

AUTOSTRADA (A14) : BOLOGNA-BARI-TARANTO TRATTO: BOLOGNA BORGO PANIGALE - BOLOGNA SAN LAZZARO

POTENZIAMENTO IN SEDE DEL SISTEMA AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA INTERVENTI DI COMPLETAMENTO DELLA RETE VIARIA DI ADDUZIONE INTERMEDIA DI PIANURA

PROGETTO DEFINITIVO

DOCUMENTAZIONE GENERALE

PARTE GENERALE

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Raffaele Rinaldesi
Ord. Ingg. Macerata N. A1068

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Raffaele Rinaldesi
Ord. Ingg. Macerata N. A1068


IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Andrea Tanzi
Ord. Ingg. Parma N. 1154

T.A. - Execution

CODICE IDENTIFICATIVO

RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				ORDINATORE 00
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	
111443	0000	PD	DG	GEN	00000	00000	R	GEN	0002	-	SCALA -

	ENGINEER COORDINATOR:		SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE	
	Arch. Flavio Camboni Ing. Raffaele Rinaldesi						n.	data
							0	DICEMBRE 2021
REDATTO:				VERIFICATO:				

VISTO DEL COMMITTENTE



IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Fabio Visintin

VISTO DEL CONCEDENTE



Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibile
DIPARTIMENTO PER LA PROGRAMMAZIONE, LE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO A RETE
E I SISTEMI INFORMATIVI

INDICE

1	PREMESSE	5
1.1	Accordo 2016	6
1.1.1	Inquadramento generale dell'intervento	6
1.1.2	L'intermedia di Pianura - Accordo 2016	7
1.2	Atto aggiuntivo all'Accordo del 15/04/2016 per il Potenziamento in sede del sistema autostradale/tangenziale di Bologna	9
1.2.1	L'intermedia di Pianura - Atto Aggiuntivo 2019	11
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	14
2.1	Progetto stradale	14
2.2	Barriere di sicurezza	15
2.3	Geotecnica	16
2.4	Idrologia e idraulica	16
2.4.1	Normativa Nazionale	16
2.4.2	Normativa comunitaria	17
2.4.3	Normativa nazionale	17
2.4.4	Normativa regionale	20
2.4.5	Autorità di bacino	22
2.4.6	Consorzi di bonifica	22
2.5	Strutture	22
2.6	Mitigazioni acustiche	23
2.7	Rifiuti (terre e rocce da scavo)	24
2.8	Opere a verde	24
2.9	Impianti	24
2.10	Segnaletica	25
2.11	Interferenze	25
2.12	Espropri	26
3	GEOLOGIA	27
3.1	introduzione	27
3.2	Indagini geognostiche	27
3.2.1	Indagini bibliografiche pregresse	27
3.2.2	Indagini geognostiche pregresse	28
3.2.3	Indagini geognostiche progetto Intermedia di Pianura (2016)	28
3.2.4	Indagini geognostiche progetto Intermedia di Pianura (2021)	28
3.3	Descrizione del tracciato	29
3.3.1	Descrizione geologica-geomorfologica	29

3.3.2	Descrizione idrogeologica	33
4	SISMICA	35
4.1	Inquadramento sismo-tettonico	35
4.2	Sismicità dell'area	36
4.3	Azioni sismiche di progetto	37
4.3.1	Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento	37
4.3.2	Pericolosità sismica	37
4.3.3	Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche	39
4.3.4	Risultati	43
5	GEOTECNICA	44
5.1	Unità stratigrafiche: caratteristiche geotecniche	44
5.2	Rilevati stradali	45
5.3	Caratteristiche dei piani di posa e bonifiche	45
6	ARCHEOLOGIA	46
6.1	Verifica preventiva dell'interesse archeologico	46
6.1.1	Premessa	46
6.1.2	Sintesi storico-archeologica delle aree oggetto dei lavori	47
6.1.3	Valutazione del potenziale archeologico	48
6.1.4	Conclusioni	50
6.2	PIANO DELLE INDAGINI ARCHEOLOGICHE PREVENTIVE	51
6.2.1	Premessa	51
6.2.2	Indagini archeologiche preventive	52
7	IDROLOGIA E IDRAULICA	56
7.1	Interferenze idrografiche ed interventi di sistemazione idraulica	56
7.2	Interferenze idrografiche principali	56
7.2.1	Fiume Reno	56
7.3	Interferenze idrografiche secondarie	60
7.3.1	Interferenze idrografiche minori	60
7.4	Sistema di drenaggio idraulica di piattaforma	60
7.4.1	Requisiti prestazionali	61
7.4.2	Schema di drenaggio	61
7.5	Struttura del sistema e tipologia delle opere in progetto	63
7.6	Sistema di drenaggio idraulica di piattaforma	63
7.6.1	Sezioni in rilevato	64
7.6.2	Sezioni in presenza di rilevati realizzati alleggeriti su terre armate:	65
7.6.3	Sezioni in viadotto	66

7.7	Dimensionamento dei fossi di laminazione	68
7.7.1	L'allontanamento delle acque dalla sede stradale	69
8	PROGETTO STRADALE	72
8.1	Tratta A	72
8.2	Tratta B	73
8.3	Tratta C	74
8.4	Tratta D1	75
9	OPERA D'ARTE MAGGIORI	78
10	OPERE D'ARTE MINORI	82
10.1	Scatolare ciclopedonale	82
10.2	Manufatti idraulici	85
1.1.1	Tombino scatolare 3.5mx2.5m	86
1.1.2	Scolo Stelloni	88
1.1.3	Tombino scatolare 1.0mx1.0m	90
1.1.4	Tombino scatolare 4.0mx3.0m	91
11	IMPIANTI	93
11.1	Descrizione generale degli impianti e scopo del lavoro	93
11.2	Caratteristiche illuminotecniche	94
11.3	Scelte progettuali	94
11.4	Svincoli in rotatoria	94
11.5	Illuminazione delle intersezioni	94
11.6	Classificazione	95
11.7	Analisi del rischio	95
11.8	Intersezioni	96
11.8.1	Strade di accesso alla rotatoria non illuminata (bracci di accesso e di uscita)	97
11.8.2	Alimentazione, manutenzione e gestione	98
11.8.3	Dimensionamento linee elettriche di alimentazione	98
11.9	ALIMENTAZIONE E GESTIONE DEGLI IMPIANTI	98
11.9.1	Caratteristiche generali	98
11.9.2	Quadri Elettrici	99
11.9.3	Condutture	100
11.9.4	Cavi	100
11.9.5	Derivazioni Elettriche	100
11.9.6	Sostegni	101
11.9.7	Apparecchi illuminanti	101
11.9.8	Risparmio Energetico	102

12	OPERE COMPLEMENTARI	104
12.1	Barriere di sicurezza	104
12.2	Pavimentazioni	106
12.2.1	Nuove pavimentazioni	106
12.2.2	Sistemazione a verde isola divisionale	109
12.2.3	Lavorazioni	110
12.2.4	Nuove pavimentazioni	110
12.3	Segnaletica	112
12.3.1	Segnaletica verticale	112
1.1.1.1	Marcatura CE per la segnaletica verticale	113
1.1.1.2	Pellicole e Garanzie	113
1.1.1.3	Strutture di sostegno	113
1.1.1.4	Staffe per fissaggio ai sostegni	114
12.3.2	Segnaletica orizzontale	114
1.1.1.5	Requisiti e livelli prestazionali	114
1.1.1.6	Dimensioni e materiali da impiegare per segnaletica orizzontale	115
12.4	Opere a verde	117
12.5	Opere di mitigazione acustica	121
13	CANTIERIZZAZIONE E DURATA DEI LAVORI	129
13.1	Aree di Cantiere	132
13.2	Fasizzazione dei lavori	132
14	SOMME A DISPOSIZIONE	133
14.1	Espropri	133
14.2	Interferenze	133

1 PREMESSE

L'area di Bologna rappresenta la cerniera del sistema dei trasporti nazionali per i collegamenti nord-sud, sia per quanto riguarda la rete ferroviaria che quella autostradale. Il semianello tangenziale-autostradale di Bologna interconnette le principali direttrici di traffico nazionale e regionale ed ha la funzione di raccogliere e smistare i flussi provenienti dall'asse centrale del Paese (attraverso le autostrade A1 e A13), dal confine con l'Austria (attraverso l'autostrada A22 del Brennero) e dalla costa adriatica (mediante l'autostrada A14), nonché di servire il traffico locale proveniente dalle zone limitrofe all'area metropolitana bolognese.

Tale sistema viario è formato dalla sede dell'autostrada A14 e dalle due carreggiate della "tangenziale" che si sviluppano in complanare su ambo i lati della stessa autostrada nel tratto compreso fra Bologna Casalecchio e Bologna S. Lazzaro.

Nel corso degli anni il sistema è stato potenziato ed attualmente la sezione trasversale dell'Autostrada presenta 3 corsie per senso di marcia più emergenza fra l'allacciamento A1/A14 Nord - Bologna Borgo Panigale ed l'allacciamento A14/raccordo di Casalecchio, 2 corsie per senso di marcia con terza corsia dinamica (aperta nel 2008) fra l'allacciamento A14/raccordo di Casalecchio e Bologna San Lazzaro, 2 corsie per senso di marcia più emergenza sul Raccordo Autostradale di Casalecchio. La sezione trasversale delle complanari presenta 2 corsie per senso di marcia più emergenza.

I livelli di servizio, valutati nelle ore di punta di un giorno feriale medio, mostrano l'adeguatezza del sistema autostradale nella sua configurazione attuale, mentre evidenziano lo stato di criticità in cui si trovano le complanari.

Al fine di risolvere queste criticità e stante la sua importanza e strategicità di carattere internazionale, nazionale e metropolitano, è stato sottoscritto in data 15 Aprile 2016 l'Accordo tra il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, la Regione Emilia Romagna, la Città Metropolitana di Bologna, il Comune di Bologna e Autostrade per l'Italia per il potenziamento in sede del sistema autostradale/tangenziale nodo di Bologna, che prevede la realizzazione del cosiddetto "Passante di mezzo",

Il progetto di potenziamento consisteva nel portare a tre corsie più emergenza il tratto delle complanari che va dallo svincolo 3 allo svincolo 6 e dallo svincolo 8 allo svincolo 13 e a quattro corsie più emergenza il tratto che collega lo svincolo 6 allo svincolo 8, nel potenziare le rampe degli svincoli della complanare che mostrano problematiche trasportistiche. Per l'A14 il progetto porta a tre corsie di marcia più emergenza il tratto su cui oggi è funzionante la terza corsia dinamica così da permetterne l'eliminazione.

Inoltre, in tale accordo, al fine di migliorare l'accessibilità al sistema tangenziale ed autostradale, erano stati individuati alcuni importanti interventi di completamento della rete viaria a scala urbana – metropolitana che andavano a fluidificare il sistema infrastrutturale stradale nel suo complesso, portando benefici in termine trasportistici e conseguentemente di sicurezza e di tipo ambientale, nel quale ricadeva anche il progetto dell'Intermedia di Pianura.

Il relativo Progetto Definitivo oggetto di procedura autorizzativa regionale del gennaio 2017, veniva successivamente ritirato non avendo trovato la necessaria condivisione con la Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per la Città metropolitana di Bologna nonché con l'Amministrazione Comunale di competenza.

In data 08.04.2019 il Ministero ha trasmesso agli Enti locali il documento di sintesi degli approfondimenti svolti tra il Ministero ed ASPI in relazione a diverse alternative progettuali, conclusi a marzo 2019, specificando la necessità di sottoscrivere un atto **aggiuntivo all'accordo** del 15.04.16 per consentire il prosieguo delle attività.

1.1 Accordo 2016

In data 15 Aprile 2016 è stato quindi sottoscritto un accordo ("Accordo 2016") che si poneva come obiettivo la definizione di un progetto che, a partire dall'analisi del contesto insediativo esistente, sviluppasse il tema del potenziamento in sede con un approccio che vedeva nell'infrastruttura anche l'opportunità di riorganizzare, con particolare attenzione alla mitigazione ed all'inserimento ambientale, lo spazio ed il territorio adiacente già fortemente urbanizzato in un'ottica di minor occupazione del territorio, anche con un coerente sviluppo delle infrastrutture di adduzione al sistema autostradale/tangenziale.

L'accordo si poneva quindi l'obiettivo di risolvere una criticità trasportistica di livello nazionale e di migliorare l'accessibilità viaria di livello metropolitano stabilendole condizioni e gli impegni delle Parti.

1.1.1 Inquadramento generale dell'intervento

L'ipotesi di un'infrastruttura viaria ad andamento est-ovest compresa fra la Trasversale di Pianura ed il sistema Tangenziale di Bologna, in corrispondenza della porzione centrale semi-conurbata dell'area metropolitana, era già presente nei programmi e nelle proposte degli Enti locali da molti anni.

La previsione dell'infrastruttura denominata 'Intermedia di Pianura' è stata quindi formalizzata dal PTCP nella Tavola 4 "Assetto strategico delle infrastrutture e dei servizi per la mobilità", che prevede una "viabilità extraurbana secondaria di rilievo provinciale ed interprovinciale" dalla Lungosavena alla Sp 18 con funzione di raffittimento della "grande rete" in direzione est-ovest (Tangenziale di Bologna, Trasversale di Pianura) e di connessione degli assi nord-sud.

Partendo dalle previsioni contenute nel PTCP, il PMP ha proceduto alla definizione di una metodologia per la definizione di un elenco di priorità delle infrastrutture dalla cui applicazione è emersa come opera prioritaria e strategica appunto l'Intermedia di Pianura.

In particolare, tutte le valutazioni effettuate in sede di redazione del PMP, hanno evidenziato una netta preferenza per quegli interventi, siano essi adeguamenti o nuovi tracciati, che oltre a migliorare l'accessibilità ai poli funzionali e produttivi siano in grado di rafforzare i collegamenti trasversali del territorio provinciale con la viabilità primaria e le stazioni del SFM.

Si tratta collegamenti le cui caratteristiche geometrico-funzionali tendono a coniugarsi con le esigenze dei contesti attraversati privilegiando la capacità dell'infrastruttura e l'inserimento ambientale piuttosto che la funzione di scorrimento veloce.

Le valutazioni effettuate in ambito di PMP hanno confermato le potenzialità dell'asse dell'Intermedia per i collegamenti che includono principalmente le relazioni di scambio tra la pianura e l'area metropolitana bolognese, per le relazioni tra il sistema autostradale e i grandi poli attrattori dell'area, e per la connessione delle importanti aree industriali da essa attraversate.

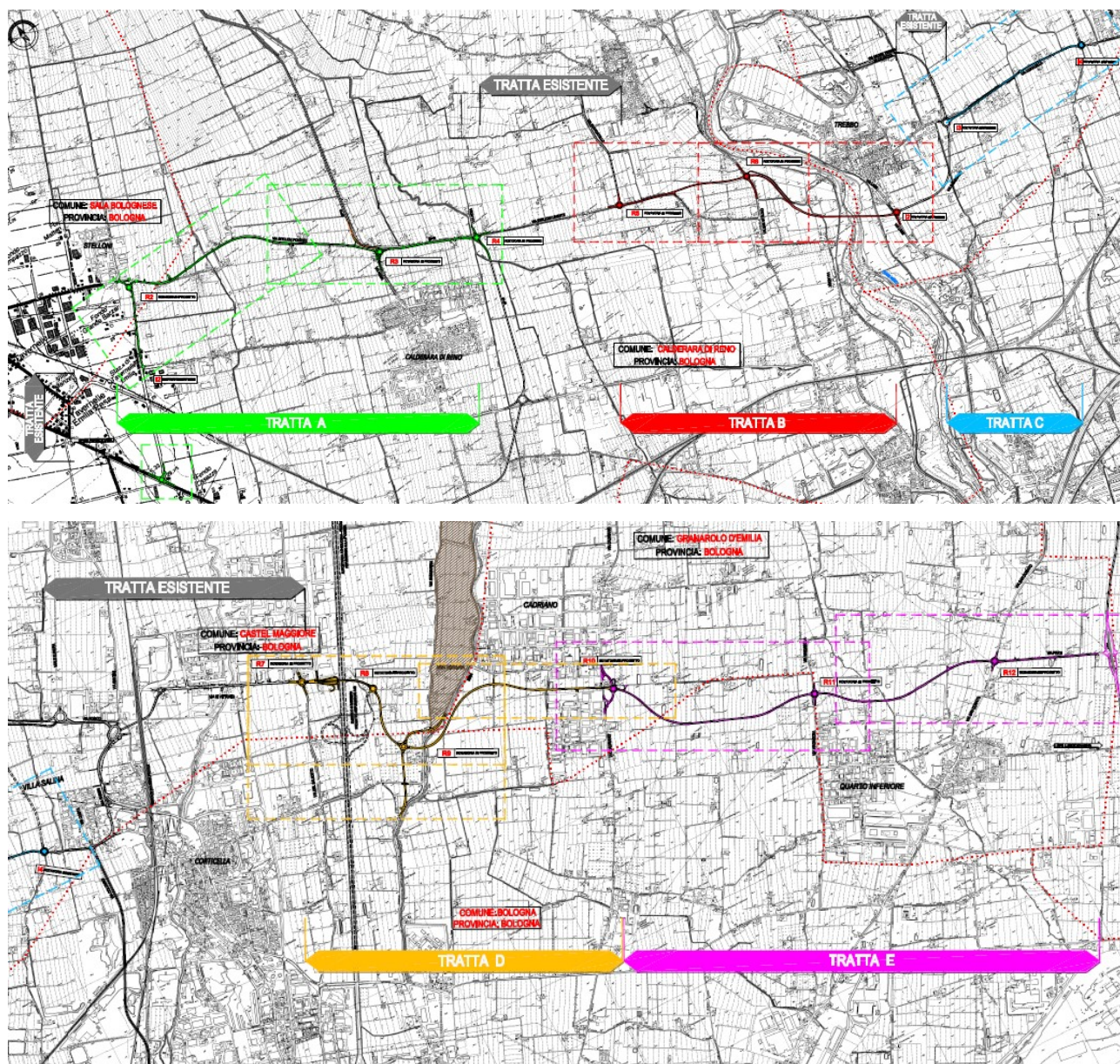
Lo sviluppo urbanistico-territoriale della pianura bolognese incentrato sul comune di Bologna ha da sempre privilegiato le direttrici di traffico costituite dagli assi di penetrazione Nord-Sud, a scapito dei collegamenti trasversali in direzione Est-Ovest.

In particolare, se si analizzano i possibili itinerari che attualmente collegano il Comune di Calderara e quello di Granarolo, si evidenzia come essi siano incentrati o sulla Tangenziale di Bologna o sulla Trasversale S.P. 3, con evidenti allungamenti di percorrenza e tempi spesi sulla rete viaria.

I collegamenti trasversali esistenti sono inoltre ostacolati, oltre che dall'assenza di una infrastruttura viaria di caratteristiche adeguate, anche dalla presenza discontinuità degli itinerari di attraversamento Est-Ovest rispetto a quelli storici in direzione Nord-Sud e da vincoli di carattere naturale come ad esempio il corso del fiume Reno, il quale non presenta attraversamenti nel lungo tratto compreso tra la tangenziale di Bologna e la S.P. 3 trasversale di Pianura.

1.1.2 L'intermedia di Pianura - Accordo 2016

Il progetto Intermedia di Pianura, così come prevista nell'accordo del 2016, collega i Comuni di Calderara e Castenaso creando una rete viaria di interesse provinciale con funzione intercomunale di connessione fra la direttrice Persicetana e la direttrice Lungo Savena. In particolare, l'infrastruttura in esame congiunge i distretti industriali di Sala Bolognese, Calderara, Castel Maggiore, Bologna, Granarolo e Castenaso, fornendo una viabilità per l'appunto "intermedia" tra la S.P.3 Trasversale di Pianura e la Tangenziale di Bologna. Oltre a ciò, essa costituisce un raccordo con le principali viabilità radiali del Comune di Bologna quali la Padullese, la Galliera, la Saliceto, l'autostrada A13, la Porrettana e la Lungosavona. L'Intermedia di Pianura è una strada di connessione/distribuzione costituita dalla successione di strade comunali esistenti cui, tuttavia, mancano dei tratti per realizzare una viabilità continua in grado di collegare alcune delle zone industriali principali della Provincia. A tal fine, il progetto individuato prevede la ricucitura della rete viaria esistente razionalizzando e raccordando tra loro i vari tratti di strade comunali.



SUDDIVISIONE IN TRATTE

L'asse dell'Intermedia ha uno sviluppo complessivo di circa 20 km, di cui il 43% rappresenta un adeguamento in sede (8,6 Km), il 30% è stato già realizzato a carico degli attuatori di nuovi comparti di edificazione (5,8 Km), ed il 27% è di nuova realizzazione (5,3 Km).

Il tracciato è stato suddiviso in 5 tratte funzionali che risultano essere tra di loro indipendenti in quanto tratti di completamento di viabilità già realizzate, come di seguito illustrato.

- **Tratta A:** dall'intersezione tra la SP568 (Persicetana) e via Valtiera fino a via Stelloni di Levante nel comune di Calderara di Reno.

- **Tratta B:** dalla via Stelloni di Levante all'altezza di via Guardatello (Calderara di Reno) fino alla rotonda esistente di via Lame in Comune di Castel Maggiore a valle dell'attraversamento del fiume Reno.
- **Tratta C:** dalla rotonda esistente tra via Guevara e via Corticella sino all'innesto con via del Rosario a Castel Maggiore.
- **Tratta D:** dall'intersezione tra la via di Vittorio e la via Salice in comune di Castel Maggiore per proseguire in Comune di Bologna dopo l'attraversamento della A13 e del Savena abbandonato sino alla via Cadriano in Comune di Granarolo dell'Emilia.
- **Tratta E:** dall'intersezione tra via Cadriano sopracitata sino alla SP 5 (Lungosavena) in corrispondenza della via Prati in Comune di Granarolo dell'Emilia.

Nell'ambito del sopra citato accordo, considerando che il tracciato dell'intermedia di pianura attraversa l'autostrada A13 alla prog. Km 3+462, Autostrade per l'Italia, di concerto con il Ministero, si è impegnata alla realizzazione del nuovo svincolo di Castel Maggiore che connette l'autostrada A13 all'intermedia di Pianura nell'ambito del progetto di ampliamento alla terza corsia della A13. Visto inoltre che le tratte D ed E rappresentano una viabilità diretta di adduzione al sistema autostradale attraverso il citato Svincolo di Castel Maggiore è in corso di definizione anche l'inserimento di dette tratte nell'ambito del Progetto di Ampliamento alla 3° corsia della autostrada A13 Bologna – Padova tratta Bologna – Ferrara.

1.2 Atto aggiuntivo all'Accordo del 15/04/2016 per il Potenziamento in sede del sistema autostradale/tangenziale di Bologna

Nell'ambito del citato Accordo, era previsto l'impegno del Ministero, in accordo con ASPI, a rivedere l'intervento di ampliamento alla IV^a corsia dell'autostrada A14 nel tratto Bologna S. Lazzaro - diramazione di Ravenna, prevedendo, come alternativa al solo tratto di ampliamento in sede della IV corsia (dinamica), la realizzazione della compianare Nord all'A14 da Bologna San Lazzaro a Ponte Rizzoli, con introduzione di una stazione satellite a Ponte Rizzoli;

In data 16.12.2016 è stato sottoscritto il verbale finale dal Comitato di Monitoraggio nel quale sono stati definiti gli interventi migliorativi al progetto preliminare del potenziamento del Passante di Bologna ed è stato stralciato, dalle opere di adduzione, il Lotto 2 di Rastignano, a favore del nuovo collegamento tra via del Trionvirato e Via del Chiù;

In data 10.01.2017 è stata avviata la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale relativa alle opere del Passante di Bologna, che si è conclusa con esito positivo con D.M. n. 133 del 30.03.2018 emanato dal Ministero dell'Ambiente di concerto con il Ministero dei Beni Culturali;

In data 30.05.2018 la Regione ha trasmesso al MIT e ad ASPI una nota relativa alla proposta di rimodulazione del quadro degli interventi previsti nell'area bolognese svolta dagli Enti Territoriali;

In data 05.06.2018 ASPI ha trasmesso agli Enti sottoscrittori dell'Accordo una nota di condivisione di quanto rappresentato nella lettera della Regione di cui al punto precedente, specificando, tra l'altro, alcune modalità di ottemperanza per le prescrizioni contenute nel DEC/VIA n. 133/2018 nonché per le opere di adduzione;

In data 16.06.2018 il MIT ha fornito ad ASPI e agli Enti sottoscrittori dell'Accordo il proprio nullaosta;

In data 09.07.2018 la Direzione Generale per lo sviluppo del territorio, la programmazione ed i progetti internazionali del Ministero ha convocato la Conferenza dei Servizi per il 13.09.2018 ai fini del perfezionamento dell'Intesa Stato - Regione;

Nel corso delle interlocuzioni tra Ministero ed ASPI avvenute nel mese di giugno, il Ministero ha chiesto alla Concessionaria di eseguire ulteriori approfondimenti progettuali e di valutare soluzioni alternative/ottimizzazioni dell'intervento previsto per il potenziamento in sede del sistema autostradale/tangenziale di Bologna;

Alla luce delle richieste formulate, il Ministero in data 17.08.2018 ha rinviato la Conferenza dei Servizi in attesa dell'esito delle valutazioni progettuali da parte di ASPI;

Dall'esito degli approfondimenti svolti tra il Ministero ed ASPI in relazione a diverse alternative progettuali, conclusi a marzo 2019, è stata confermata la necessità di un potenziamento in sede del sistema autostradale tangenziale, individuando una nuova soluzione che si configura come un'ottimizzazione del progetto all'esame della Conferenza dei Servizi che prevede la realizzazione della corsia di emergenza in A14 e la realizzazione della terza corsia con banchina laterale in complanare, con riclassificazione di quest'ultima infrastruttura viaria;

In data 08.04.2019 il Ministero ha trasmesso agli Enti locali il documento di sintesi delle valutazioni di cui al punto precedente, specificando la necessità di sottoscrivere un atto **aggiuntivo all'accordo** del 15.04.16 per consentire il prosieguo delle attività;

Le Parti hanno quindi concordato di rimodulare il progetto dell'Intermedia di Pianura come segue:

- **Tratta A:** realizzazione delle sole rotatorie R1, R2, R3 e R4 nonché dell'adeguamento alla sezione F ex D.M. del 05.11.2001 della tratta ricompresa tra la rotatoria R2 e la rotatoria R3 (Calderara di Reno);
- **Tratta B:** realizzazione e/o adeguamento alla sezione tipo F ex D.M. 05.11.2001 della tratta ricompresa tra la rotatoria di progetto R5 su via Stelloni di Levante (Calderara di Reno) e la rotatoria esistente I2 di via Lame (Castel Maggiore) comprensiva della rotatoria di progetto R6 e dell'opera d'arte di attraversamento sul fiume Reno;
- **Tratta C:** adeguamento alla sezione tipo F ex D.M. 05.11.2001 del tratto di via Corticella (Castel Maggiore) ricompreso tra la rotatoria esistente I3 e l'intersezione I4; adeguamento dell'intersezione I4 mediante un triangolo rotatorio che dovrà garantire, qualora possibile, l'armonizzazione con il sottopasso già realizzato, mantenendo la continuità del percorso ciclabile progettato e finanziato dal

Comune di Castel Maggiore sulla via di Corticella, attraverso la realizzazione di un ulteriore sottopasso ciclabile laddove mancante, così come definito e condiviso nella nota RER del 30/5/2018; potenziamento della rotatoria Oro-Pilla (Castel Maggiore) con inserimento di due shunt rispettivamente tra via Ronco e via Bentini e tra via di Vittorio e via Galliera ferma restando la necessaria verifica trasportistica anche alla luce dei nuovi flussi stimabili in assenza del casello di Castel Maggiore e dei tratti D ed E;

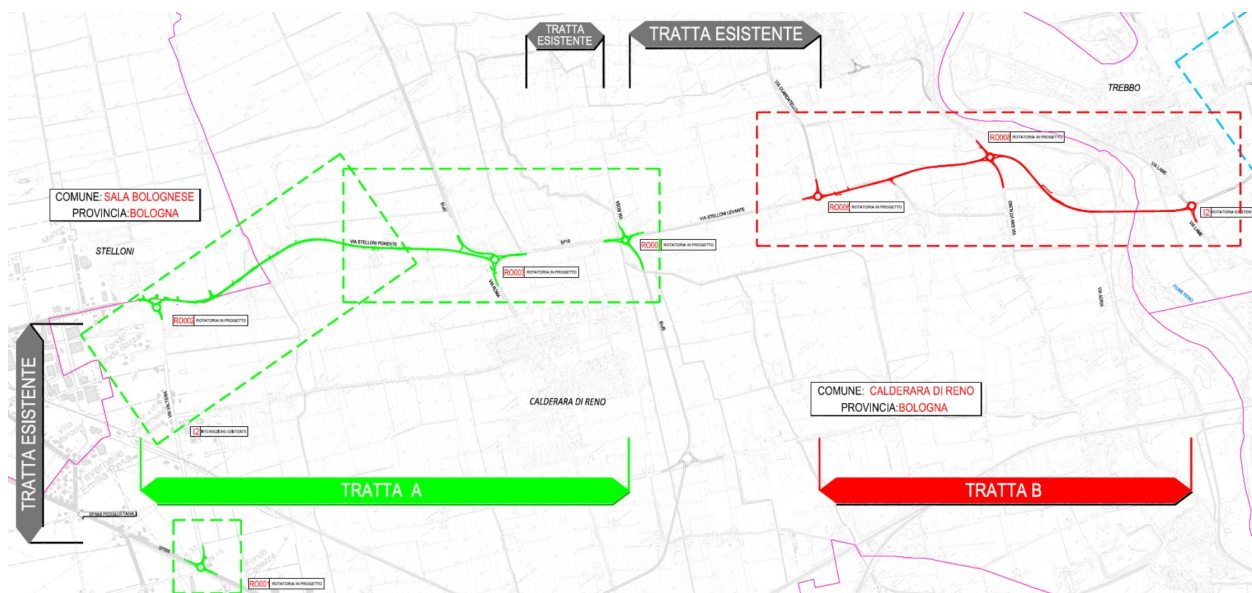
- **Tratta D1:** realizzazione della sola rotatoria tra la S.S.64 Ferrarese e Via Peglioni, realizzazione della rotatoria R7 tra Via di Vittorio e la S.P.45 Saliceto; riqualifica di via di Vittorio nel tratto fra la rotatoria "Cogeffin" e la predetta rotatoria R7, attraverso il risanamento dell'attuale pavimentazione e il rifacimento della segnaletica orizzontale e verticale con eliminazione delle svolte a sinistra anche con inserimento di eventuale cordolo separatore in centro strada; realizzazione della rotatoria alla intersezione tra via Shakespeare, via Lipparini e via Stendhal.

I restanti interventi previsti sulle tratte D ed E del Progetto Definitivo oggetto di procedura autorizzativa regionale del gennaio 2017 devono intendersi stralciati non avendo trovato la necessaria condivisione con la Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per la Città metropolitana di Bologna nonché con l'Amministrazione Comunale di competenza. Si concorda che gli interventi relativi a opere a verde e/o piste ciclabili previsti in progetto depositato risultano esaustivi; ulteriori interventi in tali ambiti saranno in capo agli Enti stessi che provvederanno a svilupparli a propria cura e spese.

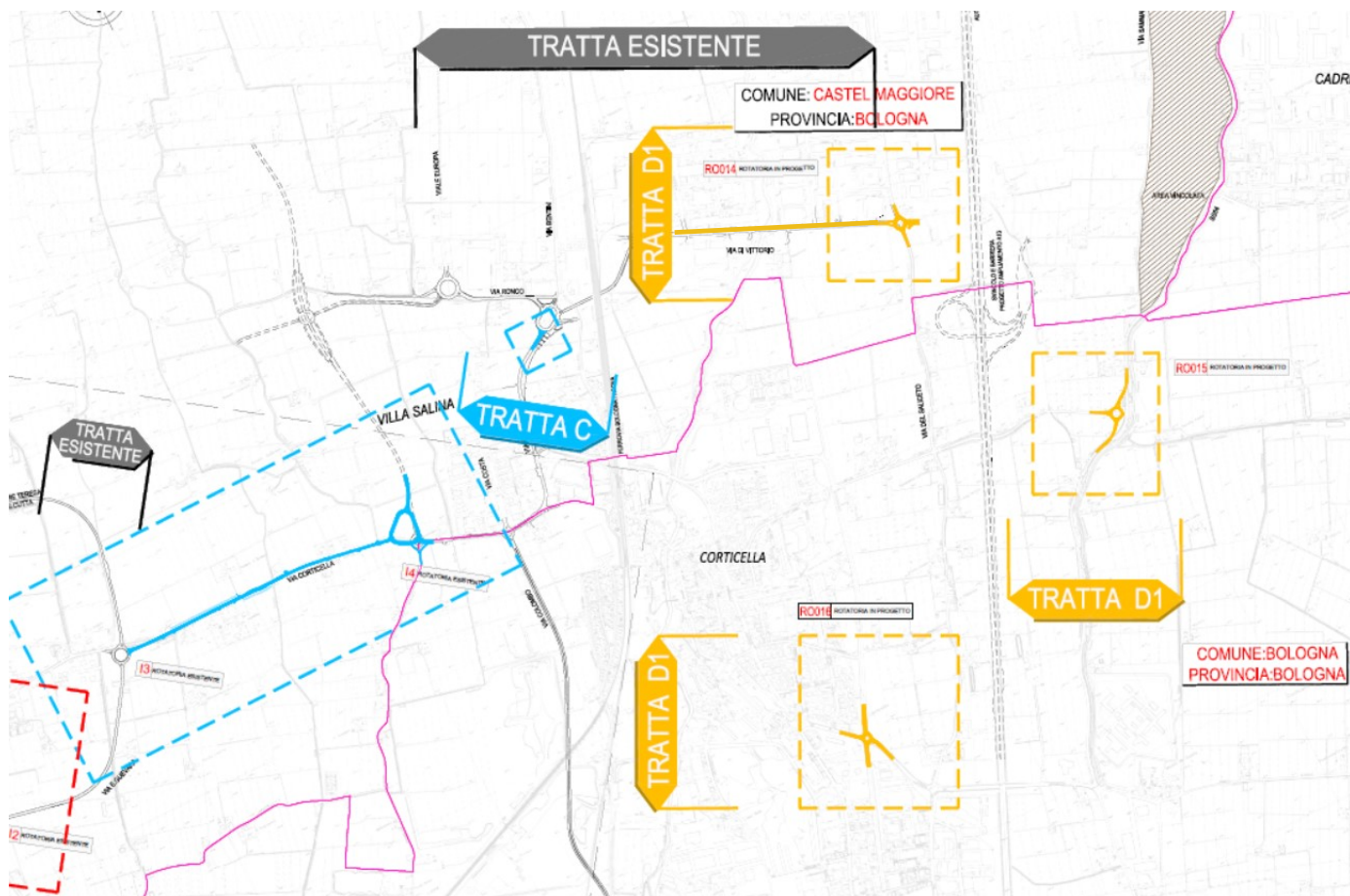
Si concorda, infine, che la gestione e manutenzione dell'Intermedia di Pianura nel suo complesso rimarrà in capo agli Enti locali. Per l'intervento così delineato, si impegna a richiedere l'avvio di una nuova procedura di valutazione ambientale regionale, nei termini indicati dalla DGR n. 1964/2017 integrata ex L.R. 9/1999.

1.2.1 *L'intermedia di Pianura - Atto Aggiuntivo 2019*

Il progetto dell'Intermedia di Pianura attraversa i Comuni di Sala Bolognese, Calderara di Reno, Castelmaggiore e Bologna creando una rete viaria di interesse provinciale con funzione intercomunale di connessione fra la direttrice Persicetana e via Saliceto. In particolare, l'infrastruttura in esame congiunge i distretti industriali di Sala Bolognese, Calderara, Castel Maggiore, e Corticella, fornendo una viabilità per l'appunto "intermedia" tra Trasversale di Pianura e la Tangenziale di Bologna. Oltre a ciò, essa costituisce un raccordo con le principali viabilità radiali del Comune di Bologna quali la Padullese, la SP18, la Galliera e la Saliceto. E' una strada di connessione/distribuzione costituita dalla successione di strade comunali esistenti cui, tuttavia, mancano dei tratti per realizzare una viabilità continua in grado di collegare alcune delle zone industriali principali della Provincia. A tal fine il progetto individuato prevede la ricucitura della rete viaria esistente razionalizzando e raccordando tra loro i vari tratti di strade comunali.



Intermedia di Pianura - Suddivisione in tratte: Tratta A e tratta B



Intermedia di Pianura - Suddivisione in tratte: Tratta C e tratta D1

L'asse dell'Intermedia ha uno sviluppo complessivo di circa 5.75 km (tratte A, B e C), di cui il 77% rappresenta un adeguamento in sede (4,42 Km), ed il 23% è di nuova realizzazione (1.33 Km).

Il tracciato è stato suddiviso in 4 tratte funzionali: A, B, quest'ultima ulteriormente suddivisa in B1 e B2, C e D1: le tratte A, B e C risultano essere tra di loro "indipendenti" in quanto intervallate da tratte già esistenti con caratteristiche adeguate al futuro scopo; la tratta D1 comprende invece l'adeguamento a rotatoria di tre intersezioni a raso esistenti (RO014-RO015 e RO016) a cui si aggiunge l'intervento di rifacimento dei soli strati superficiali della pavimentazione e della segnaletica della seconda parte della via G. Di Vittorio, nel solo tratto che va dalla rotatoria antistante i Magazzini Generali Interporto di Castelmaggiore (Cogefrin) fino alla prima delle tre rotatorie sopra menzionate (RO014).

Nell'intervento è compreso anche l'adeguamento dell'innesto sud della rotatoria Oro-Pila (via Genzio Bettini), che verrà raddoppiato in entrata per risolvere alcune criticità legate al traffico negli orari di punta.

L'asse dell'Intermedia ha uno sviluppo complessivo di circa 5.75 km (tratte A, B e C), di cui il 77% rappresenta un adeguamento in sede (4,42 Km), mentre il 23% è fuori sede (1.33 Km).

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di carattere generale seguita nella definizione degli interventi di progetto è la seguente:

2.1 Progetto stradale

I principali riferimenti normativi relativamente agli aspetti stradali di tutte le infrastrutture in progetto sono:

- D.Lgs. 30/04/92, n. 285 e s.m.i.: “Nuovo Codice della Strada”;
- D.P.R. 16/12/1992 n. 495 e s.m.i.: “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada”;
- D.M. 05/11/01, n. 6792 e s.m.i.: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” (di solo riferimento nel caso di adeguamento di strade esistenti secondo il D.M. 22-04-04).
- D.M. 19/04/2006: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali” (di solo riferimento nel caso di adeguamento di intersezioni esistenti).
- D.M. 18/02/92, n. 223: “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza”, così come recentemente aggiornato dal D.M. 21/06/04: “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza”;

Il progetto è stato sviluppato coerentemente con quanto previsto dal DM n. 67/S del 22.04.2004 di modifica delle "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade" ed in attesa di una norma specifica per i progetti di adeguamento delle strade esistenti, prendendo a riferimento i criteri progettuali contenuti nella norma non cogente DM del 5.11.2001, prot. 6792.

