

RTI Progettisti:



PROGETTO DEFINITIVO DELLA SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (TRATTO NORD LINEA VERDE)

STUDI SPECIALISTICI AMBIENTE

Piano di Monitoraggio Ambientale - Relazione Generale

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
arch. Virginia Borrello
ing. Giulio Cimbali
geom. Agnese Fero
ing. Stefania Guadagnini
geom. Luciano Notte
ing. Lisa Ombra
ing. Marco Pesare

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

RESPONSABILE DI COMMESSA
ING. PAOLO MARCHETTI

COORDINATORE TECNICO
ING. ALESSANDRO PIAZZA

SISTEMA TRANVIARIO
ING. SANTI CAMINITI

ARCHITETTURA E INSERIMENTO URBANISTICO
ARCH. SEBASTIANO FULCI DE SARNO

OPERE A VERDE
ARCH. NICOLA CANTARELLI

OPERE STRUTTURALI
ING. STEFANO TORTELLA

SEGNALAMENTO E TELECOMUNICAZIONI
ING. ANGELA TORTORELLA

AMBIENTE
PROF. MATTEO MATTIOLI

SICUREZZA
ARCH. SERGIO MOSCHEO

ARCHEOLOGIA
DOTT. CRISTINA BIGAZZI

BIM MANAGER
GEOM. MIRKO CASAROLI

RESP. INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
ING. SANTI CAMINITI

IMPIANTI TECNOLOGICI
ING. SIMONE VILLA

STUDI TRASPORTISTICI
ING. ANDREA SPINOSA

VIABILITA' INTERFERENTE E SOTTOSERVIZI
ING. PIETRO CAMINITI

IDRAULICA E IDROLOGIA
ING. ANDREA BENVENUTI

DEPOSITO
ING. GIORGIO COLETTI

ARMAMENTO
ING. MAURIZIO FALZEA

GEOLOGIA E GEOTECNICA
DOTT. GEOL. ANTONIO PAONE

TRAZIONE ELETTRICA
ING. DOMENICO D'APOLLONIO

IMPIANTI MECCANICI
ING. SALVATORE GIUA

COMMESSA			FASE	LOTTO		WBS		DISCIPLINA		TIPO		NUMERO		REV.	SCALA	NOME FILE		
B	3	8	1	C	D	X	0	0	A	M	B	R	G	0	1	A	-	B381C-D-X00-AMB-PMA-RG-01-A

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	Ago. 2023	PRIMA EMISSIONE	COSTA	MATTIOLI	S. CAMINITI
B					
C					
D					

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	6
2.1 DEFINIZIONE DEL TRACCIATO	6
2.2 OPERE DI CANTIERIZZAZIONE	8
2.2.1 <i>Organizzazione dei cantieri</i>	9
2.2.2 <i>Macrocantieri</i>	10
2.2.3 <i>MicroCantieri</i>	13
2.2.4 <i>Fasi principali di cantiere</i>	17
2.2.5 <i>Aree logistiche e stoccaggio materiali</i>	24
3. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	26
3.1 CRITERI GENERALI DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	26
3.2 ATMOSFERA.....	28
3.2.1 <i>Generalità</i>	28
3.2.2 <i>Riferimenti normativi</i>	29
3.2.3 <i>Criteri di monitoraggio ambientale</i>	30
3.2.4 <i>Metodiche</i>	32
3.2.5 <i>Ubicazione dei punti di monitoraggio</i>	45
3.2.6 <i>Elaborazione e restituzione dei dati</i>	46
3.3 RUMORE	47
3.3.1 <i>Generalità</i>	47
3.3.2 <i>Riferimenti normativi</i>	48
3.3.3 <i>Criteri del monitoraggio ambientale</i>	54
3.3.4 <i>Metodiche</i>	58
3.3.5 <i>Ubicazione dei punti di monitoraggio</i>	62
3.3.6 <i>Elaborazione e restituzione dei dati</i>	63

3.4	VIBRAZIONI	64
3.4.1	Generalità	64
3.4.2	Riferimenti normativi	65
3.4.3	Criteri del monitoraggio ambientale	65
3.4.4	Metodiche	66
3.4.5	Ubicazione dei punti di monitoraggio	68
3.4.6	Elaborazione e restituzione dei dati	69
3.5	ACQUE SUPERFICIALI	70
3.5.1	Generalità	70
3.5.2	Riferimenti normativi	70
3.5.3	Criteri del monitoraggio ambientale	72
3.5.4	Metodiche	73
3.5.5	Ubicazione dei punti di monitoraggio	76
3.5.6	Elaborazione e restituzione dei dati	77
3.6	ACQUE SOTTERRANEE	78
3.6.1	Generalità	78
3.6.2	Riferimenti normativi	78
3.6.3	Criteri del monitoraggio ambientale	79
3.6.4	Metodiche	80
3.6.5	Ubicazione dei punti di monitoraggio	84
3.6.6	Tipologico piezometro di monitoraggio e installazione	86
3.6.7	Elaborazione e restituzione dei dati	88
3.7	VEGETAZIONE	88
3.7.1	Generalità	88
3.7.2	Riferimenti normativi	89
3.7.3	Criteri del monitoraggio ambientale	91
3.7.4	Metodiche	92

3.7.5	Ubicazione dei punti di monitoraggio.....	100
3.7.6	Gestione delle emergenze.....	101
3.7.7	Elaborazione e restituzione dei dati.....	102
3.8	SUOLO102	
3.8.1	Generalità.....	102
3.8.2	Riferimenti normativi.....	103
3.8.3	Criteri del monitoraggio ambientale.....	104
3.8.4	Metodiche.....	105
3.8.5	Ubicazione dei punti di monitoraggio.....	107
3.8.6	Gestione delle emergenze.....	108
3.8.7	Elaborazione e restituzione dei dati.....	109
3.9	MOBILITÀ E TRAFFICO	109
3.9.1	Generalità.....	109
3.9.2	Riferimenti normativi.....	110
3.9.3	Criteri del monitoraggio ambientale.....	110
3.9.4	Metodiche.....	111
3.9.5	Ubicazione dei punti di monitoraggio.....	112
3.9.6	Elaborazione e restituzione dei dati.....	113
3.10	ASPETTI ORGANIZZATIVI	114
4.	ALLEGATI	117

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce il Piano di Monitoraggio Ambientale relativo alla tratta nord della Seconda linea tranviaria della città di Bologna (Linea Verde).

Nel presente documento 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.

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

2.1 DEFINIZIONE DEL TRACCIATO

Il tracciato della Linea Verde, dal capolinea su via dei Mille al capolinea Nord di Corticella è lungo poco più di 6.70 km e si sviluppa quasi interamente sull'asse sud-nord costituito da via Indipendenza, via Matteotti, via Corticella, via Bentini, per poi deviare leggermente e percorrere via S. Anna, via Byron e via Shakespeare per il tratto finale.

Lungo il tracciato, oltre ai suddetti capolinea, sono collocate 15 fermate, di cui 3 in comune con la realizzanda Linea Rossa.

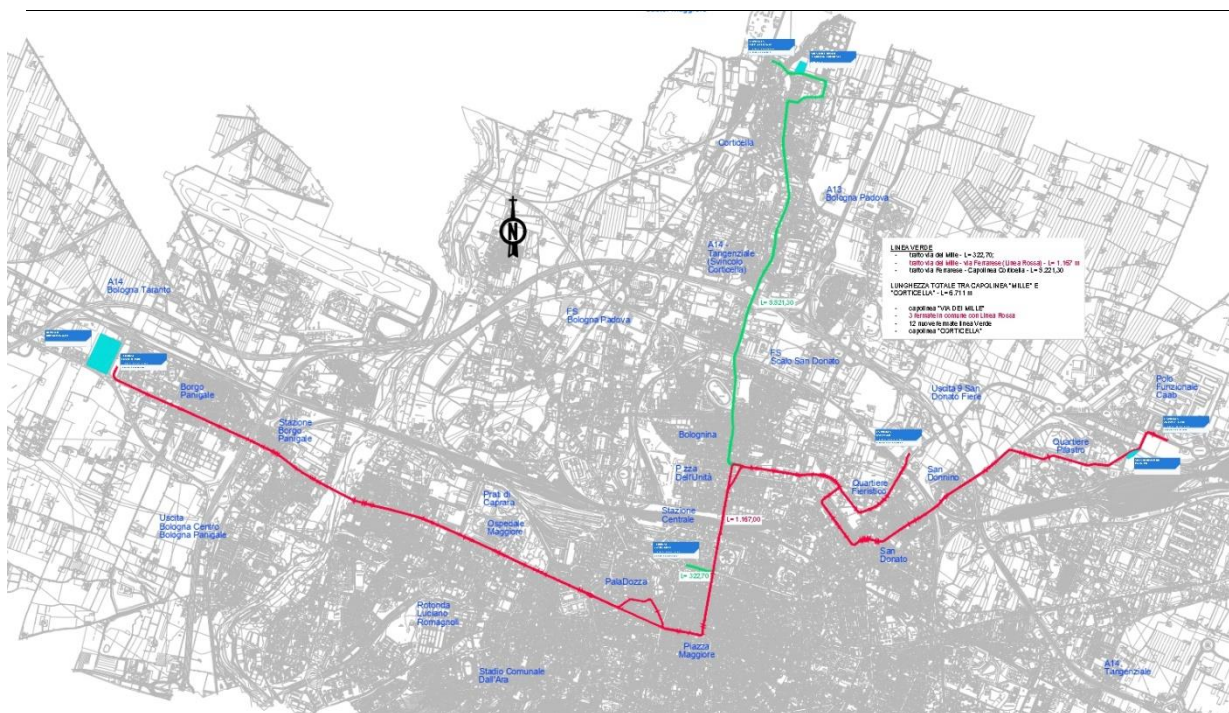


Figura 2-1 – Planimetria generale Linea rossa + Tratta nord Linea Verde

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.

Entrando nel dettaglio, i primi 320 m ca. si sviluppano lungo via dei Mille, da Piazza dei Martiri fino all'intersezione con via Indipendenza, e sono di nuova realizzazione.

All'intersezione con quest'ultima importante arteria, una doppia comunicazione semplice (una per ogni binario) permette alla linea Verde di "confluire" sulla Linea Rossa: in sostanza le vetture destinate al servizio della Verde percorreranno in entrambe le direzioni i binari della linea Rossa.

Questa configurazione viene mantenuta fino a P.zza dell'Unità (per uno sviluppo di ca. 1,17 km.) raggiunta la quale il tracciato piega prima sulla sinistra per poi imboccare a nord via Corticella e svilupparsi nel quadrante nord della città di Bologna fino al capolinea di Corticella per ulteriori 5,22 km.

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.

Il tratto adesso descritto, compreso tra le fermate Gorky e Shakespeare, per una lunghezza di ca. 900 m, non presenta linea di contatto per la circolazione dei mezzi tranviari (tratta Catenary free): tale soluzione, resa possibile dalle caratteristiche delle nuove vetture che circoleranno sulla rete Bolognese dotate di sistemi a batterie, permetterà di eliminare linea e soprattutto pali di sostegno lungo in tratto di viabilità esistente lungo la quale in tram circolerà in promiscuo con le vetture private.

Nel tratto finale di via Shakespeare, all'intersezione con via Bentini, è prevista la realizzazione di una nuova rotatoria che permetterà anche l'accesso al nuovo polo di interscambio modale collocato a nord di via Shakespeare, nell'area interclusa tra la viabilità a sud, il centro sportivo a est e il canale Navile a ovest.

