1800KVA MT/BT1			
Tensione di c.c.:	[%]	6,5		Base 900KVA MT/BT1 eBase 900KVA MT/BT2			
Tensione di c.c.:	[%]	11,1		Base 900KVA BT1/BT2			
Corrente a vuoto:	[%]	0,6					
Val. scariche parziali:	[PC]	≤ 10					
Liv. Potenza sonora LwA:	[dBA]	72					
Liv. Pressione acustica LpA:	[dBA]	58		a 1 mt			
Classe amb./clim./comp. al fuoco:		E2 - C2 - F1					
Classe di isolamento		Avvolg. Primario		Avvolg. Sec. 1		Avvolg. Sec. 1	
Classe di isolamento:	[kV]	17,5/38/95		1,1/3		1,1/3	
Classe termica:		F		F		F	
Sovratemperatura:	[K]	100		100		100	
Sovratemperatura ammessa a fine ciclo di sovraccarico con Temperatura Aambiente = 40°C : 100°C							
Dimensioni di ingombro e peso (Valori indicativi)							
Lunghezza IP 00 :	A [mm]	2.200					
Larghezza IP 00 :	B [mm]	1.200					
Altezza IP 00 :	C [mm]	2.360					
Interasse ruote:	D [mm]	1.000					
Diametro ruote:	R [mm]	160					
Peso Totale (IP00):	[kg]	5.680					
Peso parte attiva:	[kg]						
Peso conduttori:	[kg]						

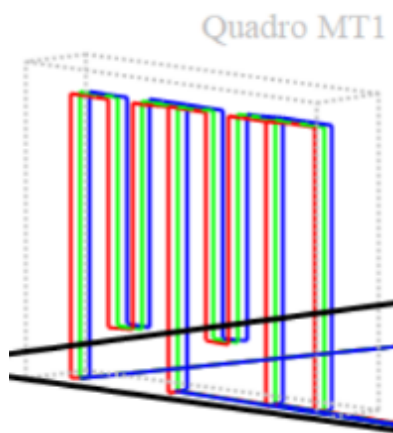


Trasformatori inglobati in resina		Serie : TR-ECO		Impiego :		Distribuzione	
Temperatura ambiente:	[°C]	40	Altitudine:	[m]	1.000	Installazione:	Interno
Potenza nominale:	[kVA]	160		Norma di riferimento: IEC 60076-11			
		Avvolg. Primario		Avvolg. Sec. 1			
Tensione nominale a vuoto:		15		0,4			
Variazione di tensione:	[%]	±2 x 2,5					
Collegamento:		Triangolo		stella+n			
Terminali		3		3+1			
Materiali avvolgenti:		ALLUMINIO		ALLUMINIO			
Tipo di avvolgimento:		Ingl. in stampo		Ingl. X impregnazione			
Gruppo vettoriale:		Dyn11					
Frequenza	[Hz]	50					
Perdite a vuoto :	[W]	360					
Perdite in c.c. a 120 °C:	[W]	2.600					
Tensione di c.c.:	[%]	6,0					
Corrente a vuoto:	[%]	1,0					
Val. scariche parziali:	[PC]	≤ 10					
Liv. Potenza sonora LwA:	[dBA]	58					
Liv. Pressione acustica LpA:	[dBA]	48		a 1 mt			
Classe amb./clim./comp. al fuoco:		E2 - C2 - F1					
Classe di isolamento		Avvolg. Primario		Avvolg. Sec. 1			
Classe di isolamento:	[kV]	17,5/38/95		1,1/3			
Classe termica:		F		F			
Sovratemperatura:	[K]	100		100			
Dimensioni di ingombro e peso (Valori indicativi)							
Lunghezza IP 00 :	A [mm]	1.250					
Larghezza IP 00 :	B [mm]	660					
Altezza IP 00 :	C [mm]	1.300					
Interasse ruote:	D [mm]	520					
Diametro ruote:	R [mm]	100					
Peso Totale (IP00):	[kg]	880					
Peso parte attiva:	[kg]						
Peso conduttori:	[kg]						

Gli output grafici forniti dal software, e di seguito riportati, sono di facile comprensione, in particolare vengono facilmente riconosciuti i simboli dei Trafo, dei quadri e delle linee elettriche in MT in blu.

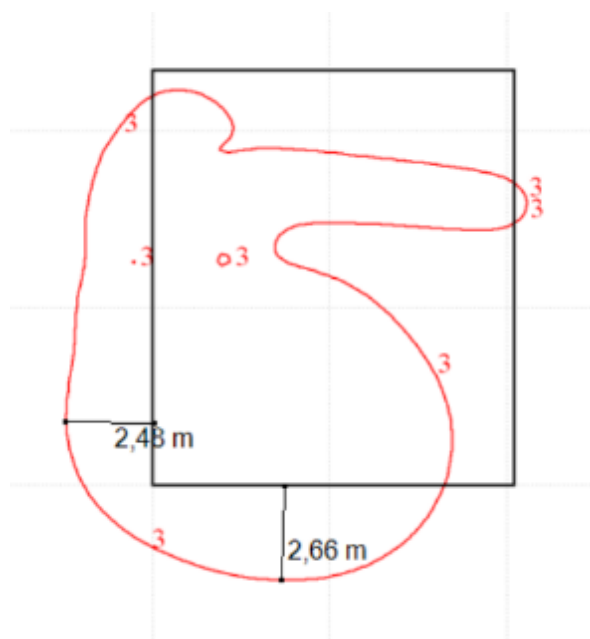


*Esempio simbolo Trafo*



*Esempio simbolo Quadro MT con linee in MT*

Nei grafici con curve isolivello d'induzione magnetica a  $3 \mu T$  si riconosce facilmente la curva in rosso e le pareti della cabina in nero.



*Esempio curve isolivello d'induzione magnetica a  $3 \mu T$*

Come emerso nel corso delle sedute della Conferenza dei Servizi per l'approvazione del Progetto Definitivo della Linea Rossa, nelle quali E-Distribuzione ha chiesto di prevedere sin da subito nei predisposti "locali di consegna MT" la presenza di trasformatori di taglia massima da

630 kVA, si è provveduto ad effettuare le modellizzazioni delle DPA per la sottostazione SSE 03 tenendo conto di tale richiesta.

#### Sottostazione SSE 01

Questa sottostazione ospita due TRAF0 in resina di POTENZA NOMINALE 1800 KVA (Ingressi MT: in cavo RG7H1M1 12-20 KV sez. 3x1x95 mmq).

Ospita inoltre un TRAF0 AUX in resina di POTENZA NOMINALE 160 KVA (Ingressi MT: in cavo RG7H1M1 12-20 KV sez. 3x1x95 mmq; Uscite BT: cavi FG16R16 sez. 3x1x120+1x70+1x70mmq).

E' presente poi un QUADRO MT con 6 celle e con linee MT in ingresso ed uscita verso le SSE limitrofe in cavo RG7H1M1X 12-20 KV sez. 3x1x240 mmq.

Da considerare inoltre un QUADRO BT, con arrivo cavi dal basso.

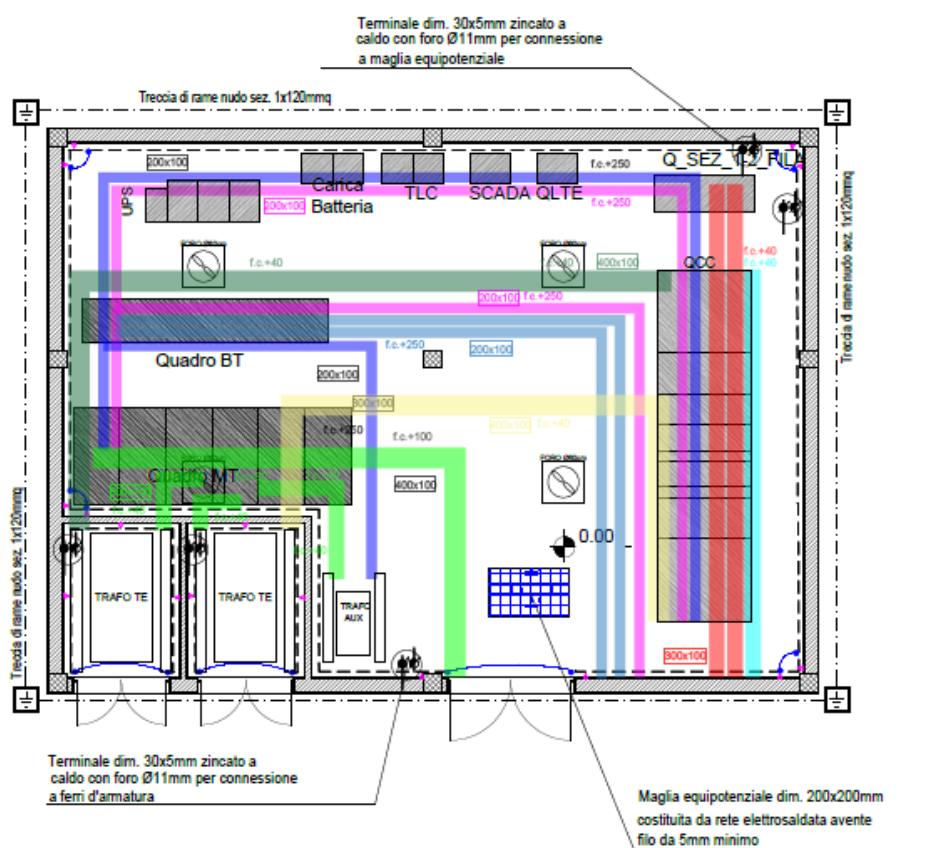


Figura 4-103 – Layout SSE 01

Di seguito per questo tipologico di sottostazione si riporta il layout ricostruito dal software, le curve isolivello che riportano i valori di induzione magnetica a  $3 \mu\text{T}$ , calcolati su diversi piani XY (paralleli al pavimento del locale Cabina) per le quote  $z = 0,5$ ;  $z = 1,0$ ;  $z = 1,5$ .

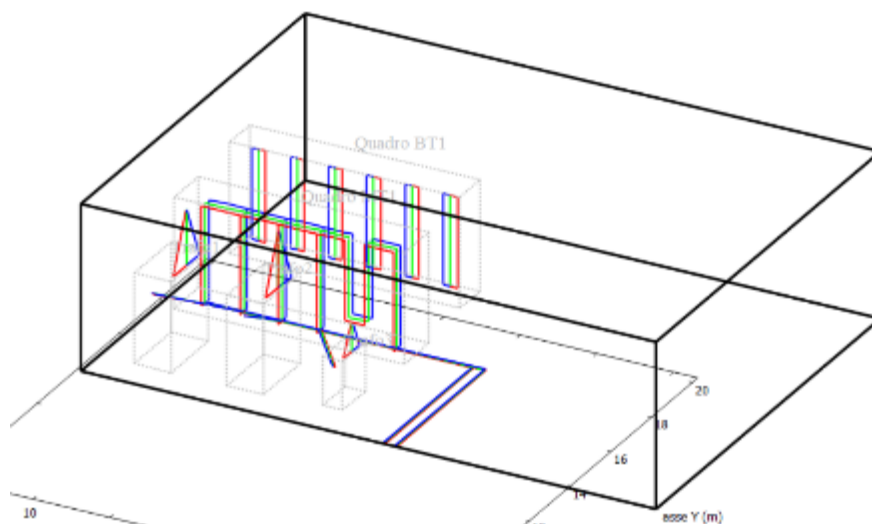


Figura 4-104 – Layout – Vista in assonometria

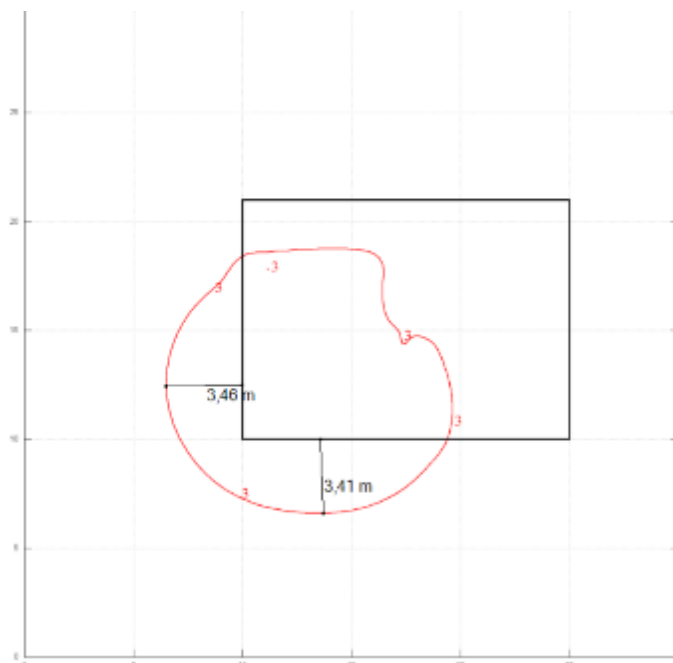


Figura 4-105 – Curve isolivello d'induzione magnetica a  $3 \mu\text{T}$  calcolate su un piano XY per  $z = 0,5 \text{ m}$

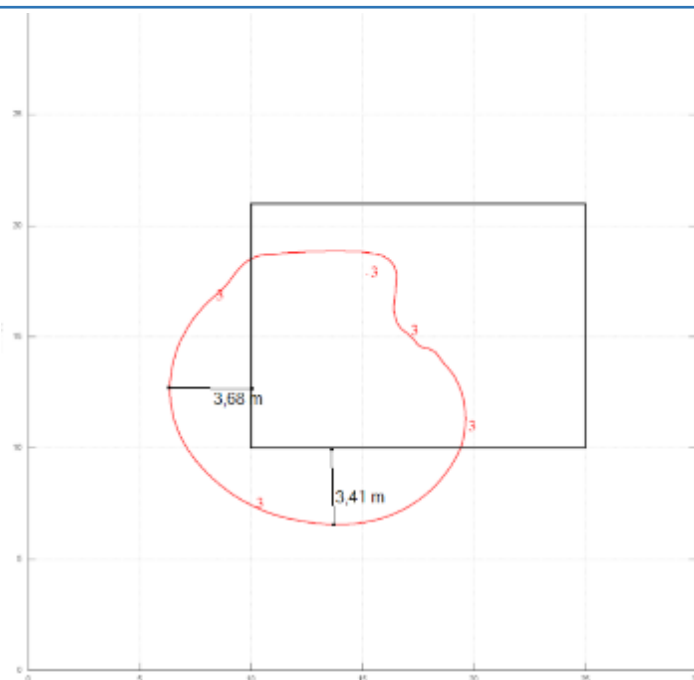


Figura 4-106107 – Curve isolivello d'induzione magnetica a  $3 \mu\text{T}$  calcolate su un piano XY per  $z = 1 \text{ m}$

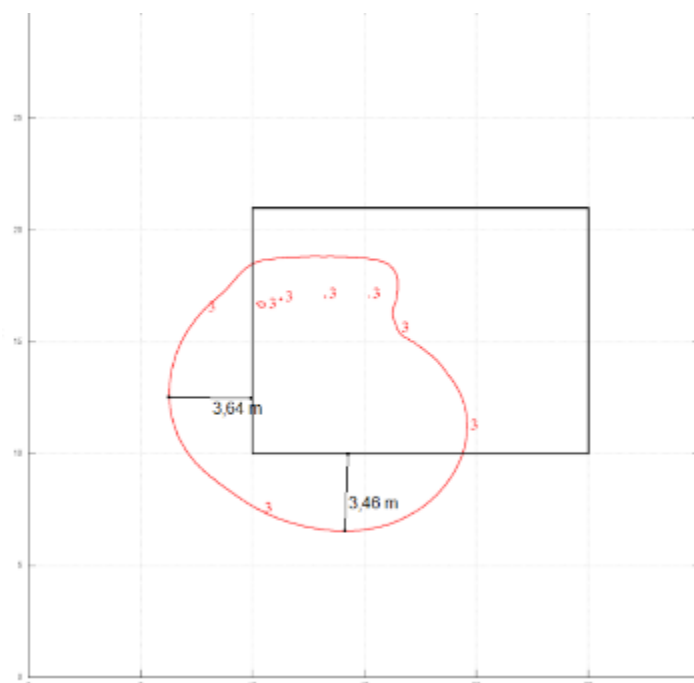


Figura 4-108 – Curve isolivello d'induzione magnetica a  $3 \mu\text{T}$  calcolate su un piano XY per  $z = 1,5 \text{ m}$



Sulla base dei risultati delle simulazioni di campo magnetico della sottostazione, è possibile notare che:

- in prossimità di aree adiacenti alla sottostazione, sul medesimo piano della stessa, vi sono dei livelli di induzione magnetica superiori a  $3\mu\text{T}$ ;
- le aree sono contenute entro i 4 metri dal bordo cabina. In via cautelativa si può quindi stimare la DPA a 4 metri dal confine della cabina;
- il bordo cabina della SSE01 è collocato ad una distanza maggiore di 4 m dal marciapiede;
- le aree interessate non prevedono la presenza continuativa di persone.

#### Sottostazione SSE 02

Questa sottostazione ospita due TRAFO in resina di POTENZA NOMINALE 1800 KVA (Ingressi MT: in cavo RG7H1M1 12-20 KV sez. 3x1x95 mmq).

Ospita inoltre un TRAFO AUX in resina di POTENZA NOMINALE 160 KVA (Ingressi MT: in cavo RG7H1M1 12-20 KV sez. 3x1x95 mmq; Uscite BT: cavi FG16R16 sez. 3x1x120+1x70+1x70mmq).

E' presente poi un QUADRO MT con 6 celle e con linee MT in ingresso ed uscita verso le SSE limitrofe in cavo RG7H1M1X 12-20 KV sez. 3x1x240 mmq.

Da considerare inoltre un QUADRO BT, con arrivo cavi dal basso.

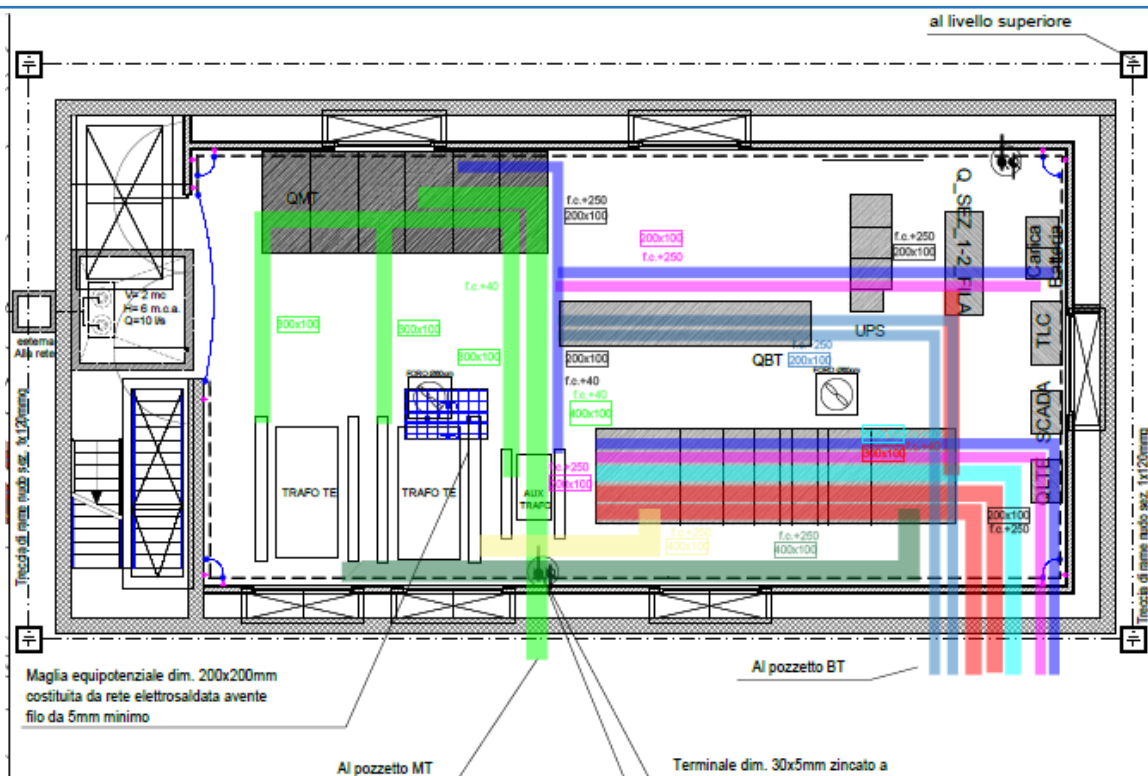


Figura 4-109 – Layout SSE02

Di seguito per questo tipologico di sottostazione si riporta il layout ricostruito dal software, le curve isolivello che riportano i valori di induzione magnetica a  $3 \mu\text{T}$ , calcolati su diversi piani XY (paralleli al pavimento del locale Cabina) per le quote  $z = 1,0$ ;  $z = 5$ ;  $z = 5,5$ ;  $z = 6$ , rispetto al piano cabina.

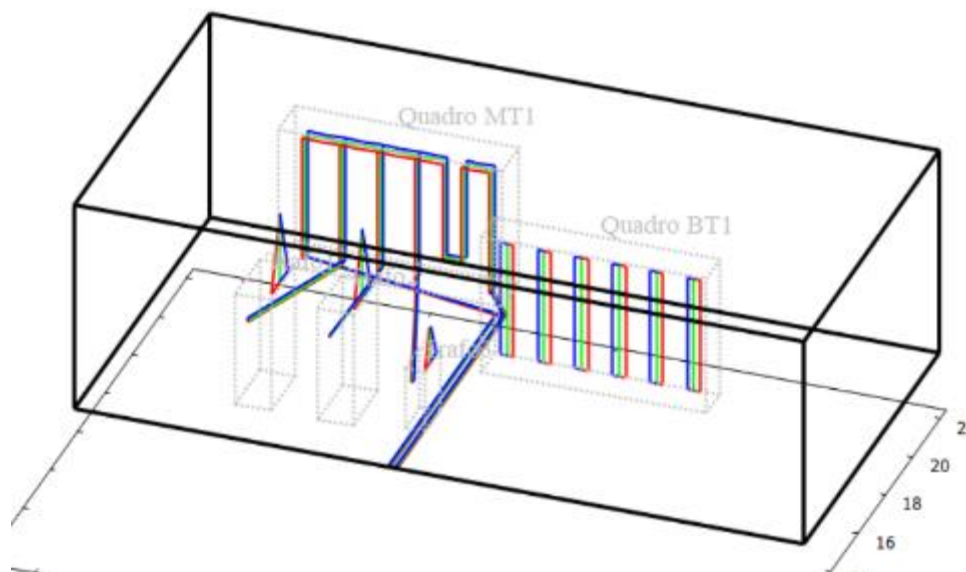


Figura 4-110 – Layout – Vista in assonometria

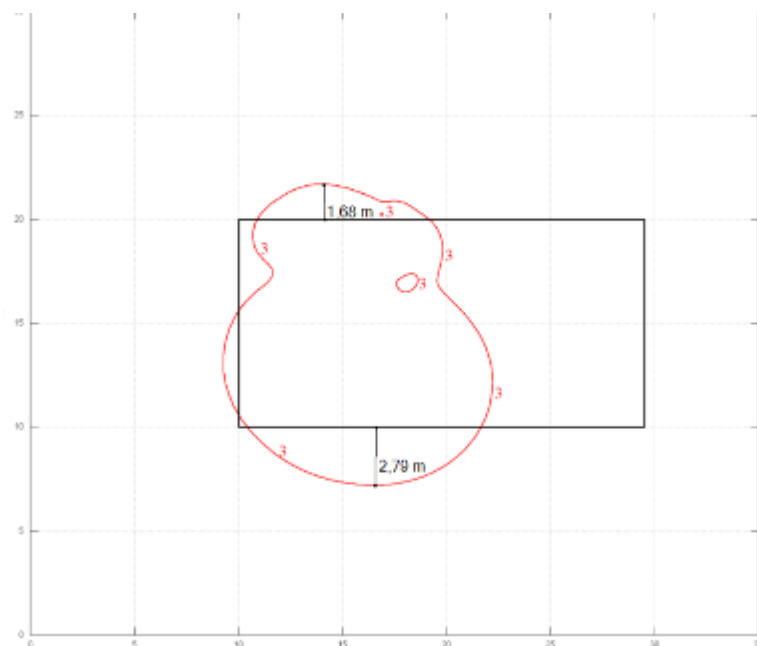


Figura 4-111 – Curve isolivello d'induzione magnetica a  $3 \mu T$  calcolate su un piano XY per  $z = 1 m$

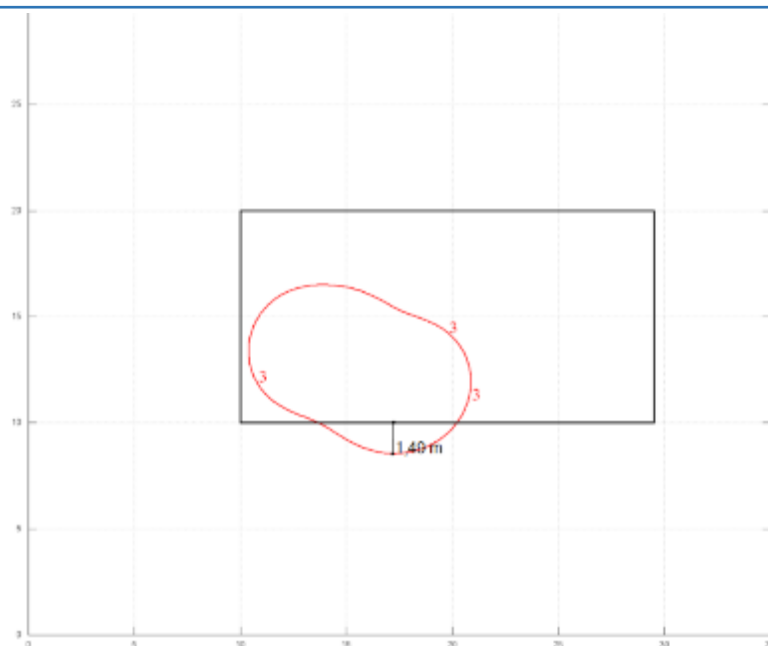


Figura 4-112 – Curve isolivello d'induzione magnetica a  $3 \mu T$  calcolate su un piano XY per  $z = 5 \text{ m}$

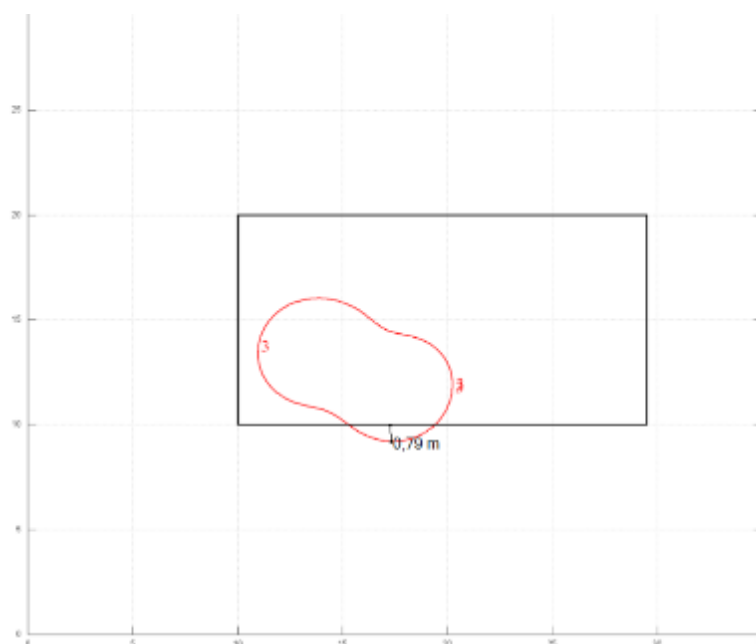


Figura 4-113 – Curve isolivello d'induzione magnetica a  $3 \mu T$  calcolate su un piano XY per  $z = 5,5 \text{ m}$

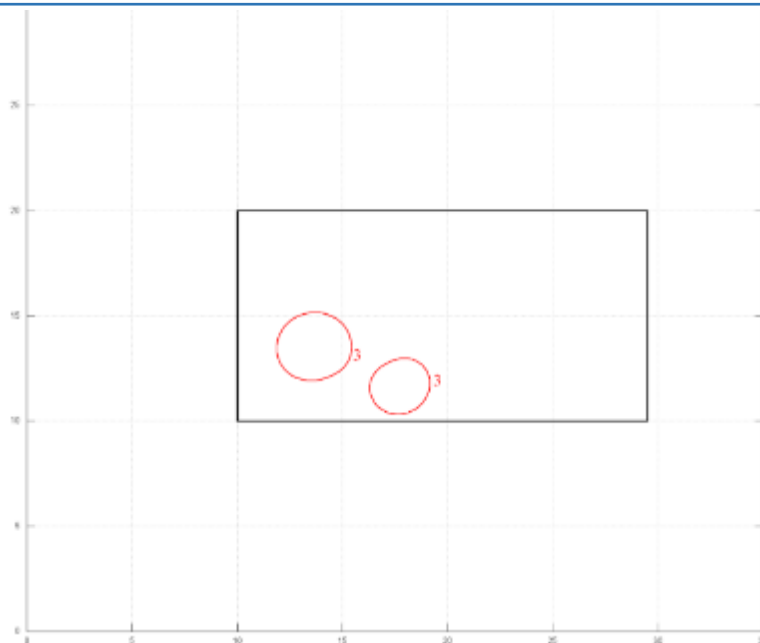


Figura 4-114 – Curve isolivello d'induzione magnetica a 3  $\mu T$  calcolate su un piano XY per  $z = 6$  m

Sulla base dei risultati delle simulazioni di campo magnetico delle sottostazioni, è possibile notare che:

- in prossimità di aree adiacenti alla sottostazione, sul medesimo piano della stessa e nello spazio sovrastante, vi sono dei livelli di induzione magnetica superiori a 3  $\mu T$ ;
- le aree sono contenute entro i 3 metri dal bordo cabina;
- il bordo cabina della SSE02 è collocato ad una distanza di ca. 3,5 m dal marciapiede. Si rileva comunque che le sorgenti di campi elettromagnetici saranno ubicate ad una distanza ancora maggiore dallo stesso.

#### Sottostazione SSE 03

Questa sottostazione ospita due TRAF0 in resina di POTENZA NOMINALE 1800 KVA (Ingressi MT: in cavo RG7H1M1 12-20 KV sez. 3x1x95 mmq).

Ospita un TRAF0 AUX in resina di POTENZA NOMINALE 160 KVA (Ingressi MT: in cavo RG7H1M1 12-20 KV sez. 3x1x95 mmq; Uscite BT: cavi FG16R16 sez. 3x1x120+1x70+1x70mmq).



Ospita un TRAF0 E-DISTRIBUZIONE di taglia massima 630 kVA.

E' presente poi un QUADRO MT con 6 celle e con linea MT in uscita verso la SSE limitrofa in cavo RG7H1M1X 12-20 KV sez. 3x1x240 mmq.

Da considerare inoltre un QUADRO BT, con arrivo cavi dal basso.

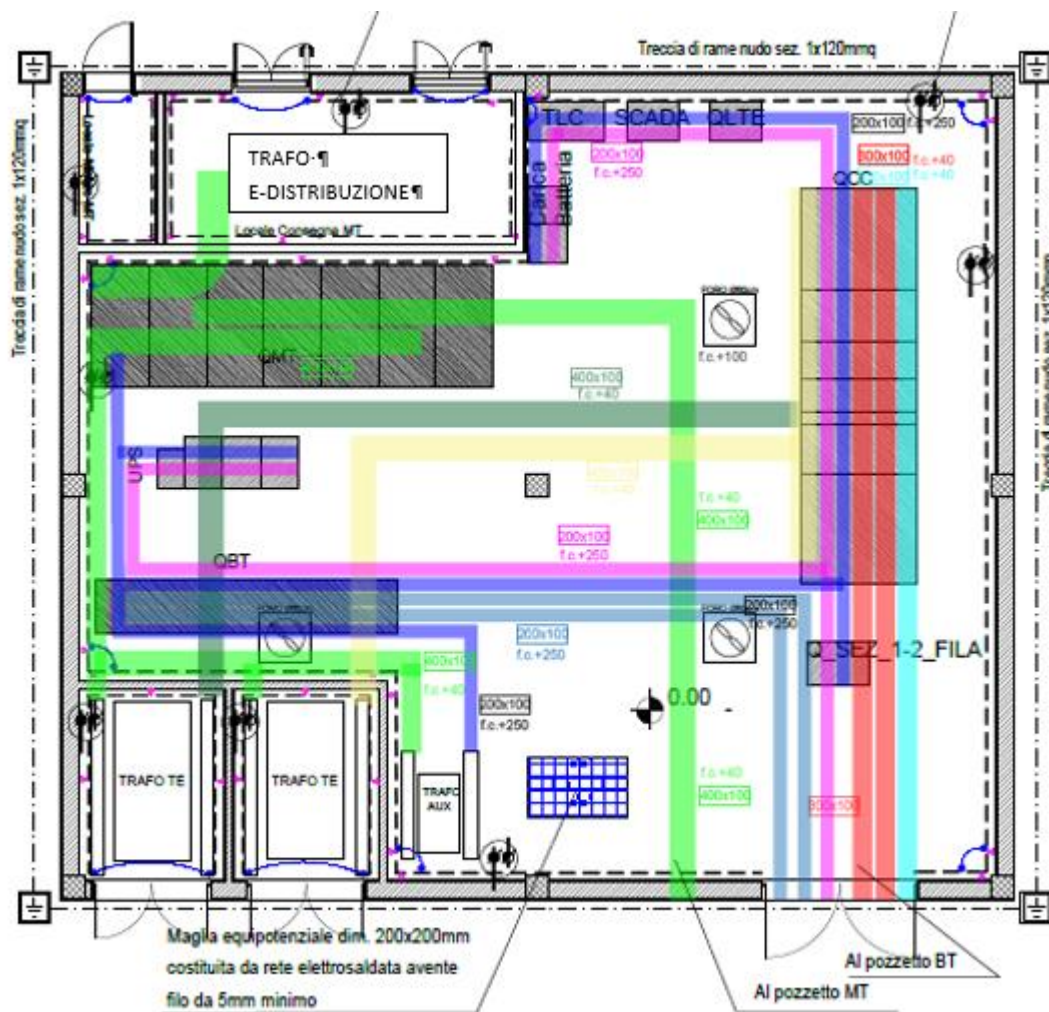


Figura 4-115 – Layout SSE 03

Di seguito si riporta il layout ricostruito dal software, le curve isolivello che riportano i valori di induzione magnetica a 3  $\mu$ T, calcolati su diversi piani XY (paralleli al pavimento del locale Cabina) per le quote  $z = 0,5$ ;  $z = 1,0$ ;  $z = 1,5$ .

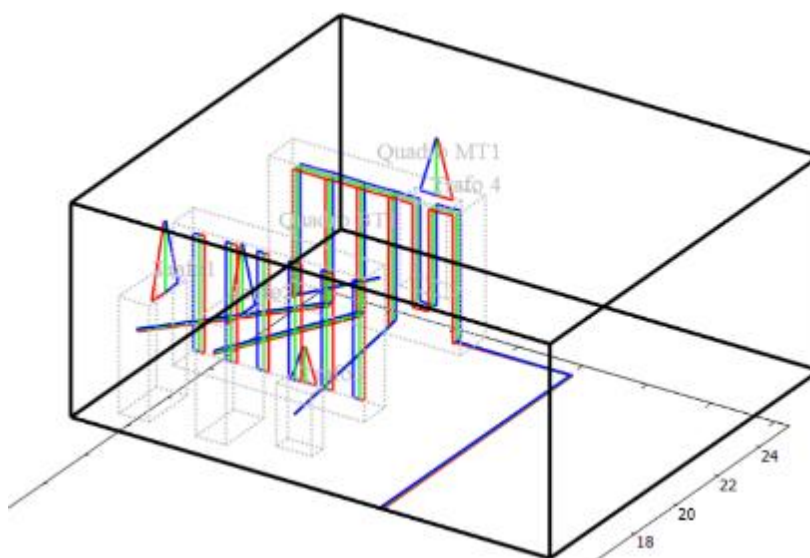


Figura 4-116 – Layout – Vista in assonometria

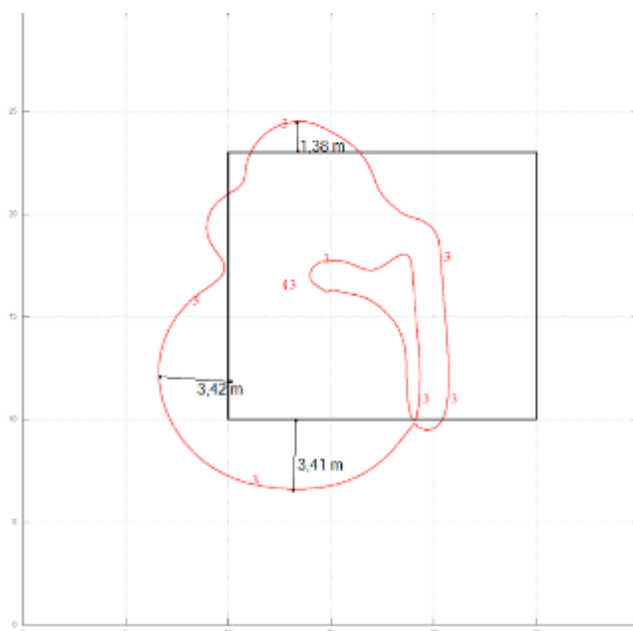


Figura 4-117 – Curve isolivello d'induzione magnetica a  $3 \mu T$  calcolate su un piano XY per  $z = 0,5 \text{ m}$

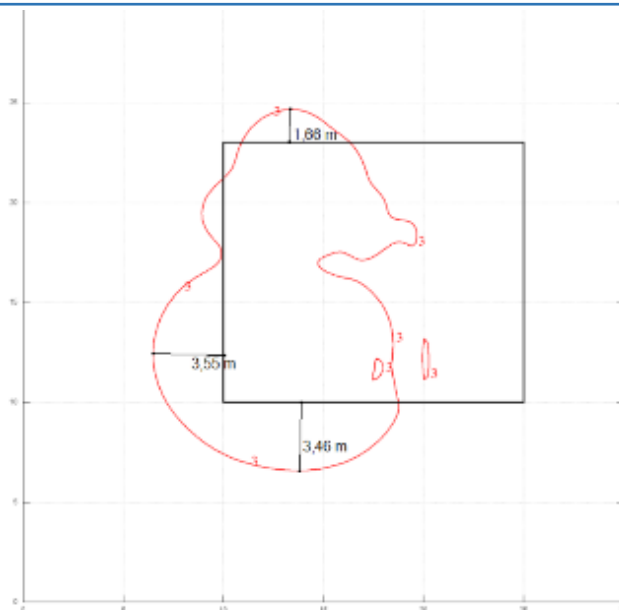


Figura 4-118119 – Curve isolivello d'induzione magnetica a  $3 \mu\text{T}$  calcolate su un piano XY per  $z = 1 \text{ m}$

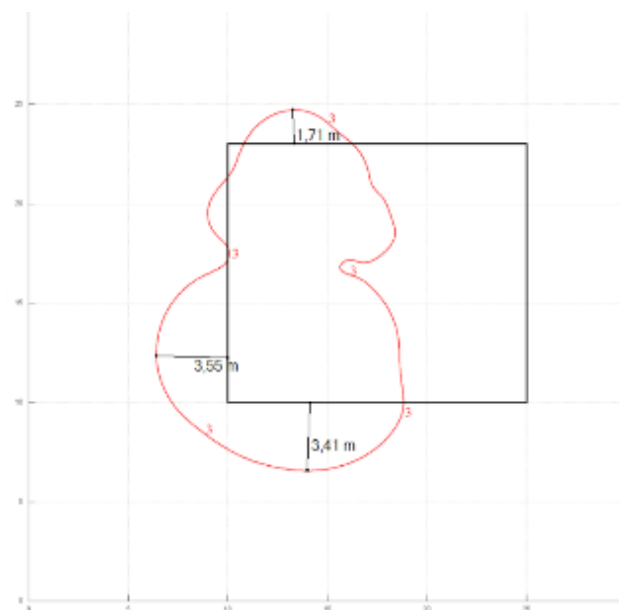


Figura 4-120 – Curve isolivello d'induzione magnetica a  $3 \mu\text{T}$  calcolate su un piano XY per  $z = 1,5 \text{ m}$

Sulla base dei risultati delle simulazioni di campo magnetico della sottostazione, è possibile notare che:

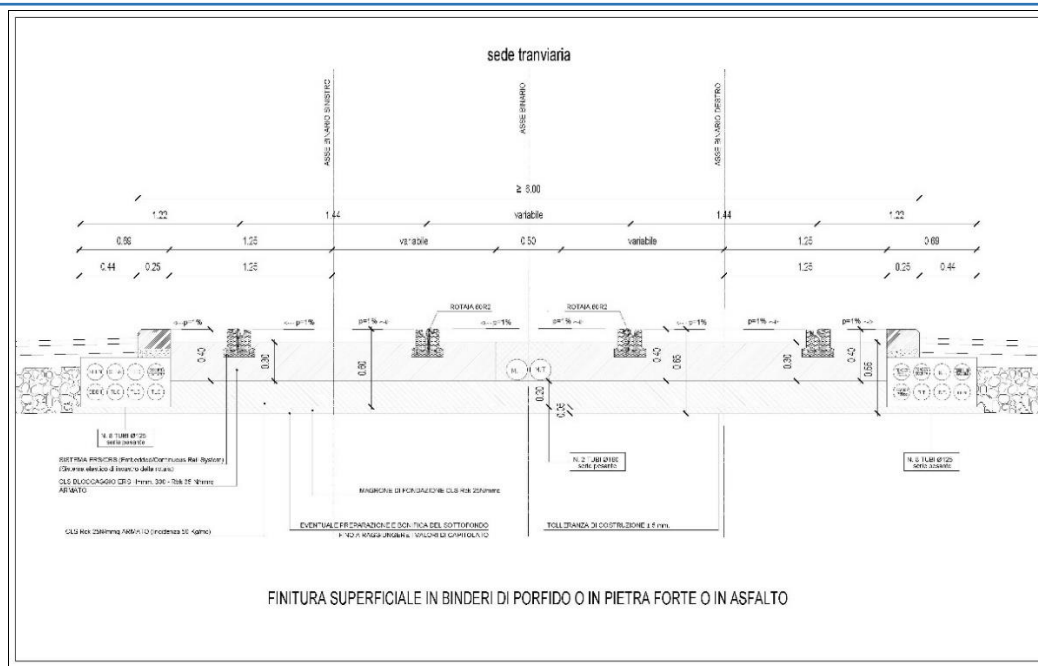
- in prossimità di aree adiacenti alla sottostazione, sul medesimo piano della stessa, vi sono dei livelli di induzione magnetica superiori a  $3 \mu\text{T}$ ;

- le aree sono contenute entro i 4 metri dal bordo cabina. In via cautelativa si può quindi stimare la DPA a 4 metri dal confine della cabina;
- le aree interessate non prevedono la presenza continuativa di persone superiore alle 4 ore giornaliere. In ogni caso, per maggior tutela, nelle successive fasi progettuali si potrà prevedere, in analogia a quanto fatto per la Linea Rossa, l'installazione di un sistema schermante appositamente progettato per la schermatura di campi elettromagnetici da 0 Hz a 150 kHz, realizzato con tessuto metallico flessibile spesso 0,73 mm in trama ed ordito, protetto dalla corrosione e rivestimento con alluminio spesso 150 µm su entrambi i lati, finalizzato al rispetto dell'obiettivo di qualità di  $B \leq 3 \mu T$  (D.P.C.M. 8/7/2003), verificato secondo norma CEI 211-6, senza aggiunta di ulteriori elementi conduttivi e/o placcato con elementi elettroconduttivi ed equipotenziali. La schermatura sarà in adesione a pareti/pavimento in corrispondenza delle sorgenti di campi elettromagnetici.

#### 4.10.5.2 Potenziali impatti della linea in cavo MT lungo il tracciato

Riguardo la linea in cavo MT lungo il tracciato si fa presente che le SSE saranno interconnesse con linea MT in cavo elicordato del tipo RG7H1M1X 12-20 KV sez. 3x1x185 mmq.

La linea sarà posata entro un cavidotto in polifora di cls interrata alla profondità nell'interbinario di 40 cm dal piano del ferro nelle tratte a doppio binario, come da sezione di seguito riportata:



*Figura 4-121– Tracciato con doppio binario*

Nelle tratte a singolo binario saranno posate ad una profondità di 85 cm dal piano del ferro, come da sezione di seguito riportata:

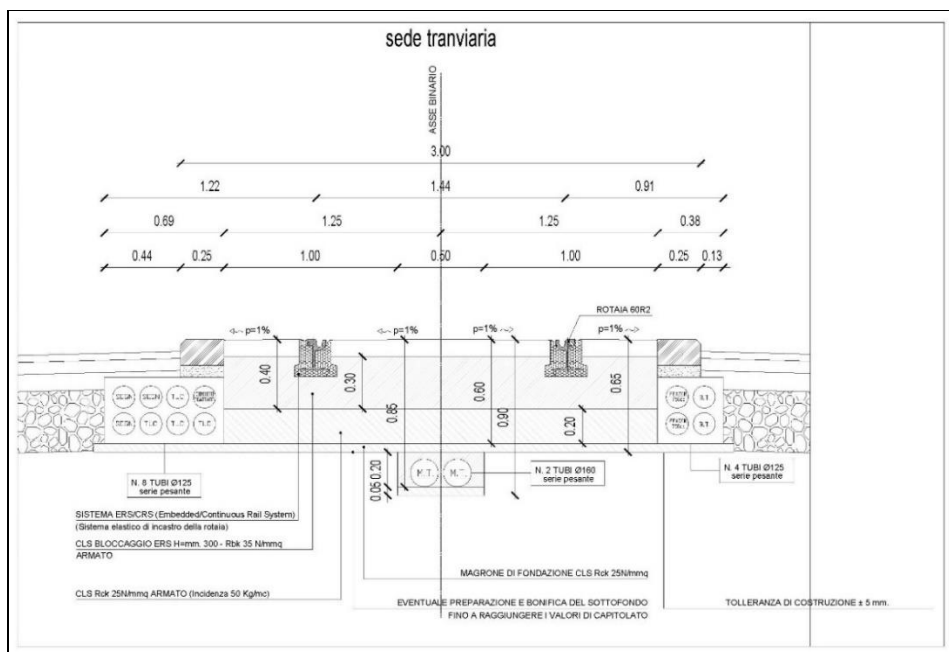


Figura 4-122 – Tracciato con doppio binario





Le linee da escludere sono individuate nella "DIRETTIVA PER L'ATTUAZIONE DELL'ART. 2 DELLA L.R. N. 10/1993 E L'AGGIORNAMENTO DELLE DISPOSIZIONI DI CUI ALLE DELIBERAZIONI N. 1965/1999 E N. 978/2010 IN MATERIA DI LINEE ED IMPIANTI ELETTRICI FINO A 150 MILA VOLTS", in particolare nell'Allegato alla Direttiva vengono escluse le LINEE IN CAVO SOTTERRANEO IN TUBAZIONE - POSA DI N.1 CAVO SU TERRENO DI QUALSIASI NATURA (3 x 185 mm<sup>2</sup>), pertanto viene esclusa da valutazione preventiva la tipologia di linea utilizzata per l'interconnessione di cui al progetto in esame.

#### 4.10.5.3 Verifica rispetto limite 100 microtesla

Con riferimento all'art. 3 "Limiti di esposizione e valori di attenzione" del DPCM 08/07/2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50. Hz) generati dagli elettrodotti, G.U. 28 agosto 2003, n. 200", si è fatta una prima verifica di rispetto del limite di esposizione dei 100  $\mu$ T considerando le stesse configurazioni per il calcolo delle DPA. Tale verifica andrà controllata in fase di progettazione esecutiva quando si avranno ulteriori dati di dettaglio.

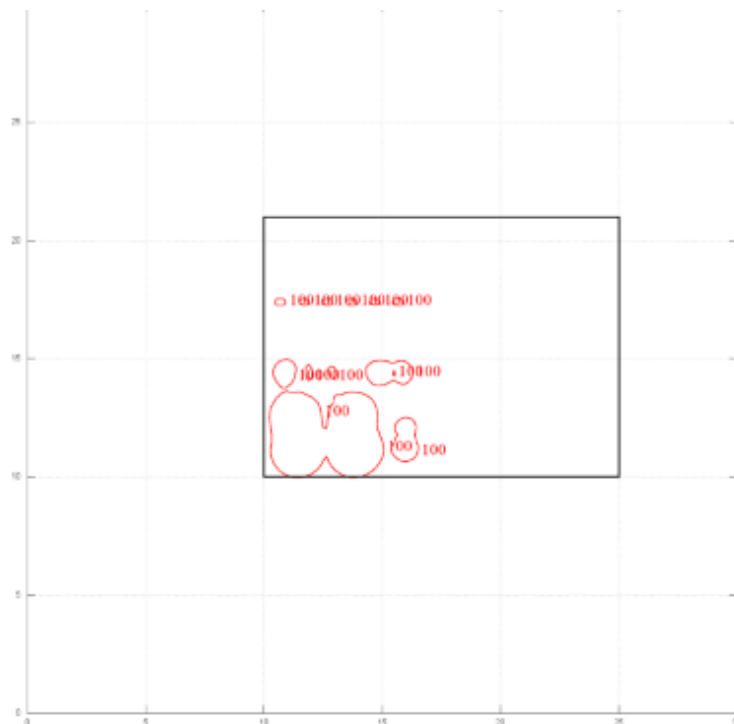
Di seguito si riportano, per le diverse tipologie di sottostazione, le curve isolivello che riportano i valori di induzione magnetica a 100  $\mu$ T, calcolati su diversi piani XY (paralleli al pavimento del locale Cabina).

Per le cabine fuori terra si sono considerate le quote  $z = 0,5$ ;  $z = 1,0$ ;  $z = 1,5$ , tutte rispetto al pavimento della cabina.

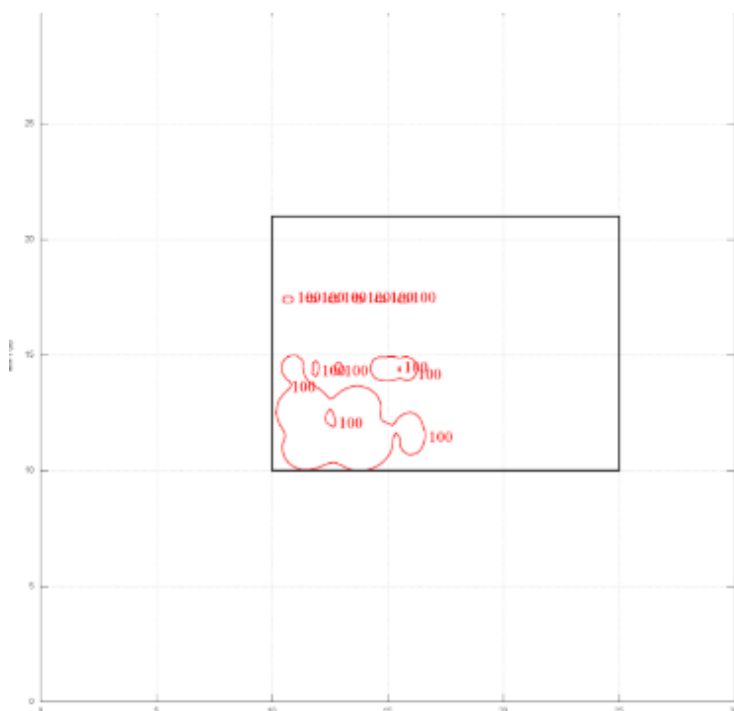
Per la cabina interrata si sono considerate le quote  $z = 1,0$  e  $z = 5,0$  (corrispondente ad una quota di 5 metri a partire dal pavimento cabina e ad una quota di 0,5 metri dal livello del suolo).

Sulla base dei risultati delle simulazioni effettuate, riportati nelle figure che seguono; è possibile osservare che le curve isolivello di induzione magnetica a 100 $\mu$ T sono tutte contenute all'interno delle cabine.

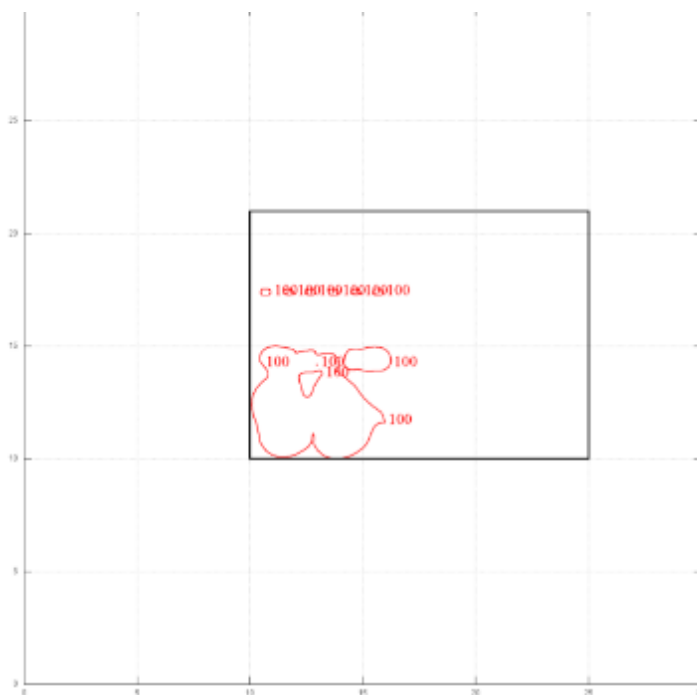
SOTTOSTAZIONE FUORI TERRA SSE 01



Curve isolivello d'induzione magnetica a 100 µT calcolate su un piano XY per  $z = 0,5$  m

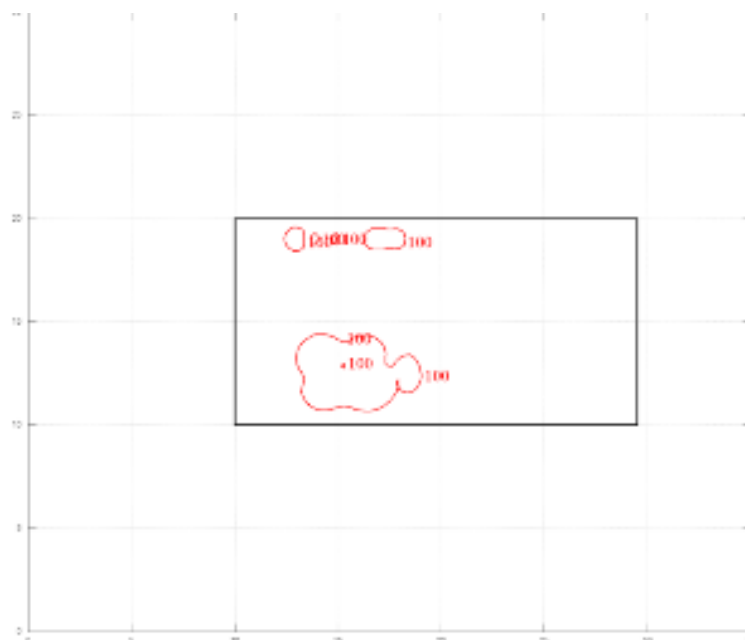


Curve isolivello d'induzione magnetica a 100  $\mu$ T calcolate su un piano XY per  $z = 1,0$  m

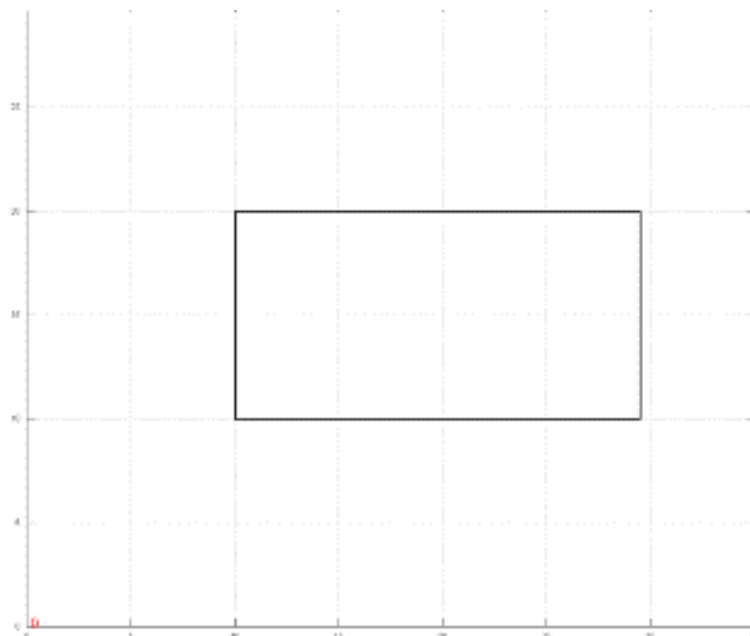


Curve isolivello d'induzione magnetica a 100  $\mu$ T calcolate su un piano XY per  $z = 1,5$  m

#### SOTTOSTAZIONE INTERRATA SSE 02

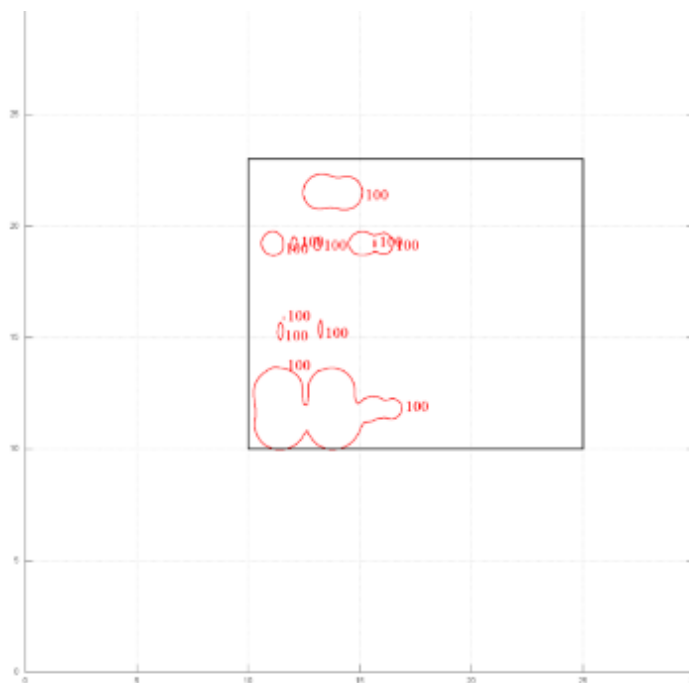


Curve isolivello d'induzione magnetica a 100  $\mu$ T calcolate su un piano XY per  $z = 1,0$  m



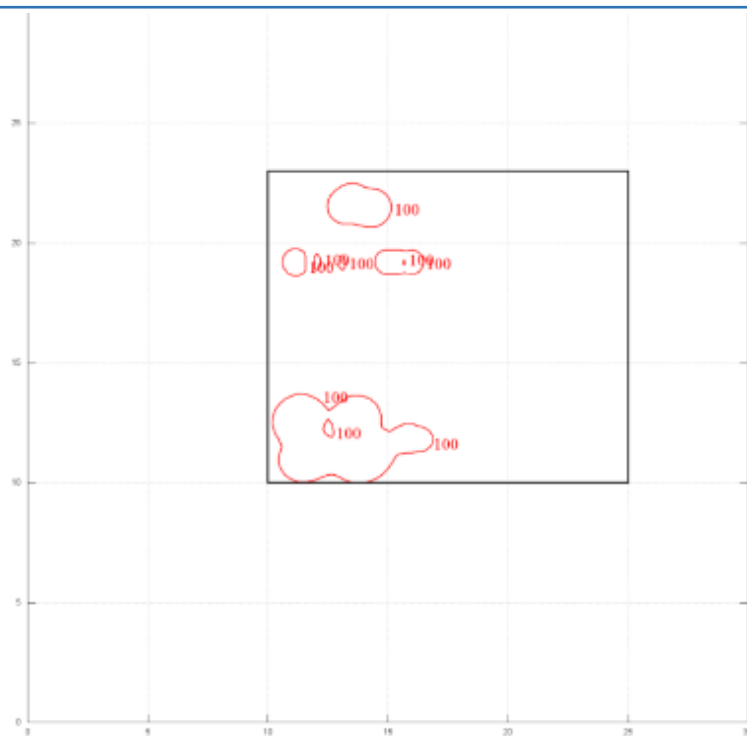
Curve isolivello d'induzione magnetica a 100  $\mu$ T calcolate su un piano XY per  $z = 5,0$  m

#### *SOTTOSTAZIONE FUORI TERRA SSE 03*

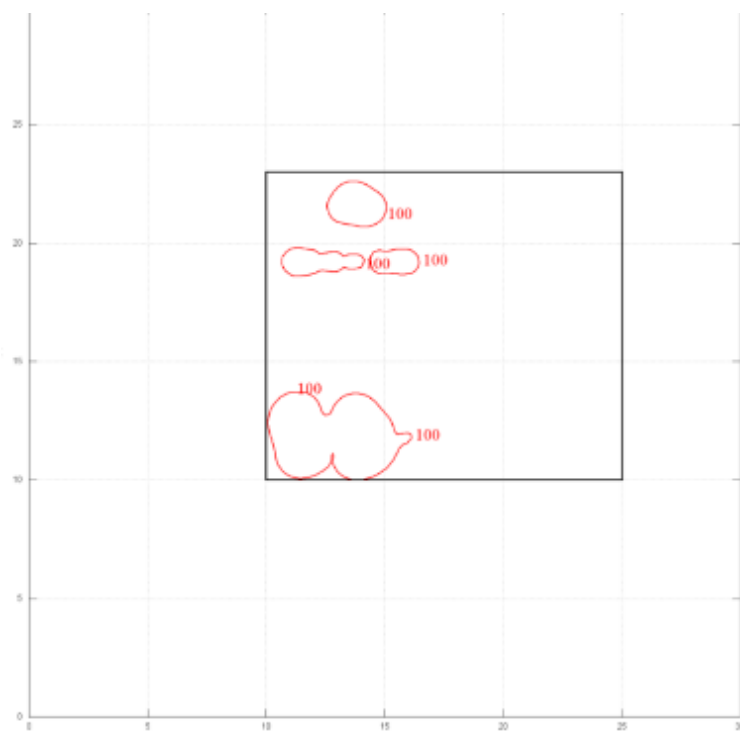


Curve isolivello d'induzione magnetica a 100  $\mu$ T calcolate su un piano XY per  $z = 0,5$  m





Curve isolivello d'induzione magnetica a 100  $\mu$ T calcolate su un piano XY per  $z = 1,0$  m



Curve isolivello d'induzione magnetica a 100  $\mu$ T calcolate su un piano XY per  $z = 1,5$  m

#### 4.10.6 CONSUMI DI ENERGIA

Dal 2021 all'interno del procedimento di Verifica di assoggettabilità a VIA (Screening), così come in tutti i documenti progettuali di carattere ambientale, entra a far parte il "tool energia", uno strumento che permette una analisi dei consumi energetici della infrastruttura, andando a quantificare l'utilizzo dell'energia certificata verde e quella autoprodotta da fonti energetiche rinnovabili, e a definire gli impatti in termini di emissione di CO<sub>2</sub>.

Per rendere l'infrastruttura meno onerosa dal punto di vista energivoro, per quanto attiene il fabbisogno di energia per usi civili, è stata prevista l'installazione di impianti fotovoltaici con una potenza nominale che rispettasse le richieste della normativa attualmente in vigore in materia di regolamento edilizio per nuove costruzioni, in particolare il DGR n. 967/2015 – Definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici, la Delibera n. 1275/2015 – Disposizioni in materia di attestazione della prestazione energetica degli edifici e il DGR 304/2016 – Modifiche alla Delibera 1275 e allegati.

In fase di progettazione il dimensionamento della potenza da energia rinnovabile, è stata quindi calcolata sulla base del D. Lgs. 28/2011 e seguendo le richieste riportate nei CAM, in modo tale da rispondere al 100% del fabbisogno dei consumi derivanti da usi civili.

Per quanto riguarda il fabbisogno residuo, necessario per l'esercizio della infrastruttura, esso attingerà, in proporzione sempre maggiore, da energia elettrica acquistata da rete certificata verde, secondo l'obiettivo della città di Bologna di arrivare ad un impatto climatico zero entro il 2030, aderendo alla così detta "missione per la città", proposta dalla Commissione Europea.

Dal punto di vista dei consumi di energia, nella tabella che segue si riporta una stima dei dati relativi alla potenza totale e ai consumi annui stimati:

Attività	Potenza totale [kW]	Consumo annuo [kWh/anno]
Trazione elettrica	1.129,50 (potenza media 376,50 kW per 3 SSE)	3.133.890 (considerando per ciascuna SSE 318 kWh per 6h di punta + 159 kWh per 6h di morbida)
Fermate e impianti lungo linea	231,00	1.011.780

(LFM, sistemi trasmissivi e informativi e segnalamento)	(16,5 kW per 13 fermate più un capolinea)	(il consumo è stato calcolato per 12h/giorno)
Deposito (incremento attività)	311,54	2.046.808

Produzione annua in vkm 809.967 vkm  
Consumo complessivo per vkm 7,645 kWh/vkm

Di seguito si riporta invece la stima dei consumi dei vettori per gli usi considerati (trasporto privato e TPL) per l'anno 2017, lo scenario di Riferimento al 2026 e la variazione indotta dall'esercizio del tram della Linea Verde sui consumi legati alla modifica della rete di trasporto pubblico esistente e del trasporto privato.