Nella definizione delle soluzioni progettuali particolare attenzione è stata rivolta a non modificare l'impostazione generale della norma, cercando di conservare quelle disposizioni che possono avere implicazioni dirette sulla sicurezza stradale (ricependo quindi il principio ispiratore del “Nuovo codice della Strada” – contenuto nell’ Art. 1 – secondo il quale “Le norme e i provvedimenti attuativi si ispirano al principio della sicurezza stradale, perseguendo gli obiettivi di una razionale gestione della mobilità, della protezione dell'ambiente e del risparmio energetico”).

La normativa di riferimento utilizzata per il dimensionamento delle intersezioni è rappresentata dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. 19.04.2006).

Per le intersezioni esistenti la suddetta norma è stata presa a riferimento laddove si è intervenuti a modificare le attuali geometrie cercando in ogni caso di volgere verso il rispetto delle prescrizioni in essa contenute dove questo era realmente possibile.

2.2 Barriere di sicurezza

- A1. Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 3065 del 25.08.2004 - *“Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”*.
- A2. D.M. 21 giugno 2004 (G.U. n. 182 del 05.08.04) - *“Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”*.
- A3. D.M. 18 febbraio 1992, n. 223. (G.U. n. 63 del 16.03.92) – *“Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza”*.
- A4. D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i. – *“Nuovo codice della Strada”*.
- A5. D.P.R. n. 495/92 e s.m.i. – *“Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada”*.
- A6. D.M. 5 novembre 2001, n. 6792 – *“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”*.
- A7. Autostrade per l'Italia – Spea - *“Monografia di progetto n. 2 BARRIERE DI SICUREZZA, Rev. Dicembre 2017”*.
- A8. Circolare Ministero dei Trasporti del 15.11.2007 - *“Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004”*.
- A9. Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.07.2010 - *“Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”*.
- A10. Norme UNI:
 - UNI EN 1317-1:2010: *“Sistemi di ritenuta stradali - Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova”*;
 - UNI EN 1317-2:2010: *“Sistemi di ritenuta stradali - Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari”*;
 - UNI EN 1317-3:2010: *“Sistemi di ritenuta stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto”*;
 - UNI ENV 1317-4:2003 *“Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza”*;
 - prEN 1317-4:2012 *“Road restraint systems - Part4: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for transitions and removable barrier sections”*;
 - UNI EN 1317-5:2012 *“Sistemi di ritenuta stradali - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli”*;

2.3 Geotecnica

- D.M. 17.01.2018, “Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. “Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. “ (pubblicato sulla GU n.35 del 11-2-2019 – Suppl. Ordinario n. 5).
- EN 1997 Eurocodice 7 “Geotechnical Design”
 - Part 1: General rules
 - Part 2: Standards for laboratory testing
 - Part 3: Standards for field testing.
- ASTM D4253 “Standard test methods for maximum index density and unit weight of soils using a vibratory table”.
- ASTM D4254 “Standard test method for minimum index density and unit weight of soils and calculation of relative density”.
- ASTM D1557 “Test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort”.
- CNR UNI 10006 “Costruzione e manutenzione delle strade – Tecnica di impiego delle terre”.
- CNR B.U., anno XXVI, n° 146 “Determinazione dei moduli di deformabilità M_d e M_d' mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare.
- Decreto Ministeriale n. 47 (11/3/1988). “Norme Tecniche riguardanti le indagini su terreni e sulle rocce; i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.
- Istruzioni relative alle “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione” - Cir. Dir. Cen. Tecn. n° 97/81.
- CNR UNI 10009 “Prove sui materiali stradali. Indice di portanza cbr di una terra.”.
- A.I.C.A.P. – “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce – Raccomandazioni “, GIUGNO 2012.

2.4 Idrologia e idraulica

2.4.1 Normativa Nazionale

Si riportano nel seguito, accompagnati da un breve stralcio descrittivo, i principali riferimenti normativi e gli strumenti di pianificazione e di tutela presenti sul territorio, a scala nazionale e regionale, al fine di fornire un quadro esaustivo della normativa vigente nel campo idrologico-idraulico, ambientale e di difesa del suolo.

2.4.2 Normativa comunitaria

Direttiva 2000/60/CE

Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque (Direttiva acque).

Direttiva 2006/118/CE

Direttiva del Parlamento europeo e Consiglio, del 12 dicembre 2006, sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

Direttiva 2007/60/CE

Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2007, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni.

2.4.3 Normativa nazionale

RD 25/07/1904 n° 523

Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie.

Regio Decreto Legislativo 30/12/1923, n° 3267

Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani.

La legge introduce il vincolo idrogeologico.

DPR 15/01/1972 n° 8

Trasferimento alle Regioni a statuto ordinario delle funzioni amministrative statali in materia di urbanistica e di viabilità, acquedotti e lavori pubblici di interesse regionale e dei relativi personali ed uffici.

L. 64/74

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

L. 319/76 (Legge Merli)

Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

La legge sancisce l'obbligo per le Regioni di elaborare il Piano di risanamento delle acque.

DPR 24/7/1977 n° 616

Trasferimento delle funzioni statali alle Regioni

L. 431/85 (Legge Galasso)

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.

L. 183/89

Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo. Scopo della legge è la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi (art. 1 comma 1).

Vengono inoltre individuate le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione (art. 3); vengono istituiti il Comitato Nazionale per la difesa del suolo (art. 6) e l'Autorità di Bacino (art. 12).

Vengono individuati i bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale (artt. 13, 14, 15, 16) e date le prime indicazioni per la redazione dei Piani di Bacino (artt. 17, 18, 19).

L. 142/90

Ordinamento delle autonomie locali.

DL 04-12-1993 n° 496

Disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione della Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente. (Convertito con modificazioni dalla L. 61/94).

L. 36/94 (Legge Galli)

Disposizioni in materia di risorse idriche.

DPCM 29/9/98

Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1989, N. 180.

Il decreto indica i criteri di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico (punto 2) e gli indirizzi per la definizione delle norme di salvaguardia (punto 3).

L. 267/98 (Legge Sarno)

Conversione in legge del DL 180/98 recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania.

La legge impone alle Autorità di Bacino nazionali e interregionali la redazione dei Piani Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico e le misure di prevenzione per le aree a rischio (art. 1).

DL 152/99

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.

DL 258/00

Disposizioni correttive e integrative del DL 152/99.

L. 365/00 (Legge Soverato)

Conversione in legge del DL 279/00 recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della Regione Calabria danneggiate dalle calamità di settembre e ottobre 2000.

La legge individua gli interventi per le aree a rischio idrogeologico e in materia di protezione civile (art. 1); individua la procedura per l'adozione dei progetti di Piano Stralcio (art. 1-bis); prevede un'attività straordinaria di polizia idraulica e di controllo sul territorio (art. 2).

DLgs 152/2006

Ha riorganizzato le Autorità di bacino introducendo i distretti idrografici. Tale Decreto legislativo disciplina, in attuazione della legge 15 dicembre 2004, n. 308, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche. Istituisce i distretti idrografici nei quali sarà istituita l'Autorità di bacino distrettuale, che va a sostituire la o le Autorità di bacino previste dalla legge n. 183/1989. In forza del recente d.lgs 8 novembre 2006, n. 284, nelle more della costituzione dei distretti idrografici di cui al Titolo II della Parte terza del d.lgs. 152/2006 e della revisione della relativa disciplina legislativa con un decreto legislativo correttivo, le autorità di bacino di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 183, sono prorogate fino alla data di entrata in vigore del decreto correttivo che, ai sensi dell'articolo 1, comma 6, della legge n. 308 del 2004, definisca la relativa disciplina. Fino alla data di entrata in vigore del decreto legislativo correttivo di cui al comma 2-bis dell'articolo 170 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, come inserito dal comma 3, sono fatti salvi gli atti posti in essere dalle Autorità di Bacino dal 30 aprile 2006.

Decreto n. 49/2010

Prevede lo strumento di Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) che dà attuazione alla direttiva europea 2007/60/CE. Il PGRA viene adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume PO con delibera n. 4 del 17/12/2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016 è definitivamente approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30, serie Generale, del 6 febbraio 2017. Il PGRA individua e programma le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali.

NTC2018-Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP.

Ai fini del rispetto della compatibilità idraulica, riportata nel paragrafo C5.1.2.3 della Norma, si intende per alveo la sezione occupata dal deflusso della portata di piena, ovvero quella caratterizzata da un tempo di ritorno pari a $T_r=200$ anni. Ciò non esclude la possibilità di scegliere valori di portata maggiori che dovranno però essere adeguatamente motivati e giustificati. Nel caso di tombini con funzionamento a superficie libera, il tirante idrico non dovrà superare i 2/3 dell'altezza di sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0,50 m. La Norma definisce inoltre di garantire un franco normale minimo di 1,50 m tra sottotrave dell'attraversamento e il pelo libero.

2.4.4 Normativa regionale

Delibera della giunta regionale 14 febbraio 2005 n. 286

Attuazione al D.lgs 152/1999, ha per oggetto la tutela delle acque, tra cui, art.1, comma 1 c), le acque meteoriche e di lavaggio delle aree esterne di cui all'art. 39 del decreto legislativo citato.

L'art.2 comma III definisce:

“Altre condotte separate”: sistema di raccolta ed allontanamento dalle superfici impermeabili delle acque meteoriche di dilavamento costituito da canalizzazioni a tenuta o condotte dedicate non collegate alla rete fognaria delle acque reflue urbane e disgiunte fisicamente e funzionalmente dagli insediamenti

e dalle installazioni dove si svolgono attività commerciali o di produzione di beni. Rientrano in questo ambito, ad esempio, i sistemi a tale scopo adibiti delle reti stradali ed autostradali e delle relative opere connesse (ponti, gallerie, viadotti, svincoli, ecc.)...

L'art.7.2 – *La gestione delle acque di prima pioggia e delle acque meteoriche di dilavamento:*

I – Per le nuove opere ed i nuovi progetti di intervento di cui al precedente punto 7.1 – lettera a) (opere soggette e VIA), le prescrizioni per il contenimento dell'inquinamento prodotte dalle acque di prima pioggia derivanti dalle “altre condotte separate” possono trovare applicazione nei casi in cui tali acque siano immesse direttamente o in prossimità di corpi idrici superficiali “significativi” e d i “interesse” inseriti nel PTA.

II – Per i corpi idrici diversi da quelli richiamati al precedente punto I l'adozione di specifiche prescrizioni per la gestione delle acque di prima pioggia legate alle immissioni delle condotte di cui trattasi è determinata sulla base delle esigenze di tutela e protezione dei corpi idrici ricettori stabilite dagli strumenti

di pianificazione provinciale (Piano territoriale di Coordinamento provinciale - PTCP), secondo i criteri di valutazione richiamati al precedente punto I.

III – Le prescrizioni da adottarsi ai sensi dei precedenti punti I e II avranno a riferimento, di norma, soluzioni progettuali di tipo strutturato che garantiscano la raccolta ed il convogliamento delle acque di prima pioggia in idonei bacini di raccolta e trattamento in grado di sedimentare le acque raccolte prima dell'immissione nel corpo ricettore. Trattamenti aggiuntivi (quali ad esempio la disoleatura) saranno prescritti in ragione della destinazione d'uso e di attività delle aree sottese dall'"altre condotte separate" che danno origine alle predette immissioni. Dette soluzioni possono essere finalizzate anche al trattamento dell'acqua di prima pioggia mediante la realizzazione di sistemi di tipo naturale i quali la "fito-depurazione" o le "fasce filtro/fasce tampone".

IV – Riguardo al diffuso sistema di raccolta allontanamento delle acque meteoriche di dilavamento dalle reti stradali ed autostradali e delle relative opere connesse, l'eventuale applicazione delle prescrizioni per la gestione delle acque di prima pioggia, di cui ai precedenti punti I e II, s'intende riferita esclusivamente

alle canalizzazioni/condotte a tenuta responsabili delle immissioni diretta nei corpi ricettori, con esclusione delle "cunette bordo strada" in terra adibite all'allontanamento delle acque meteoriche dalla sede stradale. Al riguardo, sono fatte salve le disposizioni regionali emanate ai sensi dell'art. 21 del

decreto in materia di aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano.

Delibera giunta regionale 18 dicembre 2006 n. 1860

Tale delibera concerne "Linee guida d'indirizzo per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione alla deliberazione G.R. del 14 febbraio 2005 n° 286". Contiene specifiche Linee guida attuative in merito, tra gli altri aspetti, agli orientamenti tecnici di riferimento "per la scelta e la progettazione dei sistemi di gestione delle acque di prima pioggia da altre condotte separate con particolare riferimento a quelle asservite alla rete viaria".

Piano di Tutela delle Acque dell'Emilia Romagna

Il Piano di Tutela delle Acque rappresenta lo strumento principale del governo dell'acqua in Emilia Romagna. Attraverso il monitoraggio e il quadro conoscitivo dello stato attuale delle risorse idriche, individua le attività e le azioni di governo necessarie a raggiungere gli obiettivi qualitativi e quantitativi prefissati. Il Piano di Tutela delle Acque dell'Emilia Romagna è stato approvato con in via definitiva con Delibera n. 40 dell'Assemblea legislativa il 21 dicembre 2005.

2.4.5 Autorità di bacino

Bacino interregionale Fiume Reno, Piano Stralcio Assetto Idrogeologico

Il Piano per l'assetto idrogeologico (PAI) persegue l'obiettivo generale di assicurare l'incolumità della popolazione nei territori dei bacini di rilievo regionale e garantire livelli di sicurezza adeguati rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e geomorfologico in atto o potenziali.

Più in particolare, il Piano, nel rispetto delle finalità generali indicate all'art. 17 della legge 18 maggio 1989 n. 183 per il piano di bacino, ed in attuazione delle disposizioni della L.R. 5/95 e del Piano di indirizzo territoriale (D.C.R. n. 12/2000), si pone i seguenti obiettivi:

- la sistemazione, la conservazione ed il recupero del suolo nei bacini idrografici, con interventi idrogeologici, idraulici, idraulico-forestali, idraulico-agrari, silvo-pastorali, di forestazione, di bonifica, di consolidamento e messa in sicurezza;
- la difesa ed il consolidamento dei versanti e delle aree instabili nonché la difesa degli abitati e delle infrastrutture contro i fenomeni franosi e altri fenomeni di dissesto;
- la difesa, la sistemazione e la regolazione dei corsi d'acqua;
- la moderazione delle piene, anche mediante serbatoi d'invaso, vasche di laminazione, casse di espansione, scaricatori, scolmatori, diversivi o altro, per la difesa dalle inondazioni e dagli allagamenti;
- la riduzione del rischio idrogeologico, il riequilibrio del territorio ed il suo utilizzo nel rispetto del suo stato, della sua tendenza evolutiva e delle sue potenzialità d'uso;
- la riduzione del rischio idraulico ed il raggiungimento di livelli di rischio socialmente accettabili.

2.4.6 Consorzi di bonifica

Gli interventi in esame interessano corsi d'acqua di competenza del Consorzio della Bonifica Renana. Il valore di portata utilizzato è stato fornito dal Consorzio.

2.5 Strutture

Le analisi strutturali e le relative verifiche fanno riferimento alle disposizioni normative previste dalla vigente Normativa italiana e da quella europea (Eurocodici).

In particolare alle seguenti norme:

- Decreto Ministeriale del 17/01/2018. "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni", G.U. n.42 del 20/02/2018, Supplemento Ordinario n.8.
- Circolare n.7 del 21/01/2019: "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018.
- UNI EN1991-1-4 Eurocodice 1: Azioni sulle strutture – Azione del vento
- UNI EN1991-1-5 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture: azioni in generale - azioni termiche;

- UNI EN 1991-2 Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti
- UNI EN 1992-1-1 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1992-2 Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Ponti di calcestruzzo
- UNI EN 1992-4:2018 Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Progettazione degli attacchi per utilizzo nel calcestruzzo
- UNI EN 1993-1-1 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1993-2 Progettazione delle strutture di acciaio – Ponti di acciaio
- UNI EN 1993-1-5 Progettazione delle strutture di acciaio – Elementi strutturali a lastra
- UNI EN 1993-1-8 Progettazione delle strutture in acciaio: progettazione dei collegamenti;
- UNI EN 1993-1-9 Progettazione delle strutture in acciaio: fatica
- UNI EN 1993-2 Progettazione delle strutture in acciaio: Ponti di acciaio
- UNI EN 1994-1-1 Progettazione delle strutture in composte acciaio-calcestruzzo: progettazione dei collegamenti
- UNI EN 1994-2 Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo – Ponti
- UNI EN 1090 – 1 Esecuzione di strutture in acciaio e di alluminio – Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali
- UNI EN 1090 – 2 Esecuzione di strutture in acciaio e di alluminio – Requisiti tecnici per strutture in acciaio
- RFI DTC INC PO SP IFS 002 A: "SPECIFICA PER LA PROGETTAZIONE E L'ESECUZIONE DI CAVALCAVIA E PASSERELLE PEDONALI SULLA SEDE FERROVIARIA"
- RFI DTC INC PO SP IFS 001 C: - Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario
- RFI DTC SI SP IFS 001 C - Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili.

2.6 Acustica

- D.P.C.M. 1 marzo 1991 - Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
- L. 26 ottobre 1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore.
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.
- D.M. Ambiente 16 marzo 1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- D.M. 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.

- 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, n. 447.
- L.R. n. 15 del 09/05/2001 "Disposizioni in materia di inquinamento acustico";
- D.G.R. n. 673 del 14/04/2004 "Criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della valutazione del clima acustico ai sensi della L.R. 9 maggio 2001, n. 15 recante "Disposizioni in materia di inquinamento acustico".

2.7 Rifiuti (terre e rocce da scavo)

- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e s.m.i.
- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo"

2.8 Opere a verde

- Decreto Legislativo 30/04/1992 e s.m.i. "*Nuovo Codice della Strada*";
- DPR 495/1992 e s.m.i. "*Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada*";
- Codice Civile, art. 892 "*Distanze per gli alberi*" e art. 893 "*Alberi presso strade, canali e sul confine dei boschi*";
- DM 449/1988 "*Approvazione nelle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne*";

2.9 Impianti

- Legislazione italiana e Guide Tecniche
 - D.M. 22 gennaio 2008 n.37 – "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"
 - L.R. 29 Settembre 2003 – n°19 e successiva Direttiva n.1732 del 12 Novembre 2015 : "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico della Regione Emilia Romagna"
- Norme CEI
 - CEI 64-8 VIII^ edizione "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua".
 - CEI 17-13 "Apparecchiature costruite in fabbrica -ACF- (Quadri elettrici) per tensioni non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1200 V in corrente continua".
 - CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo".
- Norme UNI

- UNI 10819 “Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso”
- UNI EN 13201-1/2016: “Illuminazione stradale – Parte 1: Selezione delle categorie illuminotecniche”
- UNI EN 13201-2/2016: “Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali”
- UNI 11248:2016 – Illuminazione stradale: selezione delle categorie illuminotecniche
- UNI EN 12767 “Sicurezza passiva di strutture di sostegno per attrezzature stradali – Requisiti e metodi di prova”

2.10 Segnaletica

La segnaletica stradale – orizzontale e verticale

- a) **D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i..** "Nuovo codice della Strada"
- b) **D.P.R. n. 495/92 e s.m.i..** "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada".
- c) **DIRETTIVA 24.10.2000** “Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del codice della strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione” (G.U. 28 dicembre 2000, n. 301)
- d) **D.M. 10.07.2002** “Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo” (G.U. N. 226 del 26.09.2002)

2.11 Interferenze

- Legge 50/2016 (Codice degli appalti).
- art. 1 della legge del 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e D.lgs.vo 81/2008 artt. 83 e 117.
- D.P.R. n 495 del 16.12.1992 (art 66).
- Legge n 133 del 6 agosto 2008.
- D.M. n. 449 del 21 marzo 1988.

e) Norme UNI

- UNI EN 1463-1: 2004
 Materiali per segnaletica orizzontale - Inserti stradali catarifrangenti - Requisiti delle prestazioni iniziali;
- UNI EN 1423: 2012
 Materiali per segnaletica orizzontale - Materiali da postspruzzare - Microsfere di vetro, granuli antiderapanti e loro miscele
- UNI TR 11670: 2017

Linea guida per la definizione dei requisiti tecnico-funzionali della segnaletica orizzontale

- UNI EN 1436: 2008

Materiali per segnaletica orizzontale – Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada;

- UNI EN 12899:2008 Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale:

- Parte 1: Segnali permanenti
- Parte 2: Delineatori di ostacolo transilluminati
- Parte 3: Delineatori di margine e dispositivi rifrangenti
- Parte 4: Controllo di produzione in fabbrica
- Parte 5: Prove iniziali di tipo

2.12 Espropri

- DPR 327 del 8 giugno 2001 e s.m.i. - Testo Unico delle Espropriazioni;
- Sentenza della Corte Costituzionale n. 348 del 24 ottobre 2007 (abrogazione art. 37 D.P.R. 327/2001);
- Sentenza della Corte Costituzionale n. 181 del 10 Giugno 2011 (Dichiarazione di Incostituzionalità dei Valori Agricoli Medi - G.U. I^a s.s. n. 26 del 15.06.2011);
- Sentenza della Corte Costituzionale n. 388 del 22.12.2012 (Dichiarazione di Incostituzionalità dell'art 37 comma 7 del D.P.R. 327/2001 e s.m.i.).

3 GEOLOGIA

3.1 introduzione

In questo ambito si riportano le informazioni relative alle indagini geognostiche ed alla descrizione geologico-geomorfologica-idrogeologica del tracciato oggetto di studio.

Per quanto riguarda invece tutti gli aspetti di inquadramento e di approfondimento tematico si rimanda alle specifiche relazioni di progetto.

3.2 Indagini geognostiche

Al fine di ricostruire la stratigrafia e le caratteristiche dei terreni presenti nel sottosuolo in una zona pianeggiante e priva di affioramenti come quella in oggetto, è risultato indispensabile utilizzare dati provenienti da sondaggi geognostici e da pozzi. In primo luogo si è provveduto a reperire tutti i dati disponibili (presso enti pubblici, presso privati o risultanti da indagini pregresse realizzate da Autostrade) per una fascia molto più ampia di quella riportata nelle planimetrie allegate al presente progetto. Tutte le informazioni recuperate sono state riportate negli elaborati cartografici in scala 1:5000 utilizzando differente simbologia in funzione della loro tipologia.

3.2.1 Indagini bibliografiche pregresse

La consultazione delle stratigrafie fornite dal Servizio Geologico Regionale ha riguardato le verticali d'indagine relative al progetto CARG ed i pozzi per acqua ad uso pubblico / privato; tale documentazione consiste per lo più di stratigrafie di difficile interpretazione, in quanto molto vecchie e talora derivanti da perforazioni realizzate a distruzione di nucleo (ricostruzione granulometrica derivata dall'analisi del cutting e dei fanghi). Le descrizioni sono sommarie e con pochi elementi utili per effettuare le attribuzioni stratigrafiche alle unità geologiche (fuso granulometrico, colore ed alterazione dei granuli). Inoltre, non sono corredate da prove geotecniche. Queste stratigrafie si sono comunque rivelate utili per effettuare correlazioni tra gli orizzonti guida individuati con le indagini appositamente realizzate per il progetto.

Il Servizio Geologico Regionale ha fornito le risultanze di alcuni sondaggi geognostici e prove penetrometriche di più recente esecuzione e tutelate da vincolo di riservatezza; pertanto, questi dati sono stati consultati ma non rappresentati nel presente lavoro.

Inoltre sono state reperite indagini geognostiche (sondaggi, prove penetrometriche e prospezioni sismiche) dalle seguenti fonti:

- Consorzio Bonifica Renana (2007, 2009);

- Città Metropolitana di Bologna/Unione Reno-Galliera (2017).

3.2.2 Indagini geognostiche pregresse

La consultazione della documentazione geognostica (sondaggi, pozzetti superficiali, prove penetrometriche, prospezioni sismiche) ha riguardato il seguente ambito di indagini pregresse:

- Progetto di ampliamento alla terza corsia della A13 tra Ferrara e Bologna (2009, 2011, 2018);
- Progetto nuovo svincolo di Castel Maggiore (2017).

3.2.3 Indagini geognostiche progetto Intermedia di Pianura (2016)

Ai fini di una corretta modellazione del terreno attraversato è stata realizzata una apposita campagna di indagini geognostiche (indagini in sito e prove di laboratorio) che viene di seguito sintetizzata:

- n. 9 sondaggi geognostici verticali (sigla IPxx) eseguiti a carotaggio continuo, spinti a profondità massima di 40m, con esecuzione di prove in foro tipo SPT, prove d'acqua Lefranc e prelievo di campioni indisturbati, rimaneggiati ed ambientali; i sondaggi sono stati completati mediante installazione di tubi piezometrici e/o celle casagrande e di tubi in PVC per Down Hole;
- n. 10 pozzetti esplorativi superficiali (PZ-IPxx) spinti a profondità massima di 4m da p.c., con esecuzione di prove di carico su piastra, prove di densità e prelievo di campioni rimaneggiati ed ambientali;
- n. 2 prospezioni sismiche in foro di tipo Down Hole;
- Prove geotecniche di laboratorio eseguite sui campioni prelevati dai sondaggi geognostici e dai pozzetti esplorativi; si è trattato di prove di caratterizzazione fisica (granulometrie e limiti), prove meccaniche (triassiali, edometri e tagli) e prove meccaniche dinamiche (colonna risonante, taglio torsionale ciclico);
- Prove di stabilizzazione a calce eseguite su campioni di grosso volume prelevati in 3 pozzetti superficiali;
- Prove chimiche eseguite su campioni di acqua prelevati dai piezometri per la determinazione del tenore in solfati e cloruri;
- Prove chimiche ambientali (analisi chimiche di laboratorio) eseguite su campioni di terreno prelevati nei sondaggi e nei pozzetti superficiali geotecnici.

3.2.4 Indagini geognostiche progetto Intermedia di Pianura (2021)

Ai fini di ottenere un affinamento della modellazione del sottosuolo è stata realizzata una apposita campagna di indagini geognostiche (indagini in sito e prove di laboratorio) così sintetizzata:

- n. 9 sondaggi geognostici verticali (sigla IP-Sx) eseguiti a carotaggio continuo, spinti a profondità massima di 30m, con esecuzione di prove SPT, prove di permeabilità Lefranc, prelievo di campioni indisturbati, rimaneggiati ed ambientali, prelievo di campioni d'acqua da piezometro; i sondaggi sono stati completati mediante installazione di tubi piezometrici e/o celle casagrande;
- n. 7 pozzetti esplorativi superficiali, spinti a profondità massima di 2,8m, con esecuzione di prove di densità e di carico su piastra, prelievo di campioni rimaneggiati (anche di grosso volume) ed ambientali;
- n. 5 prospezioni sismiche di superficie MASW;
- n. 5 prospezioni sismiche passive HVSR;
- Prove geotecniche di laboratorio eseguite sui campioni prelevati dalle verticali di indagine; si tratta di prove di caratterizzazione fisica (granulometrie e limiti) e prove meccaniche (triassiali, tagli);
- Analisi chimiche di acqua da piezometro per la determinazione del tenore in solfati e cloruri;
- Prove chimiche ambientali (analisi chimiche di laboratorio) eseguite su campioni di terreno prelevati dalle verticali di indagine.

Le indagini geognostiche sono state eseguite, come previsto dalla norma vigente, sulla base di un progetto redatto in maniera multidisciplinare dalle seguenti figure:

- Geologo responsabile dell'ufficio geologia (GEO) per la componente geologica
- Ingegnere responsabile dell'ufficio opere all'aperto (APE) per gli aspetti geotecnici
- Ingegnere responsabile dell'ufficio idraulica (IDR) per quanto riguarda l'idrologia
- Ingegnere responsabile del monitoraggio ambientale (MAM) per quanto attiene alla caratterizzazione chimica e chimico-fisica delle acque e delle terre da scavo.

3.3 Descrizione del tracciato

3.3.1 Descrizione geologica-geomorfologica

Il progetto della cosiddetta "Intermedia di Pianura" si sviluppa a nord della Tangenziale di Bologna e consiste in un insieme d'interventi finalizzati ad unire porzioni stradali esistenti nonché la modifica di alcuni incroci con l'inserimento di rotonde stradali.; in particolare, l'elemento di maggior rilievo è l'attraversamento dell'alveo del F. Reno (zona Trebbo).

Nell'ambito del presente capitolo si descrivono, procedendo da Ovest ad Est (dalla Tratta A alla Tratta D1), i principali elementi geologici-geomorfologici riscontrabili.

I litotipi distinti nei profili geologici allegati sono i seguenti tre (identificati in funzione della composizione granulometrica prevalente):

- argille e/o limi prevalenti (terreni prettamente coesivi)
- sabbie, sabbie limose, sabbie limoso-argillose (terreni sabbiosi con contenuto di frazione fine variabile)
- ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose (terreni prettamente granulari)

Tali “macrocategorie” sono rappresentative del modello geologico del sottosuolo della pianura bolognese, poiché la composizione granulometrica dei terreni varia notevolmente, non consentendo la definizione di categorie più specifiche che potrebbero generare una moltitudine di partizioni poco significative. Nonostante queste semplificazioni, a causa della natura fortemente eteropica dei depositi cartografati, la forma e l'estensione delle lenti di materiale riportate in sezione geologica deve essere assunta come verosimile ma non come l'unica possibile.

L'intero tracciato si sviluppa sui terreni afferenti al subsistema di Ravenna (AES8) ed all'Unità di Modena (AES8a) che è contenuta in AES8 con limiti non conformi e che ne costituisce il tetto stratigrafico.

A profondità nell'ordine dei 15-20m dal piano campagna si ipotizza il passaggio ai depositi del Subsistema di Villa Verucchio (AES7), che a loro volta risultano sovrapposti al Subsistema di Bazzano (AES6).

La descrizione dettagliata della litostratigrafia dei terreni attraversati è contenuta nelle stratigrafie dei sondaggi e dei pozzetti raccolte negli appositi elaborati allegati al presente progetto.

3.3.1.1 Tratta A

I terreni presenti nel primo sottosuolo appartengono alla classe granulometrica prevalentemente coesiva, cioè a depositi costituiti principalmente da argille e limi; si tratta perciò di terreni compressibili all'interno dei quali è frequente il ritrovamento di materiale organico e di residui carboniosi (in particolare il sondaggio IP-S2 ha intercettato torbe ed argille torbose tra 16,80m e 23,90m da p.c.). Sporadicamente sono presenti lenti sabbiose.

A profondità maggiori (oltre i 20m) i pozzi RER ed i sondaggi appositamente realizzati per la progettazione hanno evidenziato la presenza di un orizzonte continuo più grossolano (sabbie con ghiaia/ghiaiose e ghiaie prevalenti) dello spessore minimo di c.a. 10 m.

Nei pressi della nuova rotatoria RO001, il pozzetto PZ-IP11 eseguito nel 2016 ha evidenziato la presenza di argilla limosa per almeno 4m, mentre nei pressi della nuova rotatoria R4 il pozzetto PZ-IP15 eseguito nel 2016 ha evidenziato la presenza di 3m di limo argilloso seguito da argilla sabbiosa; in questo ambito di

intervento il recente sondaggio IP-S5 ha evidenziato la presenza di c.a. 25m di terreno coesivo (presente un sottile livello di torba a c.a. 21m) seguito da ghiaia limoso-sabbiosa e sabbia fino a 30m.

Il territorio oggetto di studio è pianeggiante e non presenta peculiarità geomorfologiche di nota.

3.3.1.2 Tratta B

Nuovo asse stradale e rotatorie

Le opere previste si trovano a sud-ovest di Longara, in un'area pianeggiante caratterizzata da quote di circa 30 m s.l.m. L'idrografia è limitata al Fosso Scolo Bosolo e non si evidenziano dinamiche geomorfologiche particolari.

I terreni del primo sottosuolo sono prevalentemente compressibili, passanti in profondità a terreni sabbiosi (lenti), cui seguono terreni granulari, anche se si sottolinea che la verticale di indagine IP1 ha attraversato un livello di argilla debolmente limosa dello spessore di 4-5m c.a. presente all'interno del materiale granulare.

Attraversamento fiume Reno a Trebbo

In corrispondenza del nuovo viadotto sul Fiume Reno, i sondaggi appositamente realizzati (IP3, IP4, IP5 ed IP6) e quelli reperiti dal Consorzio della Bonifica Renana ed eseguiti nel 2009 (S1, S2, S3 ed S4) hanno individuato prevalenti depositi coesivi (con intercalate locali lenti sabbiose) per uno spessore dell'ordine di 17-20m c.a. a cui segue un cospicuo orizzonte prevalentemente ghiaioso con contenuto variabile di sabbia fino ad almeno 40 m di profondità (si tratta di depositi correlabili all'attività deposizionale del Fiume Reno); si precisa che all'interno del sopra citato corpo granulare sono presenti sporadiche lenti sabbiose e limoso-argillose e che nei pressi del limite inferiore delle argille sovrastanti è stata rinvenuta torba in tutti i sondaggi di progettazione (IP3, IP4, IP5 ed IP6).

L'analisi morfologica osservabile nella cartografia IGM indica che le principali forme che caratterizzano il tratto in esame sono l'alveo di magra del Fiume Reno, un ordine di terrazzi fluviali, un meandro abbandonato (loc. Rampionese) e gli argini. La pianura circostante presenta un modesto grado di urbanizzazione; in particolare, per quanto riguarda le forme antropiche, la cartografia mostra la presenza dell'abitato di Trebbo e di alcune attività estrattive.

L'alveo del Reno è di tipo *non confinato* con andamento meandriforme, nonostante esistano argini artificiali sia in destra che in sinistra idrografica.

Inoltre sono evidenziabili i seguenti elementi geomorfologici attivi:

- fenomeni erosionali con franamento e scalzamento al piede delle scarpate fluviali;
- fenomeni di deposizione in alveo di detriti alluvionali di spessore variabile (formazione di isole fluviali);

- fenomeni di deposizione detritica sui terrazzi fluviali misti a resti vegetali, tali depositi sono correlabili a piene straordinarie (loc. Fondo Barca).

A oggi la porzione di territorio afferente il Fiume Reno che sarà coinvolto nell'opera di attraversamento è attualmente interessata dai lavori di realizzazione del "Prolungamento del condotto di adduzione primaria dal Canale Emiliano-Romagnolo (C.E.R.) finalizzato all'alimentazione del sistema idrico dell'alta pianura bolognese, in sinistra del Fiume Reno", lavori commissionati dal Consorzio della Bonifica Renana.

Un ulteriore elemento geomorfologico importante da evidenziare nell'ambito del nuovo attraversamento sul Fiume Reno è l'interferenza con un'area soggetta in passato ad estrazione di ghiaia, a oggi completamente tombata (Cava Castello Osti, si veda la planimetria geomorfologica allegata al presente progetto).

3.3.1.3 *Tratta C*

Il progetto prevede un potenziamento in sede. Le indagini appositamente realizzate (sondaggi IP-S7, IP-S8 ed IP-S9), indicano la presenza di depositi prevalentemente limoso-argillosi per uno spessore di 23-25m c.a. e contenenti anche spessori cospicui di torba ed argilla torbosa (c.a. 5m in IP-S9); più in profondità sia IP-S7 che IP-S9 hanno rinvenuto ghiaia sabbioso-limosa con ciottoli per almeno 5m.

Il territorio oggetto di studio è pianeggiante e presenta, come peculiarità geomorfologica, un'antica direzione di scorrimento fluviale (paleoalveo) interferente con il prolungamento del sottovia ciclopedonale previsto al termine di questo tratto di intervento

3.3.1.4 *Tratta D1*

Le opere stradali previste (3 nuove rotonde) ricadono in un'area pianeggiante con quote medie di circa 33 m s.l.m. e che risulta solcata da alcuni canali idraulici minori.

Dal punto di vista litologico sia la nuova rotatoria RO014 che la RO015 verranno realizzati in terreni coesivi di tipo limo sabbioso (si veda rispettivamente il pozzetto IP-PZ6 ed il pozzetto IP-PZ7), mentre la nuova rotatoria RO016 verrà realizzata in terreni ascrivibili a riporto antropico (si veda il pozzetto PZ-20PE).

Nell'areale della Tratta D1 si evidenzia infine la presenza di antichi ventagli di esondazione o di rotta (da Geoportale RER).

I dati geomorfologici disponibili presso il servizio geologico (cartografia geologica della pianura) mostrano la presenza di antichi ventagli di rotta non attivi (si veda la planimetria geomorfologica allegata al presente progetto). Questi elementi sono legati alle antiche dinamiche fluviali del Torrente Savena, cioè all'assetto precedente all'antropizzazione subita dal territorio.

Secondo il P.S.C. del Comune di Bologna la rotatoria RO015 prevista all'incrocio tra via Peglione e via Ferrarese (loc. Villa S. Anna) ricade morfologicamente in corrispondenza di un dosso fluviale e nelle

immediate vicinanze del Torrente Savena Abbandonato, che qui non mostra dinamiche geomorfologiche attive e le cui sponde fluviali, di altezza 2÷3 m, sono state sagomate in relazione alla sopraelevazione del rilevato stradale della SS 64.

3.3.2 Descrizione idrogeologica

Il modello della superficie piezometrica utilizzato per l'area di intervento è stato derivato dalle misurazioni effettuate nel mese di febbraio 2021, comprendenti le numerose indagini del Passante di Bologna e le indagini pregresse eseguite nell'ambito dell'intermedia di Pianura, ma non comprende le recentissime e specifiche indagini di luglio-agosto 2021 (sondaggi IP-Sx).

Tale modello si riferisce pertanto ad un periodo specifico e non rappresenta la cosiddetta “falda di progetto”, che deve essere definita dal punto di vista ingegneristico tenendo conto delle caratteristiche delle opere progettate. Infatti, bisogna introdurre un adeguato fattore di sicurezza che innalzi i livelli piezometrici del modello ad una quota tale per cui sia garantita la funzionalità / fattibilità delle opere progettate anche nel caso in cui si verificassero escursioni stagionali eccezionali.

L'andamento della superficie piezometrica considerata è, per quanto accurata, il risultato di una interpolazione statistica sviluppata a partire da dati puntuali e, come tali, discontinui. La quota piezometrica tracciata in sezione, laddove non fossero presenti misure dirette dei livelli di falda lungo il profilo delle opere in progetto, deriva dalla interpolazione lineare delle quote piezometriche più vicine identificate sul modello statistico elaborato.

Si ribadisce, per tutte le tratte oggetto di intervento, l'esistenza di un forte legame tra l'escursione nel tempo della falda e le situazioni al contorno come la variazione del regime di sfruttamento degli acquiferi, ad es. connesso ad un cambio d'uso del territorio con conseguente sostanziale diminuzione dei pompaggi. Tale scenario potrebbe perciò ridurre le soggiacenze.