In tale area è prevista la realizzazione di un parcheggio multipiano fuori terra per i mezzi privati su gomma, un capolinea a raso per i mezzi pubblici extraurbani che provengono da nord dall'area di Castel maggiore, e sul lato destro, un area di ricovero notturno per i mezzi tranviari,

equivalente a quanto previsto per l'area ricovero "Pilastro" della linea Rossa, con 4 binari per permettere di attestare la sera le prime vetture che inizieranno il servizio nelle prime ore della giornata successiva.

Infine, il tracciato termina con l'attraversamento del canale Navile grazie alla realizzazione di un nuovo ponte collocato a sud di quello esistente, lungo 59 m e ad esclusivo utilizzo delle vetture tranviarie: attraverso questa nuova infrastruttura la linea raggiungerà il nuovo capolinea nord "Corticella", collocato in corrispondenza del piazzale della omonima stazione ferroviaria SFM.

Lungo il tracciato da Piazza dell'Unità al Capolinea Corticella sono ubicate 12 fermate, ad un interasse medio 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 ultima annotazione, va ricordato che il capolinea di via dei Mille diventerà, quando la seconda linea sarà completata con il suo ramo sud, 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.

2.2 OPERE DI CANTIERIZZAZIONE

Nel progetto della cantierizzazione sono state individuate le fasi esecutive dell'opera tenendo conto dei seguenti aspetti:

- o 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;
- o 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;

- o utilizzo per la realizzazione dell'opera della sola viabilità esistente, escludendo l'apertura di nuove piste.

2.2.1 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:

- o l'organizzazione dei cantieri in "aree di lavoro" differenziate per minimizzare l'impatto con il contesto di intervento;
- o 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:

- o Garantire gli accessi ai passi carrai;
- o Garantire gli accessi ai mezzi di emergenza;
- o 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.).

2.2.2 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 Corticella SFM;
- Macrocantiere L: parcheggio Corticella;
- Macrocantieri M: Via dei Mille (incrocio via Indipendenza) – Capolinea via dei Mille.

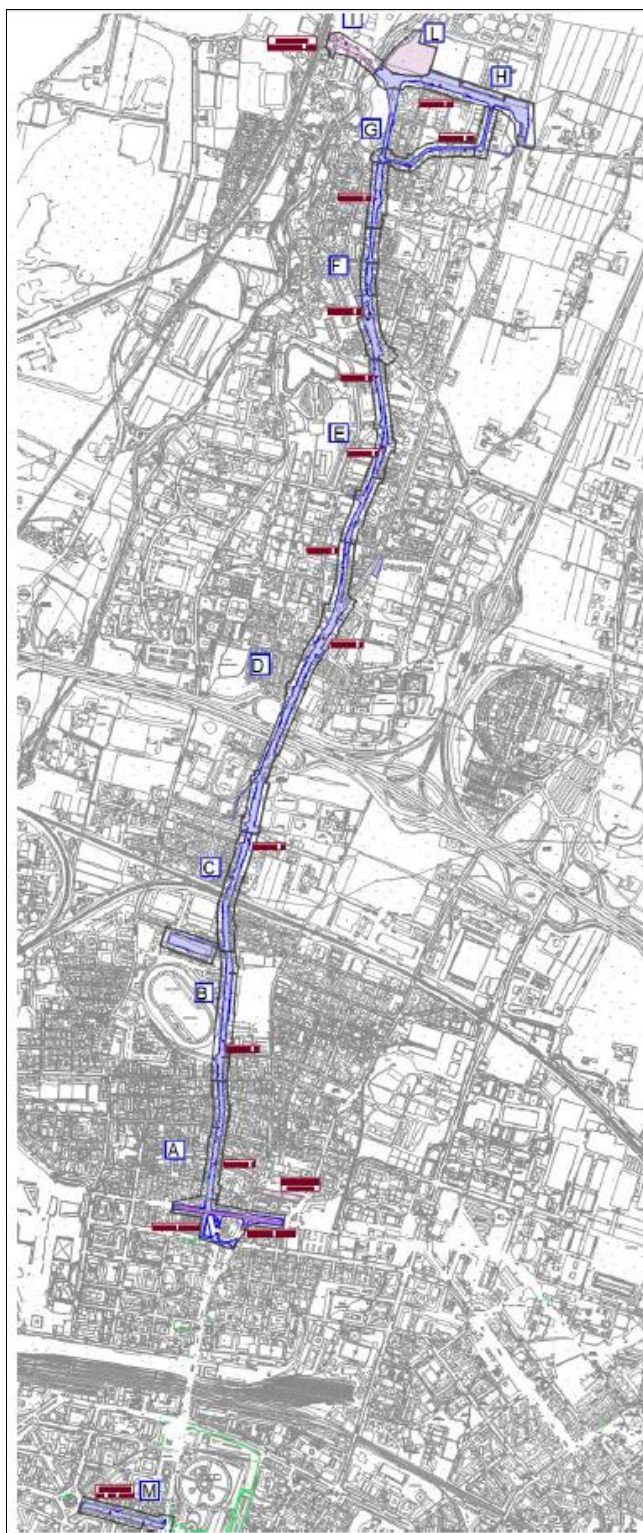


Figura 2-2 – Corografia dei macrocantieri

2.2.3 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.

Il Macrocantiere B è
stato suddiviso nei
cantieri:

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

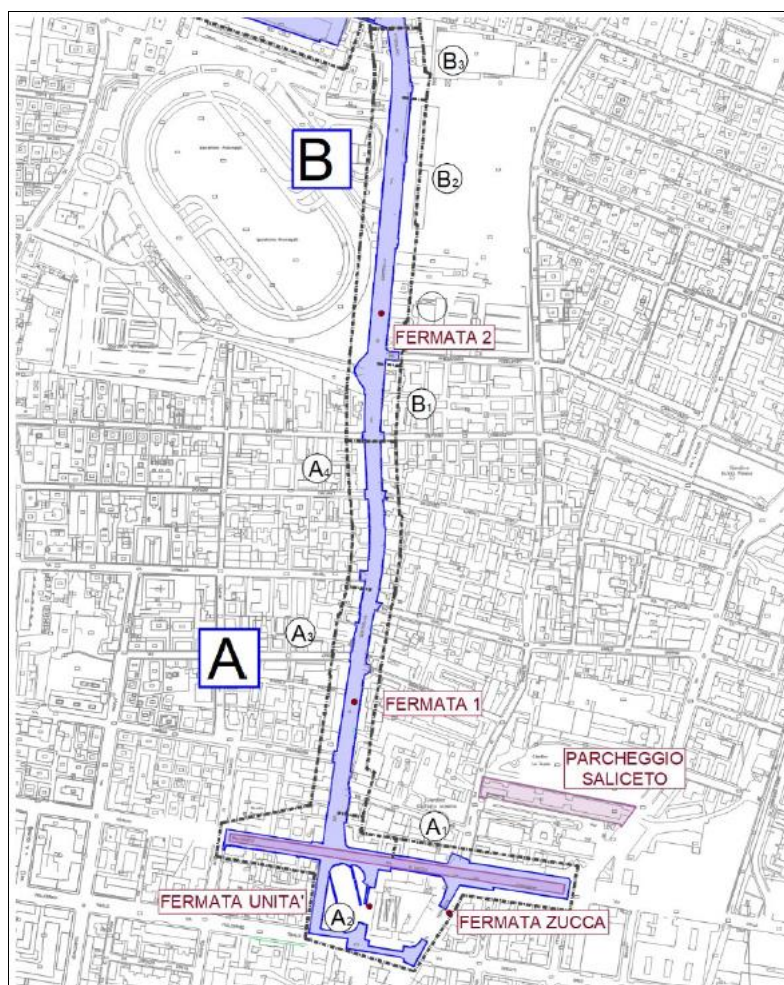


Figura 2-3 – Cantieri A, B

Nel dettaglio il Macrocantiere C è stato suddiviso nei cantieri:

- C1 di circa 278 m;
- C2 di circa 185 m;
- C3 corrispondente al parcheggio di via Bassanelli.

Il Macrocantiere D è stato suddiviso nei cantieri:

- D1 di circa 591 m;
- D2 di circa 395 m;
- D3 corrispondente all'area della nuova sottostazione elettrica di via Stendhal.

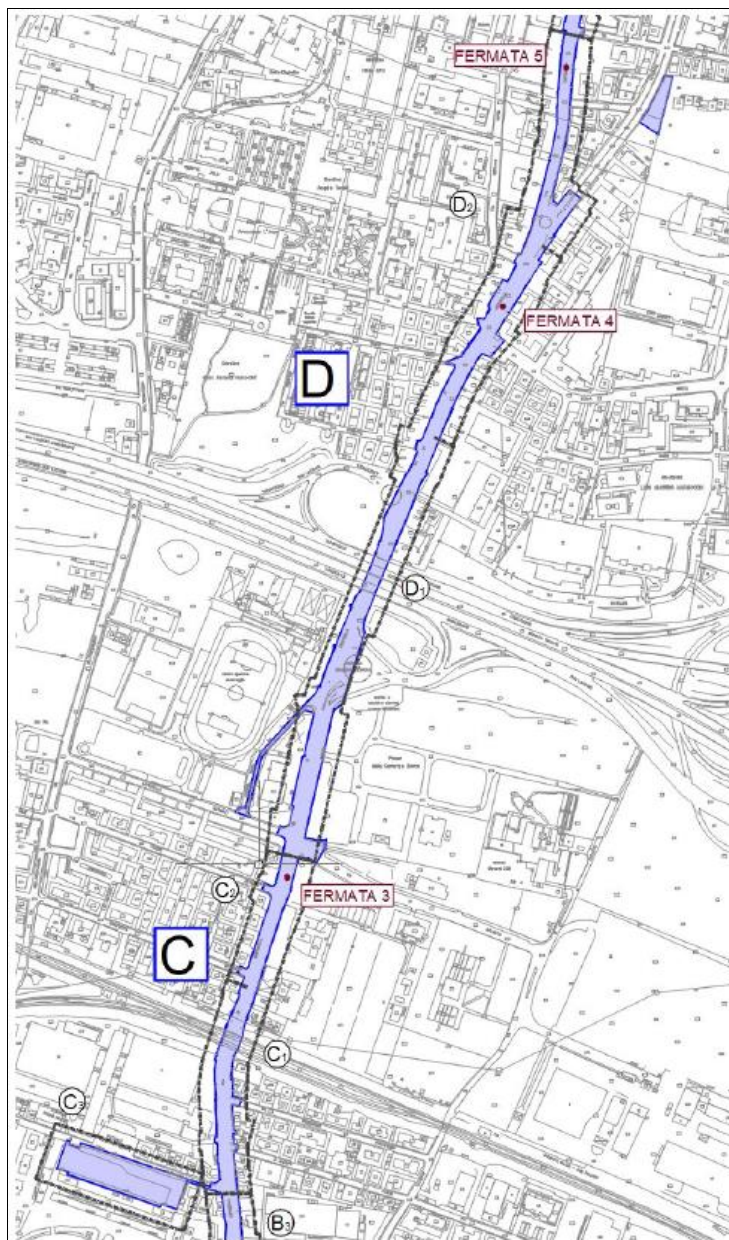


Figura 2-4 – Cantieri C, D

Nel dettaglio il Macrocantiere E è stato suddiviso nei cantieri:

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

Il Macrocantiere F è stato suddiviso nei cantieri:

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

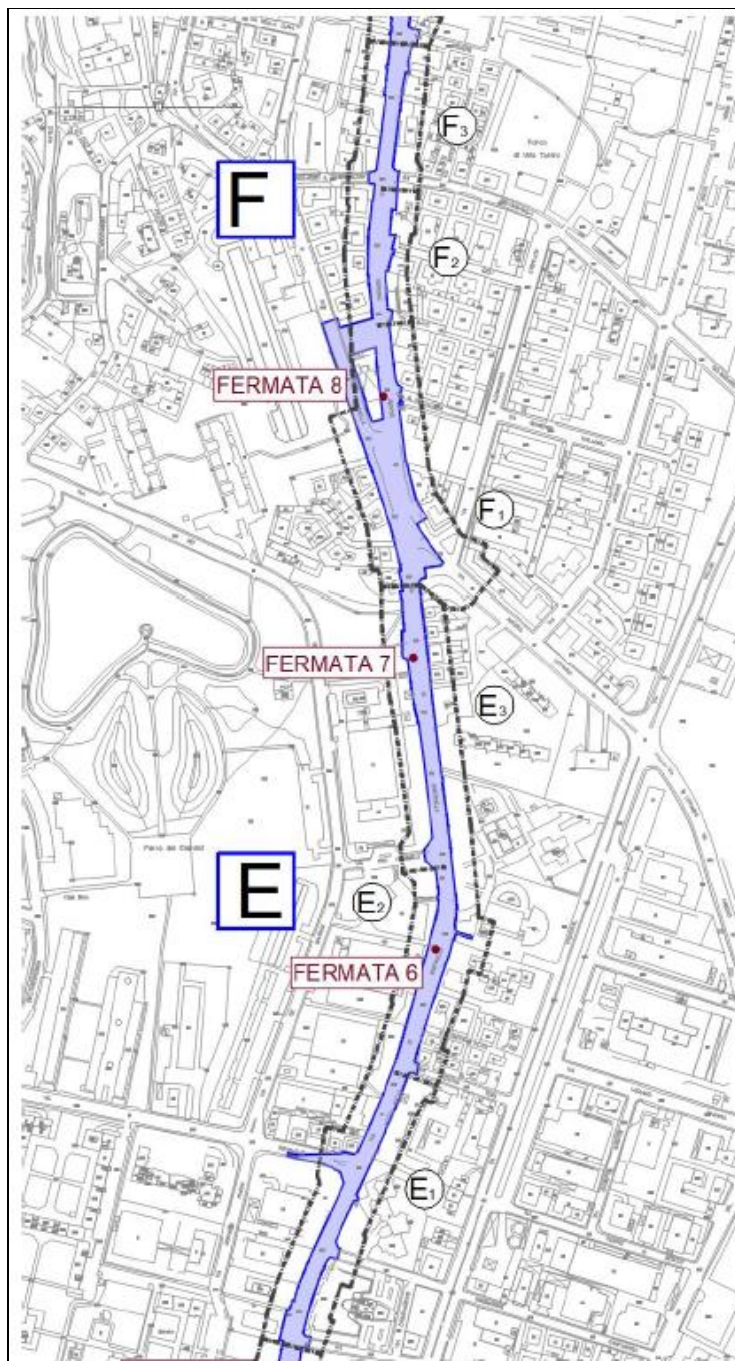


Figura 2-5 – Cantieri E, F

Nel dettaglio il Macrocantiere

G è stato suddiviso nei cantieri:

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

Il Macrocantiere H è stato suddiviso nei cantieri:

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

Il Macrocantiere I è stato suddiviso nei cantieri:

- I1 di circa 240 m;

Il Macrocantiere L corrisponde all'area del nuovo deposito secondario e del parcheggio di interscambio.

Il Macrocantiere M è stato suddiviso nei cantieri:

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

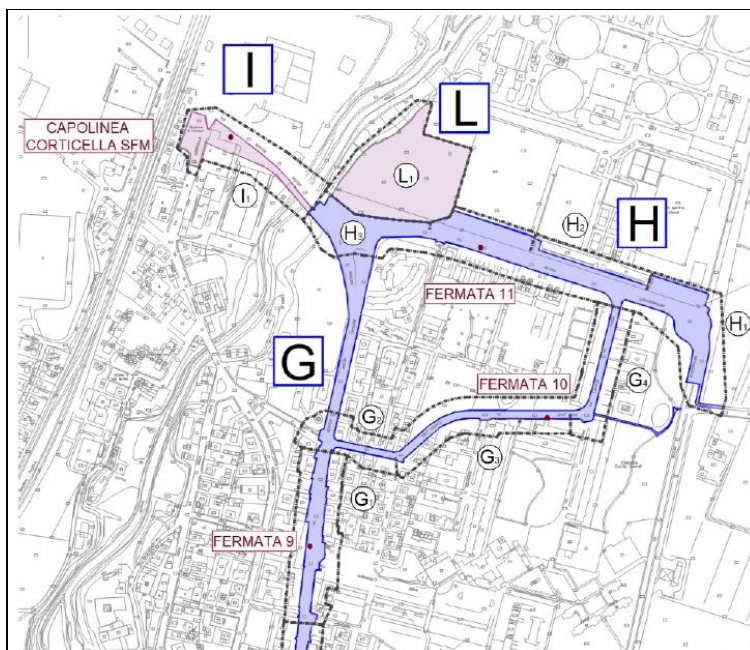


Figura 2-6 – Cantieri G, H, I, L

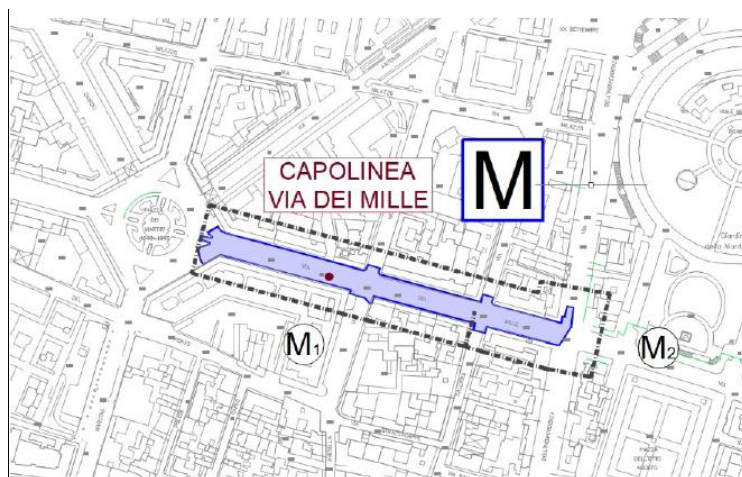


Figura 2-7 – Cantiere M

2.2.4 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

Per il caso di cantiere tipologico con sede tranviaria centrale è stato analizzato il caso del cantiere di via Corticella.

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 2-8 – 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 2-9 – Tipologico cantiere con sede centrale Fase 2

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



Figura 2-10 – 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.

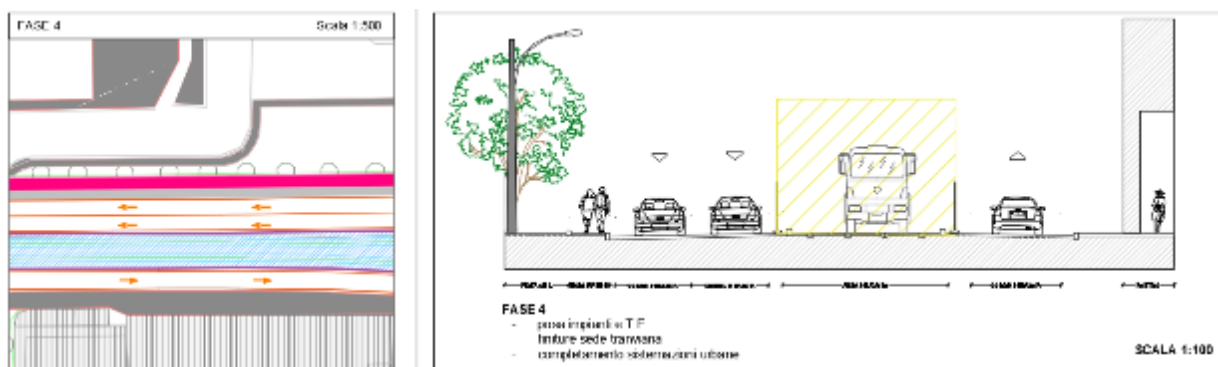


Figura 2-11 – Tipologico cantiere con sede centrale Fase 4

Tipologico con sede tranviaria centrale

Per il caso di cantiere tipologico con sede tranviaria laterale è stato analizzato il caso del cantiere in via di Corticella.

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.

Nella “Fase 1” si prevede un cantiere laterale lato binario destro dove si procederà per lo più allo spostamento della prima parte dei sottoservizi interferenti con la futura linea tranviaria ed al

riallineamento delle sistemazioni urbanistiche su tale lato. Durante tale fase verrà eliminata l'attuale corsia preferenziale in direzione sud e verranno mantenute due corsie (una per senso di marcia).

Nella "Fase 2" si prevede un ribaltamento del cantiere lato binario sinistro dove si procederà per lo più allo spostamento della prima parte dei sottoservizi interferenti con la futura linea tranviaria su tale lato ed al riallineamento delle sistemazioni urbanistiche. Durante tale verranno mantenute due corsie (una per senso di marcia).

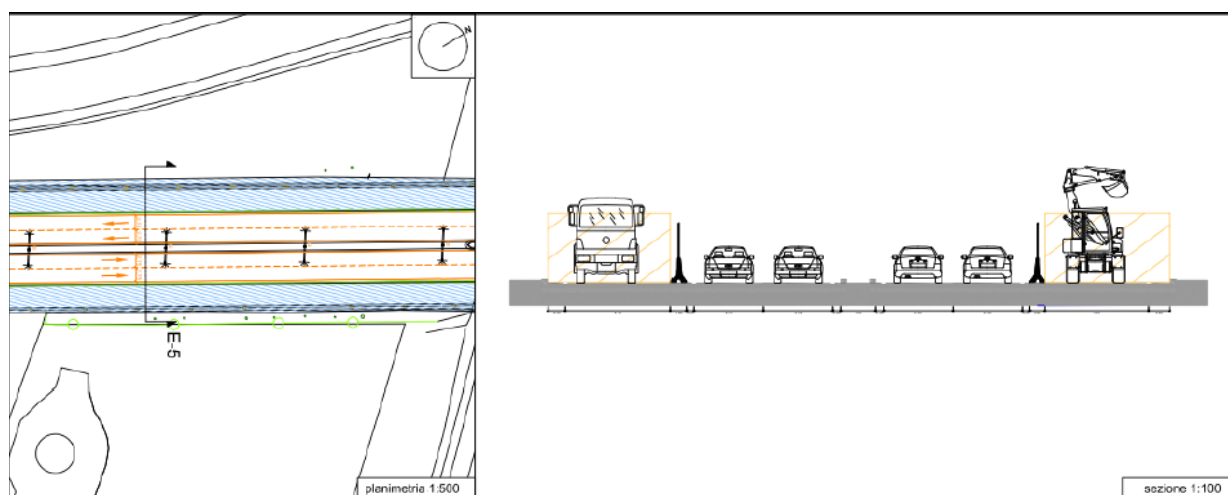


Figura 2-12 – Tipologico cantiere con sede centrale Fasi 1 e 2

Nella "Fase 3" si prevede l'allestimento del cantiere in corrispondenza della futura sede tramviaria per la realizzazione dell'armamento e delle finiture. Durante tale fase la viabilità acquisirà l'assetto finale con una corsia per senso di marcia ai lati della sede tramviaria.