Stima dei consumi dei vettori per i diversi usi finali [kWh/anno]					
Componente	Attuale	Riferimento	Progetto	Variazione al 2026	
	2017	2026	2026		
TPL - bus	32.402.056	26.110.961	22.994.708	-3.116.253	-11,93%
TPL - tram	0	8.891.762	15.088.008	6.196.246	69,69%
TPL - filobus	20.218.664	35.132.494	29.951.760	-5.180.733	-14,75%
Trasporto pubblico	52.620.720	70.135.217	68.034.476	-2.100.741	-3,00%
Trasporto privato	2.320.028.328	2.122.233.837	2.083.042.311	-39.191.526	-1,85%
Complessivo	<b>2.372.649.048</b>	<b>2.192.369.054</b>	<b>2.151.076.786</b>	<b>-43.393.009</b>	<b>-1,88%</b>

Sulla base dei dati sopra esposti, si evince, per lo scenario 2026, a livello di Bologna e prima corona metropolitana, una diminuzione dei consumi di energia per la mobilità pari al -3% per quanto riguarda il trasporto pubblico e pari a circa -1,8% per il trasporto privato per una riduzione complessiva sulla mobilità di poco inferiore al 2%.

## 5. IMPATTI AMBIENTALI DEL PROGETTO E MISURE DI MITIGAZIONE ADOTTATE

Nella presente sezione si riportano, per ciascuna matrice ambientale esaminata al capitolo precedente, i potenziali impatti individuati durante le fasi di realizzazione e di esercizio dell'opera. Sono altresì individuate le misure di mitigazione adottate per ridurre/eliminare gli eventuali impatti individuati.

Il metodo di valutazione individuato per la stima degli impatti relativi al progetto è basato su confronti prevalentemente qualitativi degli impatti prodotti, confrontando separatamente gli impatti di ogni componente ambientale. Lo studio è incentrato sulle azioni di progetto e sugli impatti ambientali che risultano essere significativi, cioè che rivestono maggior importanza nell'ambito del processo decisionale, o che hanno un maggior livello di incidenza.

### 5.1 MOBILITÀ E TRAFFICO

#### 5.1.1 IMPATTI

##### 5.1.1.1 Fase di cantiere

L'unico impatto in fase di cantiere si ritiene collegato alla presenza di interferenze, sebbene temporanee e localizzate, con l'attuale sistema della mobilità.

##### 5.1.1.2 Fase di esercizio

Gli interventi in progetto sono finalizzati alle esigenze di snellimento dei flussi di traffico cittadino, oltre che alla riduzione dell'inquinamento atmosferico e di rumore nei confronti della comunità che abita e frequenta tali aree e ad aspetti legati alla sicurezza stradale soprattutto nei confronti degli utenti della mobilità dolce (pedoni, ciclisti, ecc.).

Sulla base di ciò, si può evincere che gli interventi in progetto determineranno un effetto globale positivo sulla componente, andando in sintesi a:

- migliorare l'accessibilità dei cittadini in particolare verso e dai poli attrattori (es. centro storico, stazione centrale, ecc.);
- ridurre sensibilmente i fattori di rischio (inquinamento atmosferico, rumore, incidenti, ecc.);

- contribuire al riequilibrio modale della mobilità;
- produrre un effetto propulsore della qualità urbana e della vivibilità delle aree interessate dal progetto ai fini della loro attrattività.

### 5.1.2 MITIGAZIONI

#### 5.1.2.1 Fase di cantiere

In fase di cantiere si provvederà ad adottare le seguenti misure di mitigazione al fine di limitare le interferenze con il sistema della mobilità nelle aree interessate dai lavori:

- Garantire gli accessi ai passi carrai;
- Garantire gli accessi ai mezzi di emergenza;
- Garantire la viabilità trasversale al tracciato della linea tranviaria (le zone di lavoro dovranno essere interrotte in corrispondenza delle intersezioni laterali; il periodo di blocco di tali intersezioni dovrà essere limitato per il tempo strettamente necessario ai lavori);
- Garantire la realizzazione di itinerari alternativi per il traffico pubblico e privato in grado di garantire il più possibile livelli di sicurezza e livelli di prestazione analoghi a quelli originali;
- Garantire la movimentazione dei mezzi pesanti al di fuori degli orari di punta del traffico cittadino;
- Studiare la viabilità alternativa in funzione dell'entità del cantiere e della tipologia dello stesso;
- Predisporre tutta la segnaletica orizzontale e verticale necessaria per la viabilità provvisoria; essa dovrà garantire condizioni di sicurezza, chiarezza e visibilità per il traffico pubblico e privato;
- Predisporre una campagna di informazione e di concentrazione tra tutte le organizzazioni coinvolte per quanto riguarda il traffico, la viabilità provvisoria, gli interventi sui

sottoservizi, gli accessi carrai, l'accesso agli esercizi commerciali, ecc... (cittadini, esercenti commerciali, pubblici servizi, vigilanza urbana, organi comunali, ecc.).

#### 5.1.2.2 Fase di esercizio

Non si prevedono mitigazioni.

## 5.2 ATMOSFERA

### 5.2.1 IMPATTI

#### 5.2.1.1 Fase di cantiere

Le tipologie di emissioni che si potranno determinare durante le lavorazioni in cantiere sono associate principalmente al trasporto dei materiali (inerti, terre, ecc.) al fronte di avanzamento, ossia alle attività lungo il tracciato tranviario, alle attività presso le aree di cantiere fisso (es. stoccaggio materiali, ecc.).

Le attività non prevedono, in ogni caso, la formazione di emissioni convogliate, pertanto non è necessario presentare domanda ai sensi dell'art. 269 del D. Lgs. 152/06.

Si provvederà, nelle successive fasi progettuali, al calcolo della stima della quantità di polveri sollevate e movimentate durante le operazioni di cantiere con riferimento alle *"Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti"* predisposte da ARPA Toscana ed adottate dalla Provincia di Firenze con DGP 213-09. I metodi di valutazione proposti nelle linee guida provengono principalmente da dati e modelli dell'US EPA (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors).

Ulteriore fonte di inquinamento per l'atmosfera è rappresentata dal traffico degli automezzi impiegati nei trasporti dei materiali e dagli scarichi delle macchine operatrici. Considerando la temporaneità delle lavorazioni di cantiere e il contesto cittadino in cui si inserisce l'opera, unitamente alla presenza in prossimità del tracciato, di infrastrutture viarie di rilievo, si ritiene che il traffico indotto dall'attività non risulti impattante per la zona in studio.



#### 5.2.1.2 Fase di esercizio

In fase di esercizio non si prevedono impatti sulla componente atmosfera, in quanto l'esercizio del tram non comporta un aggravio del quadro emissivo delle aree interessate dal suo passaggio, bensì consentirà di ottenere importanti benefici in termini di miglioramento della qualità dell'aria legati a:

- riduzione della congestione di traffico;
- riduzione del transito di mezzi del trasporto pubblico su gomma;
- riduzione del consumo di carburanti da fonti fossili.

Sulla base delle simulazioni effettuate si evince infatti che, come ipotizzabile dalla ridistribuzione dei flussi per l'entrata in esercizio delle nuove linee tramviarie, il nuovo quadro emissivo conduce ad una diminuzione generalizzata degli inquinanti legati al traffico stradale. Si consideri inoltre che i risultati per gli scenari futuri sono stati ottenuti considerando i medesimi fattori di emissione dello stato di fatto e che il loro effettivo decremento nel tempo porterà ad una conseguente ulteriore diminuzione delle concentrazioni e delle quantità previste nello studio effettuato.

### 5.2.2 MITIGAZIONI

#### 5.2.2.1 Fase di cantiere

La definizione delle misure da adottare per la mitigazione degli impatti generati dalle polveri sui ricettori prossimi alle aree di cantiere è basata sul criterio di impedire il più possibile la fuoriuscita delle polveri dalle stesse aree ovvero, ove ciò non riesca, di trattenerle al suolo impedendone il sollevamento mediante l'impiego di processi di lavorazione ad umido e pulizia delle strade esterne impiegate dai mezzi di cantiere.

Per la corretta gestione dell'attività di cantiere, saranno pertanto seguiti i seguenti accorgimenti operativi per la riduzione e/o il contenimento delle emissioni:

- le superfici di transito degli automezzi internamente alle aree di cantiere saranno periodicamente bagnate, qualora necessario e con frequenza in funzione dell'andamento stagionale, in modo da prevenire l'eventuale sollevamento di polveri;
- saranno adottate opportune operazioni di bagnatura dei cumuli, con frequenza in funzione dell'andamento stagionale, al fine di evitare fenomeni di dispersione e trasporto eolico. In caso di condizioni climatiche particolari, si potrà inoltre provvedere alla copertura dei cumuli con teli impermeabili;
- al fine di evitare o contenere al massimo i fenomeni di deposito sulla viabilità pubblica del materiale particolato terrigeno che dovesse essere trasportato dalle ruote dei mezzi pesanti, con conseguente possibilità di produzione e risospensione di polveri, si potrà valutare l'installazione di impianti di lavaggio delle ruote;
- i mezzi d'opera dovranno rispettare una bassa velocità di transito all'interno dell'area di cantiere;
- i mezzi operativi in uscita dal cantiere saranno opportunamente coperti se adibiti al trasporto d'inerti pulverulenti;
- sulla viabilità esterna interessata dal traffico dei mezzi di cantiere, nei tratti prossimi alle aree di cantiere, qualora necessario si adotteranno misure di abbattimento della polverosità tramite spazzolatura ad umido;
- spegnimento dei mezzi d'opera in sosta;
- studio della disposizione temporale delle attività.

#### 5.2.2.2 Fase di esercizio

Non si ritengono necessarie misure mitigative, in quanto l'esercizio del tram non comporta un aggravio del quadro emissivo delle aree interessate dal suo passaggio.

### 5.3 RUMORE

### 5.3.1 *IMPATTI*

#### 5.3.1.1 *Fase di cantiere*

Di seguito si illustrano i risultati dello studio previsionale sul rumore emesso in fase di cantiere e, nel paragrafo successivo, si descrivono le mitigazioni previste per ridurre l'impatto sulla popolazione residente e sui fruitori degli spazi commerciali posti lungo le direttrici della linea. Sono stati valutati gli impatti sugli edifici circostanti generati dai cantieri di realizzazione della linea tranviaria prendendo per analogia delle attività e per l'ubicazione delle medesime le simulazioni realizzate per i cantieri tipologici della linea rossa.

Approfondendo i temi progettuali, si sono confermate le attività di cantiere a maggior impatto acustico. Esse sono legate sia al livello di emissione sonora, sia alla durata delle lavorazioni e vengono riportate, per completezza di informazione, nella sezione dedicata alle sorgenti sonore.

Per il calcolo del rumore emesso durante la realizzazione delle diverse opere sono state valutate le relative fasi di lavoro, individuando quelle più rumorose. Per tali fasi sono state individuate le sorgenti sonore attive con i relativi livelli di potenza sonora, ed inserite nel modello di simulazione in cantieri tipo, sui quali sono state effettuate simulazioni per consentire la determinazione dell'impatto acustico.

#### ***Limiti di zonizzazione***

I dati derivanti dalle simulazioni sono stati messi a confronto con i limiti contemplati dalla zonizzazione acustica comunale, per verificare la necessità di deroghe. Per quanto riguarda i limiti di zonizzazione delle aree simulate, non essendo previste lavorazioni in orario notturno, vale per tutti il limite diurno di 65 dB(A) della classe di zonizzazione IV, eccettuati alcuni cantieri dove vale il limite di 60 dB(A) della classe III.

#### ***Cantieri lungo linea***

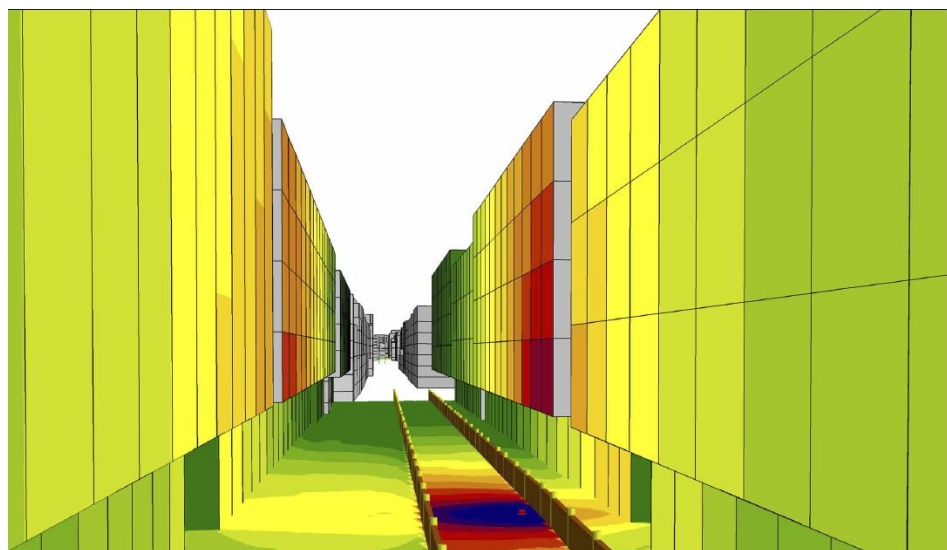
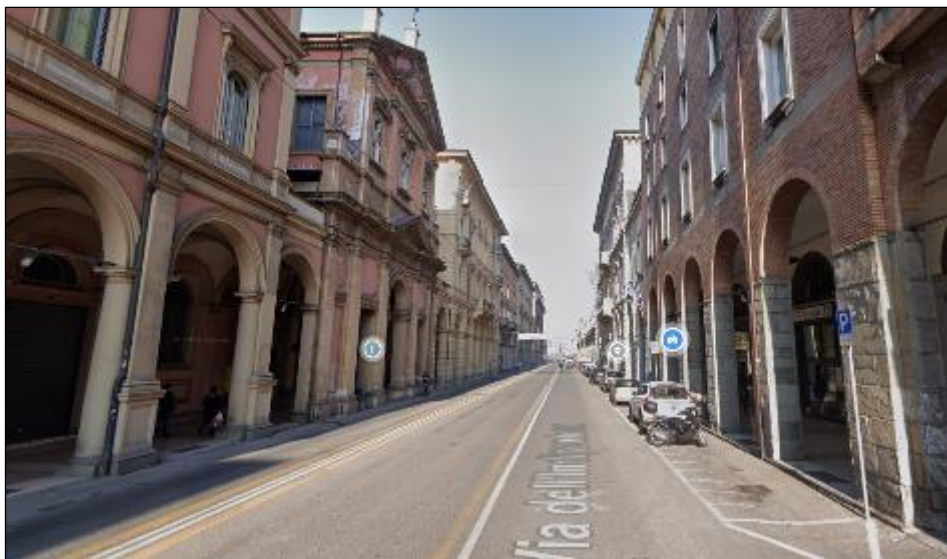
Per quanto riguarda le fasi di lavorazione lungo linea, ognuno dei cantieri in cui è suddivisa la linea tranviaria prevede tre fasi principali. Le prime due sono identiche e simmetriche rispetto

alla mezzzeria della carreggiata e, nelle considerazioni che seguono, possono essere considerate come un unicum: durante le prime due fasi infatti, si riorganizzeranno i sottoservizi, chiudendo metà strada alla volta (questa tipologia di cantiere sarà chiamata nel seguito “realizzazione polifore”). Durante la terza fase, al centro della strada, verrà ricavato il cantiere per la realizzazione della linea tranviaria (questa tipologia di cantiere sarà chiamata nel seguito “realizzazione sede tranviaria”).

La fase più critica in entrambe queste “fasi” è la parte di asportazione del pacchetto stradale, mediante scarifica, in quanto, per generazione di rumore, polveri e durata continua è la più impattante. Tale lavorazione, presente in tutte le fasi, è stata scelta nelle simulazioni acustiche per rappresentare l’impatto massimo del cantiere, in quanto la potenza sonora è quella massima prevista.

Per la realizzazione delle simulazioni acustiche sono stati considerati significativi tre cantieri tipologici, rappresentativi delle varie tipologie di edificato della città: un cantiere in zona centrale nel centro storico, lungo Via Indipendenza, un cantiere in zona semi centrale, ma di realizzazione più moderna, lungo Via Matteotti ed un cantiere periferico, in zona Corticella.

Cantiere in zona centrale (Via Indipendenza) Via Indipendenza, orientata da nord a sud è forse la strada più importante di Bologna. È lunga più di un chilometro e larga mediamente circa 12 metri, superficialmente è pavimentata in lastre di pietra ed è priva di marciapiedi esterni, ma è interamente costeggiata di portici alti circa 7 metri e profondi 4 ospitanti negozi e locali pubblici. Gli edifici lungo la strada sono tutti di altezza omogenea, di 5 – 6 piani.

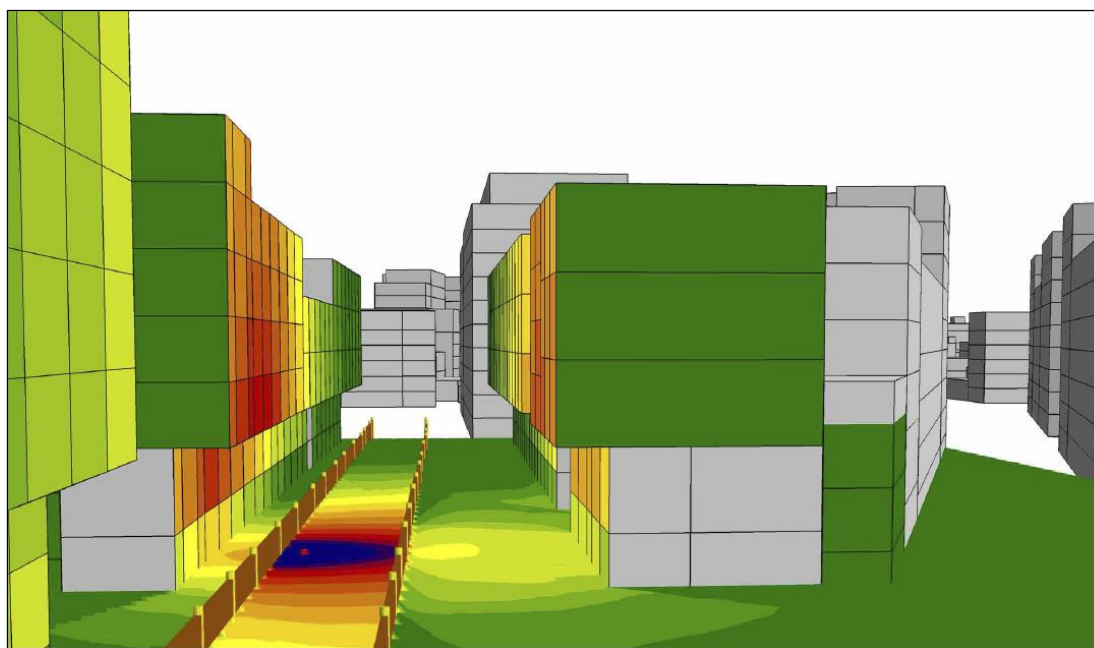


Cantiere in zona semi centrale (Via Matteotti)



Situata lungo il prolungamento ideale di Via Indipendenza, oltre Ponte Matteotti in direzione nord, Via Matteotti, dalla caratteristica biforcazione è circondata da palazzi alti con portici, di altezza molto variabile, la tipologia edilizia è più eterogenea, irregolare, anche come epoca di edificazione.

La strada è lunga 500 metri e larga nel tratto simulato, circa 14 metri. Il tratto scelto è quello subito oltre la biforcazione dove la linea si sdoppia.



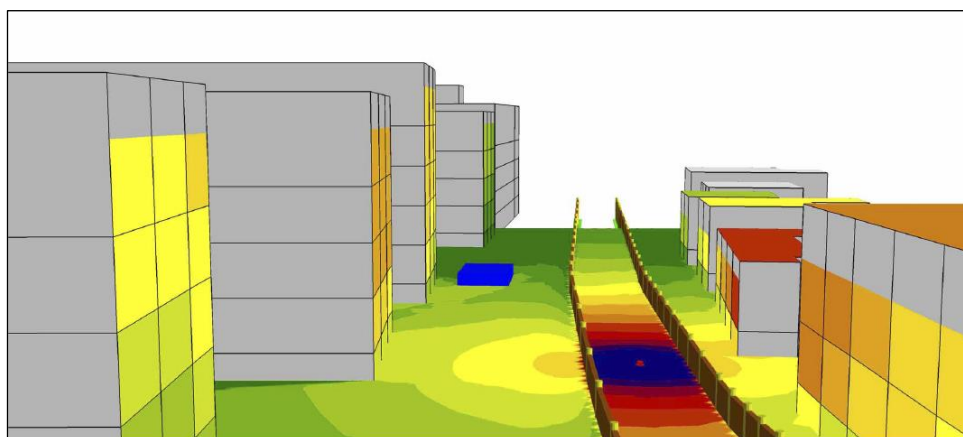
Cantiere periferico tipologico Nell'area periferica di Bologna l'edificato progressivamente si dirada e si impoverisce rispetto ai palazzi del centro. Non sono più presenti portici e la presenza di attività commerciali è molto ridotta rispetto alle vie centrali.

Il tratto interessato dalla simulazione è a Nord della tangenziale.



La sede stradale è larga circa dieci/dodici metri ed i palazzi circostanti sono nella maggior parte dei casi alti da due a quattro piani.

La rarefazione dell'edificato, dal punto di vista acustico, permette al rumore di disperdersi più facilmente perché ai lati della sede stradale sono presenti ampi marciapiedi irregolarmente spaziosi prima di giungere agli edifici che sorgono piuttosto arretrati rispetto al limite stradale.



### *Modello di simulazione utilizzato*

La determinazione dei livelli di rumore indotti è stata effettuata con l'ausilio del modello previsionale di calcolo SoundPLAN della soc. Braunstein + Bernt GmbH.

La scelta di applicare tale modello di simulazione è stata effettuata in considerazione delle caratteristiche del modello, del livello di dettaglio che è in grado di raggiungere e, inoltre, della sua affidabilità ampiamente garantita dalle applicazioni già effettuate in altri studi analoghi.

SoundPLAN è un modello previsionale ad “ampio spettro” in quanto permette di studiare fenomeni acustici generati da rumore stradale, ferroviario, aeroportuale e industriale utilizzando di volta in volta gli standard internazionali più ampiamente riconosciuti.

Nel caso specifico si utilizza come riferimento la norma ISO 9613 “dedicata” al problema della propagazione in ambiente esterno.

Per il calcolo del rumore emesso durante la realizzazione delle opere in progetto sono state valutate le relative fasi di lavoro, individuando quella più rumorosa; per tale fase sono state individuate le sorgenti sonore attive con i relativi livelli di potenza sonora, ed inserite nel modello di simulazione SoundPLAN nei cantieri tipo precedentemente individuati e descritti.

#### Norma ISO 9613

La norma internazionale ISO 9613 è dedicata alla modellizzazione della propagazione acustica nell'ambiente esterno, ma non fa riferimento alcuno a sorgenti specifiche di rumore (traffico, rumore industriale...), anche se è invece esplicita nel dichiarare che non si applica al rumore aereo (durante il volo dei velivoli) e al rumore generato da esplosioni di vario tipo. L'Unione Europea ha scelto tale norma come riferimento ad interim per la modellizzazione del rumore industriale.

E' una norma di tipo ingegneristico rivolta alla previsione dei livelli sonori sul territorio, che prende origine da una esigenza nata dalla norma ISO 1996 del 1987, che richiedeva la valutazione del livello equivalente ponderato “A” in condizioni meteorologiche “favorevoli alla propagazione del suono”; la norma ISO 9613 permette, in aggiunta, il calcolo dei livelli sonori equivalenti “sul lungo periodo” tramite una correzione forfettaria.

La prima parte della norma (ISO 9613-1:1993) tratta esclusivamente il problema del calcolo dell'assorbimento acustico atmosferico, mentre la seconda parte (ISO 9613-2:1996) tratta in

modo complessivo il calcolo dell'attenuazione acustica dovuta a tutti i fenomeni fisici di rilevanza più comune, ossia:

- la divergenza geometrica;
- l'assorbimento atmosferico;
- l'effetto del terreno: le riflessioni da parte di superfici di vario genere;
- l'effetto schermante di ostacoli;
- l'effetto della vegetazione e di altre tipiche presenze (case, siti industriali).

La norma ISO, come abbiamo già rimarcato, non si addentra nella definizione delle sorgenti, ma specifica unicamente criteri per la riduzione di sorgenti di vario tipo a sorgenti puntiformi.

In particolare, viene specificato come sia possibile utilizzare una sorgente puntiforme solo qualora sia rispettato il seguente criterio:

$$d > 2 H_{\max}$$

dove  $d$  è la distanza reciproca fra la sorgente e l'ipotetico ricevitore, mentre  $H_{\max}$  è la dimensione maggiore della sorgente.

L'equazione che permette di determinare il livello sonoro  $LAT(DW)$  in condizioni favorevoli alla propagazione in ogni punto ricevitore è la seguente:

$$LAT(DW) = L_w + D_c - A$$

dove  $L_w$  è la potenza sonora della sorgente (espressa in bande di frequenza di ottava) generata dalla generica sorgente puntiforme,  $D_c$  è la correzione per la direttività della sorgente e  $A$  l'attenuazione dovuti ai diversi fenomeni fisici di cui sopra, espressa da:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

con

- $A_{div}$  attenuazione per la divergenza geometrica,

- Aatm attenuazione per l'assorbimento atmosferico,
- Agr l'attenuazione per effetto del terreno,
- Abar l'attenuazione di barriere,
- Amisc l'attenuazione dovuta agli altri effetti non compresi in quelli precedenti.

#### Tipologia di simulazioni eseguite

Sono state eseguite tre tipi di simulazioni acustiche: mappe di rumore, sezioni e livelli in facciata.

- *Mappe di rumore:* Le mappe di rumore sono state eseguite ad un'altezza dal suolo di 1,5 metri per rappresentare il clima acustico nel quale si troverebbe una persona all'aperto nei dintorni del cantiere. Ciò in considerazione del fatto che l'area interessata è costituita da alcune delle strade più commerciali di Bologna, pertanto l'elevata presenza di ricettori a piedi e di attività commerciali, qualifica le aree circostanti i cantieri come ricettori dal punto di vista acustico.
- *Sezioni acustiche:* A questo tipo di calcolo è stato affidato il compito di illustrare l'andamento del rumore verso gli edifici e l'interazione tra le riflessioni sui portici, sugli edifici e sulle mitigazioni acustiche per valutarne l'efficacia schermante.
- *Livelli di rumore in facciata:* A questo calcolo è stato affidato il compito di descrivere l'impatto acustico sui ricettori abitativi, fornendo le indicazioni di dettaglio sulla efficacia delle mitigazioni nel ridurre per quanto possibile, viste le difficili condizioni di propagazione, i livelli di pressione sonora.

#### Rappresentazione dei dati simulati

Le tavole allegate presentano graficamente le informazioni ricavate dalle simulazioni, tale rappresentazione è stata preferita alla presentazione di tabelle numeriche perché fornisce maggiore immediatezza di lettura e permette di avere una percezione immediata dell'estensione dei fenomeni acustici.

Tutte le tavole hanno la medesima scala cromatica per i livelli di pressione sonora in modo da essere immediatamente confrontabili tra loro. Inoltre la scala è suddivisa a step di 2,5 dB ognuno, partendo dai 60 dB(A) in modo da fornire, con un dettaglio intermedio, immediato confronto con i vari limiti di classificazione acustica.

Per ognuno dei tre cantieri tipologici di linea simulati sono state presentate sei tavole in due gruppi di tre, rappresentanti le due fasi di lavorazione simulate, la realizzazione polifora e la realizzazione sede tranviaria.

In ogni serie di tre tavole la prima rappresenta una coppia di mappe isofoniche ricavate ad un'altezza di 1,5 metri da terra.

Le mappe evidenziano la situazione acustica generata da una lavorazione con e senza le opere di mitigazione rappresentate, come detto, da barriere antirumore alte tre o cinque metri.

La seconda tavola riporta nella parte in alto una visualizzazione tridimensionale dell'area di cantiere, completa di mitigazioni acustiche, dove sono riportate contemporaneamente la mappa di rumore a 1,5 metri ed il risultato dei calcoli dei livelli in facciata sugli edifici. Nella parte in basso è invece riportata la mappa di rumore con riportata l'indicazione del livello di pressione sonora massimo a cui è soggetto l'edificio.

La mappa copre parte della situazione rappresentata: essendo calcolata e rappresentata a 1,5 metri di altezza dal suolo altera le proporzioni degli edifici: la coppia di immagini riportate sotto mostra il tipo di dettaglio coperto.

La terza tavola è una coppia di sezioni acustiche rappresentanti sempre il cantiere senza e con le mitigazioni acustiche ipotizzate.

#### Sorgenti sonore inserite

Si riportano, per completezza di trattazione, le informazioni sulle macchine e sulle dotazioni di cantiere utilizzate nel presente studio.

Macchine	Potenza sonora (LwA)	Utilizzo
----------	----------------------	----------

Macchine	Potenza sonora (LwA)	Utilizzo
Minipala per fresatura asfalto	108	Utilizzata nelle fasi di demolizione di pavimentazioni mediante fresatura del materiale nelle fasi di spostamento
Fresa per asfalti	115	Utilizzata nelle fasi di demolizione di aree estese di pavimentazioni insieme ad un autocarro per la raccolta dell'asfalto fresato durante la fase di fresatura
Escavatore 160q.li	102	Utilizzate in ogni operazione di scavo, stesa materiali inerti, demolizioni tratti di pavimentazioni, etc.
Minipala bobcat	102	Utilizzate in ogni operazione di movimentazioni materiali e stesa inerti
Miniescavatore	96	Utilizzate in ogni operazione di scavo, stesa materiali inerti, demolizioni tratti di pavimentazioni, etc.
Autocarro	98	Movimentazione terra e trasporto materiali
Autobetoniera	100	Getti di cls
Pompa CLS	108	Getti di cls
Vibrofinitrice	108	Stesa bitume nella pavimentazione in asfalto
Rullo compattatore	105	Rullo compattatore e vibrocompattatore utilizzato nelle fasi di costipazione dei rilevati e nella compattazione dell'asfalto
Autogru	108	Fasi di trasporto materiali e movimentazione travi
Sollevatore a forche	104	Utilizzato nelle operazioni di movimentazione materiali all'interno del cantiere
Gruppo elettrogeno	100	Alimentazione apparecchiature elettriche

### *Sorgenti afferenti ai cantieri lungo la linea*

Come già accennato precedentemente, la lavorazione più impattante per i cantieri di realizzazione della linea tranviaria è l'asportazione del pacchetto stradale tramite scarificatrice. Tale sorgente è stata inserita nel modello di simulazione imponendo per i due mezzi che costituiscono la squadra di lavorazione le seguenti caratteristiche:

- scarificatrice: potenza sonora  $L_w$  115,0 dB(A) spettro da libreria "Tracked semi mobile crusher"
- camion di supporto:  $L_w$  97,8 dB(A) spettro da libreria "Dump truck"

La sorgente in questo caso non è stata composta a partire dalle potenze delle sue componenti perché la distanza reciproca tra i mezzi non lo ha consentito, per cui sono state inserite nelle simulazioni due sorgenti ad una distanza reciproca di tre metri orientate nel senso di marcia della scarificatrice:

Fase/Macchina	Lw [dBA]	% utilizzo	Lw [dBA]
---------------	----------	------------	----------



Fase/Macchina		Lw [dBA]	% utilizzo	Lw [dBA]
Scarifica				
	scarificatrice	115.0	100%	<b>115.0</b>
	Camion di supporto	97.8	100%	<b>97.8</b>

Per quanto riguarda la tempistica di funzionamento sono state considerate 8 ore di funzionamento, tutte nel tempo di riferimento diurno.

Le sorgenti sonore sono state posizionate ad un metro dal terreno.

### ***Mitigazioni acustiche***

#### Barriere mobili di cantiere

La delicatezza della gestione di un cantiere in un'area urbana antica come quella di Bologna impone alcune scelte sulle tecnologie di mitigazione degli impatti.

La barriera ipotizzata per i cantieri lungo linea è una barriera autoportante, certificata H2 senza vincolo fisso a terra, alta tre metri, con una base limitata al massimo a 1,2 metri di larghezza, fonoassorbente da ambo i lati, con una classe di fonoassorbenza almeno pari alla A4.

Tornando alle caratteristiche delle barriere, la richiesta di essere autoportante e certificata senza appoggio fisso a terra, pur mantenendo una ridotta impronta al suolo, (1,2 metri max) è dovuta alla necessità di assicurare la massima sicurezza in un contesto caratterizzato da spazi ristretti, sia per il traffico urbano che per i mezzi di cantiere, pur permettendo la possibilità di adattare rapidamente il cantiere a mutate esigenze di spazio, senza danneggiare le pavimentazioni e senza perdite di tempo e danneggiamenti dovute alle operazioni di disancoraggio degli elementi di barriera.

Per quanto riguarda l'altezza, barriere con le stesse caratteristiche di stabilità e sicurezza sono prodotte anche con altezza cinque metri, ma scontano una base molto larga, che quindi introduce limitazioni al movimento dei mezzi da ambo i lati della barriera, influenzando così sia il cantiere sia il traffico nelle aree stradali, inoltre la loro resistenza alle sollecitazioni dovute al

vento è ridotta, per cui se ne è ritenuto non idoneo l'utilizzo nel particolare contesto operativo di questa cantierizzazione, caratterizzata più che dalla possibilità di azioni ribaltanti da parte del vento, dalla possibilità di leggeri urti nella parte alta.

Per quanto riguarda le caratteristiche acustiche, la richiesta di una fonoassorbente almeno pari alla classe A4 su ambo i lati della barriera è dovuta all'effetto riverberante indotto dalla ridotta ampiezza delle strade e dalla presenza dei portici, presenti lungo gran parte del tracciato urbano.

### Barriere integrative

Nelle aree di cantiere situate in prossimità di edifici dotati di portici si possono posizionare per ridurre ulteriormente le immissioni di rumore sotto il portico, salvaguardando così la fruibilità delle attività commerciali presenti sotto i portici, barriere leggere alte costituite da un telo impedente dotato di caratteristiche fonoassorbenti su di un lato, montato su di una intelaiatura leggera ad U rovesciata alta quanto il portico e disposta con i montanti collegati alle colonne del portico tramite l'interposizione di tamponi in gomma morbida in modo da non creare rischio di danneggiamenti.

La barriera quindi chiuderà la parte alta del vano del portico lasciando la possibilità di libero movimento da terra fino all'altezza minima fissata in base alle esigenze locali.

Tale barriera leggera avrà anche l'effetto, secondario, ma non trascurabile di ridurre la penetrazione di polveri nell'area del portico.

L'apposizione di tale barriera integrativa può essere limitata ai casi ove le caratteristiche degli esercizi siano più impattate dalle lavorazioni per la presenza di caratteristiche particolari dell'attività, ad esempio attività svolta a porte aperte o con tavoli all'aperto in cui stazionano avventori.

Nel caso si utilizzi un solo telo è opportuno che la faccia fonoassorbente sia rivolta verso l'interno del portico per diminuire la riverberazione, se si utilizza un doppio telo, esso deve essere appeso mantenendo all'esterno le facce fonoassorbenti.

Le barriere integrative sospese non sono state inserite nelle simulazioni perché l'utilizzo, saltuario o generalizzato, dovrà essere approfondito nella fase successiva di progettazione, sentiti i pareri di tutti gli enti interessati all'apposizione di strutture temporanee in appoggio agli edifici.

### ***Risultati delle simulazioni***

Vista l'impostazione delle simulazioni, realizzate attorno alla sorgente più disturbante, la differenza nei livelli generati dalle due fasi analizzate dipende dalla posizione delle sorgenti e delle mitigazioni mobili.

La fase di cantiere denominata "realizzazione polifore" in assenza di mitigazioni impatta, ad altezza uomo, oltre i 65 dB(A) per 120 metri, 60 prima e 60 dopo la macchina al lavoro.

Con le mitigazioni inserite, l'area impattata si dimezza, circa 30 metri prima ed altrettanti dopo la macchina.

In un ambiente complesso come quello di una via urbana, il tempo necessario alle operazioni di scavo non è completamente quantificabile perché dipende dalla presenza di tombini, sottoservizi superficiali ed altri manufatti sepolti. La presenza di ognuno di questi oggetti causa un arresto del lavoro di scavo che deve essere completato con mezzi diversi per l'isolamento dell'oggetto disturbante e la sua rimozione, poi la scarifica può riprendere oltre l'ostacolo.

La velocità teorica di questo tipo di macchine è di circa 100 metri/ora, cioè 6 Km/h, ma è un dato del tutto aleatorio, si può comunque considerare che sia possibile ipotizzare che i 60 metri complessivi nei quali la macchina induce livelli oltre i limiti di legge possano essere completati nel tempo di un giorno lavorativo.

L'impatto del cantiere di realizzazione della sede tranviaria è simile, solo leggermente superiore per via della maggiore apertura delle barriere rispetto alla sorgente, per cui si può ipotizzare che questa sorgente impatterà nell'arco dei 6 – 7 mesi di durata complessiva del cantiere per tre giorni oltre il limite di legge.

Per quanto riguarda le altre sorgenti, la loro ridotta potenza sonora rispetto a quella considerata e la diluita attività temporale delle lavorazioni rendono meno impattanti le emissioni acustiche.

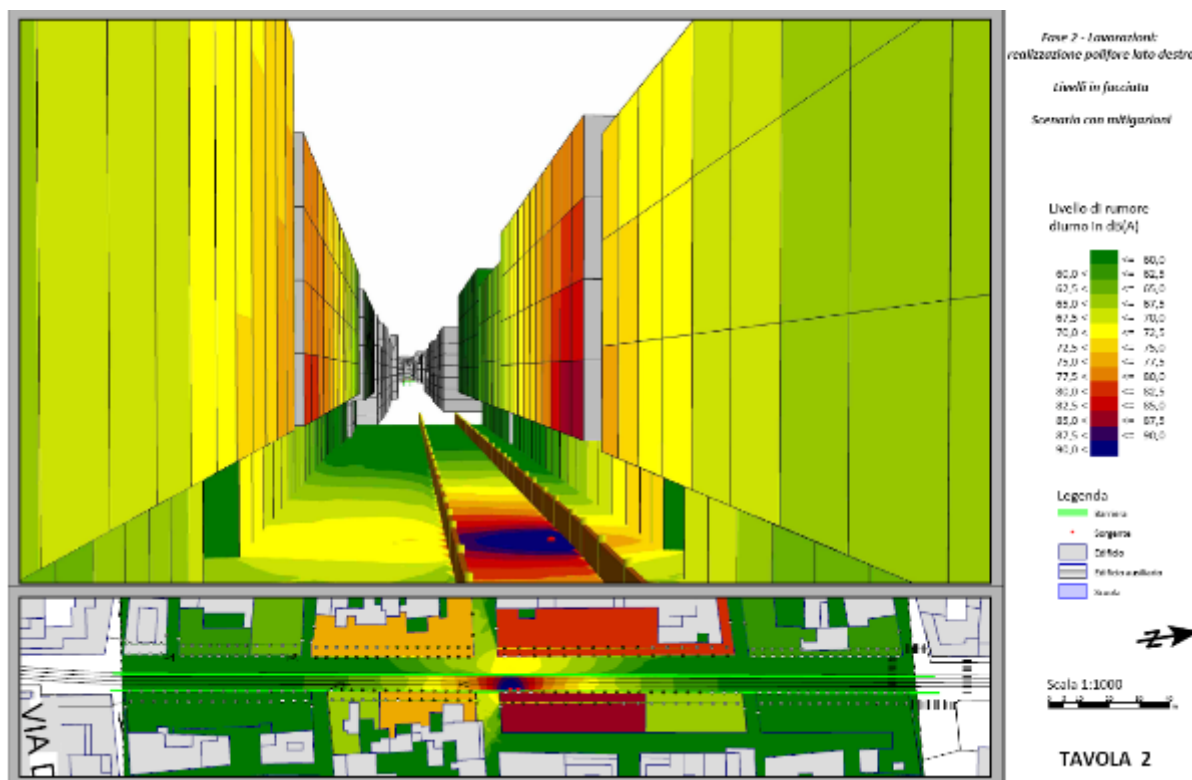
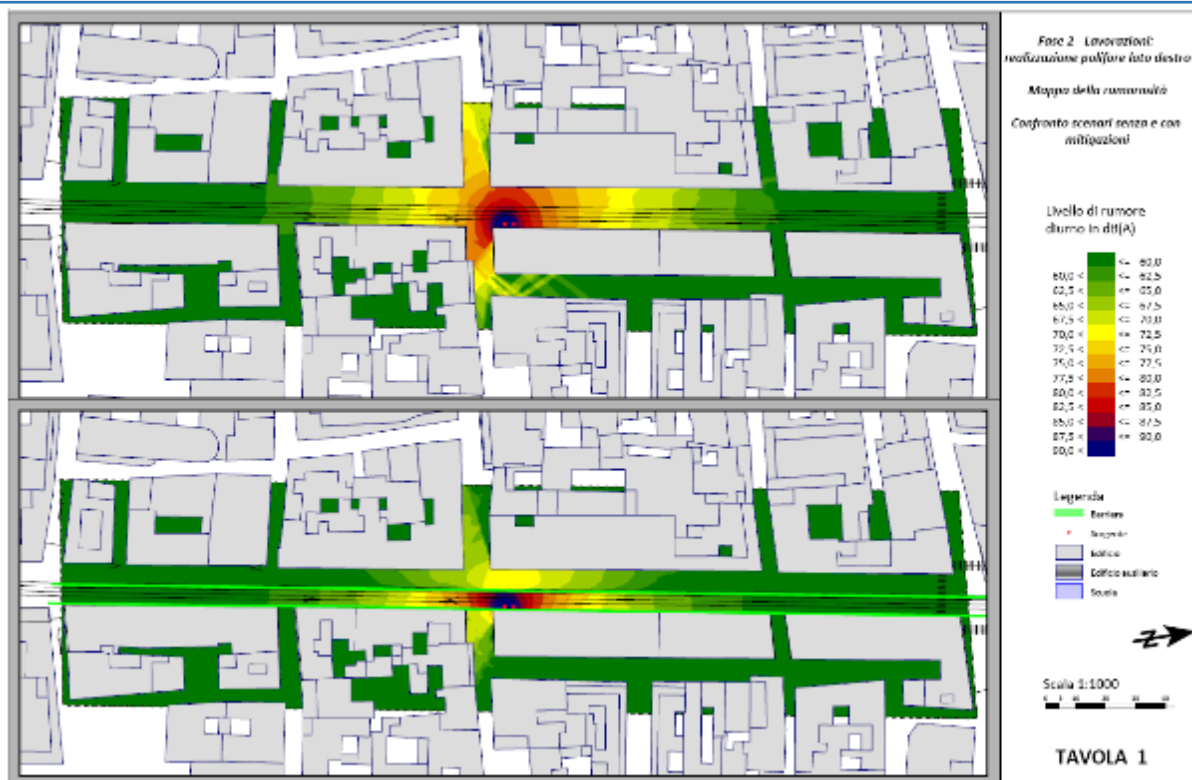
Per quel che concerne il livello presso i ricettori abitativi, il livello massimo raggiunto in facciata è di poco superiore agli 80 dB(A), non si prevedono risultati superiori agli 82,5 dB(A), limitatamente ai piani bassi degli edifici, il primo ed il secondo sopra il portico; mentre i piani più alti avranno livelli variabili tra 75 ed 80 dB(A).

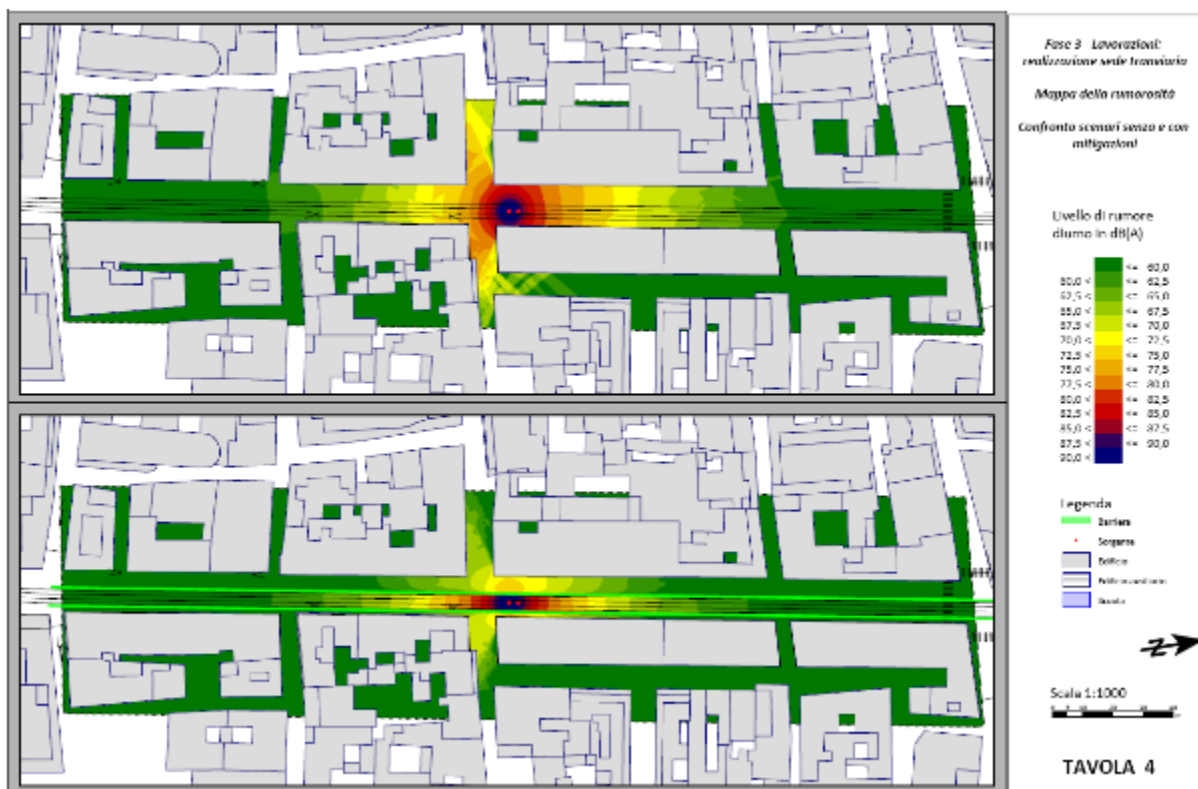
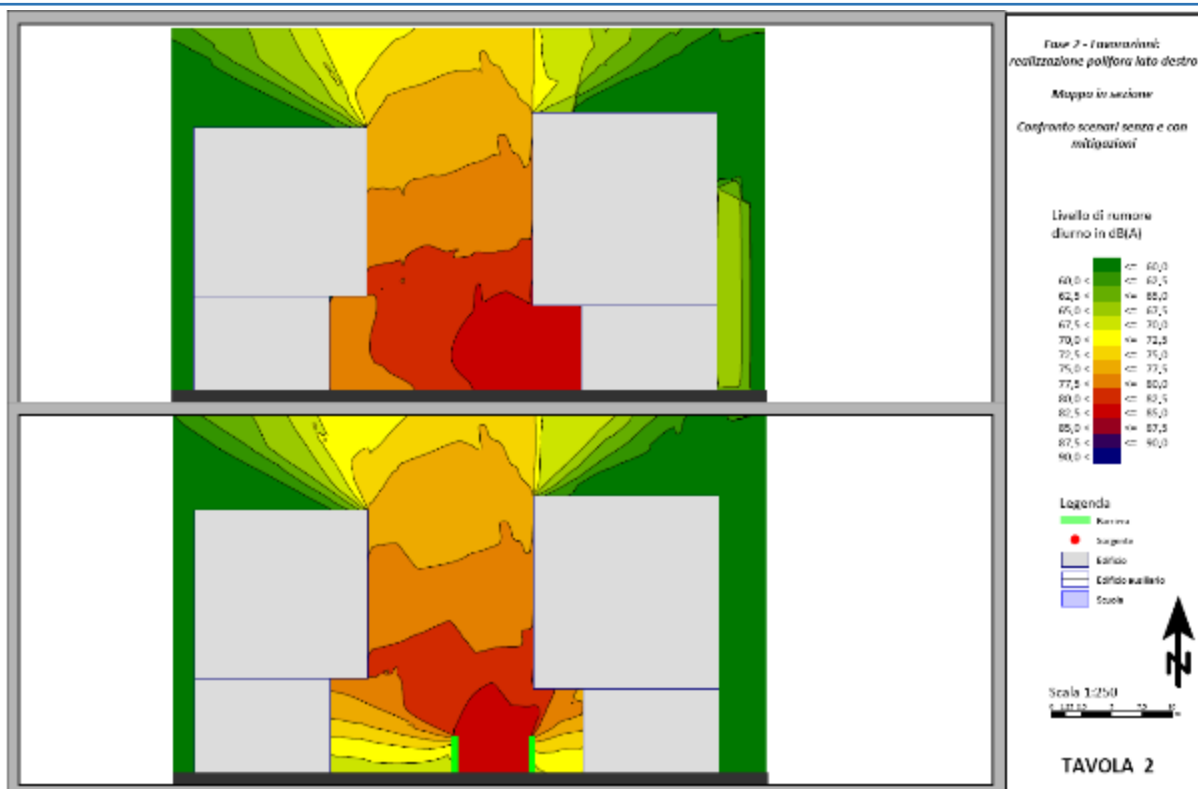
Questi livelli saranno limitati alla porzione di facciata immediatamente sopra la macchina, circa 10 metri di ampiezza, per cui raggiungibili per un tempo molto ridotto, dell'ordine dei minuti, al massimo delle ore.

L'area sulle facciate impattata oltre i 65 dB(A) sarà di circa 120 metri, analoga all'area impattata senza mitigazioni.

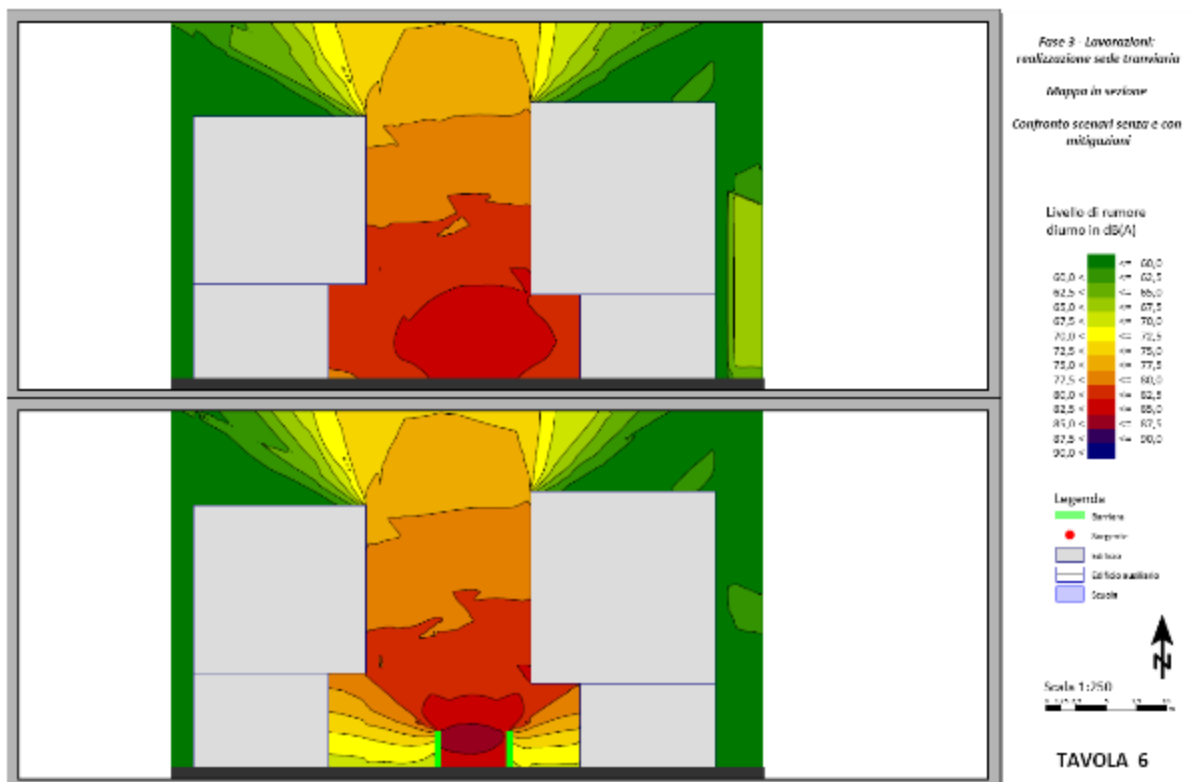
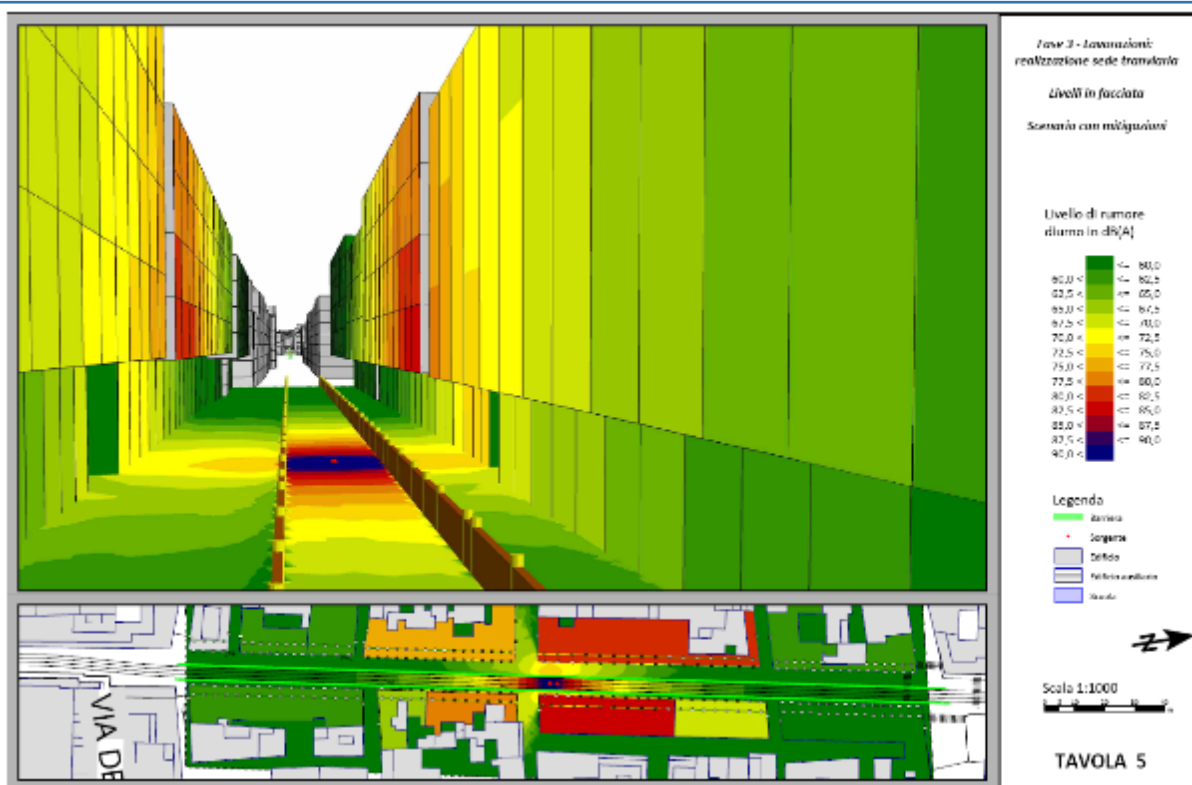
L'operazione di scarifica, per quanto riguarda il cantiere tipologico del centro storico, la cui pavimentazione è in lastre di pietra, naturalmente riguarda il solo massetto di fondazione in CLS e sarà effettuata dopo l'asportazione delle lastre superficiali.

Cantiere tipologico in zona centrale

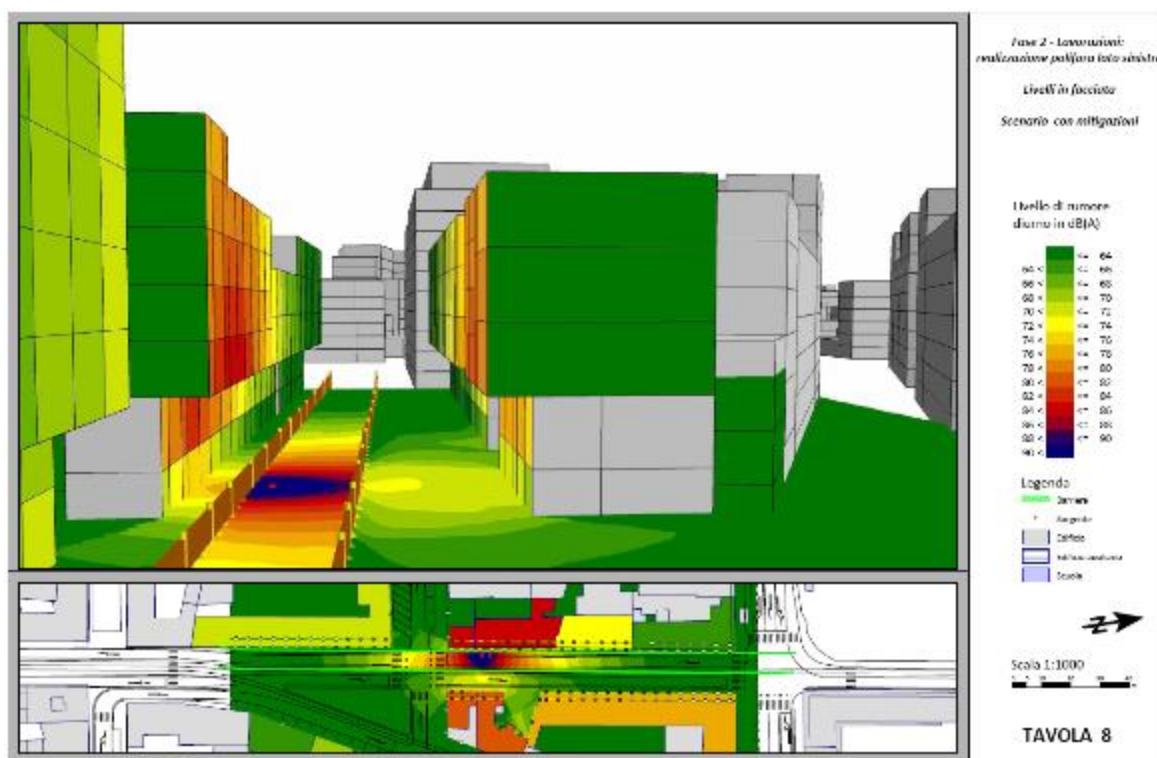
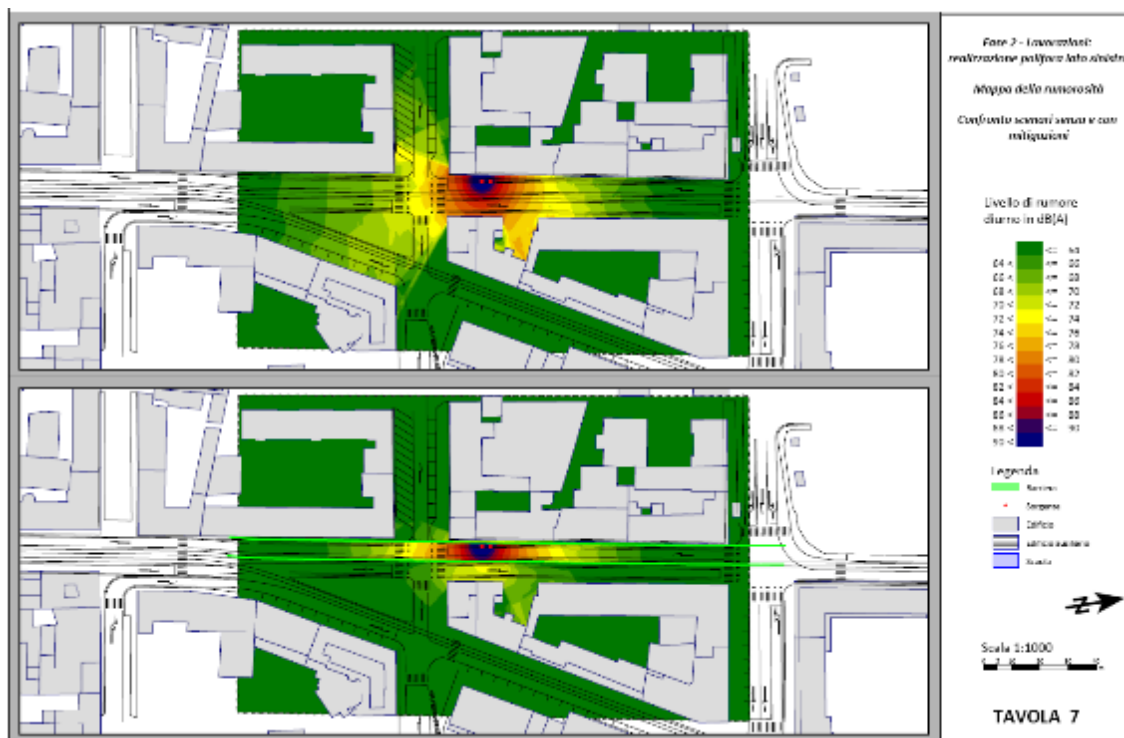


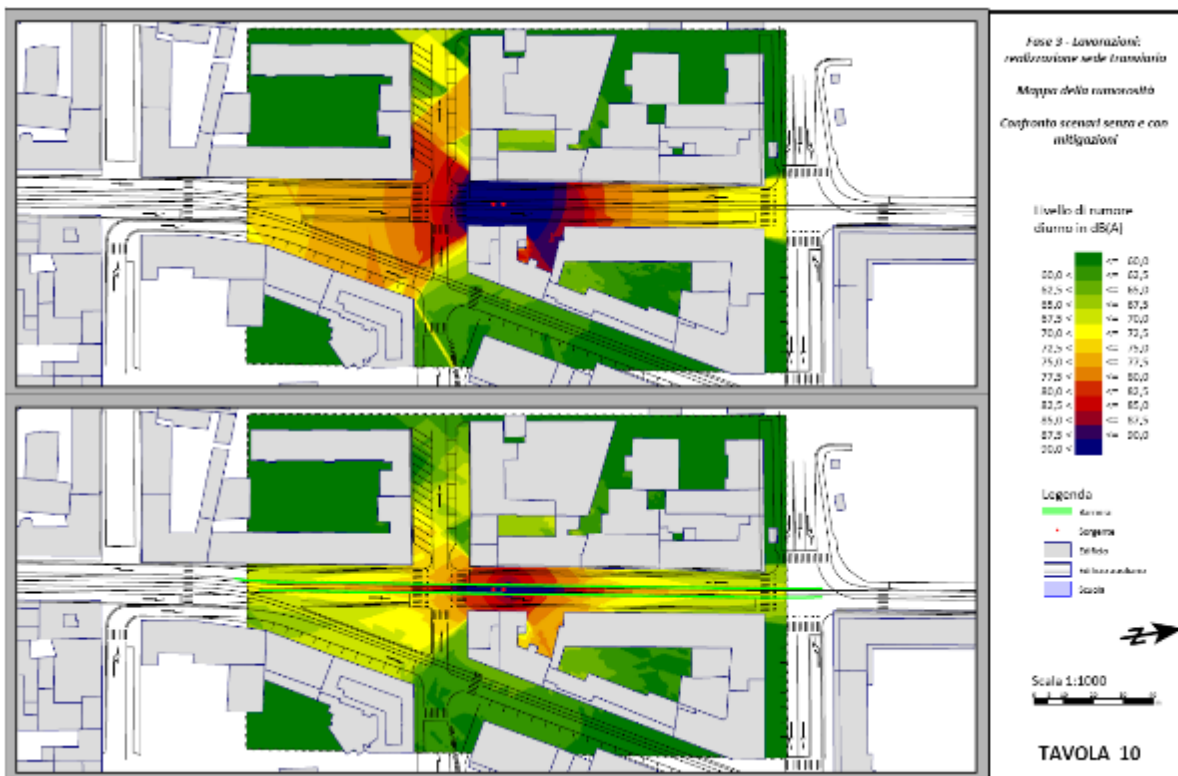
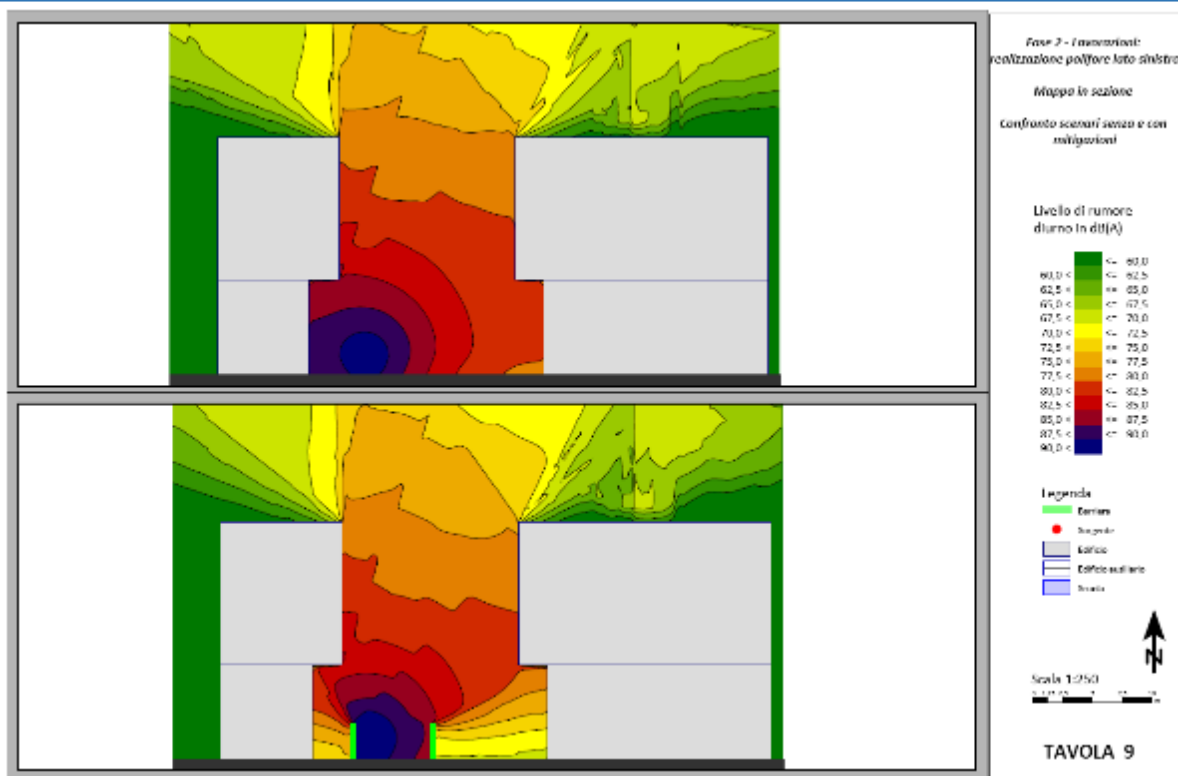