Di seguito si descrive, per ogni tratta di intervento dell'Intermedia di Pianura, l'andamento della superficie piezometrica:

3.3.2.1 Tratta A

Il modello di costruzione delle isopiezometriche indica una quota assoluta della falda superficiale principale pari a 16m, con una leggera pendenza verso Est-Sud Est. Tale superficie di falda appare coerente con le misure piezometriche registrate nei piezometri installati nel recente sondaggio IP-S2 (soggiacenza dell'ordine di 8,5m da p.c.). Tuttavia lungo il profilo idrogeologico è possibile evidenziare due sub-tratte (da inizio intervento a pk 0+400 c.a. e da pk 1+100 c.a. a fine intervento) in cui è ipotizzabile la presenza di una falda locale ancora più superficiale, correlabile con le misure dei recenti piezometri IP-S1, IP-S3 ed IP-S4 (soggiacenza dell'ordine di 3m da p.c.) e confermata anche dalle evidenze di venute d'acqua all'interno dei

pozzetti esplorativi eseguiti a novembre 2016 (PZ-IP12, PZ-IP13, PZ-IP14, PZ-IP15): tali emergenze di acqua si sono evidenziate a profondità comprese tra 2.9 e 3.5 m da p.c..

Nei pressi della nuova rotatoria R4 il modello isopiezometrico indica una quota della falda di 17m (corrispondente ad una soggiacenza di c.a. 8m); il recente sondaggio IP-S5 ha evidenziato la presenza di due livelli piezometrici ben distinti tra le due celle piezometriche installate: intorno ai 3m da p.c. ed intorno a 10m. Il primo livello è compatibile con una superficie freatica a carattere locale, peraltro coerente con l'emergenza di acqua a 3,5m da p.c. rinvenuta nel 2016 nel pozzetto PZ-IP15, mentre il secondo livello risulta compatibile con il modello basato sui dati di febbraio 2021.

3.3.2.2 Tratta B

Questo tratto è caratterizzato dalla presenza di prevalenti terreni coesivi con passaggi a cospicui depositi granulari correlabili all'attività deposizionale del Fiume Reno; lungo questa tratta i valori di soggiacenza si attestano attorno ai 10 m da p.c. Ciò evidenzia che il Fiume Reno rimane sospeso rispetto alla superficie piezometrica, alimentandola.

Si segnala inoltre che, nell'ambito della ex cava a oggi tombata ed interferente con il nuovo viadotto, è presente uno specchio d'acqua probabilmente legato ai fenomeni di piena del Fiume Reno.

3.3.2.3 Tratta C

Questo tratto, posizionato a est del Fiume Reno, presenta spessori di depositi fini (argille e limi) nettamente maggiori rispetto ai precedenti tratti. Il modello di costruzione delle isopiezometriche basato sui dati di febbraio 2021 indica una quota della falda superficiale principale, con direzione di flusso da est verso ovest, tra 18 e 20m s.l.m., corrispondente ad una soggiacenza compresa tra 9m e 11m c.a.: ciò appare compatibile con le misure piezometriche registrate nei recenti sondaggi IP-S7 ed IP-S9.

E' inoltre è possibile ipotizzare anche la presenza di una falda a carattere locale ancor più superficiale (soggiacenza di c.a. 4m), ubicabile tra la pk 0+500 e fine intervento, ossia nel tratto dove è previsto il prolungamento di un sottovia ciclopedonale: tale superficie d'acqua risulta coerente con le misure piezometriche registrate nel recente sondaggio IP-S8, nonché con le evidenze di falda riscontrate durante la realizzazione delle CPTE1-Tr1 e CTP2-Tr1 (soggiacenza di c.a 2,5m a giugno 2017) e della CPT2(N.G.) (soggiacenza di 3,50m a novembre 2007).

3.3.2.4 Tratta D1

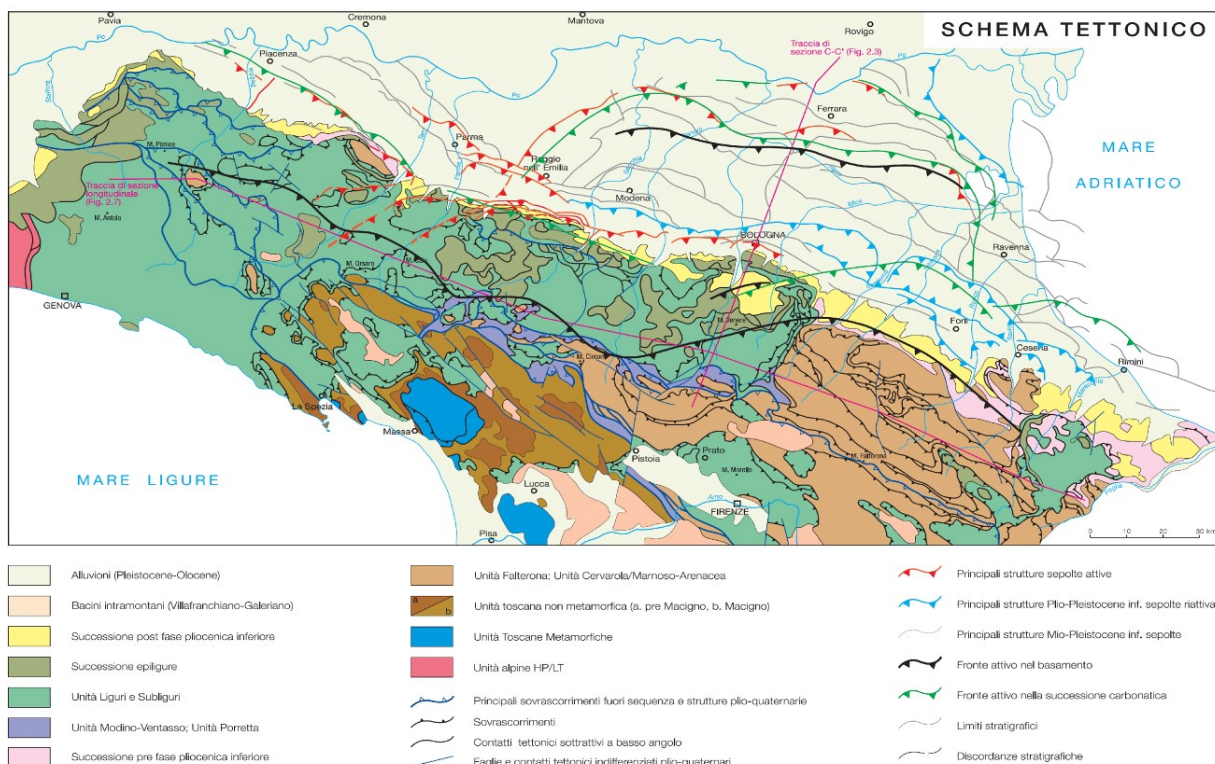
Nei pressi della nuova rotatoria RO014 la superficie piezometrica si attesta tra i 2 e 4m da p.c. (si veda il piezometro IP7), mentre nei pressi delle nuove rotatorie RO015 ed RO016 le isopiezometriche del modello di febbraio 2021 indicano una soggiacenza di 6-8m da p.c.

4 SISMICA

4.1 Inquadramento sismo-tettonico

Il territorio dell'Emilia-Romagna è costituito dal versante padano dell'Appennino settentrionale e dalla Pianura Padana a sud del Po; il limite regionale infatti coincide per lunghi tratti con lo spartiacque appenninico verso sud e con il corso del Po verso nord.

Il fronte della catena appenninica non coincide però con il limite morfologico catena-pianura ma è individuabile negli archi esterni delle Pieghe Emiliane e Ferraresi sepolte dai sedimenti quaternari padani.



Schema tettonico della Pianura Padana (Boccaletti et al., 2004)

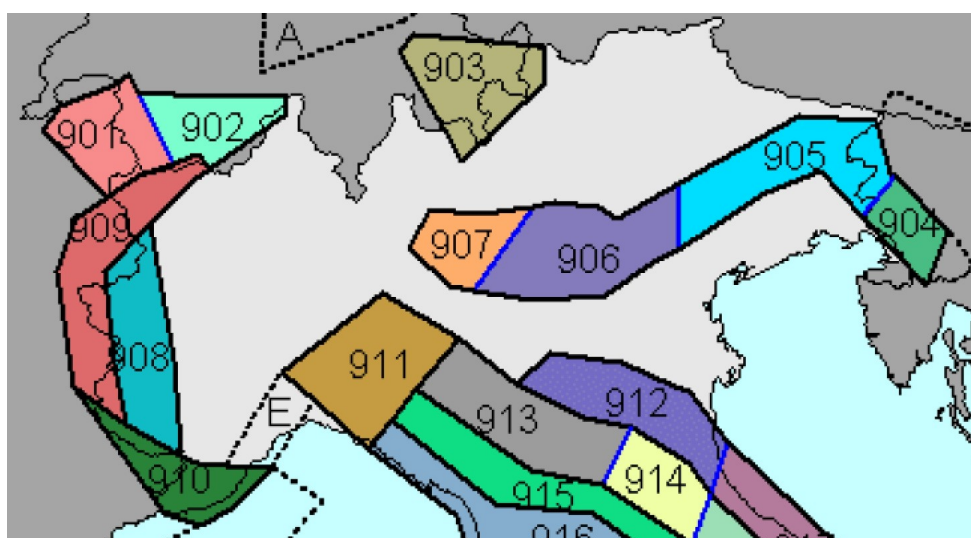
Per quanto attiene agli aspetti sismo-tettonici, le evidenze geologiche, le sezioni sismiche e gli studi morfo-tettonici indicano come la tettonica sia generalmente caratterizzata dalla presenza di strutture compressive attive, come sovrascorrimenti e piegamenti, come segnalato anche dalle soluzioni dei meccanismi focali di terremoti.

L'analisi della sismo-tettonica dell'Emilia-Romagna ha messo in evidenza come parte delle strutture individuate da profili sismici che interessano il riempimento sedimentario Plio-Pleistocenico siano caratterizzate da attività molto recente ad attuale. In particolare, risultano attivi i sovrascorrimenti sepolti che danno luogo agli archi di Piacenza - Parma, Reggio Emilia e di Ferrara (Boccaletti et alii, 2004).

A tali strutture (in particolare alla dorsale Ferrarese) possono essere associati i fenomeni di fagliazione superficiale osservati in alcune aree di Pianura Padana, nelle province di Reggio Emilia e Modena (Pellegrini

& Mezzani, 1978). Lungo il margine, risulta attivo il *thrust* pede-appenninico tra Bologna e Parma, mentre blind thrusts attivi caratterizzano il settore a Sud Est di Bologna. L'attività del thrust pede-appenninico è in accordo con quanto osservato da Amorosi et alii (1996) sulla base dell'analisi delle correlazioni tra terrazzi fluviali del margine e conoidi alluvionali nella pianura nelle vicinanze della città di Bologna.

Con riferimento ai recenti studi condotti sull'intero territorio nazionale per la realizzazione di un modello delle sorgenti sismo-genetiche, l'area in esame è compresa interamente nella zona sismo-genetica 912 (Meletti et al., 2004 - cfr. figura seguente), corrispondente alla *Dorsale Ferrarese*, caratterizzata da una magnitudo massima M_{wmax} pari a 6.14.



Particolare della Zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti et al., 2004)

4.2 Sismicità dell'area

Secondo le elaborazioni del Gruppo di Lavoro MPS (2004), in corrispondenza del tracciato autostradale, il valore medio della accelerazione massima al suolo in condizione di sito roccioso risulta compreso:

- tra 0.150 g e 0.175 g, con probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni (periodo di ritorno $T_R=475$ anni);
- tra 0.200 g e 0.225 g, con probabilità di eccedenza pari al 5% in 50 anni (periodo di ritorno $T_R=975$ anni);
- tra 0.275 g e 0.350 g, con probabilità di eccedenza pari al 2% in 50 anni (periodo di ritorno $T_R=2475$ anni).

4.3 Azioni sismiche di progetto

4.3.1 Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento

Per la definizione delle azioni sismiche di progetto si sono adottati i seguenti parametri:

- Vita nominale $V_N = 50$ anni
- Classe d'uso: IV
- Coefficiente d'uso $C_U = 2.0$
- Vita di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N \times C_U = 100$ anni.

La strategia di progettazione per i differenti stati limite di cui al punto 3.2.1 delle NTC-2018 è quindi ricavata dalla seguente formula dell'allegato A delle NTC-2018, in funzione delle probabilità di superamento PVR indicate in tabella 3.2.I nel periodo di riferimento V_R (si veda anche la *Tabella 1*):

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 1 - Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R per differenti stati limite NTC-2008).

I valori del tempo di ritorno T_R in anni per l'opera in esame risultano pertanto:

$T_R(\text{SLO})$ 60 anni;

$T_R(\text{SLD})$ 100 anni;

$T_R(\text{SLV})$ 950 anni;

$T_R(\text{SLC})$ 1950 anni.

4.3.2 Pericolosità sismica

Nelle norme tecniche NTC-2018 (Allegato B) sono forniti, secondo un reticolo di riferimento e per differenti intervalli di riferimento, i parametri sismici a_g , F_0 e T^*_c per un sito rigido orizzontale (come definiti al paragrafo 3.2 delle NTC-2018) necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

Qualora l'area in esame non ricada in corrispondenza dei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri di interesse possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento, mediante la seguente espressione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

in cui:

- p è il valore del parametro di interesse nel punto in esame;
- p_i è il valore del parametro di interesse nell'i-esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;
- d_i è la distanza del punto in esame dall'i-esimo punto della maglia suddetta.

Inoltre, qualora le tabelle di pericolosità sismica su reticolo di riferimento non contemplino il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e P_{VR} prefissati, il valore del generico parametro p (a_g, F₀, T_c*) ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione a partire dai dati relativi di T_R previsti nella pericolosità sismica, utilizzando la seguente espressione, in allegato A alle NTC-2018:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1}$$

in cui:

p è il valore del parametro di interesse al T_R desiderato;

T_{R1} T_{R2} sono i periodi di ritorno più prossimi a T_R per i quali si dispone dei valori di p₁ e p₂ del generico parametro p.

Di seguito si riportano i valori dei parametri sismici a_g, F₀, T_c* ricavati mediante il programma "Spettri NTC ver.1.0.3.xls", disponibile sul sito <http://www.cslp.it/cslp/>, inserendo le coordinate geografiche delle principali opere previste nell'ambito del progetto in esame e i nomi dei diversi comuni presenti nell'area.

Tratta A (COORDINATE WGS84 Lon 11.267284 – Lat 44.575600)

	T _R (anni)	a _g (m/s ²)	F ₀	T _c (s)
SLO	60	0.067	2.496	0.275
SLD	101	0.083	2.491	0.283
SLV	949	0.215	2.444	0.290
SLC	1950	0.276	2.409	0.301

Tratta B (COORDINATE WGS84 Lon 11.305054 – Lat 44.561401)

	T_R (anni)	a_g (g)	F_0	T^*_c (s)
SLO	60	0.068	2.494	0.275
SLD	101	0.084	2.502	0.284
SLV	949	0.216	2.428	0.293
SLC	1950	0.277	2.405	0.300

Tratta C (COORDINATE WGS84 Lon 11.335730 – Lat 44.554676)

	T_R (anni)	a_g (g)	F_0	T^*_c (s)
SLO	60	0.068	2.490	0.275
SLD	101	0.084	4.489	0.284
SLV	949	0.216	4.433	0.296
SLC	1950	0.276	2.414	0.302

Tratta D1 (COORDINATE WGS84 Lon 11.374716 – Lat 44.548579)

	T_R (anni)	a_g (g)	F_0	T^*_c (s)
SLO	60	0.069	2.486	0.276
SLD	101	0.086	2.469	0.285
SLV	949	0.216	2.439	0.299
SLC	1950	0.276	2.418	0.305

4.3.3 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Le categorie di sottosuolo sono definite al punto 3.2.2 delle NTC-2018 sulla base del parametro di velocità equivalente delle onde di taglio V_s definito sullo spessore H vale a dire sullo spessore di terreno posto al di sopra del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s..

La velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

È altresì specificato che “Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II delle NTC2018.

Di seguito sono riportate le velocità di taglio V_s mediate nei primi 30m di profondità misurate in modo diretto in corrispondenza delle prove sismiche down hole; nello stesso elenco è riportata la categoria di sottosuolo in accordo alle norme tecniche vigenti:

Per la tratta D1, in assenza di misurazioni dirette nella campagna specifica di questo progetto, la categoria di sottosuolo è stata definita in accordo alla Down Hole SC2-DH afferente alla campagna di indagine della A13. Tale scelta, vista la categoria di sottosuolo individuata pari a D, risulta comunque cautelativa.

Tratta A :

Masw 1	Vs=221m/s	Categoria di sottosuolo C;
Masw 4	Vs=225m/s	Categoria di sottosuolo C;

Tratta B (rotatoria):

Masw 6	Vs=288m/s	Categoria di sottosuolo C;
--------	-----------	----------------------------

Tratta B (Ponte sul Reno):

Down Hole IP3-DH	Vs=238m/s	Categoria di sottosuolo C;
Down Hole IP6-DH	Vs=249m/s	Categoria di sottosuolo C;
MASW RENANANA	Vs=251 m/s	Categoria di sottosuolo C

Tratta C:

Masw 7	Vs=209m/s	Categoria di sottosuolo C
Masw 9	Vs=316m/s	Categoria di sottosuolo C

Tratta D1:

Down Hole SC2-DH	Vs=175m/s	Categoria di sottosuolo D.
------------------	-----------	----------------------------

Si riportano di seguito in forma sintetica le categorie di sottosuolo adottate nella progettazione:

<u>Tratta A</u>	Categoria di sottosuolo C;
<u>Tratta B (Rotatoria)</u>	Categoria di sottosuolo C;
<u>Tratta B (Ponte sul Reno)</u>	Categoria di sottosuolo C;
<u>Tratta C</u>	Categoria di sottosuolo C;
<u>Tratta D1</u>	Categoria di sottosuolo D;

In accordo alle NTC2018, l'accelerazione massima attesa a piano campagna a_{max} [g] dipende dall'accelerazione massima al "bedrock" a_g [g] in accordo alla seguente relazione:

$$a_{max} [g] = S a_g [g].$$

L'effetto della risposta sismica locale sulla pericolosità di base si valuta mediante il coefficiente di sito (S), funzione sia della categoria di sottosuolo sopra determinata (S_s) sia dell'andamento piano altimetrico della superficie topografica (S_T):

$$S = S_s \cdot S_T.$$

Il coefficiente S_s per ciascuna categoria di sottosuolo si ricava dalle espressioni fornite in Tabella 3.2.IV al par. 3.2.3 delle Norme Tecniche 2018.

Per quanto riguarda l'eventuale amplificazione topografica, al coefficiente S_T possono essere assegnati i valori seguenti in funzione della categoria topografica corrispondente (Tab. 3.2.III delle Norme Tecniche);

per questo caso in esame si assume che le aree in esame siano sempre riferibili alla categoria T1, ovvero quali “superfici piane, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ” ($S_T = 1$).

Per i parametri sismici a_g , F_0 , T^*_c da adottare per tutte le tratte (A, B, C e D1) si scelgono i parametri valutati per la tratta D1, essendo la condizione più cautelativa tra tutte quelle presentate.

In accordo alle scelte progettuali commentate sopra e in accordo alle categorie di sottosuolo definite per ogni tratta e riassunte precedentemente, nella

Tabella 4-2 è riportato il valore di accelerazione massima (a_{max} [g]) per le categorie di sottosuolo C e D intercettate nelle tratte di interesse.

Tabella 4-2 - Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R per differenti stati limite NTC-2018).

Tratta A categoria di sottosuolo C (COORDINATE WGS84 Lon 11.267284 – Lat 44.575600)

	T_R (anni)	a_g (g)	S_s	a_{max} (g)
SLV	949	0.215	1.385	0.30

Tratta B categoria di sottosuolo C (COORDINATE WGS84 Lon 11.305054 – Lat 44.561401)

	T_R (anni)	a_g (g)	S_s	a_{max} (g)
SLV	949	0.216	1.385	0.30

Tratta C categoria di sottosuolo C (COORDINATE WGS84 Lon 11.335730 – Lat 44.554676)

	T_R (anni)	a_g (g)	S_s	a_{max} (g)
SLV	949	0.216	1.385	0.30

Tratta D1 categoria di sottosuolo D (COORDINATE WGS84 Lon 11.374716 – Lat 44.548579)

	T_R (anni)	a_g (g)	S_s	a_{max} (g)
SLV	949	0.216	1.611	0.35

4.3.4 Risultati

È stata svolta l'analisi di liquefazione su tutte le verticali di indagine. Si riassumono sotto i risultati.

Alle verticali indagate è associato un potenziale di liquefazione per lo più basso/moderato, solo in un caso puntuale si è registrato un potenziale associato a un rischio alto. Con riferimento a tale risultato puntuale, si specifica che tale sondaggio non interferisce con nessuna opera d'arte, si rimanda al Progetto Esecutivo la possibilità di eseguire prove geognostiche aggiuntive, preferibilmente CPT, per verificare l'effettiva liquefacibilità dello strato intercettato.

Sondaggio	Indice di potenziale di liquefazione LPI	Pericolosità di liquefazione	Cedimento stimato	Tratta	Categoria di sottosuolo
			cm		
IP1	1	Bassa	-	B-rotatoria	C
IP2	1.6	Bassa	-	B	C
IP3	1	Bassa	-	B-Ponte Reno	C
IP4	4.5	Moderata	-	B-Ponte Reno	C
IP5	1	Bassa	-	B-Ponte Reno	C
IP6	2.4	Moderata	-	B-Ponte Reno	C
IP7	1	Bassa	-	D1	D
IP8	1.3	Bassa	-	D1	D
IP-S1	10.4	Alta	20	A	C
IP-S2	1	Bassa	-	A	C
IP-S3	1	Bassa	-	A	C
IP-S4	1	Bassa	-	A	C
IP-S5	1	Bassa	-	A	C
IP-S6	2.9	Moderata	-	B	C
IP-S7	1	Bassa	-	C	C
IP-S8	1	Bassa	-	C	C
IP-S9	1	Bassa	-	C	C

Tabella 4-3: Indice del potenziale di liquefazione associato alla pericolosità di liquefazione

5 GEOTECNICA

Il presente capitolo riporta le caratteristiche geotecniche principali delle unità stratigrafiche intercettate in area di interesse.

5.1 Unità stratigrafiche: caratteristiche geotecniche

Le unità litostratigrafiche, così come presentate nel precedente capitolo, sono state suddivise nelle seguenti unità geotecniche:

- **Unità 1:** Limo – limo sabbioso - argilla limosa – argilla di color nocciola/ocra. Tale unità viene considerata a comportamento prevalentemente coesivo;
- **Unità 1a:** Intercalazioni di sabbia limosa o sabbia di color nocciola/ocra. Tale unità viene considerata a comportamento prevalentemente granulare;
- **Unità 2:** Argilla limosa o debolmente limosa/ Limo argilloso o debolmente argilloso –sabbioso – color grigio. Tale unità viene considerata a comportamento prevalentemente coesivo;
- **Unità 2a:** Intercalazioni di sabbia limosa o sabbia di colore grigio. Tale unità viene considerata a comportamento prevalentemente granulare;
- **Unità 2b:** Ghiaia o sabbia ghiaiosa di colore grigio.

Nei primi metri di profondità (da piano campagna a max 1.5m), è stato intercettato uno strato di riporto antropico non compattato con presenza di materiale laterico e vegetale.

La definizione delle unità geotecniche è stata introdotta al fine di sintetizzare le proprietà dei materiali, per ottenere una stratigrafia generale da associare alle tratte in progetto. Come illustrato nel profilo geotecnico, il sottosuolo presente nel tratto di strada esaminato, risulta molto stratificato con intercalazioni granulari, che frequentemente interrompono la continuità del materiale coesivo. Nel seguito vengono elencate le principali peculiarità di tale tratta:

- grado di sovraconsolidazione dei materiali: si riscontra sistematicamente il passaggio da materiale sovraconsolidato più superficiale di colore ocra o nocciola (Unità 1) a materiale normalconsolidato più profondo di colore grigio (Unità 2), ad una profondità generalmente compresa tra 10 e 15 m dal p.c. attuale. E' possibile ipotizzare che i materiali appartenenti alle unità 2 non siano mai stati soggetti a pressioni litostatiche maggiori di quelle attualmente presenti; tali depositi verranno pertanto considerati come normalconsolidati.
- individuazione non sistematica ma diffusa di lenti di sabbia. Le profondità di rinvenimento di lenti di sabbia sono piuttosto variabili. Per lo più le lenti di sabbia risultano superficiali (da circa 0.5 m dal p.c.) ed in altri casi si approfondiscono molto fino anche oltre i 20 m dal piano campagna.

- presenza di una crosta superficiale fino ad una profondità di 1.5 – 2 m dal piano campagna dovuta ad una leggera sovraconsolidazione (crosta) a seguito delle variazioni stagionali di umidità e, di conseguenza, ai fenomeni di essiccamento (suzione) nei materiali a granulometria più fine.

5.2 Rilevati stradali

I nuovi rilevati stradali saranno realizzati con pendenza delle scarpate $4/7=V/H$ ($V=$ Verticale, $H=$ Orizzontale) verificati ai sensi della normativa vigente (NTC2018).

Data la natura sostanzialmente coesiva e compressibile dei terreni di fondazione che implicano cedimenti attesi nel tempo non compatibili con la funzionalità dell'opera, per i rilevati superiori ai 2÷3 m di altezza si è scelto di realizzare con muri a U e pali riduttori di cedimento; questa scelta progettuale comporta un cedimento stimato minore data la riduzione dell'impronta di carico del rilevato (effetto del muro a U) e data la presenza dei pali CFA riduttori di cedimento; tali pali, debolmente armati, sono strutturalmente scollegati dai muri e non hanno funzioni strutturali.

5.3 Caratteristiche dei piani di posa e bonifiche

Con il termine scotico si intende la rimozione di una porzione di terreno superficiale, con profondità minima di 20 cm, utile per la rimozione del terreno vegetale, radici di alberi, arbusti ed ogni elemento vegetale interrato dalle aree su cui vengono fondati i rilevati.

Con il termine bonifica si intende un'ulteriore rimozione di materiale superficiale (in aggiunta allo scotico) atta ad eliminare i materiali caratterizzati da scadenti proprietà meccaniche. Gli strati di materiale granulare posti in sostituzione del materiale asportato dovranno essere messi in opera seguendo le stesse prescrizioni adottate per i rilevati. Si segnala che, data la presenza del materiale di riporto non compattato intercettato nelle verticali di indagine e sopra ampiamente descritto, è prescritta la seguente profondità di bonifica pari a 1.0 m per tutte le altezze di rilevato. Dagli esiti delle prove di laboratorio svolte ad hoc, risulta che il materiale non è trattabile a calce.

6 ARCHEOLOGIA

6.1 Verifica preventiva dell'interesse archeologico

6.1.1 Premessa

Lo studio di impatto archeologico ha come scopo l'analisi e definizione dell'impatto archeologico nelle aree interessate dalla realizzazione del Progetto Definitivo "A14 Bologna-Bari-Taranto. Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna fra Borgo Panigale e San Lazzaro. Interventi di completamento della rete di adduzione. Intermedia di Pianura".

Tale studio archeologico, redatto dalla dott.ssa Ilaria Capparucci, in possesso dei requisiti di cui al comma 1, art. 25 del D.Lgs. n. 50/2016, rientra nelle attività di "Verifica preventiva dell'interesse archeologico" (come previsto dall'art. 25 del D.Lgs. n. 50/2016), ed è finalizzato ad una definizione quanto più precisa possibile delle conoscenze archeologiche del territorio, in modo da poter prevedere, per quanto sia possibile, l'impatto dell'opera sulla relativa componente archeologica.

Il presente studio archeologico costituisce un aggiornamento del precedente studio, redatto nel 2016 coerentemente con la prima versione del Progetto Definitivo, rientrante negli interventi stabiliti dall'Accordo sottoscritto il 15/04/2016 tra il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, la Regione Emilia Romagna, la Città Metropolitana di Bologna, il Comune di Bologna e Autostrade per l'Italia, ed oggetto di procedura autorizzativa regionale del gennaio 2017.

Tale Progetto Definitivo venne in seguito ritirato non avendo trovato la necessaria condivisione con la Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per la Città metropolitana di Bologna e con l'Amministrazione Comunale di competenza.

In data 08.04.2019 il MIT ha trasmesso agli Enti locali il documento di sintesi degli approfondimenti svolti con ASPI in relazione a diverse alternative progettuali, conclusi a marzo 2019, specificando la necessità di sottoscrivere un atto aggiuntivo all'accordo del 15.04.16 per consentire il prosieguo delle attività. Le Parti hanno quindi concordato di rimodulare il progetto dell'Intermedia di Pianura nelle seguenti tratte: Tratta A - Tratta B - Tratta C - Tratta D1; i restanti interventi previsti sulle tratte D ed E del Progetto Definitivo, oggetto di procedura autorizzativa regionale del gennaio 2017, devono intendersi stralciati.

Il presente studio viene quindi elaborato coerentemente con il Progetto Definito rimodulato a partire del 2019, nelle tratte sopra specificate.

La metodologia applicata per lo svolgimento del lavoro, concordata con gli ispettori della Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara territorialmente competenti e finalizzata a quanto esposto precedentemente, ha previsto le seguenti fasi:

- Raccolta dei dati:

- ricerca bibliografica;
- consultazione dei dati archivistici conservati presso la Soprintendenza per i Beni Archeologici territorialmente competente, di concerto con i funzionari di zona interessati;
- consultazione dei relativi piani urbanistici, in modo da verificare l'esistenza di vincoli archeologici disposti dall'ente di tutela;
- analisi geomorfologica del territorio, quale indicatore della presenza di possibili insediamenti antichi;
- analisi dell'ambiente antropico antico: valutazione delle modalità di popolamento specificatamente all'area interessata dai lavori;
- analisi dei dati concernenti l'attività di sorveglianza archeologica alle indagini geognostiche;
- analisi e sintesi dei dati, valutazione del potenziale archeologico.

Data la presenza di ingenti riporti alluvionali nell'area le ricognizioni sono state invece considerate inutili.

Tale ricerca, come di consueto, non ha riguardato solo l'area di progetto ma è stata estesa anche alle zone immediatamente limitrofe calcolando, d'accordo con i funzionari della Soprintendenza, un buffer territoriale di almeno 500 m, in modo tale da avere un quadro più esaustivo possibile della conoscenza del territorio.

6.1.2 Sintesi storico-archeologica delle aree oggetto dei lavori

Il comparto territoriale su cui insisterà l'Intermedia di Pianura abbraccia un'area piuttosto vasta, ricca di numerosissime testimonianze di tipo storico-archeologico pertinenti ad epoche diverse.

In nessuna delle aree interessate dal progetto si segnalano testimonianze di epoca preistorica.

L'età del Bronzo è testimoniata invece da un unico rinvenimento (strutture pertinenti ad un insediamento databile fra il 1.330 ed il 1.170 a.C.) effettuato in località Fondo Boschi, presso Calderara di Reno.

L'età del Ferro è mediamente testimoniata in tutti i comuni interessati dall'opera: presso Granarolo si segnala il rinvenimento di un insediamento produttivo (presso il nuovo Centro Tecnico di via Prati), di un focolare, genericamente attribuibile all'età protostorica, ad una profondità di m 1,80 e di più generici livelli antropizzati. Approssimativamente alla stessa quota (m 1,30 di profondità) sono stati individuati livelli antropizzati protostorici presso Calderara di Reno. Livelli antropizzati riconducibili all'età del Ferro ed individuati presso Castel Maggiore presentano invece quote notevolmente inferiori (m 2,80/3,10 di profondità). Sempre pertinente alla stessa fase è un abitato (IX-VII sec. a.C.) rinvenuto presso Sala Bolognese; si segnalano infine le aree di frammenti fittili superficiali individuate a Calderara e Granarolo.

In età romana il comprensorio in questione entrò a far parte dell'area agricola centuriata posta a nord della colonia di *Bononia*. Proprio a questo periodo, ed in particolare ad una deduzione coloniarie di età triumvirale - augustea (I sec. a.C.), risale la strutturazione agraria del territorio, secondo porzioni quadrate (*centuriae*) di circa 710 m di lato, definite da assi viari e canalizzazioni di scolo. In merito alla ricostruzione proposta in questa sede, essa è frutto delle rare sopravvivenze del sistema centuriale nell'attuale paesaggio agrario (principalmente rinvenute nei PSC comunali), completate con la proiezione dei sicuri assi centuriali individuati nei vicini comuni. Si è stabilito quindi di utilizzare per la cartografia un'apposita legenda, in modo da distinguere i tratti certi da quelli puramente ipotetici e, ad oggi, privi di qualsiasi riscontro.

In merito alle attestazioni materiali di epoca romana, tutta la zona è interessata dalla presenza di numerosissime aree di frammenti fittili (per le quali risulta difficile avanzare una certa interpretazione cronologica), alcune delle quali potrebbero essere interpretate come insediamenti a carattere abitativo, edifici rustici o ville, coerenti con la suddetta organizzazione, in alcuni casi connessi con attestazioni a carattere produttivo-artigianale.

In merito al rinvenimento di edifici rustici veri e propri, questi si individuano nei comuni di Granarolo e Calderara: in quest'ultimo si segnala la villa rustica a San Vitalino, con resti strutturali emersi ad una profondità di m 3,00; il complesso rustico di età repubblicana rinvenuto in via della Mimosa a m 1,10 di profondità; l'insediamento rurale di S. Girolamo (I sec. a.C.-IV sec. d.C.) con tracciato viario interno alla centuria ed orientato con esso. Sempre presso Calderara sono state individuate, presso Fondo Peloso, strutture murarie ad una profondità di m 1,80.

Rare le attestazioni di sepolture.

Considerando l'estensione dell'area centuriata, colpisce la scarsità del dato presso Castel Maggiore e Sala Bolognese, che può tuttavia essere spiegata con la profondità della stratigrafia antica, in questa zona colmata spesso da ingenti riporti alluvionali.

Infine, sempre in età romana, venne a consolidarsi l'importanza dell'asse viario da identificarsi con la direttrice Bologna-Padova, rinvenuta ad una profondità media di m 2,20, il cui percorso è segnato da alcuni rinvenimenti noti: essa dovrebbe essere precedente alla centuriazione con cui effettivamente non è in asse.

L'orizzonte medioevale è attestato da alcuni complessi religiosi tutti nell'area di Calderara: monastero di S. Vitale fondato nell'VIII secolo, il complesso "Tomba Magna" del XIII secolo, la Chiesa di S. Michele del XIII secolo. Aree di frammenti fittili riconducibili a frequentazione di epoca medioevale sono state localizzate a Castel Maggiore e Granarolo.

6.1.3 Valutazione del potenziale archeologico

Al fine di avanzare una valutazione del potenziale archeologico, si evidenziano i seguenti aspetti:

- gli interventi si inseriscono in un comparto ricchissimo di testimonianze archeologiche di grande interesse, che permettono di evidenziare come tutta la zona sia stata sede preferenziale di occupazione dall'epoca protostorica in poi, senza soluzione di continuità;
- in particolare l'area è caratterizzata da una maglia centuriale solo in parte nota, all'interno della quale il rischio archeologico è legato soprattutto alla possibilità di individuazione degli edifici ad essa riferibili;
- le evidenze archeologiche note si riferiscono sia a rinvenimenti superficiali sia all'esito di indagini profonde;
- i dati di scavo a disposizione permettono di ricostruire una stratigrafia costituita da ingenti riporti alluvionali, soprattutto in corrispondenza di Calderara e Castel Maggiore: qui i livelli romani sono solitamente presenti fra m 1,80 e 3,00, mentre il villanoviano è stato rinvenuto ad una profondità di m 2,80 a Castel Maggiore. La stratigrafia sembra risalire in corrispondenza di Granarolo che, essendo localizzata su un dosso, conserva tutto a quote più alte: qui, ad esempio, il villanoviano si trova ad una profondità di m 1,80. Tale stratigrafia appare quindi essere tendenzialmente inferiore rispetto alle quote di progetto;
- gli interventi in progettazione prevedono sia semplici adeguamenti (ampliamento di circa m 6,00 con scavi profondi sino a m 1,00) che nuove tratte (occupazione di suolo vergine e non depauperato in termini di eventuale conservazione del bene archeologico).

Segue la definizione del potenziale archeologico per singola tratta.

1. TRATTA A

L'intervento, che risulta essere un adeguamento della viabilità esistente con l'inserzione di nuove rotatorie, risulta limitrofo a numerose attestazioni archeologiche ed insiste in una zona agricola e poco urbanizzata; l'unica interferenza è segnalata con il cantiere posizionato in corrispondenza del sito n. 63; durante l'assistenza archeologica alle indagini geognostiche, è stato rinvenuto, ad una quota di m 1,10 circa, un possibile paleosuolo dell'età del Ferro. In base a quanto detto, il potenziale può essere definito come *indiziato da elementi documentari oggettivi, non riconducibili oltre ogni dubbio all'esatta collocazione in questione (ad es. dubbi sulla erraticità degli stessi), che lasciano intendere un potenziale di tipo archeologico (geomorfologia, topografia, toponomastica, notizie) senza la possibilità di intrecciare più fonti in modo definitivo* (Potenziale n. 5, Rischio medio). Il cantiere in interferenza possiede invece un rischio certo (Potenziale n. 9).

2. TRATTA B

La prima parte dell'intervento è in riqualfica, mentre la seconda su nuova sede ed include l'attraversamento del Reno; l'intervento attraversa la parte di griglia centuriale puramente ipotetica e non risulta interferente con nessun elemento archeologico noto; in base a quanto detto, il potenziale

può essere definito come *indiziato da elementi documentari oggettivi, non riconducibili oltre ogni dubbio all'esatta collocazione in questione (ad es. dubbi sulla erraticità degli stessi), che lasciano intendere un potenziale di tipo archeologico (geomorfologia, topografia, toponomastica, notizie) senza la possibilità di intrecciare più fonti in modo definitivo* (Potenziale n. 5, Rischio medio). Tale potenziale può essere esteso anche alle aree di cantiere.

3. TRATTA C

L'intervento prevede la riqualifica di via Corticella (parte di questo intervento prevede uno scostamento dell'asse stradale esistente verso nord per evitare un'area vincolata); l'intervento attraversa la parte di griglia centuriale puramente ipotetica e non risulta interferente con nessun elemento archeologico noto; le indagini archeologiche preventive effettuate per adeguamento servizi Hera (n. 76) hanno dato esito negativo; in base a quanto detto, il potenziale può essere definito come *indiziato da elementi documentari oggettivi, non riconducibili oltre ogni dubbio all'esatta collocazione in questione (ad es. dubbi sulla erraticità degli stessi), che lasciano intendere un potenziale di tipo archeologico (geomorfologia, topografia, toponomastica, notizie) senza la possibilità di intrecciare più fonti in modo definitivo* (Potenziale n. 5, Rischio medio). Tale potenziale può essere esteso anche alle aree di cantiere e alla sistemazione dell'innesto proveniente da via Genunzio Bentini sulla rotatoria Oro – Pilla, posta a nord est rispetto alla giacitura dell'asse C.

4. TRATTA D1

L'intervento consiste nella realizzazione di tre nuove rotatorie; l'intervento attraversa un'area centuriale nota, interferendo con assi centuriali ipotetici; considerando anche l'insistere in una zona agricola e poco urbanizzata, il potenziale può essere definito come *indiziato da elementi documentari oggettivi, non riconducibili oltre ogni dubbio all'esatta collocazione in questione (ad es. dubbi sulla erraticità degli stessi), che lasciano intendere un potenziale di tipo archeologico (geomorfologia, topografia, toponomastica, notizie) senza la possibilità di intrecciare più fonti in modo definitivo* (Potenziale n. 5, Rischio medio). Tale potenziale può essere esteso anche alle aree di cantiere.