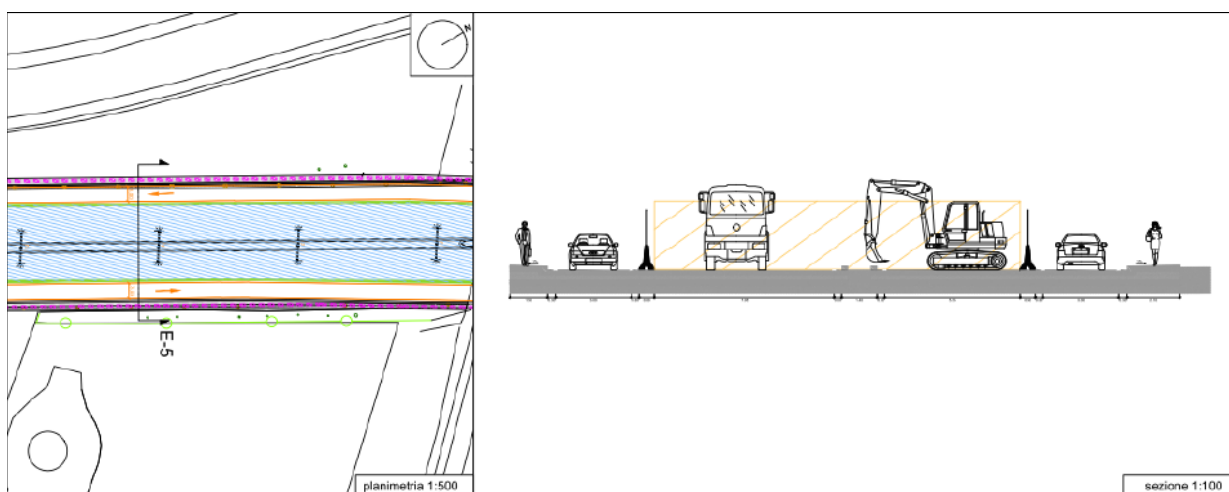


Figura 2-13 – Tipologico cantiere con sede centrale Fase 3

Durante la fase 4, infine, il cantiere subirà un restringimento fino al limite della sede tramviaria e sarà dedicato al completamento delle finiture di sede la posa degli impianti e della trazione Elettrica. La viabilità verrà mantenuta come nella fase precedente.

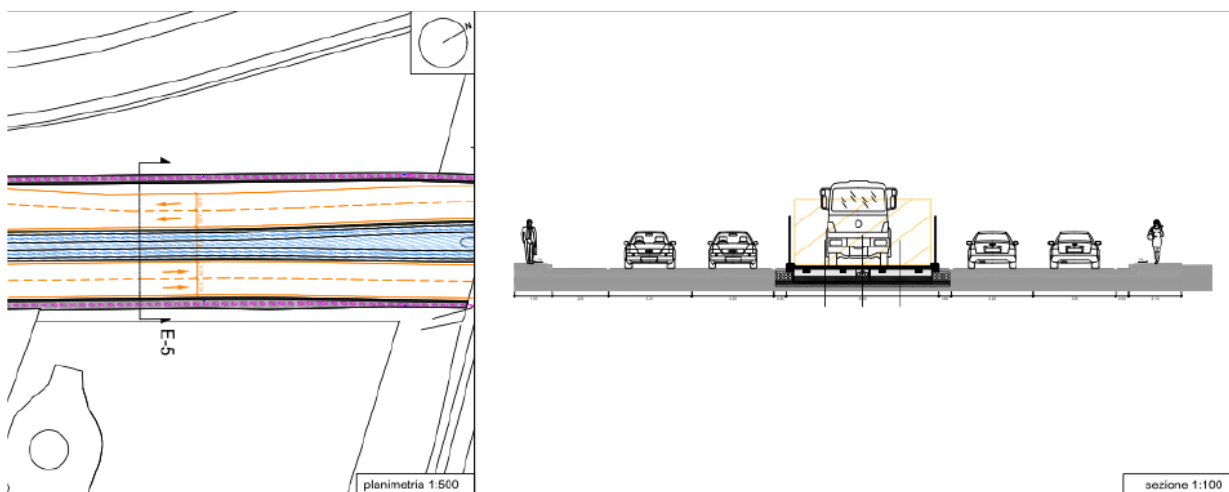


Figura 2-14 – Tipologico cantiere con sede centrale Fase 4

Tipologico cantiere sede tranviaria laterale

Per il caso di cantiere tipologico con sede tranviaria laterale è stato analizzato il caso del cantiere in via Bentini.

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.

Nella "Fase 1" si prevede un cantiere laterale lato binario destro dove si procederà per lo più allo spostamento della prima parte dei sottoservizi interferenti con la futura linea tranviaria ed al riallineamento delle sistemazioni urbanistiche su tale lato. Durante tale fase verrà mantenuta la percorrenza sulla corsia in direzione sud (centro città).

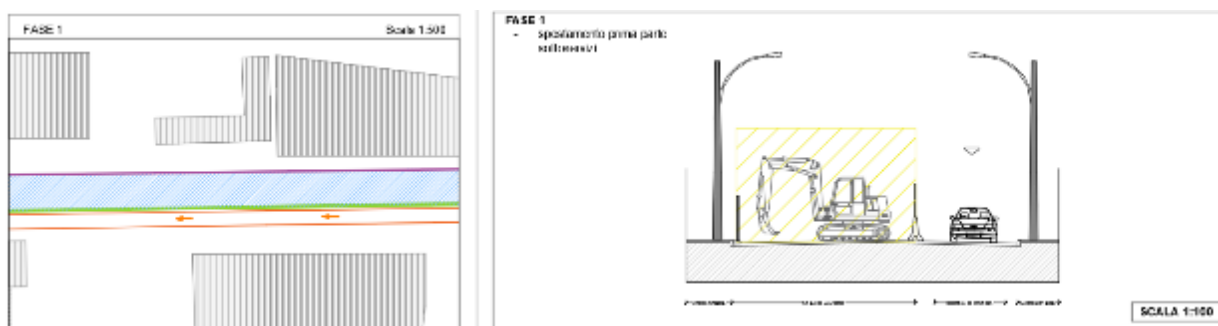


Figura 2-15 – Tipologico cantiere con sede laterale Fase 1

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. Durante tale fase verrà mantenuta la percorrenza sulla corsia in direzione sud (centro città).

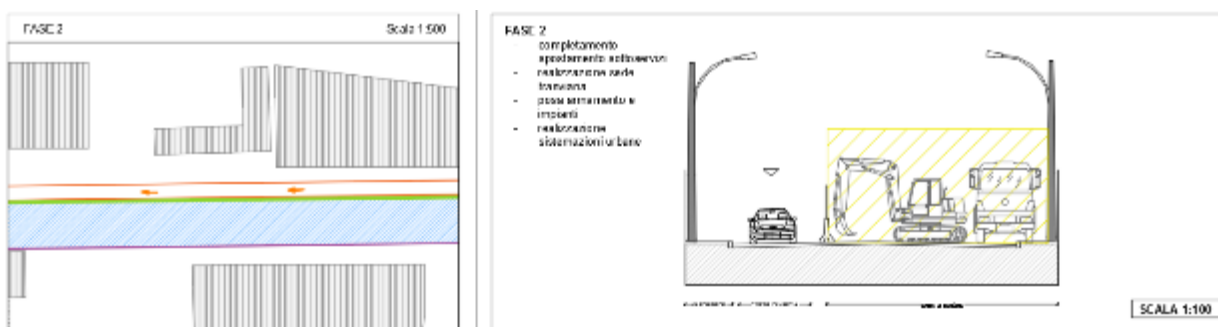


Figura 2-16 – Tipologico cantiere con sede laterale Fase 2

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. Durante tale fase verrà mantenuta la percorrenza sulla corsia in direzione sud (centro città).

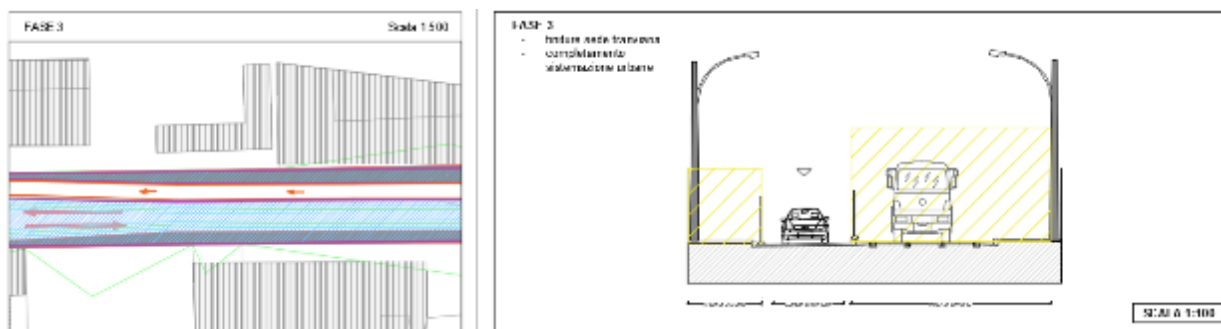


Figura 2-17 – Tipologico cantiere con sede Fase 3

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 viale Shakespeare- via Bentini 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.

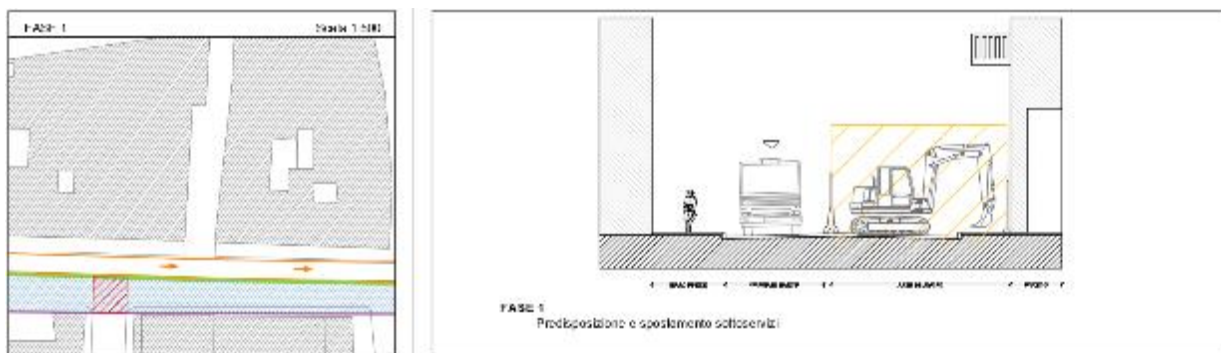


Figura 2-18 – Tipologico cantiere con sede promiscua Fase 1

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.