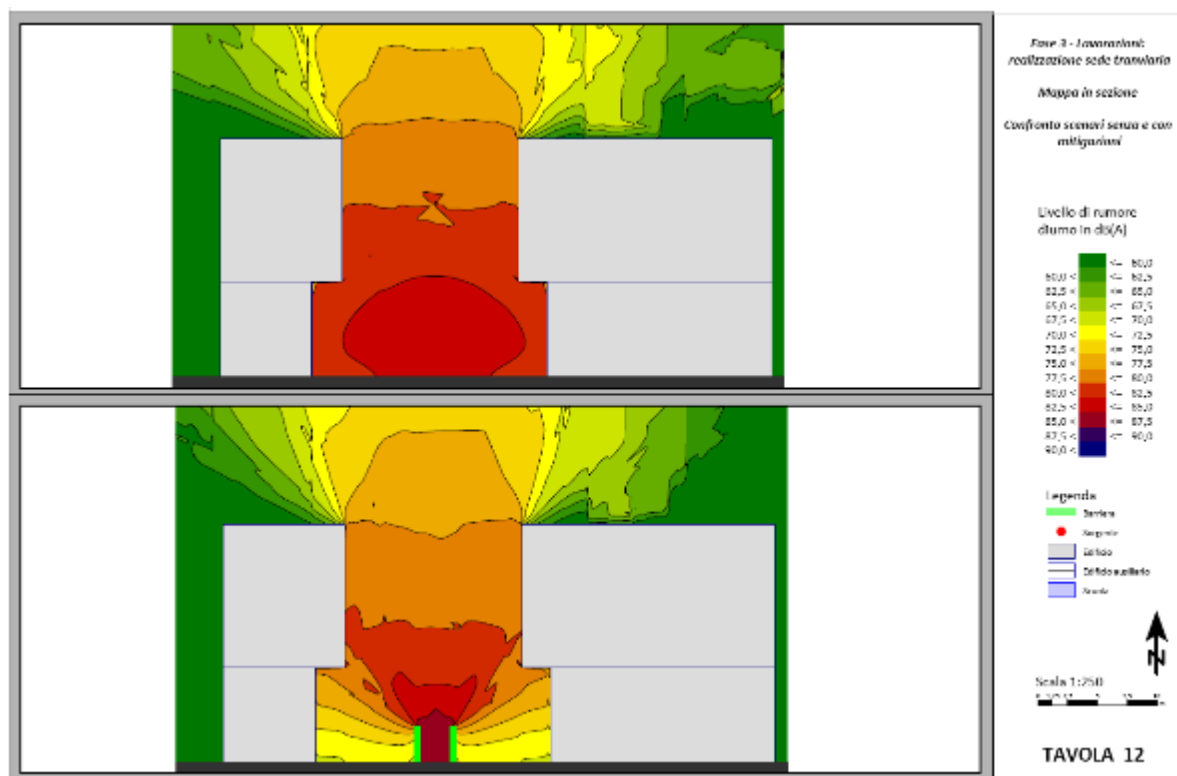
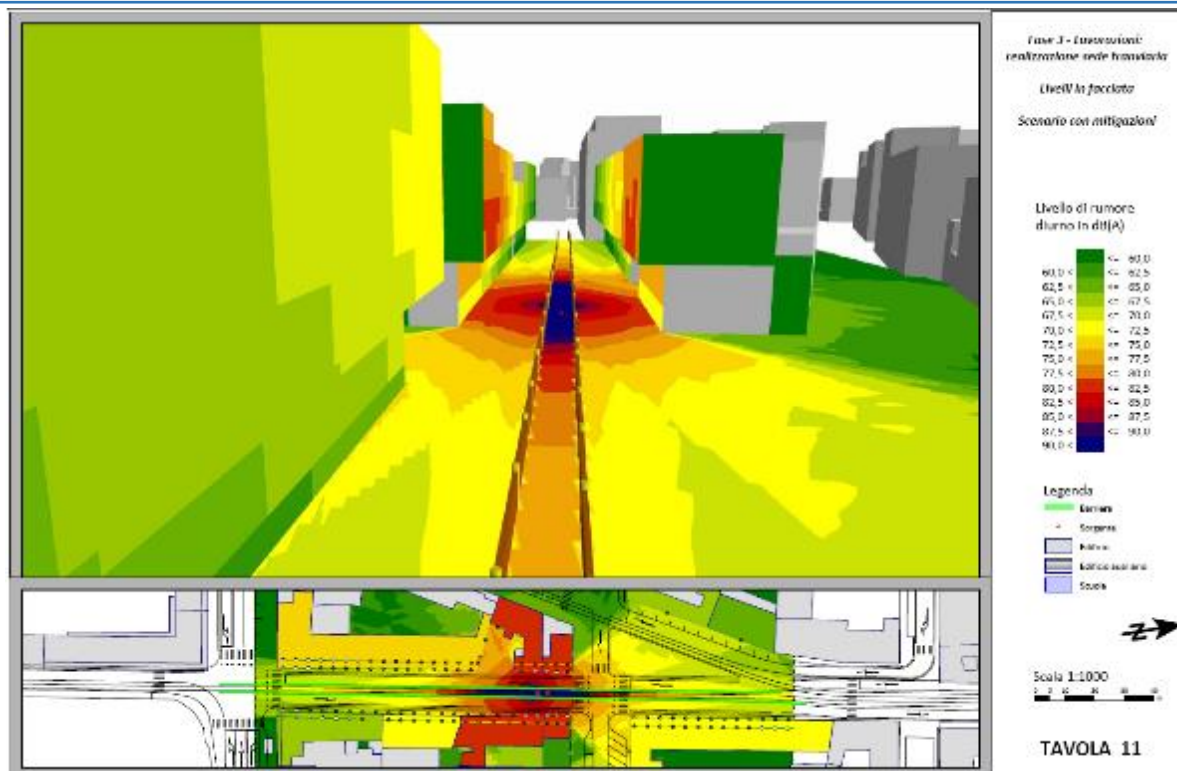




### Cantiere tipologico in zona semi centrale

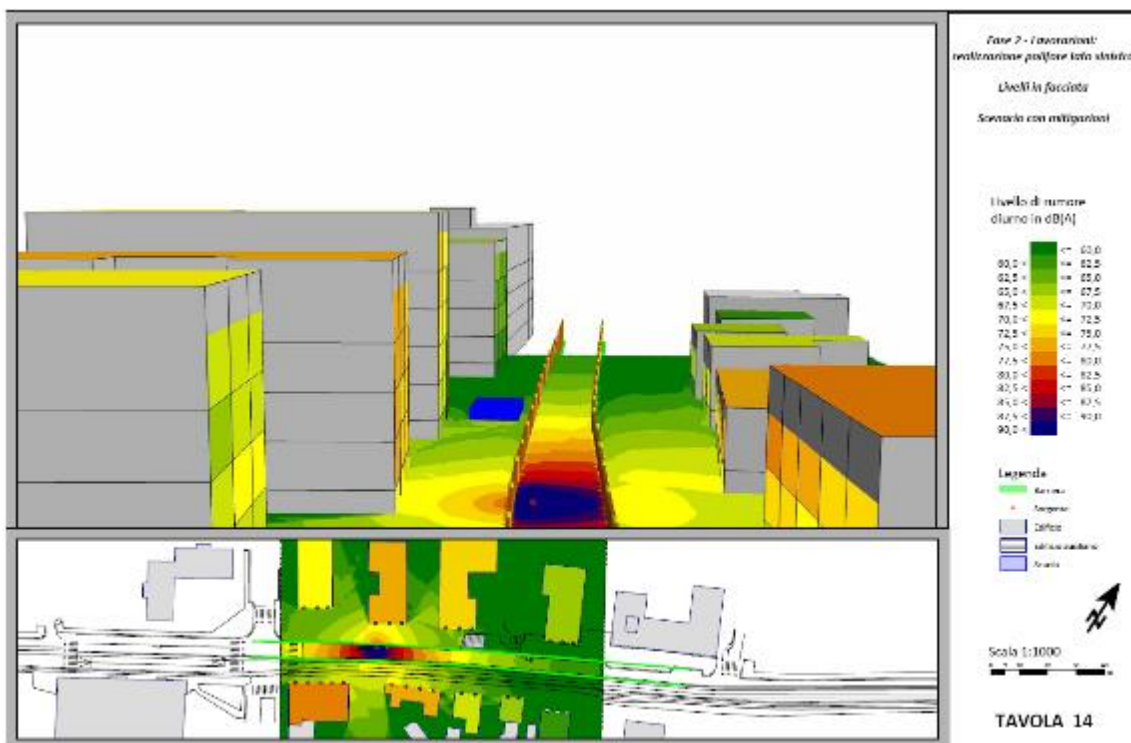
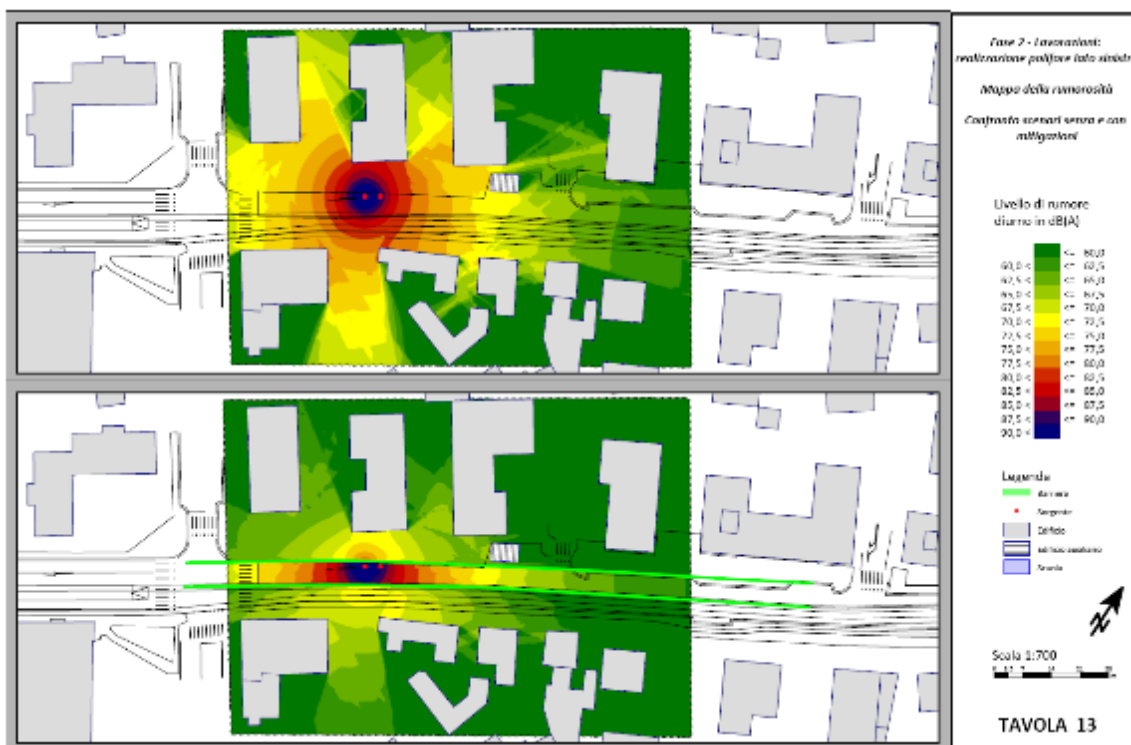


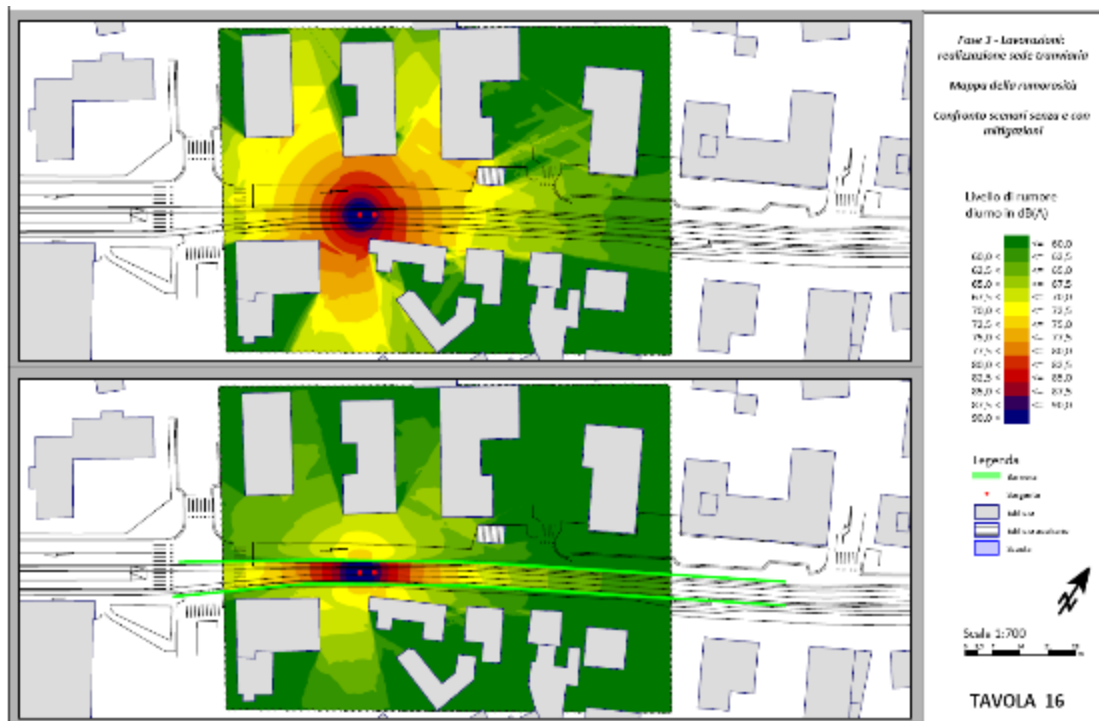
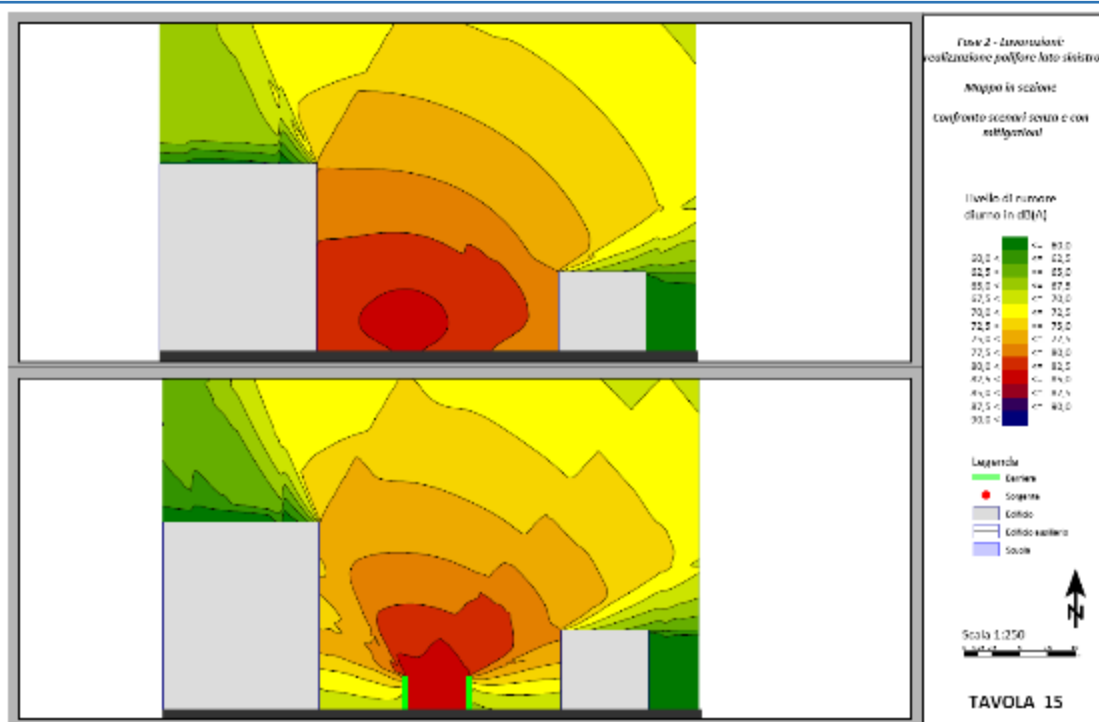




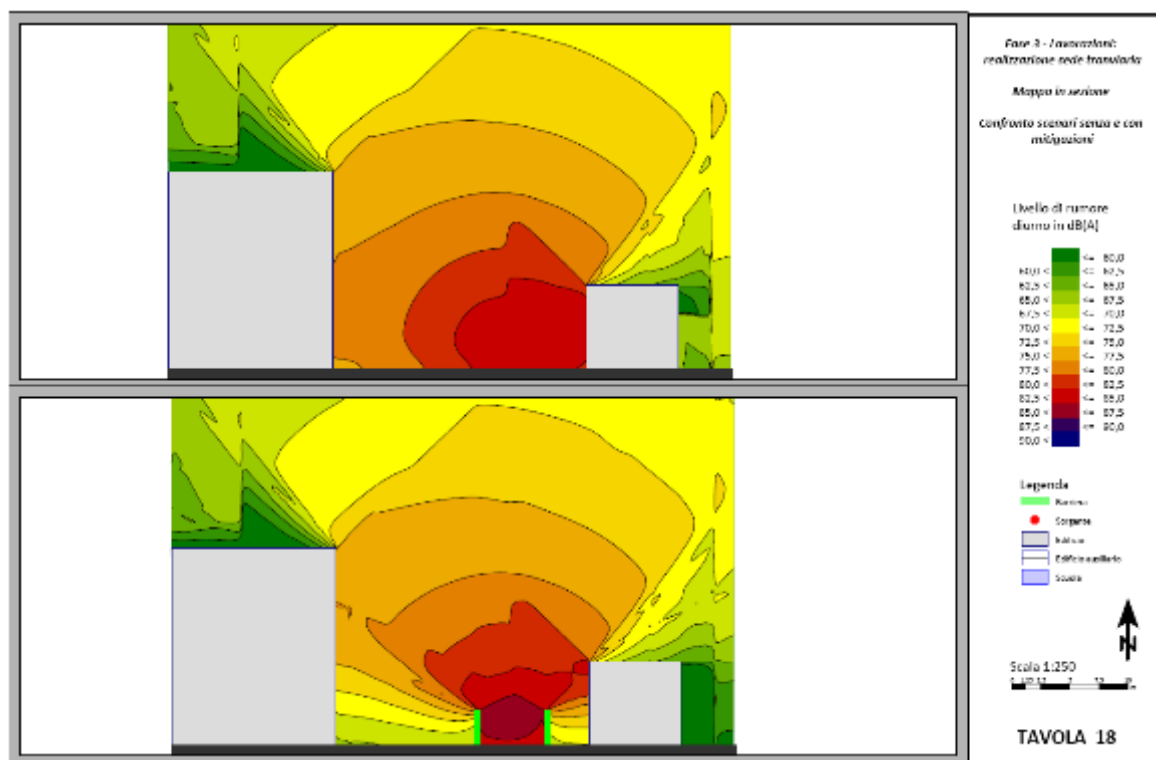
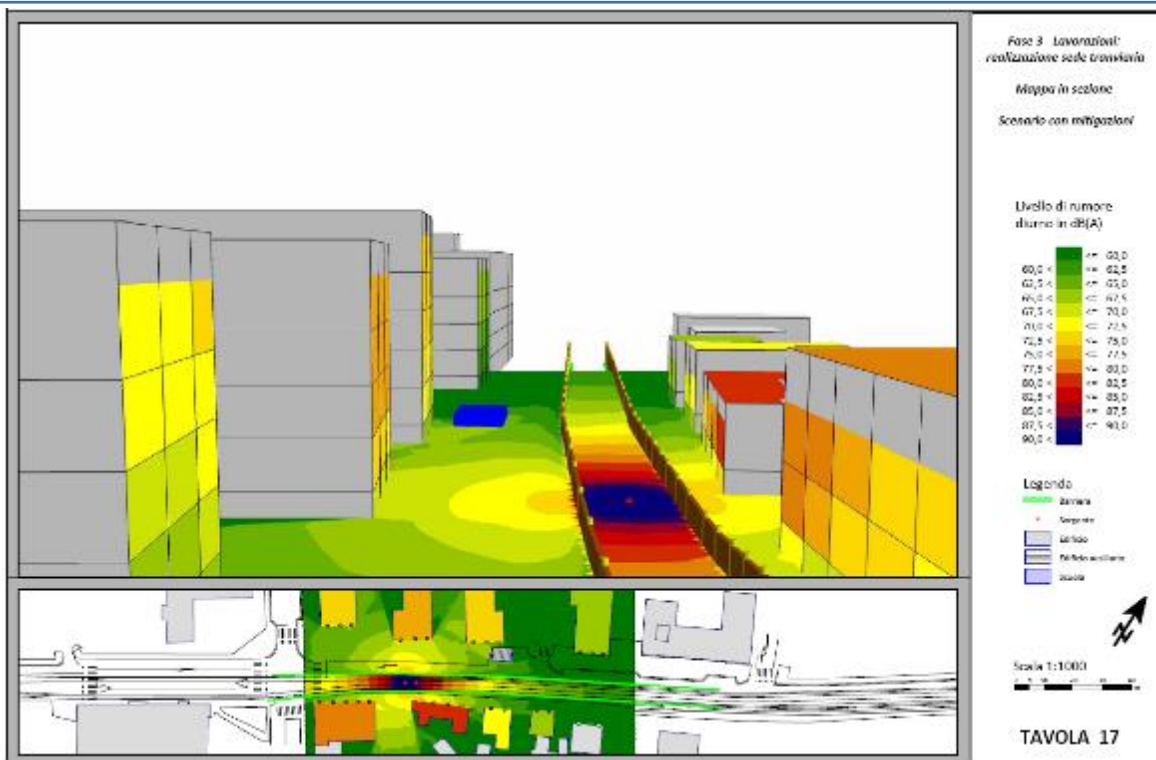


## Cantiere tipologico in zona periferica









#### 5.3.1.2 Fase di esercizio

Dalle simulazioni sviluppate, si evince che nello scenario di progetto, ovvero con il passaggio della linea tranviaria e senza l'introduzione di nuove viabilità alternative, si assiste ad un miglioramento dei valori di pressione acustica su quasi tutti i recettori individuati lungo il tracciato dell'infrastruttura e non si ha nessun nuovo superamento del limite normativo per alcun recettore.

Gli unici recettori per i quali si stima un nuovo superamento del limite normativo, sono ubicati in prossimità di viabilità lungo la quale è previsto un incremento del traffico stradale, ossia lungo Via Algardi (nel tratto compreso tra la Via Ferrarese e Via Raimondi), Via Ferrarese (nel tratto compreso tra la Via Algardi e Via Creti), Via Barbieri, Via Gobetti (nel tratto compreso tra la Via Barbieri e Via Erbosa), Via della Beverara (nel tratto compreso tra la Via Gagarin e Via Marco Polo), Via dell'Arcoveggio (nel tratto compreso tra la Via Giardini e Via delle Fonti), Via Lipparini (nel tratto compreso tra la Via Stendhal e Via di Corticella), Via di Corticella (nel tratto compreso tra la Via delle Fonti e Via dell'Arcoveggio); Via Byron (nel tratto compreso tra la Via Sant'Anna e Via Shakespeare), Via Cristoforo Colombo (nel tratto compreso tra l'uscita della tangenziale Lame Nord e Via di Corticella).

#### 5.3.2 MITIGAZIONI

##### 5.3.2.1 Fase di cantiere

In merito alle mitigazioni per la fase di cantiere si faccia riferimento a quanto riportato nel paragrafo 5.3.1, in quanto sono state riportate in quella sezione per organicità di trattazione.

Le mitigazioni ipotizzate nelle simulazioni per i cantieri lungo linea sono costituite da barriere autoportanti, certificate H2 senza vincolo fisso a terra, alte tre metri, con una base limitata al massimo a 1,2 metri di larghezza, fonoassorbenti da ambo i lati, con una classe di fonoassorbenza almeno pari alla A4.

Nelle aree di cantiere situate in prossimità di edifici dotati di portici si possono posizionare per ridurre ulteriormente le immissioni di rumore sotto il portico, salvaguardando così la fruibilità

delle attività commerciali presenti sotto i portici, barriere leggere alte costituite da un telo impedente dotato di caratteristiche fonoassorbenti su di un lato, montato su di una intelaiatura leggera ad U rovesciata alta quanto il portico e disposta con i montanti collegati alle colonne del portico tramite l'interposizione di tamponi in gomma morbida in modo da non creare rischio di danneggiamenti. La barriera quindi chiuderà la parte alta del vano del portico lasciando la possibilità di libero movimento da terra fino all'altezza minima fissata in base alle esigenze locali.

#### 5.3.2.2 Fase di esercizio

In merito alla variazione positiva del clima acustico in facciata ad alcuni ricettori da riferirsi al traffico veicolare privato e pubblico, qualora gli studi di traffico che saranno sviluppati nelle prossime fasi progettuali confermassero i volumi di traffico privato e pubblico previsti in fase di PFTE, sarà necessario adottare specifiche mitigazioni acustiche.

Tali interventi atti alla riduzione del clima acustico dovranno valutare innanzitutto variazioni di tracciato del trasporto pubblico e frequenze, riduzione della velocità dei mezzi, utilizzo di asfalto fono assorbente e la realizzazione di barriere acustiche fono assorbenti.

I tratti ove si valuterà, nelle successive fasi progettuali, la posa di asfalto fonoassorbente, quale mitigazione atta a contenere il puntuale peggioramento del clima acustico, saranno i seguenti:

- Via Algardi (nel tratto compreso tra la Via Ferrarese e Via Raimondi) per una lunghezza di circa m. 120;
- Via Ferrarese (nel tratto compreso tra la Via Algardi e Via Creti) per una lunghezza di circa m. 120;
- Via Barbieri per una lunghezza di circa m. 900;
- Via Gobetti (nel tratto compreso tra la Via Barbieri e Via Erbosa) per una lunghezza di circa m. 600;

- Via della Beverara (nel tratto compreso tra la Via Gagarin e Via Marco Polo) per una lunghezza di circa m. 1200;
- Via dell'Arcoveggio (nel tratto compreso tra la Via Giardini e Via delle Fonti) per una lunghezza di circa m. 350;
- Via Lipparini (nel tratto compreso tra la Via Stendhal e Via di Corticella) per una lunghezza di circa m. 300;
- Via di Corticella (nel tratto compreso tra la Via delle Fonti e Via dell'Arcoveggio) per una lunghezza di circa m. 550;
- Via Byron (nel tratto compreso tra la Via Sant'Anna e Via Shakespeare) per una lunghezza di circa m. 550;
- Via Cristoforo Colombo (nel tratto compreso tra l'uscita della tangenziale Lama Nord e Via di Corticella) per una lunghezza di circa m. 2500;

Per le aree nelle quali la variazione positiva acustica si presuppone legata anche al passaggio della tramvia, ossia lungo Via Ferrarese (nel tratto compreso tra la Via Algardi e Via Creti) e Via Byron (nel tratto compreso tra la Via Sant'Anna e Via Shakespeare), si potranno valutare opportuni accorgimenti quali:

- o lubrificazione del sistema rotaia/ruota mediante l'utilizzo di grasso biodegradabile per ridurre lo stridìo;
- o utilizzo di sistema di "armamento massivo" con utilizzo di materassino antivibrante da posare sotto la soletta di cemento su cui sono appoggiate le rotaie;
- o utilizzo di una gomma per il rivestimento dei binari, efficace anche contro le vibrazioni;
- o modifica del profilo delle ruote;
- o riduzione della velocità della tramvia.

Infine nei casi in cui gli sforzi effettuati per contenere i livelli sonori non risultino sufficienti, si può ipotizzare il ricorso ad interventi puntuali di mitigazione del rumore, quali ad esempio il

raddoppio degli infissi e/o l'installazione di finestre fonoisolanti/silenti, atti a non conseguire la variazione acustica positiva evidenziata.

## 5.4 VIBRAZIONI

### 5.4.1 IMPATTI

#### 5.4.1.1 Fase di cantiere

In fase di cantiere i potenziali impatti legati alle vibrazioni sono legati ai macchinari impiegati per le lavorazioni, alle attività di trasporto dei materiali e dai mezzi in transito.

Gli aspetti da considerare per definire le azioni di mitigazione degli impatti durante il trasporto dei materiali sono di diversa natura e contemplano:

- norme di sicurezza per il personale;
- verifica dello stato di manutenzione dei mezzi;
- verifiche interferenza con la viabilità;
- verifica esistenza di percorsi storici, siti archeologici, insediamenti ad elevata sensibilità;
- scelta delle alternative di percorrenza dei mezzi;
- verifica di contemporaneità con attività di altre opere/interventi;
- scelta degli orari di lavoro;
- regolamentazione e controllo del traffico;
- segnaletica di percorrenza dei mezzi di trasporto nei punti critici per il traffico;
- accorgimenti per limitare le emissioni acustiche;
- accorgimenti per limitare le emissioni di polveri;
- accorgimenti per limitare le dispersioni liquide inquinanti.

#### 5.4.1.2 Fase di esercizio

La produzione di vibrazioni non è funzione primaria del materiale rotabile, ma dipende in maniera predominante dal sistema di armamento adottato e il valore istantaneo massimo di eccitazione e la lunghezza del convoglio (e quindi il numero di carrozze o comunque più in

generale dalla sua composizione) non hanno alcuna influenza sul valore rilevato, così come il numero dei tram che transitano nel periodo diurno e notturno.

Sulla base dello studio di impatto effettuato si evince il rispetto dei valori limite proposti dalla normativa tecnica volontaria e nello specifico UNI 9916:2014 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici" e la UNI 9614:2017 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo".

#### 5.4.2 MITIGAZIONI

##### 5.4.2.1 Fase di cantiere

Per far fronte ad eventuali problematiche relative alle vibrazioni durante la fase di cantiere, vengono di seguito indicate le principali azioni che potranno essere intraprese:

- effettuare controlli preventivi e in corso d'opera, es. controllo delle caratteristiche generali e dei dati di gestione nonché della struttura e delle attività svolte in fase costruttiva. Tale controllo dovrà essere previsto anche per l'ambiente esterno ai cantieri e al fronte di lavoro attraverso il controllo della destinazione dei ricettori identificati come ricettori di attenzione. Al fine di facilitare le suddette verifiche durante le attività di costruzione potranno essere predisposte delle apposite schede di controllo (check list) relativamente alle attività di cantiere e al fronte di avanzamento, che contengano un elenco di dati/parametri da controllare durante le diverse fasi di realizzazione dell'opera. La situazione ambientale è influenzata durante la fase di costruzione da numerosi parametri (numero e tipologia di mezzi, durata attività, risorse impiegate, ecc.). Queste schede dovranno tenerne conto individuando quelli più significativi da tenere sotto controllo per mantenere una visione completa e aggiornata della situazione ambientale nei dintorni delle aree di lavoro;
- adottare regole di buon comportamento tra cui:
  - attrezzature e mezzi dovranno essere utilizzati secondo le istruzioni del costruttore; facendo attenzione a eliminare attriti attraverso operazioni di lubrificazione, sostituire i pezzi usurati e che lascino giochi, serrare le giunzioni, porre attenzione alla bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per



- evitare vibrazioni eccessive, verificare la tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;
- i materiali, quando praticabile, dovranno essere sollevati e non trascinati, appoggiati e non lasciati cadere da altezze eccessive;
  - evitare di effettuare trasporti di materiale o comunque carichi potenzialmente rumorosi senza fissarli e/o isolarli adeguatamente;
  - evitare frenate ed accelerazioni brusche;
  - evitare di scaricare e caricare materiali pesanti in maniera violenta;
  - si suggerisce, per i mezzi di trasporto, di cambiare le marce in corrispondenza del numero corretto dei giri del motore;
  - si segnala che esistono, inoltre, articoli contenuti nel “Nuovo Codice della Strada” che dettano norme comportamentali generali da rispettare durante la circolazione e che potrebbero costituire un ulteriore riferimento;
- attuare interventi di mitigazione: qualora il rispetto delle regole di comportamento e gli accorgimenti sopra elencati non dovessero essere sufficienti per contenere le vibrazioni, si potrà provvedere a:
- interrompere le attività maggiormente impattanti e eseguire le stesse in orari più consoni e non contemporaneamente;
  - trovare mezzi e metodologie differenti per eseguire le stesse lavorazioni in modo da impattare meno sull’ambiente circostante.

#### 5.4.2.2 Fase di esercizio

Il progetto prevede, in funzione della variabilità delle situazioni incontrate lungo il tracciato, l'utilizzo di tipologie di armamento, aventi caratteristiche di isolamento vibrazionale differenziate mediante l'inserimento di materassini elastomerici di spessore adeguato. Di seguito si riporta la sintesi degli interventi previsti, per maggiori dettagli si faccia riferimento agli elaborati progettuali del sottocapitolo “Progetto ferrotramviario”.

Sono state definite le relative sezioni dell’armamento, in particolare:

- Sezione tipo L0 “livello 0”: la sezione tipo dell’armamento della tranvia definita L0 è composta da una rotaia incamiciata in profili avvolgenti in gomma che determinano un appoggio continuo elastico (definita con termine inglese “ERS/CRS Embedded Rail System / Continuous Rail System”). Si assume che la sezione tipo L0 non abbia uno specifico smorzamento delle vibrazioni malgrado la gomma che riveste le rotaie dia comunque un certo contributo in tal senso;
- Sezione tipo L2 “livello 2”: La sezione tipo dell’armamento della tranvia definita L2 è composta da una rotaia incamiciata in profili avvolgenti in gomma che determinano un appoggio continuo elastico (definita con termine inglese “ERS/CRS Embedded Rail System / Continuous Rail System”). A partire dalla sezione tipo L0 corrispondente al livello 0 di smorzamento, semplicemente interponendo materiali resilienti tra la piastra di fondazione ed il getto di bloccaggio, si determinano due sezioni ammortizzate con performance ordinate in base al grado di smorzamento richiesto. Il livello cosiddetto L2 «Livello 2» corrisponde a uno smorzamento medio delle vibrazioni;
- Sezione tipo L3 “livello 3”: il “Livello 3” è tipologicamente simile al “Livello 2”. La sezione tipo L3 pertanto si distingue rispetto alla L2 per l'inserimento di un materassino elastomerico più efficiente (spessore 40 m) sotto la soletta di calcestruzzo del binario. La sezione tipo “Livello 3” sarà utilizzata in aree in cui è richiesto un alto livello di attenuazione delle vibrazioni. Tale sistema si è rivelato ottimo in quelle sezioni tranviarie in cui la linea passa in centro storico e/o la distanza tra edifici e binario è molto ridotta (aree sensibili e  $d < 7$  m).

## 5.5 ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

### 5.5.1 IMPATTI

#### 5.5.1.1 Fase di cantiere

I potenziali impatti in questa fase possono essere legati a:

- produzione di acque di lavorazione e acque di dilavamento in corrispondenza delle aree di cantiere e di lavorazione;
- consumi idrici in corrispondenza delle aree di cantiere fisso;
- lavorazioni in corrispondenza di ambienti acquatici (canale Navile);
- generazione di polveri che, trasportate dal vento, possono ricadere all'interno di corsi d'acqua;
- realizzazione di opere fondazionali in sottterraneo (es. pali), con rischio teorico di interferenza con la falda idrica sottterranea.

Ulteriori potenziali impatti che le attività di cantiere possono provocare sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee sono legati a eventuali sversamenti accidentali di combustibili e oli, qualora tali episodi non siano prevenuti grazie ad adeguate disposizioni per le maestranze ed accorgimenti nella fase di installazione del cantiere (es. dotazione di sistemi di contenimento e raccolta di eventuali sversamenti).

#### 5.5.1.2 Fase di esercizio

I possibili impatti in fase di esercizio sono legati ai seguenti aspetti:

- interferenza con la circolazione idrica sottterranea;
- invarianza idraulica a seguito di impermeabilizzazione di suolo/aree verdi;
- interferenze con reticolo idraulico;
- incremento del rischio idraulico;
- interferenze con aree a pericolosità P2;
- dilavamento delle acque meteoriche;

#### Interferenze con la circolazione idrica sottterranea

Per quanto esposto al par. 4.6.1.3, il tracciato della tranvia in progetto si colloca all'interno di un sistema acquifero multilivello, idrostratigraficamente ospitato nei depositi quaternari della porzione sommitale del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore; più precisamente risulta interessato il complesso acquifero A1 ospitante i livelli acquiferi SUP1-2 e SUP3-4 (questi ultimi due non sempre ben differenziabili e pertanto, alla scala dell'opera, considerati l'uno l'estensione dell'altro).

La complessità intrinseca della geometria del sistema acquifero multilivello e l'eterogeneità dei relativi parametri idrogeologici lungo il tracciato, comporterà una risposta dell'acquifero alle opere in progetto significativamente diversa, a seconda della progressiva di avanzamento. Nel caso di opere in superficie, verranno realizzati interventi di sostegno e di drenaggio, così come di impermeabilizzazione. Viceversa, per quanto riguarda le opere in sotterraneo, qualora sussistano condizioni per un effetto barriera persistente ai fini del flusso idrico sotterraneo, saranno previste opere di mitigazione così come riportato al par. 5.5.2.2.

Di seguito vengono illustrate le opere in sotterraneo più rappresentative con relativo modello idrogeologico, ricostruito a partire dalle indagini geognostiche realizzate e consistite nella terebrazione di n. 10 sondaggi meccanici a carotaggio continuo con fori attrezzati a piezometro caratterizzati da tratti filtranti localizzati in corrispondenza degli acquiferi intercettati.

Le stratigrafie dei sondaggi eseguiti sono riportate in allegato all'elaborato B381-C-SF-GEO-RT001, mentre per le ubicazioni si rimanda alle figure Figura 5-4 e Figura 5-10.

#### Sottopasso stradale via Ferrarese-Via Mazza e parcheggio interrato Piazza dell'Unità

Al fine di consentire la realizzazione di una porzione a raso della nuova linea tranviaria in Via Ferrarese/Via Mazza, viene realizzato un sottoattraversamento dedicato al traffico automobilistico, accessibile mediante opportune rampe di accesso ambo i lati.

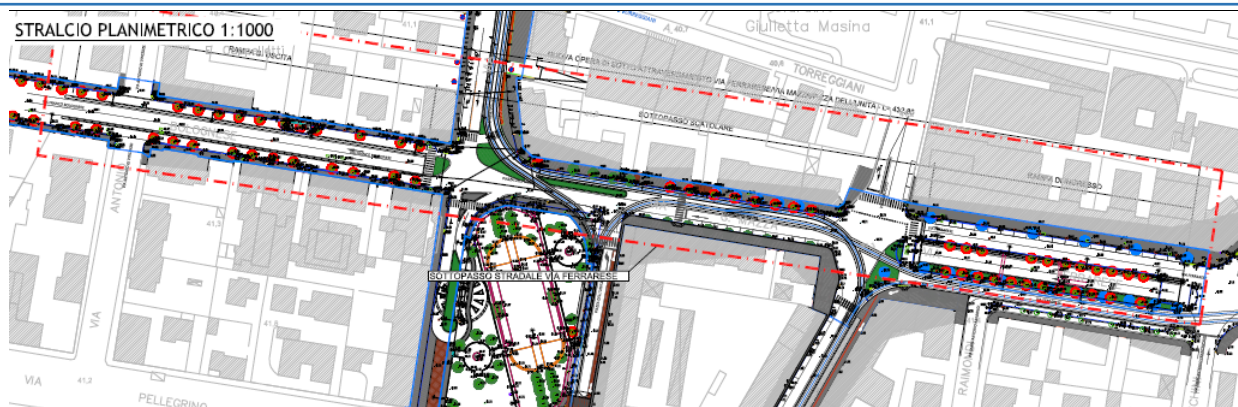


Figura 5-1 – Inquadramento dell'opera (estratto da elaborato B381-C-SF-STR-PP001)

Le rampe di accesso ubicate su ambo i lati sono costituite da una platea e da muri andatori in cls armato, mentre la porzione interrata è costituita da uno scatolare in cls armato.

Per consentire la realizzazione del manufatto, saranno messi in opera opportuni diaframmi in cls armato di spessore 80 cm, e lunghezza variabile tra 6 e 11 m ubicati su ambo i lati dello sviluppo longitudinale dello stesso.

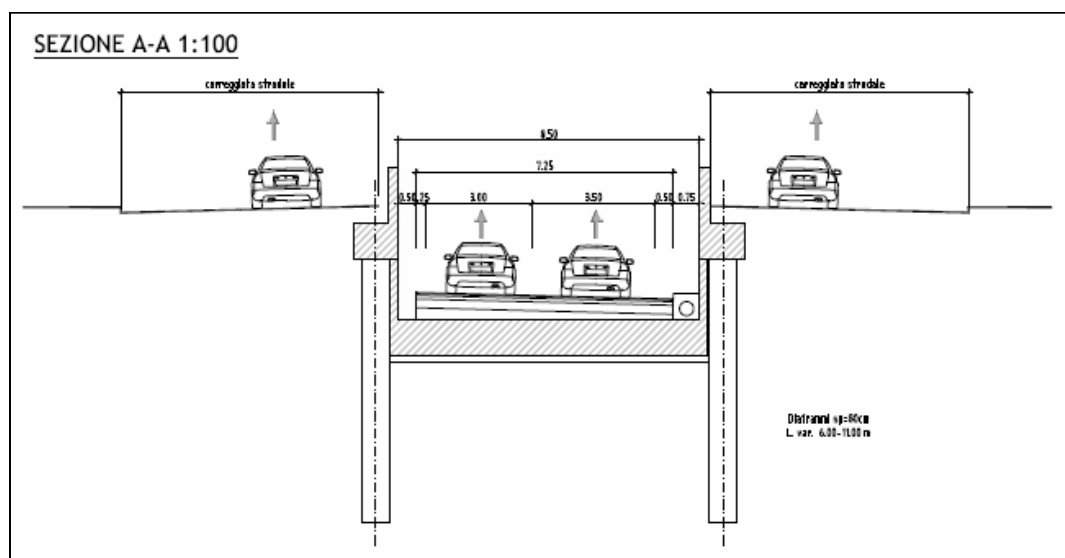


Figura 5-2 – Sezione trasversale scatolare interrato (estratto da elaborato B831-C-SF-STR-RT001)

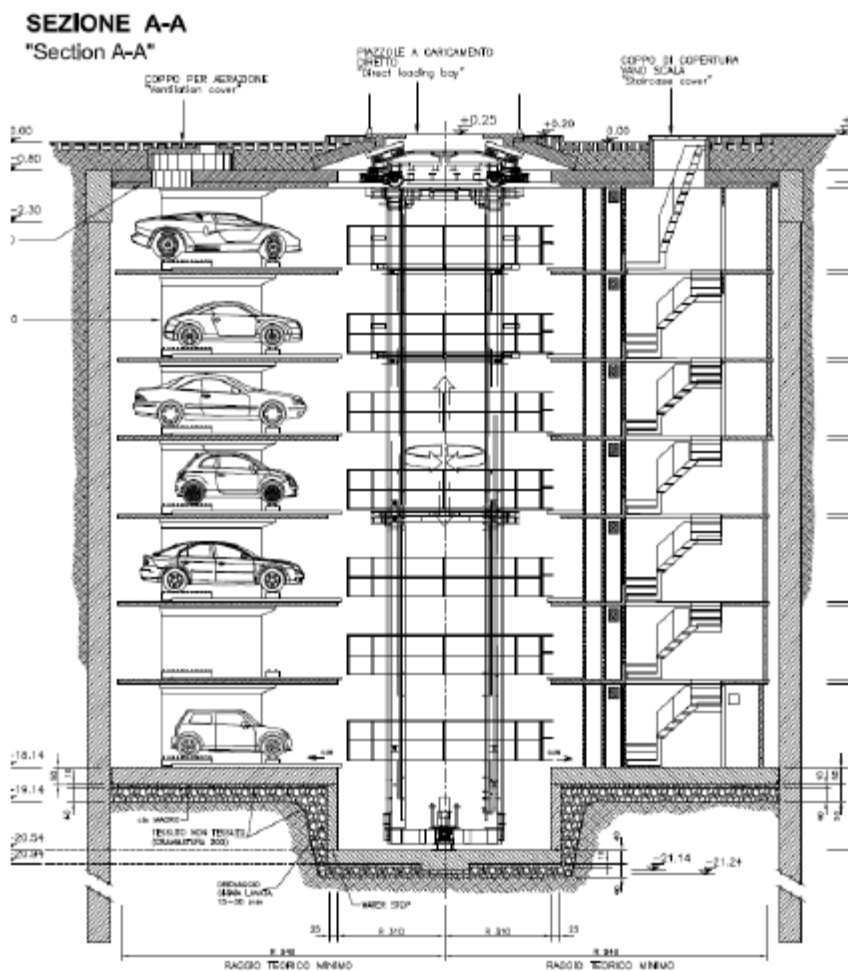


Figura 5-3 – Sezione trasversale parcheggio interrato P.zza Unità

### Piezometri di riferimento

La caratterizzazione dei terreni finalizzata a definirne la litologia e le caratteristiche idrogeologiche dei litotipi costituenti il sottosuolo delle aree oggetto di intervento è stata effettuata sulla base dei dati acquisiti nel corso della realizzazione delle indagini ubicate come da Figura 5-4 e sintetizzate nella tabella seguente con indicazione delle profondità investigate, delle attrezzature installate e dei livelli idrici misurati in foro. Le stratigrafie dei sondaggi eseguiti sono riportate in allegato all'elaborato B381-C-SF-GEO-RT001.



SONDAGGIO	PROFONDITÀ [m da p.c.]	ATTREZZATURA INSTALLATA	DATA ESECUZIONE	LIVELLI PIEZOMETRICI [m da p.c.]
SOT01	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	20/06/2022	7,70 (19/07/2022) 7,61 (26/07/2022)
SOT01-B	-30,00	Piez. Norton 3" 0-20 m cieco	14-15/07/2022	13,42 (19/07/2022) 13,19 (26/07/2022)
SOT03	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	16/06/2022	7,09 (19/07/2022) 7,95 (26/07/2022)
SOT03-B	-30,00	Piez. Norton 3" 0-18 m cieco	13/07/2022	11,68 (19/07/2022) 11,48 (26/07/2022)
SOT04	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	21/06/2022	9,46 (20/07/2022) 9,22 (26/07/2022)
SOT04-B	-30,00	Piez. Norton 3" 0-21 m cieco	18-19/07/2022	14,00 (20/07/2022) 13,77 (26/07/2022)
SOT06	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	14-15/06/2022	11,20 (19/07/2022) 11,00 (26/07/2022)



Figura 5-4 – Ubicazione indagini

### Modello idrogeologico e possibili interferenze con le opere

L'area di P.zza dell'Unità si colloca alla quota topografica media di 43 m sl.m. L'alternanza litologica riscontrata attraverso la ricostruzione di n. 2 sezioni idrogeologiche aventi sviluppo W-E e S-N (Figura 5-5, Figura 5-6 estratte dagli Allegati 3 e 4 all'elaborato B381-C-SF-GEO-RT001 a cui si rimanda per approfondimenti) delinea la presenza di un sottosuolo costituito da orizzonti acquiferi sovrapposti e separati verticalmente, da corpi litologici dotati di bassa conducibilità idraulica. Siamo, infatti, in presenza del complesso acquifero superficiale multifalda (A1) che ospita le falde SUP 2 e SUP 3-4. Di seguito si riporta una descrizione del sottosuolo del settore in esame con riferimento alle falde individuate:

#### *Depositi fini superficiali*

Da 0 a circa 7-9 m dal p.c. (34-36 m s.l.m.), sono presenti sedimenti prevalentemente argilloso-limosi a costituire il livello impermeabile di superficie.

### *I° acquifero (A1c)*

Costituito da depositi sabbiosi intercettati dai sondaggi realizzati a partire da profondità comprese tra 8-11 m da p.c. (35-32 m s.l.m.) I valori di soggiacenza registrati nei piezometri realizzati (compresi tra 7-9 m da p.c.), mostrano, per la falda SUP3 in esso contenuta, un comportamento tipico di falda confinata.

Da circa 12-16 m dal p.c. (27-31 m s.l.m, con spessore mediamente compreso tra 5 e 8 m) sono presenti sedimenti argilloso-limosi, che costituiscono un orizzonte di separazione con continuità laterale (aquiclude) tra il I° e il II° acquifero ghiaioso-sabbioso individuato.

### *II° acquifero (A1b)*

A partire dalla profondità di c.ca 20-21 m da p.c. (22-23 m s.l.m., con spessore medio pari a c.ca 4 m) sono presenti sedimenti ghiaiosi eterogenei immersi in matrice limoso-sabbiosa. Tali orizzonti rappresentano il secondo livello acquifero ghiaioso nell'area, sede di una falda confinata (SUP2), con livelli piezometrici misurati all'interno dei piezometri fenestrati in corrispondenza dell'acquifero compresi fra circa 29,26 e 31,52 m s.l.m.

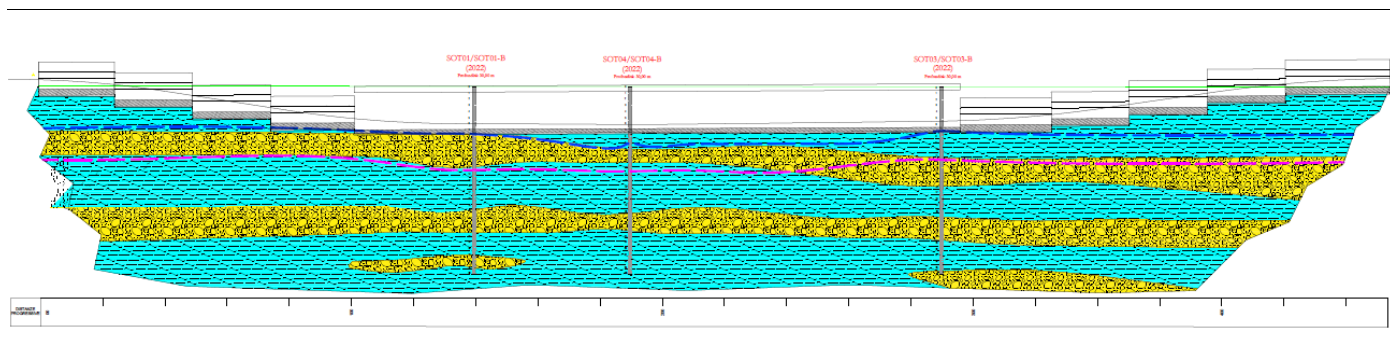
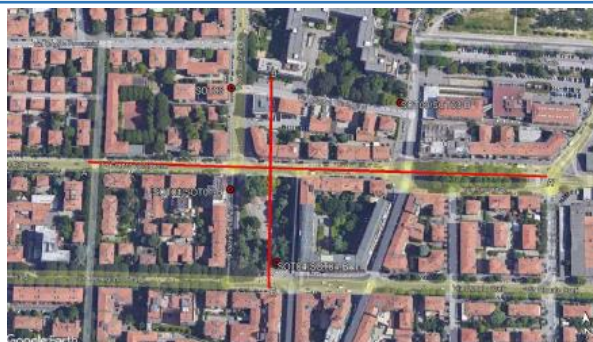


Figura 5-5 –Sezione A-A'(W-E)





#### INDAGINI PROGETTO

SOT#  
Sondaggi a carotaggio continuo

#### SIMBOLOGIA

Livelli piezometrici al 19/07/2022

#### LEGENDA LITOLOGICA

Terreni limosi e/o argillosi  
Terreni ghiaiosi e/o sabbiosi



Sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo (SOT#)

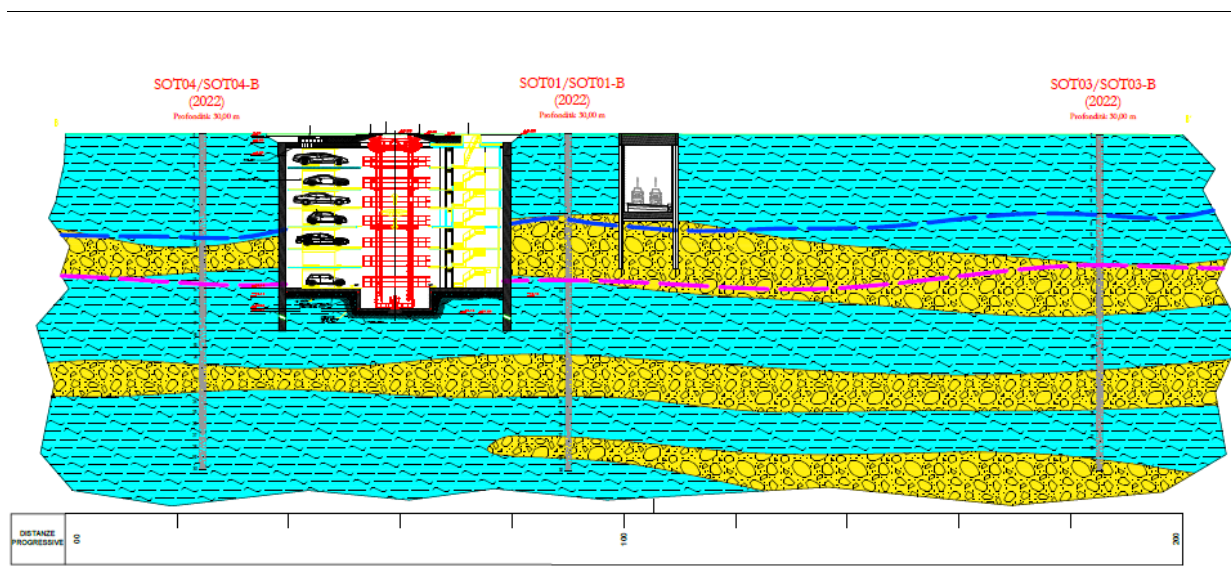
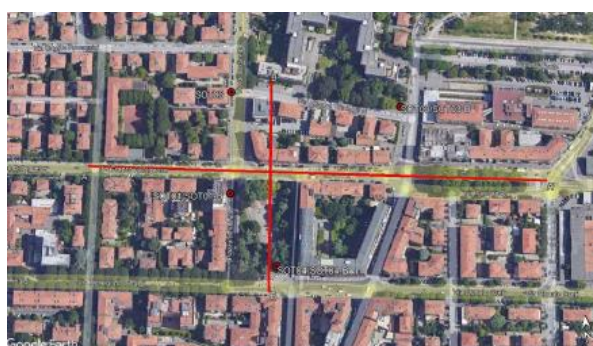


Figura 5-6 – Sezione B-B'(S-N)



#### INDAGINI PROGETTO

SOT#  
Sondaggi a carotaggio continuo

#### SIMBOLOGIA

Livelli piezometrici al 19/07/2022

#### LEGENDA LITOLOGICA

Terreni limosi e/o argillosi  
Terreni ghiaiosi e/o sabbiosi



Sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo (SOT#)

L'attività di monitoraggio svolta a seguito della realizzazione delle indagini, ha pertanto permesso il riscontro, in corrispondenza dell'area, di una effettiva separazione idraulica tra l'orizzonte acquifero superficiale (SUP3) e il sistema acquifero sottostante. La situazione descritta ha trovato ulteriore conferma nella diversità dei valori di carico idraulico riportata nelle sezioni tracciate e nella locale continuità areale dell'elemento di separazione tra i due acquiferi.

A valle degli esiti delle campagne di monitoraggio realizzate, il sottopasso stradale di via Ferrarese-Via Mazza risulta potenzialmente interferente con il sistema acquifero A1c (falda superficiale SUP3), ma stante le massime profondità raggiunte dall'opera è possibile escludere la possibilità di effetti barriera persistenti ai fini del flusso idrico sotterraneo.

Per ciò che concerne il parcheggio interrato da realizzarsi in Piazza dell'Unità, l'opera risulta interferente con l'acquifero A1c intercettando entrambe le falde individuate (SUP3 e SUP2). Tuttavia, alla luce della geometria degli acquiferi individuati che mostrano continuità laterale sia in senso longitudinale che trasversale (Figura 5-5, Figura 5-6 estratte dagli Allegati 3 e 4 all'elaborato B381-C-SF-GEO-RT001) risulta inattendibile l'effetto barriera idraulica.

Nelle successive fasi progettuali verranno attuati approfondimenti di indagine e previste campagne di misure freaticmetriche al fine di ricostruire l'andamento stagionale della piezometria dell'area e sulla base degli esiti dei monitoraggi, in fase definitiva qualora si ravvisasse l'esistenza di eventuali condizioni che possano portare all'interruzione, da parte delle strutture in progetto, del flusso idrico sotterraneo, saranno previste opere di mitigazione (sistemi di continuità di falda) da attuarsi attraverso soluzioni ingegneristiche descritte al par. 5.5.2.2.

#### Sottopasso tramviario "Passante"

Per consentire il passaggio della nuova linea tranviaria lungo via di Corticella in corrispondenza dello svincolo con la tangenziale, viene realizzato un nuovo sottovia ad esclusivo uso della linea stessa, lungo complessivamente, rampe comprese, poco più di 670 m.



Figura 5-7 – Inquadramento dell'opera (estratto da elaborato B831-C-SF-STR-RT002)

Le rampe di accesso ubicate su ambo i lati sono costituite da una platea e da muri andatori in cls armato, mentre la porzione interrata è costituita da uno scatolare in cls armato.

Per consentire la realizzazione del manufatto, saranno messi in opera opportuni diaframmi in cls armato di spessore 80 cm, e lunghezza variabile tra 6-11 m ubicati su ambo i lati dello sviluppo longitudinale dello stesso. Per la sola porzione di manufatto direttamente ubicata al di



sotto della tangenziale, la realizzazione sarà effettuata con l'ausilio di una berlinese di micropali su ambo i lati.

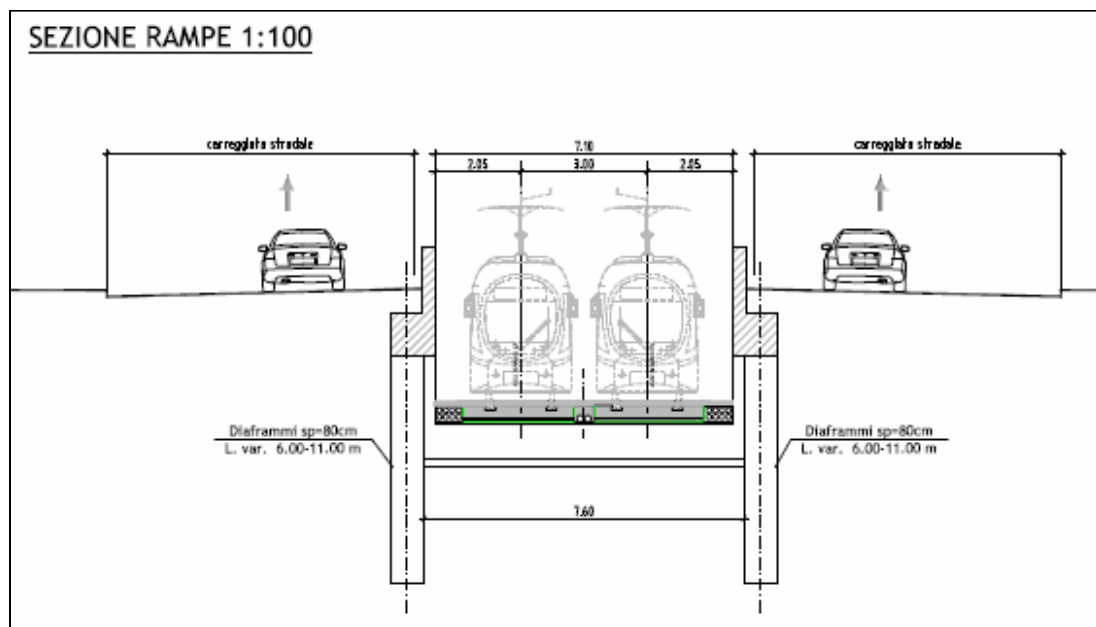


Figura 5-8 – Sezione trasversale rampe di accesso (estratto da elaborato B831-C-SF-STR-RT002)

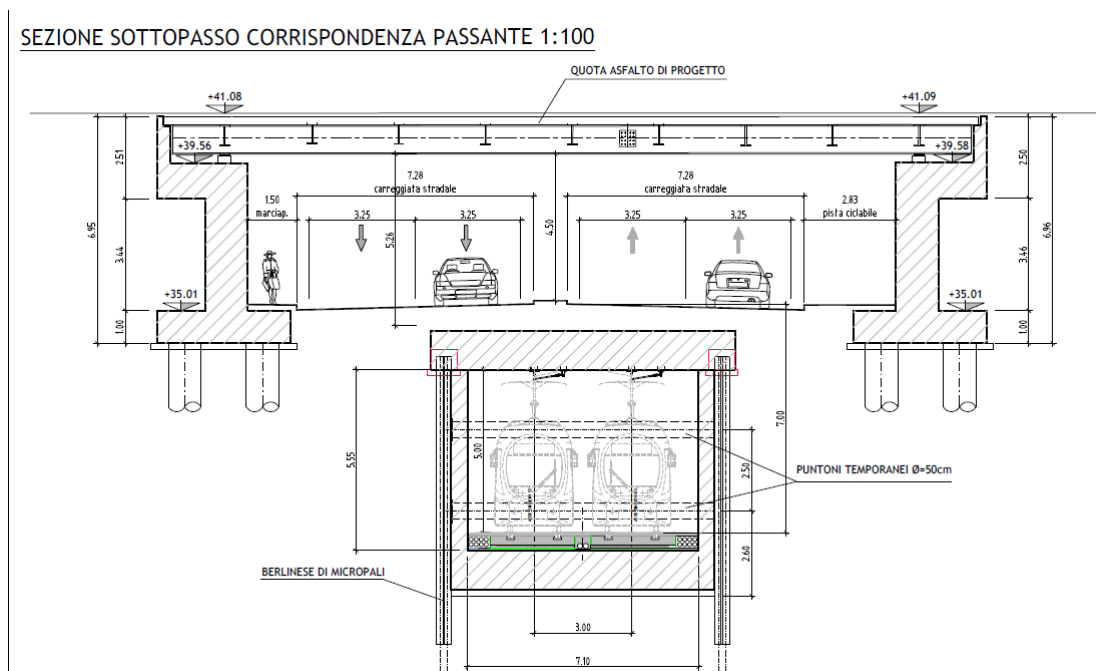


Figura 5-9 – Sezione trasversale sottopasso in corrispondenza del Passante (estratto da elaborato B831-C-SF-STR-RT002)

### Piezometri di riferimento

La caratterizzazione dei terreni finalizzata a definirne la litologia e le caratteristiche idrogeologiche dei litotipi costituenti il sottosuolo delle aree oggetto di intervento è stata effettuata sulla base dei dati acquisiti nel corso della realizzazione delle indagini ubicate come da Figura 5-10 e sintetizzate nella tabella seguente con indicazione delle profondità investigate, delle attrezzature installate e dei livelli idrici misurati in foro. Le stratigrafie dei sondaggi eseguiti sono riportate in allegato all'elaborato B381-C-SF-GEO-RT001.

SONDAGGIO	PROFONDITÀ [m da p.c.]	ATTREZZATURA INSTALLATA	DATA ESECUZIONE	LIVELLI PIEZOMETRICI [m da p.c.]
SOT11	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	09-10/06/2022	16,63 (19/07/2022) 16,45 (26/07/2022)
SOT12	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	13-14/06/2022	7,21 (19/07/2022) 7,05 (26/07/2022)
SOT14	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	08-09/06/2022	14,29 (19/07/2022) 14,90 (26/07/2022)



Figura 5-10 – Ubicazione indagini

### Modello idrogeologico e possibili interferenze con l'opera

Il settore in esame risulta ubicato alla quota topografica media di 35 m s.l.m.. La realizzazione delle indagini integrative, ha consentito la ricostruzione della geometria dei corpi sedimentari sepolti fino alla profondità massima di circa -30,00 m dal p.c..

La sezione geologica A-A' tracciata (Figura 5-11 ed Allegato 5 all'elaborato B381-C-SF-GEO-RT001), avente sviluppo Sud-Nord con estensione pari a circa 50 m lineari, evidenzia una certa omogeneità del tetto di un orizzonte ghiaioso continuo e caratterizzato da profondità minime pari a circa 14,5 m dal p.c. (lato E) e massime pari a circa 18,0 m dal p.c. (lato W), mentre si rilevano a partire da p.c. e fino a profondità prossime a 11,0 m (SOT12) depositi sabbiosi più superficiali di spessore pari a c.ca 8 m.