6.1.4 Conclusioni

Gli interventi in progettazione ricadano in un'area caratterizzata da significativi elementi di interesse archeologico, di natura e tipologia diversa, con alcune interferenze dirette; da segnalare tuttavia come i ritrovamenti noti indichino una profondità dei giacimenti generalmente maggiore rispetto alle quote di progetto.

L'elaborazione dei dati in possesso ha permesso di indicare per tutte le tratte un grado di rischio medio; solamente il cantiere dislocato in corrispondenza della Tratta A possiede un rischio certo (Potenziale n. 9).

6.2 PIANO DELLE INDAGINI ARCHEOLOGICHE PREVENTIVE

6.2.1 Premessa

Il piano delle indagini archeologiche preventive è stato definito sulla base delle prescrizioni della Soprintendenza Archeologia, Belle arti e Paesaggio per la città metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara, contenute nella nota prot. n. 13310 dell'08/06/2017, richieste a valle della trasmissione del Progetto Definitivo e del relativo Studio di Impatto Archeologico. La citata richiesta è stata in seguito dettagliata in un incontro svoltosi fra SABAP, ASPI e SPEA Engineering il 12/07/2017, i cui esiti sono stati successivamente formalizzati nella nota SABAP prot. n. 18772 del 10/08/2017.

La prima versione del Piano delle indagini archeologiche preventive, inviato presso la SABAP Bologna il 18/09/2017 (prot. ASPI 0017004), si riferisce quindi al Progetto Definitivo così come stabilito dall'Accordo sottoscritto il 15/04/2016 tra il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, la Regione Emilia Romagna, la Città Metropolitana di Bologna, il Comune di Bologna e Autostrade per l'Italia, costituito cioè da n. 5 tratte di nuova realizzazione (TRATTA A/B/C/D/E).

Tale Progetto Definitivo veniva in seguito ritirato non avendo trovato la necessaria condivisione con la Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara e con l'Amministrazione Comunale di competenza.

In data 08.04.2019 il MIT ha trasmesso agli Enti locali il documento di sintesi degli approfondimenti svolti con ASPI in relazione a diverse alternative progettuali, conclusi a marzo 2019, specificando la necessità di sottoscrivere un atto aggiuntivo all'accordo del 15.04.16 per consentire il prosieguo delle attività. Le Parti hanno quindi concordato di rimodulare il progetto dell'Intermedia di Pianura in corrispondenza della Tratta A - Tratta B - Tratta C - Tratta D1; i restanti interventi previsti sulle tratte D ed E del Progetto Definitivo, oggetto di procedura autorizzativa regionale del gennaio 2017, devono intendersi stralciati.

Il presente piano delle indagini archeologiche preventive (redatto dalla dott.ssa Ilaria Capparucci, in possesso dei requisiti di cui al comma 1, art. 25 del D.Lgs. n. 50/2016), si riferisce quindi al Progetto Definitivo Dicembre 2021, sostituendo e superando di fatto il precedente (versione 2017).

In sostanza, le differenze riscontrate nell'elaborazione del Piano di Indagini 2021 rispetto alla versione precedente, sono dovute a:

- stralcio nel PD 2021 di alcuni interventi previsti nel PD 2016 in corrispondenza della tratta D;
- stralcio totale nel PD 2021 degli interventi previsti nel PD 2016 per la tratta E;
- aggiornamento del censimento delle interferenze tecnologiche;
- adeguamento delle indagini di scavo ai requisiti per la sicurezza cogenti in fase realizzativa: in particolare è emerso come le sezioni delle indagini profonde 3,00 m, previste inizialmente con gradoni il cui natural declivio era di 45°, andassero modificate: infatti, per avere la massima garanzia di sicurezza sui rischi di frana, le pendenze devono essere inevitabilmente abbattute, con una diminuzione del natural declivio delle pareti di scavo da 45° a 30°. Se ne ricava come, in

corrispondenza della TRATTA A le sezioni inizialmente previste di dimensioni m 5,00 x 3,00 x n lunghezza, adeguate ai criteri suddetti, siano diventate di m 7,00 x 3,00 x n lunghezza (per ogni metro di profondità le norme della sicurezza prevedono la realizzazione di un gradino interno su ciascun lato della trincea avente larghezza pari a m 1,50), aumentando quindi la larghezza della trincea al piano di calpestio da m 5,00 a m 7,00 (v. TRINCEE DI TIPO C).

6.2.2 Indagini archeologiche preventive

Le indagini archeologiche preventive individuate dalla Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara corrispondono alle seguenti tipologie:

1. Indagini archeologiche preventive di scavo.

- A. **TIPO A. Trincee profonde fino allo strato sterile** (o, nel caso in cui questo non venga intercettato, fino ad un massimo di m 0.80 di profondità dal piano di calpestio).

Localizzazione trincee:

- in corrispondenza delle aree oggetto di esproprio.

Dimensioni trincee:

- profondità: pari a quella dello strato sterile o, in caso questo non venga intercettato, profondità massima pari a m 0,80;
- lunghezza: variabile (m 8,00-20,00);
- larghezza: pari a m 1,00 (piano calpestio=fondo trincea).

- B. **TIPO B. Trincee profonde fino allo strato sterile** (o, nel caso in cui questo non venga intercettato, fino ad un massimo di m 2,00 di profondità).

Localizzazione trincee:

- In corrispondenza delle TRATTE B-C-D1;
- in corrispondenza delle aree oggetto di esproprio.

Dimensioni trincee:

- profondità: pari a quella dello strato sterile o, in caso questo non venga intercettato, profondità massima pari a m 2,00 dal piano di calpestio;
- lunghezza: variabile (m 8,00-20,00);
- larghezza: proporzionale alla profondità.

Per profondità fino a m 1,00, larghezza pari a m 4,00 (piano calpestio=fondo trincea).

Per profondità compresa tra m 1,00 e 2,00 larghezza pari a m 4,00 al piano di calpestio e pari a m 2,00 sul fondo trincea (per ogni metro di profondità le norme della sicurezza prevedono la realizzazione di un gradino interno su ciascun lato della trincea avente larghezza pari a m 1,00).

C. TIPO C. Trincee profonde fino allo strato sterile (o, nel caso in cui questo non venga intercettato, fino ad un massimo di m 3,00 di profondità).

Localizzazione trincee:

- esclusivamente in corrispondenza della TRATTA A;
- in corrispondenza delle aree oggetto di esproprio.

Dimensioni trincee:

- profondità: pari a quella dello strato sterile o, in caso questo non venga intercettato, profondità massima pari a m 3,00 dal piano di calpestio;
- lunghezza: variabile (m 10,00-20,00);
- larghezza: proporzionale alla profondità.

Per profondità fino a m 1,00, larghezza pari a m 7,00 (piano calpestio=fondo trincea).

Per profondità compresa tra m 1,00 e 2,00 larghezza pari a m 7,00 al piano di calpestio e pari a m 4,00 sul fondo trincea.

Per profondità compresa fra m 2,00 e 3,00 larghezza pari a m 7,00 al piano di calpestio e pari a m 1,00 sul fondo trincea (per ogni metro di profondità le norme della sicurezza prevedono la realizzazione di un gradino interno su ciascun lato della trincea avente larghezza pari a m 1,50).

Metodo di scavo delle trincee:

1. uso di escavatore meccanico medio-grande dotato di benna liscia;
2. assistenza a mano per la pulizia delle sezioni e delle interfacce di scavo;
3. nel caso di rinvenimenti archeologici, primo intervento di pulizia da effettuarsi a mano e/o con l'ausilio di piccolo mezzo meccanico.

2. Campagna di carotaggi geoarcheologici, con lettura geo-archeologica della colonna stratigrafica, fino a 3 m di profondità, in corrispondenza della Tratta A, *in particolare laddove l'ampliamento della sede stradale risulti inferiore a m 5,00* non consentendo quindi l'esecuzione di indagini archeologiche preventive di scavo (num. 22 carotaggi).

In base all'analisi della relazione archeologica, delle caratteristiche progettuali dell'intervento, delle sezioni trasversali del progetto e delle interferenze tecnologiche presenti nelle aree indiziate, vengono stabilite ed indicate dalla Soprintendenza le seguenti indagini archeologiche preventive:

A. Tratta A (nello specifico si veda l'elaborato 111443-0001-PD-DG-ARC-00000-00000-D-ARC-0005-0).

- Rotatoria RO01: n. 1 trincea di tipo C (T1)
- Asse RP01: n. 2 carotaggi (C1-C2)
- ADS01: n. 2 trincee di tipo C (T2-T3)
- ADS02: n. 2 trincee di tipo C (T4-T5)
- Rotatoria RO02: n. 2 trincee di tipo C (T6-T7)
- Asse RP02: n. 1 carotaggio (C3)
- ASSE A: n. 4 trincee di tipo C (T8-T11) + n. 14 carotaggi (C4-C17)
- Asse RP04: n. 1 carotaggio (C18)
- Rotatoria RO04: n. 2 trincee di tipo C (T12-T13)
- CO001: n. 2 trincee di tipo C (T14-T15)
- ASSE RO004: n. 1 trincea di tipo C (T16)
- ASSE RP05: n. 1 trincea di tipo C (T17) + n. 4 carotaggi (C19-C22)
- Rotatoria RO05: n. 1 trincea di tipo C (T18).

B. Tratta B (nello specifico si veda l'elaborato 111443-0001-PD-DG-ARC-00000-00000-D-ARC-0006-0).

- Rotatoria R6: n. 1 trincea di tipo B (T19) + n. 1 trincea di tipo A (T20)
- Asse B1: n. 7 trincee di tipo A + n. 9 trincee di tipo B (T21/T36)
- Asse R8: n. 2 trincee di tipo A + n. 2 trincee di tipo B (T37/T40)
- Cantiere CB01: n. 2 trincee di tipo B (T41-T42)
- Asse B2: n. 8 trincee di tipo A + n. 8 trincee di tipo B (T43/T58)
- Cantiere CT01: n. 4 trincee di tipo B (T59-T62)
- Cantiere CO02: n. 4 trincee di tipo B (T63-T66)
- Asse RP11d: n. 1 trincea di tipo A + n. 2 trincee di tipo B (T67/T69)
- Asse RP11c: n. 1 trincea di tipo B (T70).

C. Tratta C (nello specifico si veda l'elaborato 111443-0001-PD-DG-ARC-00000-00000-D-ARC-0007-0).

- Area di supporto ADS02: n. 1 trincee di tipo A (T71) + n. 1 trincea di tipo B (T72)
- Asse C: n. 9 trincee di tipo A + n. 7 trincee di tipo B (T73/T88)

- Rotatoria TC-C13: n. 3 trincee di tipo A + n. 4 trincee di tipo B (T89, T91/T96)
- ASSE TC-C13-PC: n. 1 trincea di tipo B (T90).

D. Tratta D1 (nello specifico si veda l'elaborato 111443-0001-PD-DG-ARC-00000-00000-D-ARC-0008-0).

- Rotatoria RO014: n. 3 trincee di tipo A (T97-T99)
- Area di cantiere Rotatoria RO014: n. 2 trincee di tipo A (T100-T101)
- Area di cantiere Rotatoria RO015: n. 2 trincee di tipo A (T102-T103)
- Rotatoria RO015: n. 4 trincee di tipo A (T104-T107)
- Area di cantiere Rotatoria RO016: n. 2 trincee di tipo A (T108-T109)
- Rotatoria RO016: n. 2 trincee di tipo A (T110-T111).

7 IDROLOGIA E IDRAULICA

Per la determinazione del regime pluviometrico della zona si è fatto riferimento ai risultati ricavati nell'ambito dello studio *“La valutazione delle piogge intense su base regionale”* (A. Brath, M. Franchini, 1998). Lo studio citato ha come oggetto la definizione del Metodo VAPI-piogge al territorio appartenente alle regioni amministrative Emilia-Romagna e Marche. Per l'area di intervento sono stati stimati valori dei parametri delle curve di possibilità climatica utilizzate per il dimensionamento delle opere idrauliche del sistema di drenaggio e qui di seguito viene riportata la linea segnalatrice di possibilità pluviometrica utilizzata per il tempo di ritorno pari a 25 anni.

Valori dei parametri delle LSPP per diversi TR e durate inferiori all'ora

a	T _R (anni)				n
	25	50	100	200	
1 ora	45.43	53.22	63.31	77.01	0.515

7.1 Interferenze idrografiche ed interventi di sistemazione idraulica

Le opere in progetto interferiscono con il reticolo principale per quanto riguarda il fiume Reno per il quale si sono effettuate modellazioni idrauliche in moto permanente in modo da ottemperare alle richieste dell'ente sovrintendente alla tutela e regimentazione degli stessi, ovvero l'Autorità di bacino del fiume Reno.

La viabilità in progetto, che si sviluppa lungo la direzione predominante ovest – est, interseca anche il reticolo irriguo del “Consorzio della bonifica Renana”, i cui ambiti territoriali si estendono dal comune di Calcara sino al comune di San Pietro Terme nella direzione est - ovest, dal Reno al confine con la regione Toscana, nella direzione nord – sud. Tra i canali consortili, l'unico canale principale intersecato dai presenti lotti, per il quale è stato previsto un nuovo manufatto di attraversamento è lo scolo Stelloni, tutti gli altri manufatti esistenti sono risultati compatibili con la viabilità in progetto e sono quindi stati mantenuti invariati.

Di più, per la rete dei fossi e scoli irrigui interferita dalla viabilità si è prevista la realizzazione di nuovi fossi e attraversamenti in grado di ripristinare le condizioni di deflusso preesistenti, in modo da non alterare le dinamiche irrigue ante operam.

7.2 Interferenze idrografiche principali

7.2.1 Fiume Reno

Allo scopo di valutare il deflusso in corrispondenza del viadotto in progetto, sono state condotte delle simulazioni mediante modello matematico monodimensionale in moto permanente del comportamento

idraulico del fiume Reno utilizzando il software di calcolo Hec-Ras (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) versione 4.1.0.

Per la realizzazione del modello fluviale in grado di simulare i deflussi di piena sono state utilizzate le sezioni batimetriche rilevate nel settembre 2021 nel tratto compreso tra il ponte ferroviario a nord-est dell'aeroporto e il tratto rettilineo del fiume Reno fra Trebbo e Longara. Alcuni dettagli batimetrici di non facile rilievo sono stati mutuati dalle sezioni dell'Autorità di Bacino.

Oltre alle sezioni di rilievo si è provveduto a descrivere l'attraversamento esistente in corrispondenza delle sezioni S04 e S05 (sezione IX dell'Autorità di distretto), costituito da un guado con carreggiata al livello della prima golena, attrezzato con tubi di grandi dimensioni per il transito delle portate di magra.

Il modello ha un'estensione longitudinale di circa 2820 m, di cui 1300 m circa a valle del viadotto in progetto e la restante parte a monte.

Il Servizio Tecnico Bacino Reno ha in previsione la realizzazione di una cassa di laminazione che comporterà l'esigenza di effettuare un innalzamento delle quote arginali esistenti. Tale esigenza si manifesta anche in corrispondenza del viadotto in progetto che, una volta realizzato, renderebbe l'intervento estremamente disagiata sotto l'aspetto realizzativo. Come tale, sempre in accordo con il Servizio Tecnico Bacino Reno, l'innalzamento dell'argine sarà eseguito contestualmente alla realizzazione del viadotto.

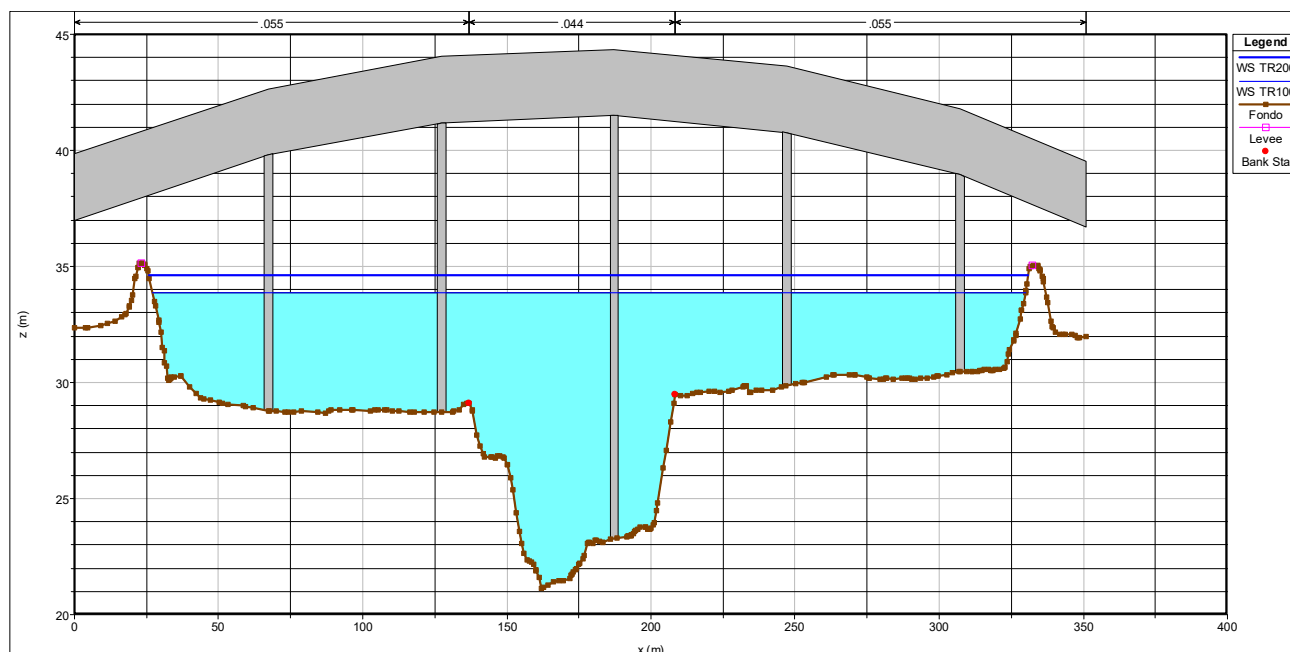
Dal punto di vista modellistico, si è tenuto conto del suddetto innalzamento utilizzando lo strumento "Levee" reso disponibile dal software Hec Ras.

I valori dei principali parametri utilizzati nel modello sono di seguito elencati.

- Portata in progetto = 2280 mc/s per tempo di ritorno pari a 200 anni; 1965 mc/s per tempo di ritorno di 100 anni.
- Scabrezza di Manning (s/m^{1/3}): alveo inciso = 0.044; golene = 0.055.

Come condizione al contorno di valle, con riferimento alla sezione terminale di valle del modello, per tentativi è stato calcolato il valore della pendenza motrice che fornisce presso la sezione 03 un'altezza di moto uniforme congruente con la quota idrometrica T100 fornita dall'AdB (32.30 m s.l.m.): tale valore è pari allo 0.17%. Analoga condizione è stata imposta nella simulazione T200, per la quale i livelli risultano circa 80 cm superiori. La stima, pur affetta da una qualche incertezza, è effettuata in un tratto di corrente accelerata, nel quale i tiranti del fiume tendono a diminuire. Gli eventuali errori, come accade di consueto in condizioni di corrente lenta, tendono ad attenuarsi procedendo con la simulazione verso monte.

Nella figura seguente si riporta lo schema della modellazione idraulica adottata in corrispondenza del ponte in progetto. La quota idrometrica per tempo di ritorno di 200 anni in corrispondenza del ponte risulta pari a 34.63 m s.l.m., mentre la quota del talweg risulta pari a 21.43 m s.l.m. Il massimo tirante idrico risulta quindi pari a 13.20 m.



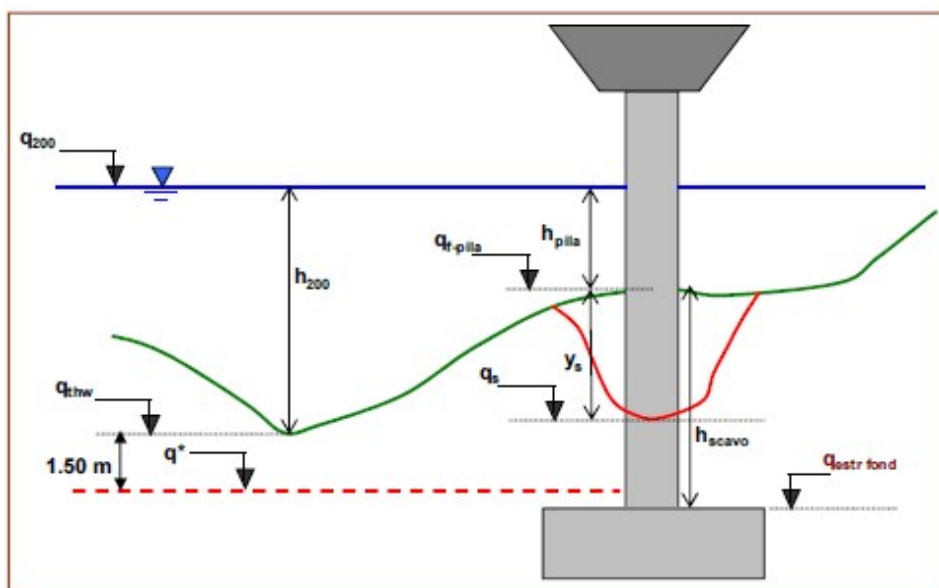
Schema della modellazione idraulica adottata in corrispondenza delle pile del ponte in progetto sul fiume Reno.

Applicando la teoria di Breusers, è stato calcolato la profondità di scavo della corrente in corrispondenza delle cinque pile del viadotto, assumendo il valore del diametro caratteristico del materiale d50 (il passante al 50%) pari a 0.01 m.

Per la definizione della massima quota di scavo da assumere a riferimento per la verifica strutturale del sistema pila – pali di fondazione, sono stati assunti i seguenti criteri:

- pile esterne (pile n° 1 e 5): quota che si ottiene sottraendo la corrispondente altezza di scavo (ottenuta con la formula di Breusers) a partire dalla quota di fondo alveo in corrispondenza della pila stessa e comunque non meno di 1.5 m al di sotto della quota di talweg esistente.
- pile intermedie (pile n° 2, 3 e 4): quota che si ottiene sottraendo la corrispondente altezza di scavo (ottenuta con la formula di Breusers) a partire dalla quota di fondo alveo della sezione (quota del talweg pari a 21.15 m s.l.m.). Tale criterio è stato adottato per tenere cautelativamente in considerazione eventuali future migrazioni dell'alveo inciso. Si evidenzia che in tal modo tutte le quote di estradosso delle fondazioni risultano inferiori alla quota del talweg per più di 1.50 m.

I risultati del dimensionamento sopra descritto vengono brevemente riportati nelle figure seguenti.



LEGENDA

Pos	chi
	rob
	lob
q_{trpila}	Quota del terreno in corrispondenza della pila
q_{trw}	Thalweg - Quota del punto più depresso del fondo alveo
q_{200}	Quota del livello di piena Tr200 ottenuto dai calcoli
h_{200}	Tirante idrico Tr200 misurato rispetto al thalweg
h_{pila}	Tirante idrico Tr200 in corrispondenza della pila
y_s	Profondità di scavo a partire dal fondo alveo locale in corrispondenza della pila
q_s	Quota assoluta del fondo scavo in corrispondenza della pila
q^*	Quota limite superiore per l'estradosso della fondazione calcolata come indicato da ST Reno (quota thalweg - 1.50 m)
$q_{estr\ fond}$	Quota limite superiore per l'estradosso della fondazione da assumere per la progettazione
h_{scavo}	scavo da effettuare in cantiere per raggiungere la quota di estradosso della fondazione

Schema di calcolo della quota dell'estradosso delle fondazioni delle pile del ponte in progetto.

PILA	z fondo [m s.m.]	z talweg [m s.m.]	z q 200 [m s.m.]	h 200 [m]	h pila [m]	ys [m]	zs [m s.m.]	z* [m s.m.]	z scavo [m s.m.]	h scavo [m]
5	30.45	21.15	34.63	13.48	4.18	7.00	23.45	19.65	23.45	10.80
4	29.87	21.15	34.63	13.48	4.76	7.28	22.59	19.65	13.87	16.00
3	23.25	21.15	34.63	13.48	11.38	7.91	15.34	19.65	13.24	10.01
2	28.73	21.15	34.63	13.48	5.90	7.62	21.11	19.65	13.53	15.20
1	28.77	21.15	34.63	13.48	5.86	7.61	21.16	19.65	21.16	9.12

Risultati del dimensionamento idraulico del valore della quota dell'estradosso delle fondazioni delle pile del ponte in progetto.

I risultati ottenuti hanno permesso di dimensionare in maniera corretta le pile, in modo da non essere influenzate dalla profondità di scavo generata dal deflusso delle correnti di piena.

7.3 Interferenze idrografiche secondarie

Le intersezioni tra i corpi idrici del Consorzio e la viabilità in progetto sono state risolte, per i canali principali interferenti, mediante la realizzazione di opere di attraversamento dedicate; per quanto riguarda invece i fossi costeggianti i campi coltivati, le cosiddette “scoline”, si è provveduto alla “ricucitura” del reticolo delle stesse avendo l'accortezza di non variare le direzioni preferenziali di deflusso delle stesse. Per perseguire tale fine si è posta in essere, dove necessaria, una rete di fossi sostitutivi di collegamento corredata dalle necessarie opere di attraversamento, realizzate mediante condotti di grosso diametro in cls.

Tra i canali consortili, l'unico canale principale intersecato dai presenti lotti, per il quale è stato previsto un nuovo manufatto di attraversamento è lo scolo Stelloni, tutti gli altri manufatti esistenti sono risultati compatibili con la viabilità in progetto e sono quindi stati mantenuti invariati.

7.3.1 Interferenze idrografiche minori

Le interferenze minori riguardano sostanzialmente i tombamenti e/o interruzioni dei canali di scolo delle acque di gronda dei campi in direzione sud-nord e le cosiddette “scoline”, ovvero la maglia di irrigazione esistente tra campi attigui ed all'interno degli appezzamenti stessi. Nel caso quindi di compromissione di tali opere si è intervenuti dimensionando i necessari fossi di collegamento e sostituzione, nonché la progettazione di appositi attraversamenti mediante collettori in cls per garantire la continuità idraulica e le direzioni preferenziali di scolo.

7.4 Interferenze in caso di scenari di allagamento PGRA

L'area interessata dal presente progetto è inclusa nel bacino del fiume Reno ed è analizzata dall'Autorità di distretto competente sui bacini del fiume Po e di altri corsi d'acqua limitrofi (Fissero Tartaro Canalbiano, Reno, bacini romagnoli). Le cartografie classificano come P3 l'area in sinistra idrografica del fiume Reno e come P2 l'area idrografica in destra.

La prospettiva di scenari di allagamento superiori a 2 m suggerisce di intervenire in corrispondenza del rilevato sinistro del ponte, inserendo dei tombini di trasparenza idraulica, così da evitare ipotetici accumuli d'acqua a monte del rilevato, tali da peggiorarvi la situazione di allagamento rispetto alla condizione attuale indisturbata.

I manufatti inseriti consistono in 4 tubazioni in calcestruzzo DN600 ad interasse variabile tra 30 e 50 m, previsto anche in ragione della loro possibilità di inserimento nella struttura del rilevato, posti a circa 450 m dal viadotto sul F. Reno, ulteriori 2 tubazioni DN600 e 2 tubazioni DN1200 a ridosso della spalla sinistra del viadotto e un DN1200 in spalla destra. La posa è prevista con quota di scorrimento corrispondente al piano

campagna e pendenza trascurabile. In tal modo, i manufatti non interferiscono con il funzionamento ordinario delle affossature di raccolta e laminazione ed entreranno in funzione solo in presenza di un'estesa sommersione della campagna.

7.5 Sistema di drenaggio idraulica di piattaforma

Il sistema di drenaggio garantisce la raccolta delle acque meteoriche ricadenti sulla superficie pavimentata ed il trasferimento dei deflussi fino al recapito; quest'ultimo è costituito dalle aste di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, purché compatibili quantitativamente e qualitativamente.

7.5.1 Requisiti prestazionali

Le soluzioni per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla pavimentazione stradale dipendono dalle diverse situazioni ed esigenze che si incontrano nello studio della rete drenante, e dovranno soddisfare i seguenti requisiti fondamentali:

- garantire, ai fini della sicurezza degli utenti in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque evitando la formazione di ristagni sulla pavimentazione stradale; questo si ottiene assegnando alla pavimentazione un'adeguata pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi marginali e centrali rispetto alle carreggiate;
- convogliare, ove necessario, tutte le acque raccolte dalla piattaforma ai punti di recapito presidiati, separandole dalle acque esterne che possono essere portate a recapito senza nessun tipo di trattamento;
- laminare le acque di piattaforma relative alle nuove superfici pavimentate in ottemperanza alle *Norme tecniche del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico* che impongono il recupero di 500m³/(ha) di nuova superficie impermeabilizzata;
- evitare che le acque di ruscellamento esterne alle trincee possano determinare l'allagamento della sede viabile.

7.5.2 Schema di drenaggio

Il sistema di drenaggio è suddiviso in tre parti fondamentali:

- Elementi di raccolta: costituiscono il sistema primario, possono essere elementi continui marginali alla carreggiata o discontinui, ad interassi dimensionati in modo da limitare i tiranti idrici in piattaforma garantendo la sicurezza degli utenti. Rientrano negli elementi di raccolta gli embrici, le canalette grigliate continue o discontinue e le caditoie grigliate.
- Elementi di convogliamento: rappresentano un sistema secondario, a valle degli elementi di raccolta. Gli elementi del sistema primario scaricano nel sistema secondario; si garantisce così la funzionalità del sistema primario e si evitano rigurgiti in piattaforma ottimizzando la sicurezza dell'infrastruttura. Gli

elementi di convogliamento sono costituiti da canalizzazioni a cielo aperto (fossi rivestiti e non predisposti per laminazione) e da collettori in genere. Tali elementi provvedono al trasferimento delle acque verso i recapiti.

- Elementi di recapito: sono individuati in funzione della vulnerabilità, a seguito delle indicazioni provenienti dagli enti competenti, possono essere aperti o chiusi. Sono posizionati al termine dei fossi di laminazione e scaricano nei corsi d'acqua naturali, nei canali irrigui e nei fossi di scolo della viabilità esistente.

Il tipo di elemento di raccolta da prevedere sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione che viene considerata. Le sezioni si possono suddividere in:

- sezione in rilevato;
- sezione in rilevato su muri in terra armata;
- sezione in viadotto;

Il sistema di drenaggio, a seconda della pendenza trasversale della piattaforma stradale, si può schematizzare in:

- drenaggio su entrambi i lati, tipologia presente nei tratti rettilinei (esterno della carreggiata);
- drenaggio su di un solo lato, presente nei tratti in curva.

Gli elementi costitutivi del sistema di drenaggio sono stati quindi individuati in funzione del tipo di drenaggio e della sezione corrente dell'infrastruttura, secondo lo schema riportato nella seguente tabella; tale schematizzazione resta, comunque, passibile di modifiche laddove esigenze locali del sistema di drenaggio, dell'infrastruttura o dei recapiti le dovessero richiedere.

Tipo di drenaggio	Sezione stradale	Elemento di drenaggio
Marginale laterale, uno o entrambi i lati	rilevato	embrici con scarico ad intervalli regolari nel fosso al piede con recapito in fosso inerbito
		canaletta grigliata discontinua a passo calcolato con scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante e scarico con recapito in pozzetto e in fosso inerbito
	rilevato in terra armata alleggerito con pista ciclabile	canaletta grigliata continua sul lato cordolo corto con recapito in pozzetto e poi in fosso – lato ciclabile con canala in pead continua e trasparenza cordolo con recapito in pozzetto e in fosso inerbito
	rilevato con muro di	canaletta grigliata con scarico ad intervalli

	sostegno	regolari nella tubazione sottostante e scarico con recapito in pozzetto e i in fosso inerbito
	viadotto	caditoie grigliate a passo calcolato con scarico nella tubazione sottostante, successiva discesa e scarico in fosso inerbito

Il tracciato stradale può, infine, essere suddiviso in due categorie definite in base all'inserimento o meno di presidi idraulici prima del recapito nel ricettore finale. Il sistema di drenaggio che prevede il convogliamento dell'acqua di piattaforma ai presidi idraulici è denominato "sistema chiuso", in quanto permette il trattamento dell'acqua dilavante la piattaforma e l'immagazzinamento degli sversamenti accidentali. Qualora l'acqua di piattaforma venga scaricata direttamente nella reticolo naturale, senza l'interposizione di presidi idraulici, il sistema drenante è denominato "aperto".

Gli elementi primari e secondari di raccolta e convogliamento sono stati ottimizzati sulla base dello studio delle sezioni stradali, delle planimetrie e dei profili di progetto.

7.6 Struttura del sistema e tipologia delle opere in progetto

Prima di entrare nel dettaglio dell'argomento in oggetto è doveroso fare una breve descrizione del progetto di viabilità per il quale tale sistema è stato pensato. Come già esposto nella premessa, trattasi di viabilità di collegamento tra tratte esistenti al fine di migliorare la mobilità del tessuto urbano. Sono presenti due tipologie di realizzazione, una riguardante la nuova viabilità in senso stretto, una di rifacimento della viabilità esistente con miglioramento della stessa dal punto di vista delle caratteristiche viabilistiche.

Il progetto si divide in tratte denominate mediante codice alfanumerico da ovest verso est; troviamo quindi le tratte dalla A alla D.

7.7 Sistema di drenaggio idraulica di piattaforma

Al fine di assicurare lo smaltimento delle acque meteoriche interessanti la sede viaria, è stato progettato un sistema di drenaggio a gravità in grado di convogliare, con un margine di sicurezza adeguato, le precipitazioni intense verso i recapiti individuati.

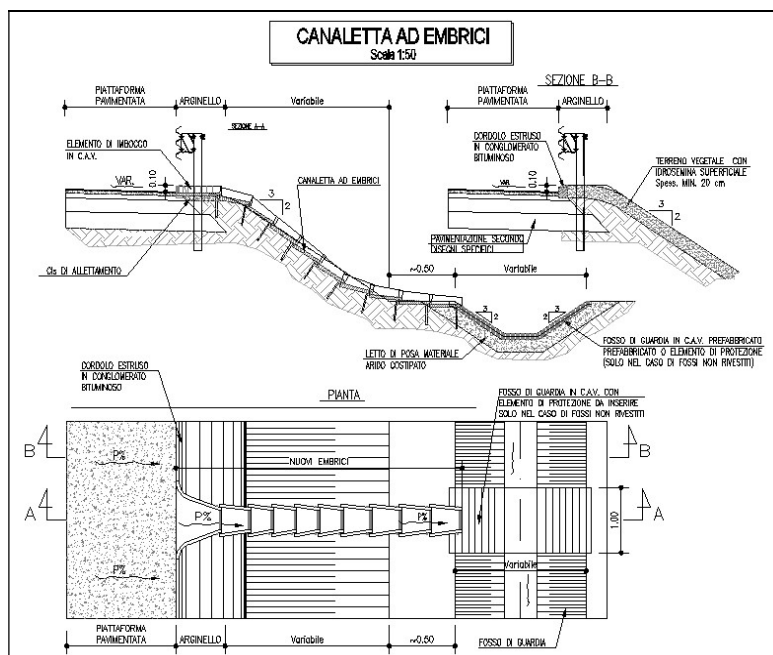
Il sistema di raccolta delle acque meteoriche di piattaforma è stato dimensionato e verificato sulla base della precipitazione di progetto e con gli obiettivi di:

- limitare i tiranti idrici sulle pavimentazioni a valori compatibili con la loro transitabilità;
- garantire margini di capacità per evitare rigurgiti delle canalizzazioni che possano dare luogo ad allagamenti localizzati.
- garantire una linea idraulica chiusa sino al punto di controllo prima dello scarico nella rete idrografica naturale.

Il tracciato stradale in esame si sviluppa principalmente in rilevato, con presenza di alcuni tratti caratterizzati da opere di attraversamento.

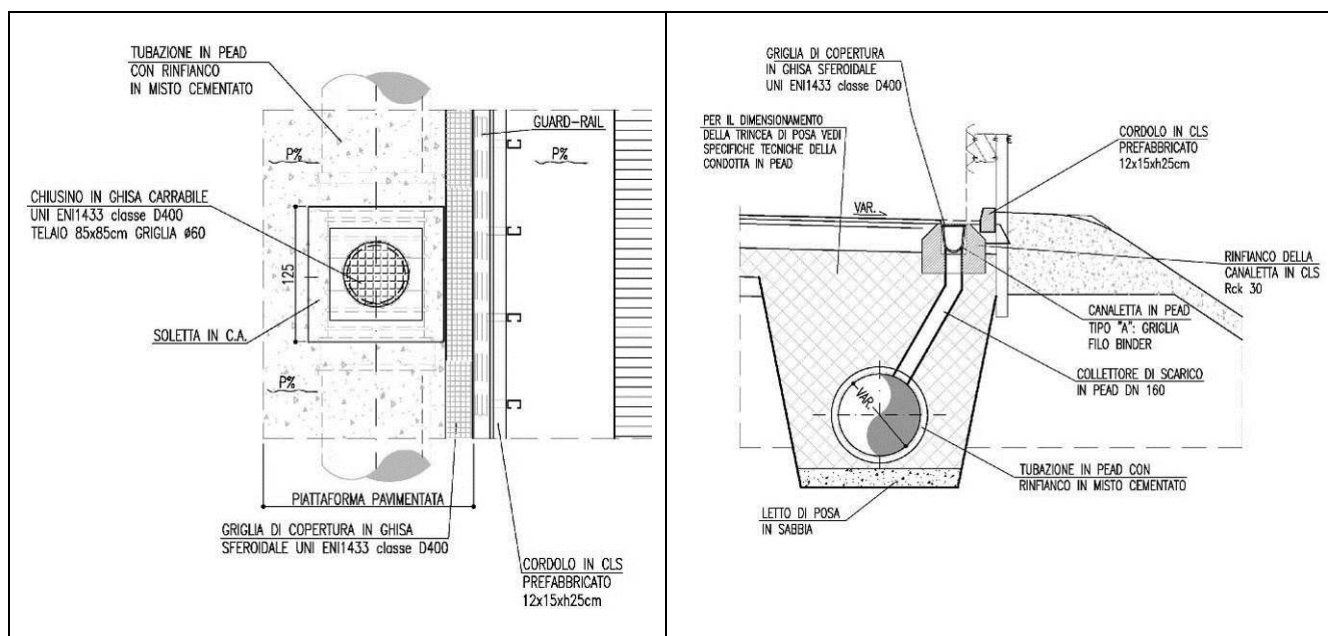
7.7.1 Sezioni in rilevato

Le sezioni in rilevato prevedono, come elemento marginale di captazione delle acque meteoriche, l'impiego di embrici a passo regolare e calcolato, scaricanti in fossi inerbiti al piede del rilevato. In corrispondenza dello scarico il fosso è protetto mediante rivestimento.



Pianta vista e sezione tipologia scarico con embrici

Le sezioni in rilevato che non permettono il posizionamento di un fosso di laminazione al piede vengono drenate mediante l'utilizzo di una canaletta grigliata discontinua in PEAD di altezza pari a 25 cm, larghezza 20 cm e lunghezza pari a 1 m. L'elemento è posto longitudinalmente, ai bordi esterni delle banchine. Le canalette assolvono la funzione di primo elemento ricettore, si prevede quindi il successivo scarico di queste ultime nella tubazione sottostante mediante collettori discendenti DN 160 mm, previsti a opportuni interassi. Lungo detta tubazione sono stati previsti pozzetti d'ispezione sfalsati rispetto ai suddetti punti di scarico, con passo di 50 metri.