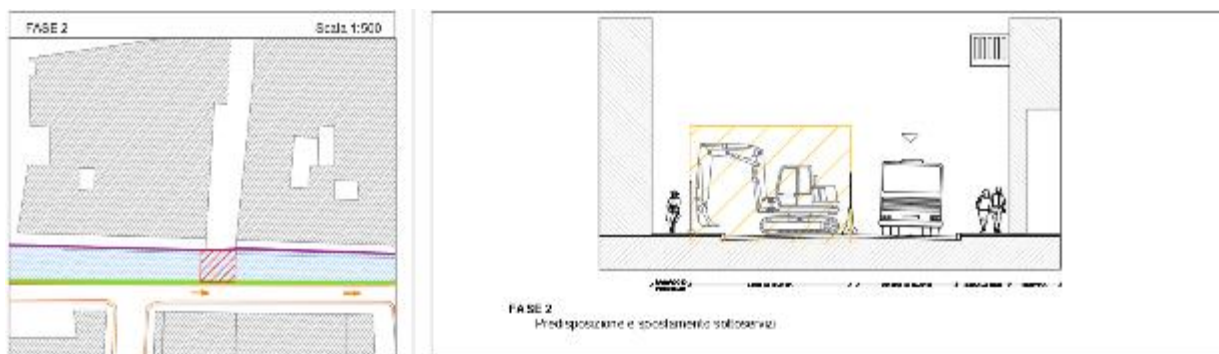


Figura 2-19 – Tipologico cantiere con sede promiscua Fase 2

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.

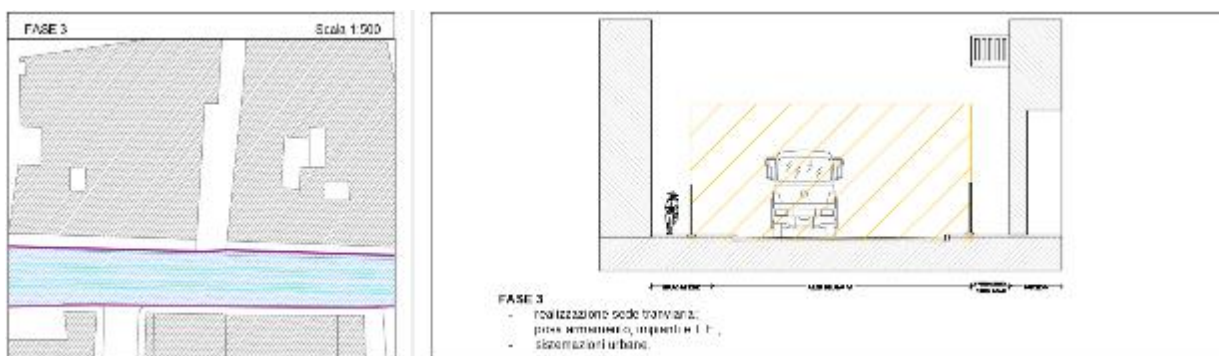


Figura 2-20 – Tipologico cantiere con sede promiscua Fase 3

2.2.5 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.

Tali aree sono state individuate presso l’area di cantiere del futuro Deposito- Rimessaggio cantiere e presso il cantiere L futuro capolinea.

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 provvisorie 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.

3. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

3.1 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 riceettore prossimo ai fronti di avanzamento delle lavorazioni;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema riceettore prossimo ai macrocantieri e microcantieri;
- le caratteristiche di sensibilità del sistema riceettore 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.

3.2 ATMOSFERA

3.2.1 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.

3.2.2 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".

3.2.3 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 ricettori 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 ²
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 3.9).

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.

3.2.4 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 μm ;
- fini le particelle con diametro inferiore a 2,5 μm .

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 μm .

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 μm . 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 PM_{2.5}. La concentrazione del PM_{2.5} 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, PM_{2.5} e PTS 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 - NO₂ - NO_x 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 NO₂ 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 NO₂ 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 - NO₂ - NO_x 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_x.

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 ³	Massimo 35
	Anno civile	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m ³	
PM2.5	Anno civile	Valore Limite annuale per la protezione della salute umana	25 µg/m ³	-
NO ₂	1 ora	Valore limite orario per la protezione della salute umana	200 µg/m ³	Massimo 18
	Anno civile	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m ³	-
Benzene	Anno civile	Valore limite su base annua	5 µg/m ³	-
Toluene	-	-	-	-
Xileni	-	-	-	-
Monossido di carbonio	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	-	10 mg/ m ³	

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"> • AO/PO: Misura delle polveri PM10, PM2,5 e dei parametri Benzene, Toluene e Xileni, biossido di azoto, monossido di carbonio per 1 mese; • CO: Misura delle polveri PTS e PM10 per 1 mese 	1 volta in AO/PO Semestrale in CO
AO/CO/PO	AT2	<ul style="list-style-type: none"> • AO: Misura delle polveri PM10, PM2,5 e dei parametri Benzene, Toluene e Xileni, biossido di azoto, monossido di carbonio per 1 mese; • CO: Misura delle polveri PTS e PM10 per 14gg e/o in continuo 	1 volta in AO Semestrale in e/o in continuo CO Semestrale in PO

Fase	Codice	Descrizione	Frequenza
		<ul style="list-style-type: none"> PO: Misura delle polveri, PM10, PM2,5 e dei parametri Benzene, Toluene e Xileni, biossido di azoto, monossido di carbonio per 1 mese. 	
AO/CO/PO	AT3	<ul style="list-style-type: none"> AO/PO: Misura delle polveri PM10, PM2,5 e dei parametri Benzene, Toluene e Xileni, biossido di azoto, monossido di carbonio per 14 giorni; CO: Misura delle polveri PTS e PM10 per 14 gg e/o in continuo 	1 volta in AO/PO Semestrale e/o in continuo 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 – Area Capolinea Corticella

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 3.2.3.

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
PM10	Un giorno	Valore limite sulle 24 ore per la protezione della salute umana	50 µg/m³	Massimo 35
	Anno civile	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m³	
PM2.5	Anno civile	Valore Limite annuale per la protezione della salute umana	25 µg/m³	-
NO ₂	1 ora	Valore limite orario per la protezione della salute umana	200 µg/m³	Massimo 18
	Anno civile	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m³	-
Benzene	Anno civile	Valore limite su base annua	5 µg/m³	-
Toluene	-	-	-	-

Parametro	Periodo di mediazione	Descrizione	Valore limite	Superamenti in un anno
Xileni	-	-	-	-
Monossido di carbonio	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	-	10 mg/ m ³	

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. 3.9).

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 3.2.3, 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 di via Ferrarese/via Mazza/via Bolognese.

In particolare i punti ubicati in quest'ultima area (ATM02 e ATM02bis) potranno essere utilizzati 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 queste stazioni, 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 eseguiti monitoraggi come segue:
 - a. misure con cadenza semestrale per la caratterizzazione delle attività di cantiere, ciascuna della durata di 14 giorni presso il punto ATM01. 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;
 - b. misure in continuo per tutta la durata del cantiere presso i punti ATM02 e ATM02bis. Tale fase avrà inizio con l'avvio dello specifico cantiere/lotto e 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 presso i punti ATM01 e ATM02. 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'area di cantiere e sarà effettuata secondo i criteri esposti al paragrafo 3.2.3.

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 presso il punto ATM03;
2. in fase di CO saranno eseguiti monitoraggi come segue:
 - a. misure con cadenza semestrale per la caratterizzazione delle attività di cantiere, ciascuna della durata di 14 giorni presso il punto ATM03. 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;

- b. misure in continuo per tutta la durata del cantiere presso i punti ATM03bis e ATM05. Tale fase avrà inizio con l'avvio dello specifico cantiere/lotto e 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 prossimali il recettore da indagare.

3.2.5 UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Le misure di ante, corso e post operam saranno svolte in corrispondenza dei punti di monitoraggio localizzati nelle Tavole in allegato 1 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 PO, in continuo in CO (parametri PM10 e PTS)	686667.86 m E 4931613.83 m N
ATM02bis	Via Ferrarese incrocio Via Raimondi	AT2: in continuo in CO (parametri PM10 e PTS)	686738.64 m E 4931369.85 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
ATM03bis	Sottoattraversamento lungo via Corticella in corrispondenza svincolo con Tangenziale lato nord	AT3: in continuo in CO (parametri PM10 e PTS)	686879.73 m E 4933471.48 m N
ATM04	Area capolinea Corticella	AT1: 1 volta in AO/PO, semestrale in CO	687293.74 m E 4935674.43 m N

Codice	Ubicazione	Metodica di monitoraggio	Coordinate
ATM05	via di Corticella presso ponte FFSS lato sud	AT3: in continuo in CO (parametri PM10 e PTS)	686621.36 m E 4932589.05 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.

3.2.6 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 02);
- 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.

3.3 RUMORE

3.3.1 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.

3.3.2 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 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.

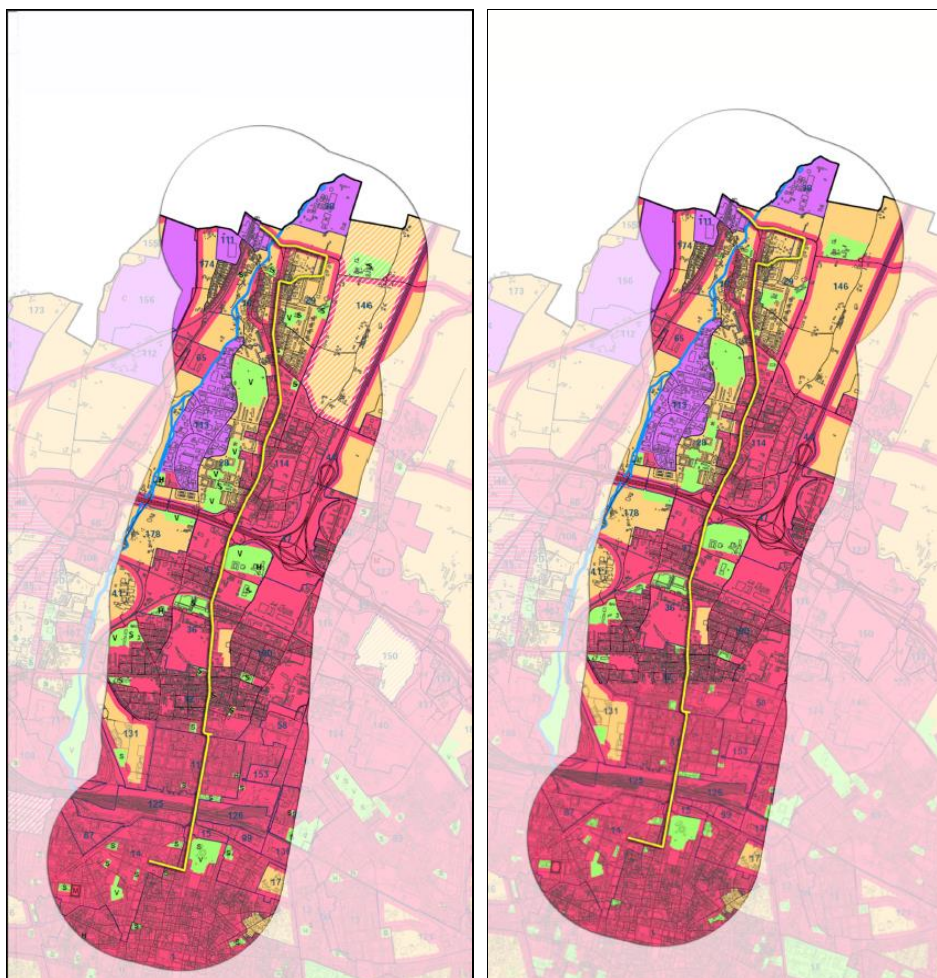


Figura 3-1 - Classificazione acustica - stato di fatto (sin) e Classificazione acustica - stato di progetto (dx)