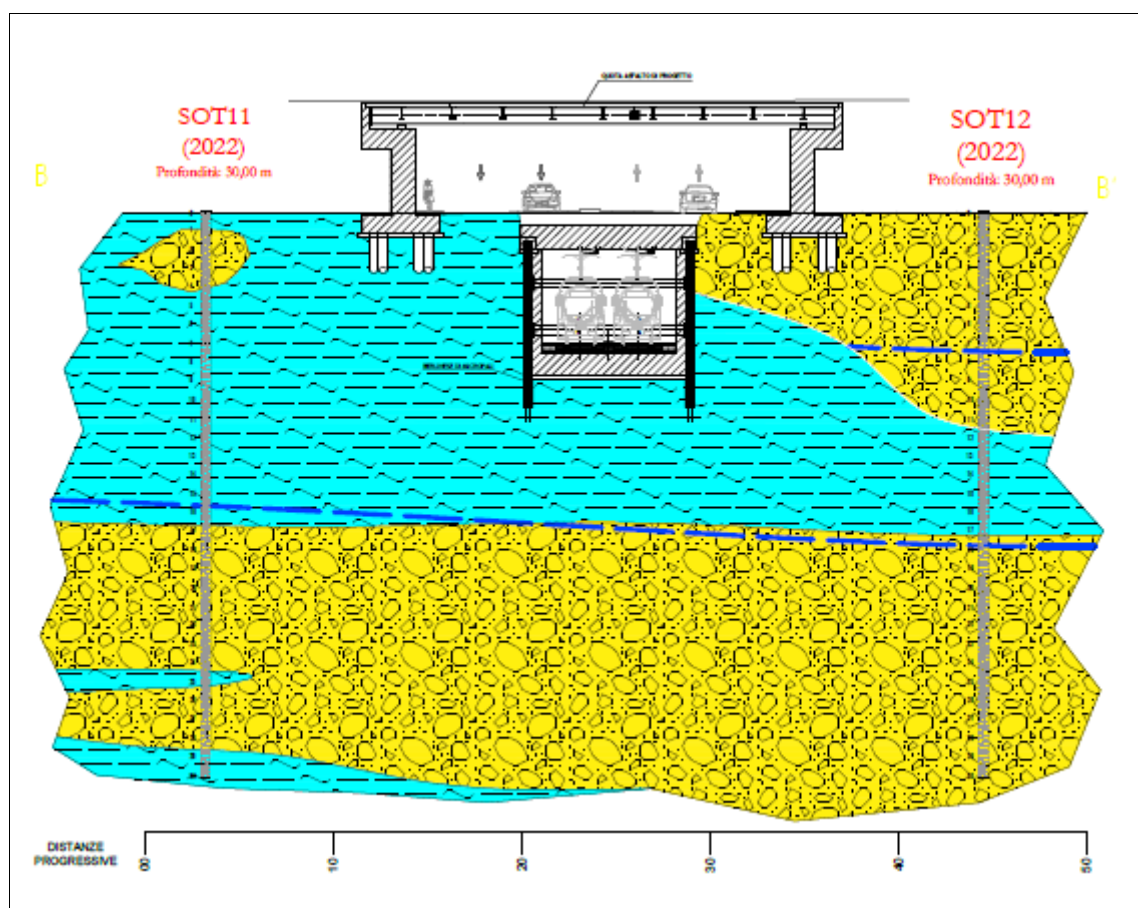


Figura 5-11 – Sezione A-A' (S-N)



#### INDAGINI PROGETTO

SOT#  
Sondaggi a carotaggio continuo

#### LEGENDA LITOLOGICA

Terreni limosi e/o argillosi  
Terreni ghiaiosi e/o sabbiosi

#### SIMBOLOGIA

livello piezometrico  
al 19/07/2022



Sondaggi stratigrafici  
a carotaggio continuo (SOT#)

Sulla base dell'interpretazione dei dati di sottosuolo e della piezometria rilevata localmente è possibile confermare che, nel settore oggetto di intervento, il complesso delle falde superficiali (SUP 1-2-3-4) risulta interessato da manifestazioni idriche riferibili alla falda SUP2, ospitata nei depositi prevalentemente ghiaiosi-sabbiosi sottostanti i terreni più superficiali prevalentemente fini, con comportamento tipico di falda libera.

In corrispondenza del piezometro SOT12 viene altresì intercettato il corpo acquifero A1c con livello piezometrico attestato a profondità compresa tra 7,05 e 7,21 m attribuibile con buona approssimazione alla falda SUP3-SUP4, la quale risulta arealmente irregolare e non continua a causa della presenza di spessori argillosi che ne costituirebbero un orizzonte di separazione escludendone la continuità laterale.

Stante la configurazione idrogeologica descritta, l'opera in progetto risulta localmente interferente con il sistema acquifero A1c sede della falda più superficiale non caratterizzata da continuità laterale, che porta ad escludere l'esistenza di eventuali condizioni che possano comportare l'interruzione, da parte delle strutture in progetto, del flusso idrico sotterraneo.

Nelle successive fasi progettuali verranno attuati approfondimenti di indagine e sarà prevista l'esecuzione campagne di misure freatiche al fine di ricostruire l'andamento stagionale della piezometria dell'area e sulla base degli esiti dei monitoraggi, in fase definitiva verrà valutata l'individuazione di soluzioni progettuali mirate a limitare l'approfondimento delle opere.

#### Adeguamento sottovia ferroviario



Per consentire il passaggio della nuova linea tranviaria in corrispondenza dell'intersezione fra via di Corticella e la linea ferroviaria, in sostituzione dell'attuale sottovia a luce singola, sarà realizzato un nuovo sottoattraversamento in cls armato a doppio fornice spinto sino alla profondità di -6,97 m da p.c.. La realizzazione avverrà secondo diverse fasi e prevede la realizzazione di una berlinese di micropali tirantati a sostegno del rilevato ferroviario su cui si trova la coppia di binari che resta attiva.

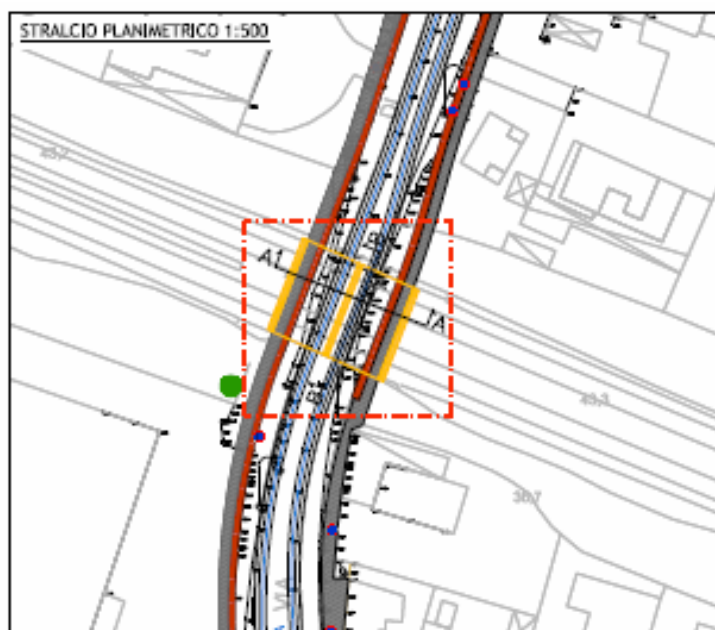


Figura 5-12 – Inquadramento dell'opera (estratto da elaborato B831-C-SF-STR-RT003)

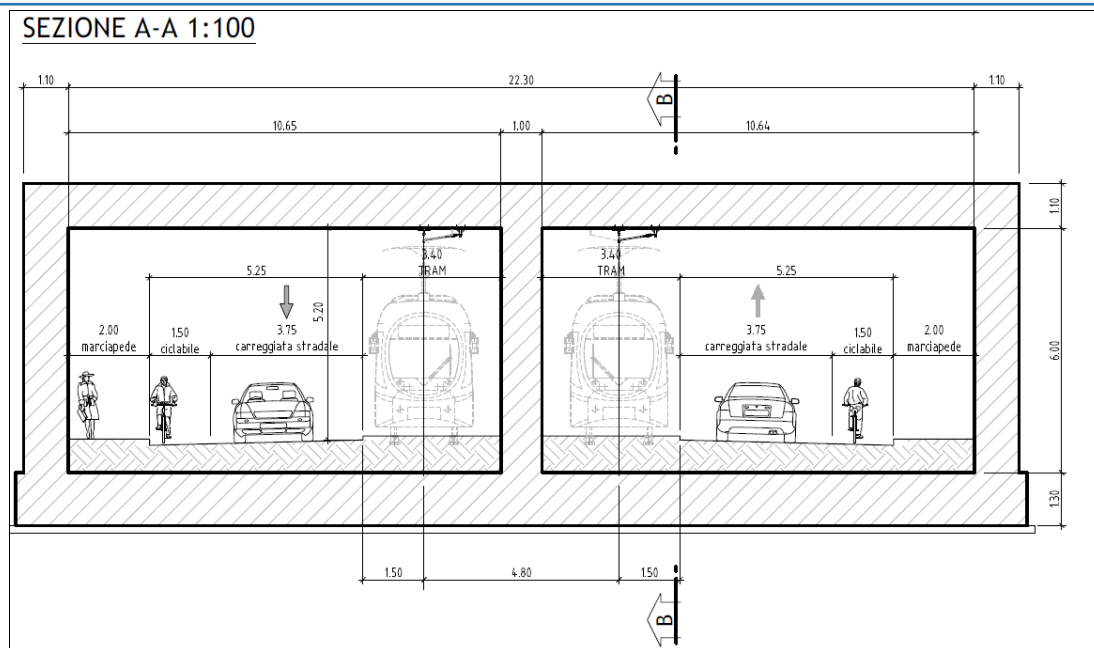


Figura 5-13 – Sezione trasversale sottoattraversamento (estratto da elaborato B831-C-SF-STR-RT003)

Stante gli esiti delle indagini di riferimento prese in esame (sondaggio 221050P423 (1987)), l'opera in progetto non risulta interferire con il sistema acquifero superficiale del sottosuolo dell'area inquadrabile all'interno dei depositi limoso-sabbiosi rinvenuti a partire dalla profondità di -14,00 m da p.c., con livello piezometrico riscontrato alla profondità di -16,30 m da p.c. al termine dell'esecuzione del sondaggio.

Nelle successive fasi progettuali verranno attuati approfondimenti di indagine mirati alla definizione del modello idrogeologico sito-specifico e qualora si ravvisasse l'esistenza di eventuali condizioni che possano portare all'interruzione, da parte delle strutture in progetto, del flusso idrico sotterraneo, saranno previste opere di mitigazione (sistemi di continuità di falda) da attuarsi attraverso soluzioni ingegneristiche descritte al par. 5.5.2.1.

#### Locali tecnologici di linea – SSE02

La realizzazione della sottostazione elettrica interrata n. 2 è prevista lungo via Corticella in corrispondenza dell'area ex distributore carburanti all'altezza del civico n. 241.



Le cabine di trasformazione interrate strutturalmente sono degli edifici scatolari in c.a.v. completamente interrati. Le fondazioni sono costituite da una platea di spessore 50 cm, le strutture in elevazione sono delle pareti esterne contro terra di spessore 40 cm mentre le pareti interne hanno spessore 30 cm; su tali pareti cui poggia la copertura dello scatolare costituita da un solaio alveolare prefabbricato alto 30 cm con getto di completamento armato di altezza 5 cm.

Stante gli esiti delle indagini di riferimento prese in esame (sondaggio 221050P100 (1974)), si evince la presenza di circolazione idrica sotterranea alla profondità di -4,00 m dal piano campagna, che inducono ad escludere interferenze dell'opera in progetto con il sistema acquifero, sebbene siano possibili risalite piezometriche in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi. Particolare attenzione dovrà pertanto essere posta ad eventuali ristagni e/o venute d'acqua ed in corso d'opera dovrà essere valutata l'opportunità di realizzare interventi di impermeabilizzazione all'interno degli scavi o di sistemi drenanti atti all'aggettamento e allontanamento delle acque.

## 5.5.2 MITIGAZIONI

### 5.5.2.1 Fase di cantiere

Per la corretta gestione dell'attività di cantiere, saranno seguiti i seguenti accorgimenti operativi atti alla riduzione e/o al contenimento degli impatti:

- le superfici di transito degli automezzi internamente alle aree di cantiere e le aree di lavoro saranno periodicamente bagnate, qualora necessario e con frequenza in funzione dell'andamento stagionale, in modo da prevenire l'eventuale sollevamento di polveri. Tale operazione sarà comunque eseguita in maniera tale da evitare che le acque possano eventualmente fluire direttamente verso un corso d'acqua, trasportandovi dei sedimenti (a questo fine si provvederà, qualora necessario, a realizzare fossi di guardia a delimitazione delle aree di lavoro);

- al fine di evitare o contenere al massimo i fenomeni di deposito sulla viabilità pubblica del materiale particolato terrigeno che dovesse essere trasportato dalle ruote dei mezzi pesanti, con conseguente possibilità di produzione e risospensione di polveri, si potrà valutare l'installazione di impianti di lavaggio delle ruote;
- i mezzi d'opera dovranno rispettare una bassa velocità di transito all'interno dell'area di cantiere;
- i mezzi operativi in uscita dal cantiere saranno opportunamente coperti se adibiti al trasporto d'inerti pulverulenti;
- sulla viabilità esterna interessata dal traffico dei mezzi di cantiere, nei tratti prossimi alle aree di cantiere, qualora necessario si adotteranno misure di abbattimento della polverosità tramite spazzolatura ad umido;
- opportuni sistemi di raccolta, trattamento e smaltimento delle acque.

#### *Cantieri di linea*

Le aree di cantiere predisposte lungo la viabilità esistente per la realizzazione della linea tranviaria sono generalmente realizzate per tratte di lunghezza inferiore ai 500 m, parzializzando l'occupazione della sede stradale in più sottofasi, anche al fine di garantire la circolazione degli autoveicoli lungo le direttrici di traffico.

Durante le fasi di scavo della "vasca" per la realizzazione della sede tranviaria sarà effettuata una distinzione delle acque tra interne, afferenti alle aree di scavo, ed esterne, afferenti alle aree pavimentate. Le acque interne verranno raccolte e recapitate con allacci provvisori (preventivamente autorizzati dall'Ente Gestore delle fognature) nel sistema fognario, mentre le acque esterne saranno direttamente recapitate nel sistema di drenaggio stradale esistente e/o di progetto (a seconda delle diverse fasi di cantierizzazione interessate). Tali previsioni saranno verificate e approfondite nelle successive fasi di progettazione (cfr. elaborato di fattibilità idraulica B381-C-SF-IDR-RT001).

#### *Cantieri fissi di grandi dimensioni*

Per tali aree dovrà essere previsto, nelle successive fasi di progettazione (cfr. elaborato di fattibilità idraulica B381-C-SF-IDR-RT001), un sistema di drenaggio delle acque meteoriche dilavanti di cantiere che tenga conto delle diverse fasi di cantiere e dello stato dei luoghi finale.

#### *Cantieri sotterranei*

Per i cantieri sotterranei dovrà essere previsto un sistema di aggettamento e scarico delle acque che consenta lo svolgimento delle operazioni di cantiere in sicurezza, qualora si rinvenisse una circolazione idrica temporanea.

In particolare, saranno previste delle pompe elettrosommerse, opportunamente dimensionate, nelle successive fasi di progettazione, che consentano lo smaltimento delle acque meteoriche in sistemi di regimazione che consentano la sedimentazione dei solidi prima dello scarico in pubblica fognatura nel rispetto delle prescrizioni del Gestore del Servizio Idrico Integrato.

#### *5.5.2.2 Fase di esercizio*

In fase di esercizio una possibile causa di inquinamento delle acque superficiali e sotterranee è costituita dal dilavamento delle acque meteoriche a seguito di precipitazione piovose, in particolare se successive ad un lungo periodo di siccità e al loro trasporto verso acque superficiali qualora penetrino attraverso il terreno. Inoltre può essere legato anche a sversamenti accidentali su eventuali aree non pavimentate, qualora tali episodi non siano prevenuti grazie ad adeguate procedure operative (es. dotazione di sistemi di contenimento e raccolta di eventuali sversamenti).

Come indicato al par. 5.5.1.2, nelle successive fasi progettuali verranno attuati approfondimenti di indagine mirati alla definizione del modello idrogeologico sito-specifico e qualora si ravvisasse l'esistenza di eventuali condizioni che possano portare all'interruzione, da parte delle strutture in progetto, del flusso idrico sotterraneo, saranno previste opere di mitigazione (sistemi di continuità di falda) da attuarsi attraverso le seguenti possibili soluzioni ingegneristiche:

- sistemi "passivi", senza forza motrice, con realizzazione di dreni suborizzontali di presa a monte e dreni di restituzione a valle (in rosso nello schema riportato nella figura che segue);
- sistemi "attivi" consistenti in una batteria di pozzi di presa a monte ed altrettanti di resa a valle per la fase di cantiere ed eventuali criticità (in ciano nello schema riportato nella figura che segue).

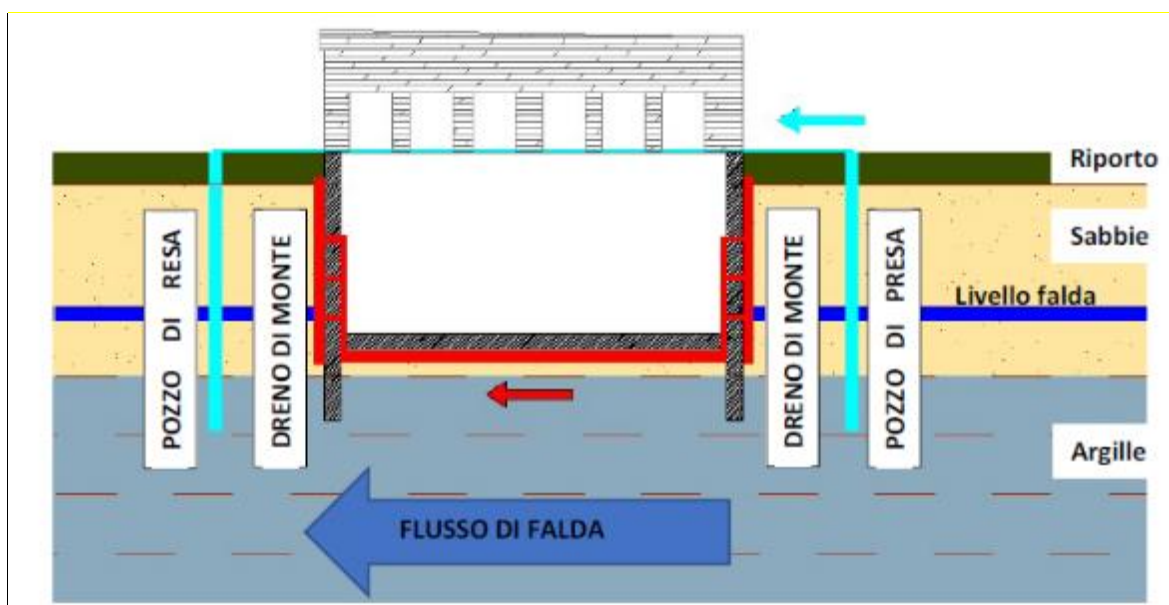


Figura 5-14 – Schema esemplificativo delle opere di mitigazione previste

Tali opere saranno opportunamente dimensionate sulla base dei successivi approfondimenti sul modello di flusso delle acque sotterranee.

In merito alle acque superficiali, di seguito sono fornite le indicazioni progettuali degli interventi previsti per la mitigazione degli impatti individuati. Per maggiori dettagli si faccia riferimento agli elaborati citati nel testo.

### Area capolinea Castel Maggiore

L'area del deposito di Castel Maggiore risulta inserita in aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (P2) nel PGRA.

La modellistica idraulica di dettaglio di tipo bidimensionale eseguita sul reticolo principale attesta l'assenza di fenomeni di allagabilità sull'area per eventi con tempo di ritorno duecentennale ad opera del reticolo principale (Navile e Savena Abbandonato).

L'analisi idraulica qualitativa svolta sul reticolo minore di bonifica stima per l'area di intervento una potenziale allagabilità ad opera dello Scolo Bondanello con battente di esondazione convenzionale di 15 cm.

Al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento, nell'elaborato progettuale di fattibilità idraulica (elaborato B381-C-SF-IDR-RT001) si prevede la realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane considerando un indice di accumulo pari a 500 mc/ha di superficie. A vantaggio di sicurezza, non vengono effettuate distinzioni in funzione della permeabilità della superficie e si assume che allo stato di progetto le aree siano completamente impermeabili, per cui si ottiene:

- Area deposito Castel Maggiore:  $3,9 \text{ ha} \times 500 \text{ mc/ha} = 1.950 \text{ mc}$

Ai fini dell'invarianza idraulica per la maggiore impermeabilizzazione si prevede di recuperare i suddetti volumi individuando un'area di compenso di adeguata capacità e funzionalità idraulica in prossimità delle aree del comparto del deposito.

L'areale, individuato sul lato sud (vedi figura che segue), sarà un invaso secco fruibile, così come definito dalla "Direttiva per la sicurezza idraulica nei sistemi idrografici di pianura del bacino del Reno". L'area di invaso occuperà una superficie di circa 6.500 mq, sarà realizzata mediante uno scavo massimo di circa 1 m rispetto al p.c. attuale e scaricherà a gravità nel corpo idrico recettore, individuato nel canale di Navile, rifunzionalizzando un canale di scolo esistente di lunghezza pari a circa 200 m, per valori di portata che non superino i 10 l/s/ha.



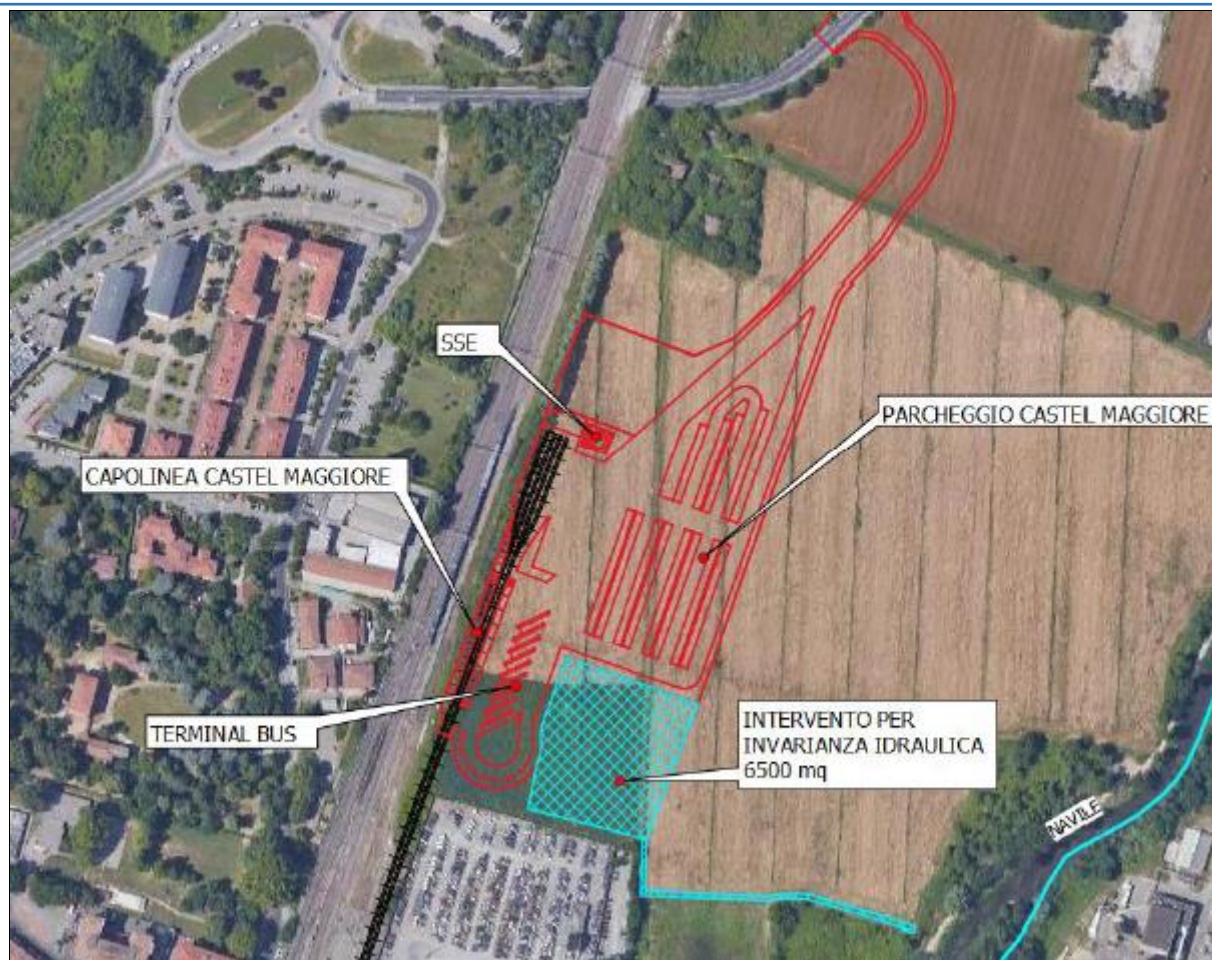


Figura 5-15 – Area deposito Castel Maggiore – Interventi per l'invarianza idraulica

Al fine di non incrementare il rischio idraulico attuale (R1) dell'area del deposito del capolinea di Castel Maggiore si prevede, in questa fase, il rialzamento del piano campagna di 30 cm e/o la realizzazione di muri perimetrali a tenuta idraulica di pari altezza, a fronte di un battente convenzionale atteso di 15 cm. Gli accessi a tali aree dovranno avvenire mediante dossi, in modo da garantire la chiusura idraulica.

In sede di progettazione definitiva saranno condotti i necessari approfondimenti idraulici sul reticolo minore di bonifica (Scolo Bondanello) per la valutazione dell'effettivo battente atteso.



## Adeguamento Ponte sul Canale Navile

Il tracciato della nuova linea tramviaria prevede l'attraversamento del Canale di Navile sul ponte di via Bentini. È previsto allo scopo l'ampliamento della sede stradale lungo via Shakespeare e l'allargamento del ponte esistente attualmente di ridotte dimensioni e soggetto a vincoli storici molto stringenti.

Le verifiche idrauliche di dettaglio effettuate sul Canale del Navile (vedi elaborato B381-C-SF-IDR-RT001) attestano che il ponte di Via Bentini su cui passerà in attraversamento la nuova linea tramviaria risulta verificato per l'evento TR=200 anni.

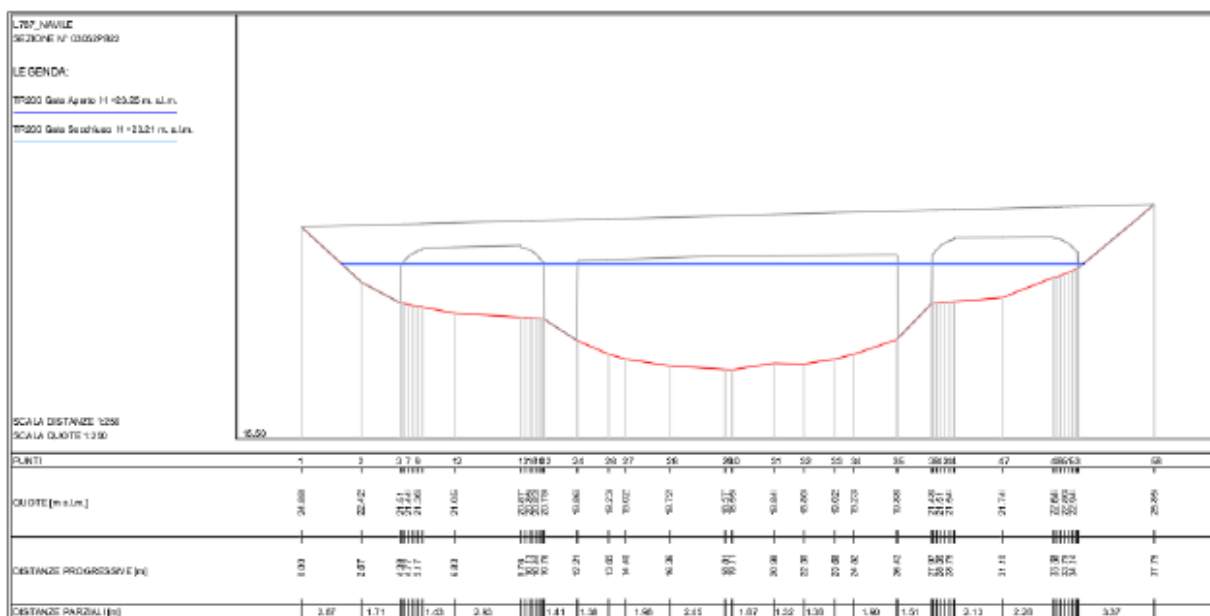


Figura 5-16 – Adeguamento ponte via Bentini – Sezione di verifica idraulica

Il livello idrometrico massimo atteso alla sezione filomonte del ponte risulta pari a 23.25 m slm a fronte di una quota minima dell'intradosso dell'impalcato pari a 23.38 m slm. Pur con franchi di sicurezza ridotti, la struttura permette pertanto il transito della portata di picco duecentennale senza peraltro ingenerare particolari fenomeni di rigurgito della corrente

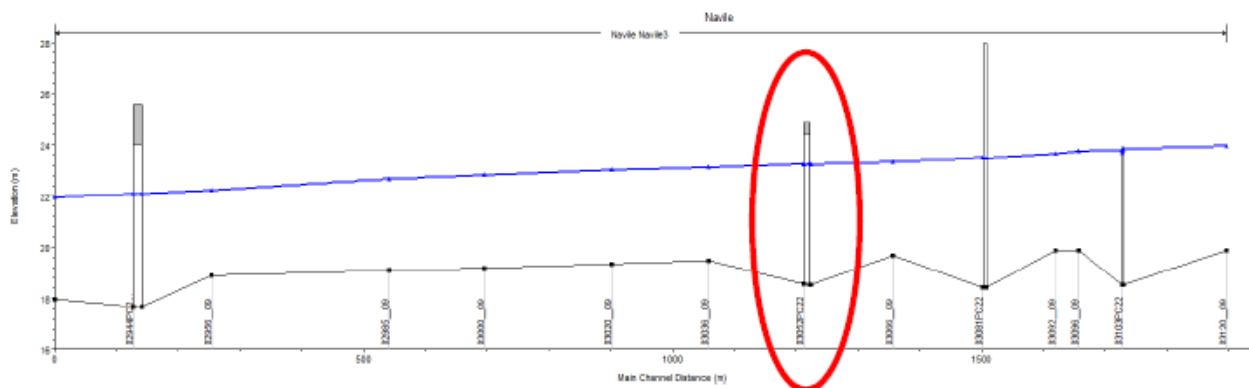


Figura 5-17 – Adeguamento ponte via Bentini – Profilo longitudinale

Da un punto di vista idraulico, l'adeguamento del ponte esistente di via Bentini sul Canale di Navile risulta fattibile a patto che l'allargamento della carreggiata non comporti una diminuzione della luce netta della struttura, fatti salvi gli approfondimenti ai sensi della NTC 2018 da eseguirsi nelle successive fasi progettuali.

Per il dettaglio dei risultati dello studio eseguito sul Canale Navile si rimanda alle tavole B381-C-SF-IDR-SZ005A (sezioni fluviali con livelli idrometrici massimi raggiunti per TR=200 anni, in forma grafica e tabellare), B381-C-SF-IDR-PF003A e B381-C-SF-IDR-PF004A (battenti idraulici massimi raggiunti nelle aree allagate negli scenari TR=200 anni, dati dall'involuppo dei risultati ottenuti nei due scenari GATE APERTO e GATE SOCCHIUSO).

## Nuovi Parcheggi

La nuova linea tramviaria prevede tre areali destinati alla realizzazione di nuovi parcheggi:

- Parcheggio a raso di via Bassanelli – superficie 7.570 mq c.a.
- Parcheggio a raso di via Shakespeare – superficie 10.620 mq c.a.
- Parcheggio interrato di Piazza dell'Unità

Le aree destinate a nuovi parcheggi risultano inserite in aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (P2) nel PGRA.

La modellistica idraulica di dettaglio di tipo bidimensionale eseguita sul reticolo principale attesta l'assenza di fenomeni di allagabilità su tali aree per eventi con tempo di ritorno duecentennale ad opera del reticolo principale (Navile e Savena Abbandonato).

L'analisi idraulica qualitativa svolta sul reticolo minore di bonifica stima per il parcheggio di Via Shakespeare una potenziale allagabilità ad opera dello Scolo Carsè con battente di esondazione convenzionale di 5 cm.

Al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento urbano, nell'elaborato progettuale di fattibilità idraulica (elaborato B381-C-SF-IDR-RT001) si prevede la realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane, considerando un indice di accumulo pari a 500 metri cubi per ettaro di superficie.

Si precisa che i parcheggi di via Bassanelli e via Shakespeare insistono in aree a verde o comunque prevalentemente permeabili ed è stato assunto che allo stato di progetto le aree siano completamente impermeabili.

Il parcheggio di Piazza dell'Unità ricade in aree attualmente pavimentate e già drenate per cui non sono previsti interventi finalizzati all'invarianza idraulica.

A valle delle suddette considerazioni si ottengono i seguenti volumi:

- Parcheggio di via Bassanelli – 0.76 ha x 500 mc/ha = 380 mc
- Parcheggio di via Shakespeare – 1.06 ha x 500 mc/ha = 530 mc
- Parcheggio interrato di Piazza dell'Unità ---

Ai fini dell'invarianza idraulica sulla rete di smaltimento delle acque meteoriche si prevede di recuperare i suddetti volumi, all'interno di ogni singola area a parcheggio (vedi figure che seguono), realizzando invasi a cielo aperto e/o dei compensi (ove possibile saranno da

escludere vasche interrate) che saranno dimensionati nel rispetto di quanto previsto dalla “Direttiva per la sicurezza idraulica nei sistemi idrografici di pianura del bacino del Reno”.

Il recapito è stato individuato nella rete fognaria pubblica.

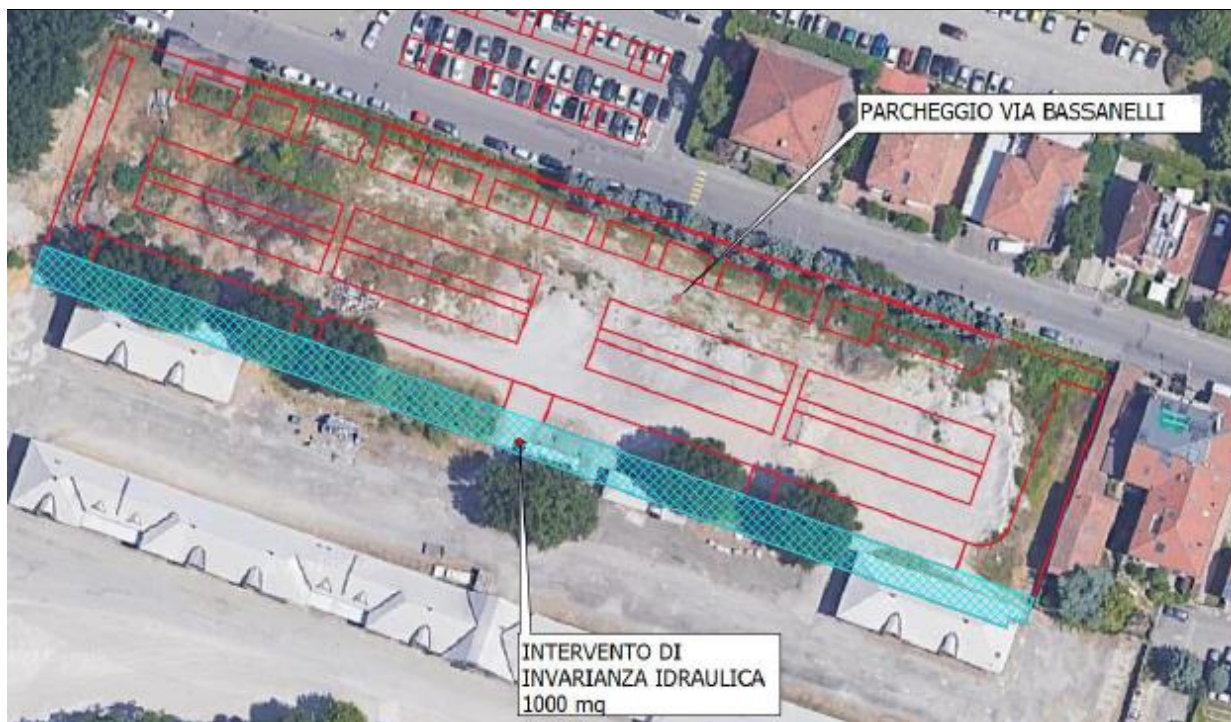


Figura 5-18 – Parcheggio Via Bassanelli – Interventi per l’invarianza idraulica



Figura 5-19 – Parcheggio Via Shakespeare – Interventi per l’invarianza idraulica



Per il parcheggio di Via Shakespeare, in cui è attesa una potenziale allagabilità ad opera dello Scolo Carsè con battente di esondazione convenzionale di 5 cm, si prevede un sovrizzo del piano stradale di 30 cm o, in alternativa, la realizzazione di un cordonato/muretto a tenuta idraulica di pari altezza e l'accesso al parcheggio mediante dossi per la chiusura idraulica.

Per il parcheggio di Via Bassanelli, al fine di scongiurare condizioni di allagabilità per fenomeni di ristagno dovuti ad eventi meteorici intensi si prevede un sovrizzo del piano stradale di 30 cm o, in alternativa, la realizzazione di un cordonato/muretto a tenuta idraulica di pari altezza e l'accesso al parcheggio mediante dosso per la chiusura idraulica.

Per gli stessi motivi l'accesso al parcheggio interrato di Piazza Unità dovrà avvenire mediante dossi con sovrizzo minimo pari a 30 cm, da rivalutarsi nelle successive fasi di progettazione con modello idrologico idraulico dedicato.

Nelle successive fasi progettuali dovrà inoltre essere svolto uno studio idraulico analitico mediante modellistica bidimensionale sul reticolo minore di bonifica (Scolo Carsè) al fine di accertare le condizioni di allagamento stimate e l'efficacia dei dispositivi di protezione individuati.

### Sottopassi

La nuova linea tramviaria prevede la realizzazione di n.3 nuovi sottopassi:

- Sottopasso stradale via Ferrarese/via Mazza - Lunghezza 433 m
- Sottopasso tramviario linea FFSS Bologna scalo San Donato - L= 19 m
- Sottopasso tramviario zona Passante L= 671 m

Le aree destinate a nuovi sottopassi risultano inserite in aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (P2) nel PGRA.

La modellistica idraulica di dettaglio di tipo bidimensionale eseguita sul reticolo principale e l'analisi idraulica qualitativa svolta sul reticolo minore di bonifica attestano l'assenza di fenomeni di allagabilità su tali aree per eventi con tempo di ritorno duecentennale.

I criteri di progettazione dei sottopassi dovranno essere tali da scongiurare l'allagabilità per fenomeni di ristagno in occasione di eventi meteorici eccezionali. Tali criteri dovranno inoltre garantire la regimazione delle acque di precipitazione che insistono sulle rampe, anche mediante sistemi volano in modo da non aggravare il rischio. A tal fine si dovranno prevedere sistemi di intercettazione e gestione delle acque meteoriche, da definire e concordare con l'ente gestore del servizio idrico integrato nelle successive fasi progettuali, valutando altresì la necessità di installare vasche volano prima del rilascio in pubblica fognatura al fine di garantire l'esercizio del sottopasso anche nei periodi di intermittenza di scolo nel sistema fognario.

### Sottostazioni elettriche

La nuova linea sarà dotata di n. 3 Sotto Stazioni Elettriche (SSE) di conversione dell'energia da 15 kVca e 750 Vcc. Le SSE, di tipo fuori terra o interrato, sono così ubicate:

- SSE n.1 – via di Corticella altezza via Saliceto – fuori terra
- SSE n.2 – via di Corticella altezza Via Lipparini – interrata
- SSE n.3 – Area Capolinea Castel Maggiore – fuori terra

Le aree destinate alle nuove SSE risultano inserite in aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (P2) nel PGRA.

La modellistica idraulica di dettaglio di tipo bidimensionale eseguita sul reticolo principale attesta l'assenza di fenomeni di allagabilità su tali aree per eventi con tempo di ritorno duecentennale ad opera del reticolo principale (Navile e Savena Abbandonato).

L'analisi idraulica qualitativa svolta sul reticolo minore di bonifica stima per la SSE n.3 – via di Corticella una potenziale allagabilità ad opera dello Scolo Bondanello con battente di esondazione convenzionale di 15 cm.

Al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento urbano, nell'elaborato progettuale di fattibilità idraulica (elaborato B381-C-SF-IDR-RT001) prevede la



realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane, considerando un indice di accumulo pari a 500 metri cubi per ettaro di superficie.

Si precisa che la SSE n.1 e la SSE n.3 insistono in aree a verde permeabili, mentre la SSE n.2 ricade in aree attualmente pavimentate e già drenate per cui non sono previsti interventi finalizzati all'invarianza idraulica. Inoltre, la SSE n.3 è ricompresa all'interno dell'area di deposito di Castel Maggiore, per cui la sua superficie risulta già conteggiata ai fini dell'invarianza idraulica.

A valle di tali considerazioni si ottengono i seguenti volumi:

- SSE n.1 - via di Corticella altezza Via Saliceto – 0,04 ha x 500 mc/ha = 20 mc

Si prevede di recuperare i suddetti volumi in prossimità della SSE (vedi figura che segue), realizzando un invaso a cielo aperto e/o dei compensi (ove possibile saranno da escludere vasche interrato) che saranno dimensionati nel rispetto di quanto previsto dalla “Direttiva per la sicurezza idraulica nei sistemi idrografici di pianura del bacino del Reno”.

Il recapito è stato individuato nella rete fognaria pubblica.



Figura 5-20 – SSE n.1 via di Corticella altezza Via Saliceto– Interventi per l'invarianza idraulica

Al fine di scongiurare condizioni di allagabilità per fenomeni di ristagno dovuti ad eventi meteorici intensi e quindi aggravamenti del rischio, si prevede in questa fase:

- per la SSE n.1 un sovrizzo del piano di calpestio di 30 cm o, in alternativa, la realizzazione di un cordonato/muretto a tenuta idraulica di pari altezza e l'accesso mediante dosso per la chiusura idraulica;
- per la SSE n.2 (interrata) l'accesso dovrà avvenire mediante dosso di altezza pari a 30 cm per la chiusura idraulica.
- per la SSE n.3 gli interventi già previsti per la fattibilità dell'area del capolinea di Castel Maggiore, che ricomprendono il sovrizzo del p.c. di 30 cm e/o la realizzazione di muretti di contenimento di pari altezza, consentono la realizzazione della SSE in condizioni di sicurezza idraulica, senza alcun incremento di rischio.

Nelle successive fasi progettuali dovranno essere rivalutate le condizioni di allagabilità mediante specifico modello idrologico idraulico in grado di quantificare l'effettivo battente atteso in occasione di eventi meteorici intensi in corrispondenza delle aree delle SSE.

### Approfondimenti del Progetto Definitivo

Nelle successive fasi progettuali dovrà essere confermata la compatibilità idraulica della linea in oggetto, mediante modellistica bidimensionale sul reticolo minore di bonifica e modellazione idrologica idraulica per la stima dei fenomeni di flashflood al fine di accertare l'assenza di incrementi di rischio, anche locali, così come definiti nel vigente Piano di Gestione del Rischio Alluvioni dell'Autorità Distrettuale del Fiume Po. (P.G.R.A.).

Dovrà inoltre essere sviluppato un modello idrologico idraulico per la stima quantitativa dei battenti attesi per fenomeni di ristagno in occasione di eventi meteorici intensi con particolare riferimento ai sottopassi, ai parcheggi e alle sottostazioni elettriche in progetto.

In tale ambito dovrà essere valutata l'efficacia degli interventi proposti (vedi elaborato B381-C-SF-IDR-RT001 per maggiori dettagli) per la protezione delle opere di progetto ricadenti in ambito P2 definito nella Variante di Coordinamento PGRA/PSAI.

Lo studio inoltre dovrà valutare la compatibilità idraulica dell'adeguamento dell'attraversamento del ponte esistente di Via Bentini ai sensi delle NTC 2018.

Per la gestione delle acque meteoriche dilavanti (AMD) dovranno essere progettati, sia in fase di cantiere sia a regime, i necessari presidi in conformità a quanto prescritto dalla normativa regionale (DGR 286/05 e DGR 1860/06) al fine di consentire:

- la separazione delle acque di prima pioggia derivanti dalle superfici suscettibili di essere contaminate ed immissione delle stesse, previo trattamento, nella fognatura o smaltimento diretto in loco, ove possibile in relazione alle caratteristiche del suolo o in subordine della rete idrografica.

- la separazione delle acque di seconda pioggia di cui al punto precedente nonché delle acque meteoriche dalle coperture dei fabbricati e dalle superfici impermeabili non suscettibili di essere contaminate.

Ai fini dell'eventuale contenimento delle portate meteoriche addotte alla rete fognaria o ai corsi d'acqua superficiali dovranno essere verificati i sistemi di autocontenimento idraulico ai fini di garantire l'invarianza idraulica previsti in questa fase.

Ai sensi della DGR 1860/06, in linea generale, per le "acque di prima pioggia" o le "acque reflue di dilavamento" si prevede la restituzione delle acque meteoriche in corpo idrico superficiale (canale Navile), nel rispetto dei livelli di trattamento previsti dalla direttiva nel caso delle acque di prima pioggia, dei valori limite di emissione di cui alla tab 3 Allegato 5 parte terza del DLgs n.152/06 e s.m.i.

## 5.6 SUOLO E SOTTOSUOLO

### 5.6.1 IMPATTI

Il suolo costituisce un'importante risorsa, finita e non rinnovabile, non solo per il sistema agricolo, di cui sostiene la produzione, ma anche per tutta la società. Il consumo di suolo coincide con la superficie dell'opera (impronta), che è sottratta definitivamente all'agricoltura, alle aziende agricole e alla produzione agricola.

#### 5.6.1.1 Fase di cantiere

Gli impatti che si determineranno in fase di cantierizzazione e di realizzazione delle opere sono legati alla preparazione delle aree di cantiere, della nuova sede tramviaria ed alla realizzazione delle opere complementari ad esso. In questo contesto, i potenziali impatti sulla componente suolo e sottosuolo sono i seguenti:

modificazione dei suoli coinvolti nella realizzazione dei cantieri, come ad esempio scotico, compattazione, spostamento e movimentazione, ecc.

produzione e gestione dei materiali di risulta (incluso il trasporto degli stessi);

produzione e gestione di terre e rocce da scavo;

potenziali contaminazioni dei terreni superficiali dovuti alle attività svolte in cantiere (es. dispersione accidentale di prodotti chimici, materiali o combustibili, ecc.);

eventuale percolazione di sostanze pericolose derivanti dai mezzi di cantiere e dalle lavorazioni attraverso il sottosuolo insaturo fino a costituire un potenziale pericolo anche per il sistema idrico sotterraneo o la rete idrica superficiale, determinando quindi situazioni di inquinamento nei confronti delle matrici coinvolte.

Sebbene l'esame della tavola dei vincoli (paragrafo 3.8.2.7) abbia permesso di escludere la presenza di siti contaminati/da bonificare direttamente interferenti con il tracciato in progetto (ad eccezione del sito 07 la cui procedura è attualmente in corso), al fine di scongiurare la potenziale veicolazione di sostanze contaminanti o il riutilizzo di terreno inquinato, saranno essere eseguiti accertamenti in merito alla qualità dei terreni scavati ai sensi della normativa vigente.

I lavori per la realizzazione delle opere in progetto produrranno materiali di risulta individuati in terreno vegetale, terreni da scavo, rifiuti dalla demolizione della pavimentazione esistente, oltre a eventuali materiali estranei che dovessero essere rinvenuti durante i lavori.

Per quanto riguarda il terreno vegetale, il progetto prevede il suo stoccaggio temporaneo in cantiere per il successivo riutilizzo nelle opere di mitigazione ambientale previste.

Per gli eventuali materiali di risulta di cui non è possibile il riutilizzo (ad es. mediante impianti di frantumazione e vagliatura mobili, stabilizzazione a calce, ecc.) si prevede lo smaltimento presso gli impianti di recupero/smaltimento di rifiuti speciali.

In merito alla gestione delle terre e rocce da scavo, l'impostazione si basa sull'ipotesi di deposito e successivo riutilizzo dei materiali di scavo derivanti dai lavori in progetto ai sensi

della normativa vigente (DPR 120/2017) o, nel caso in cui non saranno rispettate le condizioni, come rifiuto ai sensi della parte IV del D. Lgs. 152/06 e s.m.i..

Il quadro di raffronto tra i quantitativi di materiali provenienti dagli scavi e i fabbisogni del cantiere sono riportati nella tabella che segue:

	Descrizione	Quantità (mc)
	<b>Scavi:</b>	
A	Scotico terreno vegetale	29.418,00
B	Terreno proveniente da scavi	265.540,00
di cui le principali opere	Silo trevi	6.498,00
	Sottopasso ferrarese	29.628,00
	SSE1-2-3	1.938,00
	Adeguamento sottopasso ferroviario	4.846,00
	Sottovia passante	32.258,00
	Adeguamento ponte Navile	828,00
	Stazione corticella	55.415,00
A+B=C	Totale	<b>294.958,00</b>
	<b>Riutilizzi:</b>	
	Rinterro scavi	26.554,00
	Terreno vegetale per opere di mitigazione a verde	22.435,00
	Rilevato	3.600,00
D	Totale	<b>52.589,00</b>
C-D	Bilancio materiali da scavo	242.369,00
	<b>Fabbisogno</b>	
	Misto granulare stabilizzato	65.771,00
	Conglomerati bituminosi	
	Conglomerato bituminoso	18.880,00
	Conglomerato bituminoso -binder	13.216,00
E	Conglomerato bituminoso - strato di usura	7.552,00
	<b>Gestione rifiuti:</b>	
F	Materiali derivanti da demolizione pavimentazione	84.829,00
	Demolizioni cls	612,00

Dall'esame della tabella sopra riportata, si stima una produzione di ca. 295.000 mc di terre e rocce da scavo (incluso terreno vegetale), che saranno parzialmente riutilizzate (ca. 53.000 mc) all'interno del cantiere per rinterri e opere di mitigazione a verde.



I terreni in esubero saranno gestiti in qualità di sottoprodotto per rimodellazioni, rilevati, ripascimenti, ecc. ai sensi della normativa vigente (DPR 120/2017) o, in alternativa, nel caso in cui non siano rispettate le condizioni, come rifiuto ai sensi della parte IV del D. Lgs. 152/06 e s.m.i..

Si stima inoltre una produzione di ca. 85.000 mc di materiali derivanti dalla demolizione della pavimentazione esistente, che saranno gestiti in qualità di rifiuto ai sensi della parte IV del D. Lgs. 152/06 e s.m.i.

Il fabbisogno di materiali necessari per la realizzazione della sede tranviaria, del sottopasso e delle opere accessorie è stimato in ca. 66.000,00 mc di misto granulare e in ca. 40.000,00 di conglomerati bituminosi, che saranno approvvigionati da fonti esterne.

In fase di cantiere gli impatti sono transitori per tutte le aree interessate e pertanto si stima l'impatto complessivo come non rilevante.

#### 5.6.1.2 Fase di esercizio

In fase di esercizio dell'opera, il principale impatto è riconducibile all'occupazione permanente di superficie da parte delle opere in progetto, che per il progetto di cui trattasi si avrà in corrispondenza dell'area del capolinea nord, per la quale è prevista una perdita di suolo non urbanizzato pari a ca. 35.000 m<sup>2</sup>. La restante parte del tracciato si sviluppa infatti all'interno del tessuto cittadino già urbanizzato.

In merito all'individuazione dell'area per l'ubicazione del capolinea nord, sono state valutate diverse alternative, partendo dal presupposto che, per rispondere alle esigenze progettuali ed ottimizzare l'efficienza del servizio in fase di esercizio, l'area nella quale verrà realizzato il capolinea deve rispondere ai seguenti requisiti:

dimensione dell'area: circa 35.000 mq;

distanza dalla linea della tranvia: l'area deve trovarsi lungo il corridoio della linea tranviaria.

Si evidenzia che in prossimità del tracciato di progetto della linea tranviaria non sono presenti aree dismesse di dimensioni sufficienti alle esigenze individuate per il terminal che possano rappresentare una “ragionevole alternativa localizzativa che non determina consumo di suolo”.

Come meglio descritto al paragrafo 2.4.2, sulla base dei criteri esaminati per le due diverse alternative valutate (localizzazione, superficie territoriale a disposizione, distanza dalla linea tranviaria, consumo di suolo, opportunità della trasformazione in relazione al contesto, accessibilità veicolare, intermodalità, vincoli e sensibilità paesaggistica del sito), è stata individuata nell’ “Alternativa 2 – Terminal a Castel Maggiore”, l’unica soluzione in grado di soddisfare le esigenze progettuali.

Un ulteriore impatto, inoltre, può essere individuato nella possibile contaminazione dei suoli e del primo sottosuolo insaturo causati da eventi accidentali durante i lavori.

## 5.6.2 MITIGAZIONI

### 5.6.2.1 Fase di cantiere

Alla luce dell’analisi dei potenziali impatti previsti in fase di cantiere, gli interventi di mitigazione individuati per la componente suolo/sottosuolo consistono nella minimizzazione dell’uso di risorse non rinnovabili per soddisfare il fabbisogno di materiali legato alla realizzazione delle opere in progetto.

Nello specifico, il deposito del terreno vegetale sarà organizzato e disposto al fine di garantire che le caratteristiche agronomiche e chimico-fisiche non risultino compromesse nel tempo e mantenere la struttura e potenziale fertilità del suolo accantonato. Il materiale dovrà essere inoltre protetto dall’insediamento di vegetazione infestante e dall’erosione idrica superficiale.

Le aree di stoccaggio saranno preparate e livellate in modo da facilitare lo scarico, il carico e l’ispezione dei materiali. La pavimentazione sarà realizzata con pietrisco stabilizzato di cava; tra il terreno e la pavimentazione verrà montato uno strato di geotessile non tessuto di separazione, al fine di ristabilizzare la superficie vergine del terreno alla fine della lavorazione.

Per i mezzi meccanici presenti, verranno realizzate delle piazzole di sosta specifiche con pavimentazione impermeabile al fine di scongiurare la caduta di grassi o oli idrocarburi sul terreno e quindi la filtrazione nelle acque di falda.

Le operazioni di movimentazione saranno eseguite con mezzi e modalità tali da evitare eccessivi compattamenti del terreno.

Al fine di limitare il consumo delle risorse non rinnovabili si prevede il riutilizzo delle terre e rocce da scavo prodotte, parzialmente all'interno del cantiere e la restante parte, qualora ne ricorrano le condizioni, come sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017.

In merito alle attività di trasporto dei materiali, saranno adottati i seguenti accorgimenti procedurali:

verifica dello stato dei mezzi (manutenzioni, stato di usura delle gomme, fanali, ecc.);

gestione traffico e viabilità, mediante ad es. individuazione delle interferenze con la viabilità locale, studio delle alternative di percorrenza; previsione di adeguata segnaletica in punti critici, adeguato sistema di vigilanza a supporto della regolamentazione del traffico; ecc.);

esecuzione dei trasporti principalmente nelle ore diurne, tenendo conto della presenza di zone sensibili, quali scuole, ospedali, case di cura, ecc. e astenendosi dal percorrere tali zone negli orari di ingresso/uscita dei suddetti edifici.

#### 5.6.2.2 Fase di esercizio

Per gli interventi di mitigazione e compensazione relativi all'occupazione di suolo si rimanda a quelli previsti e descritti nel capitolo relativo alla Componente Ecosistemi, Vegetazione e Flora, Fauna, in quanto hanno una valenza anche per la componente suolo.

## 5.7 PAESAGGIO E PATRIMONIO STORICO/CULTURALE

### 5.7.1 IMPATTI

Dal punto di vista del paesaggio, i principali impatti legati alla realizzazione della nuova linea tramviaria possono essere riconducibili alla frammentazione dei sistemi paesaggistici presenti e alla riduzione dei caratteri del paesaggio circostante l'infrastruttura.

In particolare, i principali contesti sono descritti di seguito:

- *Paesaggio del centro storico*: in questo frangente la nuova infrastrutturazione costituirà l'opportunità per contribuire alla costruzione di sequenze interessanti, l'individuazione di punti di riferimento, l'apertura di prospettive e la formazione di strettoie, gli allineamenti, i raggruppamenti, gli sbarramenti;
- *Paesaggio della stazione e della Bolognina*: contraddistinto da un tessuto edilizio compatto e consolidato, ad impianto regolare, in cui sono presenti tipi edilizi in linea e puntuali costituiti prevalentemente da palazzine;
- *Paesaggio di Corticella*: caratterizzato da tessuto antropizzato e da una maglia consolidata connotata da eterogeneità di impianto (compatto ed aperto), di tipi edilizi, in linea, puntuali e a blocco, e di volumetrie dei manufatti (palazzine, edifici a torre a carattere intensivo), che generano uno skyline fortemente movimentato e dinamico e in cui la nuova infrastrutturazione ben si colloca anche dal punto di vista dimensionale;
- *Paesaggio periurbano*: in cui si colloca il terminal nord e dove il principale impatto è legato al consumo di suolo per la realizzazione dell'area, già sviluppato al par. 4.6.4.

Dato il contesto fortemente variegato toccato dalla linea tramviaria, l'analisi degli impatti dell'opera viene riportata nei capitoli secondo il seguente schema:

Strumenti adottati per il contenimento degli impatti sul contesto storico-culturale:

- Impatto acustico-vibrazionale;
- Impatto visivo;

Descrizione analitica degli impatti.

Impatto acustico-vibrazionale

Nella città di Bologna ed in particolare nel tratto interessato dalla direttrice della Linea Rossa, che attraversa il centro della città, vi sono numerosi edifici storici (sensibili).

Pertanto, come avviene ormai in tutte le realizzazioni di trasporto pubblico di massa su rotaia, le vibrazioni propagate attraverso l'aria, il suolo e le strutture devono essere mitigate per ridurre il disturbo che si arreca sugli edifici limitrofi.

La principale componente delle vibrazioni si trasmette attraverso il suolo, mentre i rumori aerei che si propagano attraverso l'aria dipendono dal materiale rotabile e dalla finitura della superficie della sede.

La fonte delle vibrazioni è il risultato dell'interazione delle ruote con la rotaia e la loro trasmissione dipende da molti fattori quali, ad esempio:

- il tipo di fissaggio della rotaia alla sua sede;
- la piastra di appoggio della rotaia;
- i materassini antivibranti sotto il getto di calcestruzzo;
- eventuali cavità o i differenti gradi di compattazione del terreno di sedime;
- eventuali accorgimenti per lo smorzamento delle vibrazioni nelle opere civili;
- edifici con disposizioni antivibranti.

Le vibrazioni provenienti dal suolo, alla base di edifici sensibili, non dovrebbero superare i limiti fissati che vengono spesso normati mediante zonizzazioni specifiche. Tali valori dipendono dalla funzione o dalla valenza storico-artistica-monumentale dell'edificio e dalla sua distanza rispetto al binario.

Si faccia riferimento a quanto riportato ai par. 5.4.2 e 5.3.2.

#### Impatto visivo

L'inserimento dell'opera tramviaria all'interno di un contesto urbano variegato come quello della città di Bologna necessita di attenzione particolare alla qualità delle sistemazioni urbanistiche di progetto, garantendo al contempo i requisiti tipologici e funzionali degli elementi che le compongono e calibrando le finiture in relazione al contesto architettonico (soprattutto nel centro storico o in corrispondenza di particolari edifici con valenza storico-culturale).

### Descrizione analitica degli impatti

Di seguito viene descritta l'impostazione data alle sistemazioni urbanistiche lungo il tracciato.

#### Via dei Mille

Tale ambito, per la sua posizione, si ricollega all'ambito del Centro Storico, già affrontato sia nel PFTE che nel progetto definitivo della Linea Rossa.

L'area in questione va da piazza dei Martiri 1943-1945 fino a via dell'Indipendenza, ricollegandosi al tracciato della linea principale; le opere previste in progetto in tale area sono, nello specifico:

- Opere di linea: sede ed armamento tramviario, fermate e sistemazioni urbanistiche, impianti di segnalamento, semaforizzazione incroci;

L'area in esame ricade nell'ambito normato dall'art. 27 del Piano Strutturale Comunale ed è caratterizzata da portici, anche monumentali, realizzati dopo l'Unità d'Italia e nel corso del '900.



Foto aerea dell'area di via dei Mille





Edifici esistenti in via dei Mille

Via di Corticella (da piazza dell'Unità all'incrocio con via di Saliceto)

L'area in questione va da piazza dell'Unità fino all'incrocio con via di Saliceto, passando lungo la via di Corticella; le opere previste in progetto in tale area sono, nello specifico:

- Opere di linea: sede ed armamento tramviario, fermate e sistemazioni urbanistiche, impianti di trazione e segnalamento, semaforizzazione incroci;
- Opere puntuali: realizzazione di un piccolo parcheggio in via Bassanelli ed all'angolo con via di Saliceto; realizzazione di una sottostazione elettrica fuori terra in adiacenza al nuovo parcheggio di via di Saliceto.

L'area in esame è caratterizzata da edilizia dal XIX al XX secolo; all'interno di tale area spiccano i seguenti elementi tutelati:

- Ippodromo Arcoveggio, del XX secolo, in via di Corticella, di fronte all'incrocio con via Passarotti, tutelato con Decreto Direzione Regionale del 15/05/2008.



Via di Corticella (dall'incrocio con via di Saliceto all'incrocio con via della Croce Coperta)

La linea tramviaria entra in trincea immediatamente a nord dell'incrocio con via di Saliceto per proseguire intubata al di sotto del passante autostradale e riemergere, infine in prossimità dell'incrocio con via della Croce Coperta.

- Opere di linea: sede ed armamento tramviario, fermate e sistemazioni urbanistiche, impianti di trazione e segnalamento, semaforizzazione incroci;
- Opere d'arte: sottopasso tramviario.



L'area in esame ricade nell'ambito dell'espansione urbana recente, del XX secolo, senza incontrare edifici soggetti a particolari tutele sotto il profilo storico-culturale.

Via di Corticella (dall'incrocio con via della Croce Coperta fino a quello con via Lipparini)



L'area in questione va da dall'incrocio con via della Croce Coperta fino a quello con via Lipparini, passando lungo la via di Corticella; le opere previste in progetto in tale area sono, nello specifico:

- Opere di linea: sede ed armamento tramviario, fermate e sistemazioni urbanistiche, impianti di trazione e segnalamento, semaforizzazione incroci;
- Opere puntuali: riqualificazione dei giardini pubblici Pinardi e Lipparini; realizzazione di una sottostazione elettrica fuori terra all'incrocio tra via di Corticella e via Lipparini.

L'area in esame ricade nell'ambito dell'espansione urbana recente, del XX secolo, senza incontrare edifici soggetti a particolari tutele sotto il profilo storico-culturale.

Via Bentini-Sant'Anna-Byron (dall'incrocio con via Lipparini fino all'innesto su viale Shakespeare)

L'area in questione va da dall'incrocio con via Lipparini, passando lungo le vie Bentini, Sant'Anna e Byron; le opere previste in progetto in tale area sono, nello specifico:

Opere di linea: sede ed armamento tramviario, fermate e sistemazioni urbanistiche, impianti di trazione e segnalamento, semaforizzazione incroci;

L'area in esame ricade nell'ambito dell'espansione urbana recente, del XX secolo, senza incontrare edifici soggetti a particolari tutele sotto il profilo storico-culturale.







Viale Shakespeare e Capolinea nord (dall'incrocio con via Byron fino al nuovo capolinea in comune di Castelmaggiore)

L'area in questione va dall'innesto di via Byron su viale Shakespeare, passando lungo tale strada, fino al capolinea nord in Comune di Castelmaggiore; le opere previste in progetto in tale area sono, nello specifico:

- Opere di linea: sede ed armamento tramviario, fermate e sistemazioni urbanistiche, impianti di trazione e segnalamento, semaforizzazione incroci;
- Opere puntuali: allargamento del sottovia ferroviario di via Bentini per consentire l'innesto della tramvia sul rilevato ferroviario; realizzazione di una piccola rimessa tramviaria, con edificio di servizio e sottostazione a nord del nuovo capolinea tramviario; realizzazione di

un capolinea per gli autobus extra-urbani ed un parcheggio d'interscambio con stalli inerbiti.







L'area in esame ricade all'estrema propaggine urbana settentrionale della città di Bologna, nell'ambito di un contesto tendenzialmente agricolo, sebbene oggetto negli ultimi decenni d'interventi d'infrastrutturazione come la realizzazione del depuratore comunale. Non si riscontrano edifici soggetti a particolari tutele sotto il profilo storico-culturale.

#### 5.7.2 MITIGAZIONI

La progettazione di un insieme organico di interventi di inserimento paesaggistico - ambientale da correlare alla realizzazione di un progetto tramviario, quale quello in oggetto, si pone quale momento fondamentale per procedere alla riqualificazione dei caratteri dell'ambito nel quale si interviene. Tali sistemazioni ambientali si fondano prevalentemente su interventi di restauro che consentono contemporaneamente il recupero delle aree direttamente interessate dalla realizzazione del progetto e la valorizzazione degli elementi che ad esso si relazionano percettivamente e funzionalmente. L'utilizzo degli impianti a verde ha, infatti, non solo il fine di offrire una riqualificazione di tipo estetico - percettiva, ma ha anche il compito di operare la

ricostruzione degli elementi a valenza naturale in un contesto che si caratterizza per l'elevata valenza antropica.

L'approccio seguito persegue l'integrazione e l'inserimento a carattere fondamentalmente naturalistico, con l'obiettivo di ripristinare quelle porzioni territoriali necessariamente modificate dall'opera o da tutte quelle operazioni che si rendono indispensabili per compierla.

Le sistemazioni a verde svolgono varie funzioni come:

la ricucitura con le formazioni vegetali di tipo naturale esistenti e la riqualificazione ecologico - funzionale delle aree di intervento;

l'inserimento ambientale dell'opera mediante la costituzione di quinte verdi con funzione di schermo e mascheramento percettivo.