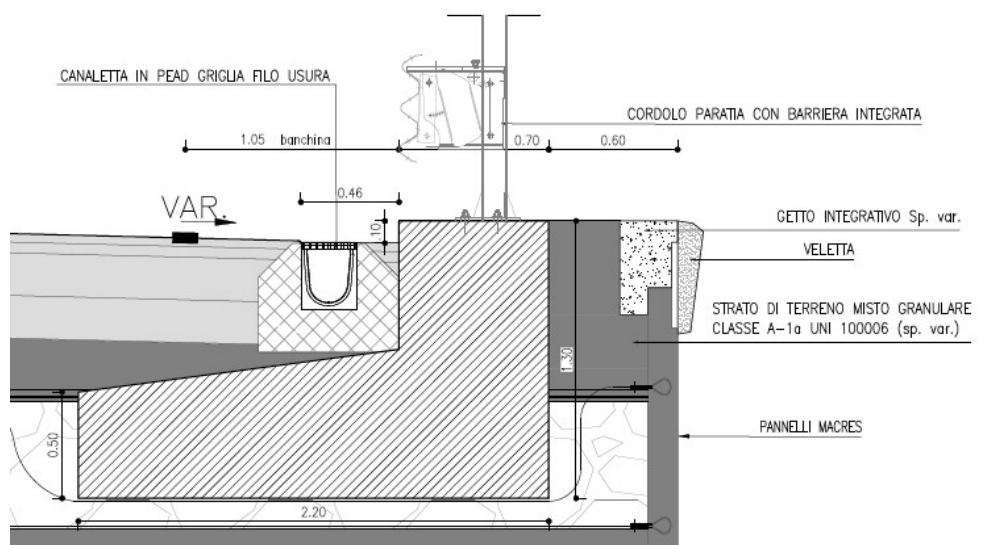


Pianta tipo pozzetto di ispezione e sezione tipo con scarico nella sezione longitudinale nel caso di rilevato

Le tubazioni di drenaggio, in PEAD con diametro nominale variabile tra i 400 e i 600 mm, sono protette da un calottamento in calcestruzzo, qualora necessario, e sono poste altimetricamente in modo da garantire un ricoprimento minimo, rispetto all'estradosso della tubazione, di circa 0.6 m; le pendenze delle tubazioni seguono generalmente quelle della piattaforma, ma non sono mai inferiori allo 0.2%.

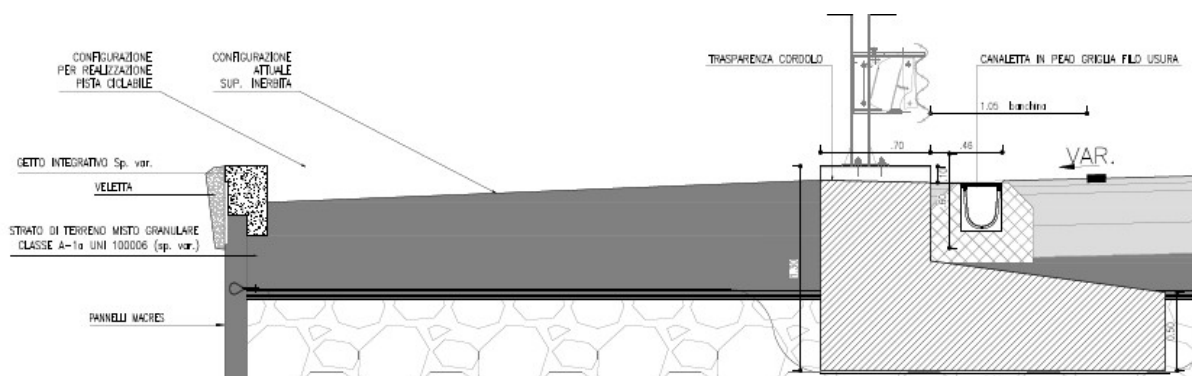
7.7.2 Sezioni in presenza di rilevati realizzati alleggeriti su terre armate:

In presenza di rilevati realizzati alleggeriti su terre armate si procede al posizionamento di una canaletta continua in PEAD di altezza pari a 25 cm e larghezza 20 cm, posto in continuità all'estremità del cordolo delimitante la banchina stradale. Al passaggio tra rilevato su muri in terra armata e rilevato convenzionale la canaletta scarica in un pozzetto, dal quale le acque vengono recapitate mediante un collettore in PP SN 16 KN/m² al fosso inerbito sottostante.



Sistema di drenaggio su muri in terra armata

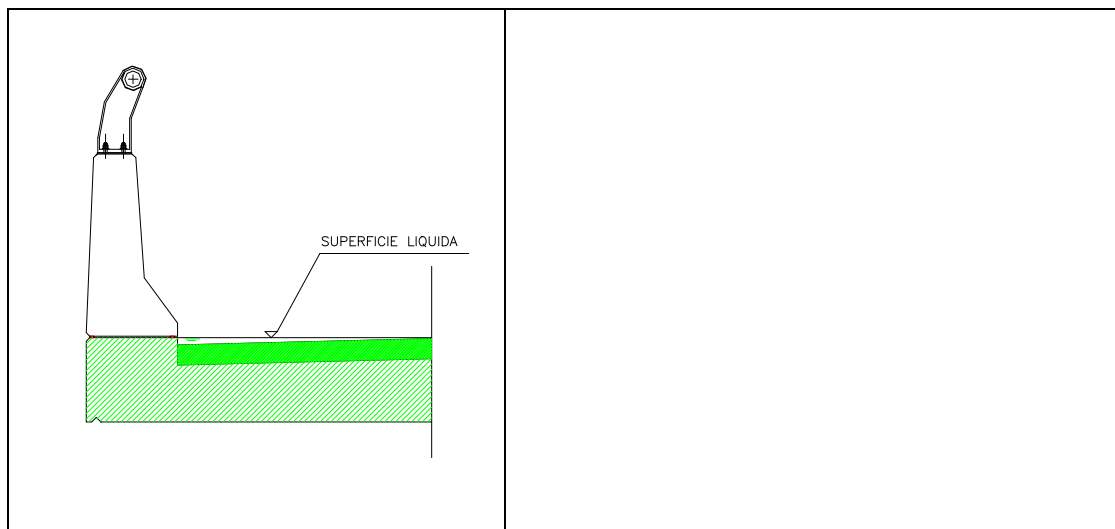
In presenza di rilevati realizzati alleggeriti su terre armate con predisposizione per pista ciclabile, il drenaggio viene realizzato mediante posizionamento, davanti al cordolo con paratia integrata, una canaletta prefabbricata in pead continua. A passo regolare lungo il cordolo sono presenti le trasparenze necessarie a convogliare le acque dalla banchina alla canaletta.



Sistema di drenaggio su muri in terra armata in presenza di predisposizione per pista ciclabile

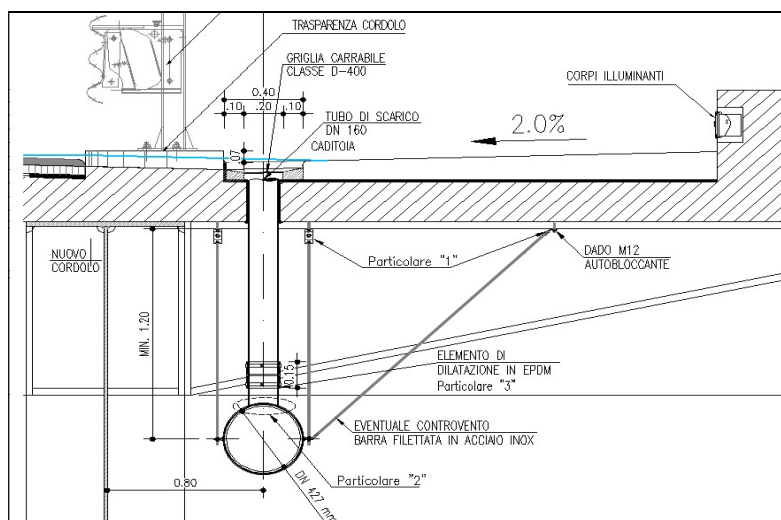
7.7.3 Sezioni in viadotto

Nonostante la presenza di diverse tipologie di viadotto, il sistema di drenaggio avviene in tutti i casi mediante caditoie con passo regolare calcolato. Le acque che precipitano sul manto stradale nei tratti in viadotto defluiscono longitudinalmente sul bordo della pavimentazione, in una canaletta ideale delimitata lateralmente dal cordolo dell'impalcato ed inferiormente dalla superficie pavimentata. I deflussi vengono scaricati, tramite caditoie poste al margine della carreggiata, in un collettore in PRFV, di diametro nominale variabile tra i 300 e gli 400 mm, longitudinale sospeso all'intradosso dell'impalcato oppure appoggiato e vincolato ad esso.



Elementi marginali di convogliamento delle acque meteoriche e sezione tipo di scarico nel collettore secondario in viadotto

Nei tratti di viadotto con predisposizione per la realizzazione di eventuale pista ciclabile, come accade sul viadotto di attraversamento del fiume Reno, i deflussi giungono alle caditoie poste oltre il cordolo della barriera di sicurezza mediante opportune trasparenze realizzate nel cordolo stesso. Le portate vengono poi scaricate in un collettore in PRFV, di diametro nominale di 400 mm, longitudinale sospeso all'intradosso dell'impalcato.



Elementi marginali di convogliamento delle acque meteoriche e sezione tipo di scarico nel collettore secondario in viadotto nel caso di predisposizione per pista ciclabile

7.8 Dimensionamento dei fossi di laminazione

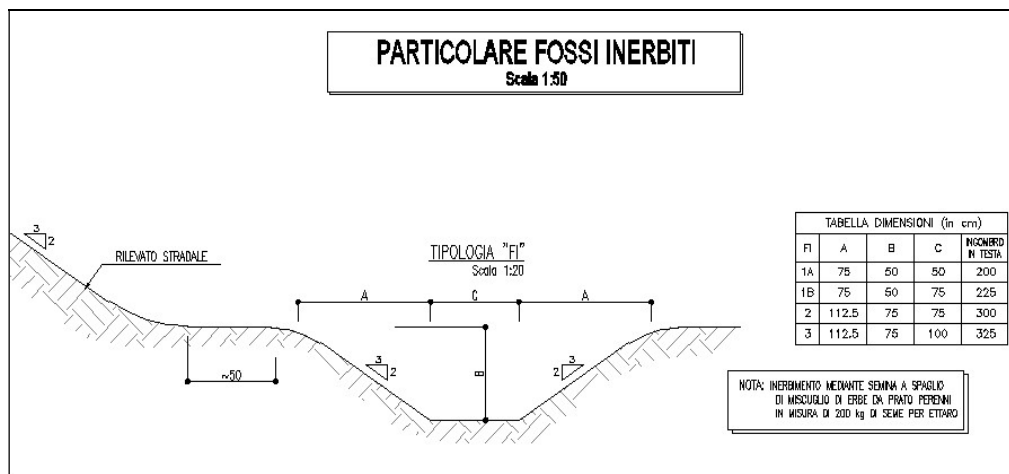
Il dimensionamento dei fossi di laminazione prevede una procedura di calcolo piuttosto articolata. Tale procedura è comandata da alcuni parametri fondamentali:

- PTA regione Emilia Romagna, che impone, per le nuove superfici afferenti impermeabili, un volume di invaso che sia almeno pari a 500 mc/ha di superficie impermeabile.
- Da tale imposizione deriva che per i rifacimenti di viabilità esistenti la laminazione dei volumi generati dall'evento meteorico di riferimento su di un determinato bacino si persegue solo per le nuove superfici impermeabili e quindi solo per gli allargamenti delle viabilità. Ne deriva che i rifacimenti senza allargamento di carreggiata non comportano volume di laminazione e quindi le strutture in progetto si limitano ad effettuare un trasferimento di massa.
- La massima portata scaricata dei sistemi di laminazione a bocca tarata e clapet è corrispondente alla portata generata dal bacino della viabilità esistente; in caso di nuova viabilità la portata defluente dalla bocca tarata sarà quella generata dal bacino naturale esistente sulla quale la viabilità di nuova realizzazione insiste.
- Le soglie di sfioro presenti in corrispondenza dei manufatti di laminazione devono essere in grado di caricare le massime portate afferite dal bacino contribuente.

Con tali premesse si è quindi costruita una procedura di dimensionamento che viene qui di seguito riassunta:

- 1) Calcolo l'entità dell'allargamento della viabilità in progetto rispetto alla viabilità esistente; nel caso non vi siano allargamenti non vi saranno portate da laminare ma solo da trasferire al recettore
- 2) Definisco un bacino contribuente omogeneo per caratteristiche viabilistiche e/o morfologiche
- 3) Calcolo i parametri fondamentali del bacino, quali lunghezza asta principale, pendenze, superficie afferente,
- 4) Fisso il tempo di ingresso in rete pari a 3 minuti e calcolo il tempo di corrivazione del bacino
- 5) Calcolo portata esistente Le portate generate dagli eventi di pioggia con $T_r=25$ anni sono state calcolate a partire dai seguenti valori della I.s.p.p. $a = 45.53$ $n = 0.515$;
- 6) Impongo che la portata in uscita dalla bocca tarata del tratto in esame coincida con la portata esistente;

- 7) Calcolo il volume di laminazione con il metodo delle sole piogge imponendo che il $t^* \geq t_c$;
- 8) Calcolo volume moto uniforme;
- 9) Ricavo volume effettivamente disponibile per la laminazione, imponendo una pendenza media del fosso pari a 0.2% e tratti omogenei di circa 100 m;
- 10) Confronto che il volume utile del fosso sia maggiore del volume idrico invasato;
- 11) Controllo che il volume invasato sia maggiore del volume minimo di normativa (500mc/ha);
- 12) Verifico che il franco minimo sia rispettato;
- 13) Se le verifiche non sono positive aumento la dimensione del fosso;
- 14) A verifiche positive calcolo, il valore del diametro della bocca tarata.

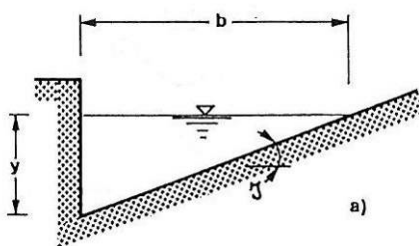


Dimensioni dei fossi

7.8.1 L'allontanamento delle acque dalla sede stradale

Laddove possibile, la raccolta e l'allontanamento delle acque di piattaforma verrà effettuata tramite la realizzazione di fossi di laminazione ai piedi del rilevato stradale che colleteranno le acque nei ricettori individuati nelle planimetrie idrauliche allegate.

Si considera in questa sede la larghezza corrispondente alla banchina stradale, pari a 1.05 m con sezione liquida triangolare $b=105$ cm e $y=3$ cm per pendenza trasversale pari a 2.5% e 7.3 cm per pendenza trasversale pari a 7% (viabilità in curva) che scarica in caditoie a griglia delle dimensioni di 50x50cm, oppure a stramazzo mediante embrici. Laterali o canalette a passo costante.



Banchina a sezione triangolare

La portata massima smaltibile dalla banchina in funzione della pendenza longitudinale della strada è stata calcolata con la legge di Gauckler-Strickler:

$$Q = K \cdot A \cdot R^{2/3} i^{1/2} \frac{m^3}{sec}$$

con: K = coefficiente di scabrezza pari a $70 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$

i = pendenza longitudinale

A = Area bagnata in mq

C = Contorno bagnato in m

R = Raggio idraulico in m

Con i valori sopra riportati risulta che la banchina è in grado di convogliare per la pendenza longitudinale dello 0.5% una portata pari a:

- 20 l/s per pendenza trasversale pari a 7%
- 5 l/s per pendenza trasversale pari a 2.5%

Quando l'apporto di acqua piovana di un determinato tratto di strada raggiunge la predetta portata massima, la banchina non sarà più in grado di smaltire le portate affluenti, per cui si dovrà prevedere un elemento marginale che consenta di convogliare le acque lontano dalla sede stradale.

La verifica del passo degli elementi marginali è quindi stata effettuata sia mediante la massima capacità di smaltimento dell'elemento considerato per il tratto in esame sia confrontandolo alla capacità della banchina stradale così come sopra riportato. Il valore minore tra i due stabilisce il passo dell'elemento marginale in questione.

In siffatta maniera si è certi che la carreggiata non sarà invasa da battenti idrici che potrebbero causare fenomeni di acquaplaning.

Dai risultati ottenuti si è poi deciso, per una questione di semplificazione costruttiva e sicurezza, di ridurre ed uniformare i passi degli elementi marginali secondo la seguente metodologia cautelativa:

- Tratti rettilinei: elementi marginali ogni 15/20 metri
- Tratti in curva: elementi marginali ogni 10 metri

- Tratti in viadotto elementi marginali ogni 15 metri

8 PROGETTO STRADALE

8.1 Tratta A

L'intervento ha la sua origine dall'intersezione tra la SP568 (Persicetana) e via Valtiera nel comune di Calderara di Reno, dove l'attuale innesto a "T" verrà riqualficato con una nuova rotatoria (RO001). Proseguendo verso nord il percorso dell'Intermedia prosegue sull'attuale sedime di via Valtiera fino ad incontrare via Stelloni di Ponente alla quale si connette per mezzo di una nuova rotatoria (RO002). Superata la rotatoria RO002 il tracciato prosegue verso est lungo via Stelloni di Ponente, per circa 2187 m (asse A) fino alla connessione con la SP18 e con via Roma con le quali si relaziona sempre per mezzo di una rotatoria (RO004).

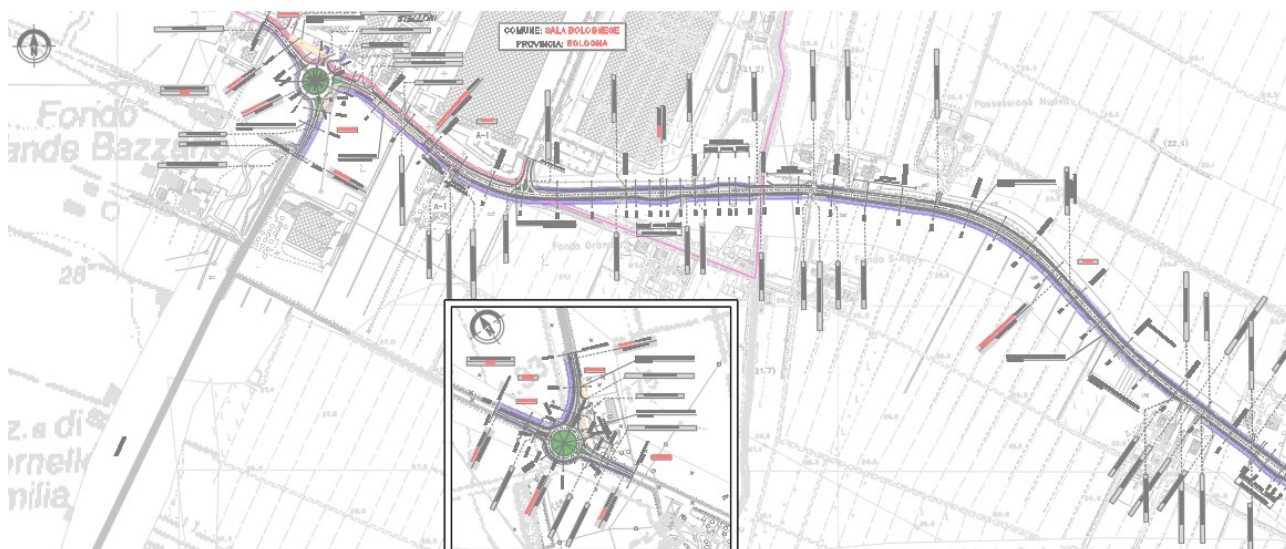


Figura 8-1 – Planimetria tratta A

Altimetricamente il tracciato presenta un andamento piuttosto pianeggiante legato essenzialmente al rispetto delle quote degli accessi esistenti al fine di garantirne la continuità.

8.2 Tratta B

Lungo la via Stelloni di levante, all'altezza di via Guardatello, è prevista una nuova rotatoria (RO006), dalla quale ha inizio il tracciato di progetto (tratta B1) il cui sviluppo è pari a circa 1055.15 m: in questo tratto la prima parte è in riqualfica, mentre la seconda (tratta B2) su nuova sede. La tratta B1 termina in corrispondenza dell'intersezione con la via San Vitalino dove è prevista la realizzazione di una nuova rotatoria (RO008).



Figura 8-2 – Planimetria tratta B1

Il tracciato prosegue in nuova sede (tratta B2) verso sud-est per poi riportarsi con un ampio flesso su una giacitura est-ovest fino all'intersezione con via Lame in corrispondenza della rotatoria esistente (RO011). Lo sviluppo della tratta B2 è pari a 1333.83 m circa.

Anche in questa tratta l'altimetria è essenzialmente dettata dall'esigenza di rispettare le preesistenze e minimizzare l'impatto dell'opera: ne fa eccezione il tratto di scavalco del fiume RENO che avviene per mezzo di un ponte a sezione mista acciaio - calcestruzzo costituito da 8 campate per uno sviluppo complessivo di 440m. La livelletta raggiunge un valor massimo pari al 5.5% mentre la sequenza per i raccordi si prevede una sequenza di concavo-convesso-concavo i cui raggi sono rispettivamente 2800m, 3400m e 500m per l'approccio in rotatoria.



Figura 8-3 – Planimetria tratta B2

8.3 Tratta C

Continuando verso est all'interno del comune di Castel Maggiore il tracciato dell'intermedia, ricalca via E. Guevara tratto già predisposto. Dall'attuale rotonda alla fine di via E. Guevara il percorso prevede la riqualifica di una parte di via Corticella per uno sviluppo pari a 1180 m; parte di questo intervento prevede uno scostamento dell'asse stradale esistente verso nord per evitare un'area vincolata. Lungo la via Corticella, all'altezza della rotonda esistente con via del Rosario e la SP 87 Nuova Galliera, il progetto prevede di riqualificare l'attuale rotonda che viene sostituita da un nuovo anello giratorio più ampio, costituito da due corsie di marcia continue per tutto l'anello ciascuna di larghezza pari a 3.50 m, affiancate da una terza corsia, anch'essa da 3.50 m di larghezza, che funge da tronco di scambio nei tratti tra due innesti successivi. Parte della rotonda esistente viene utilizzata per ricucire la viabilità con via del Rosario e il proseguimento di via Corticella.



Figura 8-4 – Planimetria tratta C

All'interno della tratta C in progetto viene aggiunta anche la sistemazione dell'innesto proveniente da via Genunzio Bentini sulla rotatoria Oro – Pilla, posta a nord est rispetto alla giacitura dell'asse C. Tale braccio di ingresso, attualmente ad una corsia, viene raddoppiato con due corsie da 3 m ciascuna.

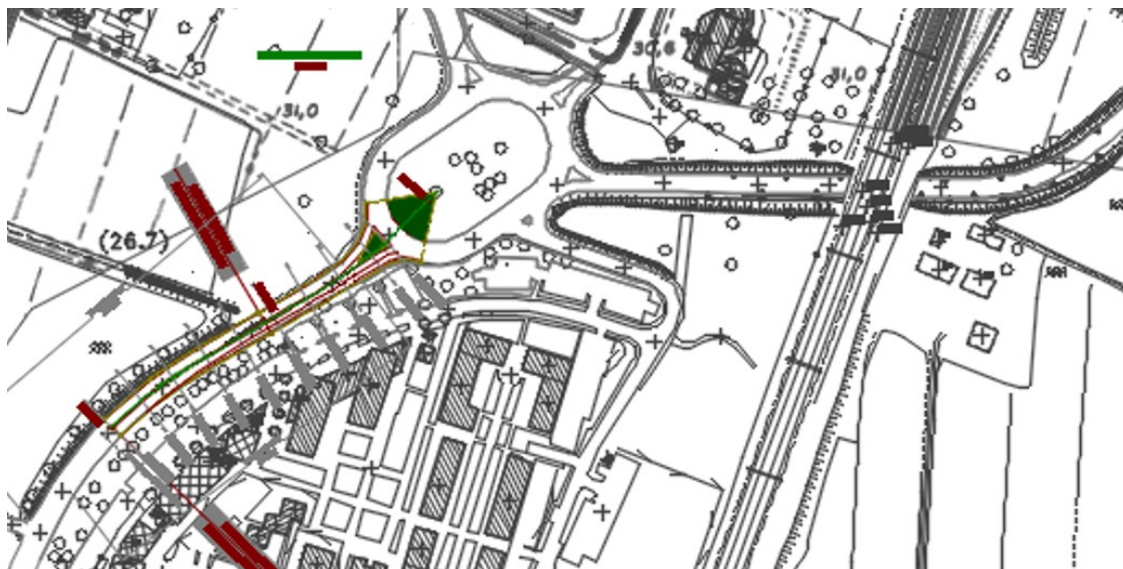


Figura 8-5 – Planimetria adeguamento innesto rotatoria Oro - Pilla

8.4 Tratta D1

Gli interventi ricadenti all'interno dell'infrastruttura "Intermedia di Pianura" si concludono con la tratta D1 e sono rappresentati dalla realizzazione di tre nuove rotatorie denominate rispettivamente RO014, RO015 e RO016. Le rotatorie si inseriscono al posto di tre intersezioni a raso esistenti. La rotatoria RO014 si inserisce in corrispondenza dell'intersezione tra via di G. Di Vittorio e via Saliceto.

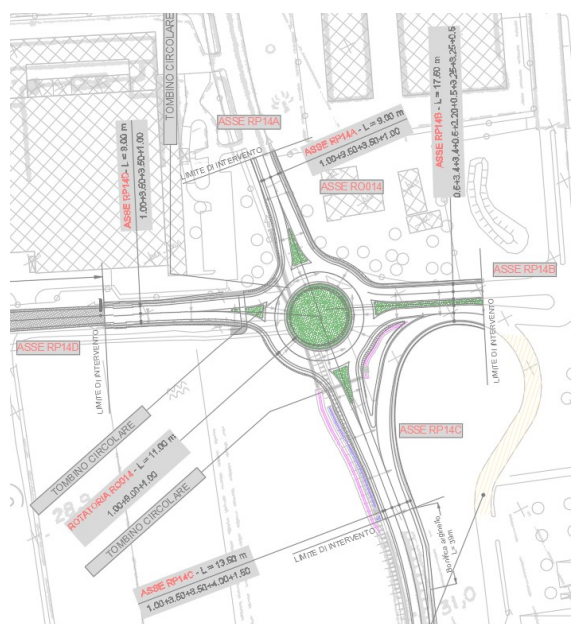


Figura 8-6 – Planimetria rotatoria RO014

La rotatoria RO015 si inserisce in corrispondenza dell'intersezione tra via V. Peglion e la SS 64 Porrettana.

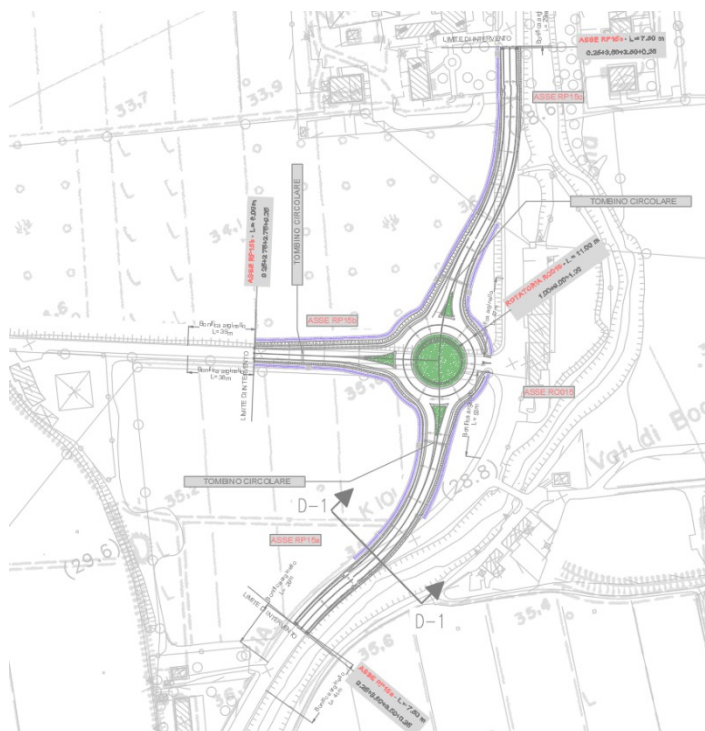


Figura 8-7 – Planimetria rotatoria RO015

La rotatoria RO016 si inserisce in corrispondenza dell'intersezione tra via Lipparini e via Stendhal.

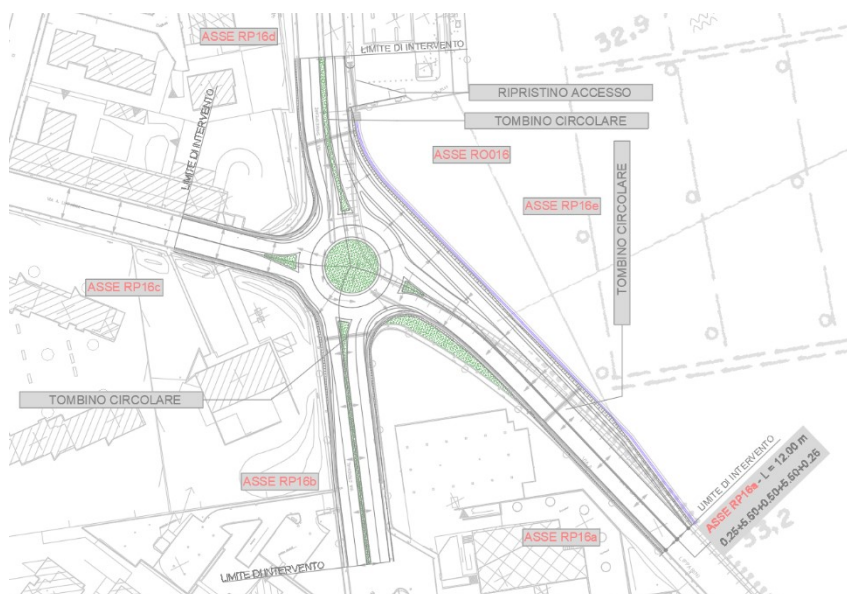


Figura 8-8 – Planimetria rotatoria RO016

9 OPERA D'ARTE MAGGIORI

Il ponte sul Fiume Reno è un viadotto di 8 campate, di luci 40.0m + 6x60m +40.0m, di lunghezza complessiva di circa 440m (lunghezza che esclude i retro-trave).

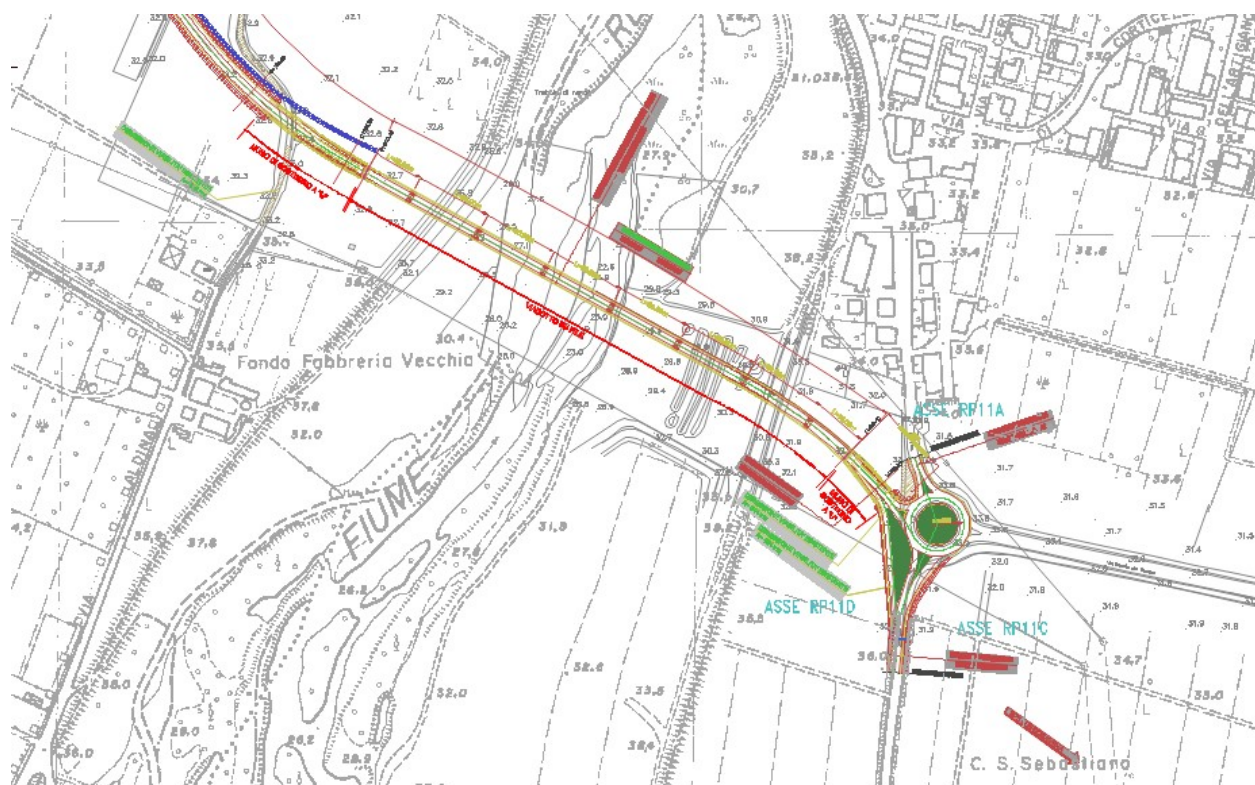


Figura 9.1 – Planimetria generale dell'opera

L'impalcato è realizzato in sezione mista acciaio/calcestruzzo con due travi principali a doppio T di altezza pari a 2.85m e soletta in c.a. di spessore pari a 24cm gettata in opera con l'ausilio di predalles metalliche. I traversi sono di tipo rigido, anch'essi con sezione a doppio T. Al fine di garantire lo spazio di 1.25m della banchina e la relativa carpenteria del cordolo, i traversi continuano oltre le travi longitudinali mediante degli sbalzi con sezione rastremata la cui anima è attraversata dalla tubazione di convogliamento delle acque piovane di impalcato in prossimità della sua intersezione con le travi principali.

Sul lato nord dell'impalcato è prevista l'installazione di una barriera integrata ovvero in grado di espletare tanto la funzione di sicurezza all'urto da veicolo in svio quanto quella di assorbimento acustico del transito veicolare.

Le dimensioni trasversali della soletta corrispondono a 11.10 m, con cordoli pari a 80 cm e con carreggiata bitumata pari a 9.00m.

La collaborazione tra la carpenteria metallica e la soletta è garantita dall'installazione di piolatura tipo Nelson sia sulle travi che sui traversi. Al fine di migliorare il comportamento dell'impalcato in fase sismica i vincoli in corrispondenza delle spalle e delle pile sono realizzati con isolatori elastomerici ad elevata

dissipazione svincolati longitudinalmente sulle spalle mediante apposite slitte. I dispositivi di appoggio sono ancorati a baggioli di altezza variabile solidali con il pulvino di forma rettangolare e dimensione 2.50x4.0x12.40m.

I pulvini sono sostenuti da due pali-pila Ø3000 di lunghezze variabili.

Le spalle, realizzate in c.a. gettato in opera, sono costituite da una struttura monolitica verticale gravante su di una fondazione profonda composta da due pali di grande diametro Ø3000mm. Ad estradosso della struttura monolitica sono previsti ritegni trasversali, baggioli per il fissaggio degli isolatori ed il “paraghiaia”.

Quest’ultimo è chiamato a trasferire le sole azioni verticali dalla soletta sommitale in c.a. di raccordo con il ponte senza aver alcuna funzione di contenimento delle spinte del terreno. Queste infatti vengono assorbite dalle strutture di sostegno a tergo del cosiddetto paraghiaia formate da una zattera fondazionale dalla quale si ergono dei paramenti a sezione variabile.