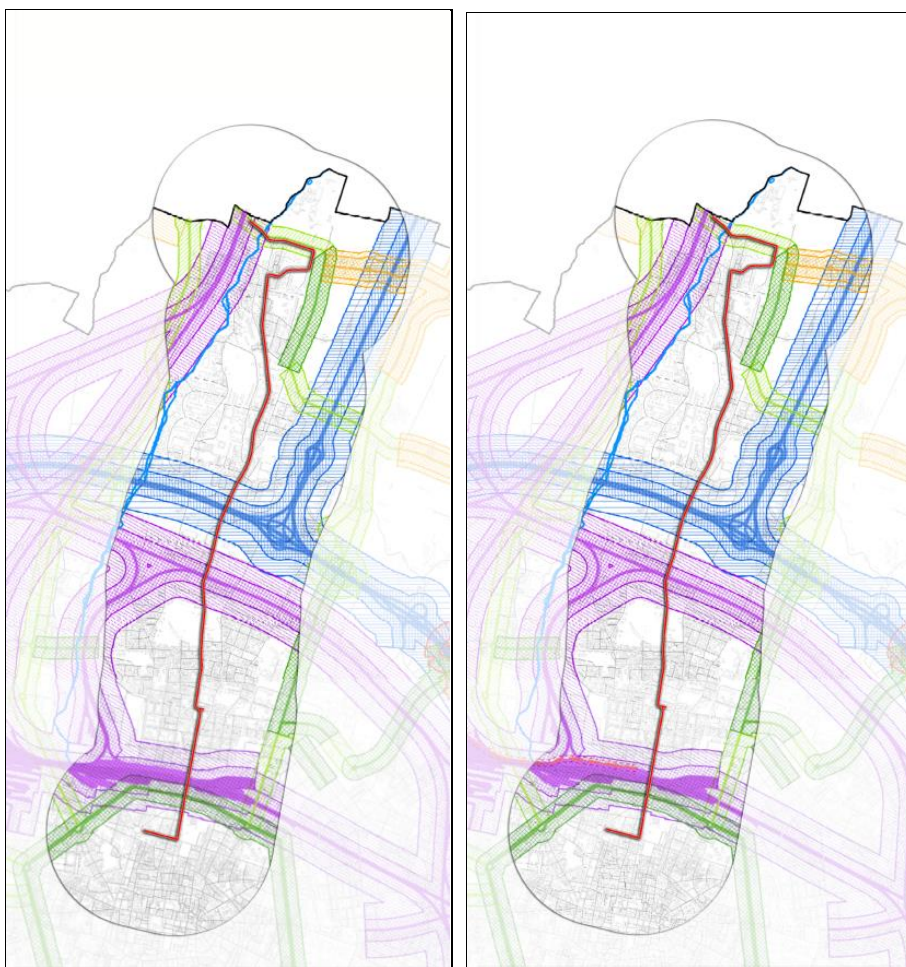


Figura 3-2 - Classificazione acustica fasce di pertinenza infrastrutturali – stato di fatto (sin) e Classificazione acustica fasce di pertinenza infrastrutturali – stato di progetto (dx)

3.3.3 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 3-3 – 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.

3.3.4 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. 3.9).

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. 3.9).

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, sottopasso della tangenziale, ecc.).

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;

3.3.5 UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Le misure di ante, corso e post operam saranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle Tavole in allegato 1 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	Edificio uso abitativo – Via Bentini, 95 – Bologna (BO)	RU2: misure di 7 gg in AO/PO	687293.74 m E 4935674.43 m N
RUMXX	Da definire in CO	RU5: 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.

3.3.6 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 03).

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 LAq;
- valori dei livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L99;
- LAeq diurno e LAeq notturno;
- giorno della settimana.

3.4 VIBRAZIONI

3.4.1 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.

3.4.2 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".

3.4.3 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.

3.4.4 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, sottopasso della tangenziale);
- 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.

3.4.5 UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Le misure di ante, corso e post operam saranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle Tavole in allegato 1 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/abitativo - Via di Corticella, 121 - 40128 Bologna (BO)	VI1: misure di 24 ore in CO	686706.33 m E 4932709.93 m N
VIB07	Edificio uso commerciale/abitativo - Via di Corticella, 185 - 40128 Bologna (BO)	VI1: misure di 24 ore in CO VI3: misure di 24 ore in AO/PO	687055.55 m E 4933768.46 m N
VIB08	Edificio uso abitativo - Via di Corticella, 217 - 40128 Bologna (BO)	VI1: misure di 24 ore in CO	687274.01 m E 4934432.42 m N
VIB09	Edificio uso commerciale/abitativo - Via Genzio Bentini, 59 - Bologna (BO)	VI3: 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)	VI3: 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	VI1: misure di 24 ore in CO	687548.94 m E 4935885.11 m N
VIBXX	In funzione dell'andamento del cantiere	VI2: 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.

3.4.6 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.

3.5 ACQUE SUPERFICIALI

3.5.1 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.

3.5.2 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".

3.5.3 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 ca. 120 m a ovest del capolinea nord di Corticella.

Sono inoltre previsti punti di monitoraggio a monte e valle dello scarico delle acque del capolinea Nord.

3.5.4 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 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).

3.5.5 UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Le misure di ante, corso e post operam saranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle Tavole in allegato 1 ed elencati nella tabella che segue:

Codice	Ubicazione	Metodica di monitoraggio	Coordinate
SUP01	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	687299.83 m E 4936050.62 m N
SUP02	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	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 valle punto scarico acque Capolinea Nord Corticella	SU1: 1 misura in ante e post operam	Da ubicare in funzione della posizione dello scarico

Come richiesto dagli Enti nella Determina di verifica di assoggettabilità a VIA (Screening) n. 6531 del 27/03/2023, in fase di Progettazione Esecutiva si provvederà a valutare ed eventualmente riformulare la proposta dei punti individuati, in considerazione delle lavorazioni da svolgersi nei macrocantieri presenti nella zona del canale Navile, della portata del canale stesso a monte e a valle del depuratore di Bologna, nonché dello scarico (portata e qualità) del depuratore stesso.

3.5.6 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 04).

3.6 ACQUE SOTTERRANEE

3.6.1 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.

3.6.2 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).

3.6.3 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.

3.6.4 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.

3.6.5 UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Le misure di ante, corso e post operam saranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle Tavole in allegato 1 ed elencati nella tabella che segue:

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

Codice	Ubicazione	Metodica di monitoraggio	Coordinate
SOT09	Via di Corticella	SO2: Analisi chimico-fisiche in situ in CO	686749.80 m E 4932919.15 m N
		SO3: Misure piezometriche	
		SO1: Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	
SOT10	Via di Corticella nei pressi del Centro Sportivo Arcoveggio	SO2: Analisi chimico-fisiche in situ in CO	686827.02 m E 4933350.49 m N
		SO3: Misure piezometriche	
		SO1: Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	
SOT11	Via di Corticella nei pressi del Centro Sportivo Arcoveggio	SO2: Analisi chimico-fisiche in situ in CO	686850.15 m E 4933392.63 m N
		SO3: Misure piezometriche	
		SO1: Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	
SOT12	Via di Corticella	SO2: Analisi chimico-fisiche in situ in CO	686932.13 m E 4933522.84 m N
		SO3: Misure piezometriche	
		SO1: Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	
SOT13	Via G. Giusti	SO2: Analisi chimico-fisiche in situ in CO	686932.24 m E 4933621.23 m N
		SO3: Misure piezometriche	
		SO1: Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	
SOT14	Via N. Corazza	SO2: Analisi chimico-fisiche in situ in CO	686996.16 m E 4933455.98 m N
		SO3: Misure piezometriche	
		SO1: Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	
SOT15	Via di Corticella Parco Caserme Rosse	SO2: Analisi chimico-fisiche in situ in CO	686852.85 m E 4933268.19 m N
		SO3: Misure piezometriche	
		SO1: Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	
SOT16	Area capolinea Corticella	SO1: Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	687343.72 m E 4935757.920 m N

Codice	Ubicazione	Metodica di monitoraggio	Coordinate
		SO2: Analisi chimico-fisiche in situ in CO	
SOT17	Area capolinea Corticella	SO1: Analisi chimico-fisiche in situ e chimici in laboratorio in AO/PO	687339.934 m E 4935861.424 m N
		SO2: Analisi chimico-fisiche in situ in CO	

Nella precedente fase progettuale di PFTE 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 definita in concerto con l'autorità ambientale competente ARPAE.

Come richiesto dagli Enti nella Determina di verifica di assoggettabilità a VIA (Screening) n. 6531 del 27/03/2023, in fase di Progettazione Esecutiva in merito al monitoraggio delle acque sotterranee si procederà come segue:

- per il sottopasso stradale via Ferrarese-Via Mazza, si valuterà la proposta di ulteriori punti di misura, per le fasi di ante-operam, corso d'opera e post-operam, con modalità e periodicità da concordare con il Comune di Bologna - U.I. Suolo e Sistema delle acque. Inoltre alle fasi di ante-operam, corso d'opera e post-operam, sarà effettuata una campagna d'indagine qualitativa sulla falda SUP3, che preveda almeno 2 punti di prelievo (monte e valle idrogeologico), con modalità e periodicità da concordare con ARPAE APAM;
- per il sottopasso tramviario "Passante", la proposta presentata per tale opera dovrà essere condivisa e concordata con il Comune di Bologna - Suolo e Sistema delle acque.

3.6.6 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.

3.6.7 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 05).

3.7 VEGETAZIONE

3.7.1 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.

3.7.2 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.

3.7.3 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.

3.7.4 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
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 e 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".*

3.7.5 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 nelle Tavole allegate (Allegato 1) 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	Capolinea -Area verde - via Shakespeare	VE1: n. 1 in AO/PO, annuale in CO	687308.11 m E; 4935840.16 m N
--	Tutta la linea	VE2: in continuo in corso d'opera	--

3.7.6 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.

3.7.7 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.

3.8 SUOLO

3.8.1 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.

3.8.2 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”.

3.8.3 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

3.8.4 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.

3.8.5 UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Le misure di ante, corso e post operam saranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle Tavole in allegato 1 ed elencati nella tabella che segue:

Codice	Ubicazione	Metodica di monitoraggio	Coordinate
SU001	Area via Bentini	SL1: 1 misurazione in ante e post operam	687332.20 m E 4935903.07 m N
SU002	Area verde Corticella via Bentini	SL1: 1 misurazione in ante e post operam	687194.21 m E; 4935619.30 m N
SU003	Area capolinea Corticella via Shakespeare	SL1: 1 misurazione in ante e post operam	687230.99 m E; 4935793.68 m N
SU004	Area capolinea Corticella via Shakespeare	SL1: 1 misurazione in ante e post operam	687321.81 m E, 4935866.90 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.

In particolare, infatti, come richiesto dagli Enti nella Determina di verifica di assoggettabilità a VIA (Screening) n. 6531 del 27/03/2023, in fase di Progettazione Esecutiva, il monitoraggio dovrà essere esteso a tutte 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.

3.8.6 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.

3.8.7 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.

3.9 MOBILITÀ E TRAFFICO

3.9.1 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.

3.9.2 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.

3.9.3 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.

3.9.4 METODICHE

La metodica di monitoraggio ha come finalità quella di fornire informazioni relativamente alle variazioni introdotte nell'ambito di elementi della viabilità cittadina a seguito dell'introduzione della nuova linea tranviaria e che possono essere interessati da variazione/aggravio del traffico veicolare.

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.