È necessario rilevare che l'utilizzo della vegetazione pone in essere l'obiettivo di intervenire nel paesaggio innescando processi evolutivi naturali che nel tempo possano diventare autonomi, valorizzando le potenzialità del sistema naturale stesso inteso quale carattere prevalente per una sostenibile gestione del contesto territoriale e paesaggistico. In questo senso gli interventi proposti favoriscono il recupero dei caratteri naturali, floristici e faunistici del contesto attraversato o meglio ancora delle fitocenosi e zoocenosi autoctone, ai fini del mantenimento di un equilibrio il più possibile prossimo a quello naturale.

In particolare, nella progettazione degli interventi e nella scelta delle essenze si dovrà tenere conto del tipo e degli stadi seriali delle formazioni presenti al contorno individuando in tal modo le specie maggiormente idonee all'impianto. Le specie autoctone sono infatti quelle che, in quanto insediate spontaneamente nel territorio in esame, maggiormente si adattano alle condizioni pedoclimatiche della zona e, che, grazie alla maggiore capacità di attecchimento, assicurano una più facile riuscita dell'intervento. Esse inoltre risultano più resistenti verso gli attacchi esterni (gelate improvvise, siccità, parassitosi) e necessitano in generale di una minore manutenzione consentendo di ridurre al minimo, in fase di impianto, l'utilizzo di concimi chimici, fertilizzanti od antiparassitari. Tali specie partecipano al naturale dinamismo della vegetazione, assicurano, come precedentemente indicato, un inserimento in senso

naturalistico dell'impianto e favoriscono nel contempo l'evoluzione della cenosi vegetali verso la serie dinamica.

I fattori che saranno tenuti in considerazione nelle future fasi progettuali per la scelta delle specie vegetali da utilizzare per gli interventi di mitigazione ambientale sono così sintetizzabili:

fattori ecologici: le specie prescelte saranno individuate tra quelle autoctone, sia per motivi ecologici (dinamismo vegetazionale) che per capacità di attecchimento. Si cercherà anche di individuare specie che possiedano doti di reciproca complementarità, in modo da formare associazioni vegetali polifitiche ben equilibrate e con doti di apprezzabile stabilità nel tempo;

criteri ecosistemici: si terrà conto della potenzialità delle specie vegetali nel determinare l'arricchimento della complessità biologica, anche al fine di incrementare la disponibilità di rifugio e di fonti alimentari per l'avifauna e la fauna terrestre;

fattori logistici: si terrà conto della reperibilità sul mercato del materiale vivaistico;

criteri agronomici ed economici: in generale gli interventi saranno calibrati in modo da contenere gli interventi e le spese di manutenzione (potature, sfalci, irrigazione, concimazione, diserbo);

criteri di sicurezza stradale.

### Finiture

Tale approccio è stato utilizzato nella progettazione delle sistemazioni urbanistiche lungo l'intera tratta, scegliendo i materiali secondo il seguente schema:

Localizzazione	Materiali contesti standard	Materiali Centro Storico e contesti particolari
Sede carrabile	Conglomerato bituminoso	Sampietrini o basole di granito
Sede tramviaria	Conglomerato bituminoso colorato chiaro	Sampietrini o basole di granito
Marciapiedi	Conglomerato bituminoso	Sampietrini o basole di granito
Cigli stradali	Elementi in granito chiaro	Elementi in granito chiaro



Cigli aiuole	Elementi in granito chiaro	Elementi in granito chiaro
Sedi ciclabili	Conglomerato bituminoso colorato in pasta con aggiunta di ossidi di ferro	



Area d'intervento standard - stato di fatto



Tipologia d'intervento standard



Area d'intervento in Centro Storico





Tipologia d'intervento in Centro Storico

### Sistemi di trazione elettrica

Le tramvie tradizionali sono caratterizzate dalla presenza di sistemi di trazione elettrica costituiti da pali, tesate e linee di contatto; tali sistemi, generalmente lineari, hanno un impatto maggiore nei centri storici – soprattutto in Italia – dove devono dialogare con la presenza di edifici e monumenti di alto valore, confrontandosi altresì con l'esiguità della sezione stradale.

Al fine di mitigare tale impatto, il progetto per la nuova linea tramviaria di Bologna prevede che i sistemi di trazione elettrica tradizionali, con pali, tesate e linee di alimentazione elettrica aerea vengano limitati alle aree esterne alla Città Murata (tra Porta San Felice e Piazza XX Settembre). All'interno di questa, invece, le vetture tramviarie circoleranno con batterie a bordo, senza l'ausilio di sistemi tradizionali.

Localizzazione	Materiali contesti standard	Materiali Centro Storico e contesti particolari
Trazione elettrica	Tradizionale con pali e tesate 	Assente (trazione a batterie) 



	Da piazza XX Settembre ai capolinea Castel Maggiore	Da Terminal via dei Mille a piazza XX Settembre
--	--	--

### Pensilina di fermata

Il progetto per la pensilina del Tram di Bologna trova nel dialogo continuo tra storia e contemporaneità il proprio humus di coltura; il percorso su cui si articola il tracciato della rete tranviaria lega tessuti diversi sia per urbanizzazione, contesto, vocazioni, architettura e storia; il design della fermata nella forma e nelle cromie tende ad un dialogo neutro mantenendo un carattere distintivo forte e adattabile alle quinte di una città mutevole.

Il concept architettonico delle fermate è stato definito attraverso l'identificazione di elementi riconoscibili e adattabili ai differenti quadri di riferimento prestazionale.

Questi elementi sono declinati da una cornice in ferro che contiene le sedute e due totem ove trovano alloggio gli apparati tecnologici.

### Via dei Mille

Il progetto prevede che la linea tramviaria si attesti sul lato sud della via dei Mille in modo da garantire il mantenimento di una corsia riservata per il TPL in direzione est e due corsie per il traffico promiscuo in direzione ovest.

Il tracciato tramviario si avvicina alle facciate degli edifici, con distanze inferiori a 10 metri.

Particolare attenzione è stata posta negli ambiti del centro storico attraversato dalla tranvia. Il passaggio di quest'ultima senza catenaria ha un impatto positivo diretto e indiretto riducendo le catenarie che inficiano i prospetti degli edifici storici, restituendo altresì una visione pulita di quanto, oggi, è sporcato dalla fitta rete di cavi di trazione elettrica dei filobus.

Al fine di evitare impatti sotto il profilo acustico vibrazionale sugli edifici vincolati e non posti a distanze inferiori a 12 metri dalla rotaia più vicina si è optato per l'utilizzo di un armamento ad alto isolamento vibrazionale, tipo L3, che garantisce un abbattimento delle vibrazioni in linea con le prescrizioni normative applicate al caso di specie.

In riferimento, invece, all'impatto visivo sul contesto del centro storico il progetto prevede che le vetture viaggino a batteria senza la presenza, cioè, degli impianti di trazione elettrica.

Via di Corticella (da piazza dell'Unità all'incrocio con via di Saliceto)

La giacitura prevista per la linea tramviaria non consente il mantenimento di distacchi considerevoli tra rotaia ed edifici circostanti; al fine di evitare impatti sotto il profilo acustico vibrazionale sugli edifici vincolati e non posti a distanze inferiori a 12 metri dalla rotaia più vicina si è optato per l'utilizzo (nel tratto iniziale fino a via Passarotti) di un armamento ad alto isolamento vibrazionale, tipo L3, che garantisce un abbattimento delle vibrazioni in linea con le prescrizioni normative applicate al caso di specie; nelle tratte successive sono stati previsti sistemi di armamento con livelli di smorzamento acustico-vibrazionale adeguati in riferimento alla distanza tra rotaia ed edificio ed alla presenza di recettori acustici critici.

Via di Corticella (dall'incrocio con via di Saliceto all'incrocio con via della Croce Coperta)

La giacitura prevista per la linea tramviaria, con distacchi variabili fino anche ad oltre 20 metri dagli edifici è stata studiata per garantire il miglioramento della fruibilità degli svincoli del Passante autostradale.

Sono stati pertanto previsti sistemi di armamento con livelli di smorzamento acustico-vibrazionale adeguati in riferimento alla distanza tra rotaia ed edificio ed alla presenza di recettori acustici critici.

Via di Corticella (dall'incrocio con via della Croce Coperta fino a quello con via Lipparini)

La giacitura prevista per la linea tramviaria, con distacchi variabili fino anche ad oltre 20 metri dagli edifici è stata studiata per garantire il miglioramento della fruibilità degli svincoli del Passante autostradale.

Sono stati pertanto previsti sistemi di armamento con livelli di smorzamento acustico-vibrazionale adeguati in riferimento alla distanza tra rotaia ed edificio ed alla presenza di recettori acustici critici.

Via Bentini-Sant'Anna-Byron (dall'incrocio con via Lipparini fino all'innesto su viale Shakespeare)

La giacitura prevista per la linea tramviaria, con distacchi variabili fino anche ad oltre 20 metri dagli edifici è stata studiata per garantire il miglioramento della fruibilità degli svincoli del Passante autostradale.

Sono stati pertanto previsti sistemi di armamento con livelli di smorzamento acustico-vibrazionale adeguati in riferimento alla distanza tra rotaia ed edificio ed alla presenza di recettori acustici critici.

Viale Shakespeare e Capolinea nord (dall'incrocio con via Byron fino al nuovo capolinea in comune di Castel Maggiore)

La giacitura prevista per la linea tramviaria, con distacchi variabili fino anche ad oltre 20 metri dagli edifici è stata studiata per garantire il miglioramento della fruibilità degli svincoli del Passante autostradale.

Sono stati pertanto previsti sistemi di armamento con livelli di smorzamento acustico-vibrazionale adeguati in riferimento alla distanza tra rotaia ed edificio ed alla presenza di recettori acustici critici.

## 5.8 ECOSISTEMI, VEGETAZIONE E FLORA, FAUNA

### 5.8.1 IMPATTI

#### 5.8.1.1 Fase di cantiere

Gli impatti in fase di cantiere sulla componente floristico-vegetazionale sono prevalentemente riconducibili al taglio della vegetazione. In particolare, sono previsti abbattimenti di elementi arborei come meglio definito negli elaborati progettuali specifici.

In riferimento alle emissioni di polveri, l'impatto è legato ad un eventuale deposito sulla lamina fogliare delle piante (erbacee, arbustive ed arboree) poste nelle adiacenze delle aree di cantiere, che potrebbe contribuire a diminuire l'efficienza fotosintetica e l'evapotraspirazione inducendo fenomeni di stress vegetativo. Tale tipologia di impatto, legato alla produzione ed

emissione di polveri dovuto alle attività ed alla viabilità di cantiere, è ritenuto non significativo in considerazione della collocazione delle aree di intervento, ubicate per lo più in ambito cittadino, pertanto già interessate da un'intensa attività di traffico veicolare.

In merito alla componente faunistica, l'unica area che potrebbe essere interessata da potenziali impatti, è quella del capolinea nord, in quanto localizzata in ambito periurbano, mentre il resto del tracciato si sviluppa all'interno del tessuto urbano della città di Bologna. Si consideri comunque che tale area risulta già allo stato attuale, per la presenza di attività umane, di viabilità e traffico ferroviario e veicolare, più facilmente frequentabile da specie generaliste non soggette a fattori di criticità e/o vulnerabilità e caratterizzate da una maggiore tollerabilità del disturbo antropico.

Per quanto sopra esposto si ritiene che l'impatto sulla componente faunistica in fase di cantiere sia da ritenersi non significativo e reversibile a breve termine.

#### 5.8.1.2 Fase di esercizio

Gli impatti sulla componente floristico-vegetazionale sono prevalentemente riconducibili agli abbattimenti di elementi arborei come meglio definito negli elaborati progettuali specifici.

Dal punto di vista ecosistemico, gli impatti legati alla realizzazione della nuova linea tramviaria possono essere riconducibili alla frammentazione degli ecosistemi, alla modificazione della permeabilità faunistica ed alla riduzione della funzionalità ecologica del territorio circostante l'infrastruttura, soprattutto per quanto riguarda le aree prossime al capolinea di Castel Maggiore, in quanto il resto del tracciato si sviluppa all'interno del tessuto cittadino urbanizzato.

I principali impatti a carico delle componenti faunistiche ospitate dal territorio circostante la nuova linea della tramvia possono essere legati ad eventuali collisioni riconducibili al tentativo da parte degli animali di attraversare l'asse viario.

Tale eventualità si ritiene comunque poco probabile e, come per la fase di cantiere, limitata all'area prossima al capolinea nord. Si rileva in ogni caso che tale area, risulta interclusa tra aree

industriali a nord e sud e delimitata dalla linea ferroviaria Bologna-Padova sul lato ovest, che localmente rappresenta già un significativo elemento di frammentazione e di limitazione allo spostamento della fauna terrestre.

## 5.8.2 MITIGAZIONI

### 5.8.2.1 Fase di cantiere

Al fine di ridurre le emissioni polverulente che possano eventualmente interessare la flora, la vegetazione e la fauna esistenti durante le fasi di cantiere, si può fare riferimento alle modalità operative e accorgimenti già indicati per la componente atmosferica (eventuale bagnatura delle superfici di transito e dei materiali da movimentare, bassa velocità di transito dei mezzi d'opera, ecc.).

### 5.8.2.2 Fase di esercizio

Il progetto delle opere a verde è stato sviluppato in conformità al Regolamento Edilizio e allegato Regolamento del verde pubblico e privato del Comune di Bologna, seguendo pertanto l'iter che conduce all'analisi su scala via via più dettagliata dell'intervento, a partire dall'inquadramento territoriale (analisi del contesto urbano, delle valenze ambientali, delle connessioni con il sistema del verde pubblico e privato, dei possibili collegamenti tra il verde esistente e di progetto), passando dalla valutazione della migliore disposizione spaziale delle diverse componenti, per giungere infine alla scelta della tipologia di verde più idonea per singola situazione ambientale.

Nello specifico *“le alberature abbattute devono essere sostituite nel lotto sul quale si realizza l'intervento nel rapporto di 1:2, con alberature della stessa classe di grandezza per almeno uno dei due esemplari sostitutivi, con la possibilità di utilizzare specie delle classi inferiori per il secondo esemplare in sostituzione di quello abbattuto. Qualora non sia possibile reperire all'interno del lotto gli spazi necessari per dar corso al reintegro delle piante abbattute, non è consentito realizzare nuovi manufatti che interferiscono con le piante tutelate insistenti sul lotto”*.



La progettazione delle opere a verde ha seguito un approccio multidisciplinare, che ha messo a sistema aspetti paesaggistici, naturalistici, agronomici, ambientali ed idrogeologici, considerando l'inserimento della nuova infrastruttura tramviaria come un'opportunità di riqualificazione del verde urbano e periurbano per il miglioramento dei "servizi ecosistemici".

In conformità al DM 11/10/2017 la selezione delle specie arboree e arbustive terrà conto di:

- utilizzo di specie autoctone, privilegiando le specie vegetali che hanno strategie riproduttive prevalentemente entomofile;
- funzione di assorbimento delle sostanze inquinanti in atmosfera e di regolazione del microclima;
- esigenze idriche;
- resistenza alle fitopatologie;
- assenza di effetti nocivi per la salute umana;
- utilizzo di specie autoctone con pollini dal basso potere allergenico;
- non utilizzo di specie urticanti o spinose (es. *Gleditsia triacanthos* L. - Spino di Giuda, *Robinia pseudoacacia* L.- Falsa acacia, *Pyracantha* - Piracanto, *Elaeagnus angustifolia* L. - Olivagno) o tossiche (es. *Nerium oleander* L. - Oleandro, *Taxus baccata* L.- Tasso, *Laburnum anagyroides* Meddik- Maggiociondolo);
- non utilizzo di specie arboree note per la fragilità dell'apparato radicale, del fusto o delle fronde che potrebbero causare danni in caso di eventi meteorici intensi.

Gli interventi mitigativi previsti hanno come obiettivo generale la riduzione al minimo dell'impatto generato dalle opere di progetto ed il loro corretto inserimento paesaggistico-ambientale nel contesto territoriale di riferimento.

Il progetto nella soluzione prescelta prevede al contempo lungo lo sviluppo del tracciato l'abbattimento di alcune specie arboree. Questa scelta deriva da una serie di fattori che vanno dall'interferenza con la sede o con i sottoservizi modificati, al fine di mantenere il flusso viario teorizzato nello studio trasportistico, fino alla realizzazione del capolinea e dei manufatti.

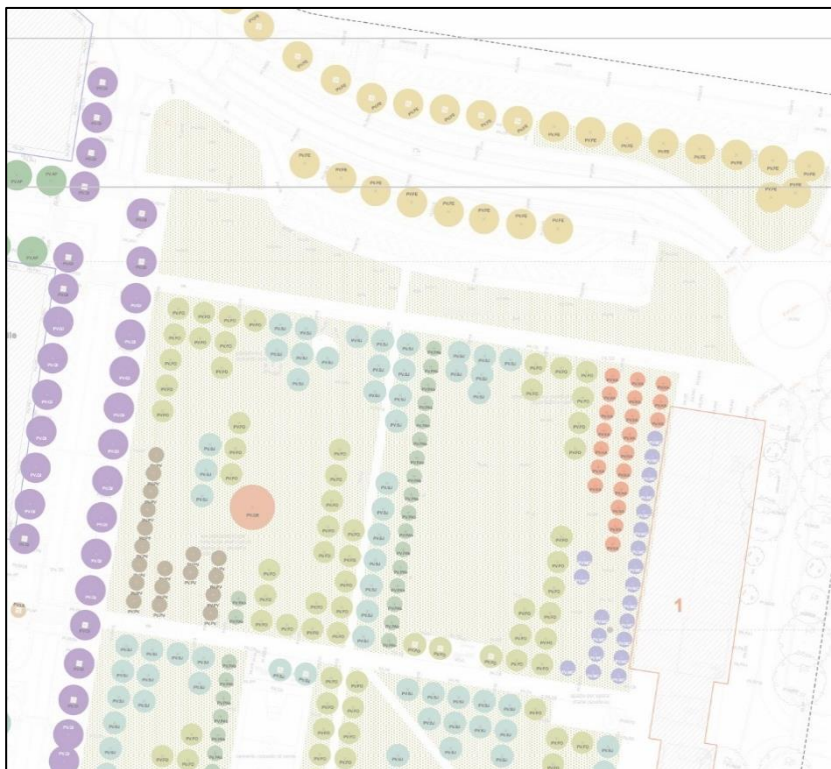
A compensazione, ovvero laddove non è stato possibile mantenere le alberature esistenti, in collaborazione con il Comune di Bologna sono state individuate alcune aree verdi da valutare come oggetto di riqualificazione, all'interno delle quali potranno anche essere ripiantate alcune delle alberature espianate nelle aree limitrofe. Quali macroaree di compensazione sono stati individuate le seguenti:

- nuove aree verdi in via Gobetti;
- area verde fra via Corticella e via di Saliceto;
- giardino Ambrosoli in via Tuscolano;
- giardino 3 Ottobre 2013 in via Corticella;
- area verde ad est del Parco dei Giardini.

Si ripercorre in direzione nord il tracciato della tranvia analizzando le aree ove sono previsti abbattimenti e nuovi impianti a compensazione:

- via Ferrarese e via Franco Bolognese (Tav. 3 - Elaborato B381-C-SF-URB-PP018): l'abbattimento di 23 platani in via Ferrarese, alcuni dei quali di grande rilevanza, e di altri 22 elementi arborei in via Franco Bolognese si rende necessario per la realizzazione del sottopasso, manufatto indispensabile per la gestione dei flussi veicolari come evidenziato dalla modellazione del traffico effettuata. Si riescono a preservare le alberature esistenti nel tratto di via Franco Bolognese ad ovest di via Antonino di Vincenzo. Si ricorda che gli abbattimenti lungo il lato sud di via Ferrarese sono già stati considerati e compensati con il progetto della linea Rossa. In funzione dei limitati spazi disponibili in via Ferrarese verranno reimpiantati 19 nuove alberature con portamento colonnare o piramidale e previste nelle aiuole a verde piante tappezzanti ed arbusti per mitigare dal punto di vista paesaggistico-ambientale la presenza del nuovo sottopasso. In considerazione del livello medio-alto di fragilità microclimatica del quartiere, il progetto propone l'impianto di 41 nuove alberature nell'area verde di recente realizzazione sita in via Gobetti, a circa 600 m da via Ferrarese. La nuova area verde, di

via Gobetti, è inserita nel più ampio progetto di riqualificazione complessiva dell'Ex Mercato Ortofrutticolo in zona Navile che prevede un'ampio parco urbano. Nell'area di compensazione, in aggiunta ad alcuni *Quercus ilex*, le restanti nuove alberature vengono proposte in coerenza con gli impianti arborei del nuovo parco: *Fraxinus ornus*, *Sophora japonica* e *Populus alba* "boleana". Complessivamente nel contesto di via Ferrarese ed aree limitrofe a fronte di 45 abbattimenti sono complessivamente previsti 66 nuovi impianti. Considerando la presenza di piante di prima grandezza il sesto d'impianto è sempre maggiore di 8 m.



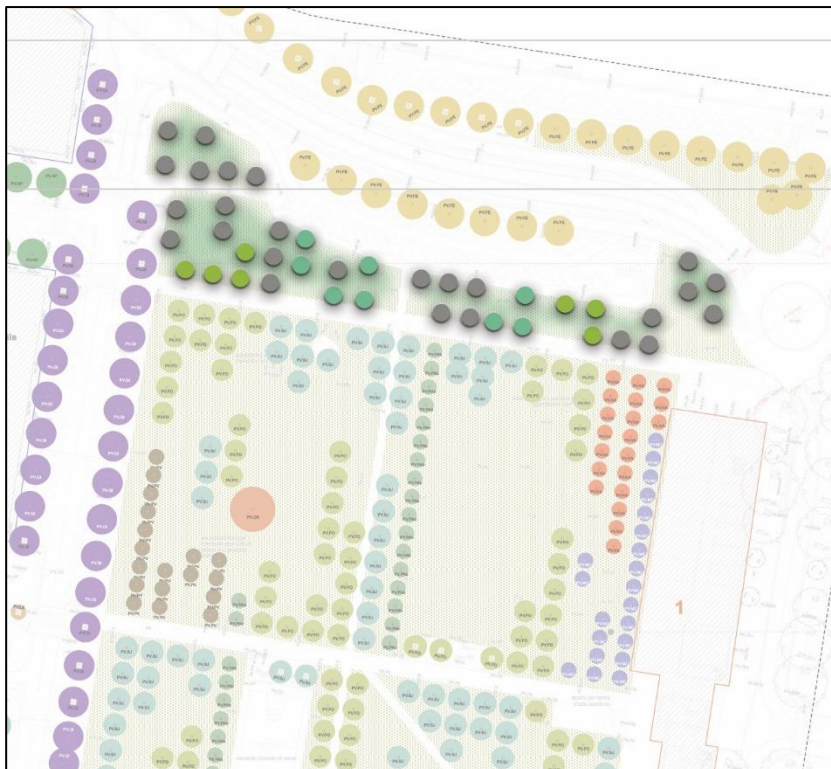


Figura 5-21 – Progetto del verde del Mercato Navile della società LAND srl (sopra) – progetto con inserimento delle nuove alberature di compensazione della Tranvia (sotto)

- via Sario Bassanelli (Tav.5 – Elaborato B381-C-SF-URB-PP020): a fronte di 13 abbattimenti lungo via Corticella, nel nuovo parcheggio, con l'obiettivo di ridurre l'effetto isola di calore, verranno impiantati 45 nuovi alberi. Altri 11 nuovi impianti saranno inseriti nell'area verde fra via Corticella e via di Saliceto. Nelle aree verdi di pertinenza del centro di ricerca CREA in via Corticella è presente un cedro di grande rilevanza che dovrà essere abbattuto per allargamento della sede stradale;
- via Corticella – via del Tuscolano (TAV.7 - Elaborato B381-C-SF-URB-PP022): a fronte di 17 abbattimenti in via Corticella sono previsti 81 nuovi impianti nel giardino Ambrosoli in via del Tuscolano. Si prevede di riprogettare l'area verde pubblica esistente ombreggiando i percorsi pedonali esistenti e creando, sia attraverso i nuovi impianti arborei sia con rimodellazioni del terreno, nuove sottoaree con diverse funzioni. Il parco

“ridisegnato”, oltre a migliorare le prestazioni ecosistemiche, migliorerà la percezione paesaggistica e la fruizione dello stesso;

- Giardino 3 Ottobre 2013 (TAV.8 – Elaborato B381-C-SF-URB-PP023): i 13 abbattimenti di alberate viarie previsti in via Corticella sono compensati dall’inserimento di 31 nuovi impianti nel giardino 3 Ottobre 2013, nel quale viene mantenuta l’area gioco bimbi esistente nella porzione nord e viene riprogettato nella porzione sud;
- via dei Giardini – via Corticella (TAV. 9 – Elaborato B381-C-SF-URB-PP024): i 16 abbattimenti di alberate viarie previsti in via Corticella sono compensati con 11 nuovi impianti nella medesima via, ma in particolare con l’inserimento di circa 43 nuovi impianti nell’area verde esistente ad est del Parco dei Giardini, per un totale di 54 nuovi impianti. Tale area viene riprogettata con l’obiettivo di creare un’area verde di collegamento fra la fermata della tranvia ed il principale parco urbano della città di Bologna. La viabilità pedonale interna sarà migliorata con nuovi materiali permeabili e l’inserimento degli alberi sarà valorizzato da un disegno ritmico che dà ordine alla naturalità dell’area di transito;
- via G. Bentini (TAV. 10 – Elaborato B381-C-SF-URB-PP025): gli abbattimenti previsti sono compensati da nuovi impianti collocati in questo tratto di linea;
- via W. Shakespeare (TAV. 11 – Elaborato B381-C-SF-URB-PP026): i 35 abbattimenti previsti sono compensati da 105 nuovi impianti;
- via G. Bentini (TAV.12 – Elaborato B381-C-SF-URB-PP027): il progetto propone la realizzazione di un’ampia area verde di circa 12.000 mq nel tratto terminale di via G. Bentini, che trovandosi in prossimità del Canale Navile assume rilevanza all’interno del sistema di Rete Ecologica. Il nuovo parco pubblico sarà attrezzato in modo da essere fruibile dai residenti. L’inserimento delle specie arboree completa ad est il sistema boscato esistente che grazie anche all’introduzione di specie arbustive contribuirà alla formazione di una fascia ecotonale di valore ecologico e paesaggistico;



- capolinea a Castel Maggiore (TAV.13 – Elaborato B381-C-SF-URB-PP028): nel tratto di linea esterno al Comune di Bologna e localizzato nel Comune di Castel Maggiore è previsto il capolinea. La trasformazione urbanistica dell'area da agricola a capolinea della tranvia viene compensata con la previsione di 194 nuove alberature. Il sistema verde assicurerà benefici al sistema dei parcheggi, mentre la zona verde a nord est rappresenterà una massa boscata fitta di elevato valore ecologico.

Di seguito si allega una tabella riepilogativa del progetto inerente le alberature, con indicazione di abbattimenti e nuovi impianti. Nel Comune di Bologna sono previsti 186 abbattimenti compensati da 460 nuovi impianti, ai quali si aggiungono 194 nuovi impianti nel Comune di Casstel Maggiore per un totale di 654 nuove alberature.

TAVOLA	N°ALBERI ESISTENTI DA ABBATTERE	N°ALBERI DI NUOVO IMPIANTO
1	0	0
2	0	0
3	45	66*
4	0	0
5	13	64
6	3	0
7	17	81
8	13	31
9	16	54
10	39	38
11	35	105
12	5	87
13	0	194
<b>TOT</b>	<b>186</b>	<b>654</b>

\* area di compensazione in via Gobetti

Considerando la capacità di assimilazione di CO<sub>2</sub> di una pianta a maturità, pari a **250 kg CO<sub>2</sub>/anno**, valore desunto dal Progetto Definitivo della Prima linea Tranviaria di Bologna, al netto degli abbattimenti, il progetto determina:

- 68.500 kg CO<sub>2</sub>/anno assorbiti dalle nuove alberature al netto degli abbattimenti nel Comune di Bologna;
- 48.500 kg CO<sub>2</sub>/anno assorbiti dalle nuove alberature nel Comune di Castel Maggiore.

Un ulteriore contributo in tal senso deriva anche dalla ridistribuzione dei flussi di traffico per l'entrata in esercizio delle nuove linee tramviarie, con un quadro emissivo che conduce ad una diminuzione generalizzata degli inquinanti legati al traffico stradale, inclusa la CO<sub>2</sub>.

In sintesi, la realizzazione della tratta nord Direttrice Corticella-Castel Maggiore:

- rappresenta un'occasione di riprogettazione di aree verdi pubbliche esistenti che vengono individuate quali aree di compensazione degli abbattimenti di alberature viarie con nuovi impianti;
- prevede la realizzazione di un'ampia area verde di circa 12.000 mq nel tratto terminale di via G. Bentini, che trovandosi in prossimità del Canale Navile assume rilevanza all'interno del sistema di Rete Ecologica;
- propone interventi di depaving in particolare in corrispondenza del parcheggio di via Bassanelli che sarà realizzato con materiali drenanti semipermeabili e in alcuni tratti della linea dove sono previsti "binari verdi", ovvero con armamento inerbito.

## Linee di indirizzo progettuali delle opere a verde

### Interferenze con sottoservizi

La localizzazione delle opere a verde deve analizzare nel dettaglio le reti dei sottoservizi esistenti e di progetto. I nuovi impianti dovranno essere realizzati a distanza di 3 metri da sottoservizi, proprietà private (1,5 m per gli esemplari a sviluppo contenuto), eventuali manufatti. In caso di presenza di reti interrato preesistenti e non diversamente localizzabili, si

potranno concedere delle deroghe alle distanze con opportuni accorgimenti sulla realizzazione dei lavori in modo da assicurare l'esecuzione degli impianti previsti".

#### Interferenze con pavimentazioni

Si riportano le valutazioni progettuali circa lo sviluppo radicale atteso delle specie arboree di progetto e le possibili interferenze con le pavimentazioni, in considerazione dell'evidenza che la progettazione di un impianto arboreo in ambiente urbano richiede particolari attenzioni per consentire il successo della piantagione in un contesto normalmente difficile e per garantire la durabilità complessiva dell'opera.

Il sistema ipogeo necessita, infatti, di condizioni favorevoli allo sviluppo, contenendo le possibili interferenze con pavimentazioni, manufatti e sottoservizi.

La predisposizione di siti d'impianto idonei dal punto di vista dimensionale e dal punto di vista del substrato di coltivazione, sono premessa indispensabile per consentire il normale sviluppo dell'apparato radicale nelle varie fasi morfofisiologiche, contenendo le interferenze.

Vari studi hanno messo in evidenza come errori di progettazione favoriscano *"in ambito urbano la competizione tra le radici e le pavimentazioni, che si risolve spesso a favore delle prime e con danno delle seconde. La costruzione delle pavimentazioni richiede di compattare il suolo, e questo generalmente devia la crescita radicale. Tuttavia, spesso viene creato un piccolo dislivello tra questo suolo compattato e la pavimentazione realizzata; per la differenza di temperatura tra questi due materiali, alla base del gradino si raccoglie l'acqua di condensa del suolo, che scorre in superficie e si ferma contro la parete della pavimentazione. Acqua e ossigeno presenti in quel punto sono un'ottima opportunità di crescita e sviluppo per le radici, che inizialmente penetrano in quel punto, crescono in lunghezza e diametro esattamente sotto la superficie compatta, fino a sollevare il rivestimento presente, fenomeno che si osserva anche in presenza di quelle specie che generalmente non sviluppano radici superficiali. La soluzione migliore al problema del*

*sollevamento della pavimentazione da parte delle radici va applicata al momento della realizzazione del manufatto”<sup>5</sup>.*

Le strategie progettuali si sono focalizzate su scelte combinate per limitare al massimo i fenomeni d’interferenza descritti, riassumibili nei seguenti punti:

- adeguata dimensione del sito d’impianto in relazione alla classe dimensionale dell’albero;
- adozione di adeguato substrato di coltivazione;
- scelta di adeguate tecniche costruttive per le pavimentazioni contermini;
- scelta di specie vegetali adatte;

Il dimensionamento delle aiuole d’impianto è stato effettuato con riferimento all’art. 46 Aree verdi e alberature del Regolamento Edilizio del Comune di Bologna. Si riporta di seguito il citato art. 46 c. 3.6 Alberate stradali e nei parcheggi:

*La qualificazione della presenza dei materiali vegetali nelle aree per parcheggio (art. 38), parcheggi pertinenziali (art. 27-E19), nelle strade urbane (art. 35), nelle piazze ed aree pedonalizzate (art. 39) deve prioritariamente considerare la capacità di assorbimento delle polveri e di miglioramento del microclima urbano, con alberature e impianti vegetazionali coerenti di cui all’Allegato Regolamento del Verde pubblico e privato. Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni di impianto:*

*– la soluzione progettuale più indicata e idonea ad un corretto sviluppo delle alberature è data dalla realizzazione di fasce verdi continue, permeabili e alberate, della larghezza minima di 2 m e ortogonali agli stalli. In ogni caso, i singoli esemplari di albero dovranno avere alla base spazi permeabili di sufficiente ampiezza, con un minimo di 2x2 m.*

*– per i parcheggi a pettine, le aiuole vanno realizzate della larghezza minima di 2 m, lunghe quanto lo stallo o minimo di 2,5 m nel caso sia prevista la realizzazione di posti moto di fronte alle aiuole; per i parcheggi a spina l’aiuola singola dovrà avere larghezza minima di 2 m e*

---

<sup>5</sup> Ricerca di Metodi e Sistemi per il Controllo dello Sviluppo delle Radici in Prossimità di Manufatti. Il gruppo di Lavoro: Unità Gestione Parco Nord - R.Gini, R.Zanata, F.Campana, R.Tucci, B.Selleri, M.Segabrugio Demetra soc.coop.soc.ONLUS: L.Bononomi, G.Villa, A.Caglio, C.Rancati, B.Angeloni - con la consulenza di: Dipartimento di Ortoflorofrutticoltura - Università di Firenze: Prof.Francesco Ferrini.

lunghezza di 2,5 m.

- qualora sussistano in un'unica area parcheggi pubblici e parcheggi privati contigui, vanno adottate soluzioni tecniche per differenziarli inequivocabilmente attraverso l'impiego, per esempio, di specie botaniche diverse o di materiali edilizi diversi.
- anche per quanto riguarda gli alberi nelle strade, i singoli esemplari dovranno avere alla base spazi permeabili di sufficiente ampiezza, con un minimo di m 2x2.
- nelle aree per parcheggio e nei parcheggi pertinenziali vanno rispettate le quantità minime indicate rispettivamente all'art.38 e art. 27-E19.

È lampante che non sempre è facile operare in un contesto urbano dove gli alberi devono coesistere con una innumerevole serie di servizi.

Con possibilità di limitate deroghe, il progetto si è sviluppato nel tentativo di recuperare spazi già destinati alla sosta dei veicoli, favorendo le superfici permeabili come finitura nelle zone di interferenza con le radici <sup>6</sup>.

In bibliografia si evidenzia che *"le piante beneficiano di buche d'impianto larghe. Una buca d'impianto più larga significa, in primis, un volume più grande di suolo smosso e aerato che consente una crescita iniziale più rapida. Anche la forma della buca ha un impatto elevato sull'attecchimento e sulla crescita delle piante. Poiché la crescita delle radici più vigorose avviene soprattutto nei primi strati di suolo, è sempre preferibile avere buche più larghe a sezione trapezoidale piuttosto che a sezione rettangolare.*

*Una buca con un diametro superiore di tre volte a quello della zolla, con lati pendenti permette all'apparato radicale di crescere rapidamente fino al 25% del suo volume originale prima di raggiungere il suolo di scarsa qualità, in misura, quindi, sufficiente per evitare stress"*<sup>7</sup>.

Il volume di terreno a disposizione delle radici è stato massimizzato, prestando attenzione anche alla qualità del topsoil alloctono che verrà introdotto. Si ritiene adeguato un terreno agrario di medio impasto eventualmente integrato con sostanza organica.

---

<sup>6</sup> Il Consiglio Regionale Toscana - deliberazione 18 luglio 2018, n. 72 - Piano Regionale della Qualità dell'Aria PRQA - linee guida per la messa a dimora di specifiche specie arboree per l'assorbimento di biossido di azoto, materiale particolato fine e ozono.

<sup>7</sup> Ferrini Francesco 2001 -Convegno: "Realizzazione e gestione delle aree verdi urbane e periurbane". Firenze 17 ottobre 2001



*“Alcuni Autori hanno messo in discussione il valore dell'aggiunta dell'ammendante organico al terreno di riempimento della buca d'impianto, sostenendo che, alla luce delle ricerche condotte negli ultimi 20 anni, i problemi derivanti dall'uso degli ammendanti organici (minor crescita di chioma e radici, aumento subsidenza della zolla, maggior spiralizzazione delle radici, ecc.) sono tali da sconsigliarne l'uso (Bergeman, 1997). In accordo con Watson e Himelick (1997) è, invece, da ritenere che l'aggiunta di materiali organici ben decomposti e omogeneamente miscelati nella buca d'impianto o, in casi particolari interrati su tutta la superficie destinata alla piantagione, eserciti effetti positivi sulla struttura, sul drenaggio e sulla fertilità chimica del substrato, con riflessi sulla fisiologia della pianta, soprattutto in terreni le cui caratteristiche di base sono scadenti”.<sup>8</sup>*

La creazione di uno strato “isolante” costituito da sabbia e pietrisco sotto la pavimentazione contiene significativamente il problema del sollevamento del manto stradale da parte delle radici degli alberi.

Ricerche effettuate su questo argomento ed esperienze dirette in Italia hanno fornito ottimi risultati anche su piante di oltre 30 anni di età, tanto che a distanza di diversi anni dall'intervento effettuato non sono evidenti segni sulla pavimentazione dovuti al sollevamento da parte delle radici degli alberi.

Si tratta, in sostanza, di creare uno strato “ostile” alla crescita radicale e non interferisce col manto d'asfalto.

Consci che gli alberi avrebbero bisogno di un sito indisturbato per meglio esprimere le loro potenzialità, si sono suggerite, dove possibili, pavimentazioni filtranti e portanti allo stesso tempo, quali ad esempio gli auto bloccanti e i grigliati, con idoneo sistema portante e filtrante sottostante. Negli stalli dei parcheggi la scelta progettuale in sostituzione dell'asfalto dell'uso di autobloccanti costituisce un ulteriore elemento a favore dell'approfondimento radicale.

Lo stesso principio vale anche per il rifacimento di pavimentazioni in corrispondenza di alberi già nell'area di cantiere, ovvero nei tratti viari lungo la linea tranviaria.

---

<sup>8</sup> Ferrini Francesco 2001 -Convegno: "Realizzazione e gestione delle aree verdi urbane e periurbane". Firenze 17 ottobre 2001

È doveroso sottolineare che l'apporto di materiale inerte come ghiaia, sabbia o pietrisco non arreca alcun danno alle radici delle piante e che le eventuali lesioni causate dalla rimozione della pavimentazione stessa non hanno riflessi importanti sulla fisiologia della pianta.

In tutti i casi bisognerà limitare al minimo ogni taglio e rimozione di porzioni radicali ed i tagli dovranno essere effettuati mediante opportuni utensili (trance e cesoie da potatura) cercando di ottenere tagli netti con superficie esposta la più ridotta possibile.

In nessun caso dovrà essere usato per il taglio delle radici la benna o altro organo di escavatori o altre macchine da scavo e bisognerà trattare le superfici di taglio ed il terreno di radicazione mediante prodotti fungo antagonisti specifici (tipo Biochem RADIX).

Non da ultimo, la scelta della specie arborea ha escluso quelle piante con sistemi radicali particolarmente invasivi ed aggressivi, quali la romiglia o il pino domestico.

Nella fase giovanile sappiamo che lo sviluppo morfofisiologico degli alberi si esprime, con accentuazioni diverse, con un sistema fittonante, che nella fase di maturità cede la funzione ad un sistema radicale fascicolato.

In alcune specie, che si è cercato di escludere, questo sistema radicale della maturità si esprime con poderose radici superficiali, ben alimentate grazie a efficienti colonne cambiali, che possono anche danneggiare manufatti e pavimentazioni.

#### Interferenze con illuminazione pubblica/pali trazione elettrica

La collocazione di nuove alberature deve avvenire nel rispetto dell'art. 18 c.4 lett. c) del Regolamento del Verde pubblico e privato del Comune di Bologna di seguito riportato: *"distanze da utenze aeree - la messa a dimora di nuovi alberi in prossimità di utenze aeree di telecomunicazione e/o elettriche presenti in ambiente urbano dovrà essere eseguita a distanza di sicurezza in conformità alla normativa vigente."*

Come per i sistemi radicali, anche per le chiome sono frequenti le possibilità di interferenza con manufatti e servizi fuori terra, quali la pubblica illuminazione. Nel progetto della tranvia è stato verificato, inoltre, il posizionamento reciproco di alberi e nuovi pali della trazione elettrica per contenere la massimo le interferenze. Infatti, un posizionamento di un albero a chioma espansa

in prossimità di un corpo illuminante/palo della trazione costringerà a pianificare periodiche potature di contenimento, con elevati costi per la collettività.

Si è mantenuta la distanza minima di 3 m fra pali della trazione elettrica e tronco delle nuove alberature viarie.

La regolare cadenza ritmica dei filari arborei in alcuni casi ha dovuto prevedere delle fallanze, non essendo possibile limitare l'interferenza con i punti luce/pali della trazione necessari nella posizione per soddisfare le esigenze illuminotecniche e di esercizio della tranvia.

#### Specie arboree in relazione all'allergenicità ed alla modalità di impollinazione

Prioritariamente si è fatto ricorso a specie a bassa allergenicità, con qualche eccezione per la moderata allergenicità, per soddisfare ulteriori esigenze progettuali ed incrementare la biodiversità nel contesto urbano. Tuttavia, tali specie rappresentano una minoranza numerica nell'ambito della scelta floristica e trovano una localizzazione variamente distribuita sul territorio, evitando concentrazioni in determinate zone.

Come emerge dalla tabella di seguito riportata la maggior parte delle specie arboree inserite nel progetto sono a bassa o nulla azione allergizzante. La presenza di alcune specie a media azione è giustificata dalla necessità di soddisfare altri obiettivi ecologico-paesaggistici. Dal punto di vista numerico sono decisamente una percentuale ridotta e variamente distribuite sul territorio. Si ritiene tale scelta compatibile in ragione anche delle indicazioni di alcuni autori che ritengono di poter utilizzare tali specie "solo in basse percentuali e a condizione che vengano mescolate ad altre specie che non presentano tale disservizio".<sup>9</sup>

NOME LATINO	GRADO ALLERGENICITÀ DEL POLLINE	IMPOLLINAZIONE
<i>Acer campestre</i>	basso	entomofila
<i>Acer platanoides</i>	basso	entomofila
<i>Acer platanoides</i> <i>Columnare</i>	basso	entomofila

<sup>9</sup> P.Mori, F.Salbitano, G.Vacchiani 20.. Mettiamo Radici al Futuro- Regione Emilia Romagna

NOME LATINO	GRADO ALLERGENICITÀ DEL POLLINE	IMPOLLINAZIONE
<i>Acer platanoides Globosum</i>	basso	entomofila
<i>Acer platanoides Royal Red</i>	basso	entomofila
<i>Acer rubrum</i>	basso	dioica
<i>Aesculus hippocastanum</i>	basso	entomofila
<i>Carpinus betulus</i>	moderato	anemofila
<i>Celtis australis</i>	basso	anemofila
<i>Cercis siliquastrum</i>	Non valutabile	entomofila
<i>Diospyros kaki</i>	Non valutabile	Entomofila
<i>Fraxinus excelsior</i>	moderato	anemofila
<i>Ginkgo biloba</i>	basso	Dioica (coltivato maschile)
<i>Koelreuteria paniculata</i>	Non valutabile	entomofila
<i>Laburnum anagyroides</i>	Non valutabile	entomofila
<i>Laurus nobilis</i>	Non valutabile	Dioica- entomofila/anemofila
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Non valutabile	entomofila
<i>Liriodendron tulipifera fastigiata</i>	Non valutabile	entomofila
<i>Morus platanifolia "Fruitless"</i>	Nullo	Varietà sterile
<i>Morus spp.</i>	Moderato	Anemofila
<i>Paulownia imperialis</i>	Non valutabile	Entomofila
<i>Platanus acerifolia</i>	basso	anemofila
<i>Populus nigra "Italica"</i>	nullo	Dioica (coltivato maschile)
<i>Prunus avium</i>	Non valutabile	Entomofila
<i>Prunus cerasifera 'Pissardii'</i>	Non valutabile	entomofila
<i>Prunus serrulata</i>	Non valutabile	entomofila
<i>Prunus virginiana Shubert</i>	Non valutabile	Entomofila
<i>Pyrus calleryana</i>	Non valutabile	Entomofila
<i>Punica granatum</i>	Non valutabile	Entomofila
<i>Quercus ilex</i>	moderato	anemofila
<i>Quercus robur</i>	basso	anemofila
<i>Quercus robur "Fastigiata"</i>	basso	anemofila
<i>Sophora japonica</i>	Non valutabile	Entomofila
<i>Tamarix spp.</i>	basso	entomofila
<i>Tilia cordata</i>	moderato	entomofila
<i>Ulmus "Plinio"</i>	basso	Anemofila
<i>Ulmus pumila</i>	basso	Anemofila
<i>Ulmus campestris/minor</i>	basso	Anemofila
<i>Zelkova serrata</i>	basso	anemofila

Tabella 5-1 – Specie arboree di progetto – allergenicità e impollinazione entomofila

Si tratta di specie appartenenti prevalentemente alla compagine delle specie autoctone, con alcune eccezioni. La scelta è stata operata, come già dichiarato, anche per soddisfare gli aspetti

ecologici, paesaggistici e non da ultimo per le prestazioni ambientali che sono in grado di fornire.

I pollini presenti nell'atmosfera rappresentano l'elemento maschile (gametofito maschile) per la riproduzione delle piante a seme. Quando il polline è maturo viene liberato per l'impollinazione e può raggiungere la parte femminile del fiore trasportato dal vento (piante anemofile) o attraverso gli insetti (piante entomofile), l'acqua, gli uccelli e altri animali.

I pollini che possono provocare allergie in generale hanno alcune caratteristiche:

- appartenere a piante anemofile, che producono pollini in grande quantità e di dimensioni estremamente ridotte per poter essere trasportate dal vento;
- contenere componenti allergeniche che stimolano il sistema immunitario del soggetto allergico geneticamente predisposto a produrre anticorpi specifici;
- essere prodotto in grande quantità da piante assai diffuse sul territorio ed essere piccolo e leggero per essere trasportato dal vento a grande distanza.

Sulle pareti dei granuli pollinici sono presenti numerose cellule proteiche che consentono il riconoscimento del granulo dalla parte femminile del fiore. Queste stesse proteine sono le responsabili delle reazioni allergiche nei soggetti sensibili geneticamente predisposti, agiscono cioè come antigeni, ovvero stimolando il sistema immunitario a produrre anticorpi (IgE). Quando anticorpi ed antigeni si incontrano, vengono prodotti mediatori chimici, tra cui l'istamina, che innescano il processo infiammatorio alla base dei sintomi allergici (rinite, congiuntivite, asma etc.).

La concentrazione dei vari tipi di polline nell'atmosfera dipende soprattutto dalla presenza e diffusione delle piante sul territorio, nonché da alcuni parametri ambientali come il vento, l'umidità, la temperatura e la turbolenza atmosferica.

Il grado di allergenicità del polline o potere allergenico, ovvero la capacità del granulo pollinico di indurre reazioni allergiche, è stato valutato per molte specie arboree, arbustive o erbacee in numerosi studi. Molte di queste conoscenze sono state utilizzate dall'ARPA Emilia Romagna



nella preparazione delle schede botaniche dove il grado di allergenicità è distinto in quattro gradi: basso, moderato, alto ed elevato.

La maggiore presenza in zone urbane, rispetto a quelle rurali, di inquinanti atmosferici che si depositano sul polline e vengono trasportati insieme ad esso, può aumentare il potere allergenico del polline e la sensibilizzazione della popolazione ai pollini.<sup>10</sup>

La selezione delle specie per il progetto ha previsto la selezione delle specie in conformità all'art.21 c.1 lett. c) del Regolamento del Verde pubblico e privato del Comune di Bologna: *“in contesti tipicamente urbani si consiglia di prevedere specie con buone capacità di assorbimento di inquinanti gassosi e di trattenimento delle polveri sottili; è opportuno inoltre considerare, in base al contesto, la capacità di resistere allo stress idrico e la allergenicità. Per alcune specie tali caratteristiche sono riportate in Allegato 3.”*

I principali riferimenti bibliografici per la selezione di specie non allergizzanti sono stati i seguenti:

- ARPAE Emilia Romagna – schede botaniche;
- Linee Guida “Piante, polline ed allergie” del progetto QUALIVIVA dell’Associazione vivasisti Italiani finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali;
- Linee guida di forestazione urbana sostenibile per Roma capitale, ISPRA 2015;
- Associazione Italiana di aerobiologia (<https://www.allergologico.it/piante/allergenicita-piante.html>);
- Regolamento del Verde pubblico e privato del Comune di Bologna.

*Specie con funzione di assorbimento delle sostanze inquinanti in atmosfera e di regolazione del microclima*

---

<sup>10</sup> Linee guida di forestazione urbana sostenibile per Roma capitale, ISPRA 2015 - Elaborazione ISPRA su dati ARPA EMR – Servizio idrometeoclima



Figura 5-22 – Benefici delle alberature (fonte: REBUS – Renovation of Public building and urban spaces)

La creazione di una “foresta urbana diffusa” è una delle misure previste per contrastare i cambiamenti climatici. Gli alberi sono, infatti, dei grandi magazzini in cui si accumula naturalmente carbonio. Un aspetto fondamentale per la fissazione del carbonio in ambiente urbano è quindi la scelta di specie che siano idonee ad espletare tale funzione oltre che adatte alle condizioni ambientali del sito in cui saranno messe a dimora.

Per massimizzare la fissazione di carbonio si sono adottati i seguenti criteri:

- privilegiare specie longeve;
- privilegiare specie che a maturità possono grandi dimensioni;
- privilegiare specie che siano resistenti alle malattie e, in ambito urbano, agli stress legati all'inquinamento;
- scegliere specie con ridotte esigenze di manutenzione e che richiedono minimi interventi di potatura, offrendo loro adeguati spazi per la crescita e lo sviluppo;

Alcune specie da utilizzare per massimizzare il ruolo di assimilazione della CO<sub>2</sub> sono:

- tigli (*Tilia cordata*, *T. platyphyllos*, *T. x vulgaris*), specie generalmente di grandi dimensioni e longeve. Soprattutto iliglio nostrano (*T. platyphyllos*) è ampiamente utilizzato nelle alberate stradali, in quanto oltre ad essere esteticamente gradevole, ha fiori molto profumati;

- aceri (Acer campestre, e A. platanoides), in virtù della loro velocità di accrescimento, soprattutto l'acero riccio (A. platanoides), mentre A. campestre risulta più rustico ed adattato alle condizioni locali e anche per interventi in condizioni pioniere e degradate.

In riferimento al microclima urbano, il coefficiente di ombreggiamento rappresenta un importante parametro di riferimento nella progettazione degli spazi verdi fruibili: la forma delle foglie, la loro dimensione e densità determinano la tipologia di ombra proiettata dalle alberature.

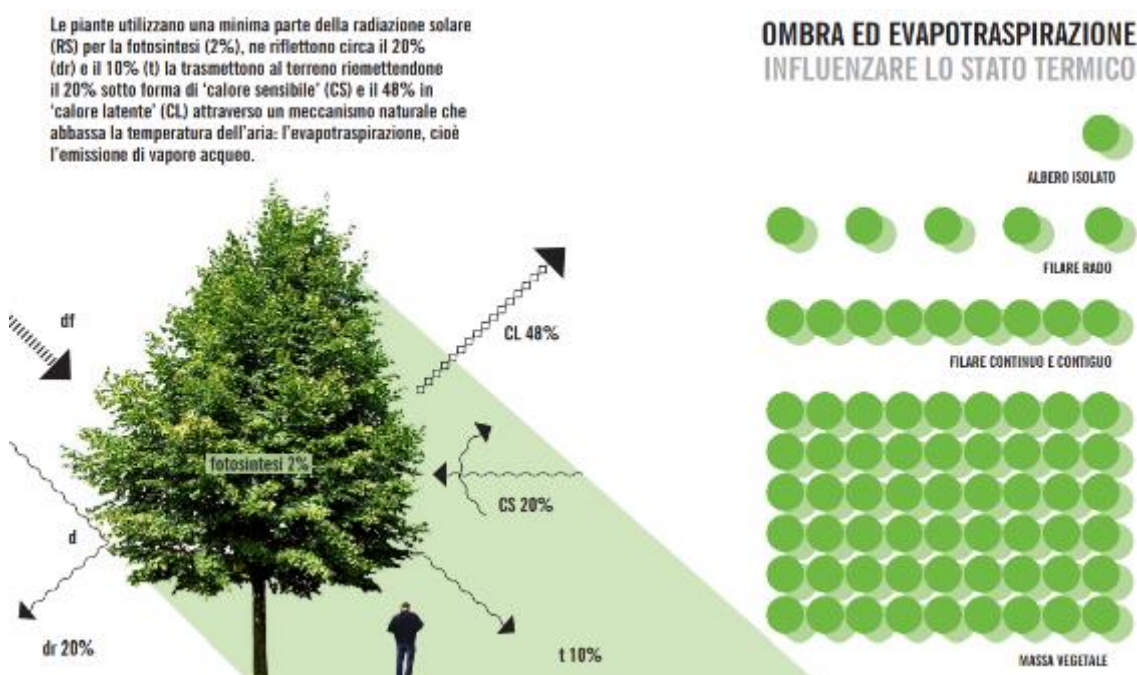


Figura 5-23 – Ombra ed evapotraspirazione nelle alberature per l'influenza del microclima urbano (fonte: Guide interdisciplinari REBUS – Rigenerare la città con la natura – Strumenti per la progettazione degli spazi pubblici tra mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici, AA.VV, 2017)

Nelle strutture urbane, in condizioni di assenza di vento, l'isola di calore dell'edificio determina una brezza esterno-interno che concentra l'inquinamento, mentre la presenza di aree verdi, in particolare quelle di dimensioni rilevanti, puliscono e abbassano la temperatura dell'aria determinando brezze che vanno dal verde al costruito.

Anche in riferimento all'abbattimento dell'inquinamento atmosferico, alcune peculiarità rendono delle specie più efficaci di altre. Una di queste è rappresentata dalle caratteristiche

morfo-anatomiche delle foglie: superficie fogliare, dimensione e forma delle foglie e della chioma, densità e morfologia degli stomi, spessore e struttura della cuticola, persistenza, etc. Inoltre, in relazione alle polveri sottili, la maggiore/minore capacità di cattura risulta legata alla rugosità della superficie fogliare e alla presenza di rivestimenti cerosi, di peli e altre strutture epicuticolari della foglia.

Gli studi condotti dimostrano come mediamente gli alberi siano più efficienti nella cattura delle polveri rispetto agli arbusti, vista la loro maggiore superficie fogliare disponibile e la struttura della chioma più articolata e complessa. In relazione alla cattura della CO<sub>2</sub> è fondamentale, per la buona riuscita dell'intervento che le specie siano innanzitutto appropriate all'ambiente che caratterizza il sito di impianto.

Vengono qui di seguito riportati alcuni criteri generali presi in considerazione per la scelta delle specie utili per realizzare fasce verdi in grado di contribuire all'intercettazione degli inquinanti atmosferici e alla mitigazione dell'inquinamento acustico. I criteri riportati sono anche validi per la realizzazione di un sistema verde più esteso e complesso, seppur con alcune limitazioni.

In particolare, si sono adottati i seguenti criteri:

- privilegiare specie arboree con chiome ampie e alte, meglio se caratterizzate da un fitto sistema di ramificazione;
- privilegiare specie longeve e resistenti alle malattie e all'inquinamento atmosferico delle città;
- scegliere specie con ridotte esigenze di manutenzione, così da ridurre i costi di gestione e di intervento;
- favorire, per quanto possibile, specie sempreverdi;
- privilegiare specie basse emettitrici di COV quali ad esempio aceri e tigli;

Quali riferimenti bibliografici si sono utilizzate le schede fornite dall'Istituto di Biometeorologia IBIMET del CNR "Forestazione urbana: criteri per la selezione di specie arboree e arbustive

destinate alla mitigazione ambientale” e il **progetto BENEFITS** - fogli di calcolo per la valutazione dei benefici dell’infrastruttura verde.

Scelte florovivaistiche: resistenza alle fitopatologie e assenza di effetti nocivi per la salute umana

Come descritto in precedenza, la progettazione di un sistema verde urbano richiede molteplici valutazioni nella selezione delle specie: specie prevalentemente autoctone, specie ad elevata prestazione ambientale, specie a valenza storico-paesaggistica e specie, varietà e cloni resistenti a particolari patologie.

Le normative vigenti (D.Lgs 150/2012, PAN in regime di prorogatio, Criteri di rischio Ministero Transizione Ecologica nell’uso di prodotti fitosanitari in ambito urbano) sono stati il riferimento nelle scelte progettuali per prefigurare una strategia di difesa e, in buona sostanza, la durabilità all’investimento pubblico.

Le specie proposte nel progetto non hanno particolari sensibilità a patologie di origine crittogamica e entomologia. La scelta di diversificare le specie è nata anche dall’obiettivo di ridurre i rischi di possibili danni per patologie. Nell’ambito del programma di manutenzione il Comune potrà prevedere azioni di controllo per eventi eccezionali con metodi sostenibili con il contesto urbano.

Per evitare o contenere forme patologiche tipiche di alcune specie o effetti indesiderati negli spazi ad elevata fruizione, sono individuate specie resistenti o tolleranti a particolari patologie oppure con caratteristiche utili:

- Olmo: utilizzo di varietà resistenti alla Graffiosi: Ulmus “Plinio” o Ulmus “San Zenobi”,
- Platano: utilizzo di varietà resistenti al Cancro colorato: Platanus platanor “Vallis Clausa”,
- Tiglio: Utilizzo di varietà non pollonifere: Tilia cordata “Green Spire”,
- Gelso: utilizzo di varietà sterili per evitare frutti a terra: Morus platanifolia “Fruitless”.

Utilizzo di specie non urticanti o spinose

Nel progetto non sono previste specie urticanti, quali Gleditsia triacanthos L. - Spino di Giuda, Robinia pseudoacacia L.- Falsa acacia, Pyracantha - Piracanto, Elaeagnus angustifolia L. -



Olivagno o tossiche (es. Nerium oleander L. - Oleandro, Taxus baccata L.- Tasso, Laburnum anagyroides Meddik- Maggiociondolo.

Specie arboree con resistenza dell'apparato radicale, del fusto o delle fronde in caso di eventi meteorici

È noto che le piante sono esseri viventi che, per cause diverse ed in particolari condizioni ambientali, possono cadere a terra e provocare gravi danni a cose e persone. La corretta scelta e gestione delle alberature da un lato deve massimizzare la sicurezza dei luoghi in cui esse si trovano e dall'altro assicurarne la perpetuazione con le cure più appropriate.<sup>11</sup>

Nelle scelte progettuali delle opere a verde sono state escluse specie arboree note per la fragilità dell'apparato radicale, del fusto o delle fronde che potrebbero causare danni in caso di eventi meteorici intensi.

Alcuni alberi hanno rami che oppongono una resistenza relativamente modesta ai fenomeni meteorici estremi, come ad esempio venti di forte intensità e/o nevicate pesanti: i rami di queste specie, come ad esempio il pino domestico (Pinus pinea L.), alcuni pioppi (Populus spp.) o salici (Salix spp.), possono spezzarsi improvvisamente durante un evento meteorico estremo e cadere sopra auto o persone. Sono, pertanto, state escluse tali specie ed altre similari nella proposta progettuale.

Dall'esperienza pregressa di schianti e danni provocati dalle alberate nelle città è possibile, per ogni ambiente, dedurre un grado diverso di pericolosità per le diverse specie arboree, ma non solo per queste.

In alcuni casi esistono interferenze dovute alle caratteristiche di un singolo parco dislocato su un terreno strutturalmente non adatto ad ospitare alberi di grandi dimensioni.

---

<sup>11</sup> Linee guida per la gestione dei patrimoni arborei pubblici nell'ottica del Risk Management, Associazione Italiana Direttori e Tecnici Pubblici Giardini, 2015

Ciò aumenta fortemente la pericolosità di alcuni o di tutti i soggetti arborei presenti nel in aree verdi e viali alberati. Sono fattori di pericolo anche i danneggiamenti occulti come gli scavi in prossimità delle radici.

Anche la gestione delle chiome è fondamentale per assicurare la stabilità degli alberi alle sollecitazioni del vento: garantire un'integrità strutturale, senza sconvolgere l'architettura tipica con potature insensate, consente all'albero di meglio rispondere agli eventi eccezionali. Per tali ragioni è fondamentale l'applicazione del regolamento del verde nel limitare danni agli alberi e conseguenti danni in caso di cadute.

Lo sforzo progettuale ha cercato di impostare degli impianti arborei con dei requisiti minimi atti a garantire la stabilità nel tempo: specie adatte per capacità di crescita e dimensione massima raggiungibile, sestri d'impianto adeguati per una crescita in forma libera o semilibera, volumi di terreno adeguati al regolare sviluppo degli ancoraggi, specie rustiche resistenti o poco sensibili ai patogeni.

In alcuni contesti limitati si è fatto ricorso anche ad alcune specie che notoriamente hanno del legno non particolarmente resistente (ad. es. Pioppo cipressino).

In tali casi vale la norma suddetta che una valorizza la riposta biomeccanica delle chiome integre rispetto a chiome maltrattate da ripetute capitozzature. E', altresì, evidente la forma della chioma fastigiata riduce gli effetti dei forti venti rispetto ad alberi a chioma espansa.

#### Esigenze idriche e sistema di irrigazione

*"Dal punto di vista scientifico, le ricerche condotte hanno evidenziato, soprattutto per le piante provenienti da coltivazione in contenitore, un tasso di mortalità alquanto elevato se l'irrigazione è stata scarsa o è stata interrotta troppo precocemente dopo l'impianto. Secondo alcuni autori, comunque, quando viene assicurata un'adeguata disponibilità idrica non si riscontrano differenze apprezzabili fra i vari sistemi di produzione in vivaio.*

*Nelle prime fasi di attecchimento, irrigazioni frequenti con volumi ridotti, producono, in genere, risultati migliori che non irrigazioni meno frequenti con volumi elevati.*

*Questo è in diretto contrasto con quanto osservato sugli alberi adulti stabilizzati: in questo caso è, infatti, preferibile irrigare poco frequentemente con elevati volumi. L'irrigazione dovrebbe essere fatta inizialmente nell'area della buca d'impianto, per poi essere estesa gradualmente alla zona prospiciente. È stato, infatti, calcolato che le radici neoformate crescono da 1 a 5 cm la settimana durante i primissimi anni dopo l'impianto, formando, quindi, in pochi mesi, una "rete" con un diametro molto maggiore di quello della chioma dell'albero".<sup>12</sup>*

Le scelte progettuali hanno preso in considerazione le esigenze idriche delle nuove aree verdi in un'ottica di massimo contenimento dell'uso dell'acqua a fini irrigui.

Da alcuni anni la ricerca<sup>13</sup> sta lavorando per la messa a punto di strategie integrate che massimizzino l'efficienza e minimizzino gli sprechi dovuti agli impianti. Questo si affianca alla sempre più pressante necessità di selezionare specie e/o cultivar tolleranti.

Le tecniche per la ricerca sul risparmio idrico si basano sul risparmio idrico, e comprendono l'aridocoltura, la scelta di specie xerofile o, comunque, arido-tolleranti nelle zone particolarmente svantaggiate, l'aumento dell'efficienza degli impianti e l'adozione di turni più brevi e più frequenti.

Il mondo anglosassone ha coniato il termine di *"dry garden"* che letteralmente vuol dire "giardino secco". Si basa sull'impiego di piante che hanno bassi consumi idrici il che, tuttavia, non esclude in periodi particolarmente siccitosi, la necessità di ricorrere all'irrigazione. In sostanza, alle nostre latitudini, il concetto si traduce con minori richieste di apporti idrici esterni ovvero di minor consumo di acqua.

La filosofia progettuale, in coerenza con le strategie progettuali e di gestione già messe in atto dal Settore verde del Comune di Bologna, ha previsto aree funzionali a manutenzione differenziata che si basa sulle seguenti scelte:

---

<sup>12</sup> Ferrini Francesco, 2014. AboutPlants.eu

<sup>13</sup> Linee guida sull'adozione di tecniche di drenaggio urbano sostenibile per una città più resiliente ai cambiamenti climatici – 2018 – Comune di Bologna

- superficie a prato asciutte;
- superfici con arbusti, tappezzanti ed erbacee perenni con sistema di irrigazione a goccia;
- alberi con sub-irrigazione a goccia (da disattivare dopo la fase di attecchimento e primo sviluppo).

L'automazione del funzionamento dei vari impianti, garantito da programmatori a batteria, facilmente gestibili anche in remoto, consentirà di tesaurizzare l'acqua disponibile in funzione delle reali necessità delle piante messe a dimora, anche in relazione alle fasi di impianto, attecchimento e sviluppo.

La razionalizzazione dell'irrigazione è ancor più impellente in ragione del fatto che la disponibilità idrica è limitata dalla messa a disposizione di vari allacciamenti alla rete pubblica.

In tale ottica risulta strategico anche ridurre l'evaporazione dal terreno, ricorrendo alla pacciamatura. Il progetto prevede dei tessuti biodegradabili a copertura del terreno con possibilità di copertura degli stessi con inerti (lapillo, ghiaie...). La pacciamatura ha il vantaggio di riduzione l'evaporazione ed anche controllare le infestanti, evitando costose manutenzioni.