Si riportano di seguito alcune immagini che illustrano pianta, prospetto e sezioni tipo del ponte:

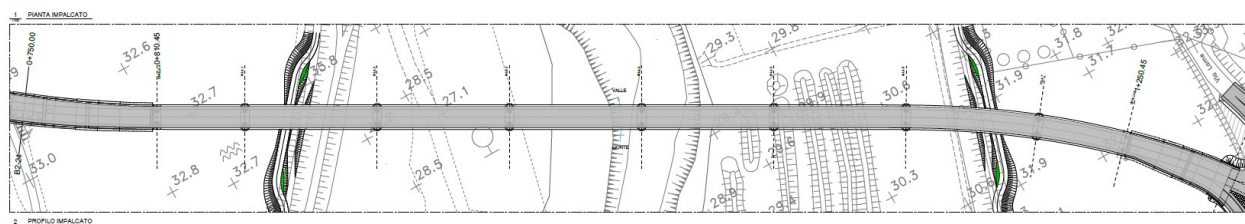


Figura 1- 1: Stralcio planimetrico

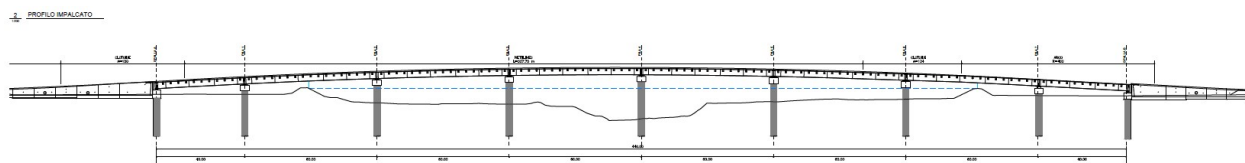


Figura 1- 2: Sviluppo del viadotto

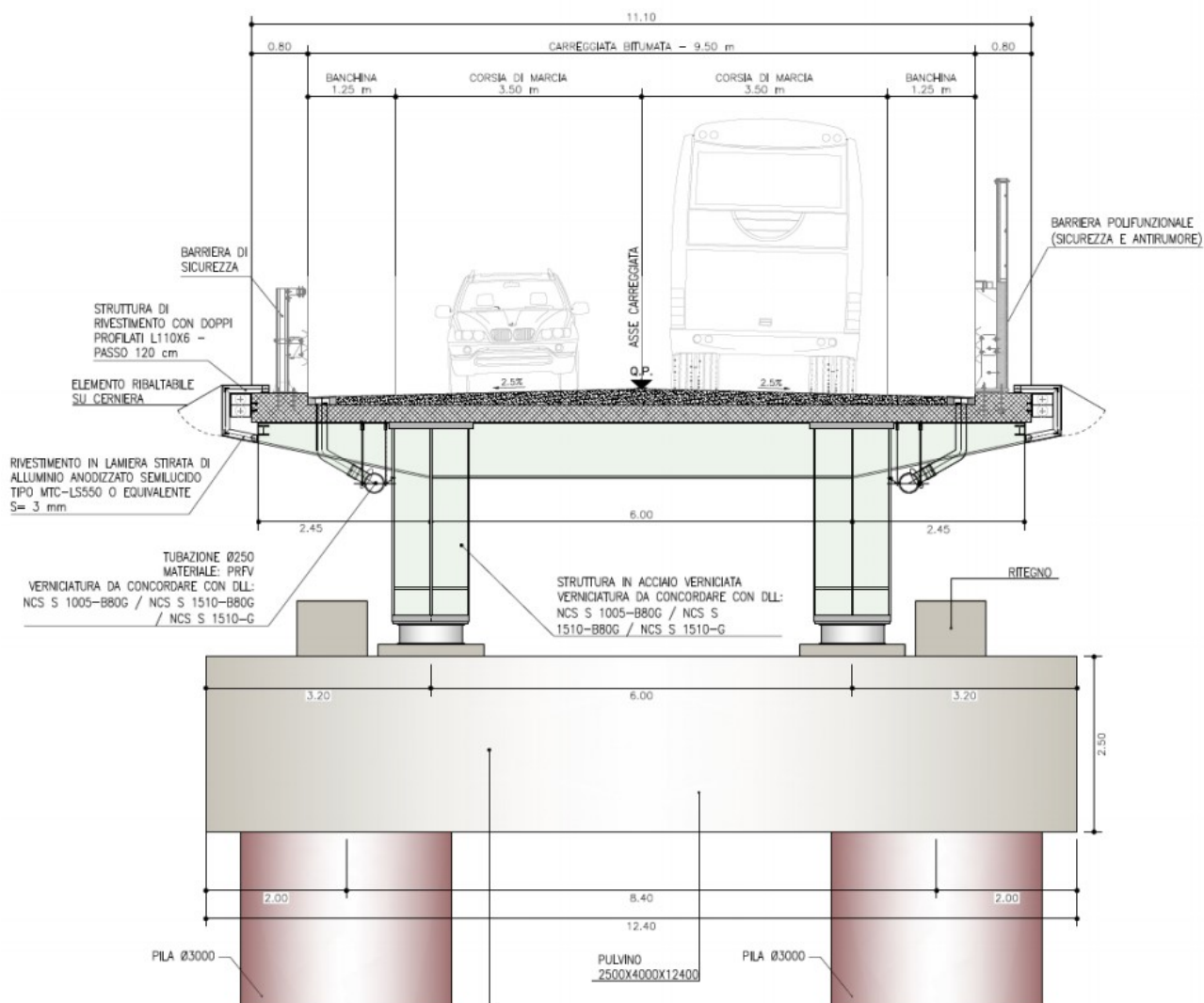


Figura 1- 3: Sezione trasversale su pila

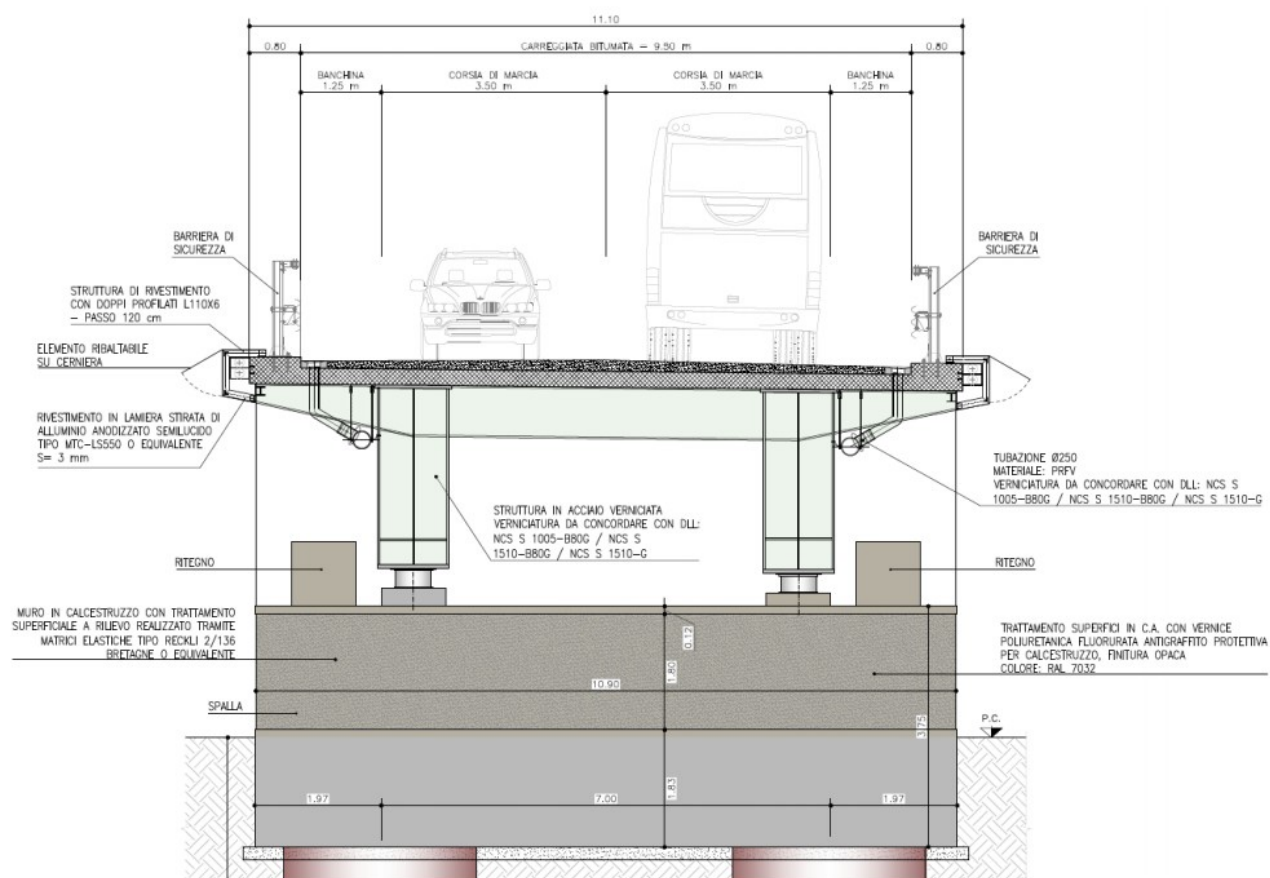


Figura 1- 4: Sezione trasversale su spalla

10 OPERE D'ARTE MINORI

10.1 Scatolare ciclopeditonale

Le opere di adeguamento della pista ciclopeditonale consistono in strutture scatolari interrate (sottopassi) e muri ad U che si sviluppano per circa 140m a partire dal sottopasso esistente procedendo da est verso ovest. Sostanzialmente si compongono lungo il loro sviluppo in due moduli scatolari e due di muri ad U.

I sottopassi sono identificati come sottopassi stradali, in quanto sono interessati dall'attraversamento sovrastante di traffico veicolare, come mostrato nella planimetria generale complessiva delle suddette opere:

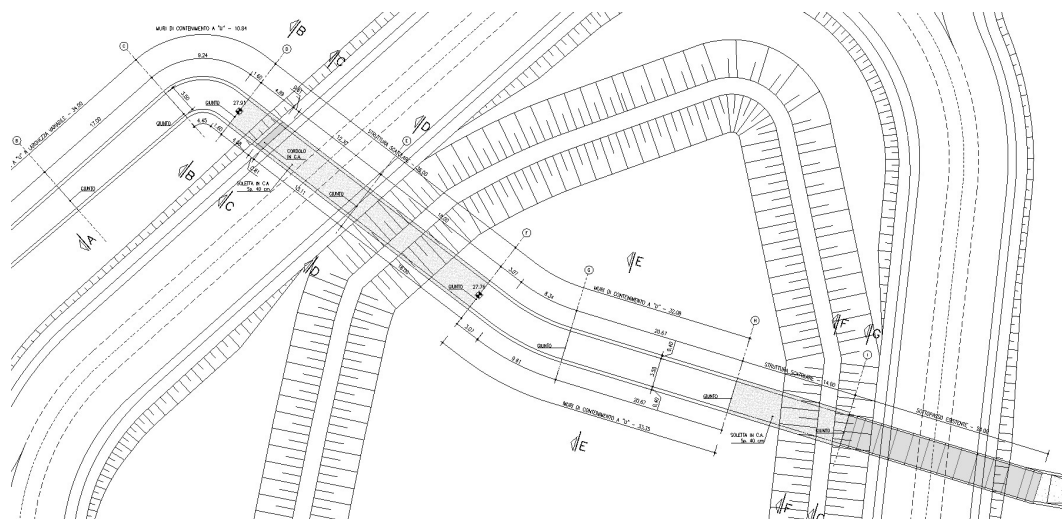


Figura 1- 5: Stralcio planimetrico generale

La larghezza complessiva esterna di tali strutture è di 4.30m, mentre quella netta interna è pari a 3.50m. Per gli scatolari l'altezza netta interna è di 3.00m, mentre i piedritti dei muri ad U spiccano dalle fondazioni per un'altezza variabile da un minimo di 1.35m ad un massimo di 3.40m. Lo spessore dei piedritti è di 40cm, mentre la zattera di fondazione è caratterizzata da uno spessore minimo di 50cm ad un massimo di 65cm.

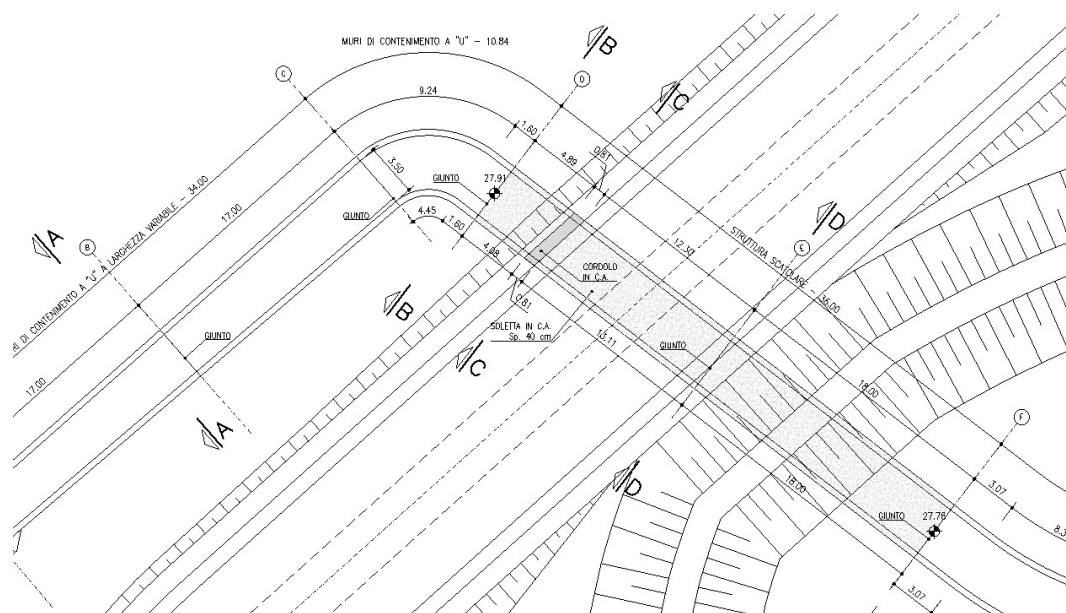


Figura 1- 6: Stralcio planimetrico lato ovest

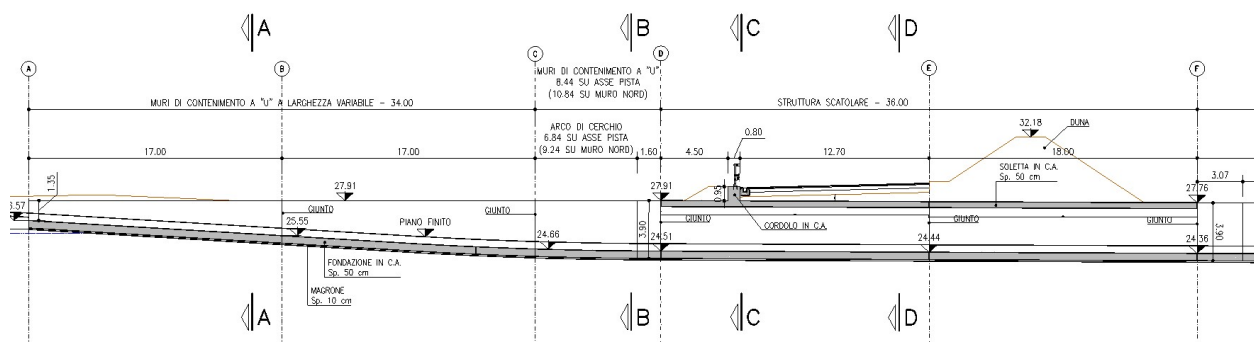


Figura 1- 7: Sezione longitudinale dei muri ad U e sottopasso lato ovest

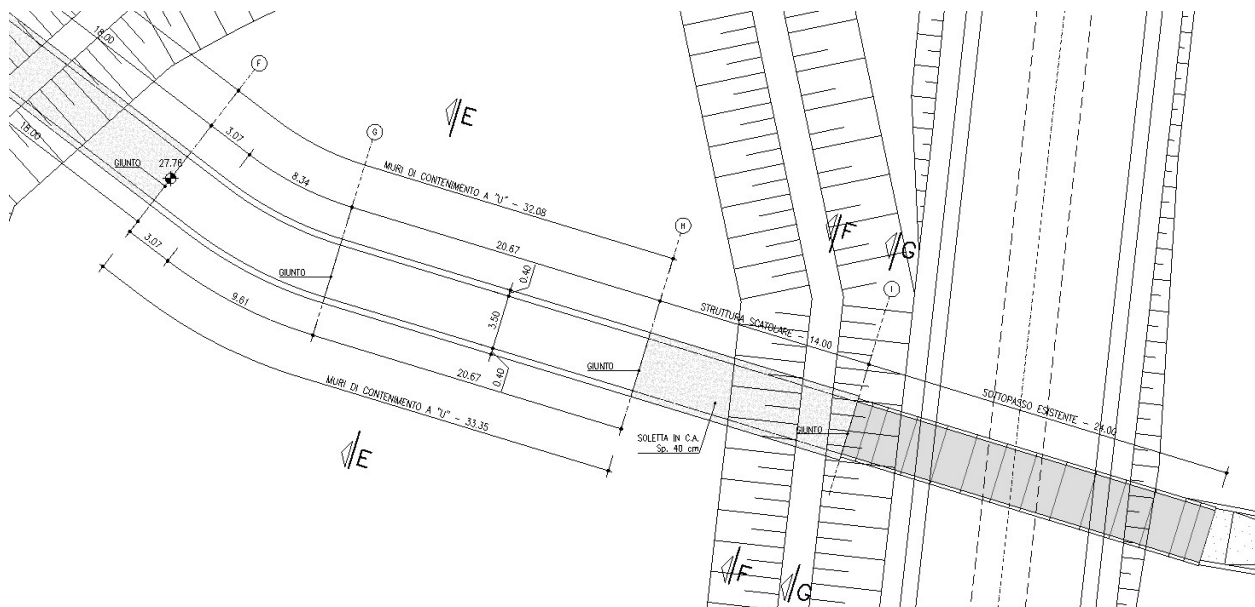


Figura 1- 8: Stralcio planimetrico lato est

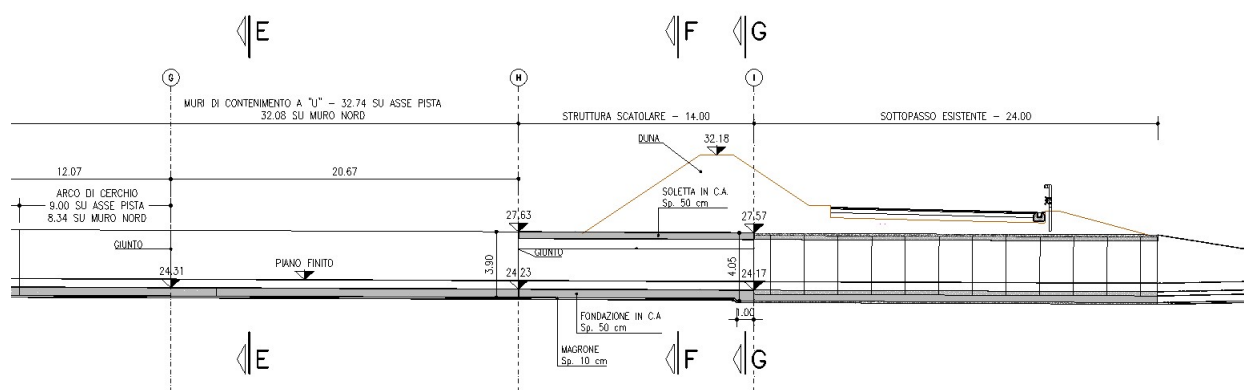


Figura 1- 9: Sezione longitudinale dei muri ad U e sottopasso lato ovest

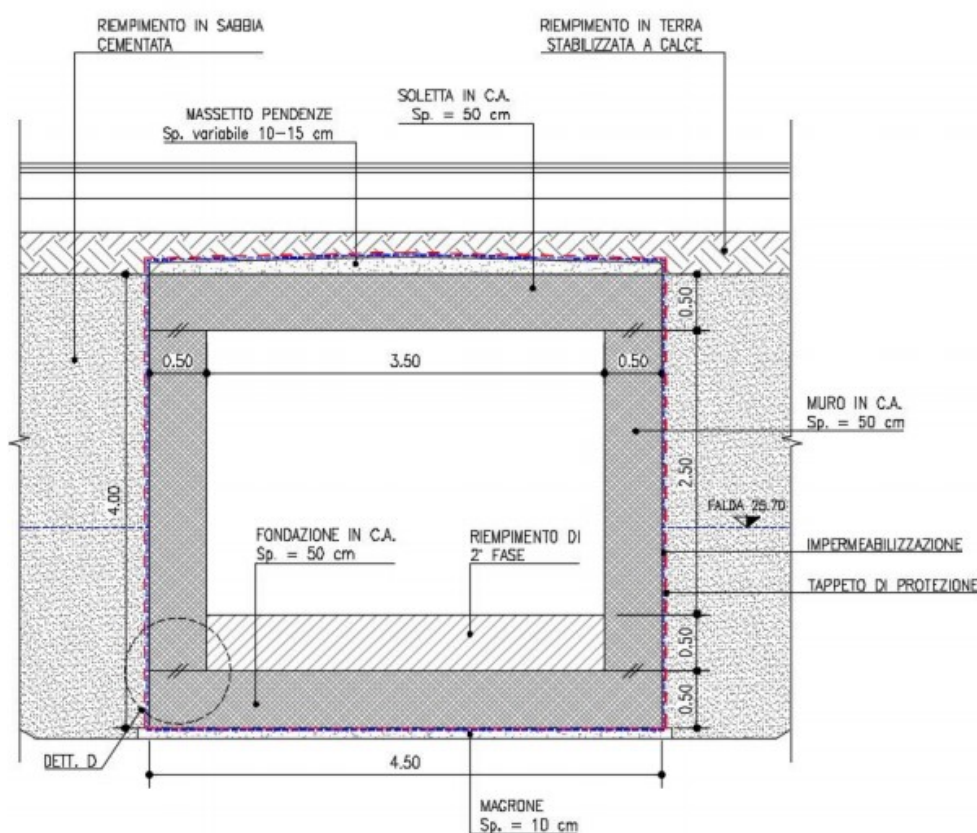


Figura 1- 10: Sezione TIPO scatolare

10.2 Manufatti idraulici

La viabilità in progetto, che si sviluppa lungo la direzione predominante ovest – est, interseca il reticolo irriguo del “Consorzio della bonifica Renana”, i cui ambiti territoriali si estendono dal comune di Calcara sino al comune di San Pietro Terme nella direzione est - ovest., dal Reno al confine con la regione Toscana, nella direzione nord – sud. I manufatti idraulici di attraversamento in progetto riguardano i canali principali del reticolo irriguo.

I canali e scoli principali intersecati dalle opere, da ovest verso est, sono:

- Canocchietta
- Calderara
- Peloso
- Stelloni
- Botte
- Carsè
- Cadriano

- Zenetta di Quarto

Il progetto preveder il mantenimento dei soli manufatti risultati compatibili con la viabilità in progetto e sufficienti dal punto di vista idraulico ed il rifacimento degli altri.

Nella progettazione sono stati rispettati tutti i vincoli imposti dal Consorzio sui corsi d'acqua di propria competenza in materia di fasce di rispetto, franchi, e piste per l'accesso e la manutenzione.

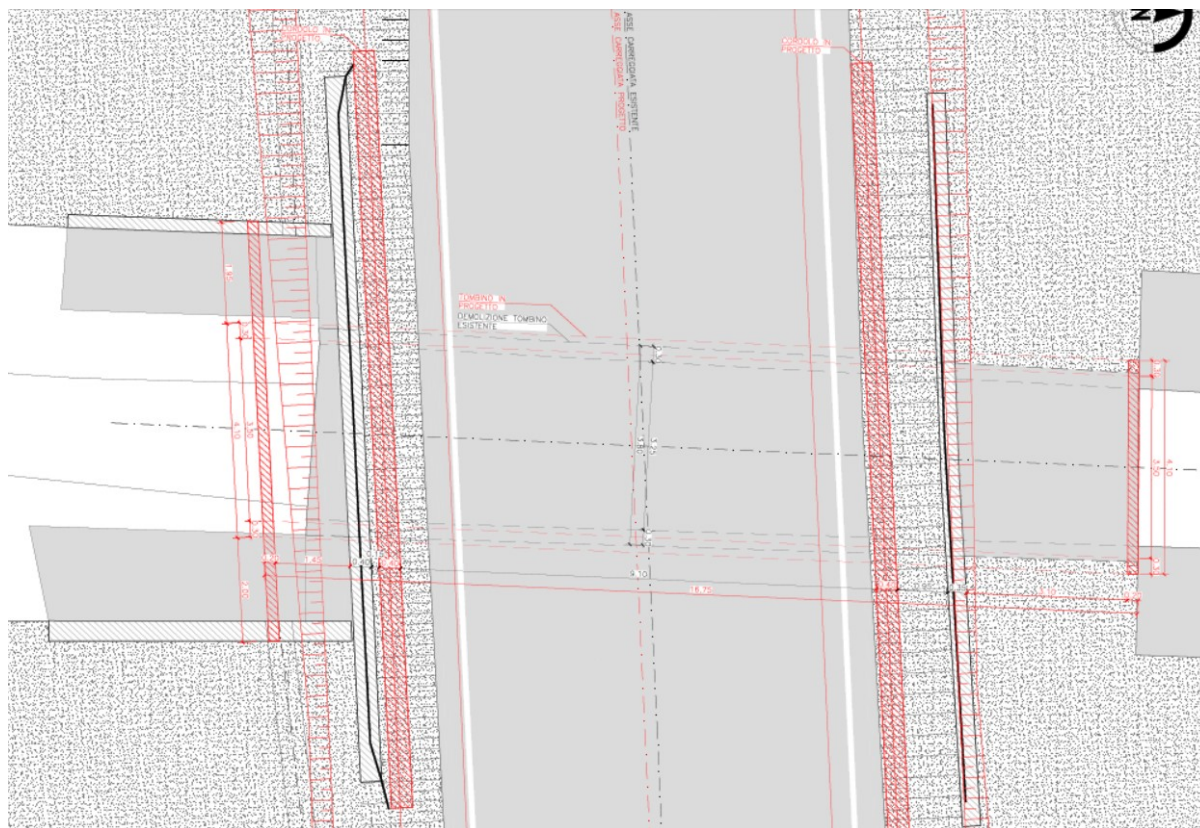
Per i manufatti idraulici di attraversamento inerenti i passi carrai ed i collegamenti tra i fossi irrigui ripristinati ed esistenti, si è scelto di posare tubazioni in cls di vario diametro nominale, non inferiore ai 600 mm (DN600, 800 e 1200).

Dal punto di vista strutturale tali attraversamenti vengono realizzati con tombini circolari prefabbricati in c.a. a base piana: per regolarizzare il piano di posa viene gettata in opera una soletta in c.a. di spessore pari a 20 cm. Il ricoprimento dell'opera viene realizzato in due strati: il primo strato è costituito da sabbia (utilizzata come rinfianco ed estesa in altezza fino a 20÷25 cm oltre la testa del manufatto), mentre il secondo strato viene realizzato con materiale da rilevato.

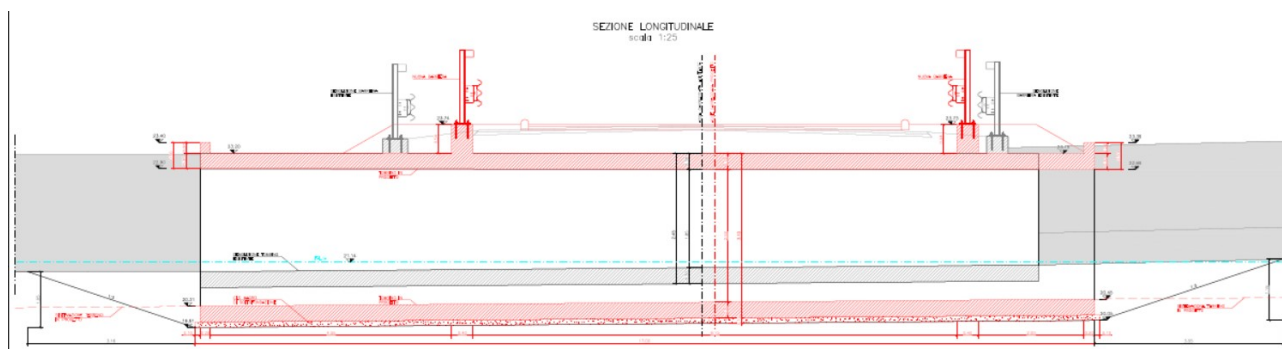
1.1.1 Tombino scatolare 3.5mx2.5m

Lo scatolare esistente, risultati insufficiente idraulicamente, viene riprogettato con un'opera di nuova realizzazione.

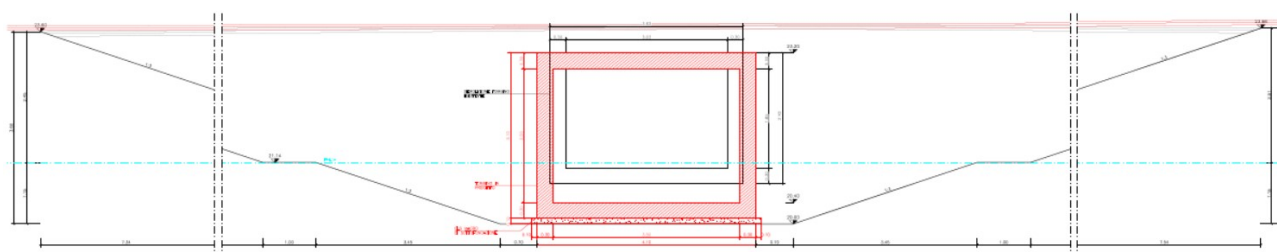
L'opera presenta una fondazione di spessore costante 30 cm e un magrone di 10cm. Dalla fondazione si elevano i piedritti di spessore costante 30 cm mentre l'altezza utile interna, misurata dall'estradosso della fondazione all'intradosso della soletta, risulta pari a 200 cm. La soletta di copertura è di spessore costante 30 cm. Le dimensioni e l'ingombro in pianta del tombino idraulico sono presentate nelle seguenti figure:



Stralcio planimetrico



Sezione longitudinale

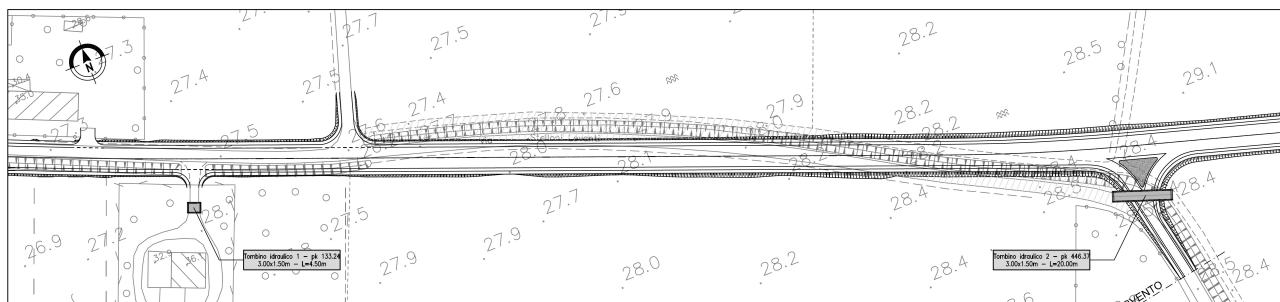


Sezione trasversale

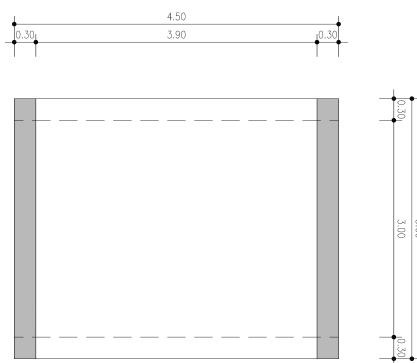
1.1.2 Scolo Stelloni

Per dare continuità allo Scolo Stelloni nelle zone di interferenza stradale è progettato un tombino scatolare idraulico di dimensioni interne nette pari a 3.00m x 1.80m. La medesima sezione studiata è applicata a 2 tombini idraulici successivi di seguito denominati “Tombino 1” e “Tombino 2”.

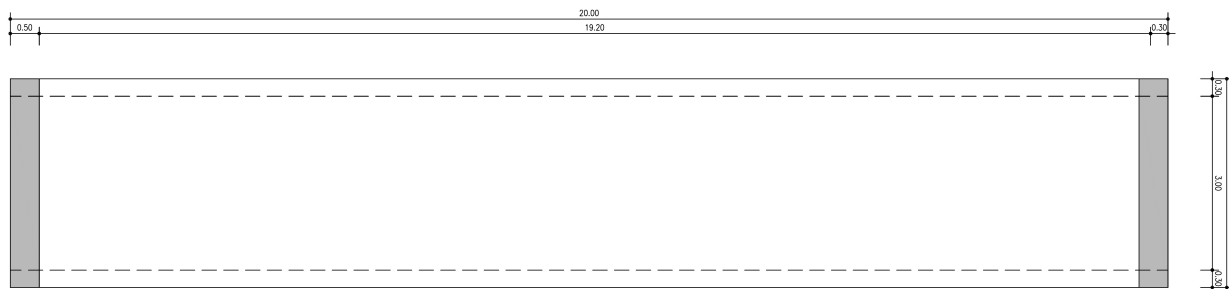
Entrambe le opere presentano una fondazione, di spessore costante 60 cm, l'estradosso del tombino n°1 è posto a quota 26.30 m s.l.m. mentre quello del tombino n°2 a quota 27.20 m s.l.m. Dalla fondazione si elevano i piedritti di spessore costante 30 cm mentre l'altezza utile interna, misurata dall'estradosso della fondazione all'intradosso della soletta, risulta pari a 150 cm. La soletta di copertura, di spessore costante 30 cm ha il suo estradosso per il tombino n°1 a quota 28.10 m s.l.m. mentre per il tombino n°2 a quota 29.00 m s.l.m. Le dimensioni e l'ingombro in pianta dei 2 tombini idraulici sono presentate nelle seguenti figure:



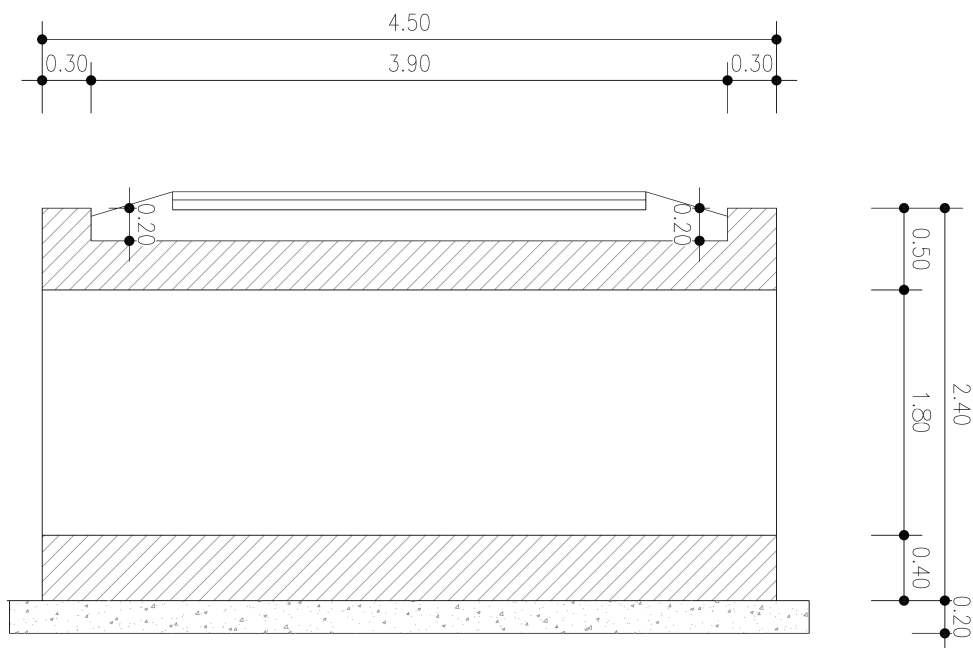
Stralcio planimetrico



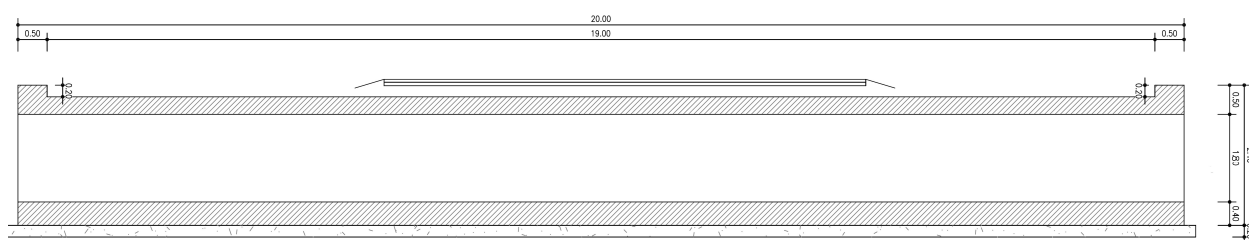
Pianta 1



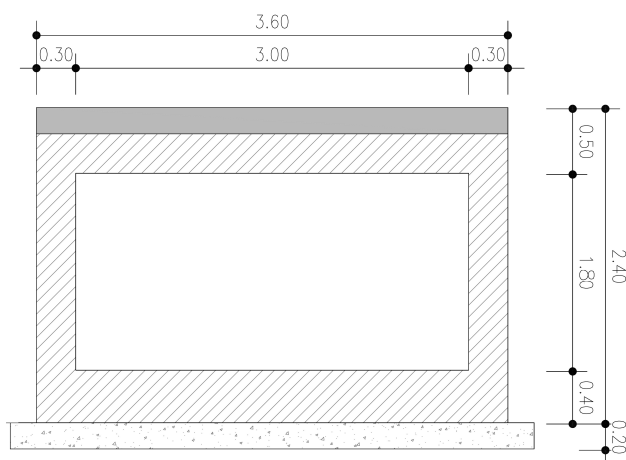
Pianta 2



Sezione longitudinale 1



Sezione longitudinale 2

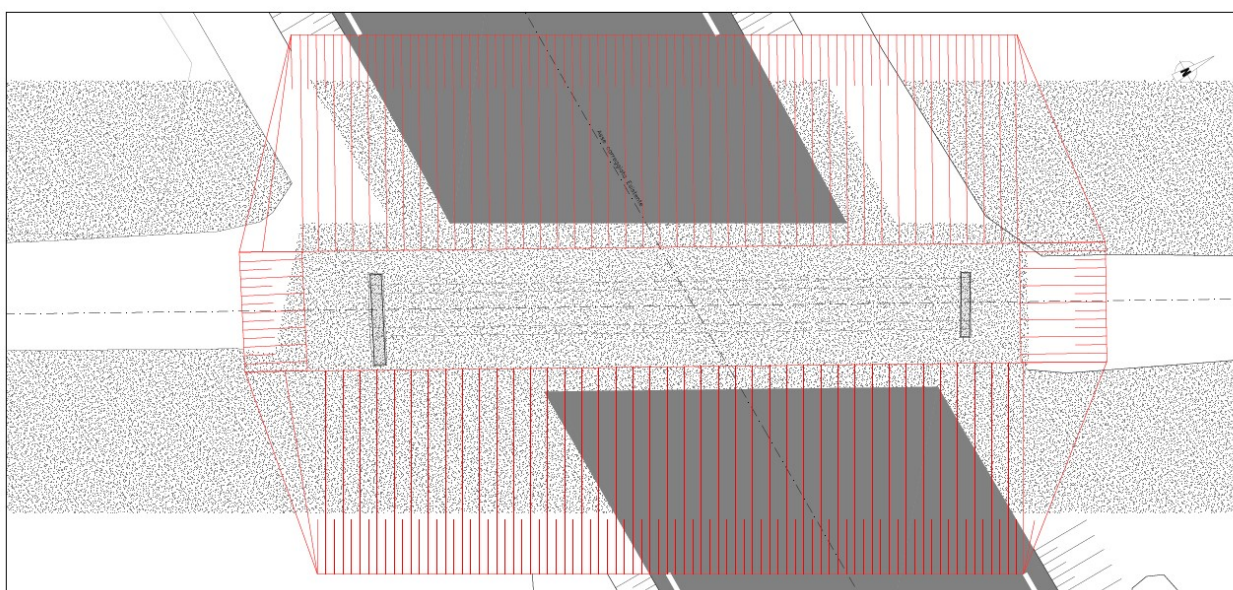


Sezione trasversale

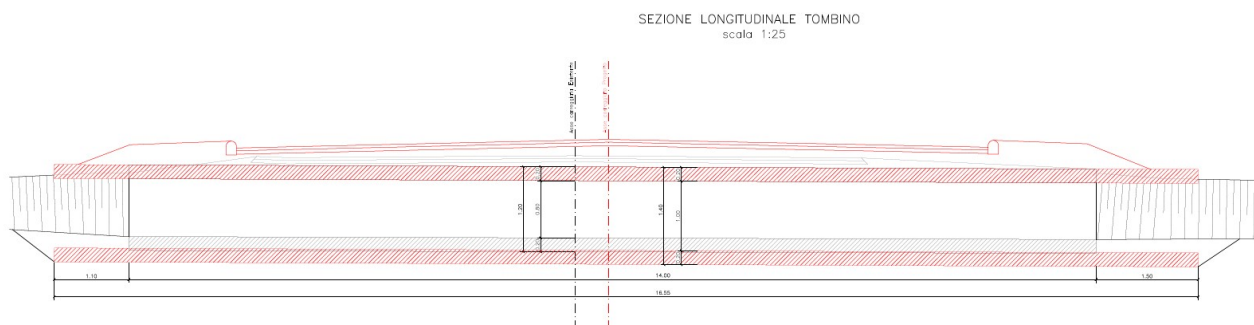
1.1.3 Tombino scatolare 1.0mx1.0m

L'opera alla progressiva pk0+600 costituisce il rifacimento del tombino idraulico esistente con uno scatolare di dimensioni interne nette pari a 1.00 m x 1.00 m.