Come richiesto dagli Enti nella Determina di verifica di assoggettabilità a VIA (Screening) n. 6531 del 27/03/2023, in fase di Progettazione Esecutiva si provvederà a valutare la possibilità di estendere il monitoraggio all'intero quadrante nord, considerando sia il traffico privato che l'utilizzo del trasporto pubblico, in termini assoluti e differenziali. Sarà predisposto, pertanto, un Piano di monitoraggio da condurre ad un anno dall'avviamento della Linea Verde del Tram e di durata almeno biennale, sui flussi di automobili, nonché sull'utilizzo del tram e degli altri mezzi pubblici nell'intero quadrante nord. Tale piano conterrà anche la verifica di attuazione, e una valutazione di efficacia, degli interventi di moderazione del traffico previsti per il contenimento del traffico privato. Lo stesso piano potrà essere anche inserito nel più ampio monitoraggio del PUMS.

3.9.5 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	Incrocio via Franceschini - via della Liberazione	MT1: Conteggio veicoli	686818.98 m E 4931366.38 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.

Come indicato al paragrafo precedente, la metodica di monitoraggio ha la finalità di fornire informazioni relativamente alle variazioni introdotte nell'ambito di elementi della viabilità cittadina a seguito dell'introduzione della nuova linea tranviaria e che possono essere interessati da variazione/aggravio del traffico veicolare. In particolare i due punti MOB03 e MOB04 sono stati posizionati a seguito di osservazioni dei flussogrammi per valutare ulteriori viabilità interessate da aumenti del traffico.

Qualora nelle successive fasi progettuali emergessero situazioni differenti si potrà valutare di concerto con gli Enti preposti se eventualmente stralciare e/o riposizionare le postazioni individuate.

Va considerato inoltre che le tempistiche delle fasi di monitoraggio del presente progetto 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.

3.9.6 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.

3.10 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.

4. ALLEGATI

Allegato 01 – Tavole ubicazione punti di monitoraggio ambientale

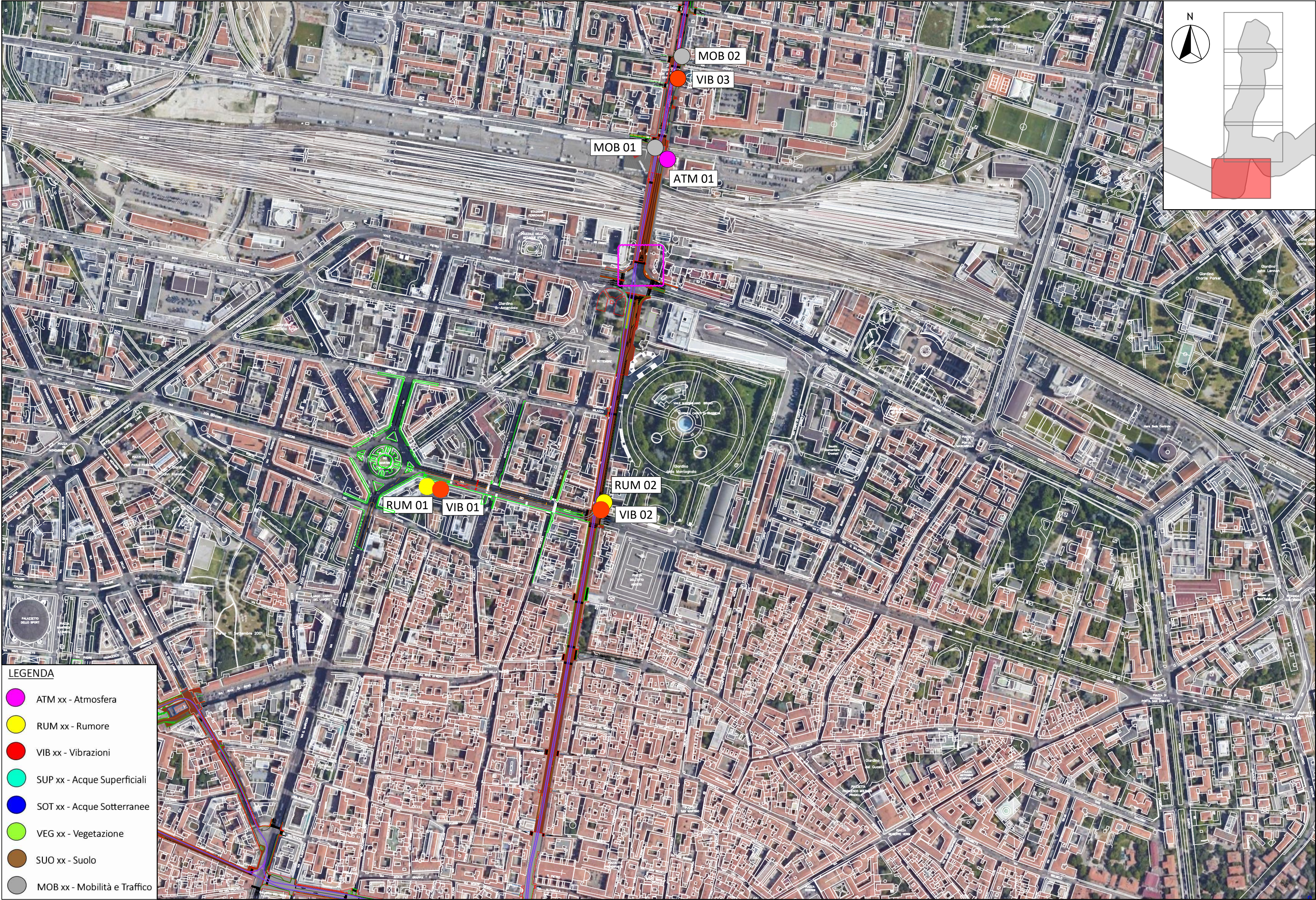
Allegato 02 – Tipologico schede di monitoraggio componente atmosfera

Allegato 03 – Tipologico schede di monitoraggio componente rumore

Allegato 04 – Tipologico schede di monitoraggio componente acque superficiali

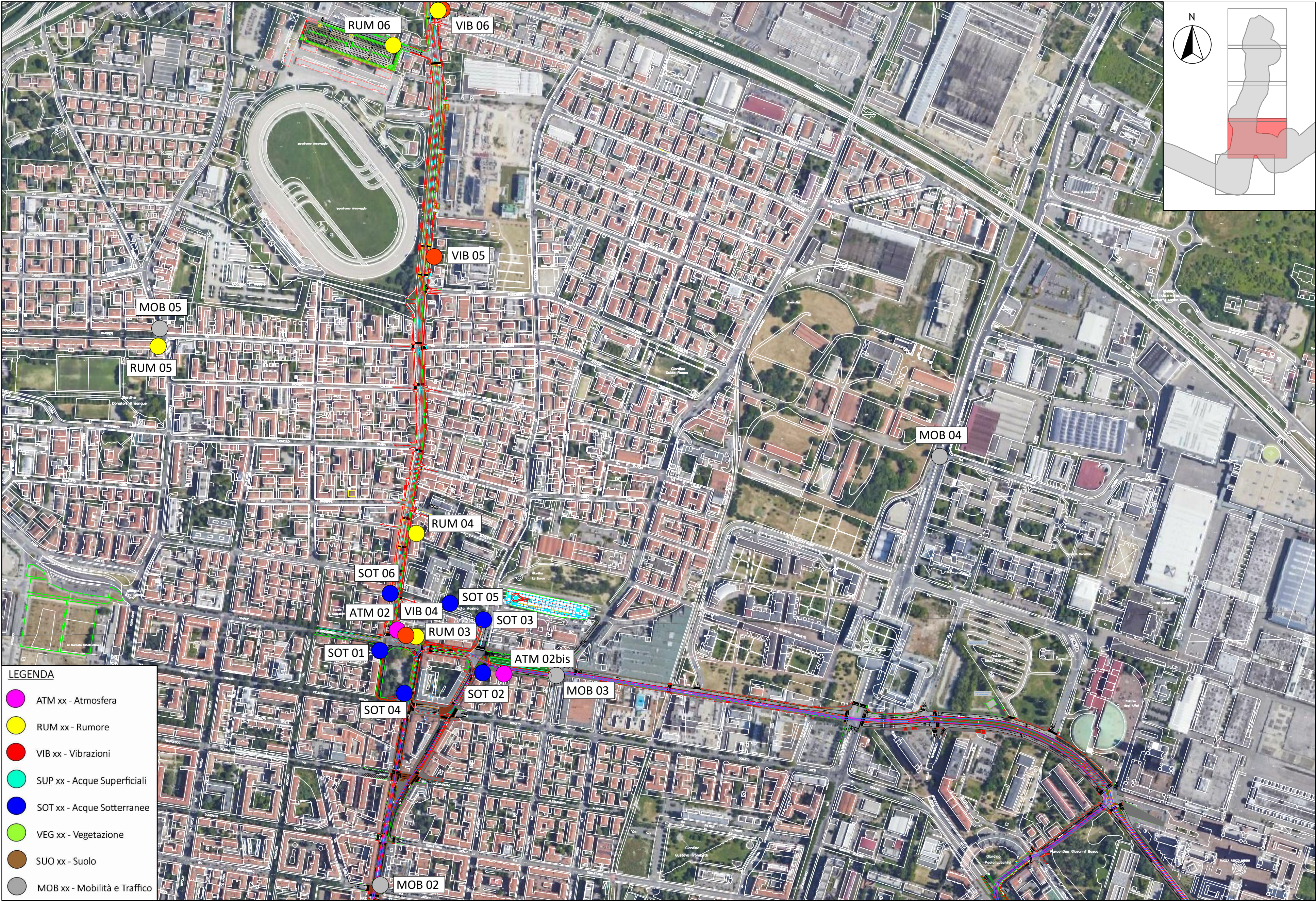
Allegato 05 – Tipologico schede di monitoraggio componente acque sotterranee

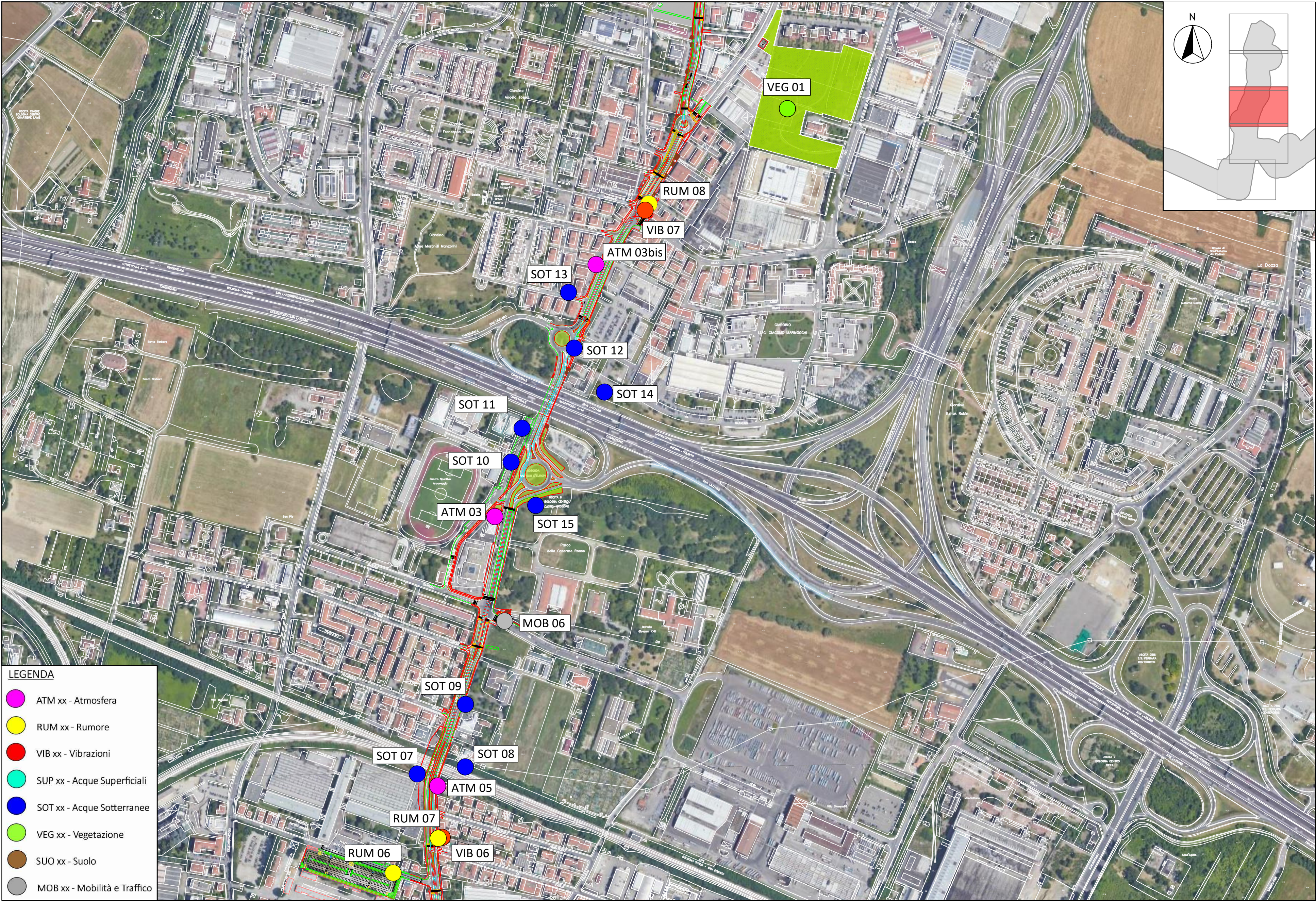
ALLEGATO 1 – TAVOLE UBICAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE



LEGENDA

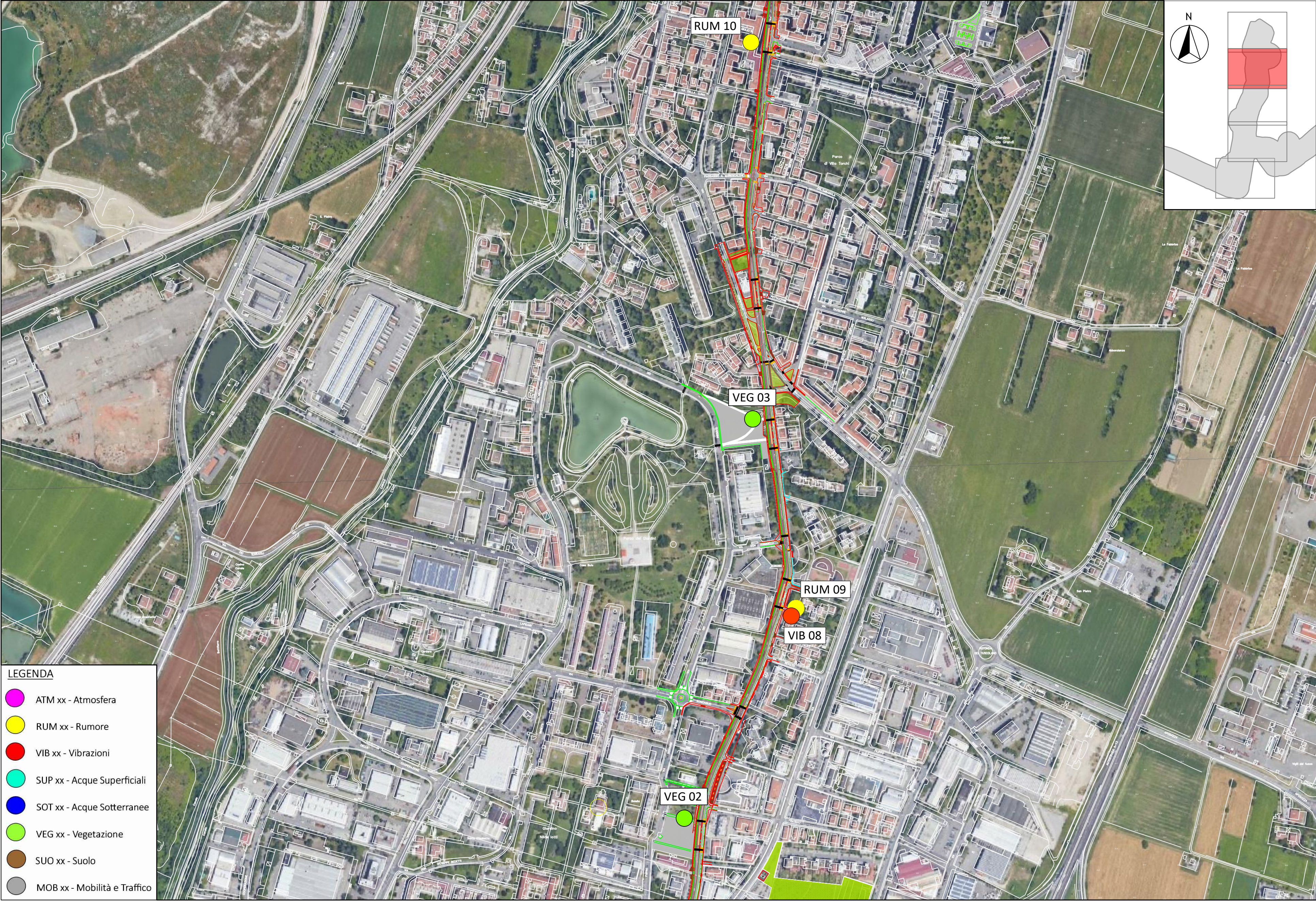
- ATM xx - Atmosfera
- RUM xx - Rumore
- VIB xx - Vibrazioni
- SUP xx - Acque Superficiali
- SOT xx - Acque Sotterranee
- VEG xx - Vegetazione
- SUO xx - Suolo
- MOB xx - Mobilità e Traffico





LEGENDA

- ATM xx - Atmosfera
- RUM xx - Rumore
- VIB xx - Vibrazioni
- SUP xx - Acque Superficiali
- SOT xx - Acque Sotterranee
- VEG xx - Vegetazione
- SUO xx - Suolo
- MOB xx - Mobilità e Traffico





ALLEGATO 02 – TIPOLOGICO SCHEDE DI MONITORAGGIO COMPONENTE ATMOSFERA

**PROGETTO TRAMVIA BOLOGNA
TRATTO NORD LINEA VERDE
SCHEDA RILIEVO ATMOSFERA**

Punto di misura: ATMxx

Fase: ☐ AO ☐ CO ☐ PO

Parametro: ☐ PTS ☐ PM10 ☐ PM2.5 ☐ biossido di azoto, CO, benzene,
toluene, xileni

Ubicazione del punto di misura:	Indirizzo	
	Comune	
Coordinate del punto di misura:	X m E	
	Y m N	
Data dei rilievi di campo:		
Note:		
Stralcio ubicazione del punto di misura:		

Report fotografico della misurazione:

--	--

CONCENTRAZIONI DI ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Data	gg settimanali	Ore prelievo	Numero filtro	Concentrazione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

DATI METEOROLOGICI

Data	giorno settimanale	Temperatura media (°C)	Umidità (%)	Direzione vento (°N)	Velocità vento (m/s)	Pressione (mm)	Precipitazioni (mm)

ALLEGATO 03 – TIPOLOGICO SCHEDE DI MONITORAGGIO COMPONENTE RUMORE

**PROGETTO TRAMVIA BOLOGNA
TRATTO NORD LINEA VERDE
SCHEDA RILIEVO RUMORE**

Punto di misura: RUMGxx

Fase:

☐ AO

☐ CO

☐ PO

Ubicazione del punto di misura:	Indirizzo	
	Comune	
Coordinate del punto di misura:	X m E	
	Y m N	
Data dei rilievi di campo:		
Note:		
Classe acustica del recettore		
Stralcio ubicazione del punto di misura:		
Ortofoto satellitare	Estratto cartografico zonizzazione acustica comunale	

Report fotografico della misurazione:

--	--

RISULTATI GIORNALIERI IN dB(A) DEI LIVELLI EQUIVALENTI CONTINUI

Codice	Data	Unità di misura	LAeq	L1	L5	L10	L50	L90	L95	LAeq diurno	LAeq notturno	giorno

Confronto con i limiti del D.P.C.M. del 14 novembre 1997

Codice	Data	LAeq (dB) diurno	LAeq (dB) notturno	Limiti zonizz. diurno dB(A)	Limiti zonizz. notturno dB(A)	Esito diurno	Esito notturno	Note *

Confronto con i limiti del D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142

Codice	Data	LAeq (dB) diurno	LAeq (dB) notturno	Limiti. diurno dB(A)	Limiti notturno dB(A)	Esito diurno	Esito notturno	Note *

DATI METEOROLOGICI

Data	giorno settimanale	Temperatura media (°C)	Umidità (%)	Direzione vento (°N)	Velocità vento (m/s)	Pressione (mm)	Precipitazioni (mm)

RISULTATI GIORNALIERI IN dB(A) DEI LIVELLI EQUIVALENTI dalle ore ... del ...

ALLEGATO 04 – TIPOLOGICO SCHEDE DI MONITORAGGIO COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI

**PROGETTO TRAMVIA BOLOGNA
TRATTO NORD LINEA VERDE
SCHEMA RILIEVO ACQUE SUPERFICIALI**

Punto di misura: SUPxx

Fase: ☐ AO ☐ CO ☐ PO

Ubicazione del punto di misura:	Indirizzo	
	Comune	
Coordinate del punto di misura:	X m E	
	Y m N	
Data dei rilievi di campo:		
Ora:		
Condizioni meteorologiche:		
Note:		
Stralcio ubicazione del punto di misura:		
Ortofoto satellitare	Estratto cartografico CTR	

Report fotografico della misurazione:

--	--

DETERMINAZIONI ANALITICHE DI CAMPO

pH (--)	Temperatura ambiente (°C)	Temperatura acqua (°C)	C.E. (µS/cm)	RedOx (mV)	O2 (%)	O2 (mg/l)

ALLEGATO 05 – TIPOLOGICO SCHEDE DI MONITORAGGIO COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE

**PROGETTO TRAMVIA BOLOGNA
TRATTO NORD LINEA VERDE
SCHEDA RILIEVO ACQUE SOTTERRANEE**

Punto di misura: SOTxx

Fase: ☐ AO ☐ CO ☐ PO

Ubicazione del punto di misura:	Indirizzo	
	Comune	
Coordinate del punto di misura:	X m E	
	Y m N	
Data dei rilievi di campo:		
Ora:		
Condizioni meteorologiche:		
Note:		
Stralcio ubicazione del punto di misura:		
Ortofoto satallitare	Estratto cartografico CTR	
Report fotografico della misurazione:		

Sigla del campione:				
Quota prelievo campione:				
Numero campioni e litri:				
Livello statico di Falda (da Testa Tubo o p.c.):	Prima del campionam.		Dopo campionam.	

DETERMINAZIONI ANALITICHE DI CAMPO

Parametro	1°	2°	3°
pH (--)			
Temperatura ambiente (°C)			
Temperatura acqua (°C)			
C.E. (µS/cm)			
RedOx (mV)			
O2 (%)			
O2 (mg/l)			

Note: 1°=Valore iniziale, 2°=Valore momento campionamento, 3°=Valore termine campionamento