**Anche per il prato, che notoriamente richiede elevati apporti idrici, si è scelto di optare per prati asciutti.** In alternativa alla semina di graminacee microterme si avanza anche l'ipotesi di fare ricorso a macroterme che però hanno lo svantaggio di ingiallire durante l'inverno in quanto non sopportano le basse temperature (al di sotto dello zero); tuttavia in primavera queste piante torneranno a vegetare.

Nel progetto non sono previsti impianti di irrigazione con la tecnica ad aspersione, ma solamente impianti a goccia, che garantiscono una maggiore efficienza nell'utilizzo della risorsa idrica.

Si è optato per un sistema di irrigazione che soddisfi i fabbisogni idrici delle superfici tappezzate, realizzate in prevalenza con erbacee perenni a bassa esigenza idrica, e degli impianti arborei per i primi anni dalla messa a dimora. Per le varie aree verdi saranno predisposti stacchi dalla rete pubblica.

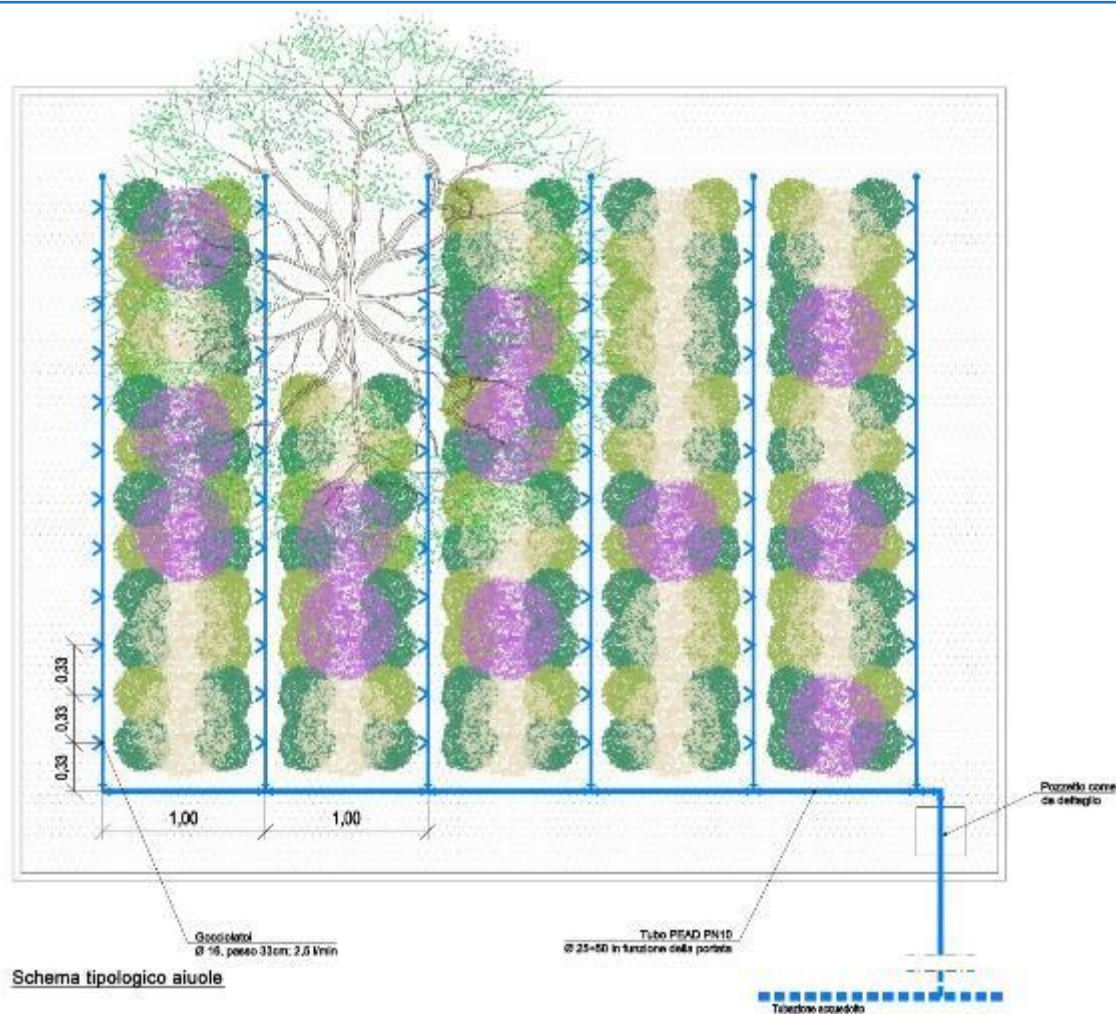


Figura 5-24 –Schema tipologico impianto di irrigazione a goccia

I vantaggi di questo sistema sono molteplici tra cui i principali risultano essere:

- l'elevata uniformità di distribuzione dell'acqua grazie all'utilizzo nelle ali di gocciolatori autocompensanti;
- i ridotti fenomeni di erosione e dilavamento;
- la possibilità di irrigare aree con le più svariate forme e dimensioni;
- la scarsa esposizione agli atti di vandalismo, problema particolarmente sentito nei parchi e giardini pubblici, essendo l'intero sistema interrato;



- l'elevata flessibilità nella programmazione delle ore di irrigazione. L'irrigazione non limita assolutamente l'uso e il godimento delle aree verdi mentre è in atto potendo, in questo modo, programmare anche dei cicli diurni d'irrigazione;
- possibilità di irrigare ampie superfici in una sola volta in quanto si utilizzano basse pressioni e portate e tubi relativamente piccoli;
- riduzione delle malattie della pianta in quanto l'acqua viene erogata direttamente alle radici della pianta e non alle foglie o ai fiori;
- riduzione del dispendio energetico con stazioni di pompaggio di minore potenza data la minore portata dell'impianto.

Dal punto di vista costruttivo l'impianto a goccia sarà indicativamente con:

- allaccio all'utenza idrica predisposta nelle varie aree verdi a partire dalla rete pubblica, che dovrà garantire almeno una portata di 100-150 l/min;
- valvola a sfera per il controllo generale - diametro previsto: 1-1"1/2
- filtro a rete - diametro previsto: 1-1"1/2
- elettrovalvola/elettrovalvole in funzione dei settori di funzionamento, montate con bocchettoni conici - - diametro previsto: 1-1"1/2
- valvola a sfera per svuotamento invernale - diametro previsto: 1/2"
- collettori di adduzione dell'acqua ai vari settori di funzionamento in PEAD PN 12.5 - - diametro previsto: 3/4" 1-1" 1/2
- stacchi periodici con predisposizione attacchi per gocciolante diam. 16
- tubo gocciolante in PE diam. 16 con gocciolatori inglobati nell'estrusione, autopulenti ed autocompensanti (8 interasse 30 cm) portata 2.5 l/min.

### Prati

In corrispondenza di tutte le superfici "naturalistiche" è prevista la costituzione di un prato formato da miscugli di essenze erbacee frugali e xerotolleranti in considerazione delle

sfavorevoli condizioni di stabilità e di aridità costituzionale del substrato su cui si andrà ad operare.

Il miscuglio di sementi avrà una buona percentuale di graminacee e di leguminose, nonché percentuali variabili di altre famiglie quali Composite, Ombrellifere e Cariofillacee capaci di adattarsi anche ai suoli di difficile bilancio idrotrofico. La tecnica prevista per la costituzione di prati piani o leggermente inclinati, dove è previsto un uso intenso, è quella tradizionale con lavorazione del terreno e semina manuale o meccanica.

Per le radure, invece, si opterà per la formazione di prati fioriti che assommano la loro valenza paesaggistica a quella ecologica, nonché il contenimento dei costi di gestione, con le seguenti caratteristiche:

- mix con elevato contenuto specie spontanee perenni, più alcune annuali;
- Valorizzazione di aree marginali con bassissima manutenzione a scopo ornamentale e paesaggistico;
- massimo effetto di prato spontaneo dalla ricca e variegata fioritura;
- elevate rusticità e valore ecologico, associate ad un interessante risultato estetico, variabile con le stagioni.

#### Prati ornamentali a bassa esigenza

Il tappeto erboso negli ultimi anni sta sensibilmente ampliando il proprio campo d'impiego, spaziando dal primo punto d'interesse, vale a dire l'uso ornamentale e sportivo, verso altri settori importanti definiti come inerbimenti tecnici (consolidamento scarpate, bonifica di ampie aree prima dismesse, miglioramento gestionale aree agricole, ecc.). Tutti gli inerbimenti offrono provati vantaggi ambientali, ma non tutte le specie graminacee si comportano allo stesso modo.

Un inerbimento a bassa esigenza idrica e manutentiva deve necessariamente assicurare la copertura completa e uniforme dell'area, il mantenimento negli anni di determinate

caratteristiche qualitative, ma soprattutto deve crescere poco, avere minime necessità nutrizionali, essere resistente alle fitopatologie ed avere contenute necessità idriche.

Sono previste fondamentalmente specie graminacee microterme che permettono una più vasta fruizione dell'area dal punto di vista sia spaziale, sia temporale.

Particolare attenzione alla bassa esigenza manutentiva, che pur trattandosi di un concetto di tipo soggettivo, può essere generalizzato a un tipo di prodotto che comporti minime spese d'investimento e di mantenimento (sia come prodotti che come operazioni necessarie per la conservazione del sistema).

Tralasciando volutamente il settore delle leguminose, tra le specie graminacee l'interesse verso questo tipo d'impiego risulta essere rivolto sostanzialmente verso la *Festuca arundinacea*, e il gruppo delle Festuche cosiddette a foglie fini (*Festuca rubra sub. Rubra*, *Festuca rubra sub. Trichophylla*, *Festuca rubra sub. Commutata*, *Festuca ovina*, *Festuca ovina duriuscula*)

La *Festuca arundinacea* è una specie microterma appartenente alla famiglia delle Poaceae caratterizzata da ampia adattabilità: è infatti adatta a climi moderatamente freddo-umidi o freddo-aridi e cresce bene anche nelle regioni con climi intermedi. Viene molto utilizzata nella realizzazione di tappeti erbosi poiché tollera caldo, siccità, luce e ombra, rimane verde tutto l'anno (durante l'inverno tende a decolorare leggermente), resiste a diverse malattie, sopporta molto bene l'usura ed è molto persistente anche in caso di scarsa manutenzione.

Predilige suoli fertili, con un pH di 6 – 6,5, anche se si adatta anche a pH fino a 8, ed è caratterizzata da un apparato radicale più profondo rispetto ad altre specie come *Poa pratensis* e *Lolium perenne*.

La dose di semina può passare dai 40 g/m<sup>2</sup> (tappeto erboso a uso ornamentale) ai 10-15 g/m<sup>2</sup> (inerbimento tecnico).

I tempi di germinazione del seme in pieno campo sono medio-brevi, vale a dire 10-15 giorni. Come tutte le essenze microterme, si avvantaggia di una semina tardo estiva – autunnale.

Non sopporta tagli troppo bassi: è buona norma quindi non scendere al di sotto dei 4 cm come altezza di taglio.

La ricerca ha sviluppato nuove varietà con minime necessità nutrizionali (uno, massimo 2 interventi di fertilizzazione/anno) e con basse esigenze idriche. A tal proposito la fertilizzazione di mantenimento è da effettuare con fertilizzanti a lenta cessione, con un apporto bilanciato N/K del tipo 1:1.

Per un impiego tipo parco pubblico possono essere considerati 6 tagli/anno, mentre per un inerbimento di tipo tecnico 3 tagli/anno è la giusta quota d'intervento.

Interessante, sia per gli aspetti estetici, sia per quelli ecologici, l'applicazione della tecnica del mulching che consente a parità di costi di effettuare un numero di tagli superiore nella stagione vegetativa.

Festuche arundinacee possono essere miscelate con altre graminacee microterme per compensare le prestazioni nelle varie stagioni.

L'accorgimento per la creazione di tali miscele è quello di non scendere al di sotto di valori del 70% in peso di presenza di Festuca arundinacea.

#### Prati estensivi

In corrispondenza di tutte le superfici "naturalistiche" è prevista la costituzione di un prato formato da miscugli di essenze erbacee frugali e xerotolleranti in considerazione delle sfavorevoli condizioni di stabilità e di aridità costituzionale del substrato su cui si andrà ad operare.

Il miscuglio di sementi avrà una buona percentuale di graminacee e di leguminose, nonché percentuali variabili di altre famiglie quali Composite, Ombrellifere e Cariofillacee capaci di adattarsi anche ai suoli di difficile bilancio idrotrofico. La tecnica prevista per la costituzione di prati piani o leggermente inclinati, dove è previsto un uso intenso, è quella tradizionale con lavorazione del terreno e semina manuale o meccanica.

Per le radure, invece, si opterà per la formazione di prati rustici che assommano la loro valenza paesaggistica a quella ecologica, nonché il contenimento dei costi di gestione, con le seguenti caratteristiche:

- mix con elevato contenuto specie spontanee perenni, più alcune annuali;
- valorizzazione di aree marginali con bassissima manutenzione a scopo ornamentale e paesaggistico;
- massimo effetto di prato simil-spontaneo dalla ricca e variegata composizione floristica;
- elevata rusticità e valore ecologico tipico dei prati magri;

Per le aree di tipo naturalistico si opta verso un prato polifita rustico con le seguenti caratteristiche:

- composizione: 20% Lolium perenne 15% Agropyrum elongatum 20% Festuca arundinacea 10% Dactylis glomerata 15% Festuca rubra rubra 5% Lotus corniculatus 5% Trifolium subterraneum 5% Melilotus officinalis 5% Onobrychis viciaefolia,
- dose di semina: 25-30 g/mq,
- epoca di semina: Primavera e autunno,
- manutenzione: 3-4 tagli annuali anche con tecnica del mulching.

#### Tetti verdi estensivi

In copertura a nuovi edifici saranno previsti tetti verdi. Si tratta di un sistema ampiamente sperimentato per ricoprire edifici industriali o commerciali, per assolvere alle seguenti funzioni:

- assorbimento di CO<sub>2</sub>;
- incremento del valore naturalistico in ottica di biodiversità;
- integrazione con il paesaggio naturale circostante;
- miglioramento del microclima urbano e riduzione effetti isola di calore;
- allungamento dei tempi di vita dell'impermeabilizzazione;
- rinfrescare in modo passivo l'edificio sottostante durante i mesi estivi e migliorare la coibentazione invernale.



Esperienze e dati in letteratura hanno individuato delle specie vegetali con la migliore performance nelle zone padane – che hanno manifestato le minori morie, con una copertura superiore al 75% dopo 18 mesi dalla messa a dimora e con minori infestazioni: *Cerastium bieberstenii*, *Dianthus gratianopolitanus*, *Hieracium pilosella*, *Petrorhagia saxifraga*, *Plantago serpentina*, *Potentilla neumanniana*, *Santolina marchii*, *Thymus serpyllum*. Altre specie (*Ajuga reptans*, *Ceratostigma plumbaginoides*, *Dianthus barbatus*, *Geranium sanguineum*, *Iberis sempervirens*, *Mesembrianthemum cooperi*, *Sedum acre*, *Sedum album*, *Sedum palmeri*) non sono da escludere, soprattutto se consociate in modo da valorizzare i diversi aspetti positivi che posseggono.

Il riferimento normativo è la norma UNI 11235:2015 “Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde”.

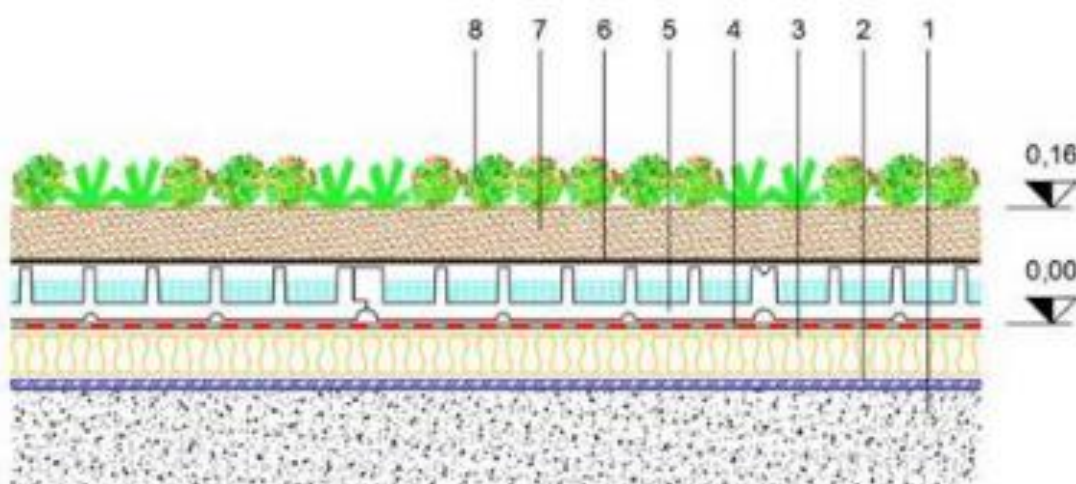


Figura 5-25 – Stratigrafia esemplificativa di tetti verdi estensivi (1 – solaio pendenziato, 2 – barriera al vapore, 3 elemento termoisolante, 4 manto impermeabile antiradice, 5 polistirene espanso sinterizzato, 6 geotessili con fibre di polipropilene, 7 terreno, 8 miscela di sedum)

### Alberate stradali

L’inserimento e il completamento dei filari alberati lungo la viabilità interessata dal progetto dalla linea tranviaria hanno seguito i criteri paesaggistici ed ecologici propri della progettazione urbana. Le scelte hanno tenuto conto degli spazi disponibili per lo sviluppo radicale e delle

chiome, nonché delle prescrizioni in materia di distanziamento dalla linea tranviaria stessa e dagli impianti elettrici di supporto.

Il filare arboreo inserito nel contesto urbano assume un ruolo fondamentale nell'aspetto paesaggistico, diventando un tratto caratteristico ed irrinunciabile delle città moderne.

L'accostamento di un filare alberato in corrispondenza del percorso di un mezzo pubblico di nuova generazione, inoltre, caratterizza paesaggisticamente le tratte, conferendo un carattere moderno e dinamico alla tramvia.

### Aiuole e rotatorie stradali

Si intendono valorizzare anche le superfici verdi lungo la tramvia. Elemento distintivo sarà la composizione secondo forme semplici e riconoscibili che nell'alternanza di superfici a prato e superfici con erbacee perenni conferiranno una variabilità di paesaggi.

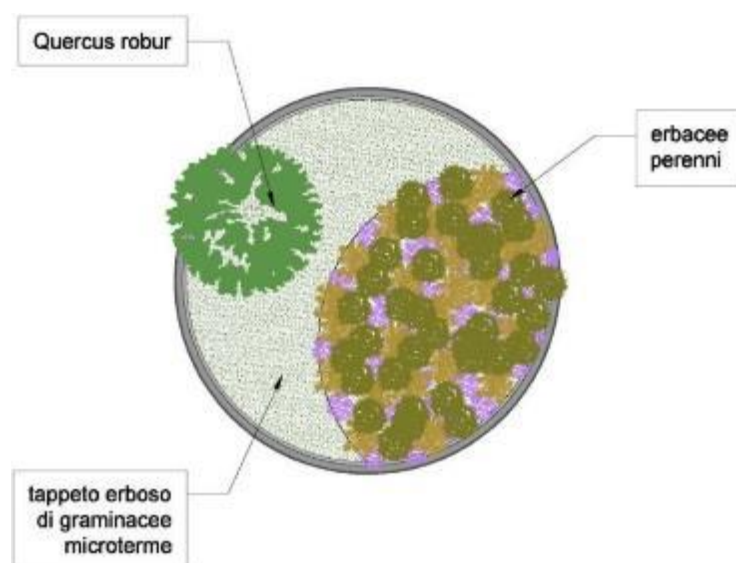


Figura 5-26 – Schema tipologico di arredo del verde in corrispondenza delle rotatorie

### Parcheggi pubblici

Il progetto del verde in corrispondenza delle aree a parcheggio è stato sviluppato in un'ottica di applicazione dei principi di sostenibilità (drenaggio urbano sostenibile, qualità degli spazi pubblici, miglioramento del microclima urbano) definendo:

- specie idonee al contesto urbano;
- adeguati spazi per le alberature;
- miglioramento della qualità urbana dei parcheggi;
- criteri gestionali semplici.

Anche per i parcheggi principali, oltre agli inerbimenti, si propone di inserire erbacee perenni (soprattutto graminacee) in grado di soddisfare gli obiettivi sopra esposti. Le tecniche costruttive, oltre a soddisfare un pronto risultato, assicureranno una semplicità ed economicità di gestione grazie alla predisposizione di teli pacciamanti ecologici e un sistema di irrigazione a goccia.



Figura 5-27 –Effetto esemplificativo dell’uso di erbacee perenni in aiuole stradali (fonte: Linee guida sull’adozione di tecniche di drenaggio urbano sostenibile per una città più resiliente ai cambiamenti climatici – 2018 – Comune di Bologna)

### Armamento permeabile

In alcuni tratti viene previsto armamento permeabile. Si vuole anticipare l’inerbimento dell’armamento permeabile della tranvia utilizzando specie erbacee rustiche precoltivate con l’obiettivo di ricreare quanto naturalmente si creerebbe con vegetazione erbacea rustica dando l’effetto paesaggistico di un corridoio verde.

Si propone l'utilizzo di un'erba perenne rustica in grado di riprodurre l'effetto paesaggistico di un corridoio verde: *Hieracium pilosella* fornita in vaso con densità di impianto di 16 pp/mq.

## 5.9 ENERGIA ED ELETTROMAGNETISMO

### 5.9.1 IMPATTI

#### 5.9.1.1 Fase di cantiere

Nella fase di cantiere non si prevedono impatti per questa componente.

#### 5.9.1.2 Fase di esercizio

Per la componente campi elettromagnetici, a valle dello studio di impatto effettuato ed esposto ai par. 4.10.5.1, 4.10.5.2 e 4.10.5.3, si può affermare che gli impianti necessari al funzionamento della nuova linea tranviaria non producono effetti, legati a fenomeni elettromagnetici, particolarmente significativi.

Sulla base delle simulazioni effettuate, risulta che le DPA sono abbastanza limitate e contenute entro 3-4 m dal confine della cabina.

Inoltre, le sottostazioni sono ubicate principalmente in aree lontane ed isolate, ovvero in zone dove non è prevedibile ragionevolmente la permanenza di persone superiore alle 4 ore giornaliere.

Con riferimento, infine, all'art. 3 "Limiti di esposizione e valori di attenzione" del DPCM 08/07/2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50. Hz) generati dagli elettrodotti, G.U. 28 agosto 2003, n. 200", si è fatta una prima verifica di rispetto del limite di esposizione dei 100  $\mu$ T considerando le stesse configurazioni per il calcolo delle DPA. Sulla base dei risultati delle simulazioni effettuate si è potuto osservare che le curve isolivello di induzione magnetica a 100 $\mu$ T sono tutte contenute all'interno delle cabine.

Si è proceduto inoltre alla verifica dell'eventuale interferenza delle DPA degli elettrodotti ubicati in via di Corticella presso il sotto attraversamento ferroviario (Linea 1), via Shakespeare (Linea 2) e incrocio tra via di Corticella e via Stendhal (Linea 3), con le fermate della linea tranviaria. Dalle verifiche effettuate è stata riscontrata un'unica potenzile interferenza tra la fermata Shakespeare e la Linea 2, le cui modalità di risoluzione saranno verificate nelle successive fasi progettuali di concerto con l'Ente gestore.

È stata infine verificata l'eventuale interferenza tra le Cabine MT/BT (dei vari distributori elettrici) e la posizione delle fermate. Dal confronto effettuato non risultano interferenze, con distanze tra le fermate e le cabine superiori a 2 m.

Per la componente energia si avranno effetti positivi legati alla riduzione dei consumi di energia dei vettori.

## 5.9.2 MITIGAZIONI

### 5.9.2.1 Fase di cantiere

Come indicato al paragrafo precedente, in questa fase non sono previsti impatti per la componente campi elettromagnetici.

In ogni modo la scelta degli eventuali macchinari necessari alla realizzazione dell'opera, potenzialmente fonti di campi, sarà sempre fatta nel pieno rispetto della normativa vigente. I macchinari saranno utilizzati e posizionati in modo da evitare vicinanza a luoghi con stazionamento superiore alle quattro ore.

### 5.9.2.2 Fase di esercizio

Le aree circostanti / sovrastanti le 3 sottostazioni per l'alimentazione della TE, lungo la linea, con valori di campo magnetico superiori agli obiettivi di qualità sono, come visto in precedenza, abbastanza limitate.



Inoltre le sottostazioni sono ubicate principalmente in aree lontane ed isolate (aree verdi, zone interrate e parcheggi), ovvero in zone dove non è prevedibile ragionevolmente la permanenza di persone superiore alle 4 ore giornaliere.

Non sono pertanto previste mitigazioni. In ogni caso, per maggior tutela, nelle successive fasi progettuali, in analogia a quanto fatto per la Linea Rossa, potrà essere valutato un sistema schermante appositamente progettato per la schermatura di campi elettromagnetici da 0 Hz a 150 kHz, realizzato con tessuto metallico flessibile spesso 0,73 mm in trama ed ordito, protetto dalla corrosione e rivestimento con alluminio spesso 150 µm su entrambi i lati, finalizzato al rispetto dell'obiettivo di qualità di  $B \leq 3 \mu T$  (D.P.C.M. 8/7/2003), verificato secondo norma CEI 211-6, senza aggiunta di ulteriori elementi conduttivi e/o placcato con elementi elettroconduttivi ed equipotenziali.

## 5.10 SISTEMA INSEDIATIVO, CONDIZIONI SOCIO-ECONOMICHE E SALUTE PUBBLICA

### 5.10.1 IMPATTI

Per quanto riguarda gli impatti relativi a sistema insediativo, condizioni socio economiche e salute pubblica, si rimanda a quelli previsti e descritti nei paragrafi relativi alla componente mobilità e traffico, rumore e atmosfera in quanto hanno una valenza anche per tale componente.

Come già detto, infatti, gli interventi in progetto sono finalizzati alle esigenze di snellimento dei flussi di traffico cittadino, oltre che alla riduzione dell'inquinamento atmosferico e di rumore nei confronti della comunità che abita e frequenta tali aree e ad aspetti legati alla sicurezza stradale soprattutto nei confronti degli utenti della mobilità dolce (pedoni, ciclisti, ecc.).

Sulla base di ciò, si può evincere che gli interventi in progetto determineranno un effetto globale positivo sulla componente, andando in sintesi a:

migliorare l'accessibilità dei cittadini in particolare verso e dai poli attrattori (es. centro storico, stazione centrale, ecc.);  
ridurre sensibilmente i fattori di rischio (inquinamento atmosferico, rumore, incidenti, ecc.);  
contribuire al riequilibrio modale della mobilità;  
produrre un effetto propulsore della qualità urbana e della vivibilità delle aree interessate dal progetto ai fini della loro attrattività.

#### 5.10.2 MITIGAZIONI

Per gli interventi di mitigazione e compensazione relativi a sistema insediativo, condizioni socio economiche e salute pubblica, si rimanda a quelli previsti e descritti nei paragrafi relativi alla componente mobilità e traffico, rumore e atmosfera in quanto hanno una valenza anche per tale componente.

#### 5.11 SINTESI IMPATTI-MITIGAZIONI

Nella tabella che segue si riporta la sintesi degli impatti che si prevede di avere con la realizzazione dell'intervento in progetto e le relative misure di mitigazione proposte.

Matrice ambientale	Impatti previsti	Mitigazioni
Traffico e mobilità	Fase di cantiere: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interferenze temporanee con attuale sistema sulla mobilità in fase di cantiere</li> </ul>	Fase di cantiere: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantire accesso passi carrai</li> <li>• Garantire accesso mezzi emergenza</li> <li>• Garantire viabilità trasversale al tracciato</li> <li>• Realizzazione itinerari alternativi per traffico pubblico</li> <li>• Movimentazione mezzi pesanti al di fuori degli orari di punta</li> <li>• Apposita segnaletica orizzontale e verticale</li> <li>• Predisposizione di campagna di informazione</li> </ul>
	Fase di esercizio: Impatti positivi legati a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• migliorare l'accessibilità dei cittadini in particolare verso e dai poli attrattori (es. centro storico, stazione centrale, ecc.);</li> </ul>	Fase di esercizio: --

Matrice ambientale	Impatti previsti	Mitigazioni
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ridurre sensibilmente i fattori di rischio (inquinamento atmosferico, rumore, incidenti, ecc.);</li> <li>• contribuire al riequilibrio modale della mobilità;</li> <li>• produrre un effetto propulsore della qualità urbana e della vivibilità delle aree interessate dal progetto ai fini della loro attrattività</li> </ul>	
Atmosfera	Fase di cantiere: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formazione di emissioni diffuse</li> <li>• Traffico dei mezzi di cantiere e scarichi macchine operatrici</li> </ul>	Fase di cantiere: <ul style="list-style-type: none"> <li>• bagnature superfici transito interne al cantiere</li> <li>• bagnatura dei cumuli</li> <li>• impianti lavaggio ruote</li> <li>• bassa velocità transito mezzi di cantiere</li> <li>• copertura dei cassoni dei mezzi</li> <li>• eventuale spazzolatura ad umido aree prossime all'ingresso dei cantieri</li> <li>• spegnimento mezzi d'opera in sosta</li> <li>• studio della disposizione temporale delle attività</li> </ul>
	Fase di esercizio: Impatti positivi legati a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• riduzione congestione di traffico;</li> <li>• riduzione transito di mezzi del trasporto pubblico su gomma;</li> <li>• riduzione del consumo di carburanti da fonti fossili</li> </ul>	Fase di esercizio: --
Rumore	Fase di cantiere: <ul style="list-style-type: none"> <li>• rumorosità delle attività di cantiere</li> </ul>	Fase di cantiere: <ul style="list-style-type: none"> <li>• utilizzo di barriere mobili fonoassorbenti</li> <li>• uso di macchinari omologati e con buona manutenzione</li> <li>• studio della disposizione temporale delle attività</li> <li>• scelta e stato degli pneumatici</li> <li>• opportuna manutenzione delle attrezzature;</li> <li>• evitare uso prolungato del clacson</li> <li>• sollevamento materiali in luogo del loro trascinalamento</li> <li>• evitare frenate ed accelerazioni brusche</li> </ul>

Matrice ambientale	Impatti previsti	Mitigazioni
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• esecuzione delle attività maggiormente impattanti in orari più consoni e non contemporaneamente</li> <li>• ricercare mezzi e metodologie alternativi per eseguire le stesse lavorazioni</li> </ul>
	<p>Fase di esercizio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inserimento della tramvia</li> </ul> <p>Impatti positivi legati a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• riduzione congestione di traffico;</li> <li>• riduzione del consumo di carburanti da fonti fossili</li> </ul>	<p>Fase di esercizio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• realizzazione asfalto fonoassorbente su alcune tratte stradali</li> <li>• barriere fonoassorbenti</li> <li>• lubrificazione del sistema rotaia/ruota mediante l'utilizzo di grasso biodegradabile per ridurre lo stridio;</li> <li>• utilizzo di sistema di "armamento massivo" con utilizzo di materassino antivibrante da posare sotto la soletta di cemento su cui sono appoggiate le rotaie;</li> <li>• utilizzo di una gomma per il rivestimento dei binari, efficace anche contro le vibrazioni;</li> <li>• modifica del profilo delle ruote;</li> <li>• riduzione della velocità della tramvia</li> </ul>
Vibrazioni	<p>Fase di cantiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potenziali vibrazioni emesse dai macchinari impiegati nelle lavorazioni</li> </ul>	<p>Fase di cantiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• effettuare controlli preventivi e in corso d'opera</li> <li>• adottare regole di buon comportamento</li> <li>• eventuale interruzione delle attività maggiormente impattanti/esecuzione in orari più consoni e non contemporaneamente</li> <li>• ricercare mezzi e metodologie alternativi per eseguire le stesse lavorazioni.</li> </ul>
	<p>Fase di esercizio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potenziali vibrazioni durante il passaggio dei tram (contatto ruota-rotaia)</li> </ul>	<p>Fase di esercizio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• utilizzo di sistemi di armamento aventi caratteristiche di isolamento vibrazionale differenziate mediante l'inserimento di materassini elastomerici di spessore adeguato, in funzione della distanza dei binari dagli edifici</li> </ul>
Acque superficiali	<p>Fase di cantiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• produzione acque di lavorazioni e dilavamento</li> </ul>	<p>Fase di cantiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bagnature superfici transito interne al cantiere</li> <li>• bagnatura dei cumuli</li> </ul>

Matrice ambientale	Impatti previsti	Mitigazioni
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• consumi idrici in corrispondenza delle aree di cantiere fisso</li> <li>• lavorazioni in prossimità di ambienti acquatici</li> <li>• generazione di polveri che trasportate dal vento possono ricadere all'interno di corsi d'acqua</li> <li>• eventuali sversamenti accidentali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• impianti lavaggio ruote</li> <li>• bassa velocità transito mezzi di cantiere</li> <li>• copertura dei mezzi adibiti al trasporto materiali pulverulenti</li> <li>• eventuale spazzolatura ad umido aree prossime all'ingresso dei cantieri</li> <li>• opportuni sistemi di gestione delle acque di cantiere</li> </ul>
	<p>Fase di esercizio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• interferenze con aree a pericolosità P2</li> <li>• incremento del rischio idraulico</li> <li>• interferenze con reticolo idraulico</li> <li>• invarianza idraulica a seguito di impermeabilizzazione di suolo/aree verdi</li> <li>• dilavamento acque meteoriche</li> <li>• eventuali sversamenti accidentali su aree non pavimentate</li> </ul>	<p>Fase di esercizio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• eventuale rialzamento del piano campagna</li> <li>• realizzazione di aree di compensazione per invarianza idraulica</li> <li>• rinaturalizzazione aree</li> <li>• mantenimento fasce di pertinenza fluviale</li> <li>• opportuni sistemi di raccolta, trattamento e smaltimento delle acque di dilavamento</li> <li>• sistemi drenaggio urbano sostenibile nei parcheggi</li> <li>• raccolta e sollevamento delle acque meteoriche in modo da gestire gli eventi meteorici ordinari in condizioni di sicurezza per realizzazione sottopassi</li> <li>• idonee procedure operative per prevenire/gestire eventuali sversamenti accidentali su aree non pavimentate</li> </ul>
Acque sotterranee	<p>Fase di cantiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• eventuali interferenze con la falda idrica sotterranea</li> <li>• eventuali sversamenti accidentali</li> </ul>	<p>Fase di cantiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• predisposizione di idonei sistemi di aggettamento e scarico delle acque</li> <li>• idonee procedure operative per prevenire/gestire eventuali sversamenti accidentali su aree non pavimentate</li> </ul>
	<p>Fase di esercizio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• eventuali interferenze con la falda idrica sotterranea</li> <li>• eventuali sversamenti accidentali su aree non pavimentate</li> </ul>	<p>Fase di esercizio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• predisposizione di eventuali opere di mitigazione (sistemi di continuità di falda) da attuarsi mediante sistemi "passivi" e/o "attivi";</li> <li>• idonee procedure operative per prevenire/gestire eventuali sversamenti</li> </ul>



Matrice ambientale	Impatti previsti	Mitigazioni
		accidentali su aree non pavimentate
Suolo e sottosuolo	<p>Fase di cantiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• modificazione dei suoli coinvolti nella realizzazione dei cantieri (es. scotico, compattazione, spostamento e movimentazione, ecc.)</li> <li>• produzione e gestione dei materiali di risulta (incluso il trasporto degli stessi)</li> <li>• produzione e gestione di terre e rocce da scavo</li> <li>• eventuali sversamenti accidentali su aree non pavimentate</li> <li>• eventuale percolazione di sostanze pericolose derivanti dai mezzi di cantiere</li> </ul>	<p>Fase di cantiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• minimizzazione dell'uso di risorse non rinnovabili (es. terreno vegetale, terre rocce da scavo, ecc.)</li> <li>• ottimizzazione gestione aree di stoccaggio</li> <li>• piazzole di sosta mezzi pavimentate</li> <li>• verifica stato dei mezzi e manutenzione</li> <li>• ottimizzazione gestione traffico e viabilità</li> <li>• esecuzione trasporti principalmente in orario diurno tenendo conto della presenza di zone sensibili</li> <li>• idonee procedure operative per prevenire/gestire eventuali sversamenti accidentali su aree non pavimentate</li> </ul>
	<p>Fase di esercizio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• consumo di suolo</li> <li>• eventuali sversamenti accidentali su aree non pavimentate</li> </ul>	<p>Fase di esercizio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gli interventi mitigativi previsti hanno come obiettivo generale la riduzione al minimo dell'impatto generato dalle opere di progetto (es. inerbimento della sede tramviaria in alcune aree e aree di sosta inerbite)</li> <li>• realizzazione di opere a verde</li> <li>• idonee procedure operative per prevenire/gestire eventuali sversamenti accidentali su aree non pavimentate</li> </ul>
Paesaggio e patrimonio storico/culturale	<p>Fase di cantiere:</p> <p>--</p>	<p>Fase di cantiere:</p> <p>--</p>
	<p>Fase di esercizio</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• frammentazione dei sistemi paesaggistici presenti, riduzione dei caratteri del paesaggio circostante l'infrastruttura</li> <li>• impatti di natura acustico-vibrazionale</li> <li>• impatti di natura visiva</li> </ul>	<p>Fase di esercizio</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• realizzazione di opere a verde;</li> <li>• interventi mitigativi indicati per la componente rumore e vibrazioni (utilizzo di sistemi di armamento differenziati)</li> <li>• concept architettonico delle pensiline che si integra negli elementi tipologici della città (es. porticato)</li> </ul>
Ecosistemi, Vegetazione,	<p>Fase di cantiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• scotico e taglio di vegetazione erbacea,</li> </ul>	<p>Fase di cantiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bagnature superfici transito interne al cantiere</li> </ul>

Matrice ambientale	Impatti previsti	Mitigazioni
Flora – fauna	arbustiva ed arborea • produzione ed emissione di polveri • disturbo fauna	• bagnatura dei cumuli • impianti lavaggio ruote • bassa velocità transito mezzi di cantiere • eventuale spazzolatura ad umido aree prossime all'ingresso dei cantieri
	Fase di esercizio: • frammentazione degli ecosistemi presenti • modificazione permeabilità faunistica • riduzione funzionalità ecologica • eventuali collisioni durante attraversamenti	Fase di esercizio: • realizzazione di opere a verde
Sistema insediativo, condizioni socio-economiche e salute pubblica	Vedi componente mobilità e traffico, rumore e atmosfera. Impatti positivi: • migliorare l'accessibilità dei cittadini in particolare verso e dai poli attrattori (es. centro storico, stazione centrale, ecc.); • ridurre sensibilmente i fattori di rischio (inquinamento atmosferico, rumore, incidenti, ecc.); • contribuire al riequilibrio modale della mobilità; • produrre un effetto propulsore della qualità urbana e della vivibilità delle aree interessate dal progetto ai fini della loro attrattività.	Vedi componente mobilità e traffico, rumore e atmosfera
Energia e elettromagnetismo	Fase di cantiere: --	Fase di cantiere: -- In ogni caso, scelta dei macchinari nel pieno rispetto della normativa vigente
	Fase di esercizio: • esposizione valori di campo magnetico inconsapevole	Fase di esercizio • sottostazioni ubicate in aree lontane ed isolate, ovvero in zone dove non è prevedibile la presenza continuativa di persone • eventuale impiego di sistemi schermanti dei campi elettromagnetici

## 6. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Nella presente sezione sono illustrati i contenuti, i criteri, i metodi e l'organizzazione che saranno impiegati per attuare il Piano di Monitoraggio Ambientale (di seguito PMA), definito come l'insieme dei controlli da effettuare attraverso la rilevazione e misurazione nel tempo di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali identificate come sensibili e potenzialmente impattate dagli interventi per la realizzazione e/o l'esercizio dell'opera progettata.

La raccolta dati dovrà essere organizzata in modo tale da permettere la descrizione di un trend evolutivo dell'ambiente durante le varie fasi realizzative. Questo aspetto è particolarmente importante in quanto può consentire l'individuazione di eventuali impatti di difficile previsione nelle fasi progettuali e conseguentemente, ove possibile, individuare delle misure di riduzione degli effetti.

Poiché è prerogativa fondamentale del Piano di Monitoraggio quella di configurarsi come strumento flessibile in grado di adattarsi, durante la fase di corso d'opera, ad un'eventuale riprogrammazione delle attività di monitoraggio, a seconda delle specifiche esigenze e necessità che si potranno determinare nel corso dell'avanzamento dei lavori, sarà possibile in quella fase recepire ulteriori indicazioni provenienti dagli Enti di controllo.

Scopo fondamentale del PMA è quello di operare un'azione di controllo sul territorio al fine di valutare gli effetti della costruzione dell'opera tramviaria fino alla sua entrata in esercizio e nella fase successiva all'entrata in esercizio, nonché l'efficacia delle opere di mitigazione.

Durante la costruzione dell'opera, il monitoraggio dovrà necessariamente essere organizzato in modo da poter tenere sotto controllo la situazione ambientale nel suo complesso. In tal modo eventi allo stato non prevedibili potranno essere tempestivamente rilevati, e di conseguenza si potrà intervenire rapidamente con specifiche azioni correttive.

Nel dettaglio, il Piano di Monitoraggio Ambientale si prefigge i seguenti obiettivi:

- verificare la conformità alle previsioni di impatto individuate nello Studio Ambientale Preliminare per quanto attiene le fasi di costruzione e di esercizio dell'opera;
- correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione;
- effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'adempimento delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate dagli Enti;
- contenere la programmazione dettagliata spazio-temporale delle attività di monitoraggio;
- definire il numero, le tipologie e la distribuzione delle stazioni di campionamento in modo da rappresentare efficacemente le interferenze dell'opera sul territorio;
- prevedere la restituzione periodica dei dati rilevati durante le attività di monitoraggio.

Un capitolo finale è dedicato agli aspetti organizzativi delle attività di monitoraggio per la definizione delle attività di elaborazione e restituzione dei risultati acquisiti.

## 6.1 CRITERI GENERALI DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il monitoraggio dei diversi comparti di seguito dettagliati sarà così suddiviso:

- Monitoraggio ante-operam (AO). Ha lo scopo di fornire il quadro attuale sulle condizioni dell'ambiente e sullo stato dei parametri considerati nello studio. Il posizionamento dei punti di monitoraggio garantirà un'adeguata descrizione dell'area e sarà tale da ottenere dati da postazioni che saranno monitorate anche in corso d'opera ed in post operam, così da seguire l'evoluzione dei parametri di indagine.
- Monitoraggio in corso d'opera (CO). Ha lo scopo di consentire il controllo dell'evoluzione dei parametri in corrispondenza dei siti più interferiti dalle operazioni cantieristiche e documentare l'evolversi della situazione ambientale ante operam.

- Monitoraggio post-operam (PO). Con riferimento agli standard di qualità e ai valori limite previsti dalla normativa in vigore, il monitoraggio post operam evidenzierà possibili influenze del progetto con l'evoluzione dei parametri rispetto ai risultati ottenuti nella fase di ante operam. Inoltre, permetterà di verificare, nel primo periodo d'esercizio della nuova infrastruttura, che le eventuali alterazioni temporanee intervenute durante la costruzione rientrino nei valori normali e che eventuali modificazioni permanenti siano compatibili e coerenti con l'ambiente preesistente.

Il Monitoraggio Ante Operam (AO) verrà eseguito prima dell'avvio dei cantieri con lo scopo di fornire una descrizione dello stato dell'ambiente prima della costruzione dell'opera ("situazione di zero") e di fungere da base per la previsione delle variazioni che potranno intervenire durante la costruzione. Le situazioni in tal modo definite andranno a costituire il livello iniziale di riferimento cui rapportare gli esiti delle campagne di misura in corso e post d'opera. Per tale fase è prevista una durata pari a 6 mesi.

Il Monitoraggio in Corso d'Opera (CO), segnalando il manifestarsi di eventuali variazioni ambientali sensibili, garantisce la possibilità di intervenire nei modi e nelle forme più opportune per evitare che si producano eventi irreversibili e gravemente compromissivi della qualità dell'ambiente, e assicura il controllo di situazioni specifiche, affinché sia possibile adeguare la conduzione dei lavori a particolari esigenze ambientali. Tale fase avrà durata pari a tutta la durata dei lavori.

Monitoraggio Post Operam o in esercizio (PO) permette di constatare l'efficacia delle opere di mitigazione ambientale e delle metodiche applicate, ovvero di verificare la necessità di interventi aggiuntivi. Per tale fase è prevista una durata pari a 6 mesi.

I punti di monitoraggio per le fasi di ante operam, corso opera e post-opera sono stati scelti considerando il tracciato della tramvia e i possibili recettori interessati dall'opera.

In particolare, i punti scelti per il monitoraggio ante operam saranno seguiti anche in fase di post operam. I punti di monitoraggio per il corso d'opera si riferiscono principalmente alle fasi

di cantiere e relativi annessi (piste, viabilità ordinaria interessata, ecc.) e sono stati selezionati considerando:

- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo ai fronti di avanzamento delle lavorazioni;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo ai macrocantieri e microcantieri;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo alla viabilità di corso d'opera a servizio dei cantieri.

Sulla base delle risultanze dello Studio Preliminare Ambientale, le componenti ambientali potenzialmente interferite e che saranno oggetto di monitoraggio sono le seguenti:

- atmosfera;
- rumore;
- vibrazioni;
- acque superficiali;
- acque sotterranee;
- vegetazione;
- suolo;
- mobilità e traffico.

## 6.2 ATMOSFERA

### 6.2.1 GENERALITÀ

Le attività di monitoraggio relative alla componente atmosfera sono finalizzate a determinare, in conseguenza della costruzione e dell'esercizio dell'infrastruttura, le eventuali variazioni dello stato di qualità dell'aria per il sito in esame.



Le problematiche legate all'inquinamento atmosferico riguardano le situazioni di impatto che possono verificarsi soprattutto durante la realizzazione dell'infrastruttura tramviaria, senza trascurare eventuali effetti in fase di esercizio.

Pertanto l'estensione temporale del monitoraggio riguarda il controllo e la verifica delle fasi ante-operam, di costruzione e post-operam.

Le campagne di monitoraggio ante operam e in fase di cantierizzazione hanno l'obiettivo primario di valutare gli eventuali incrementi dei livelli di concentrazione delle polveri aerodisperse in corrispondenza dei ricettori individuati, al fine di verificare le possibili criticità e di indirizzare gli interventi di mitigazione.

Il monitoraggio ante operam avrà lo scopo di fornire una base di riferimento aggiornata, per quanto riguarda le concentrazioni di fondo delle polveri nelle aree e nei punti in cui le attività di cantiere potranno determinare un significativo impatto.

In corso d'opera – fase di cantiere il monitoraggio dovrà essere finalizzato ad individuare la presenza di inquinanti nei pressi di ricettori sensibili particolarmente esposti ai cantieri o alle opere connesse (piste, ecc.).

Le fasi operative che durante la realizzazione dell'intervento in progetto (corso d'opera) potranno essere particolarmente critiche per l'emissione di polveri sono le seguenti:

- operazioni di scotico delle aree di cantiere;
- formazione della viabilità di cantiere;
- attività di demolizione;
- movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria e di cantiere;
- attività dei mezzi d'opera nell'area del capolinea.

Tali problematiche sono generalmente determinate dal sollevamento di polveri dalle pavimentazioni stradali causato dal transito dei mezzi pesanti, dal sollevamento di polveri dalle superfici sterrate dei piazzali ad opera del vento, da emissioni diffuse nelle aree di deposito degli inerti.

La caratterizzazione della qualità dell'aria viene effettuata mediante una serie di rilievi in punti di monitoraggio fisicamente coincidenti con i principali ricettori interessati dalle attività di cantiere.

#### 6.2.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le attività strumentali di campionamento e rilevamento di parametri in campo, di analisi e di elaborazione statistica dei dati relativi alle misure eseguite saranno effettuate secondo la normativa di legge attualmente in vigore ed in accordo con le pertinenti norme tecniche nazionali ed internazionali recepite; di seguito, si richiama la principale normativa di riferimento:

- D.M. del 30 marzo 2017 - Procedure di garanzia di qualità per verificare il rispetto della qualità delle misure dell'aria ambiente, effettuate nelle stazioni delle reti di misura;
- Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) - Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera (Capitolo 6.1) Rev.1 del 16/06/2014 – ISPRA;
- D. Lgs. n. 250/12 - Qualità dell'aria ambiente – Modifiche ed integrazioni al D.Lgs. 155/2010;
- D. Lgs. 13.08.2010 n. 155: "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa";
- Direttiva 2010/26 - Direttiva 2010/26/UE Emissione di inquinanti gassosi e particolato inquinante;
- Direttiva 2008/50/CE del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;
- D. Lgs. 09.04.2008 n. 81: "Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro - Attuazione articolo 1 della legge 123/2007 - Abrogazione D. Lgs 626/1994";
- Decreto Legislativo 3 Agosto 2007, n. 152 "Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente";

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale";
- Decreto Ministeriale 2 aprile 2002, n. 60 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio";
- Decreto Legislativo 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";
- Decreto Ministeriale 20 maggio 1991 "Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria";
- D.P.C.M. 28 marzo 1983, n. 30 "Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativa agli inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno".

### 6.2.3 CRITERI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

I criteri adottati per il monitoraggio della componente atmosfera prevedono l'ubicazione di diverse postazioni di monitoraggio presso le quali saranno effettuate misure in continuo durante tutte le fasi di monitoraggio (ante operam/corso d'opera-fase di cantiere/post-operam).

La localizzazione dei punti di monitoraggio è riportata nelle tavole allegate e potrà essere oggetto di eventuali modifiche in base alle specifiche esigenze che eventualmente dovessero emergere nelle singole fasi di attività (ante, corso e post operam) ed a seguito di eventuali indicazioni da parte l'autorità ambientale competente ARPAE.

Il monitoraggio ante operam avrà lo scopo fondamentale di caratterizzare la matrice atmosfera nei pressi dei ricettori scelti per il monitoraggio in assenza di perturbazioni causate dalla presenza di elementi costitutivi delle fasi realizzative dell'opera: i dati rilevati nella fase di ante operam andranno a costituire il termine di confronto con i valori rilevati durante la fase di costruzione e poi di esercizio della linea.

In merito alla fase di corso d'opera, con riferimento agli elaborati progettuali della cantierizzazione, si prevede di procedere come descritto nel seguito in relazione alla tipologia di cantierizzazione e di recettori coinvolti.

Le attività di monitoraggio ambientale della componente atmosfera comprendono:

- installazione ed allestimento della strumentazione;
- posizionamento dei sensori;
- calibrazione e taratura della strumentazione;
- messa in opera e test dei sistemi di acquisizione, memorizzazione, elaborazione, stampa e trasmissione dei dati;
- esecuzione delle campagne di misura dei parametri chimici e meteorologici;
- elaborazione dei dati.

I monitoraggi effettuati dovranno essere correlati ai dati meteorologici del periodo di osservazione: questi ultimi influenzano la presenza di polveri, in considerazione delle condizioni di maggiore o minore umidità e della presenza di un differente regime anemometrico.

Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria saranno quindi rilevati i parametri meteorologici riportati nella tabella che segue.

Parametro	Unità di misura
Direzione vento	gradi sessagesimali
Velocità del vento	m/s
Temperatura	°C
Pressione atmosferica	mBar
Umidità relativa	%
Radiazione solare globale	W/m <sup>2</sup>
Precipitazioni	mm

Verrà inoltre effettuato un contemporaneo rilevamento dei flussi di traffico in corrispondenza delle postazioni di monitoraggio atmosfera nel corso di tutte le misurazioni eseguite nelle fasi di AO/PO allo scopo di ottenere una prima valutazione dell'incidenza sulla qualità dell'aria della

nuova linea tramviaria, da approfondirsi acquisiti i dati relativi alla matrice Mobilità e Traffico (rif. sezione 6.9).

Il rilievo dei passaggi di veicoli nelle prossimità delle postazioni di monitoraggio dell'atmosfera potrà essere realizzato tramite l'acquisizione dei dati tramite appositi apparecchi magnetici automatici/dispositivi conta-vetture.

Il monitoraggio deve essere preceduto da una fase in campo nella quale si provvede all'esecuzione delle seguenti attività:

- sopralluogo dei punti di monitoraggio per l'accertamento dello stato dei luoghi, la verifica finale dell'ubicazione e delle utilities necessarie all'esercizio della strumentazione (es. allacciamento energia elettrica, ecc.);
- richiesta di permessi per il posizionamento e l'esercizio della strumentazione;
- georeferenziazione dei punti di monitoraggio e posizionamento della strumentazione di misura.

#### 6.2.4 METODICHE

Le polveri sottili e i parametri caratteristici dell'inquinamento veicolare analizzati nell'ambito del presente monitoraggio sono i seguenti:

- Polveri Totali Sospese – PTS;
- PM10;
- PM2.5;
- NO2;
- Benzene;
- Toluene;
- Xileni;
- Monossido di carbonio.

I campionamenti saranno eseguiti secondo i metodi di riferimento indicati nel D. Lgs. 155/2010 per la valutazione della qualità dell'aria ambiente (PM10, PM2.5, BTX, CO e NO2), mentre per il PTS si farà riferimento a quanto indicato nel DPCM 28/06/1983 e s.m.i.

Le polveri atmosferiche Polveri Totali Sospese - PTS sono costituite da un insieme di particelle solide e liquide che, a causa delle ridotte dimensioni, restano in sospensione nell'aria. Si definiscono:

- grossolane le particelle con diametro compreso tra 2,5 e 30  $\mu\text{m}$ ;
- fini le particelle con diametro inferiore a 2,5  $\mu\text{m}$ .

Le polveri grossolane si originano a seguito di combustioni incontrollate e per processi meccanici di erosione e disgregazione dei suoli. Le polveri fini derivano dalle emissioni prodotte dal traffico veicolare, dalle attività industriali, dagli impianti di produzione di energia elettrica nonché a seguito di combustioni di residui agricoli.

Il campionamento delle PTS sarà eseguito attraverso l'utilizzo di un laboratorio mobile per il monitoraggio delle emissioni atmosferiche, in grado di gestire in modo automatico il prelievo in sequenza di più filtri per periodi di tempo di 24 ore per filtro.

Ogni filtro sarà pesato prima e dopo il campionamento in modo da determinare per differenza la massa di PTS. La concentrazione delle sostanze rilevate risulterà dal rapporto fra la massa ed il volume di aria campionato (derivato dal rapporto fra portata misurata e tempo di campionamento) opportunamente riportato in condizioni standard.

Il PM10 è definito come il materiale particellare (particolato) costituito da polvere e inquinanti liquidi trasportati dal vento con dimensioni minori di 10  $\mu\text{m}$ .

Il metodo di riferimento per il campionamento del PM10 è quello gravimetrico, che consiste nell'aspirare l'aria a un flusso costante attraverso un sistema di ingresso di geometria particolare, in cui il materiale particellare sospeso viene separato inerzialmente in frazioni dimensionali definite, per poi venire raccolto su filtri, condizionati e pesati precedentemente.



Il monitoraggio viene eseguito attraverso l'utilizzo di un campionatore in grado di gestire in modo automatico il prelievo in sequenza di più filtri per periodi di tempo di 24 ore per filtro. Ciascuna frazione granulometrica viene raccolta su filtri separati durante il periodo di campionamento stabilito: ogni filtro è pesato prima e dopo il campionamento in modo da determinare per differenza la massa del PM10.

La concentrazione del PM10 è data dalla determinazione della massa gravimetrica, ricavata dalla differenza tra il peso iniziale del filtro bianco e quello dopo il campionamento, divisa per il volume di aria campionato (derivato dal rapporto fra portata misurata e tempo di campionamento) opportunamente riportato in condizioni standard.

Il PM2.5 è definito come il materiale particellare (particolato) costituito da polvere, fumo, microgocce di inquinanti liquidi trasportati dal vento con dimensioni minori di 2.5  $\mu\text{m}$ . Il principio di misurazione si basa sulla raccolta su un filtro del PM2.5 e sulla determinazione della sua massa per via gravimetrica, in analogia a quanto descritto per le PM10.

Il valore di concentrazione di massa del materiale particolato è il risultato finale di un processo che include la separazione granulometrica della frazione PM2.5 o la sua accumulazione sul mezzo filtrante e la relativa misura di massa con il metodo gravimetrico.

Ciascuna frazione compresa in ciascun intervallo viene raccolta su filtri separati durante il periodo di campionamento stabilito. Ciascun filtro è pesato prima e dopo il campionamento in modo da determinare per differenza la massa del PM2.5. La concentrazione del PM2.5 risulta dal rapporto fra la massa ed il volume di aria campionato (derivato dal rapporto fra portata misurata e tempo di campionamento) opportunamente riportato in condizioni standard.

In alternativa il monitoraggio di PM10 e PM2.5 potrà essere effettuato anche mediante l'utilizzo di analizzatori in continuo.

Il monitoraggio dei parametri Benzene, Toluene e Xileni, biossido di azoto e monossido di carbonio ha lo scopo di discriminare le fonti di inquinamento antropico in ambito cittadino

costituite essenzialmente da traffico veicolare, impianti termici, centrali termoelettriche e dagli inceneritori di rifiuti.

L'analizzatore di BTX è uno strumento analitico per la misura, in continuo e in tempo reale, delle concentrazioni di composti aromatici in aria ambiente tramite il principio di misura della gascromatografia.

L'analisi automatica di tali idrocarburi avviene tramite arricchimento su doppia trappola (Tenax o equivalenti), desorbimento termico e analisi con colonna capillare adatta alla specifica applicazione e detector PID ad alta sensibilità (0.1 ppb).

Il detector a fotoionizzazione consiste in una speciale lampada UV montata su una cella termostata a basso volume di flusso. Tale lampada emette energia ad una lunghezza d'onda di 120 nm, sufficiente a ionizzare la maggior parte dei composti aromatici il cui potenziale di ionizzazione è inferiore a 10.6 eV.

La colonna gascromatografica, per l'individuazione dei vari composti in base al loro tempo di ritenzione in colonna, è regolata automaticamente con una rampa di incremento secondo EPA metodi 5035, 8020 e 8015 fino alla temperatura di 400 °C. Il principio di misura è quello previsto dalla vigente normativa in materia.

L'analizzatore di NO - NO<sub>2</sub> - NO<sub>x</sub> è uno strumento analitico per la misura, in continuo e in tempo reale, della concentrazione degli ossidi di azoto in aria ambiente tramite il principio di misura della chemiluminescenza.

La tecnica di misura, come previsto dalla vigente normativa (D.M. 60 del 2002), si basa sulla reazione in fase gassosa tra monossido di azoto e ozono, capace di produrre una luminescenza caratteristica di intensità linearmente proporzionale alla concentrazione di NO. L'emissione di luce si verifica quando le molecole elettronicamente eccitate di NO<sub>2</sub> decadono a stati di energia inferiori.

Il biossido di azoto deve essere trasformato in monossido prima di poter essere misurato; a tale scopo, si utilizza un convertitore al molibdeno che a 325 °C converte NO<sub>2</sub> in NO.

L'ozono necessario allo sviluppo della reazione viene prodotto, a partire da aria ambiente, da un generatore interno allo strumento.

Un dispositivo essiccatore a permeazione deumidifica, in continuo, l'aria in ingresso all'ozonizzatore, evitando così la necessità di deumidificatori esterni di tipo chimico.

L'analizzatore di NO - NO<sub>2</sub> - NO<sub>x</sub> è uno strumento di tipo ciclico che utilizza un unico tubo fotomoltiplicatore, quale rivelatore, ed un'unica camera di reazione per le misure di NO e NO<sub>x</sub>.

La gestione dell'intero sistema di misura è realizzata tramite microprocessore interno allo strumento. In aggiunta al controllo della operatività dello strumento, il microprocessore consente una rapida verifica di eventuali malfunzionamenti dei principali componenti. Inoltre, in modo automatico, corregge le variazioni di temperatura del campione, fornendo così misure di concentrazione non affette da cambi nella temperatura del campione in esame.

Nella tabella che segue si riportano i limiti di riferimento previsti dal D. Lgs. 155/2015 per i parametri di interesse.

Parametro	Periodo di mediazione	Descrizione	Valore limite	Superamenti in un anno
PM10	Un giorno	Valore limite sulle 24 ore per la protezione della salute umana	50 µg/m <sup>3</sup>	Massimo 35
	Anno civile	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m <sup>3</sup>	
PM2.5	Anno civile	Valore Limite annuale per la protezione della salute umana	25 µg/m <sup>3</sup>	-
NO <sub>2</sub>	1 ora	Valore limite orario per la protezione della salute umana	200 µg/m <sup>3</sup>	Massimo 18
	Anno civile	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m <sup>3</sup>	-
Benzene	Anno civile	Valore limite su base annua	5 µg/m <sup>3</sup>	-
Toluene	-	-	-	-
Xileni	-	-	-	-
Monossido di carbonio	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	-	10 mg/ m <sup>3</sup>	

Al fine di ottenere una corretta valutazione delle emissioni atmosferiche derivanti dalle attività di realizzazione dell'infrastruttura, dal momento che non vi sono limiti legislativi per alcuni dei parametri atmosferici oggetto di monitoraggio (PTS, Toluene e Xileni), il termine di raffronto, ad indicazione di una situazione di non aggravamento delle condizioni ambientali, sarà costituito dai valori ottenuti nel monitoraggio in fase di ante-operam.

In generale, allo scopo di definire una procedura emergenziale in caso di incremento della concentrazione dei parametri misurati al presente monitoraggio, di concerto con l'autorità ambientale competente ARPAE, si provvederà a definire le seguenti soglie:

- soglia di attenzione, calcolata come la media delle concentrazioni rilevate nella postazione di misura;
- soglia di intervento, corrispondente alla massima concentrazione rilevata durante la campagna.

Nel caso in cui i valori risultanti dai monitoraggi in corso d'opera dovessero superare le soglie indicate al paragrafo precedente, saranno messe in atto le seguenti misure integrative di mitigazione:

- pre - allarme: interruzione temporanea delle attività emissive concomitanti con relativa fasizzazione sequenziale;
- allarme: sospensione temporanea di tutte le attività ed eventuale posizionamento di apposite barriere/teli anti-polveri fino al raggiungimento della concentrazione prevista nella soglia di pre allarme.

Premesso che nell'ambito del progetto (vedasi elaborati del progetto di cantierizzazione) si prevede l'applicazione di modalità di lavoro e accorgimenti finalizzati alla minimizzazione della propagazione delle polveri in atmosfera, in prima approssimazione si propone, in caso di necessità di interventi finalizzati a prevenire il superamento dei valori limite, l'utilizzo di strategie analoghe a quelle impiegate dall'autorità ambientale regionale competente ARPAE tramite la rete di monitoraggio presente sul territorio regionale.

Si sottolinea comunque che, a valle dalla fase di ante-operam, potranno essere concordati con ARPAE stessa possibili diversi criteri e opportune soglie di intervento in relazione al contesto ambientale indagato.

Le metodiche impiegate per il monitoraggio della componente atmosfera sono riportate nella tabella che segue.

Fase	Codice	Descrizione	Frequenza
AO/CO/PO	AT1	<ul style="list-style-type: none"> <li>AO/PO: Misura delle polveri PM10, PM2,5 e dei parametri Benzene, Toluene e Xileni, biossido di azoto, monossido di carbonio per 1 mese;</li> <li>CO: Misura delle polveri PTS e PM10 per 1 mese</li> </ul>	1 volta in AO/PO Semestrale in CO
AO/CO/PO	AT2	<ul style="list-style-type: none"> <li>AO: Misura delle polveri PM10, PM2,5 e dei parametri Benzene, Toluene e Xileni, biossido di azoto, monossido di carbonio per 1 mese;</li> <li>CO: Misura delle polveri PTS e PM10 per 14gg;</li> <li>PO: Misura delle polveri, PM10, PM2,5 e dei parametri Benzene, Toluene e Xileni, biossido di azoto, monossido di carbonio per 1 mese.</li> </ul>	1 volta in AO Semestrale in CO/PO
AO/CO/PO	AT3	<ul style="list-style-type: none"> <li>AO/PO: Misura delle polveri PM10, PM2,5 e dei parametri Benzene, Toluene e Xileni, biossido di azoto, monossido di carbonio per 14 giorni;</li> <li>CO: Misura delle polveri PTS e PM10 per 14 gg</li> </ul>	1 volta in AO/PO Semestrale in CO
CO	AT4	Misura delle polveri PTS e PM10 per 7 giorni in CO a seguito di segnalazione di potenziale impatto da attività di cantiere	1 volta in CO

Nel seguito si riporta una breve descrizione delle metodiche impiegate.

METODICA AT1 - Rilievo delle Polveri (PTS, PM10 e PM2,5) e dei parametri Benzene, Toluene e Xileni, biossido di azoto, monossido di carbonio – Capolinea Nord Castel Maggiore

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione delle polveri e di alcuni parametri caratteristici dell'inquinamento veicolare presso le aree dove sorgerà il Capolinea Nord e sarà effettuata secondo i criteri esposti al paragrafo 6.2.3.

In particolare si provvederà ad eseguire misurazioni a seconda delle fasi di realizzazione del progetto, come di seguito illustrato:

1. in fase di AO e PO saranno eseguite misurazioni in continuo della durata di 1 mese per i parametri PM10 e PM2,5, Benzene, Toluene e Xileni, biossido di azoto, monossido di carbonio. In particolare, per la fase PO il monitoraggio dovrà essere realizzato nel periodo invernale e primaverile dopo alcuni mesi dall'entrata in servizio a regime della linea tranviaria (minimo 2-3 mesi);
2. in fase di CO saranno eseguite misurazioni in continuo dei parametri PTS e PM10 della durata di 1 mese con frequenza semestrale. Tale fase avrà inizio con l'avvio delle attività per la realizzazione dello specifico cantiere.