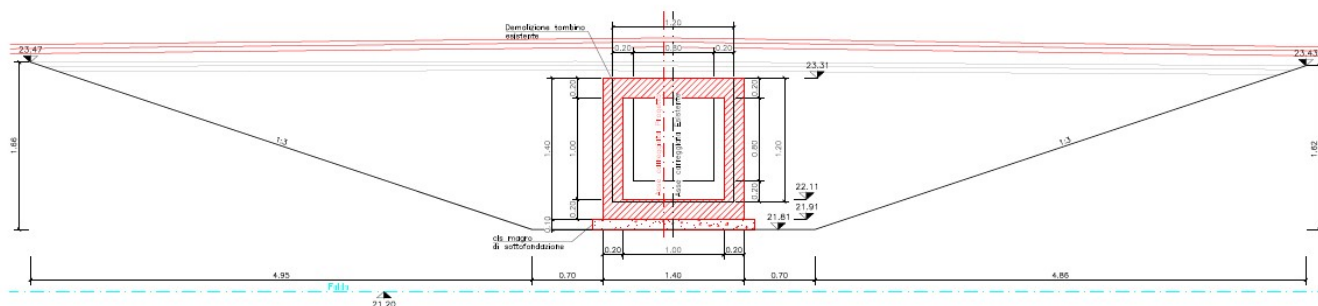
L'opera presenta una fondazione di spessore costante 20 cm e un magrone di 10cm. Dalla fondazione si elevano i piedritti di spessore costante 20 cm mentre l'altezza utile interna, misurata dall'estradosso della fondazione all'intradosso della soletta, risulta pari a 100 cm. La soletta di copertura è di spessore costante 20 cm. Le dimensioni e l'ingombro in pianta del tombino idraulico sono presentate nelle seguenti figure:



Stralcio planimetrico con scavo



Sezione longitudinale

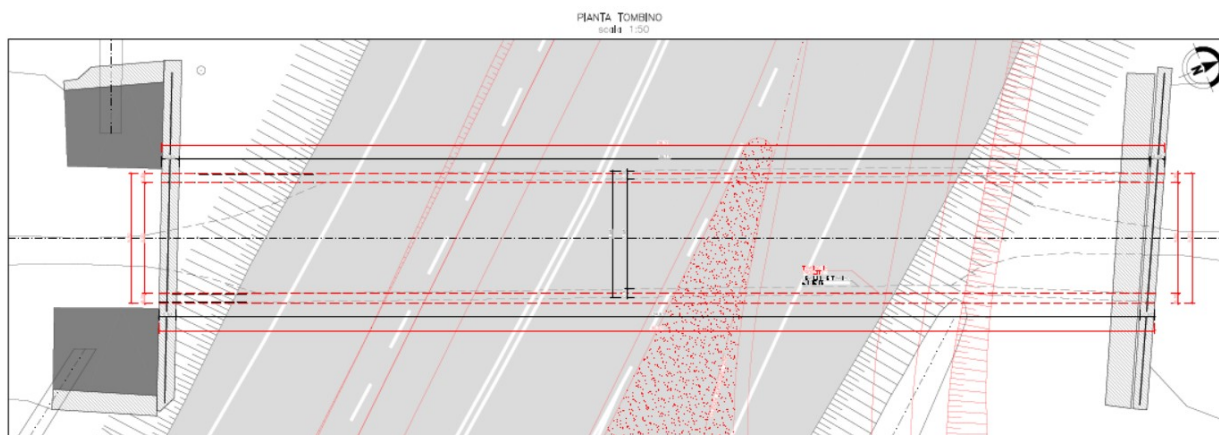


Sezione trasversale

1.1.4 Tombino scatolare 4.0mx3.0m

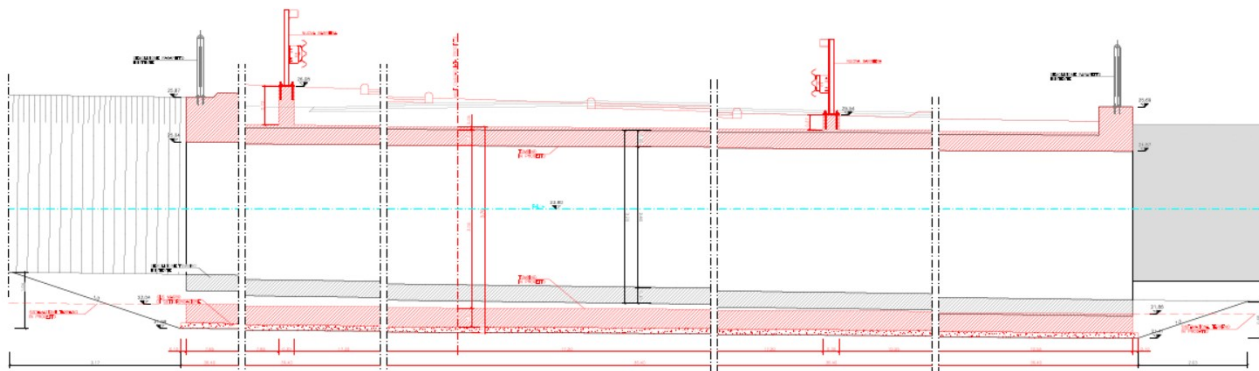
L'opera in oggetto è un tombino scatolare e costituisce il rifacimento di un manufatto idraulico esistente.

L'opera presenta una fondazione di spessore costante 35 cm e un magrone di 10cm. Dalla fondazione si elevano i piedritti di spessore costante 35 cm mentre l'altezza utile interna, misurata dall'estradosso della fondazione all'intradosso della soletta, risulta pari a 300 cm. La soletta di copertura è di spessore costante 35 cm. Le dimensioni e l'ingombro in pianta del tombino idraulico sono presentate nelle seguenti figure:



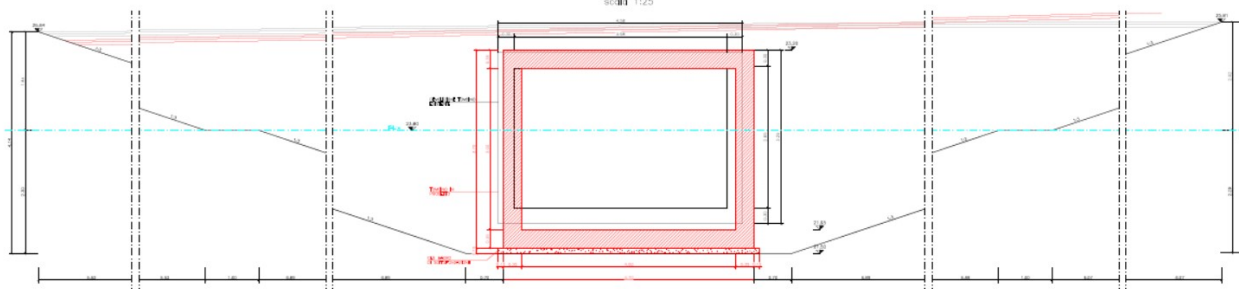
Stralcio planimetrico

SEZIONE LONGITUDINALE
 scala 1:25



Sezione longitudinale

SEZIONE TRASVERSALE
 scala 1:25



Sezione trasversale

11 IMPIANTI

11.1 Descrizione generale degli impianti e scopo del lavoro

Le opere impiantistiche facenti parte l'appalto, sono finalizzate alla realizzazione degli impianti di illuminazione pubblica a servizio delle nuove viabilità descritta precedentemente e meglio identificata all'interno degli elaborati progettuali. Per la tratta C è prevista la realizzazione di un sottopasso per il ripristino della pista ciclopedonale; nell'ambito dell'appalto è pertanto prevista l'alimentazione e comando delle pompe di rilancio acque a servizio del sottopasso stesso.

In linea generale all'interno del presente progetto si prevedono i seguenti interventi :

- Illuminazione pubblica delle rotatorie eseguita con armature stradali a LED ad alta efficienza, sostenute da pali conici di altezza fissa 8 mt. fuori terra (8-10m per la rotatoria afferente la tratta C). Corredati da sistemi di protezione dalle sovratensioni e sistema di riduzione automatica del flusso luminoso nelle ore notturne secondo le prescrizioni della Legge Regionale contro l'inquinamento luminoso.
- Quadri elettrici alimentati direttamente da contatori in bassa tensione dedicati. Ogni quadro elettrico verrà alimentato dal proprio contatore di energia. Ogni rotatoria quindi sarà provvista di fornitura in bassa tensione e relativo quadro elettrico di alimentazione. Le forniture saranno tutte di tipo monofase ad eccezione della rotatoria che, vista la presenza del gruppo pompe di rilancio, avrà fornitura trifase. All'interno dei quadri elettrici sono previste le apparecchiature di protezione ed il sistema di accensione automatico dell'illuminazione pubblica tramite crepuscolare e orologio astronomico come meglio descritto negli elaborati progettuali.
- Vie cavo interrate attraverso cavidotti a doppia parete per il transito delle linee elettriche di alimentazione della pubblica illuminazione.
- Linee di alimentazione ai pali di illuminazione con cavi unipolari a sezione unificata, transitanti all'interno dei cavidotti interrati ed intercettate attraverso opportuni pozzetti rompitratta e di derivazione. L'alimentazione ai pali avverrà attraverso derivazioni previste all'interno dei pozzetti a base palo, mediante l'uso di opportuni giunti stagni riempiti di gel definiti "muffole" come meglio descritto negli elaborati progettuali. Tale scelta evita l'utilizzo di morsettiere inserite all'interno dei pali così da scongiurare la possibilità che tali morsettiere vengano manomesse essendo queste facilmente raggiungibili rispetto alle giunzioni sopra descritte. Dalla giunzione all'interno del pozzetto verrà derivato in cavo multipolare 2x2.5mmq che correndo all'interno del palo alimenterà il proiettore installato in testa al palo stesso.
- Vie cavo per linee di telecomunicazione attraverso la posa di tubazioni tritubo lungo i percorsi esterni alle rotatorie. Non è prevista la posa di dette tubazioni lungo i tratti di intersezione rettilinei.
- Impianto di terra, costituito da picchetti interrati nei pressi del quadro elettrico e da dispersive orizzontale costituito da corda in rame nuda. In ragione del tipo di cavi previsti con guaina e grado

di isolamento 0.6-1kV e del tipo di apparecchi a doppio isolamento non si prevede la distribuzione del PE ai centri luminosi né l'estensione del dispersore lungo i percorsi dei cavidotti.

11.2 Caratteristiche illuminotecniche

I criteri generali di progettazione illuminotecnica seguiti sono quelli indicati dalla normativa UNI vigente, con diversa applicazione secondo i percorsi del tratto di strada (superficie, sottopasso, galleria, tratto urbano). In particolare per i tratti di superficie, l'individuazione della zona di interesse, la selezione delle classi di illuminazione sono state eseguite secondo le norme EN 13201-1 e la UNI 11248.

A tale scopo si è proceduto secondo il criterio seguente:

- **classificazione dei tratti di strada** in funzione del loro impiego, per condizioni omogenee dei parametri di influenza, per definire la categoria illuminotecnica di riferimento;
- **definizione della categoria illuminotecnica di progetto**, secondo la valutazione dei parametri di influenza (analisi dei rischi);
- **definizione delle categorie illuminotecniche di esercizio**: dall'analisi dei rischi e da considerazioni di carattere energetico, si sono valutate le reali categorie illuminotecniche di impiego;
- assegnazione a ciascun tratto di strada una tipologia d'impianto in funzione dell'utilizzazione, alle caratteristiche geometriche, ecc;

11.3 Scelte progettuali

Sono state generalizzate le seguenti scelte, tutte determinate secondo i criteri delle leggi Vigenti e delle Normative tecniche ed in aderenza a quanto sviluppato nella precedente fase progettuale con le necessarie modifiche ed integrazioni dovute alla modifica delle geometrie ed in ragione degli aggiornamenti Normativi.

11.4 Svincoli in rotatoria

- uso delle lampade a LED, data la notevole efficienza, durata e controllo della emissione luminosa che tali sorgenti garantiscono;
- uso dei sostegni conici diritti in acciaio, laminati e zincati a caldo con o senza sbraccio in ragione delle distanze palo-carreggiata e delle posizioni dei fuochi risultanti dai calcoli illuminotecnici allegati alla presente.

11.5 Illuminazione delle intersezioni

Il principio fondamentale seguito nella progettazione è stato quello per cui l'illuminazione deve rivelare l'esistenza della intersezione, le direzioni delle strade che vi confluiscono e si dipartono da essa, la presenza dei pedoni e altri utenti, le ostruzioni, il movimento dei veicoli nella vicinanze dell'area di intersezione.

Il criterio seguito è stato quello di considerare per le rotatorie o punti critici in generale (prossimità di sottopassi, gallerie, ecc.) un livello di luminanza di un grado più elevato di quello previsto per la strada più importante dell'intersezione (pubblicazione CIE 115/95) e indicazioni della norma UNI 11248.

Per tutti gli interventi di intersezione si è valutato sia il passaggio da zona non illuminata, sia viceversa, prevedendo un'adeguata illuminazione oltre il tratto di dell'intersezione principale, e contemporaneamente oltre il punto di immissione in modo da facilitare la visibilità e la manovra di immissione sulla strada principale.

Come si evince dal progetto stradale non vi sono passaggi pedonali.

Di seguito viene riassunta la classificazione dei tratti di strada e delle intersezioni secondo le indicazioni della norma UNI11248 e UNI EN 13201; si è sviluppata inoltre l'analisi del rischio ai sensi della norma UNI 11248.

11.6 Classificazione

Le scelte progettuali per tutto il tratto di intervento si sono basate innanzitutto sulla classificazione della strada, al fine di determinare i requisiti illuminotecnici specifici. Per tale esercizio ci si è affidati alle indicazioni normative della UNI11248; sulla base delle info ricevute dal Cliente la strada è classificabile come:

CLASSE DELLA STRADA strada secondaria extraurbana tipo C1 C2

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI RIFERIMENTO: M2

Velocità di progetto: 70-90 km/h

$L \geq 1,5 \text{ cd/m}^2$

$U_0 \geq 0.4$

$U_i \geq 0.7$

$TI \leq 10\%$

Tali situazioni si sono valutate nelle condizioni dei parametri di influenza indicati nel prospetto 2 della UNI11248.

11.7 Analisi del rischio

L'analisi del rischio è stata sviluppata secondo le indicazioni di norma UNI 13201-1; i parametri di valutazione sono stati i seguenti:

Parametri di influenza UNI 13201-1 Tab.1								Categoria illuminotecnica di PROGETTO (da analisi dei rischi) UNI 13201-1
Velo cità di progetto Km/h	Volu me di traffico	Composizi one del traffico	Careg giate separate	Densità delle intersezioni	Ve icoli in sosta	Lumin osità ambientale	Difficolt à di navigazione	
Ele vata	Ele vato	Motorizz ato	No	Moder ata	N o	Moder ata	Facile	M3
								C2
1	1	0	1	0	0	0	0	M = 6-3 = M3

Dall'analisi di queste condizioni si è determinato che le condizioni di ingresso possono essere declassate fino al livello M3.

È importante sottolineare che tale classificazione vale per tratti di strada rettilinei e privi di intersezioni secondo le limitazioni di calcolo previsti dalle normative stesse relativamente alla posizione degli osservatori per il calcolo della luminanza. Nel nostro caso tale classificazione è importante per definire la classe illuminotecnica delle intersezioni in rotatoria che sono diretta conseguenza del tratto stradale in cui sono inserite.

Nella scelta degli apparecchi e la loro applicazione all'illuminazione viaria si è comunque valutato come requisito essenziale la limitazione verso l'alto del flusso luminoso proveniente dalle sorgenti ai sensi delle normative vigenti, della legislazione nazionale e locale, oltre ai requisiti di buona tecnica derivati dalla letteratura corrente. In particolare si è escluso a priori ogni eccesso dei valori medi di luminanza mantenuta rispetto ai limiti prescritti dalla norma Uni EN 13201-2.

11.8 Intersezioni

Come di evince dalle tavole grafiche, il progetto prevede l'illuminazione dei soli tratti di intersezione, con esclusione di tutti i tratti intermedi tra esse.

La norma UNI 11248 e la norma UNI EN 13201, prescrivono interventi particolari in caso di situazioni di contiguità tra tratti stradali diversi: il caso delle intersezioni è trattato in modo particolare individuando la categoria illuminotecnica che presenta un livello luminoso comparabile.

Si sono distinte due situazioni, secondo l'appendice C della norma:

- intersezioni a raso in rotatoria

- intersezioni a livello sfalsato

Per la definizione delle categorie illuminotecniche comparabili a quella del tratto di strada in cui le intersezioni sono inserite si è fatto riferimento al prospetto 5 della UNI 11248 e alle prescrizioni dell'appendice C della medesima.

Tutte le intersezioni in rotatoria presentano dei tratti rettilinei di avvicinamento: per essi sono stati scelti apparecchi con ottica stradale con una disposizione unilaterale destra o sinistra. La disposizione degli apparecchi e la potenza delle sorgenti è riportata in tavola grafica.

Vista la scelta progettuale di illuminare solo i tratti critici dell'intervento di variante, per la definizione della categoria progettuale si è considerato il caso seguente:

11.8.1 **Strade di accesso alla rotatoria non illuminata (bracci di accesso e di uscita)**

Dal prospetto 5 della UNI11248 la categoria illuminotecnica M3 è abbinata alla C3.

Secondo l'art. 9.2 della UNI11248, quando zone adiacenti o contigue prevedono categorie illuminotecniche diverse che a loro volta impongono requisiti prestazionali basati sulla luminanza o sull'illuminamento è necessario individuare le categorie illuminotecniche che presentano un livello luminoso comparabile.

Quando la zona contigua costituisce una zona di conflitto, come nel caso di una rotatoria che interrompe una strada, si raccomanda di adottare per detta zona un livello luminoso maggiore del 50% di quello delle strade di accesso.

Pertanto si sceglie una categoria superiore alla C3, ovvero la C2

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI RIFERIMENTO: **C2**

E	$\geq 20 \text{ lx}$
U _o	≥ 0.4

Per evitare il brusco passaggio da zone non illuminate a zone illuminate le strade di accesso sono caratterizzate da un'illuminazione con un livello luminoso caratterizzato da un rinforzo progressivo del livello medio di luminanza all'avvicinarsi alla rotonda. In tal modo l'automobilista percepisce sensibilmente l'avvicinarsi del punto critico che risulta altresì distinguibile da distanza superiore alla distanza di sicurezza. In tale caso, vista la velocità di progetto elevata, il tratto di transizione deve essere al minimo di circa 140m, pari al tratto percorso in 5s alla velocità massima del tratto stradale.

In aderenza al disposto Normativo i valori di illuminamento medio mantenuto sono pari o comunque non eccedenti il 20% rispetto i minimi previsti.

Per i calcoli illuminotecnici vedasi il documento di progetto OPT002.

11.8.2 Alimentazione, manutenzione e gestione

- impiego di apparecchi di illuminazione stradale e proiettori di tipo carenato, con chiusura rapida, di facile installazione e manutenzione e ottica controllata nei confronti dell'abbagliamento;
- impiego di sistemi di regolazione di flusso al fine di contenere i costi di manutenzione, di esercizio e limitare il flusso disperso in determinati orari per i tratti di superficie;
- uso del doppio isolamento come protezione contro i contatti indiretti (apparecchi in classe II, cavi e accessori con tensione nominale $U_0/U = 0,6/1$ kV).

Le proposte progettuali, per la superficie si sono rivolte ad apparecchi di tipo cut-off, assicurando un elevato controllo dell'abbagliamento; per i tratti urbani si è scelto un apparecchio di arredo urbano con ottica stradale.

Per tutto il tracciato della infrastruttura si sono seguiti i dettami della L.R. 19/2003 della Regione Emilia Romagna e le successive modifiche e integrazioni.

11.8.3 Dimensionamento linee elettriche di alimentazione

Come già precedentemente descritto, ogni rotatoria verrà alimentata da una fornitura dedicata in bassa tensione mediante contatore installato nei punti definiti negli elaborati progettuali. Accanto sarà installato il quadro elettrico di rotatoria da cui partiranno le linee in cavo che alimenteranno l'illuminazione pubblica. Negli elaborati progettuali vengono meglio identificate tutte le tratte e le derivazioni.

Dal calcolo degli assorbimenti, si evince una richiesta di potenza abbastanza esigua pertanto si è optato per un tipo di distribuzione mediante circuiti monofase e con una sezione di cavo univoca, per facilitare la realizzazione dell'impianto, per tutte le tipologie di tratte e per tutte le rotatorie.

11.9 ALIMENTAZIONE E GESTIONE DEGLI IMPIANTI

11.9.1 Caratteristiche generali

Per l'alimentazione degli impianti elettrici a servizio degli impianti di illuminazione pubblica delle rotatorie saranno previste forniture in bassa tensione una per rotatoria, come si evince dagli elaborati progettuali.

Gli impianti saranno alimentati in Bassa Tensione, sistema monofase con una tensione disponibile pari a 230 V.

Saranno realizzati con l'impiego di linee in cavo unipolare isolati in gomma di tipo G7, con guaina in PVC, di tipo FG16R16, posa interrata entro cavidotti corrugati serie pesante a doppia parete diametro Ø160 mm, saranno protetti dai cortocircuiti, contatti diretti e indiretti, per tutta la sua lunghezza, mediante le protezioni di tipo magnetotermico differenziale installate sul quadro elettrico a monte e la classe II di isolamento.

L'alimentazione dei singoli punti luce sarà effettuata in derivazione dalla dorsale principale. La derivazione sarà eseguita mediante l'uso di appositi giunti di derivazione, del tipo omologato completi di connettori a vite a brugola del tipo a mantello, e dell'idoneo tegolo monitore di protezione. I giunti sono atossici, privi di scadenza e riaccessibili.

Le linee di alimentazione avranno origine dal quadro elettrico installato a valle del contatore di energia, sul quale saranno installati i dispositivi di manovra, protezione e di comando dedicati, secondo le indicazioni dello schema unifilare allegato.

La rete di terra dell'impianto di illuminazione risulterà composta di:

- Utilizzo del doppio isolamento per la protezione contro i contatti diretti e indiretti dell'impianto, con l'impiego di apparecchiature in classe II;
- collegamenti equipotenziali con la barra equipotenziale di terra del quadro elettrico di tutte le strutture metalliche del quadro elettrico in esso contenute;
- collegamento al dispersore di terra posto adiacente al quadro elettrico, entro 50cm al massimo, degli scaricatori di sovratensione e sovracorrente di origine atmosferica, mediante cavo tipo N07V-K G/V 1x16mm².

Per l'impianto di illuminazione la caduta di tensione sarà inferiore al 3%.

11.9.2 Quadri Elettrici

I quadri elettrici saranno costituiti da un gruppo integrato di regolazione e comando e saranno ancorati su di un basamento di fondazione vicino al punto di consegna e saranno costituiti da un armadio in vetroresina atto al contenimento delle apparecchiature di comando e protezione dell'impianto.

Le apparecchiature installate all'interno dei quadri elettrici avranno una portata adeguata al carico, tenendo presente gli sviluppi futuri dell'impianto.

La protezione delle persone contro i contatti indiretti sarà realizzata mediante componenti di classe II o con isolamento equivalente.

Il quadro elettrico generale di alimentazione dell'impianto di illuminazione alimenterà i vari circuiti a valle. I circuiti di alimentazione degli apparecchi per l'illuminazione della carreggiata saranno collegati con i dispositivi di comando e installati in armadio in vetroresina posto a fianco del vano contatore (vedi schema unifilare).

Per permettere la regolazione uniforme del flusso luminoso e la stabilizzazione della tensione nelle ore notturne secondo quanto richiesto dalla Legge Regionale, le armature saranno dotate di riduttore automatico di potenza in grado di riconoscere la mezzanotte astrale e quindi ridurre il flusso dell'apparecchio al 50% per 8 ore complessive (di cui 2 ore prima e 6 ore dopo).

11.9.3 Conduiture

I conduttori dovranno essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente mediante la posa entro tubazioni.

Le condutture per gli impianti di illuminazione verranno realizzate con tubazioni in PVC corrugato a doppia parete, di diametro tale da garantire un agevole movimentazione dei conduttori secondo le indicazioni di norma, interrate a non meno di 0.5 m di profondità. Il diametro della tubazione sarà comunque almeno pari a 1.4 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei conduttori in essa contenuti.

11.9.4 Cavi

I conduttori previsti sono del tipo:

- unipolari o multipolari in rame, flessibili, isolati in HEPR non propagante l'incendio, sotto guaina in PVC, grado di isolamento non inferiore a 0.6/1kV, tipo FG16R .

I conduttori saranno contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL.

La sezione dei conduttori, specificata nello schema unifilare dei quadri elettrici corrispondenti, è stata calcolata in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti in modo da:

- limitare la caduta di tensione da vuoto a pieno carico entro il 3% della tensione nominale, per non precludere futuri ampliamenti dell'impianto;
- non superare i valori delle portate di corrente ammesse dalle tabelle CEI UNEL vigenti;
- garantire la protezione della condotta da parte delle protezioni installate immediatamente a monte.

Ai fini della determinazione del carico reale massimo, viene preso in considerazione il carico effettivo massimo di ogni utilizzazione, compresi i consumi del sistema di cablaggio e alimentazione.

Eventuali derivazioni dovranno essere realizzate con appositi morsetti e protette con appositi giunti in gel, con grado di protezione minimo IP68, a garantire la perfetta tenuta all'acqua e all'umidità.

11.9.5 Derivazioni Elettriche

Gli allacciamenti elettrici delle lampade montate su sostegno alle linee di alimentazione derivate dalla dorsale principale, dovranno essere realizzati utilizzando giunti di derivazione riempiti con gel del tipo omologato completi di accessori, connettori a vite a brugola del tipo a mantello, preisolati e, per le installazioni in pozzetto, dell'idoneo tegolo monitore di protezione. I giunti saranno atossici, privi di scadenza e riaccessibili.

11.9.6 Sostegni

Le armature stradali saranno installate su pali conici in acciaio zincato di altezza fuori terra pari a 8-10 mt. con attacco testa-palo.

I pali troncoconici saranno ottenuti mediante formatura a freddo di lamiera in acciaio S235JR EN 10025 e successiva saldatura longitudinale esterna eseguita con procedimento automatico (arco sommerso) omologato.

Tolleranze dimensionali UNI EN 40/2 - UNI EN 10051.

La zincatura viene ottenuta mediante immersione in vasche di zinco fuso. Lo spessore dello strato di zinco sarà conforme alle normative UNI EN 40.

Altezza fuori terra m. 8; parte interrata m 0,80.

Diametro base 158 mm, diametro sommità 60 mm, spessore 4 mm.

Dotazione accessori quali foro/asola entrata cavi e morsetto di m.a.t.

Colorazione RAL 7047

I pali saranno montati su plinti di fondazione in cls. alloggiati in banchina in modo da garantire le distanze minime richieste per i pali alloggiato, dalla classe di contenimento delle barriere se esistenti.

Ove richiesto per motivi di sicurezza i pali saranno del tipo abbattibile.

In corrispondenza di ogni plinto, o integrato nel medesimo, sarà predisposto un pozzetto di ispezione con chiusino apribile.

11.9.7 Apparecchi illuminanti

E' previsto l'impiego di apparecchi con ottica stradale rispondenti alle sotto elencate caratteristiche e comunque accettate dalla D.L.:

- Corpo e telaio in pressofusione di alluminio verniciato con polveri poliestere colore RAL 7047 (da confermare a cura della DL).
- Attacco palo in pressofusione di alluminio verniciato dello stesso colore dell'armatura. Adatto per installazioni a testa palo o sbraccio diam. 60-76 mm
- Clip di apertura;
- Sorgente luminosa costituita dalla combinazione di più moduli LED. Ogni modulo equipaggiato con LED multichip ad elevate prestazioni.
- Ottica realizzata con lenti specifiche in tecnopolimero trasparente ad alta trasmittanza
- Guarnizione in silicone ad alto potere di compensazione
- Pressacavo antistrappo M20 x 1,5mmq in poliammide, per cavo diam. 10-14mm

- Viteria esterna in acciaio INOX
- Alimentatore elettronico per tensioni nominali 220/240 V 50/60Hz
- Morsetto di alimentazione con sezionatore automatico, per cavi 2,5 mm² che all'atto dell'apertura consente di scollegare automaticamente la rete.
- Apparecchio a marchio CE;
- Grado di protezione: IP66;
- Classe II;
- Tonalità cromatica : 3000 K

11.9.8 Risparmio Energetico

REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

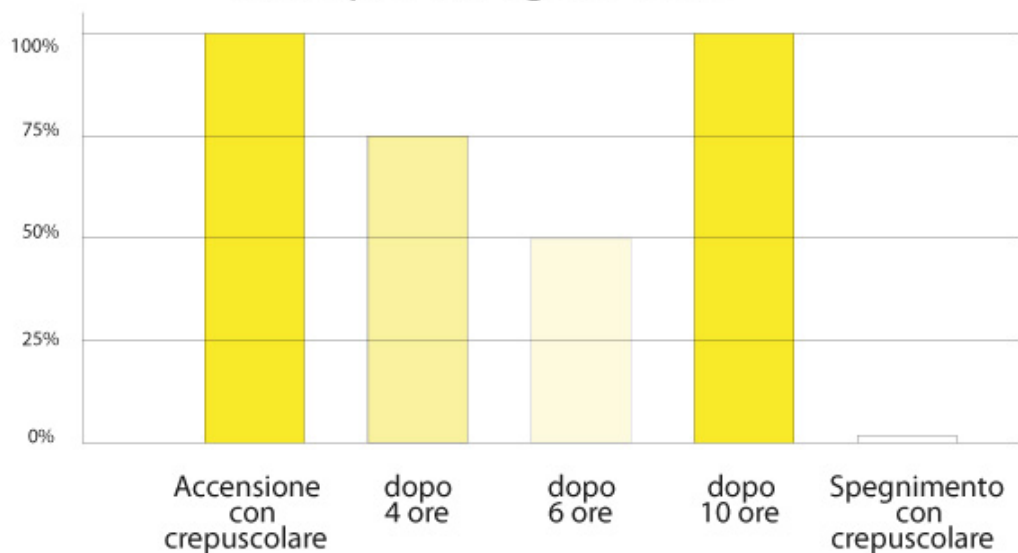
Per sfruttare appieno le potenzialità di risparmio energetico offerte dai LED, gli apparecchi integrano un sistema elettronico basato su microprocessore per il controllo del flusso luminoso che consente una regolazione continua dallo zero al 100% con proporzionale risparmio energetico.

Questo consente di fare funzionare l'apparecchio d'illuminazione a potenza ridotta per alcune installazioni, secondo periodi programmabili.

Per semplificare l'applicazione della luce dinamica, l'apparato può essere programmato durante l'installazione secondo un certo numero di scenari stabiliti che possono essere attivati a tempo dal momento dell'accensione o ad un orario stabilito, oppure a tempo al raggiungimento di una soglia del sensore di luminosità.

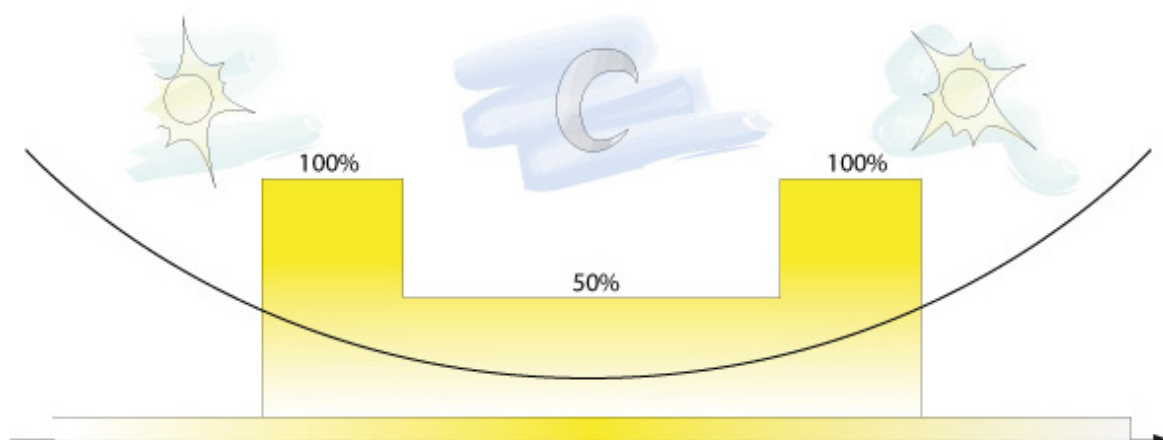
Nel caso specifico, il quadro elettrico sarà dotato sia di relè crepuscolare che da orologio astronomico, i quali lavoreranno in serie. Tali relè controlleranno l'accensione dei circuiti di illuminazione. Gli apparecchi, dotati di riduttore di flusso luminoso programmabile, all'accensione, funzioneranno al 100%, dopo 4 ore passeranno al 75%, dopo 6 ore passeranno al 50% e dopo 10 ore torneranno al 100% di regolazione del flusso. Gli apparecchi saranno poi spenti quando il crepuscolare generale toglierà corrente alla linea.

Esempio di regolazione



Il dispositivo è integrato nell'apparecchio, la commutazione del relay avviene tra 2 contatti di scambio che permettono ai driver di essere in funzione o meno a seconda di come è stato realizzato il cablaggio.

La media tra il periodo di accensione (tramonto) e di spegnimento (alba) del sistema di illuminazione è il punto di riferimento per il dispositivo e viene indicato come "mezzanotte naturale". Un microprocessore calcola il tempo di commutazione desiderato partendo da questo punto di riferimento. Le impostazioni di fabbrica sono 3 ore prima (circa le 22) e 4 ore dopo (circa le 5) rispetto alla "mezzanotte naturale". La durata può essere facilmente modificata dall'utente finale in qualsiasi momento.



12 OPERE COMPLEMENTARI

12.1 Barriere di sicurezza

Lungo i tracciati stradali sarà prevista la posa di dispositivi di contenimento rispondenti alle prescrizioni contenute nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione" (D.M. n° 223 del 18/2/1992 e successive modificazioni ed integrazioni).

Per definire le soluzioni tecniche alla base del presente progetto, il Progettista ha preso a riferimento le principali tipologie di barriere, installabili secondo normativa vigente, presenti sul mercato. Quanto rappresentato negli elaborati del progetto delle barriere di sicurezza rappresenta pertanto una esemplificazione atta a definire compiutamente il progetto.

L'Appaltatore dovrà, presentando ai sensi di legge il relativo progetto, individuare ed utilizzare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, barriere installabili secondo quanto previsto dalla normativa vigente (ai sensi del D.M. 28.06.2011 (Gu. n. 233 del 06.10.2011), dovranno essere installate barriere marcate CE) che possano garantire prestazioni analoghe secondo i criteri definiti nel presente progetto. In conseguenza, tutti i disegni e i dettagli costruttivi dovranno, in fase costruttiva, essere adeguati alle caratteristiche delle barriere effettivamente utilizzate.

Sarà onere dell'Appaltatore/Installatore dimostrare, con specifiche relazioni di calcolo e disegni costruttivi che la barriera che propone di utilizzare garantisca, nella configurazione reale del supporto in sito, un funzionamento analogo a quello certificato dalle prove di crash. Ai fini dell'accettazione della barriera proposta, la Direzione Lavori si riserva in ogni caso di richiedere eventuali crash test con barriera installata nella suddetta configurazione reale del supporto (con pavimentazione, arginello e scarpata come da progetto).

La definizione delle classi minime di barriere da adottare in progetto è stata operata, secondo quanto previsto dal D.M. 21.06.2004, con riferimento alla classe funzionale a cui appartiene la strada, alla classe di traffico e alla destinazione delle protezioni. Si tratta di strade ricadenti in molteplici categorie, da strade locali in ambito extraurbano tipo C per gli assi principali, e tipo F per gli assi secondari, a strade locali in ambito urbano e urbane di quartiere (tipo E e F).

Per tutte queste viabilità, dove necessario, si è prevista l'installazione di dispositivi di ritenuta, prevedendo i livelli di contenimento indicati per queste tipologie di strade dall'art.6 del D.M. 21.06.2004 in funzione del tipo di traffico, come riportato nella tabella seguente:

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte (1)
Strade extraurbane secondarie (C) e Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2
(1) Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale.				

Tabella 12-1. Estratto tabella A - Barriere longitudinali, art.6 del D.M. 21.06.2004

Nel seguito si riportano in sintesi le caratteristiche dei dispositivi di ritenuta da prevedersi per le diverse destinazioni: bordo laterale ed in corrispondenza delle opere d'arte. Per maggiori dettagli circa i criteri progettuali, le modalità di installazione e gli altri aspetti riguardanti la progettazione dei dispositivi di ritenuta si rimanda alla relazione tecnica del progetto delle barriere di sicurezza e ai relativi elaborati grafici.

La tipologia delle barriere per bordo laterale è quella di barriere metalliche a nastri e a paletti infissi, caratterizzate da un livello di severità di classe A. Le barriere metalliche dovranno avere larghezza totale del dispositivo non inferiore a 30cm, per consentirne la corretta installazione in relazione alla presenza sul margine stradale di cordolature ed altri elementi facenti parte del sistema di smaltimento idraulico delle acque di piattaforma (tale requisito relativo alla larghezza è da ritenersi valido anche nelle configurazioni in spartitraffico dove è stata prevista l'installazione di dispositivi metallici a paletti infissi). Si precisa inoltre che, in sede di appalto, tale requisito potrà essere valutato per i casi specifici in ragione delle effettive interferenze con gli elementi di margine. Ad eccezione delle barriere di classe N2 e H1, dovranno essere impiegati dispositivi con nastro longitudinale principale a tripla onda, in modo da favorire il collegamento tra barriere di diversa tipologia. Per le barriere di sicurezza metalliche di tipo infisso da doversi installare su bordo rilevato dovranno essere impiegati dispositivi con infissione minima pari a 90 cm. In via preferenziale dovranno essere previsti dispositivi testati su arginello.

La tipologia delle barriere su opera d'arte è quella di barriere metalliche a nastri, dovranno essere impiegati dispositivi con nastro longitudinale principale a tripla onda, in modo da favorire il collegamento tra barriere di diversa tipologia. Tutte le barriere bordo ponte dovranno essere preferibilmente caratterizzate da classe di severità A. Potrà essere adottata una barriera con livello di severità d'urto B nel caso in cui non risultino disponibili dispositivi della classe e del materiale previsti e con le caratteristiche di deformazione compatibili con le larghezze dei cordoli previsti in progetto (ovvero con la distanza da eventuali ostacoli) rientrante nella classe A.

Infine, relativamente alle viabilità in ambito urbano (tipo E ed F) con velocità di progetto inferiore a 70 km/h, queste, secondo quanto previsto dall'art. 2 del D.M.223/92 e come ribadito dalla recente Circolare Esplicativa del 21.07.2010 (doc. in rif. A9), ricadono fuori dal campo di applicazione del suddetto decreto.

Infatti, la Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.07.2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali", al riguardo ha chiarito che: "Il campo di applicazione della normativa in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali è definito dall'art. 2 comma 1 del D.M. 223/1992 e riguarda i progetti esecutivi relativi alle strade ad uso pubblico extraurbane ed urbane che hanno velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h. Sono espressamente escluse dal campo di applicazione della norma in argomento le progettazioni inerenti le strade extraurbane ed urbane con velocità di progetto inferiore a 70 km/h".