La misura delle polveri aerodisperse verrà effettuata mediante una strumentazione conforme ai requisiti della normativa vigente. In particolare sarà effettuato su filtri a membrana, ovvero su filtri in fibre di vetro o quarzo di diametro 47 mm circa, che dovranno essere forniti etichettati, pesati e pronti per l'uso dal laboratorio chimico. Le fasi successive al campionamento consisteranno nella determinazione gravimetrica del campione con l'impiego di bilancia analitica. In alternativa il monitoraggio di PM10 e PM2.5 potrà essere effettuato anche mediante l'utilizzo di analizzatori in continuo.

Lo stesso laboratorio mobile effettuerà l'analisi della qualità dell'aria, grazie all'installazione di strumentazione idonea all'acquisizione dei parametri Benzene, Toluene e Xileni, biossido di azoto, monossido di carbonio. La misurazione avverrà simultaneamente a quella di PM10 e PM2.5, con le medesime tempistiche a seconda della postazione di campionamento.

Il laboratorio mobile rileverà in modo continuo i parametri da analizzare e fornirà i dati secondo i programmi usualmente utilizzati e opererà in regime di qualità UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

L'ambito di riferimento della procedura è quello della verifica delle concentrazioni delle polveri e parametri nell'aria al fine di valutare il rispetto degli standard di qualità indicati dal D. Lgs. 155/2010 e altra normativa di settore, che vengono riportati nella tabella che segue per i parametri di interesse:

Parametro	Periodo di mediazione	Descrizione	Valore limite	Superamenti in un anno
-----------	-----------------------	-------------	---------------	------------------------



Parametro	Periodo di mediazione	Descrizione	Valore limite	Superamenti in un anno
PM10	Un giorno	Valore limite sulle 24 ore per la protezione della salute umana	50 µg/m <sup>3</sup>	Massimo 35
	Anno civile	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m <sup>3</sup>	
PM2.5	Anno civile	Valore Limite annuale per la protezione della salute umana	25 µg/m <sup>3</sup>	-
NO <sub>2</sub>	1 ora	Valore limite orario per la protezione della salute umana	200 µg/m <sup>3</sup>	Massimo 18
	Anno civile	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m <sup>3</sup>	-
Benzene	Anno civile	Valore limite su base annua	5 µg/m <sup>3</sup>	-
Toluene	-	-	-	-
Xileni	-	-	-	-
Monossido di carbonio	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	-	10 mg/ m <sup>3</sup>	

A seguito della fase di AO verranno definiti, per i parametri dei quali non vengono definite concentrazioni limite da normativa, i valori di riferimento che andranno a costituire elemento di confronto con i valori rilevati tra le diverse fasi.

Verrà inoltre effettuato un contemporaneo rilevamento dei flussi di traffico nel corso delle misurazioni eseguite AO e PO: lo scopo è quello di ottenere una valutazione dell'eventuale variazione del traffico veicolare, valutazione da approfondirsi una volta acquisiti i dati relativi alla matrice Mobilità e Traffico (vedere Cap. 6.9).

Il rilievo dei passaggi di veicoli nelle prossimità delle postazioni di monitoraggio di cui alla presente metodica potrà essere realizzato tramite l'acquisizione dei dati tramite appositi apparecchi magnetici automatici/dispositivi conta-vetture.

Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria saranno acquisiti i principali parametri meteorologici: direzione e velocità del vento, temperatura, pressione atmosferica, umidità, radiazione solare globale, precipitazioni.

METODICA AT2 - Rilievo delle Polveri (PTS, PM10 e PM2,5) e dei parametri Benzene, Toluene e Xileni, biossido di azoto, monossido di carbonio

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la valutazione delle emissioni di polveri sottili e di alcuni parametri caratteristici dell'inquinamento veicolare, effettuata secondo i criteri esposti al paragrafo 6.2.3, in aree dove si prospettano variazioni del traffico stradale a seguito dell'inserimento della nuova infrastruttura tranviaria: in tale ottica sono state ritenute significative le zone di via Matteotti e l'incrocio tra via di Corticella con Piazza dell'Unità.

In particolare il punto ubicato in quest'ultima area (ATM02) potrà essere utilizzato anche come monitoraggio delle attività di cantiere del sottopasso di via Mazza/via Ferrarese, valutando eventualmente variazioni nelle frequenze.

Dall'osservazione dell'andamento dei parametri rilevati in corrispondenza di questa stazione, considerando il grande quantitativo di dati pregressi, verrà restituita una panoramica più ampia circa le variazioni indotte dall'infrastruttura tranviaria sull'ambiente circostante, verificando quindi il miglioramento qualitativo della matrice atmosfera da previsionale.

Si provvederà ad eseguire misurazioni in continuo a seconda delle fasi di realizzazione del progetto, come di seguito illustrato:

1. in fase di AO saranno eseguite misurazioni in continuo per la durata di 1 mese;
2. in fase di CO saranno eseguite misurazioni con cadenza semestrale per la caratterizzazione delle attività di cantiere, ciascuna della durata di 14 giorni. Tale fase avrà inizio con l'avvio dello specifico cantiere/lotto e il monitoraggio sarà ripetuto in concomitanza con le lavorazioni potenzialmente più impattanti, in termini di particolato aerodisperso (demolizioni, scavi, movimentazione materiali in loco). La durata dei monitoraggi di CO dovrà essere di almeno 14 giorni consecutivi e validi, da prolungare in caso di fermo delle attività sia di segnalazioni ambientali. Le misure andranno eseguite in prossimità dei ricettori individuati ovvero nelle pertinenze esterne, lato fronte cantiere;
3. in fase di PO saranno eseguite misurazioni in continuo con frequenza semestrale della durata di 1 mese. In particolare tale monitoraggio dovrà essere realizzato nel periodo

invernale e primaverile dopo alcuni mesi dall'entrata in servizio a regime della linea tranviaria (minimo 2-3 mesi).

Le metodiche di rilievo e di verifica delle concentrazioni di polveri e parametri atmosferici secondo normativa saranno le medesime indicate alla metodica AT1.

A seguito della fase di AO verranno definiti, per i parametri dei quali non sono previste concentrazioni limite da normativa, i valori di riferimento che andranno a costituire elemento di confronto con i valori rilevati tra le diverse fasi. Il monitoraggio del PO avrà quindi la finalità di individuare le variazioni che avverranno per la matrice atmosfera a seguito dell'introduzione della nuova opera nell'ambiente.

METODICA AT3 - Rilievo delle Polveri Sottili (PTS, PM10 e PM2,5) e dei parametri Benzene, Toluene e Xileni, biossido di azoto, monossido di carbonio – Zona del sottoattraversamento lungo via Corticella in corrispondenza svincolo con Tangenziale

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione delle polveri sottili e di alcuni parametri caratteristici dell'inquinamento veicolare prodotti in prossimità dell'aree di cantiere e sarà effettuata secondo i criteri esposti al paragrafo 6.2.3.

In particolare si provvederà ad eseguire misurazioni in continuo a seconda delle fasi di realizzazione del progetto, come di seguito illustrato:

1. in fase di AO e PO sarà eseguita una misurazione della durata di 14 gg;
2. in fase di CO saranno eseguite misurazioni con frequenza semestrale partendo dalla data di avvio dello specifico cantiere/lotto, ciascuna della durata di 14 gg. Il monitoraggio verrà avviato a inizio delle lavorazioni e sarà ripetuto in concomitanza con le lavorazioni potenzialmente più impattanti, in termini di particolato aerodisperso (demolizioni, scavi, movimentazione materiali in loco). La durata dei monitoraggi dovrà essere di almeno 14 giorni consecutivi e validi, da prolungare in caso di fermo delle attività sia di segnalazioni ambientali. Le misure andranno eseguite in prossimità dei ricettori individuati ovvero nelle pertinenze esterne, lato fronte cantiere.

Le campagne di misura di polveri e parametri atmosferici saranno intraprese in prossimità di sorgenti di emissione quali le attività di cantiere e/o viabilità di cantiere, permettendo di monitorare il particolato disperso nei bassi strati dell'atmosfera.

Le metodiche di rilievo e di verifica delle concentrazioni di polveri e parametri atmosferici secondo normativa saranno le medesime indicate alla metodica AT1.

A seguito della fase di AO verranno definiti, per i parametri dei quali non vengono definite concentrazioni limite da normativa, i valori di riferimento che andranno a costituire elemento di confronto con i valori rilevati tra le diverse fasi.

#### Metodica AT4 – misure di 7gg delle PTS-PM10 in corso d'opera

Tramite questa metodica di monitoraggio sarà valutata la possibilità di realizzare misurazioni settimanali delle concentrazioni di Polveri Totali Sospese durante le attività di cantiere al fine di caratterizzare le possibili situazioni di disagio che dovessero di volta in volta essere segnalate dai residenti. Tali monitoraggi saranno avviati tempestivamente a seguito della segnalazione ricevuta.

Al fine di prevenire la dispersione di polveri nelle aree limitrofe e i conseguenti disagi alla popolazione, sarà definito un valore limite di velocità del vento (pari a 5 m/s con soglia di attenzione pari a 3 m/s) tale da comportare l'attivazione delle opportune misure di mitigazione e la sospensione delle lavorazioni più impattanti presso le aree di cantiere.

La misura delle polveri aerodisperse verrà effettuata mediante stazioni automatiche per il campionamento sequenziale conformi ai requisiti della normativa vigente: in particolare sarà effettuato su filtri a membrana, ovvero su filtri in fibre di vetro o quarzo di diametro 47 mm circa, che dovranno essere forniti etichettati, pesati e pronti per l'uso dal laboratorio chimico. Le fasi successive al campionamento consisteranno nella determinazione gravimetrica del campione con l'impiego di bilancia analitica.

In alternativa il monitoraggio potrà essere effettuato anche mediante l'utilizzo di analizzatori in continuo.

L'eventuale anomalia sarà determinata considerando i valori misurati in fase di AO in corrispondenza di stazioni di monitoraggio atmosfera prossime al recettore da indagare.

#### 6.2.5 UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Le misure di ante, corso e post operam saranno svolte in corrispondenza dei punti di monitoraggio localizzati nelle Tavole allegate ed elencati nella tabella che segue:

Codice	Ubicazione	Metodica di monitoraggio	Coordinate
ATM01*	Via G. Matteotti 14/2, Bologna	AT2: 1 volta in AO, semestrale in CO/PO	686681.76 m E 4931011.16 m N
ATM02	Asilo Piccolo Gruppo Educativo La Chiocciola - Piazza dell'Unità, 10/2 - Bologna (BO)	AT2: 1 volta in AO, semestrale in CO/PO	686667.86 m E 4931613.83 m N
ATM03	Sottoattraversamento lungo via Corticella in corrispondenza svincolo con Tangenziale	AT3: 1 volta in AO/PO Semestrale in CO	686809.00 m E 4933249.00 m N
ATM04	Area capolinea nord	AT1: 1 volta in AO/PO, semestrale in CO	687297.94 m E 4936602.02 m N
ATMxx	In funzione delle lavorazioni di cantiere a seguito di eventuali segnalazioni	AT4: Misure 7 gg	Da definire in CO

\*Nota: Per questo punto va considerato che le tempistiche delle fasi AO-CO-PO potrebbero coincidere con quelle di esecuzione del Piano di Monitoraggio Ambientale – matrice atmosfera, previsto per la Prima Linea Tranviaria - Linea Rossa (punto corrispondente ATM08): in tal caso verranno utilizzati i medesimi dati.

#### 6.2.6 ELABORAZIONE E RESTITUZIONE DEI DATI

La documentazione da produrre a seguito del monitoraggio consiste in relazioni tecniche riassuntive delle attività di monitoraggio e dei risultati ottenuti nel periodo di riferimento con la seguente periodicità:

- al termine della fase ante operam;

- con cadenza mensile nella fase di costruzione: tali relazioni conterranno anche la descrizione delle misure attuate in caso di attivazione delle misure di emergenza;
- con cadenza annuale nella fase di costruzione: tali relazioni conterranno anche la descrizione delle misure attuate in caso di attivazione delle misure di emergenza;
- al termine della fase di corso d'opera: tali relazioni conterranno anche la descrizione delle misure attuate in caso di attivazione delle misure di emergenza;
- al termine della fase di post operam.

I documenti conterranno le seguenti informazioni:

- l'elenco dei punti di monitoraggio in cui è stata effettuata una campagna di misura, con indicazione, per ciascuna postazione, dei parametri misurati, della durata della campagna, del periodo in cui si è svolta;
- descrizione delle metodiche adottate;
- indicazione dei casi in cui si è verificato un eventuale superamento dei valori di riferimento;
- presentazione dei dati rilevati e/o risultati ottenuti, che includeranno anche:
  - il numero di dati validi e il rendimento percentuale,
  - il calcolo dei parametri statistici richiesti dalla normativa sulla qualità dell'aria (tra cui valori medi e massimi orari, giornalieri e la media periodo),
  - la correlazione con i parametri meteo e/o i flussi veicolari
- schede di monitoraggio (tipologico in Allegato 24);
- i valori monitorati saranno forniti anche in formato digitale (xls o csv);
- saranno inoltre resi disponibili, su richiesta degli Enti, gli esiti delle tarature di analizzatori e campionatori.

### 6.3 RUMORE



### 6.3.1 GENERALITÀ

Il controllo del rumore nelle aree interessate dal progetto si configura, nella fase di monitoraggio ante operam, come strumento di conoscenza dello stato attuale dell'ambiente finalizzato alla verifica degli attuali livelli di qualità, al rispetto dei limiti normativi e al controllo delle situazioni di degrado, per poi assumere in corso d'opera e in esercizio il ruolo di strumento di controllo della dinamica degli indicatori di riferimento e dell'efficacia delle opere di mitigazione sia in termini di azioni preventive che di azioni correttive.

Nelle fasi di realizzazione dell'opera si verificheranno emissioni di rumore di tipo continuo (impianti fissi, lavorazioni continue), discontinuo (montaggi, traffico mezzi di trasporto, lavorazioni discontinue) e puntuale.

Le principali emissioni dirette e indirette di rumore derivanti dalle attività del corso d'opera sono attribuibili alle fasi sotto indicate:

- attività di demolizione;
- esercizio dei cantieri e del campo base;
- realizzazione della viabilità di cantiere;
- movimentazione dei materiali di approvvigionamento ai cantieri;
- movimentazione dei materiali di risulta alle aree di deposito;
- attività dei mezzi d'opera nelle aree di deposito;
- esercizio delle aree di deposito.

In fase di esercizio dovrà essere valutato il rispetto dei limiti soprattutto in corrispondenza dei corpi ricettori classificati come sensibili.

Al fine di garantire uno svolgimento qualitativamente omogeneo delle misure e la ripetibilità delle stesse, è necessario che le misure vengano svolte con appropriate metodiche di monitoraggio; l'unificazione di tali metodiche e della strumentazione utilizzata per le misure è inoltre necessaria per consentire la confrontabilità dei rilievi svolti in tempi diversi, in differenti aree e ambienti emissivi.

Per questa ragione le metodiche e la strumentazione impiegata terranno conto dei riferimenti normativi nazionali e degli standard indicati in sede di unificazione nazionale (norme UNI) ed internazionale (Direttive CEE, norme ISO) e, in assenza di prescrizioni vincolanti, dei riferimenti generalmente in uso nella pratica applicativa.

### 6.3.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le attività strumentali di campionamento e rilevamento di parametri in campo, di analisi e di elaborazione statistica dei dati relativi alle misure eseguite saranno effettuate secondo la normativa di legge attualmente in vigore ed in accordo con le pertinenti norme tecniche nazionali ed internazionali recepite; di seguito, si richiama la principale normativa di riferimento:

- Decreto Legislativo n. 42, in data 17 febbraio 2017, recante “Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell’articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161”;
- Decreto Legislativo n.194, in data 19 agosto 2005, recante la “Attuazione della direttiva 2002/49/Ce relativa alla gestione ed alla manutenzione del rumore ambientale”;
- Decreto Presidente del Consiglio dei Ministri, in data 30 giugno 2005, recante il “Parere ai sensi dell’art.9 comma 3 del decreto legislativo 28 agosto 1997 n.281 sullo schema di decreto legislativo recante recepimento della Direttiva 2002/49CE del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale”;
- Circolare del Ministero dell’Ambiente, in data 6 settembre 2004, relativa alla “Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale ed applicabilità dei valori limite differenziali”;
- D.P.R. 30 marzo 2004, n.142 “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell’inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell’articolo 11 della legge 26 ottobre 1995”;

- D.g.r. 8 marzo 2002, n. 7/8313 “L. n. 447/1995 «L. quadro sull'inquinamento acustico» e l.r. 10 agosto 2001, n. 13 «Norme in materia di inquinamento acustico». Approvazione del documento «Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico»”;
- L.R. 10 agosto 2001, n. 13 “Norme in materia di inquinamento acustico”;
- D.P.C.M. 31 marzo 1998, “Criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera b) e dell'art. 2, commi 6, 7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 “Legge quadro sull'inquinamento acustico”;
- D.M. 16 marzo 1998, “Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico”;
- D.P.C.M. 14 novembre 1997, “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”;
- Legge 26 ottobre 1995 n. 447 “Legge quadro sull'inquinamento acustico” modificata dalla Legge n. 448 del 23 dicembre 1998.

La “Legge quadro sull'inquinamento acustico” n. 447 del 26/10/1995 ha precisato l'orientamento normativo, stabilendo tra l'altro:

- l'importanza della zonizzazione acustica dei Comuni ai fini dell'individuazione dei valori limite da applicare al territorio in relazione alle destinazioni d'uso di quest'ultimo, stabilendo la necessità da parte delle Regioni di definire i criteri di classificazione del territorio per i propri Comuni;
- l'importanza della pianificazione territoriale sia come mezzo per il progressivo risanamento acustico del territorio, sia come strumento di scelta al fine di prevenire l'inquinamento acustico stesso;
- la progressiva emanazione di decreti attuativi al fine di regolamentare attraverso metodiche e standard ambientali le più diverse attività, in attesa dei quali restano in vigore le disposizioni stabilite dal DPCM 1/3/91.

Il DPCM 14/11/97 fissa i limiti massimi accettabili nelle diverse aree territoriali e definisce, al contempo la suddivisione dei territori comunali in relazione alla destinazione d'uso e l'individuazione dei valori limiti ammissibili di rumorosità per ciascuna area, riprendendo in

parte le classificazioni già introdotte dal DPCM 01.03.1991. Il DPCM 14/11/97 stabilisce inoltre per l'ambiente esterno valori limite assoluti di immissione (tab.3.2), i cui valori si differenziano a seconda della classe di destinazione d'uso del territorio, mentre, per gli ambienti abitativi sono stabiliti dei anche limiti differenziali.

In merito al campo di applicazione del DPCM 14/11/97, si evidenziano i seguenti aspetti:

- per le infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime ed aeroportuali i valori limite di immissione non si applicano all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, individuate da decreti di prossima emanazione. All'esterno di tali fasce, dette sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione;
- i valori limite assoluti di immissione e di emissione relativi alle singole infrastrutture dei trasporti, all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, nonché la relativa estensione, saranno fissati con i rispettivi decreti attuativi;
- i valori limite differenziali di immissione non si applicano nelle aree classificate nella classe VI;
- i valori limite differenziali di immissione non si applicano alla rumorosità prodotta da:
  - infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime;
  - attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali;
  - servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

Per quanto riguarda la normativa regionale, il Consiglio della Regione Emilia Romagna ha approvato, in attuazione della Legge 447/95, la Legge Regionale n°15 del 09 Maggio 2001, Norme in Materia di Inquinamento Acustico.

A seguito dell'esperienza maturata nella redazione delle classificazioni acustiche da parte di molte amministrazioni comunali della regione, e facendo proprie alcune delle osservazioni scaturite in tali lavori, con delibera di giunta n. 2053/2001 la Regione Emilia-Romagna ha

provveduto ad emanare una direttiva per aggiornare i “Criteri e condizioni per la classificazione del territorio”.

Infine il DPR 142 del 2004 definisce le fasce acustiche stradali ed i relativi limiti acustici diurni e notturni, classificandole in:

a) Autostrade;	d) Strade urbane di scorrimento;
b) Strade extraurbane principali;	e) Strade urbane di quartiere;
c) Strade extraurbane secondarie;	f) Strade locali.

Con Deliberazione del Consiglio Comunale OdG 336/15 (PG 328998/15) è stata approvata la variante alla Classificazione acustica del territorio comunale, con le relative Norme tecniche di attuazione, elaborata secondo i criteri stabiliti dalla Regione Emilia-Romagna con DGR n. 2053/2001, recante “Criteri e condizioni per la classificazione del territorio”.

La variante si è resa necessaria al fine di aggiornare la cartografia in base all'assetto territoriale conseguente agli interventi realizzati nel periodo intercorso dall'approvazione del PSC (Piano strutturale comunale) e con le varianti al POC, nonché a rendere coerente le Norme tecniche di attuazione con il Regolamento Urbanistico Edilizio (Rue) approvato.

La Classificazione acustica è costituita dai seguenti elaborati:

- relazione illustrativa, in cui sono indicate le modifiche più significative introdotte nella cartografia e nelle Norme tecniche di attuazione;
- norme tecniche di attuazione, finalizzate a regolamentare le zone particolari, gestire le trasformazioni territoriali, nonché a regolare le modalità per l'aggiornamento della Classificazione acustica;
- cartografia riportante la classificazione acustica del territorio comunale dello stato attuale e dello stato di progetto;

- cartografia riportante le fasce di pertinenza acustica delle principali infrastrutture di trasporto suddivise a seconda dei limiti di immissione sonora stabiliti dai rispettivi decreti attuativi nazionali, relative allo stato attuale ed allo stato di progetto.

Nelle figure che seguono si riporta la classificazione acustica del territorio del Comune di Bologna.

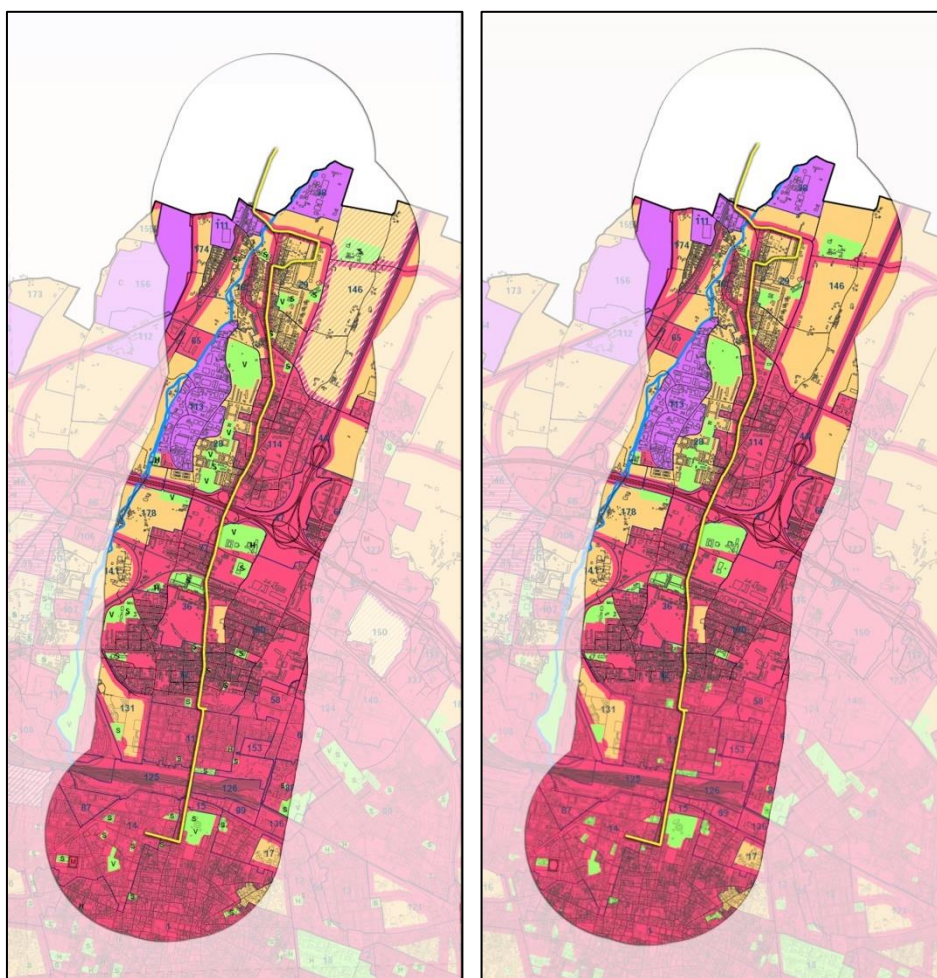


Figura 6-1 - Classificazione acustica - stato di fatto (sin) e Classificazione acustica - stato di progetto (dx)



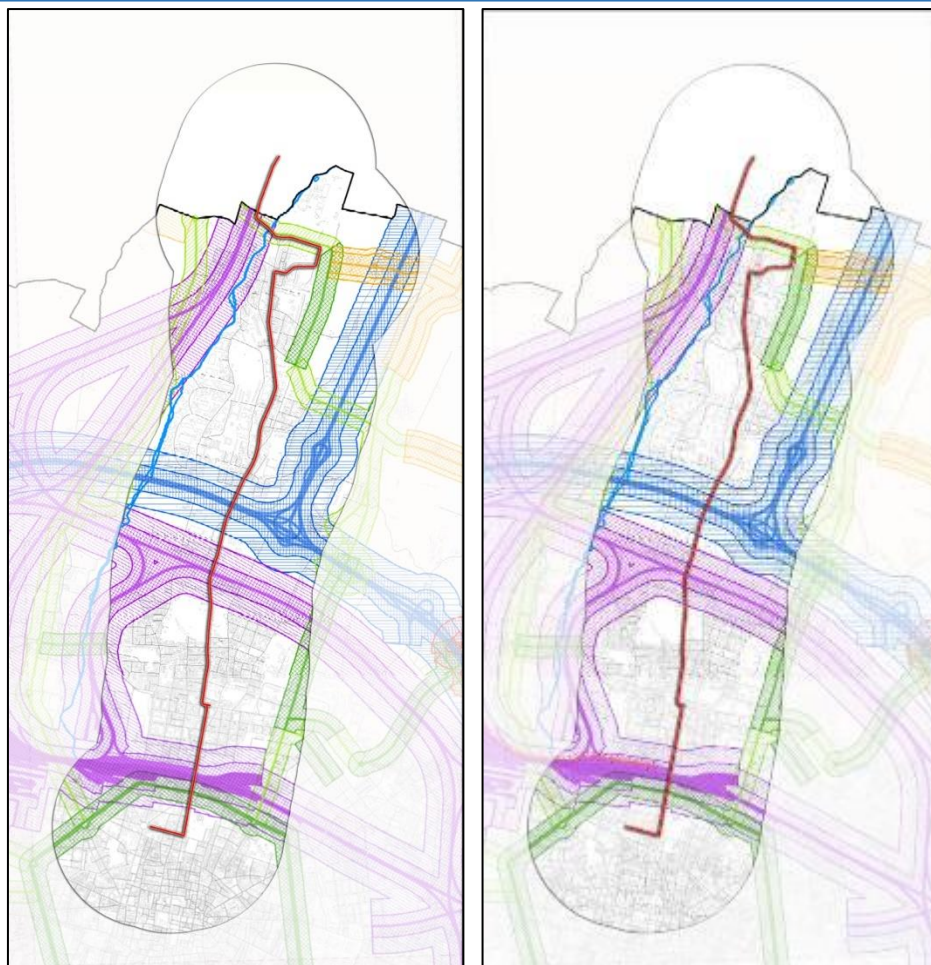


Figura 6-2 - Classificazione acustica fasce di pertinenza infrastrutturali – stato di fatto (sin) e Classificazione acustica fasce di pertinenza infrastrutturali – stato di progetto (dx)

### 6.3.3 CRITERI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il monitoraggio ante operam avrà lo scopo fondamentale di caratterizzare il clima acustico nei pressi dei ricettori scelti per il monitoraggio in assenza di perturbazioni causate dalla presenza di elementi costitutivi delle fasi realizzative dell'opera: i dati rilevati nella fase di ante operam andranno a costituire il termine di confronto con i valori rilevati durante la fase di costruzione e poi di esercizio della linea.

In merito alla fase di corso d'opera, con riferimento agli elaborati progettuali della cantierizzazione, si prevede di procedere come descritto nel paragrafo che segue, in relazione alle fasi di avanzamento della cantierizzazione e alla tipologia di recettori coinvolti.

Sono inoltre previste, in fase di corso d'opera attività di monitoraggio costituite da misure di breve periodo (metodica RU3), la cui realizzazione sarà programmata con i responsabili dei cantieri stessi, in modo da individuare le attività "tipo" e le relative macchine e attrezzature impiegate.

La fase di misurazione in post opera permetterà di avere riscontro circa il previsionale acustico, caratterizzando l'effettivo impatto acustico dell'infrastruttura sull'ambiente circostante. Verrà quindi valutata l'efficacia degli interventi mitigativi previsti in fase di progettazione e predisporre l'implementazione laddove necessario.

Nella scelta delle stazioni di monitoraggio, sono stati inclusi innanzitutto i ricettori maggiormente suscettibili di ripercussioni a seguito della realizzazione e messa in esercizio di una nuova fonte di impatto acustico (ospedali, scuole, case di riposo ecc.). La localizzazione dei punti di monitoraggio è riportata nelle tavole allegate e potrà essere oggetto di modifiche in base alle specifiche esigenze che dovessero emergere nelle singole fasi di attività, a seconda dell'avanzamento e delle tipologie di lavorazioni in CO, oppure a seguito di eventuali indicazioni da parte degli Enti competenti.

Per la scelta del periodo di monitoraggio valgono le prescrizioni della buona pratica ingegneristica, unitamente alle raccomandazioni contenute nelle norme UNI ed ISO di settore e nel Decreto sulle modalità di misura del rumore.

Il monitoraggio sarà preceduto da una fase preliminare in campo che include le seguenti attività:

- sopralluogo dei punti di monitoraggio per l'accertamento dello stato dei luoghi, la verifica finale dell'ubicazione e delle utilities necessarie all'esercizio della strumentazione (es. allacciamento energia elettrica, ecc.);

- richiesta di eventuali permessi per il posizionamento e l'esercizio della strumentazione;
- georeferenziazione dei punti di monitoraggio e posizionamento della strumentazione di misura.

Per l'esecuzione delle campagne di rilievo del rumore sarà utilizzata una strumentazione conforme agli standard prescritti dall'articolo 2 del Decreto del Ministero dell'Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

Nel dettaglio, le postazioni saranno costituite dalla seguente strumentazione:

- microfono per esterni, fornito di cuffia antivento/antipioggia e di punta antivolatile;
- sistema di alimentazione di lunga autonomia;
- fonometro integratore con elevata capacità di memorizzazione dei dati rilevati;
- box stagno di contenimento della strumentazione;
- cavalletto o stativo telescopico;
- cavo di connessione tra il box che contiene la strumentazione ed il microfono.

La strumentazione sarà impostata sulla curva di ponderazione "A". I microfoni da 1/2" corretti in campo libero, in accordo con le normative IEC, durante la fase di misura saranno diretti verso la sorgente. La strumentazione utilizzata sarà equipaggiata con sistemi di protezioni specifici per monitoraggi in esterni prolungati nel tempo, con valigetta stagna, antiurto e completa di batterie e con sistema di protezione per preamplificatore con deumidificatore e cuffia antivento conica per il microfono.

Le postazioni di misura acquisiranno quindi in continuo (24 ore su 24) i seguenti parametri acustici:

- livello equivalente ponderato A [LAeq] con una cadenza di 1 secondo;
- livelli statistici L01, L05, L10, L50, L90, L95.

Il "livello equivalente ponderato A" di un dato rumore variabile nel tempo è il livello, espresso in dB(A), di un ipotetico rumore costante che, qualora sostituito al rumore in esame per lo stesso intervallo temporale, comporterebbe la medesima quantità totale di energia sonora. Lo scopo

dell'introduzione del "livello equivalente ponderato A" è quello di poter caratterizzare con un solo dato un rumore variabile, per un tempo di misura prefissato.

I livelli statistici (valori superati rispettivamente per l'1%, 5% 10%, 50%, 90% e 95% del tempo di osservazione) sono invece utilizzati come parametri aggiuntivi per la descrizione del fenomeno acustico.

La validità dei rilievi sarà verificata tarando gli strumenti ad ogni ciclo di misura inviando, mediante un calibratore esterno Mod. CAL200 della Larson & Davis, un segnale di riferimento di 93,8 dB a 1000 Hz.

La strumentazione sarà posizionata all'altezza dell'unità abitativa e almeno alla distanza di un metro da eventuali ostacoli circostanti (edifici, muri di recinzione, etc.).



*Figura 6-3 – Esempio posizionamento fonometro*

Le misure verranno memorizzate all'interno dello strumento e successivamente elaborate con l'ausilio del software Noise & Vibration Works.

Contemporaneamente al rilievo del rumore ambientale, effettuato nei tempi di riferimento diurno (6.00-22.00) e notturno (22:00-06:00), saranno acquisiti anche i seguenti parametri meteorologici:

- Temperatura
- Velocità e direzione del vento
- Piovosità.

Le misure devono essere infatti eseguite in condizioni meteorologiche buone, cioè tali che non risulti alterata la significatività dei dati, e quindi:

- in assenza di precipitazioni atmosferiche, nebbia, neve, ecc.;
- con velocità del vento inferiore a 5 m/s;
- con microfono munito di cuffia antivento;
- con catena di misura compatibile con le condizioni meteorologiche del periodo in cui si effettuano le misurazioni e comunque in accordo con le norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994.

#### 6.3.4 METODICHE

Le metodiche di monitoraggio impiegate nel presente PMA sono riportate nella tabella che segue:

Fase	Codice	Descrizione	Frequenza
AO/CO/PO	RU1	Misure della durata di 7 giorni in AO/PO e campagne di misura periodiche della durata di 24 ore in CO	Una volta in AO/PO Campagne periodiche in CO
AO/PO	RU2	Misure della durata di 7 giorni in AO/PO in corrispondenza delle principali direttrici interessate dal tracciato del tram	Una volta in AO/PO
CO	RU3	Misure di breve periodo in fase di cantiere da eseguirsi con cadenza periodica per rilievi attività di cantiere e presso maggiori opere puntuali	Campagne periodiche in CO

Fase	Codice	Descrizione	Frequenza
AO/PO	RU4	Misure di 24 ore in AO/PO in corrispondenza di aree potenzialmente soggette a peggioramento del traffico, nuovi parcheggi, punti di singolarità, interventi di mitigazione	1 in AO 1 in PO

Nel seguito si riporta la descrizione delle metodiche di monitoraggio utilizzate.

#### Metodica RU1 – misure presso Capolinea Nord Corticella

La metodica di monitoraggio RU1 ha come finalità la determinazione dei livelli di rumorosità prodotti durante tutte le fasi di monitoraggio (AO/CO/PO) in prossimità delle aree dove sorgerà il Capolinea Nord di Corticella.

Le misure saranno acquisite mediante la lettura in continuo dei seguenti parametri acustici:

- il livello acustico equivalente (Leq) nei periodi diurno e notturno in dB(A);
- i livelli percentili maggiormente significativi.

In particolare si provvederà ad eseguire misurazioni in continuo di diversa durata a seconda delle fasi di realizzazione del progetto:

1. in fase di AO e PO saranno eseguite misurazioni in continuo del rumore ambientale per un tempo di misura pari a 1 settimana;
2. in fase di CO saranno eseguite misurazioni in continuo del rumore ambientale per un tempo di misura pari a 24 ore, in occasione dello svolgimento delle attività più impattanti nell'area più vicina al punto di misura.

Al fine di produrre un significativo confronto, i campionamenti della fase di PO saranno realizzati con condizioni a contorno simili a quelli della fase di AO (stesso periodo dell'anno).

Verrà inoltre effettuato un contemporaneo rilevamento dei flussi di traffico nel corso delle misurazioni eseguite: lo scopo è quello di ottenere una valutazione dell'eventuale variazione del traffico veicolare, valutazione da approfondirsi una volta acquisiti i dati relativi alla matrice Mobilità e Traffico (vedere Cap. 6.9).



Il rilievo dei passaggi di veicoli nelle prossimità delle postazioni di monitoraggio di cui alla presente metodica potrà essere realizzato tramite l'acquisizione dei dati tramite appositi apparecchi magnetici automatici/dispositivi conta-vetture.

#### Metodica RU2 – misure di 7 gg in AO/PO

La metodica di monitoraggio RU2 ha la finalità di caratterizzare il clima acustico in corrispondenza delle principali direttrici interessate dal tracciato del tram.

I parametri acustici rilevati saranno i seguenti:

- il livello acustico equivalente (Leq) nei periodi diurno e notturno in dB(A);
- i livelli percentili maggiormente significativi.

Al fine di produrre un significativo confronto, i campionamenti della fase di PO saranno realizzati con condizioni a contorno simili a quelli della fase di AO (stesso periodo dell'anno).

Il monitoraggio in fase PO sarà effettuato almeno 4 mesi dopo l'entrata in esercizio della linea tramviaria, al fine di ottenere un sufficiente tempo di assestamento del traffico stradale sulle viabilità interessate.

Verrà inoltre effettuato un contemporaneo rilevamento dei flussi di traffico nel corso delle misurazioni eseguite: lo scopo è quello di ottenere una valutazione dell'eventuale variazione del traffico veicolare, valutazione da approfondirsi una volta acquisiti i dati relativi alla matrice Mobilità e Traffico (vedere Cap. 6.9).

Il rilievo dei passaggi di veicoli nelle prossimità delle postazioni di monitoraggio di cui alla presente metodica potrà essere realizzato tramite l'acquisizione dei dati tramite appositi apparecchi magnetici automatici/dispositivi conta-vetture.

#### Metodica RU3 – misure di 15 minuti in corso d'opera

La metodica di monitoraggio RU3 ha la finalità di caratterizzare le attività di cantiere di linea (i posizionamenti non sono definiti in questa fase ma dovranno essere confermati in fase di cantierizzazione in accordo con la figura del responsabile di cantiere) e la realizzazione delle

maggiori opere puntuali (sottopasso Via Mazza, Parcheggio Piazza dell'Unità, Parcheggio Bassanelli, sottopasso della tangenziale).

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 15 minuti, da ripetersi con frequenza da definire durante il corso d'opera dello specifico cantiere e comunque a seconda delle lavorazioni maggiormente impattanti realizzate.

I parametri acustici rilevati saranno i seguenti:

- il livello acustico equivalente (Leq) nei periodi diurno e notturno in dB(A);
- i livelli percentili maggiormente significativi.

#### Metodica RU4 – misure di 24 ore in ante operam/post operam

La metodica di monitoraggio RU4 ha la finalità di caratterizzare il clima acustico in corrispondenza di aree potenzialmente soggette a peggioramento del traffico veicolare e/o dove sono previsti interventi di mitigazione, in corrispondenza dei settori nei quali verranno realizzati nuovi parcheggi e in corrispondenza di futuri punti di singolarità (curvature strette del tracciato, incroci e fermate tramviarie).

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 24 ore, da ripetersi una volta in AO ed una in PO.

I parametri acustici rilevati saranno i seguenti:

- il livello acustico equivalente (Leq) nei periodi diurno e notturno in dB(A);
- i livelli percentili maggiormente significativi.

Al fine di produrre un significativo confronto, le misure della fase di PO saranno realizzate con condizioni a contorno simili a quelli della fase di AO (stesso periodo dell'anno).

Il monitoraggio in fase PO sarà effettuato almeno 4 mesi dopo l'entrata in esercizio della linea tramviaria, al fine di ottenere un sufficiente tempo di assestamento del traffico stradale sulle viabilità interessate;

### 6.3.5 UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Le misure di ante, corso e post operam saranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle Tavole allegate ed elencati nella tabella che segue:

Codice	Ubicazione	Metodica di monitoraggio	Coordinate
RUM01	Edificio residenziale/commerciale - Via dei Mille, 20 Bologna (BO)	RU4: misure di 24 h in AO/PO	686156.14 m E 4930484.41 m N
RUM02	Edificio residenziale/commerciale - Via dell'Indipendenza, 67 Bologna (BO)	RU4: misure di 24 h in AO/PO	686471.07 m E 4930426.66 m N
RUM03*	Asilo Piccolo Gruppo Educativo La Chiocciola - Piazza dell'Unità, 10/2 - Bologna (BO)	RU4: misure di 24 h in AO/PO	686667.86 m E 4931613.83 m
RUM04	Edificio uso commerciale/abiativo - Via di Corticella, 15 - Bologna (BO)	RU2: misure di 7 gg in AO/PO	686668.70 m E 4931614.28 m N
RUM05	Edificio uso commerciale/abiativo - Via A. Fioravanti, 82 - Bologna (BO)	RU4: misure di 24 h in AO/PO	686229.99 m E 4932121.35 m N
RUM06	Edificio uso commerciale/abiativo - Via di Corticella, 121 - Bologna (BO)	RU4: misure di 24 h in AO/PO	686630.54 m E 4932635.56 m N
RUM07	Istituto Aldini Valeriani – via di Corticella Bologna (BO)	RU2: misure di 7 gg in AO/PO	686687.73 m E 4932682.45 m N
RUM08	Edificio uso commerciale/abiativo - Via di Corticella, 185 - Bologna (BO)	RU4: misure di 24 h in AO/PO	687055.55 m E 4933768.46 m N
RUM09	Edificio uso abiativo - Via di Corticella, 217 - Bologna (BO)	RU2: misure di 7 gg in AO/PO	687274.01 m E 4934432.42 m N
RUM10	Edificio uso commerciale/abiativo - Via Genuzio Bentini, 22 - Bologna (BO)	RU2: misure di 7 gg in AO/PO	687253.73 m E 4935445.19 m N
RUM11	Edificio uso commerciale/abiativo - Via Genuzio Bentini, 59 - Bologna (BO)	RU4: misure di 24 h in AO/PO	687297.55 m E 4935611.36 m N
RUM12	Edificio uso abiativo - Via Sant'Anna, 54 - Bologna (BO)	RU4: misure di 24 h in AO/PO	687543.24 m E 4935669.04 m N
RUM13	Edificio uso abiativo - Via William Shakespeare, 26 -	RU2: misure di 7 gg in AO/PO	687548.94 m E 4935885.11 m N

Codice	Ubicazione	Metodica di monitoraggio	Coordinate
	Bologna (BO)		
RUM14	Via Galliera, 15 - Castel Maggiore (BO)	<b>RU1:</b> misure in continuo in AO/PO e campagne periodiche in CO	687163.79 m E 4936441.34 m N
RUMXX	Da definire in CO	<b>RU5:</b> misure di breve periodo in fase di cantiere	Da definire in CO

\*Nota: Per questo punto va considerato che le tempistiche delle fasi AO-PO potrebbero coincidere con quelle di esecuzione del Piano di Monitoraggio Ambientale – matrice rumore, previsto per la Prima Linea Tranviaria - Linea Rossa (punto corrispondente RUM33): in tal caso verranno utilizzati i medesimi dati.

In merito ai punti attivi sia nella fase di AO sia in quella di PO, come richiesto da ARPAE per il monitoraggio della Linea Rossa, sono stati privilegiati posizionamenti che possano garantire la possibilità di accesso anche nella fase PO, in modo da assicurare la possibilità di un confronto preciso tra le due misure (AO e PO). Tali posizionamenti saranno in ogni caso verificati nelle prime fasi del monitoraggio, nel corso dell'ubicazione di dettaglio delle postazioni di monitoraggio.

#### 6.3.6 ELABORAZIONE E RESTITUZIONE DEI DATI

La documentazione da produrre a seguito del monitoraggio consiste in relazioni tecniche riassuntive delle attività di monitoraggio e dei risultati ottenuti nel periodo di riferimento con la seguente periodicità:

- al termine della fase ante operam;
- con cadenza mensile nella fase di costruzione;
- con cadenza annuale nella fase di costruzione;
- al termine della fase di corso d'opera;
- al termine della fase di post operam.

Tali documenti conterranno le seguenti informazioni:

- l'elenco dei punti di monitoraggio in cui è stata effettuata una campagna di misura, con indicazione, per ciascuna postazione, dei parametri misurati, della durata della campagna, del periodo in cui si è svolta;
- descrizione delle metodiche adottate;
- indicazione dei casi in cui si è verificato un eventuale superamento dei valori di riferimento;
- presentazione dei dati rilevati e/o risultati ottenuti;
- schede di monitoraggio (tipologico in Allegato 25).

Si riporta in allegato il tipologico della Scheda di rilievo rumore che verrà restituita in occasione della presentazione delle relazioni tecniche riassuntive delle attività di monitoraggio per ogni punto di misura. Tali schede riportano in particolare:

- codice del punto di monitoraggio;
- data di esecuzione delle misure;
- unità di misura;
- valore del livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq;
- valori dei livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L99;
- LAeq diurno e LAeq notturno;
- giorno della settimana.

## 6.4 VIBRAZIONI

### 6.4.1 GENERALITÀ

Il controllo delle vibrazioni nelle aree interessate dal progetto si configura, come detto anche per la componente rumore, nella fase di monitoraggio ante operam, come strumento di conoscenza dello stato attuale dell'ambiente finalizzato alla verifica degli attuali livelli di vibrazioni e al rilievo di eventuali situazioni di degrado, per poi assumere in corso d'opera e in esercizio il ruolo di strumento di controllo della dinamica degli indicatori di riferimento e

dell'efficacia delle eventuali opere di mitigazione sia in termini di azioni preventive che di azioni correttive.

Le principali emissioni dirette e indirette di vibrazioni derivanti dalle attività del corso d'opera, associabili alle emissioni sonore, sono attribuibili alle fasi sotto indicate:

- attività di demolizione;
- esercizio dei cantieri e del campo base;
- realizzazione della viabilità di cantiere;
- movimentazione dei materiali di approvvigionamento al cantiere;
- movimentazione dei materiali di risulta alle aree di deposito;
- attività dei mezzi d'opera nelle aree di deposito.

Per quanto attiene invece al post opera si prevede un'analisi della variabilità delle componenti vibrazionali dovute all'introduzione della linea in oggetto ed alla conseguente variazione della viabilità in postazioni riconosciute come potenzialmente critiche.

#### 6.4.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le attività di monitoraggio saranno effettuate secondo la seguente normativa tecnica di seguito riportata:

- ISO 4866: 2010 "Vibrazioni di edifici - Guida per la misura di vibrazioni e valutazioni dei loro effetti sulle strutture"
- UNI 9916:2014 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici";
- UNI 9614:2017 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo".

#### 6.4.3 CRITERI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Nella scelta delle stazioni di monitoraggio, sono stati considerati i ricettori sensibili in grado, per le proprie caratteristiche intrinseche di fornire un quadro d'insieme dell'area limitrofa (tipicamente i più sensibili e quindi rappresentativi).



Il monitoraggio della fase ante-operam è finalizzato al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- testimoniare lo stato dei luoghi e le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico esistenti precedentemente all'apertura dei cantieri e all'esercizio dell'infrastruttura di progetto;
- quantificare lo scenario degli indicatori ambientali tali da rappresentare, per le posizioni più significative, un "bianco" di riferimento per confrontare l'esito dei successivi rilevamenti, in modo da descrivere gli effetti indotti dalla fase di realizzazione e dall'esercizio dell'opera;
- consentire di valutare in modo immediato i risultati dei monitoraggi eseguiti nelle successive fasi, al fine di evidenziare l'eventuale necessità di interventi di mitigazione o azioni correttive in corso d'opera e in post opera.

In merito alla fase di corso d'opera, con riferimento agli elaborati progettuali della cantierizzazione, si procederà in relazione alle fasi di avanzamento della cantierizzazione e alla tipologia di recettori coinvolti.

Sono inoltre previste, in fase di corso d'opera attività di monitoraggio della componente vibrazioni costituite da misure di breve periodo (metodica VI2), la cui realizzazione sarà programmata con i responsabili dei cantieri stessi, in modo da individuare le attività "tipo" e le relative macchine e attrezzature impiegate.

Prima dell'inizio delle attività di misura, saranno effettuate indagini preliminari volte a verificare e caratterizzare le postazioni di misura. In questa fase sarà verificata la presenza di sorgenti significative esistenti e successivamente la fattibilità delle misure nelle stazioni di monitoraggio individuate, sia dal punto di vista dei fattori ambientali che possono influenzare i rilievi che da quello del posizionamento della strumentazione.

Nel corso del sopralluogo preliminare si caratterizza la postazione di misura definendone tutti i dati anagrafici per la sua identificazione univoca.

#### 6.4.4 METODICHE

Le metodiche di monitoraggio impiegate nel presente PMA sono riportate nella tabella che segue:

Fase	Codice	Descrizione	Frequenza
CO	VI1	Campagne di misura di 24 da eseguirsi per rilievi attività di cantiere indicativamente ogni 500 m e presso i cantieri principali	Trimestrale in CO
CO	VI2	Misure di breve periodo in fase di cantiere	1 in CO
AO/PO	VI3	Campagne di misura di 24 da eseguirsi presso recettori sensibili/aree a presenza di edifici storici	1 in AO 1 in PO

Le misure saranno effettuate mediante l'impiego di attrezzature costituite da terne di velocimetri e accelerometri. Durante l'esecuzione del monitoraggio, la grandezza di base che sarà rilevata per caratterizzare l'intensità delle vibrazioni, sarà l'accelerazione.

Le postazioni per la misura delle vibrazioni saranno scelte al piano terra dei recettori individuati. Nel seguito si riporta la descrizione delle metodiche di monitoraggio utilizzate.

##### Metodica VI1 – misure di 24 ore in corso d'opera

La metodica di monitoraggio VI1 ha la finalità di caratterizzare le seguenti situazioni/attività:

- determinazione dell'impatto prodotto dalle attività dei principali cantieri (sottopasso Via Mazza, Parcheggio Piazza dell'Unità, Parcheggio Bassanelli, sottopasso della tangenziale, Area Deposito nord Corticella);
- determinazione dei livelli di perturbazione prodotti dalle attività di cantiere durante l'avanzamento. Nello specifico sono stati ubicate stazioni di monitoraggio della componente ambientale vibrazioni all'incirca ogni 500 m lungo lo sviluppo del tracciato di progetto.

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo delle vibrazioni per 24 ore consecutive, da ripetersi trimestralmente in corso d'opera. Tale fase avrà inizio con l'avvio delle attività dello specifico Lotto/Cantiere in cui è ubicato il punto di monitoraggio.

In generale il numero di campioni adottato è congruente alla variabilità temporale del fenomeno e tale da caratterizzare la sorgente in esame.

#### Metodica VI2 – misure di breve periodo in corso d'opera

Tramite questa metodica di monitoraggio verranno realizzate misure di breve periodo al fine di caratterizzare le sorgenti vibrazionali prodotte durante la realizzazione di particolari lavorazioni in cantiere.

La tecnica di monitoraggio consiste nel campionamento per un tempo di misura TM (indicativamente durata 15 minuti) all'interno del periodo di attività dello specifico cantiere, limitatamente ad un solo giorno.

#### Metodica VI03 – misure di 24 ore in ante operam/post operam

Questa metodica di monitoraggio ha come finalità l'individuazione di possibili variazioni nel campo vibrazionale prodotte dalla nuova linea tramviaria che possano potenzialmente arrecare disturbo a edifici residenziali, scuole/edifici sensibili o di interesse storico – testimoniale.

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo delle vibrazioni per 24 ore, da ripetersi una volta in AO ed una in PO, dopo l'entrata in esercizio dell'infrastruttura.

#### 6.4.5 UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Le misure di ante, corso e post operam saranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nella Tavola allegata ed elencati nella tabella che segue.

Codice	Ubicazione	Metodica di monitoraggio	Coordinate
VIB01	Edificio residenziale/commerciale - Via dei Mille, 20 Bologna	VI3: misure di 24 ore in AO/PO	686156.14 m E 4930484.41 m N
VIB02*	Edificio residenziale/commerciale - Via dell'Indipendenza, 67 Bologna	VI3: misure di 24 ore in AO/PO	686471.07 m E 4930426.66 m N
VIB03	Sacro Cuore Via G. Matteotti 14/2, Bologna	VI3: misure di 24 ore in AO/PO	686599.76 m E 4931168.21 m N
VIB04*	Asilo Piccolo Gruppo Educativo La Chiocciola - Piazza dell'Unità, 10/2 - 40128 Bologna (BO)	VI1: misure di 24 ore in CO	686667.86 m E 4931613.83 m
		VI3: misure di 24 ore in AO/PO	
VIB05	Edificio uso abitativo - Via di Corticella, 65 - 40128 Bologna (BO)	VI1: misure di 24 ore in CO	686689.65 m E 4932251.07 m N

Codice	Ubicazione	Metodica di monitoraggio	Coordinate
VIB06	Edificio uso commerciale/abiativo - Via di Corticella, 121 - 40128 Bologna (BO)	<b>VI1:</b> misure di 24 ore in CO	686706.33 m E 4932709.93 m N
VIB07	Edificio uso commerciale/abiativo - Via di Corticella, 185 - 40128 Bologna (BO)	<b>VI1:</b> misure di 24 ore in CO	687055.55 m E 4933768.46 m N
		<b>VI3:</b> misure di 24 ore in AO/PO	
VIB08	Edificio uso abitativo - Via di Corticella, 217 - 40128 Bologna (BO)	<b>VI1:</b> misure di 24 ore in CO	687274.01 m E 4934432.42 m N
VIB09	Edificio uso commerciale/abiativo - Via Genuzio Bentini, 59 - Bologna (BO)	<b>VI3:</b> misure di 24 ore in AO/PO	687297.55 m E 4935611.36 m N
VIB10	Edificio uso abitativo - Via Sant'Anna, 54 - 40128 Bologna (BO)	<b>VI3:</b> misure di 24 ore in AO/PO	687543.24 m E 4935669.04 m N
VIB11	Edificio uso abitativo - Via William Shakespeare, 26 - 40128 Bologna BO	<b>VI1:</b> misure di 24 ore in CO	687548.94 m E 4935885.11 m N
VIB12	Via Galliera, 15 - 40013 Castel Maggiore (BO)	<b>VI1:</b> misure di 24 ore in CO	687163.79 m E 4936441.34 m N
		<b>VI3:</b> misure di 24 ore in AO/PO	
VIBXX	In funzione dell'andamento del cantiere	<b>VI2:</b> misure di breve periodo in CO	Da definire in CO

\*Nota: Per questi punti va considerato che le tempistiche delle fasi AO-CO-PO potrebbero coincidere con quelle di esecuzione del Piano di Monitoraggio Ambientale – matrice vibrazioni, previsto per la Prima Linea Tranviaria - Linea Rossa (punto corrispondente VIB22 e VIB26): in tal caso verranno utilizzati i medesimi dati.

#### 6.4.6 ELABORAZIONE E RESTITUZIONE DEI DATI

La documentazione da produrre a seguito del monitoraggio consiste in relazioni tecniche riassuntive delle attività di monitoraggio e dei risultati ottenuti nel periodo di riferimento con la seguente periodicità:

- al termine della fase ante operam;
- con cadenza mensile nella fase di costruzione;
- con cadenza annuale nella fase di costruzione;
- al termine della fase di corso d'opera;
- al termine della fase di post operam.

Tali documenti conterranno le seguenti informazioni:

- l'elenco dei punti di monitoraggio in cui è stata effettuata una campagna di misura, con indicazione, per ciascuna postazione, dei parametri misurati, della durata della campagna, del periodo in cui si è svolta;
- descrizione delle metodiche adottate;
- indicazione dei casi in cui si è verificato un eventuale superamento dei valori di riferimento;
- presentazione dei dati rilevati e/o risultati ottenuti.

## 6.5 ACQUE SUPERFICIALI

### 6.5.1 GENERALITÀ

Le ricadute potenzialmente possibili sul sistema idrografico nel corso dei lavori possono essere riconducibili alla modificazione delle caratteristiche di qualità fisico-chimica dell'acqua provocate dalle attività costruttive e/o dallo scarico di sostanze inquinanti derivanti dalle lavorazioni e dagli insediamenti civili di cantiere.

Alterazioni e impatti possono avere rilevanza a scala locale, quindi in prossimità di una lavorazione puntuale, o a scala più ampia, dovuti ad esempio alla propagazione verso valle di eventuali contaminazioni a causa della continuità territoriale del reticolo idrografico.

### 6.5.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le attività di monitoraggio della componente acque superficiali saranno effettuate secondo la normativa di legge attualmente in vigore ed in accordo con le pertinenti norme tecniche nazionali ed internazionali recepite.

Di seguito, si richiama la principale normativa di riferimento:

- D. M. Ambiente 8 novembre 2010, n. 260, "Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo";
- D. M. Ambiente 17 luglio 2009, "Individuazione delle informazioni territoriali e modalità per la raccolta, lo scambio e l'utilizzazione dei dati necessari alla predisposizione dei rapporti conoscitivi sullo stato di attuazione degli obblighi comunitari e nazionali in materia di acque";
- D. M. Ambiente n. 56, in data 14 aprile 2009, che riporta il regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo";
- D. Lgs. n. 4, in data 16 gennaio 2008, relativo alle "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D. Lgs. n.152 del 2006";
- D. Lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale";
- D. Lgs. n. 258 del 18/08/00 "Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128";
- Direttiva 2000/60/CE del 23/10/2000 – Regolamento che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. (Direttiva modificata dalla decisione 2001/2455/CE);



- D.lgs. 11 maggio 1999 n. 152, come integrato e modificato dal d.lgs. 18 agosto 2000 n. 258, recante "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole".

### 6.5.3 CRITERI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il Piano di Monitoraggio Ambientale per il settore delle acque superficiali ha lo scopo di definire un sistema di controllo quali-quantitativo del reticolo idrografico, al fine di valutare lo stato ante-operam del sito e a seguire le potenziali alterazioni indotte dall'opera in fase di cantiere e di esercizio.

Si evidenzia infatti che il monitoraggio dei corsi d'acqua, anche di carattere secondario, è molto importante in quanto permette di identificare con immediatezza, situazioni di alterazione che possono avvenire a monte del punto di campionamento, quali ad esempio sversamenti accidentali di sostanze inquinanti.

Il Monitoraggio Ambientale avrà quindi i seguenti obiettivi:

- correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evoluzione della situazione ambientale;
- garantire, durante la fase di costruzione, il controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare tempestivamente eventuali situazioni non previste sulla componente ambientale e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
- verificare l'efficacia delle eventuali misure di mitigazione.

I punti di monitoraggio sono stati definiti sulla base del tracciato tramviario, che si sviluppa perlopiù all'interno del tessuto urbano cittadino, considerato nella sua globalità (tracciato e opere connesse, aree di cantiere e campi base, viabilità di cantiere) e sulla base

dell'inquadramento ambientale del progetto dal punto di vista del sistema idrografico, con particolare attenzione agli aspetti idrologico-idraulici e di qualità delle acque.

In quest'ottica saranno monitorati i canali maggiormente interferiti o il cui monitoraggio possa dare importanti informazioni circa l'esecuzione dei lavori. I corpi idrici soggetti a monitoraggio, in accordo con i sopra citati criteri, sono di seguito elencati:

- Canale Navile, che sottoattraversa il tracciato nel settore settentrionale e scorre a 400 m Est del capolinea nord.

Sono inoltre previsti punti di monitoraggio a monte e valle dello scarico delle acque del capolinea Nord.

#### 6.5.4 METODICHE

La valutazione dei potenziali effetti indotti sul comparto idrico superficiale dell'opera tramviaria avverrà attraverso l'analisi e il confronto dei dati di monitoraggio raccolti in fase di ante operam, corso d'opera e di post operam, con riferimento al quadro evolutivo dei fenomeni naturali, aggiornato nel corso delle attività. Verrà fatto riferimento agli indicatori specifici descritti nel seguito, la cui interpretazione sarà comunque sempre riferita al quadro di qualità ambientale complessivo.

Nella fase di monitoraggio in ante operam verrà effettuato una campagna di misura, che sarà poi ripetuta in fase di post operam.

Nella fase di corso d'opera si prevede un intensificarsi delle misure (mensili) in modo da poter evidenziare efficacemente eventuali modifiche e/o alterazioni. La frequenza dei monitoraggi potrà eventualmente subire delle modifiche anche sulla base di un confronto con l'Ente gestore.

Le metodiche di monitoraggio impiegate nel presente PMA sono riportate nella tabella che segue:

Fase	Codice	Descrizione	Frequenza
AO/CO/PO	SU1	Parametri chimico-fisici in campo, chimici e batteriologici di laboratorio	1 in AO mensili in CO

Fase	Codice	Descrizione	Frequenza
			1 in PO

Nel seguito si riporta la descrizione delle metodiche utilizzate.

Metodica SU1: Parametri chimico-fisici in campo, chimici e batteriologici di laboratorio presso Canale Navile

Il monitoraggio è mirato alla contestualizzazione dei valori provenienti dalle analisi qualitative chimiche, fisiche e batteriologiche.

Le metodologie di campionamento dei parametri chimico-fisici e microbiologici fanno riferimento al documento “Metodi analitici per le acque”, relativo alle acque superficiali, realizzato dall’APAT e da IRSA-CNR (Istituto di Ricerca sulle Acque del CNR) a cui si rimanda per maggiori dettagli.

Alla luce dell’importanza di avere metodiche di campionamento e analisi standardizzabili e confrontabili in termini di prestazioni, devono essere garantiti l’impiego di personale qualificato e addestrato e l’uso di strumentazioni rispondenti a requisiti di qualità. I laboratori che svolgeranno le attività dovranno inoltre essere accreditati secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

Di seguito si riporta l’elenco dei parametri oggetto di analisi, per ciascuno dei quali viene data una breve descrizione che ne motiva l’inserimento all’interno del presente Piano di monitoraggio.

I parametri di campo potranno fornire una caratterizzazione qualitativa sullo stato di qualità delle acque dei corsi idrici: la frequenza potrà essere eventualmente incrementata, in considerazione della velocità di esecuzione di tali misure (in campo) e/o in presenza di lavorazioni particolari. I parametri da misurare in campo sono i seguenti:

- Temperatura;
- pH;
- Conducibilità elettrica;
- Ossigeno disciolto;

- Potenziale redox.

I parametri da determinare in laboratorio sono i seguenti:

- Solidi Sospesi totali;
- COD;
- BOD5;
- Idrocarburi totali;
- Azoto ammoniacale;
- Cloruri;
- Solfati;
- Tensioattivi non ionici ed anionici;
- Cromo;
- Alluminio;
- Nichel;
- Zinco;
- Cadmio;
- Nitrati;
- Nitriti;
- Solventi organici aromatici;
- Escherichia coli.

Nelle acque superficiali il pH è caratterizzato da variazioni giornaliere e stagionali, ma anche dal rilascio di scarichi di sostanze acide e/o basiche.

La conducibilità elettrica specifica esprime il contenuto di sali disciolti ed è strettamente correlata al grado di mineralizzazione e quindi della solubilità delle rocce a contatto con le acque; brusche variazioni di conducibilità possono evidenziare la presenza di inquinamenti.

La concentrazione dell'ossigeno disciolto dipende da diversi fattori naturali, tra i quali la pressione parziale in atmosfera, la temperatura, la salinità, l'azione fotosintetica, le condizioni

cinetiche di deflusso. Brusche variazioni di ossigeno disciolto possono essere correlate a scarichi civili, industriali e agricoli. La presenza di organismi fotosintetici: (alghe, periphyton e macrofite acquatiche) influenza il valore di saturazione di ossigeno, comportando potenziali condizioni di ipersaturazione nelle ore diurne e di debito di ossigeno in quelle notturne.

I solidi in sospensione totali sono indicativi di potenziali alterazioni riconducibili ad attività dirette di cantiere o a interventi in grado di alterare il regime delle velocità di flusso in alveo o l'erosibilità del suolo (sistemazioni idrauliche, aree di cantiere; sistemazioni idrogeologiche, dissesti ecc.).

Le analisi chimiche e microbiologiche daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo e la carica batteriologica di "bianco" dei corsi d'acqua. Verranno analizzati parametri tipicamente legati ai fenomeni di inquinamento da traffico veicolare, fra cui i metalli pesanti e parametri maggiormente legati ad eventuali impatti con le lavorazioni, come attività di macchine operatrici di cantiere, sversamenti e scarichi accidentali, lavaggio di cisterne e automezzi, getti e opere in calcestruzzo, dilavamento di piazzali, presenza di campi e cantieri.

Il COD esprime la quantità di ossigeno consumata per l'ossidazione chimica delle sostanze organiche e inorganiche presenti nell'acqua; elevati valori di COD possono essere indice della presenza di scarichi domestici, zootecnici e industriali.

I cloruri sono sempre presenti nelle acque in quanto possono avere origine minerale. Valori elevati possono essere collegati a scarichi civili, industriali e allo spandimento di fertilizzanti clorurati e all'impiego di sali antigelo sulle piattaforme stradali.

Cromo, nichel, zinco, sono metalli potenzialmente riferibili al traffico veicolare; cadmio e mercurio sono indicativi della classe di qualità dei corsi d'acqua correlabile alle possibilità di vita dei pesci. La presenza di alcuni metalli può essere inoltre correlata alle lavorazioni, in quanto presenti nel calcestruzzo (cromo) o tramite vernici, zincature e cromature.

La presenza di idrocarburi è riconducibile all'attività di macchine operatrici di cantiere, a sversamenti accidentali, al lavaggio di cisterne e automezzi e al traffico veicolare.

La presenza di nitrati, nitriti, ammoniaca e BOD5 è direttamente riferibile ad inquinamento di tipo antropico e domestico (scarichi civili, presenza di campi cantiere).

#### 6.5.5 UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Le misure di ante, corso e post operam saranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nella Tavola allegata ed elencati nella tabella che segue:

Codice	Ubicazione	Metodica di monitoraggio	Coordinate
SUP01	Stazione qualità acque monte area cantiere nuovo attraversamento Canale Navile	SU1: 1 misura in ante e post operam e analisi mensili in corso d'opera	687299.83 m E 4936050.62 m N
SUP02	Stazione qualità acque valle area cantiere nuovo attraversamento Canale Navile	SU1: 1 misura in ante e post operam e analisi mensili in corso d'opera	687202.16 m E 4935844.58 m N
SUP03	Stazione qualità acque monte punto scarico acque Capolinea Nord Corticella	SU1: 1 misura in ante e post operam	Da ubicare in funzione della posizione dello scarico
SUP04	Stazione qualità acque monte punto scarico acque Capolinea Nord Corticella	SU1: 1 misura in ante e post operam	Da ubicare in funzione della posizione dello scarico

#### 6.5.6 ELABORAZIONE E RESTITUZIONE DEI DATI

La documentazione da produrre a seguito del monitoraggio consiste in relazioni tecniche riassuntive delle attività di monitoraggio e dei risultati ottenuti nel periodo di riferimento con la seguente periodicità:

- al termine della fase ante operam;
- con cadenza mensile nella fase di costruzione;
- con cadenza annuale nella fase di costruzione;
- al termine della fase di corso d'opera;
- al termine della fase di post operam.



Tali documenti conterranno le seguenti informazioni:

- l'elenco dei punti di monitoraggio in cui è stata effettuata una campagna di misura, con indicazione, per ciascuna postazione, dei parametri misurati, della durata della campagna, del periodo in cui si è svolta;
- descrizione delle metodiche adottate;
- indicazione dei casi in cui si è verificato un eventuale superamento dei valori di riferimento;
- presentazione dei dati rilevati e/o risultati ottenuti
- schede di monitoraggio (tipologico in Allegato 26).

## 6.6 ACQUE SOTTERRANEE

### 6.6.1 GENERALITÀ

Il monitoraggio per tale componente ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che possono intervenire nell'ambito delle acque sotterranee, in modo da determinare se tali variazioni siano imputabili alla realizzazione dell'opera.

### 6.6.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le attività di monitoraggio della componente saranno effettuate secondo la normativa di legge attualmente in vigore ed in accordo con le pertinenti norme tecniche nazionali ed internazionali recepite.

Di seguito, si richiama la principale normativa di riferimento:

- Decreto Legislativo n.30, in data 16 marzo 2009, riguardante la "Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento";
- Decreto Ministero Ambiente n.56, in data 14 aprile 2009, che riporta il regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.

152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo”;

- Decreto Legislativo n.4, in data 16 gennaio 2008, relativo alle “Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D. Lgs. n.152 del 2006”;
- Decreto Legislativo n.152, in data 3 aprile 2006, recante le “Norme in materia ambientale” (cosiddetto Testo Unico Ambientale).

### 6.6.3 CRITERI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il Piano di Monitoraggio Ambientale per il settore delle acque sotterranee ha lo scopo di definire un sistema di controllo quali-quantitativo dei corpi idrici sotterranei, al fine di valutare le potenziali alterazioni indotte dall’opera in fase di realizzazione e di esercizio.

Il Monitoraggio Ambientale avrà quindi i seguenti obiettivi:

- correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evoluzione della situazione ambientale;
- garantire, durante la fase di costruzione, il controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare tempestivamente eventuali situazioni non previste sulla componente ambientale e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
- verificare l'efficacia delle eventuali misure di mitigazione.

La fase di monitoraggio in ante operam sarà essenzialmente finalizzata alla caratterizzazione dello stato attuale della componente ed avrà quindi la funzione di identificare il contesto qualitativo delle acque sotterranee, così da rendere disponibile gli elementi su cui confrontare, durante il periodo delle lavorazioni, i risultati dei monitoraggi della componente ambientale. In tale fase si provvederà inoltre all’esecuzione di misure piezometriche al fine di ricostruire l’andamento stagionale della piezometria nelle aree in cui si prevedono scavi significativi.

Il monitoraggio in corso d’opera, previsto per l’intera durata delle lavorazioni, ha lo scopo principale di verificare che nella fase di realizzazione dell’opera non vengano indotte modifiche ai caratteri qualitativi e quantitativi del sistema delle acque sotterranee. Nel dettaglio, si

procederà al confronto tra i valori dei parametri rilevati nell'ante operam con quelli che saranno misurati in questa fase, in modo da poter subito segnalare eventuali criticità.

Il monitoraggio post operam sarà finalizzato a verificare le eventuali interferenze indotte dalla nuova infrastruttura sul sistema delle acque sotterranee.

Per il raggiungimento di tali obiettivi, dovranno essere posti sotto controllo i ricettori associabili alle acque sotterranee, e quindi:

- le falde sotterranee potenzialmente interessate dalle alterazioni dirette o indirette provocate dai cantieri e dalle altre attività;
- eventuali modifiche sui corpi idrici sotterranei dovute alla costruzione di opere;
- l'efficacia delle misure di prevenzione adottate e di quelle correttive eventualmente attuate in caso di anomalie.

In quest'ottica si prevede il monitoraggio dei contesti territoriali in cui sono possibili interferenze con la matrice acque sotterranee, ovvero in corrispondenza di opere e interventi che comprendono la realizzazione di scavi o lavorazioni in sotterraneo. Il numero di piezometri di monitoraggio previsti per ogni opera sarà proporzionato alle dimensioni della stessa e/o alle richieste degli Enti preposti.

#### 6.6.4 METODICHE

Il monitoraggio sarà effettuato mediante l'esecuzione di sopralluoghi programmati e misurazioni qualitative e quantitative sulla qualità delle acque, mirate alla verifica di possibili interferenze con le attività connesse con le opere in costruzione o esercizio.

Agli esiti del rilevamento in situ e delle analisi di laboratorio sui campioni di acqua (parametri fisico-chimici e microbiologici), sarà quindi possibile fornire una valutazione sulle eventuali interferenze in atto.

Nella fase di monitoraggio in ante operam verrà effettuato una campagna di misura, che sarà poi ripetuta in fase di post operam. Nella fase di ante operam è previsto inoltre un monitoraggio piezometrico mensile al fine di ricostruire l'andamento stagionale della

piezometria nelle aree in cui si prevedono scavi significativi. Tali misure saranno effettuate per coprire un intero anno idrogeologico (18 mesi).

Nella fase di corso d'opera si prevede un intensificarsi delle misurazioni dei parametri fisico-chimici di campo (mensile) in modo da poter evidenziare efficacemente eventuali modifiche e/o alterazioni.

Le ubicazioni sono riportate nella tavola allegata: il posizionamento di dettaglio sarà verificato direttamente in campo prima dell'esecuzione delle attività e potrà subire delle modifiche sulla base della verifica dello stato dei luoghi.

Le metodiche di monitoraggio impiegate nel presente PMA sono riportate nella tabella che segue:

Fase	Codice	Descrizione	Frequenza
AO/PO	SO1	Set di caratterizzazione delle acque di falda: parametri chimico-fisici in situ e chimici in laboratorio	1 in AO Semestrale in PO per 2 anni
CO	SO2	Set di caratterizzazione delle acque di falda: parametri chimico-fisici in situ	Mensile in CO
AO	SO3	Misure piezometriche	Mensile

Nel seguito si riporta la descrizione delle metodiche utilizzate.

Metodica SO1: Set di caratterizzazione delle acque di falda - parametri chimico-fisici in situ e chimici di laboratorio

Il metodo prevede una caratterizzazione circa lo stato di qualità delle acque di falda e circa l'evoluzione della falda stessa in relazione alle problematiche di interferenza con le opere in costruzione; oltre ad una caratterizzazione geochemica delle acque di falda.

I laboratori che svolgeranno le attività dovranno inoltre essere accreditati secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

Il prelievo di campioni di acque sotterranee in fori piezometrici avverrà con modalità dinamica mediante spurgo con elettropompa per un periodo sufficiente ad estrarre 3-5 volumi specifici, verificando la stabilizzazione dei parametri chimico-fisici rilevabili in sito.

Di seguito si riporta l'elenco dei parametri oggetto di analisi.

- Parametri di campo: Tali parametri potranno fornire una caratterizzazione qualitativa sullo stato di qualità delle acque delle acque sotterranee. La frequenza potrà essere eventualmente incrementata, in considerazione della velocità di esecuzione di tali misure (in campo) e/o in presenza di lavorazioni particolari.

I parametri da misurare in campo sono i seguenti:

- Temperatura;
  - pH;
  - Conducibilità elettrica;
  - Ossigeno disciolto;
  - Potenziale redox.
- Parametri di laboratorio: I parametri da determinare in laboratorio sono i seguenti:
    - Idrocarburi totali come n-esano;
    - Fluoruri;
    - Solfati;
    - Alluminio;
    - Arsenico;
    - Cadmio;
    - Cromo tot.;
    - Cromo VI;
    - Nichel;
    - Piombo;
    - Rame;
    - Zinco;

- IPA.

#### Metodica SO2: Set di caratterizzazione delle acque di falda: parametri chimico-fisici in situ

Il metodo prevede una caratterizzazione circa lo stato di qualità delle acque di falda e circa l'evoluzione della falda stessa in relazione alle problematiche di interferenza con le opere in costruzione.

Le misure di livello piezometrico statico nei sondaggi attrezzati a piezometri saranno eseguite con sonda elettroacustica centimetrata.

Verranno monitorati i seguenti parametri di campo:

- Temperatura;
- pH;
- Conducibilità elettrica;
- Ossigeno disciolto;
- Potenziale redox.

#### Metodica SO3: Misure piezometriche

La metodica prevede l'esecuzione di misure piezometriche in fase AO al fine di ricostruire l'andamento stagionale della piezometria nelle aree in cui si prevedono scavi significativi. Tali misure saranno effettuate per coprire un intero anno idrogeologico (18 mesi).

Le misure di livello piezometrico statico nei sondaggi attrezzati a piezometri saranno eseguite con sonda elettroacustica centimetrata.

#### *6.6.5 UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO*

Le misure di ante, corso e post operam saranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nella Tavola allegata ed elencati nella tabella che segue:

Codice	Ubicazione	Metodica di monitoraggio	Coordinate
--------	------------	--------------------------	------------



Codice	Ubicazione	Metodica di monitoraggio	Coordinate
SOT01	Piazza dell'Unità	SO1: Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	686610.00 m E 4931597.63 m N
		SO2: Analisi chimico-fisiche in situ in CO	
		SO3: Misure piezometriche	
SOT02	Via Ferrarese	SO1: Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	686775.37 m E 4931571.03 m N
		SO2: Analisi chimico-fisiche in situ in CO	
		SO3: Misure piezometriche	
SOT03	Via di Saliceto	SO1: Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	686779.42 m E 4931657.19 m N
		SO2: Analisi chimico-fisiche in situ in CO	
		SO3: Misure piezometriche	
SOT04	Piazza dell'Unità	SO1: Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	686645,25 m E 4931526,15m N
		SO2: Analisi chimico-fisiche in situ in CO	
		SO3: Misure piezometriche	
SOT05	Via Torregiani, Giardino Giulietta Masina	SO1: Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	686723.41m E 4931671.15m N
		SO2: Analisi chimico-fisiche in situ in CO	
		SO3: Misure piezometriche	
SOT06	Via Torregiani angolo via di Corticella	SO1: Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	686624.16 m E 4931692.53 m N
		SO2: Analisi chimico-fisiche in situ in CO	
		SO3: Misure piezometriche	
SOT07	Via di Corticella	SO1: Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	686674.28 m E 4932801.69 m N
		SO2: Analisi chimico-fisiche in situ in CO	
		SO3: Misure piezometriche	
SOT08	Via di Corticella	SO1: Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	686719.26 m E 4932825.11 m N
		SO2: Analisi chimico-fisiche in situ in CO	
		SO3: Misure piezometriche	
SOT09	Via di Corticella	SO1: Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	686749.80 m E 4932919.15 m N
		SO2: Analisi chimico-fisiche in situ in CO	

Codice	Ubicazione	Metodica di monitoraggio	Coordinate
		<b>SO3:</b> Misure piezometriche	
SOT10	Via di Corticella nei pressi del Centro Sportivo Arcoveggio	<b>SO1:</b> Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	686827.02 m E 4933350.49 m N
		<b>SO2:</b> Analisi chimico-fisiche in situ in CO	
		<b>SO3:</b> Misure piezometriche	
SOT11	Via di Corticella nei pressi del Centro Sportivo Arcoveggio	<b>SO1:</b> Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	686850.15 m E 4933392.63 m N
		<b>SO2:</b> Analisi chimico-fisiche in situ in CO	
		<b>SO3:</b> Misure piezometriche	
SOT12	Via di Corticella	<b>SO1:</b> Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	686932.13 m E 4933522.84 m N
		<b>SO2:</b> Analisi chimico-fisiche in situ in CO	
		<b>SO3:</b> Misure piezometriche	
SOT13	Via G. Giusti	<b>SO1:</b> Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	686932.24 m E 4933621.23 m N
		<b>SO2:</b> Analisi chimico-fisiche in situ in CO	
		<b>SO3:</b> Misure piezometriche	
SOT14	Via N. Corazza	<b>SO1:</b> Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	686996.16 m E 4933455.98 m N
		<b>SO2:</b> Analisi chimico-fisiche in situ in CO	
		<b>SO3:</b> Misure piezometriche	
SOT15	Via di Corticella Parco Caserme Rosse	<b>SO1:</b> Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	686852.85 m E 4933268.19 m N
		<b>SO2:</b> Analisi chimico-fisiche in situ in CO	
		<b>SO3:</b> Misure piezometriche	
SOT16	Area capolinea nord	<b>SO1:</b> Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	687272.07 m E 4936582.58 m N
		<b>SO2:</b> Analisi chimico-fisiche in situ in CO	
SOT17	Area capolinea nord	<b>SO1:</b> Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	687372.10 m E 4936633.06 m N
		<b>SO2:</b> Analisi chimico-fisiche in situ in CO	
SOT18	Area ex distributore	<b>SO1:</b> Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	687180.96 m E 4934570.20 m N

Codice	Ubicazione	Metodica di monitoraggio	Coordinate
	carburanti via Corticella fronte civico n. 241	SO2: Analisi chimico-fisiche in situ in CO	
		SO3: Misure piezometriche	

Nella presente fase progettuale sono stati già realizzati i piezometri denominati SOT01, SOT03, SOT04, SOT06, SOT11, SOT12 e SOT14.

Per quanto riguarda gli altri punti di monitoraggio indicati nella tabella, la loro esatta ubicazione sarà definiti in concerto con l'autorità ambientale competente ARPAE.

#### 6.6.6 TIPOLOGICO PIEZOMETRO DI MONITORAGGIO E INSTALLAZIONE

Di seguito si riportano le caratteristiche dei piezometri installati:

SONDAGGIO	PROFONDITÀ [m da p.c.]	ATTREZZATURA INSTALLATA	DATA ESECUZIONE
SOT01	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	20/06/2022
SOT03	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	16/06/2022
SOT04	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	21/06/2022
SOT06	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	14-15/06/2022
SOT11	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	09-10/06/2022
SOT12	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	13-14/06/2022
SOT14	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	08-09/06/2022

Il piezometro tipo sarà costituito da una serie di tubi tipo "Norton" a Ø esterno pari a 3", suddiviso in una serie di spezzoni ciechi in PVC rigido di lunghezza variabile tra 1 m e 3 m, raccordati tramite appositi manicotti filettati e chiuso alla base con tappo di fondo.

L'installazione dei tubi piezometrici, una volta terminate le operazioni di esecuzione del foro, sarà realizzata come di seguito illustrato:

- predisposizione di un livello di materiale grossolano a spessore di almeno 0,5 m;
- inserimento del tubo piezometrico assemblato secondo quanto precedentemente illustrato;
- immissione di un materassino granulare in ghiaietto calibrato attorno al tratto fenestrato del tubo, con contemporanea estrazione del rivestimento;
- realizzazione di un "tappo" impermeabile al di sopra del tratto fenestrato, costituito da bentonite in palline, continuando ad estrarre il rivestimento;
- messa in posa di un chiusino carrabile in ghisa di sicurezza da collocare a quota piano campagna con chiusura a lucchetto.

Durante le fasi di installazione del tubo piezometrico si dovrà impedire la messa in comunicazione di falde a differenti caratteristiche qualitative e la diffusione di contaminanti nelle matrici ambientali: dovranno quindi essere evitate perdite di oli lubrificanti e altre sostanze dai macchinari, dagli impianti e da tutte le attrezzature utilizzate per la perforazione e durante tutte le attività previste nell'ambito del presente documento e della cantierizzazione in generale.

#### 6.6.7 ELABORAZIONE E RESTITUZIONE DEI DATI

La documentazione da produrre a seguito del monitoraggio consiste in relazioni tecniche riassuntive delle attività di monitoraggio e dei risultati ottenuti nel periodo di riferimento con la seguente periodicità:

- al termine della fase ante operam;
- con cadenza mensile nella fase di costruzione;
- con cadenza annuale nella fase di costruzione;
- al termine della fase di corso d'opera;
- al termine della fase di post operam.

Tali documenti conterranno le seguenti informazioni:

- l'elenco dei punti di monitoraggio in cui è stata effettuata una campagna di misura, con indicazione, per ciascuna postazione, dei parametri misurati, della durata della campagna, del periodo in cui si è svolta;
- descrizione delle metodiche adottate;
- presentazione dei dati rilevati e/o risultati ottenuti;
- schede di monitoraggio (tipologico in Allegato 27).

## 6.7 VEGETAZIONE

### 6.7.1 GENERALITÀ

Il monitoraggio della componente vegetazione viene proposto al fine di verificare gli effetti delle attività di costruzione dell'infrastruttura stradale sulla vegetazione esistente, per permettere l'adozione tempestiva di eventuali azioni correttive e controllare l'evoluzione dei nuovi impianti a verde previsti dagli interventi di inserimento ambientale del progetto.

In merito a tale componente, le tipologie di interferenze legate alla realizzazione dell'opera tramviaria potrebbero riguardare:

- occupazione di suolo;
- sottrazione di fitocenosi;
- frammentazione delle fitocenosi;
- emissione di polveri in fase di cantiere;
- dispersione di inquinanti in fase di cantiere.

A compensazione degli elementi vegetali sottratti e ai fini dell'inserimento ambientale dell'opera sono previsti adeguati interventi a verde ed interventi di piantumazione vegetazionale.

### 6.7.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Di seguito si richiama la principale normativa di riferimento:

- Regolamento CEE n.3528/86 del Consiglio, in data 17 novembre 1986, relativo alla “Protezione delle foreste della Comunità contro l’inquinamento atmosferico” e successive modifiche e integrazioni;
- Direttiva n.97/62/CE del Consiglio, in data 27 ottobre 1997, recante l’“Adeguamento al progresso tecnico e scientifico della direttiva 92/43/CEE del Consiglio relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche”
- Convenzione di Berna del Consiglio, in data 19 settembre 1997, concernente la “Conservazione della fauna e della flora europea e degli habitat naturali”
- Regolamento CEE n.1390/97 della Commissione, in data 18 luglio 1997, che modifica talune modalità di applicazione del “Regolamento CEE 1091/94 della Commissione relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l’inquinamento atmosferico”
- Decisione n.93/626/CEE del Consiglio, in data 25 ottobre 1993, relativa alla “Conclusione della Convenzione di Rio de Janeiro sulla diversità biologica”
- Direttiva n.92/43/CEE del Consiglio, in data 21 maggio 1992, relativa alla “Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche”
- Convenzione di Berna, in data 19 settembre 1979, recante la “Convenzione del Consiglio Europeo sulla convenzione della fauna e della flora europea e habitat naturali”
- Direttiva CEE n.92/42, in data 21 maggio 1979, concernente la “Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche”
- Decreto Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio n.224, in data 3 settembre 2002, che fissa le “Linee Guida per la gestione dei siti Natura 2000”
- Decreto del Presidente della Repubblica n.357, in data 8 settembre 1997, che riporta il “Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche”. Testo coordinato al D.P.R. n.120 del 2003 (G.U. n.124 del 30.05.2003)



- Legge n.124, in data 14 febbraio 1994, concernente la “Ratifica ed esecuzione della Convenzione sulla biodiversità, con annessi, fatta a Rio de Janeiro il 5 giugno 1992”
- Legge n.394 del 6 dicembre 1991, recante la “Legge quadro sulle aree protette”
- Legge n.431, in data 18 agosto 1985, relativa alla “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 1985, n.312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale”
- Legge n.503, in data 5 agosto 1981, che riporta la “Ratifica ed esecuzione della Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell’ambiente naturale in Europa, con allegati, adottata a Berna il 19 settembre 1979”
- L. 25.01.1979, n. 30: ratifica ed esecuzione della Convenzione Barcellona;
- Decreto del Presidente della Repubblica 13.03.1976 n. 448. Applicazione della Convenzione di Ramsar del 2 febbraio 1971;
- Regolamento del verde pubblico e privato – Regolamento Edilizio (approvato novembre 2020);
- Regolamento comunale del verde pubblico e privato – Ed. 2016” del Comune di Bologna.

#### 6.7.3 CRITERI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Nell’ambito del presente piano di monitoraggio ambientale, per la componente Vegetazione sono previste le seguenti tipologie di indagine:

- effettuazione, in fase ante operam, di un censimento puntuale delle essenze interferite dalle lavorazioni e monitoraggio di tali esemplari, anche dal punto di vista delle evoluzioni fitosociologiche, durante le fasi di costruzione.
- verificare lo stato e l'evoluzione della vegetazione di nuovo impianto nelle aree soggette a ripristino vegetazionale.

Inoltre, dovrà essere fornita assistenza agronomica durante le lavorazioni nei pressi degli esemplari arborei che rimangono in posto, secondo quanto previsto dal recente “Schema di Regolamento del verde pubblico e privato” allegato al Regolamento Edilizio del Comune di Bologna. Il Regolamento Edilizio non è considerato dalla Legge “strumento di pianificazione”

come era per il precedente RUE, ma è stato comunque elaborato in maniera coordinata con il PUG, in quanto raccoglie una significativa eredità del previgente Regolamento Urbanistico Edilizio.

Le analisi ed i controlli saranno effettuati tramite rilievi finalizzati a stabilire lo stato delle comunità vegetazionali, mediante caratterizzazioni a livello di sito/singola pianta e acquisizione di parametri territoriali.

Nel corso di tali monitoraggi saranno rilevati i seguenti parametri:

- Coordinate dell'esemplare arboreo;
- Caratteristiche generali e parametri biometrici:
  - Specie;
  - Altezza;
  - Diametro del tronco;
  - Caratteristiche della chioma (altezza inserzione, posizione, forma ed ampiezza);
  - Posizione sociale;
  - Valutazioni fitosanitarie su campioni di foglie in situ; presenza, localizzazione ed estensione di clorosi, necrosi, avvizzimento, anomalie di accrescimento e deformazione, presenza di patogeni, ecc.;
- Documentazione fotografica;
- Raccolta in schede.

Si prevede inoltre l'individuazione di una serie di parametri che consentono di indicare l'esatta localizzazione sul territorio delle aree di monitoraggio e dei relativi punti di misura. Nelle schede riepilogative predisposte per ciascuna postazione di misura, saranno riportate le seguenti indicazioni:

- Indirizzo del sito/toponimo;
- Stralcio planimetrico con localizzazione del punto di misura (in scala adeguata);
- Tipo di monitoraggio svolto;
- Posizione rispetto al tracciato di progetto;

- Note descrittive, nelle quali riportare eventuali particolarità della postazione di misura e, relativamente al corso d'opera, le lavorazioni effettuate nel corso del rilievo.

Inoltre, allo scopo di consentire il riconoscimento dei punti di misura nelle successive fasi del monitoraggio, nel corso delle rilevazioni saranno effettuate idonee riprese fotografiche, che permetteranno l'immediata individuazione e localizzazione di ciascuna postazione di misura.

#### 6.7.4 METODICHE

Nel presente paragrafo sono descritte le metodiche che verranno attuate per i rilievi da effettuare nelle postazioni di misura previste per la componente ambientale vegetazione. Le attività di censimento delle specie, che saranno precedute dall'esecuzione di sopralluoghi preliminari nelle aree di indagine, si svilupperanno attraverso le seguenti fasi operative:

- predisposizione di schede di rilevamento e rilievi in campo;
- elaborazione dei dati raccolti;
- interpretazione dei dati e valutazione qualitativa.

Nella fase di monitoraggio in ante operam verrà effettuato il censimento puntuale di tutte le essenze che rimarranno in posto durante le lavorazioni, ripetuto poi in fase post-operam. Inoltre, nel corso delle lavorazioni nei pressi degli esemplari arborei che verranno mantenuti dopo le lavorazioni, dovrà essere fornita assistenza agronomica secondo quanto previsto dallo "Schema di Regolamento del verde pubblico e privato" allegato al Regolamento Edilizio del Comune di Bologna.

In fase di post-operam dovrà essere valutata inoltre l'efficacia complessiva degli interventi delle opere a verde previsti nell'ambito del progetto.

Le metodiche di monitoraggio impiegate nel presente PMA sono riportate nella tabella che segue:

Fase	Codice	Descrizione	Frequenza
------	--------	-------------	-----------

Fase	Codice	Descrizione	Frequenza
AO/CO/PO	VE1	Rilievi da svolgere a livello di sito e/o singola pianta	n. 1 in AO/PO annuale in CO
CO	VE2	Assistenza agronomica durante le lavorazioni	In continuo in CO

Nel seguito si riporta la descrizione delle metodiche utilizzate.

Metodica VE1 Rilievi da svolgere a livello di sito e/o singola pianta

***Rilievi a livello di sito:***

Per la caratterizzazione generale dei siti oggetto di monitoraggio, le indagini saranno finalizzate alla determinazione dei seguenti aspetti:

- Caratterizzazione geografica e stazionale:
  - Localizzazione del sito mediante coordinate geografiche dei punti di osservazione (località e comune);
  - Coordinate del punto di monitoraggio e altitudine;
  - Posizione rispetto alla futura infrastruttura;
  - cod. Eunis;
  - Eventuali situazioni di degrado;
  - Tipologia intervento di rinaturalizzazione (solo per la fase post operam);
- Caratterizzazione del soprassuolo:
  - Specie prevalenti;
  - Percentuale di copertura;
  - Composizione per specie dello strato arboreo, arbustivo e erbaceo;
- Caratterizzazione fitosociologia:
  - Individuazione delle associazioni vegetali presenti;
  - Verifica dell'esistenza di fenomeni regressivi (come la banalizzazione della composizione, con la scomparsa delle specie più intransigenti a favore di quelle più rustiche, tipiche degli ambienti disturbati);

- Censimento delle specie esistenti (grado di copertura e stadio fenologico) per ciascuna tipologia fisionomica.
- Stato fitosanitario;
- Documentazione fotografica;
- Raccolta in schede ed informatizzazione dei dati.

Nella fase ante operam sarà realizzata la cartografia della vegetazione rilevata mediante l'esecuzione di sopralluoghi in sito, riconducendo gli habitat presenti alla classificazione europea EUNIS, che sarà aggiornata in fase post-operam.

Nella fase di corso d'opera, il monitoraggio consisterà nella vigilanza del mantenimento in buone condizioni di salute degli esemplari che sono ubicati in ambiti prossimali alle aree di lavorazione e per i quali è previsto il mantenimento.

Il rilievo fitosociologico verrà espletato applicando il metodo elaborato da Braun-Blanquet nel 1928, che consiste nella caratterizzazione fisionomica (vale a dire dell'aspetto) e strutturale - omogenea (per omogeneità dei fattori ambientali, ogni popolamento è definito dalla composizione specifica e dai rapporti quantitativi tra le specie) dei popolamenti elementari che costituiscono la vegetazione. Il rilievo fitosociologico, pertanto, attraverso l'elenco delle specie e le quantità relative in un'area campione (che corrisponde ad una parte del popolamento elementare) descrive il popolamento elementare della vegetazione, attraverso la definizione dei tipi di vegetazione o delle comunità vegetali. L'unità elementare delle comunità vegetali o tipi di vegetazione è l'associazione vegetale, definita come "insieme di specie che si ripete più volte sul territorio e che, con la sua combinazione floristica caratteristica, indica un'ecologia definita e costante, cioè fattori ambientali costanti".

Vengono di seguito elencate e brevemente descritte le tipologie dei dati che verranno raccolti per la caratterizzazione fitosociologica delle aree di indagine:

- strati di vegetazione presenti (arboreo, arbustivo, erbaceo) e stima della copertura percentuale di ciascuno strato; ciascuno strato di vegetazione, a sua volta, può suddividersi in più componenti, differenziate a seconda dell'altezza (nel caso dello strato

arboreo) o della tipologia (es. legnoso/erbaceo per lo strato arbustivo), delle quali è necessario fornire le percentuali di copertura nell'ambito dello strato di vegetazione di appartenenza;

- elenco delle entità presenti in ciascuno strato di vegetazione, con indicazione delle relative percentuali di copertura nell'ambito dello strato di appartenenza e dell'Indice di Braun-Blanquet (o Indice di Abbondanza-Dominanza); la sommatoria delle percentuali di copertura delle specie presenti in uno strato deve essere pari al 100%. L'indice di Braun-Blanquet riporta la percentuale di presenza di una specie nell'ambito del suo strato alla sua percentuale di presenza nell'ambito complessivo del popolamento; la scala del suddetto indice è compresa tra i valori 1 e 5.

### ***Rilievi a livello di singola pianta***

A valle degli esiti del monitoraggio in fase di Ante-Operam, dove sarà eseguito un censimento puntuale delle essenze interferite dalle lavorazioni, si potranno identificare gli elementi arborei da monitorare durante i lavori, mediante predisposizione di apposite relazioni con indicazioni/prescrizioni in merito alle attività di scavo.

Le attività di censimento, che saranno precedute dall'esecuzione di sopralluoghi preliminari nelle aree di indagine, si svilupperanno attraverso le seguenti fasi operative:

- predisposizione delle schede di rilevamento;
- elaborazione dei dati raccolti;
- interpretazione dei dati e valutazione qualitativa.

In fase di corso d'opera, il rilievo dei parametri biometrici, ossia il controllo dell'accrescimento della pianta, di norma sarà effettuato indirettamente, vale a dire misurando i valori di incremento registrati per ogni pianta, tra una campagna di indagine e la successiva, con particolare riferimento ai seguenti parametri:

- diametro del tronco;
- altezza totale della pianta;



- ampiezza della chioma.

La caratterizzazione fitosanitaria dell'apparato epigeo, che sarà effettuata per gli esemplari di particolare valenza naturalistica, consisterà nelle seguenti operazioni:

- valutazioni visive a distanza sull'intera pianta o sulla sola chioma, relative alla presenza, alla localizzazione ed alla diffusione di:
  - alterazioni da patogeni;
  - rami secchi;
  - defogliazione;
  - scolorimento (clorosi e/o necrosi);
  - disturbi antropici, animali ed abiotici (meteorici, inquinamento da incendio, ecc.).
- un ulteriore esame ravvicinato in situ, da effettuare su un campione di foglie, relativo alla presenza, alla localizzazione ed all'estensione di:
  - clorosi;
  - necrosi;
  - anomalie di accrescimento;
  - deformazioni;
  - patogeni.

Le campagne di monitoraggio in corso d'opera avranno cadenza annuale (in tarda primavera), con durata coincidente con la durata dei lavori.

Nella fase di post operam si provvederà alla verifica finale di stabilità degli esemplari oggetto di monitoraggio durante le precedenti fasi di AO e CO.

Inoltre, sempre in questa fase, sia per quanto riguarda i rilievi a livello di sito, che di singola pianta, sarà valutata l'efficacia complessiva degli interventi delle opere a verde previste nell'ambito del progetto, attraverso il controllo dei seguenti parametri:

- grado di copertura ed altezza del manto erboso;
- grado di attecchimento di individui e specie arboree e arbustive;

- grado di accrescimento degli individui e delle specie arboree e arbustive.

#### Metodica VE2 Assistenza agronomica durante le lavorazioni

Nella fase di corso d'opera, verrà fornita assistenza agronomica continua nel corso delle lavorazioni nei pressi degli esemplari da mantenere, al fine di verificare, nel corso delle lavorazioni, il rispetto di quanto previsto dallo Schema di Regolamento del verde pubblico e privato del Comune di Bologna (Regolamento Edilizio, novembre 2020).

A valle degli esiti del monitoraggio in fase di Ante-Operam, dove sarà eseguito un censimento puntuale delle essenze interferite dalle lavorazioni, si potranno identificare gli elementi arborei da monitorare durante i lavori.

In particolare le attività di assistenza agronomica saranno effettuate nei seguenti casi:

- lavorazioni nei pressi di esemplari arborei tutelati (art. 7), in quanto *“le aree e i volumi di pertinenza di tali esemplari sono oggetto di salvaguardia e pertanto non possono essere soggette ad interventi di scavo, costruzione, compattazione, impermeabilizzazione o altri che ne modifichino lo stato; fatto salvo per una porzione del cilindro (volume di pertinenza) pari a 90° (unico settore) e ad una distanza non inferiore a 3 m (area inviolabile) dalla tangente al colletto. Per gli alberi di grande rilevanza tale distanza non può essere inferiore a 5 m (area inviolabile). I restanti 270° dovranno essere comunque privi della presenza di qualsiasi manufatto, fatte salve le recinzioni già esistenti e le relative fondazioni che, quando non puntiformi, dovranno avere una profondità massima di 50 cm e una distanza minima dal colletto di 3 m”*.
- nell'esecuzione di scavi (art. 8), che non utilizzano sistemi no-dig, in quanto devono essere osservate le seguenti precauzioni:
  - *massima cura ed attenzione all'asportazione del terreno evitando lesioni che sfibrino le radici primarie che, se necessario, andranno recise con un taglio netto, opportunamente disinfettato con prodotti fungostatici;*

- *nel caso in cui l'apertura dello scavo si protragga nel tempo ed in condizioni di forte stress idrico della pianta, dovranno essere presi gli opportuni accorgimenti per mantenere umide le radici interessate dall'intervento (ad esempio il rivestimento con geojuta);*
- *indipendentemente dalla durata dei lavori, gli scavi che hanno interessato apparati radicali andranno riempiti con una miscela di terriccio composto da sabbia e torba umida.*

Gli interventi di esecuzione degli scavi in prossimità di alberature dovranno essere comunque effettuati nel rispetto di quanto segue:

- *nelle aree di cantiere e nei casi di occupazione di suolo pubblico è fatto obbligo di adottare tutti gli accorgimenti utili ad evitare il danneggiamento della vegetazione esistente (lesioni alla corteccia e alle radici, rottura di rami;*
- *nei casi in cui, a fronte di validi e documentati motivi, sia necessario eseguire scavi ad una minor distanza rispetto a quelle previste i committenti dovranno, nell'ambito del procedimento finalizzato all'acquisizione del relativo titolo abilitativo o autorizzazione all'occupazione di suolo pubblico, presentare un progetto corredato da planimetrie di dettaglio in scala 1:100, evidenziando le porzioni di scavo in deroga ricadenti all'interno dell'area di pertinenza delle alberature. Il progetto dovrà contenere anche una relazione a firma di un tecnico abilitato che ponga in evidenza le interferenze dei lavori con gli apparati radicali e le soluzioni adottate per la tutela delle alberature in funzione della pubblica incolumità. A salvaguardia degli apparati radicali e della staticità delle piante, il Proponente dovrà rigorosamente adottare tutte le prescrizioni eventualmente indicate dal competente Settore.*
- *Al termine dei lavori, il soggetto autorizzato dovrà presentare una perizia statica a firma di tecnico abilitato attestante che i lavori eseguiti in deroga non abbiano precluso, nel lungo periodo, la stabilità delle singole alberature in essere.*
- *Il Committente e/o la Direzione dei Lavori dovranno, per qualsiasi causa imputabile ad una cantierizzazione interferente con esemplari arborei, in caso di accertata instabilità*

*delle alberature interessate dai lavori, procedere autonomamente e tempestivamente all'adozione di tutti gli interventi volti alla tutela della pubblica incolumità, incluso l'eventuale abbattimento nel caso di alberature pubbliche, dandone comunicazione al competente Settore. Successivamente il soggetto autorizzato dovrà ottemperare ai ripristini e ai reimpianti comprensivi degli oneri di attecchimento (con possibilità di monetizzare gli interventi necessari nel caso di abbattimento di alberature comunali) richiesti dal competente Settore.*

- in caso di interventi a minori distanze (art. 9), ammesse nei seguenti casi:
  - *ripristino o rifacimento di marciapiedi, cordoli e pavimentazioni non permeabili esistenti, a condizione che i cordoli o i muretti di contenimento siano realizzati con fondazioni di tipo puntiforme e travi o cordoli a elemento continuo. Nel caso in cui la pavimentazione esistente sia soggetta ad interventi di manutenzione straordinaria è necessario procedere alla demolizione della porzione di pavimentazione circostante il colletto della pianta, utile per il mantenimento di un'area permeabile (cercine) del raggio di 1 m (misurato dal colletto della pianta esistente); per gli alberi di grande rilevanza tale raggio non può essere inferiore a 2 m;*
  - *demolizione e ricostruzione, senza eccedere le dimensioni esistenti sia entro che fuori terra (planimetriche o altimetriche), di edifici o manufatti esistenti e/o porzioni di essi; tale limite deve essere rispettato anche per gli scavi connessi;*
  - *nuove sopraelevazioni agli edifici, ai manufatti ricadenti all'interno dei volumi di pertinenza (parte aerea) esclusivamente nei casi in cui gli interventi da realizzare non arrechino danno agli esemplari arborei, né pregiudichino il loro sviluppo futuro. Tali condizioni dovranno essere asseverate da una perizia tecnica redatta da un tecnico abilitato sulla base delle competenze attribuite dalla normativa vigente agli Ordini e Collegi professionali di appartenenza e contenuta nella stessa documentazione presentata o depositata per ottenere il necessario titolo abilitativo;*
  - *quando i manufatti da realizzare all'interno delle aree/volumi di pertinenza delle piante rivestono carattere di pubblica utilità o rientrano tra gli interventi urbanistici ai sensi del*

punto 4.1b della Disciplina del Piano (vedi). L'esigenza di ricorrere alla deroga, oggettivamente dimostrata e documentata da un tecnico abilitato, dovrà essere contenuta nell'atto di approvazione del progetto di opera pubblica (previa verifica della sostenibilità dell'intervento in fase di validazione del progetto, escludendo gli interventi che compromettono la tenuta statica delle piante) o, nel caso di interventi soggetti a titolo abilitativo, evidenziata e formalizzata nel titolo stesso".

#### 6.7.5 UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

La rete di monitoraggio prevede una serie complessiva di 5 ambiti di rilievo, per le fasi ante, corso e post operam, in prossimità delle aree oggetto di interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale. In particolare, le principali aree oggetto di monitoraggio sono quelle localizzate in corrispondenza dei principali interventi a verde (giardino Ambrosoli, Giardino 3 Ottobre 2013, via dei Giardini, via Bentini e l'area del Capolinea nord). Il monitoraggio post operam inizierà al termine di tutti i lavori previsti dal progetto, senza alcun sfasamento dell'inizio dello stesso in funzione del completamento di singoli tratti. In tale fase sarà eseguito un unico rilievo annuo (in tarda primavera).

Le misure saranno eseguite in corrispondenza degli ambiti localizzati nella Tavola allegata ed elencati nella tabella che segue:

Codice	Ubicazione	Metodica di monitoraggio	Coordinate
VEG01	Giardino Ambrosoli via del Tuscolano	VE1: n. 1 in AO/PO, annuale in CO	687270.53 m E 4933902.57 m N
VEG02	Giardino 3 Ottobre 2013 via di Corticella	VE1: n. 1 in AO/PO, annuale in CO	687117.20 m E 4934115.50 m N
VEG03	Via dei Giardini – via di Corticella	VE1: n. 1 in AO/PO, annuale in CO	687233.33 m E 4934822.35 m N
VEG04	Area verde via Bentini	VE1: n. 1 in AO/PO, annuale in CO	687296.61 m E 4935880.37 m N
VEG05	Area capolinea nord	VE1: n. 1 in AO/PO, annuale in CO	687342.09 m E 4936609.27 m N
--	Tutta la linea	VE2: in continuo in corso d'opera	--

#### 6.7.6 GESTIONE DELLE EMERGENZE

La necessaria collaborazione con la Direzione Lavori dovrà consentire di gestire le eventuali situazioni di emergenza che si dovessero presentare nel corso delle lavorazioni, minimizzando gli impatti e mitigando quelli residui.

Al verificarsi, nel corso delle attività di monitoraggio ambientale, di situazioni di carattere emergenziale, che per la componente in oggetto possono essere legati ad es. a carenza idrica, asfissia radicale, attacchi parassitari, ecc. il gestore del monitoraggio provvederà ad informare la Direzione Lavori/ Stazione Appaltante, entro 24 ore dal rilievo.

Successivamente, unitamente alla Direzione Lavori, saranno valutate le opportune misure da attuare.

La descrizione dei fenomeni e degli eventi anomali e le indicazioni sugli interventi di minimizzazione o mitigazione messi in atto saranno riportate all'interno dei rapporti periodici previsti.

#### 6.7.7 ELABORAZIONE E RESTITUZIONE DEI DATI

La documentazione da produrre a seguito del monitoraggio consiste in relazioni tecniche riassuntive delle attività di monitoraggio e dei risultati ottenuti nel periodo di riferimento con la seguente periodicità:

- al termine della fase ante operam;
- con cadenza mensile nella fase di costruzione;
- con cadenza annuale nella fase di costruzione;
- al termine della fase di corso d'opera;
- al termine della fase di post operam.

Tali documenti conterranno le seguenti informazioni:



- l'elenco dei punti di monitoraggio in cui è stata effettuata una campagna di misura, con indicazione, per ciascuna postazione, dei parametri misurati, della durata della campagna, del periodo in cui si è svolta;
- descrizione delle metodiche adottate;
- indicazione dei casi in cui si è verificato un eventuale superamento dei valori di riferimento;
- presentazione dei dati rilevati e/o risultati ottenuti.

## 6.8 SUOLO

### 6.8.1 GENERALITÀ

Il monitoraggio della componente Suolo ha l'obiettivo di verificare l'eventuale presenza e l'entità di fattori di interferenza dell'opera tramviaria sulle caratteristiche pedologiche e qualitative dei terreni relativi alle aree interessate dalle attività di cantiere, che saranno restituite agli attuali usi al termine delle lavorazioni.

Nello specifico si analizzerà l'evoluzione della "qualità" del suolo intendendo con tale termine la fertilità (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati, infiltrazioni, ecc.) e dunque la capacità agro produttiva, l'idoneità a proteggere la struttura idrografica sottostante, di regolare le infiltrazioni ed impedire il conseguente inquinamento delle acque.

### 6.8.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Di seguito si richiama la principale normativa di riferimento per il monitoraggio della componente:

- Decreto Legislativo n.4, in data 16 gennaio 2008, che riporta "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, recante norme in materia ambientale"

- Decreto Legislativo n.284, in data 8 novembre 2006, relativo alle “Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, recante norme in materia ambientale”
- Decreto Legislativo n.152, in data 3 aprile 2006, che determina “Norme in materia ambientale”
- Decreto Ministeriale, in data 21 marzo 2005, concernente “Metodi ufficiali di analisi mineralogica del suolo”
- Decreto Ministeriale, in data 8 luglio 2002, che reca “Approvazione ed ufficializzazione dei metodi di analisi microbiologica del suolo”
- Decreto Ministeriale, in data 25 marzo 2002, riguardante le “Rettifiche al decreto ministeriale 13 settembre 1999, riguardante l’approvazione dei metodi ufficiali di analisi chimica del suolo”
- Decreto Ministeriale, in data 13 settembre 1999, concernente “Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo”
- Decreto Presidente della Repubblica n.238, in data 18 febbraio 1999, che determina il “Regolamento recante norme per l'attuazione di talune disposizioni del D.M. 01 agosto 1997, relativo ai Metodi ufficiali di analisi fisica del suolo”
- Decreto Ministeriale 1 agosto 1997 “Approvazione dei Metodi ufficiali di analisi fisica del suolo”.

### 6.8.3 CRITERI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il monitoraggio della componente suolo avrà la funzione di garantire il controllo dell’evoluzione della qualità del suolo intesa sia come capacità agro-produttiva che come funzione protettiva e il rilevamento di eventuali alterazioni dei terreni al termine dei lavori, preliminarmente agli interventi delle opere a verde.

Coerentemente con gli obiettivi che si propone, il monitoraggio della componente Suolo riguarderà le aree destinate ai cantieri logistici ed alle aree tecniche di lavoro, alle aree di

stoccaggio ed alle aree oggetto degli interventi a verde, prevedendo all'interno di queste aree punti di monitoraggio destinati alle indagini in situ.

Il monitoraggio ambientale sarà effettuato nelle due distinte fasi di ante operam e post operam, ciascuna delle quali con le finalità che vengono di seguito riportate:

- Monitoraggio ante operam, finalizzato alla caratterizzazione dello stato del suolo prima dell'inizio dei lavori, sia in termini qualitativi che quantitativi, con particolare riferimento alla fertilità, alla presenza di inquinanti ed alle caratteristiche fisiche. Lo svolgimento di tale attività consentirà di determinare il quadro di riferimento iniziale delle caratteristiche dei terreni, al quale confrontare i risultati ottenuti nella successiva fase del monitoraggio e poter quindi verificare l'eventuale insorgere di situazioni di criticità indotte dalla realizzazione dell'opera in oggetto;
- Monitoraggio post operam, finalizzato a verificare le eventuali alterazioni delle caratteristiche originarie del terreno in corrispondenza delle aree di indagine, con particolare riferimento ai siti interessati dalle attività di cantiere, in modo da poter prevedere eventuali interventi di ripristino prima della loro risistemazione definitiva. Nel dettaglio, il monitoraggio post operam avrà inizio dopo che saranno concluse le attività di sgombero del cantiere e di rinaturalizzazione del sito, che prevedono in particolare la rimozione di tutti i materiali dalle aree di cantiere dismesse, lo scotico dello strato superficiale del terreno (per una altezza variabile in funzione del grado di compattazione e di qualità acquisito nel corso delle lavorazioni) e, infine, la posa in opera ed il rimodellamento del terreno vegetale, con caratteristiche chimico-fisiche simili a quelle dei terreni circostanti, nei siti coinvolti dalla cantierizzazione

#### 6.8.4 METODICHE

Le analisi delle caratteristiche chimiche e fisiche dei suoli saranno effettuate secondo le metodologie definite dal D.M. n. 185 del 13/09/1999 e dal D.M. del 1/08/1997 e ss.mm.ii. Tali

misure sono finalizzate alla caratterizzazione di quei caratteri che sono strettamente legati ai rischi di degradazione della risorsa suolo.

Vengono di seguito elencate e successivamente brevemente descritte le diverse tipologie di parametri che saranno rilevati nel corso delle campagne di monitoraggio previste:

- parametri pedologici;
- parametri fisico-chimici dei terreni;
- parametri chimici dei terreni;

La presente metodica ha come finalità quella di fornire in Ante Operam informazioni stratigrafiche dei suoli interessati dalle attività di cantiere, utili a garantire, in fase di Post Operam, la corretta esecuzione del ripristino, a valle della dismissione dei cantieri stessi.

La sintesi schematica delle metodiche di monitoraggio impiegate nel presente PMA sono riportate nella tabella che segue:

Fase	Codice	Descrizione	Frequenza
AO/PO	SL01	Profilo pedologico e determinazione parametri chimico-fisici	1 volta in AO/PO

#### Metodica SL1: Profilo pedologico e determinazione parametri chimico-fisici

La prima analisi che sarà effettuata sul campo prevede prospezioni eseguite con trivella pedologica a mano, finalizzate all'analisi speditiva della variabilità geo-morfo-pedologica dell'area in esame. I punti osservati, di numero minimo pari a 4, vengono scelti sulla base di una rete a maglia regolare opportunamente valutata e/o laddove siano presenti variazioni superficiali significative.

Le trivellazioni saranno eseguite secondo le metodiche di rilievo pedologico, prevedendo quindi lo scarto dei primi 5 cm di ogni carota e la deposizione delle stesse nella corretta sequenza in modo da valutare correttamente la stratigrafia pedologica, fino ad una profondità di almeno 1,5 m. Se presenti impedimenti fisici all'approfondimento del foro entro il primo metro, la trivellazione sarà ripetuta almeno una volta poco distante in modo da ottenere l'informazione

del punto osservato. Se l'impedimento si presenta al di sotto del primo metro e si ritiene che si sia raggiunto l'orizzonte C l'informazione sarà ritenuta sufficiente ai fini preposti.

Nel caso in cui si dovessero riscontrare 2 o più tipologie pedologiche all'interno della superficie investigata, l'area sottoposta a monitoraggio sarà frazionata in relative sotto aree che saranno di conseguenza trattate singolarmente.

Vengono di seguito descritte le varie fasi secondo le quali sarà sviluppata la ricostruzione del profilo pedologico di ciascuna stazione di misura.

A seguito della valutazione delle proprietà litomorfologiche e di uso del suolo dell'area sottoposta a monitoraggio, si procederà all'individuazione del punto più idoneo all'esecuzione del profilo, in modo che sia rappresentativo dell'intera area. Si procederà alla caratterizzazione della stazione pedologica provvedendo alla apertura di una trincea esplorativa sino al raggiungimento del substrato litologico non pedogenizzato alla profondità di 2 m.

Si procederà alla analisi, sulla parete meglio esposta alla luce solare, della sequenza stratigrafica degli orizzonti pedologici, prevedendo una dettagliata descrizione degli stessi secondo le metodiche di rilievo pedologico. Saranno quindi campionati tutti gli orizzonti fondamentali per la determinazione della tipologia di suolo e delle sue proprietà funzionali. Saranno comunque campionati gli orizzonti A, B, C più significativi.

Ogni campione di suolo campionato contestualmente all'analisi del profilo pedologico, sarà sottoposto al seguente set analitico per la determinazione delle proprietà chimico-fisiche:

- granulometria
- carbonio organico totale
- pH (in acqua e in KCl)
- capacità di scambio cationico
- basi di scambio (Ca, Mg, Na e K)
- calcare totale
- azoto totale

- fosforo assimilabile
- conduttività elettrica (salinità)
- metalli pesanti (Arsenico, Cadmio, Cromo, Cromo IV, Rame, Mercurio, Nichel, Piombo, Zinco), idrocarburi C>12 e BTEX.

#### 6.8.5 UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Le misure di ante, corso e post operam saranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nella Tavola allegata ed elencati nella tabella che segue:

Codice	Ubicazione	Metodica di monitoraggio	Coordinate
SUO01	Area Via Bentini	SL1: 1 misurazione in ante e post operam	687332.20 m E 4935903.07 m N
SUO02	Area capolinea nord	SL1: 1 misurazione in ante e post operam	687307.02 m E 4936612.48 m N

Eventuali altri punti potranno essere ubicati nel caso in cui vi fossero specifiche aree adibite a cantiere, che saranno restituite ad uso verde pubblico.

#### 6.8.6 GESTIONE DELLE EMERGENZE

La necessaria collaborazione con la Direzione Lavori dovrà consentire di gestire le eventuali situazioni di emergenza che si dovessero presentare nel corso delle lavorazioni, minimizzando gli impatti e mitigando quelli residui.

Al verificarsi, nel corso delle attività di monitoraggio ambientale, di situazioni di carattere emergenziale, che per la componente in oggetto possono essere legati ad es. alla presenza di inquinanti, il gestore del monitoraggio provvederà ad informare la Direzione Lavori/ Stazione Appaltante, entro 24 ore dal rilievo.

Successivamente, unitamente alla Direzione Lavori, saranno valutate le opportune misure da attuare.



Le eventuali situazioni di emergenza legate a sversamenti accidentali in cantiere saranno gestite dall'Appaltatore secondo quanto previsto dalla normativa vigente (parte IV del D. Lgs. 152/06 e s.m.i.), previa comunicazione alla Direzione Lavori.

La descrizione dei fenomeni e degli eventi anomali e le indicazioni sugli interventi di minimizzazione o mitigazione messi in atto saranno riportate all'interno dei rapporti periodici previsti.

#### 6.8.7 ELABORAZIONE E RESTITUZIONE DEI DATI

La documentazione da produrre a seguito del monitoraggio consiste in relazioni tecniche riassuntive delle attività di monitoraggio e dei risultati ottenuti nel periodo di riferimento con la seguente periodicità:

- al termine della fase ante operam;
- al termine della fase di post operam.

Tali documenti conterranno le seguenti informazioni:

- l'elenco dei punti di monitoraggio in cui è stata effettuata una campagna di misura, con indicazione, per ciascuna postazione, dei parametri misurati, della durata della campagna, del periodo in cui si è svolta;
- descrizione delle metodiche adottate;
- indicazione dei casi in cui si è verificato un eventuale superamento dei valori di riferimento;
- presentazione dei dati rilevati e/o risultati ottenuti.

## 6.9 MOBILITÀ E TRAFFICO

### 6.9.1 GENERALITÀ

Il monitoraggio della componente Mobilità e Traffico ha la finalità di illustrare l'incidenza della nuova linea tranviaria sul traffico stradale cittadino: si prevede quindi la realizzazione di un conteggio dei transiti in corrispondenza di alcuni assi viari potenzialmente interessati da variazioni della densità di traffico nel post-opera.

Tali dati verranno inclusi all'interno di uno studio comprendente anche quelli derivati dall'utilizzo della linea tranviaria e dei mezzi di trasporto pubblici acquisiti nello stesso periodo di riferimento dal Soggetto Gestore dell'opera.

I miglioramenti della situazione trasportistica previsti in fase progettuale saranno verificati nel sopracitato documento tramite le seguenti tipologie di osservazioni:

- la riduzione dei tempi di percorrenza in relazione alla prevista complessiva diminuzione del traffico veicolare per il privato cittadino che utilizzi mezzi propri per gli spostamenti;
- l'aumento in termini di utenza della rete di Trasporto Pubblico Metropolitano e regionale, ovvero in termini di mobilità sostenibile, andando ad analizzare la variazione nel numero di fruitori di autobus, filobus, treni e quindi fornendo un primo scenario dell'efficacia delle azioni svolte.

#### 6.9.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Di seguito si richiamano fonti normative e piani territoriali che possono essere considerati per la valutazione di questa componente (attualmente non soggetta a norme codificate):

- Piano Urbano della Mobilità Sostenibile della Città Metropolitana di Bologna;
- Piano Generale del Traffico Urbano del Comune di Bologna;
- Sistemi di monitoraggio del traffico: linee guida per la progettazione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale.

#### 6.9.3 CRITERI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il monitoraggio della componente mobilità e traffico avrà la funzione di fornire un rapporto dell'evoluzione qualitativa e quantitativa delle percorrenze in ambito cittadino a seguito della realizzazione dell'infrastruttura in progetto.

#### 6.9.4 METODICHE

La metodica di monitoraggio ha come finalità quella di fornire informazioni relativamente alle variazioni introdotte nell'ambito della mobilità comunale a seguito dell'introduzione della nuova linea tranviaria.

La sintesi schematica della metodica di monitoraggio impiegata nel presente PMA è riportata nella tabella che segue.

Fase	Codice	Descrizione	Frequenza
AO/PO	MT1	Conteggio veicoli	n. 1 in AO n. 2 in PO

##### Metodica MT1: Conteggio veicoli in AO/PO

La metodica di monitoraggio MT1 ha come finalità il conteggio dei flussi di traffico tramite apparecchi magnetici automatici e/o dispositivo conta-vetture, tra i quali verranno privilegiate postazioni di conteggio fisse (spire semaforiche) durante le fasi di monitoraggio AO e PO in corrispondenza di elementi della viabilità cittadina che possono essere interessati da variazione/aggravio del traffico veicolare.

In particolare si provvederà ad eseguire misurazioni di diversa durata a seconda delle fasi di realizzazione del progetto:

1. in fase di AO sarà eseguita una misurazione di durata pari a 60 gg in corrispondenza di periodi generalmente caratterizzati da stazionarietà del traffico veicolare dovuto a spostamenti casa-lavoro o casa-scuola;
2. in fase di PO saranno eseguite misurazioni due volte l'anno, ciascuna della durata 60 gg, sempre in periodi di stazionarietà del traffico veicolare, ad esempio nei mesi di febbraio-marzo e ottobre-novembre.

La fase di PO avrà inizio dall'entrata in esercizio completa dell'opera in progetto e verrà protratta per un intervallo temporale pari a due anni.

#### 6.9.5 UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Le valutazioni saranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nella Tavola allegata ed elencati nella tabella che segue:

Codice	Ubicazione	Metodica di monitoraggio	Coordinate
MOB01*	Angolo Via G. Matteotti – Via de' Carracci	MT1: Conteggio veicoli	686564.73 m E 4931044.38 m N
MOB02*	Angolo Via G. Matteotti – Via Tiarini	MT1: Conteggio veicoli	686602.39 m E 4931204.10 m N
MOB03	Via Franceschini	MT1: Conteggio veicoli	686904.52 m E 4931545.79 m N
MOB04	Angolo Via Stalingrado – Via A. Calzoni	MT1: Conteggio veicoli	687562.87 m E 4931919.02 m N
MOB05	Angolo Via Fioravanti – Via Barbieri	MT1: Conteggio veicoli	686228.64 m E 4932153.21 m N
MOB06	Angolo Via di Saliceto – Via di Corticella	MT1: Conteggio veicoli	686803.07 m E 4933069.45 m N
MOB07	Angolo Via Sant'Anna – Via di Corticella	MT1: Conteggio veicoli	687284.26 m E 4935628.83 m N

\*Nota: Per questi punti va considerato che le tempistiche delle fasi AO-PO potrebbero coincidere con quelle di esecuzione del Piano di Monitoraggio Ambientale – matrice mobilità, previsto per la Prima Linea Tranviaria - Linea Rossa (punti corrispondenti MOB05 e MOB06): in tal caso verranno utilizzati i medesimi dati.

Va considerato che le tempistiche della fase sopraccitata potrebbero coincidere con quelle di esecuzione del Piano di Monitoraggio Ambientale – matrice mobilità e traffico previsto per la Prima Linea Tranviaria - Linea Rossa presso i punti MOB01 e MOB02: in tal caso verranno utilizzati i medesimi dati.

#### 6.9.6 ELABORAZIONE E RESTITUZIONE DEI DATI

La documentazione che verrà prodotta consiste in una relazione tecnica riassuntiva delle attività di monitoraggio e dei risultati ottenuti nel periodo di riferimento (post operam) composta come di seguito:

- elencazione delle postazioni di monitoraggio in cui è stata effettuata la valutazione, comprensiva della tipologia di metodica utilizzata, della durata dell'osservazione, del periodo dell'anno in cui è stata svolta;
- annotazione di particolari situazioni registrate al momento della restituzione dei dati;
- presentazione dei dati rilevati e/o risultati ottenuti.

#### 6.10 ASPETTI ORGANIZZATIVI

Per il coordinamento e l'esecuzione delle attività di monitoraggio risulta necessario un tipo di organizzazione ben strutturata e impostata secondo i seguenti criteri:

- uniformità e organicità delle risorse e delle procedure operative tra i vari settori di indagine;
- massima efficienza tecnica conseguente all'impiego di risorse qualificate in tutte le componenti del sistema operativo (in termini di personale, strumentazione, supporti informatici) e alla stretta integrazione tra attività di campo e gestione dei dati nei diversi ambiti tematici del monitoraggio;
- gestione unitaria di tutte le funzioni connesse con l'attività di monitoraggio: dalle operazioni di misura e trattamento dati, ai rapporti con enti esterni di controllo e di interscambio di informazioni, alla consulenza specialistica relativa ad interventi ed azioni preventive o mitigative degli impatti, alla gestione di situazioni di emergenza.

Il raggiungimento di tali obiettivi è possibile solo attraverso un'organizzazione in grado di coprire tutte le competenze necessarie alle diverse fasi dell'attività e alle diverse componenti ambientali considerate.

La struttura operativa dedicata all'esecuzione del monitoraggio dovrà essere basata su una organizzazione finalizzata alla garanzia dei risultati nell'esecuzione delle misure ed alla possibilità di gestire, analizzare ed accorpare i singoli rilievi in modo da monitorare la qualità dell'ambiente nelle tre fasi ante, corso e post operam.

La necessaria collaborazione con la Direzione Lavori dovrà consentire di gestire le eventuali situazioni di emergenza che si dovessero presentare nel corso delle lavorazioni, minimizzando gli impatti e mitigando quelli residui.

A tal fine la struttura operativa dovrà essere così articolata:

- Responsabile del Monitoraggio Ambientale: con funzione di supervisore delle attività della squadra di campo e del gruppo di lavoro interdisciplinare, nonché con funzione di interfaccia con gli Enti di controllo e la Direzione Lavori. Il Responsabile del Monitoraggio Ambientale dovrà partecipare ad eventuali incontri da organizzarsi con gli Enti territoriali o con gli altri soggetti coinvolti (Associazioni ed eventuali altri portatori di interesse) e dare risposta alle loro eventuali interrogazioni o problematiche sollevate. Lo stesso dovrà rapportarsi (qualora la tempistica dei lavori si dovesse sovrapporre) anche con l'analoga figura, incaricata per il monitoraggio ambientale di eventuali altre opere che dovessero risultare interferenti. Tale figura dovrà essere in possesso di certificato di Lead Auditor dei sistemi di gestione Qualità, Ambiente e Sicurezza;
- Squadra di campo e di laboratorio: costituita da tecnici specialisti per la raccolta dati e le analisi delle misure raccolte sui vari comparti ambientali da effettuarsi nelle fasi di ante operam, corso d'opera e post operam; la squadra di campo sarà costituita da più professionisti, distinti per singolo comparto;
- Gruppo di lavoro interdisciplinare: formato da personale qualificato per ciascuno dei macrocomparti in cui si struttura il monitoraggio: settore antropico (atmosfera, rumore, vibrazioni); settore idrico e naturale (acque superficiali, acque sotterranee, suolo e vegetazione).



La Struttura Operativa, prima dell'inizio della fase di ante operam prevista dal Piano di Monitoraggio, dovrà illustrare all'Ente di controllo le modalità di messa in atto di quanto previsto nel Piano di Monitoraggio Ambientale, con particolare riferimento alla fase ante operam.

Per quanto riguarda le attività operative, queste possono essere sintetizzate nei seguenti momenti salienti:

- Esecuzione di misure – affidata alla squadra di campo e, in parte, al laboratorio di analisi chimiche, in grado di garantire la qualità e l'attendibilità delle singole misurazioni;
- Organizzazione dei dati – affidata al gruppo di lavoro interdisciplinare, in grado di gestire la mole dei dati provenienti dalle diverse campagne di misura e di organizzare e implementare la complessa banca dati; inoltre avrà il compito di acquisire dagli Enti territoriali competenti i dati raccolti dagli stessi nelle campagne di monitoraggio e nelle stazioni fisse già presenti sul territorio ed in parte già indicati nel PMA.
- Analisi e commento dei risultati e delle informazioni raccolte – sviluppato dallo stesso gruppo di lavoro interdisciplinare, verificato e validato dal Responsabile del Monitoraggio Ambientale in grado di garantire l'esperienza e la conoscenza scientifica necessaria alla comprensione dei fenomeni in atto e di rappresentare un valido supporto specialistico nei rapporti con gli Enti di Controllo.

Nel corso dell'esecuzione del monitoraggio ambientale sarà necessaria la redazione di Rapporti periodici contenenti i seguenti argomenti:

- descrizione delle attività svolte;
- presentazione e commento dei risultati del monitoraggio e dei fenomeni correlati alle attività di costruzione dell'infrastruttura;
- descrizione di eventuali modifiche introdotte per alcune attività previste nel Piano in funzione delle mutate condizioni costruttive o ambientali;
- descrizione dei fenomeni e degli eventi anomali ed indicazioni su interventi di minimizzazione o mitigazione messe in atto.

I Rapporti periodici saranno redatti dal gruppo di lavoro interdisciplinare sulla base degli esiti delle indagini condotte dalla squadra di campo sui singoli comparti ambientali, secondo le tempistiche prevista dal presente Piano.

---

## 7. ALLEGATI

---

Allegato 1 – Rapporti di prova monitoraggio acustico

Allegato 2 – Report di registrazione monitoraggio vibrazioni

Allegato 3 – Simulazioni acustiche scenario attuale – Periodo diurno

Allegato 4 – Simulazioni acustiche scenario attuale – Periodo notturno

Allegato 5 – Simulazioni acustiche scenario di riferimento – Periodo diurno

Allegato 6 – Simulazioni acustiche scenario di riferimento – Periodo notturno

Allegato 7 – Simulazioni acustiche scenario di progetto – Periodo diurno

Allegato 8 – Simulazioni acustiche scenario di progetto – Periodo notturno

Allegato 9 – Simulazioni acustiche scenario comparativo attuale-progetto – Periodo diurno

Allegato 10 – Simulazioni acustiche scenario comparativo attuale-progetto – Periodo notturno

Allegato 11 – Simulazioni acustiche scenario attuale (viabilità esterne buffer 500 m) – Periodo diurno

Allegato 12 – Simulazioni acustiche scenario attuale (viabilità esterne buffer 500 m) – Periodo notturno

Allegato 13 – Simulazioni acustiche scenario di riferimento (viabilità esterne buffer 500 m) – Periodo diurno

Allegato 14 – Simulazioni acustiche scenario di riferimento (viabilità esterne buffer 500 m) – Periodo notturno

Allegato 15 – Simulazioni acustiche scenario di progetto (viabilità esterne buffer 500 m) – Periodo diurno

Allegato 16 – Simulazioni acustiche scenario di progetto (viabilità esterne buffer 500 m) – Periodo notturno

Allegato 17 – Simulazioni acustiche scenario comparativo attuale-progetto (viabilità esterne buffer 500 m) – Periodo diurno

Allegato 18 – Simulazioni acustiche scenario comparativo attuale-progetto (viabilità esterne buffer 500 m) – Periodo notturno

Allegato 19 – Fascia di propicienza acustica

Allegato 20 – Estratto Screening Tramvia Firenze

Allegato 21 – Rilievi acustici Tramvia Firenze

Allegato 22 – Validazione software Magic-BEShielding

Allegato 23 – Tavole ubicazione punti di monitoraggio ambientale

Allegato 24 – Tipologico schede di monitoraggio componente atmosfera

Allegato 25 – Tipologico schede di monitoraggio componente rumore

Allegato 26 – Tipologico schede di monitoraggio componente acque superficiali

Allegato 27 – Tipologico schede di monitoraggio componente acque sotterranee