In progetto anche per queste viabilità in ambito urbano, laddove ritenuto opportuno, si è comunque prevista l'installazione di dispositivi di ritenuta in linea con quanto indicato dalla Circolare stessa: "Nei progetti relativi a strade ad uso pubblico che non rientrano invece nel campo di applicazione delle norme richiamate, tenuto conto delle specifiche condizioni locali in termini di configurazione dello stato dei luoghi e di circolazione, qualora sia previsto anche un intervento sui margini o sui dispositivi di ritenuta, il progettista dovrà comunque valutare le situazioni ove si rendono necessarie protezioni in relazione alla presenza od all'insorgenza di condizioni di potenziale pericolo".

In particolare:

- non sono state previste barriere di sicurezza lungo i bordi laterali in presenza di margini dotati di marciapiedi e/o cordoli insormontabili ($H_{min.} = 15\text{cm}$);
- sono state invece previste barriere di sicurezza per tutti gli ambiti in presenza di ostacoli laddove non erano già presenti lungo i margini marciapiedi e/o cordoli insormontabili ($H = 15\text{cm}$).

12.2 Pavimentazioni

12.2.1 Nuove pavimentazioni

Per quanto riguarda le nuove pavimentazioni, codificate con P1, sono previsti 6 ambiti di intervento che hanno portato a definire 6 pacchetti di pavimentazione qui di seguito descritti:

- TIPO P1A: per la viabilità principale
- TIPO P1B: per la viabilità principale su impalcato
- TIPO P1C: per gli accessi privati
- TIPO P1D: per la strada interpoderale
- TIPO P1E: per la pista ciclabile
- TIPO P1F: per il marciapiede

12.2.1.1 Viabilità principale – TIPO P1A

Il progetto delle pavimentazioni per la viabilità principale ha previsto l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 61 cm con una sovrastruttura così composta:

- Usura in conglomerato bituminoso (CB) di tipo chiuso con bitumi normali di 4 cm;
- Binder in CB con bitumi normali di 5 cm;
- Base in CB con bitumi normali di 22 cm;
- Fondazione non legata in misto granulare di 30 cm.

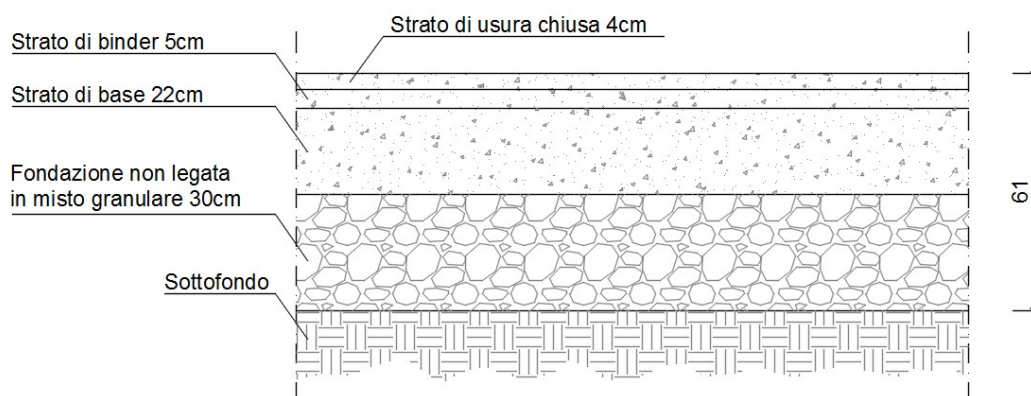


Figura 12-1. Composizione sovrastruttura viabilità principale – TIPO P1A

12.2.1.2 Viabilità principale su impalcato – TIPO P1B

Per i tratti su impalcato è prevista la stesa di una sovrastruttura così composta con l'interposizione tra la soletta e la pavimentazione di uno strato di impermeabilizzazione di spessore pari a 1 cm.

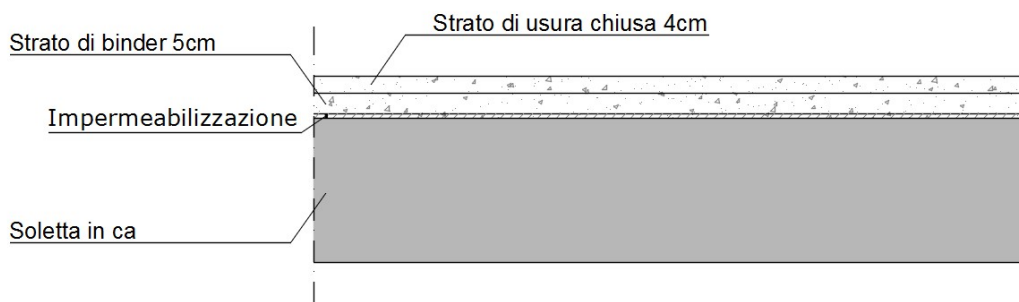


Figura 12-2. Composizione sovrastruttura viabilità principale su impalcato – TIPO P1B

12.2.1.3 Accessi privati – TIPO P1C

Il progetto delle pavimentazioni per gli accessi privati ha previsto l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 29 cm con una sovrastruttura così composta:

- Usura in conglomerato bituminoso (CB) di tipo chiuso con bitumi normali di 4 cm;
- Binder in CB con bitumi normali di 5 cm;
- Fondazione non legata in misto granulare di 20 cm.

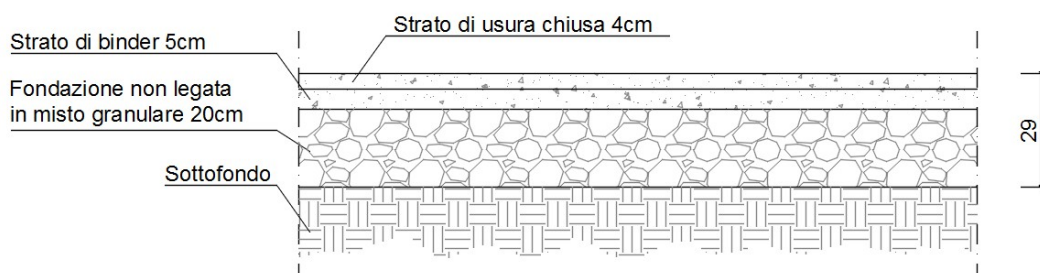


Figura 12-3. Composizione sovrastuttura accessi privati– TIPO P1C

Tale pacchetto non è stato oggetto di dimensionamento e fa riferimento ai pacchetti standard concordati con la committente per tale tipologia di viabilità.

12.2.1.4 Strada interpoderale – TIPO P1D

Il progetto delle pavimentazioni per la strada interpoderale ha previsto l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 25 cm con una sovrastuttura così composta:

- Fondazione non legata in misto granulare di 25 cm.

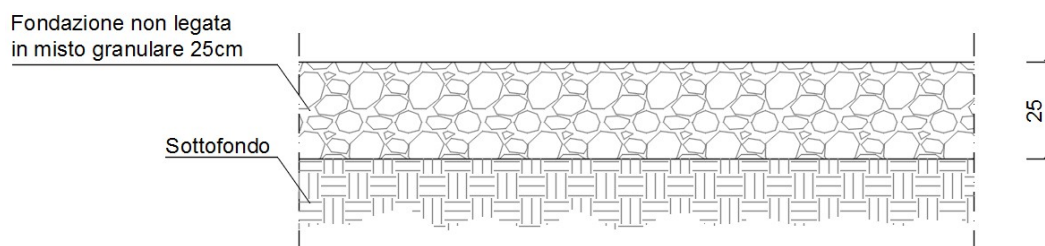


Figura 12-4. Composizione sovrastuttura strada interpoderale – TIPO P1D

Tale pacchetto non è stato oggetto di dimensionamento e fa riferimento ai pacchetti standard concordati con la committente per tale tipologia di viabilità.

12.2.1.5 Pista ciclabile – TIPO P1E

Il progetto delle pavimentazioni per la pista ciclabile ha previsto l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 28 cm con una sovrastuttura così composta:

- Usura in conglomerato bituminoso (CB) di tipo chiuso con bitumi normali di 3 cm eventualmente pigmentata;
- Binder in CB con bitumi normali di 5 cm;
- Fondazione non legata in misto granulare di 20 cm.

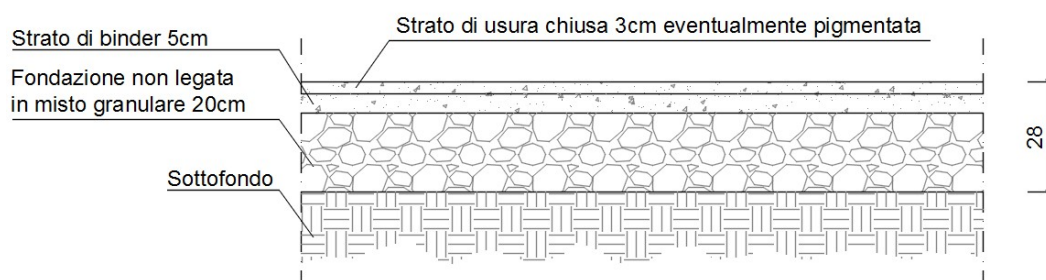


Figura 12-5. Composizione sovrastruttura pista ciclabile – TIPO P1E

Tale pacchetto non è stato oggetto di dimensionamento e fa riferimento ai pacchetti standard concordati con la committente per tale tipologia di viabilità.

Tale struttura garantisce la presenza di una superficie di rotolamento regolare per la sicurezza del traffico ciclopeditone. L'utilizzo, infatti, di un'usura chiusa protegge e sigilla gli strati sottostanti della pavimentazione, offrendo così una buona resistenza all'azione dell'acqua che rappresenta la principale tipologia di degrado. Lo spessore scelto per tale strato assicura inoltre una discreta resistenza meccanica.

12.2.1.6 Marciapiede – TIPO P1F

Il progetto delle pavimentazioni per il marciapiede ha previsto l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 22 cm con una sovrastruttura così composta:

- Strato di asfalto colato granigliato di 2 cm;
- Basamento in calcestruzzo con rete elettrosaldata di 20 cm.



Figura 12-6. Composizione sovrastruttura marciapiede – TIPO P1F

Tale pacchetto non è stato oggetto di dimensionamento e fa riferimento ai pacchetti standard concordati con la committente per tale tipologia di viabilità.

12.2.2 Sistemazione a verde isola divisionale

Per quanto riguarda la sistemazione a verde prevista nelle isole divisionali è previsto il pacchetto così composto:

- Strato di semina - prato;
- Strato di terreno vegetale di 30 cm.

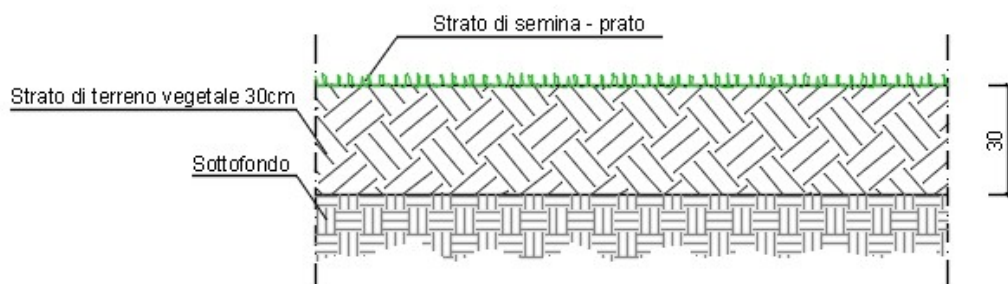


Figura 12-7. Composizione sistemazione a verde isola divisionale

12.2.3 Lavorazioni

Si premette che la posa dello strato di usura dove previsto in tutte le lavorazioni menzionate nei successivi capitoli dovrà essere fatta contemporaneamente per tutte le lavorazioni.

12.2.4 Nuove pavimentazioni

12.2.4.1 LAVORAZIONE L1A

La lavorazione L1A prevede la stesa del pacchetto P1A per la realizzazione della nuova piattaforma della viabilità principale.

La lavorazione risulta costituita dalla seguente fase:

- Realizzazione della sovrastruttura P1A.

Si ricorda che la posa dello strato di usura dovrà essere fatta contemporaneamente per tutte le lavorazioni.

12.2.4.2 LAVORAZIONE L1ABIS

La lavorazione L1Abis prevede la stesa del pacchetto P1A per la realizzazione della nuova piattaforma della viabilità principale nei tratti in cui la nuova pavimentazione si ammorsa su quella esistente.

La lavorazione risulta costituita dalle seguenti fasi:

- Demolizione degli strati in conglomerato bituminoso e della porzione restante di cassonetto nonché rimozione del materiale da rilevato necessaria a raggiungere la quota di posa della nuova sovrastruttura;
- Realizzazione della sovrastruttura P1A.

Si ricorda che la posa dello strato di usura dovrà essere fatta contemporaneamente per tutte le lavorazioni.

12.2.4.3 LAVORAZIONE L1B

La lavorazione L1B prevede la stesa del pacchetto P1B per la realizzazione della nuova piattaforma della viabilità principale su impalcato.

La lavorazione risulta costituita dalla seguente fase:

- Realizzazione della sovrastruttura P1B.

Si ricorda che la posa dello strato di usura dovrà essere fatta contemporaneamente per tutte le lavorazioni.

12.2.4.4 LAVORAZIONE L1C

La lavorazione L1C prevede la stesa del pacchetto P1C per la realizzazione della nuova piattaforma degli accessi privati.

La lavorazione risulta costituita dalla seguente fase:

- Realizzazione della sovrastruttura P1C.

Si ricorda che la posa dello strato di usura dovrà essere fatta contemporaneamente per tutte le lavorazioni.

12.2.4.5 LAVORAZIONE L1CBIS

La lavorazione L1Cbis prevede la stesa del pacchetto P1C per la realizzazione della nuova piattaforma degli accessi privati nei tratti in cui la nuova pavimentazione si ammorsa su quella esistente.

La lavorazione risulta costituita dalle seguenti fasi:

- Demolizione degli strati in conglomerato bituminoso e della porzione restante di cassonetto nonché rimozione del materiale da rilevato necessaria a raggiungere la quota di posa della nuova sovrastruttura;
- Realizzazione della sovrastruttura P1C.

Si ricorda che la posa dello strato di usura dovrà essere fatta contemporaneamente per tutte le lavorazioni.

12.2.4.6 LAVORAZIONE L1D

La lavorazione L1D prevede la stesa del pacchetto P1D per la realizzazione della nuova piattaforma della strada interpoderale.

La lavorazione risulta costituita dalla seguente fase:

- Realizzazione della sovrastruttura P1D.

12.2.4.7 LAVORAZIONE L1E

La lavorazione L1E prevede la stesa del pacchetto P1E per la realizzazione della nuova piattaforma della pista ciclabile.

La lavorazione risulta costituita dalla seguente fase:

- Realizzazione della sovrastruttura P1E.

Come dettagliato nel particolare del pacchetto, tale lavorazione potrebbe prevedere l'utilizzo di un conglomerato pigmentato per lo strato di usura.

12.2.4.8 LAVORAZIONE L1F

La lavorazione L1D prevede la stesa del pacchetto P1F per la realizzazione della nuova piattaforma del marciapiede.

La lavorazione risulta costituita dalla seguente fase:

Realizzazione della sovrastruttura P1F.

Per maggiori dettagli si rimanda agli specifici elaborati allegati al progetto.

12.3 Segnaletica

Il progetto prevede la costituzione di un sistema segnaletico armonico integrato ed efficace, in grado di garantire, un elevato livello di sicurezza e fluidità della circolazione veicolare. Si ritiene, infatti, che dotare la viabilità di una segnaletica che tenga in debito conto la prestazione percettiva dell'utente, e dunque avente idonee caratteristiche di visibilità, cospicuità e leggibilità possa evitare confusione e incertezza nella valutazione dell'utente, riducendo il rischio di manovre errate o effettuate in tempi inadeguati.

12.3.1 Segnaletica verticale

In particolare l'art. 77 del "*Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada*" (D.P.R. n. 495/92) in attuazione all'art 39 del "*Nuovo codice della Strada*" (D. Lg.vo n. 285/92) stabilisce le informazioni che deve contenere il progetto e in particolare deve:

- fornire le *informazioni agli utenti della strada* al fine di ottenere un sistema armonico, integrato e efficace a garanzia della *sicurezza* e della *fluidità della circolazione*;
- tener conto delle *caratteristiche delle strade* e della loro *classificazione tecnico-funzionale*, delle velocità praticate e dei *prevalenti spettri di traffico* a cui la segnaletica è rivolta;
- comunicare con sufficiente anticipo agli utenti della strada la presenza di *pericoli, prescrizioni, indicazioni* ed altre informazioni utili al fine di scongiurare comportamenti scorretti, andamenti incerti e pericolosi spesso causa di sinistri;

- Inoltre nello stesso articolo si stabilisce che le informazioni da fornire agli utenti della strada per mezzo dei segnali stradali devono essere stabilite dagli enti proprietari secondo uno specifico progetto, di concerto con gli enti proprietari delle strade limitrofe e vieta l'uso di segnali diversi da quelli previsti nel Regolamento.

Per quanto non espressamente di seguito previsto si rimanda al “Capitolato Speciale D'appalto – Parte II”.

1.1.1.1 Marcatura CE per la segnaletica verticale

Il **1° gennaio 2013** è entrata in vigore, dopo gli anni previsti di coesistenza con le varie norme nazionali, la norma europea EN 12899-1:2007, con la pubblicazione in lingua italiana della UNI EN 12899-1:2008, che impone la marcatura CE obbligatoria su tutti i segnali verticali permanenti per il traffico stradale prodotti e commercializzati nei paesi dell'Unione Europea.

La norma in Italia è entrata automaticamente in vigore il 1° gennaio 2013, senza necessità di ulteriori Decreti attuativi, in quanto ha lo status di norma nazionale, con la conseguenza che la sua applicazione è obbligatoria e cogente e pertanto da tale data, fermo restando la validità dei segnali verticali permanenti già installati precedentemente, non possono più essere prodotti, commercializzati e quindi posati sul territorio nazionale ed europeo segnali verticali permanenti senza marcatura CE.

Inoltre in conformità alla norma UNI EN 12899-1, la certificazione di conformità CE dovrà riguardare il segnale completo, compresi i sostegni.

1.1.1.2 Pellicole e Garanzie

Per il tratto stradale in oggetto, dovranno essere posati impianti segnaletici esclusivamente costituiti da segnali aventi pellicole di classe 2 ad alta risposta luminosa e di classe 2 microprismatica per le targhe di indicazione.

Le caratteristiche colorimetriche ed il fattore di luminanza β dovranno essere conformi ai valori contenuti nei prospetto 1 (classe 1) e 2 (classe 2) della EN12899-1 e alla tabella 2 della ETA-12/0328 per le pellicole a microprismi.

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa, misurata strumentalmente con un angolo di divergenza di 20° e un angolo di illuminazione di 5°, non deve essere inferiore ai valori (ridotti del 70% per i colori serigrafati ad eccezione del bianco) riportati nelle tabelle della EN12899-1 per la classe 1 (prospetto 3) e per la classe 2 (prospetto 4) e della tabella 2 della ETA-12/0328 per le pellicole ai microprismi.

1.1.1.3 Strutture di sostegno

I sostegni per cartelli e targhe di superficie inferiore a 6 m² saranno in ferro tubolare Ø 60mm, in configurazione a palo singolo, multipalo o multipalo con controvento, zincati a caldo per immersione. Le dimensioni di ogni sostegno vengono riportate nelle planimetrie di progetto.

I sostegni saranno muniti di un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno e del sostegno rispetto al terreno. La chiusura superiore avverrà mediante apposizione di cappellotto in plastica.

Le dimensioni delle fondazioni per ciascun tubolare è prevista che non sia inferiori a 50 x 50 cm di base e 70 cm di altezza.

1.1.1.4 Staffe per fissaggio ai sostegni

Tutte le staffe di qualsiasi tipo utilizzate per il fissaggio dei segnali ai sostegni, devono essere in lega di alluminio estruso e la relativa bulloneria in acciaio inox.

Per quanto riguarda impianti bifacciali il fissaggio dei segnali ai relativi sostegni dovrà essere effettuato utilizzando solo ed esclusivamente le apposite staffe bifacciali.

12.3.2 Segnaletica orizzontale

La segnaletica orizzontale deve essere tracciata sul manto stradale in conformità al D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 Paragrafo 4 (artt.137÷155) in termini di simboli, dimensioni, spessori, materiali e loro proprietà. L'art.137 del Regolamento infatti recita che: "Tutti i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali tali da renderli visibili sia di giorno che di notte anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato; nei casi di elevata frequenza di condizioni atmosferiche avverse possono essere utilizzati materiali particolari".

In particolare, "i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali antisdrucchiolevoli e non devono sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione". Di seguito si dà una breve descrizione delle "caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di antiscivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, nonché dei metodi di misura di dette caratteristiche". Per quanto non riportato si rimanda al "Capitolato Speciale D'appalto – Parte II".

1.1.1.5 Requisiti e livelli prestazionali

Al momento della posa dovrà essere verificato che siano garantite le seguenti prestazioni.

Retroriflettenza: coefficiente di luminanza retro riflessa per visibilità notturna in condizioni d'illuminazione artificiale del segnale asciutto, **RL \geq 150 mcdxm-2xIx-1** (classe R3 da prospetto 3 della UNI EN 1436/08).

Colore: le coordinate cromatiche x, y per segnaletica orizzontale asciutta devono trovarsi all'interno delle regioni definite dai vertici forniti nel prospetto 6 della UNI EN 1436/08.

prospetto 6 Vertici delle regioni delle coordinate cromatiche per segnaletica orizzontale bianca e gialla

Vertici N°		1	2	3	4
Segnaletica orizzontale bianca	x	0,355	0,305	0,285	0,335
	y	0,355	0,305	0,325	0,375

Resistenza al derapaggio: $SRT \geq 50$ (classe S2 da prospetto 7 UNI EN 1436/08).

1.1.1.6 Dimensioni e materiali da impiegare per segnaletica orizzontale

Per quanto concerne le dimensioni, a seconda della categoria di strada, è stato previsto quanto di seguito:

- strisce continue di margine di larghezza pari a 12 o 15 cm;
- strisce di separazione dei sensi di marcia continua di larghezza pari a 10 o 12 cm;
- strisce per delimitare delle corsie piazzole di sosta, tipo “f” di larghezza pari a 12 o 15 cm;
- strisce per delimitare le corsie di accelerazione/decelerazione, tipo “e” di larghezza pari a 12 o 15 cm;
- strisce di guida sulle intersezioni, tipo “g” di larghezza pari a 12 o 15 cm;
- Zebrature di presegnalamento di isole di traffico o di ostacoli lungo la carreggiata di larghezza pari a 40 cm con intervalli di 80 cm;
- Frecce direzionali e simboli sulla pavimentazione secondo le dimensioni indicate dal regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada.

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono classificati in base ai seguenti tipi:

a) Pitture:

Si suddividono in due famiglie:

1 - idropitture con microsfere di vetro postspruzzate(*);

L'idropittura è un prodotto verniciante liquido costituito da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua.

2 - pitture a freddo con microsfere di vetro postspruzzate(*);

La pittura a freddo è un prodotto verniciante liquido costituito da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi; il tutto disperso in diluenti e solventi idonei.

(*) Le microsfere di vetro impiegate per la postspruzzatura devono essere marcate “CE” come definito dalla norma UNI EN1423:2004.

b) Termoplastico con microsfere di vetro premiscelate e postspruzzate(*):

Il materiale termoplastico è un prodotto verniciante costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro premiscelate, privo di solvente e fornito in uno o più componenti applicati con attrezzature appropriate.

(*) Le microsfere di vetro impiegate per la postspruzzatura devono essere marcate “CE” come definito dalla norma UNI EN1423:2004.

c) Laminati elastoplastici (nastro stradale elastoplastico preformato)

Si suddividono in tre classi di applicazione:

- 1 - per applicazioni provvisorie;
- 2 - per applicazioni poco sollecitate;
- 3 - per applicazioni altamente sollecitate

d) Colato plastico bicomponente a freddo, a base resine metacriliche esente da solventi

Questo pitture è costituita da due tipi di prodotto:

- il primo ha al suo interno una miscela di cariche (calcari, dolomite e quarzite) che forniscono resistenza al materiale, un legante (costituito da resine acriliche), dei pigmenti (con la funzione di donare colore al prodotto), e delle microsfere di vetro che, immerse al 60% nel materiale, generano la retroriflettenza. Il prodotto non contiene solventi volatili.
- il secondo è un attivatore costituito da perossidi organici: ha lo scopo di solidificare il materiale

La segnaletica orizzontale deve essere tracciata sul manto stradale in conformità al D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 Paragrafo 4 (artt.137÷155) in termini di simboli, dimensioni, spessori, materiali e loro proprietà. L'art.137 del Regolamento infatti recita che: “Tutti i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali tali da renderli visibili sia di giorno che di notte anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato; nei casi di elevata frequenza di condizioni atmosferiche avverse possono essere utilizzati materiali particolari”.

In particolare, “i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali antisdrucchiolevoli e non devono sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione”.

12.4 Opere a verde

Obiettivi e criteri di progettazione

Le opere a verde hanno l'obiettivo di inserire l'infrastruttura stradale e le opere ad essa collegate (ad. es. le barriere acustiche) nell'ambiente attraversato, di fornire un elemento utile contro l'inquinamento atmosferico da essa prodotto, di riqualificare gli ambiti marginali interessati dai lavori, di valorizzare i corridoi ecologici rappresentati dai corsi d'acqua e di recuperare, dal punto di vista ambientale, le aree utilizzate nella fase di cantierizzazione.

Tali opere consistono in interventi vegetazionali, quali inerbimenti ed impianti di specie vegetali autoctone, queste ultime scelte in base alle fitocenosi potenziali e alle caratteristiche microclimatiche del sito, adottati con tipologie diversificate a seconda della funzione che l'intervento puntualmente deve svolgere, anche combinando più tipologie.

Nella presente, si sono quindi definite delle tipologie di opere a verde idonee a perseguire gli obiettivi di cui sopra, fornendo le indicazioni sulla struttura (arboreo e/o arbustiva e relative dimensioni) e sui sesti di impianto, rappresentati nella relativa tavola *"Abaco degli interventi vegetazionali"*.

Normativa

Nello specifico, si riporta di seguito quanto prescritto all'art. 26 del DPR 495/92 e s.m.i.

1. La distanza dal confine stradale, fuori dai centri abitati, da rispettare nell'aprire canali, fossi o nell'eseguire qualsiasi escavazione lateralmente alle strade, non può essere inferiore alla profondità dei canali, fossi od escavazioni, ed in ogni caso non può essere inferiore a 3 m.
2. Fuori dai centri abitati, come delimitati ai sensi dell'articolo 4 del Codice, le distanze dal confine stradale, da rispettare nelle costruzioni, nelle ricostruzioni conseguenti a demolizioni integrali o negli ampliamenti fronteggianti le strade, non possono essere inferiori a:
 - a. 60 m per strade di tipo A;
 - b. 40 m per strade di tipo B;
 - c. 30 m per strade di tipo C;
 - d. 20 m per strade di tipo F, ad eccezione delle "strade vicinali" come definite dall'articolo 3, comma 1, n. 52, del Codice;
 - e. 10 m per le "strade vicinali" di tipo F.
3. Fuori dai centri abitati, come delimitati ai sensi dell'articolo 4 del Codice, ma all'interno delle zone previste come edificabili o trasformabili dallo strumento urbanistico generale, nel caso che detto strumento sia suscettibile di attuazione diretta, ovvero se per tali zone siano già esecutivi gli strumenti urbanistici attuativi, le distanze dal confine stradale, da rispettare nelle nuove costruzioni, nelle ricostruzioni conseguenti a demolizioni integrali o negli ampliamenti fronteggianti le strade, non possono essere inferiori a:
 - a. 30 m per le strade di tipo A;

- b. 20 m per le strade di tipo B;
 - c. 10 m per le strade di tipo C.
- 4. La distanza dal confine stradale, fuori dai centri abitati, da rispettare nella costruzione o ricostruzione di muri di cinta, di qualsiasi natura e consistenza, lateralmente alle strade, non possono essere inferiori a:
 - a. 5 m per le strade di tipo A, B;
 - b. 3 m per le strade di tipo C, F.
- 5. Per le strade di tipo F, nel caso di cui al comma 3, non sono stabilite distanze minime dal confine stradale, ai fini della sicurezza della circolazione, sia per le nuove costruzioni, le ricostruzioni conseguenti a demolizioni integrali e gli ampliamenti fronteggianti le case, che per la costruzione o ricostruzione di muri di cinta di qualsiasi materia e consistenza. Non sono parimenti stabilite distanze minime dalle strade di quartiere dei nuovi insediamenti edilizi previsti o in corso di realizzazione.
- 6. La distanza dal confine stradale, fuori dai centri abitati, da rispettare per impiantare alberi lateralmente alla strada, non può essere inferiore alla massima altezza raggiungibile per ciascun tipo di essenza a completamento del ciclo vegetativo e comunque non inferiore a 6 m.
- 7. La distanza dal confine stradale, fuori dai centri abitati, da rispettare per impiantare lateralmente alle strade siepi vive, anche a carattere stagionale, tenute ad altezza non superiore ad 1 m sul terreno non può essere inferiore a 1 m. Tale distanza si applica anche per le recinzioni non superiori a 1 m costituite da siepi morte in legno, reti metalliche, fili spinati e materiali similari, sostenute da paletti infissi direttamente nel terreno o in cordoli emergenti non oltre 30 cm dal suolo.
- 8. La distanza dal confine stradale, fuori dai centri abitati, da rispettare per impiantare lateralmente alle strade, siepi vive o piantagioni di altezza superiore ad 1 m sul terreno, non può essere inferiore a 3 m. Tale distanza si applica anche per le recinzioni di altezza superiore ad 1 m sul terreno costituite come previsto al comma 7, e per quelle di altezza inferiore ad 1 m sul terreno se impiantate su cordoli emergenti oltre 30 cm dal suolo.
- 9. Le prescrizioni contenute nei commi 1 e 8 non si applicano alle opere e colture preesistenti.

Di seguito si riporta anche quanto previsto dal Codice Civile in materia di distanze di rispetto per l'impianto di piante.

Art. 892 - Distanze per gli alberi - Chi vuole piantare alberi presso il confine deve osservare le distanze stabilite dai regolamenti e, in mancanza, dagli usi locali. Se gli uni e gli altri non dispongono, devono essere osservate le seguenti distanze dal confine:

- 1) tre metri per gli alberi di alto fusto. Rispetto alle distanze, si considerano alberi di alto fusto quelli il cui fusto, semplice o diviso in rami, sorge ad altezza notevole, come sono i noci, i castagni, le querce, i pini, i cipressi, gli olmi, i pioppi, i platani, e simili;
- 2) un metro e mezzo per gli alberi di non alto fusto. Sono reputati tali quelli il cui fusto, sorto ad altezza non superiore ai tre metri, si diffonde in rami;

3) mezzo metro per le viti, gli arbusti, le siepi vive, le piante da frutto di altezza non maggiore di due metri e mezzo. La distanza deve essere però di un metro, qualora le siepi siano di ontano, di castagno o di altre piante simili che si recidono periodicamente vicino al ceppo, e di due metri per le siepi di robinie.

La distanza si misura dalla linea del confine alla base esterna del tronco dell'albero nel tempo della piantagione o dalla linea stessa al luogo dove fu fatta la semina.

Le distanze anzidette non si devono osservare se sul confine esiste un muro divisorio proprio o comune, purché le piante siano tenute ad altezza che non ecceda la sommità del muro.

Art. 893 - Alberi presso strade, canali e sul confine dei boschi - Per gli alberi che nascono o si piantano nei boschi, sul confine con terreni non boschivi, o lungo le strade o le sponde dei canali, si osservano, trattandosi di boschi, canali e strade di proprietà privata, i regolamenti e, in mancanza, gli usi locali. Se gli uni e gli altri non dispongono, si osservano le distanze prescritte dall'articolo precedente.

Definizione delle opere a verde previste in progetto

Per realizzare gli obiettivi ed i criteri progettuali descritti nel relativo paragrafo della presente relazione, si sono definite le seguenti tipologie di opere a verde, differenziate a seconda della funzione svolta da ciascuna di esse:

- Prato polifita (inerbimenti)
- **GArb1** – Arbusti misti in gruppo (n. 5)
- **GArb2** – Arbusti misti in gruppo (n. 7)
- **GCb** – Alberi di *Carpinus betulus* (carpino bianco) in gruppo
- **FArb** – Filare arbustivo misto
- **FAm** – Filare di *Acer monspessulanum* (acero minore)
- **Fa** – Fascia arboreo-arbustiva
- **Fa2** – Fascia arboreo-arbustiva di ambientazione
- **Mc1** – Macchia arboreo-arbustiva
- **Mc2** – Macchia arboreo-arbustiva igrofila

A livello generale, la composizione vegetazionale delle tipologie suddette si è basata sulla serie dinamica della vegetazione potenziale naturale descritta al relativo paragrafo della presente relazione, scegliendo specie tipiche e autoctone.

Nello specifico, le caratteristiche dimensionali, strutturali e di impianto delle tipologie a verde su elencate sono rappresentate in dettaglio nell'elaborato "Abaco degli interventi vegetazionali", la loro distribuzione è rappresentata nelle "Planimetrie di progetto" e, infine, le distanze di impianto sono definite nelle "Sezioni trasversali caratteristiche".

Le tipologie di opere a verde sopra elencate, e di seguito descritte, potranno essere ulteriormente ottimizzate a fronte di una puntuale definizione degli interventi di mitigazione, che potrà emergere dal maggior dettaglio del progetto infrastrutturale e dalle relative interazioni con il territorio attraversato o da particolari situazioni morfologiche.

Recupero ambientale delle aree oggetto di cantierizzazione

Le aree di cantiere previste in progetto hanno attualmente una destinazione agricola e, di conseguenza, al termine dei lavori si prevede in progetto il loro recupero ambientale mediante ripristino ad uso agricolo.

Cessata la operatività dei cantieri saranno rimosse le pavimentazioni, i sottofondi, le opere fondali delle baracche di cantiere, le recinzioni e le reti tecnologiche realizzate.

Effettuate le operazioni di demolizione e raggiunti gli strati naturali del terreno, è previsto un riporto di suolo vegetale fino al raggiungimento del piano di campagna precedente alla realizzazione delle opere e comunque dello spessore sufficiente al ripristino agricolo delle aree.

Il terreno riportato andrà, quindi, lavorato, per renderlo idoneo alla formazione di un prato.

Piano di manutenzione e cure colturali

Successivamente alla realizzazione delle sistemazioni a verde, e precisamente per un periodo non inferiore a 3 stagioni vegetative dall'ultimazione dei lavori (ovvero dal completamento della messa a dimora dell'impianto), l'attuatore dovrà eseguire tutta una serie di lavori di manutenzione e di pratiche colturali atte a favorire l'attecchimento della vegetazione e garantire la piena efficienza degli impianti, compresi anche degli oneri per la sostituzione delle eventuali fallanze.

A tal fine, l'attuatore predisporrà un piano di manutenzione e controllo degli attecchimenti per ciascuna tipologia di opera a verde, della cui attuazione darà evidenza formale alla Direzione Lavori.

I controlli si svolgeranno almeno due volte l'anno, per individuare gli interventi urgenti e l'adattamento di quelli ordinari.

L'attecchimento si intende avvenuto quando le piante si presentano sane ed in buono stato vegetativo.

Il piano di manutenzione prevede altresì tempi, modalità e condizioni per l'asportazione di pali tutori, protezioni dei fusti, legacci, teli di pacciamatura, picchetti e di quant'altro non sia più utile alla protezione e difesa degli impianti al termine dei tre anni di garanzia.

La manutenzione delle componenti vegetali deve essere eseguita seguendo i tempi biologici della vegetazione; pertanto, alcune lavorazioni dovranno essere eseguite nel periodo di riposo vegetativo (diradamenti, potatura e rimondatura, sostituzione delle fallanze, ecc.), altre durante il periodo di piena

vegetazione (concimazioni, innaffiamento, falciature, ecc.). Alcune lavorazioni risultano essere invece indipendenti dalle stagioni e quindi possono essere eseguite all'occorrenza (verifica delle protezioni, ecc.).

La manutenzione delle componenti vegetali può assumere due obiettivi, opposti tra di loro: la manutenzione di "crescita" e la manutenzione di "contenimento".

La manutenzione di "crescita" è l'insieme delle lavorazioni e dei controlli necessari affinché gli impianti di nuova vegetazione (alberi, arbusti, specie erbacee, prati, ecc.) possano affermarsi e crescere in modo da costituire un ecosistema stabile nel tempo, capace di ridurre il rischio idrogeologico, ricostruire l'equilibrio ecologico e migliorare il valore paesaggistico dell'area dell'intervento. Riguardando opere che ricostruiscono porzioni di ecosistemi, l'attività di manutenzione ha come obiettivo la crescita della vegetazione (nuova o già esistente) attraverso quelle operazioni che sono alla base delle sistemazioni paesaggistiche (impianti, concimazioni, irrigazioni, ecc.). All'interno del ciclo di vita utile di un'opera di ingegneria naturalistica la manutenzione di crescita interessa il periodo iniziale della durata variabile da alcuni mesi, per le opere di difesa spondale, a qualche anno per gli interventi di consolidamento dei pendii; una volta che la vegetazione si è consolidata, si deve iniziare un altro tipo di manutenzione ovvero quella di contenimento.

La manutenzione di "contenimento" è l'insieme delle lavorazioni e dei controlli necessari al mantenimento di una condizione di equilibrio "artificiale." Nello specifico, in fase di esercizio dell'infrastruttura un tecnico specializzato definirà gli interventi di potatura ordinari e straordinari volti al contenimento dello sviluppo epigeo delle specie, ponendo particolare attenzione all'eventuale presenza di servizi o infrastrutture. In particolare, le chiome saranno mantenute in modo da non restringere o danneggiare la strada in progetto e saranno tagliati i rami delle piante che si dovessero protendere oltre il confine stradale, che dovessero nascondere la segnaletica, o che ne dovessero compromettere comunque la leggibilità dalla distanza e dall'angolazione necessarie. Inoltre, nel rispetto dell'art. 26 comma 6 del Regolamento di esecuzione e attuazione del nuovo Codice della Strada (D.P.R. 495/1992), qualora l'altezza raggiunta dalle specie arboree impiantate superi la distanza dalla piattaforma stradale, si dovrà provvedere a contenerne l'altezza mediante interventi di potatura mirati. Da un punto di vista temporale, la manutenzione di contenimento segue, all'interno del ciclo di vita dell'opera, la manutenzione di crescita.

12.5 Opere di mitigazione acustica

La valutazione dell'impatto acustico correlato all'esercizio dell'infrastruttura, è volta alla verifica dei livelli di emissione sonora prodotti dal traffico veicolare in transito sulla nuova infrastruttura nonché al dimensionamento dei necessari interventi di mitigazione, qualora vengano individuate situazioni di criticità all'interno dell'ambito di studio ivi considerato.

A tale proposito, quindi, dopo avere individuato i recettori presenti all'interno delle fasce di pertinenza acustica specifiche del tracciato stradale, si è proceduto alla stima puntuale dei livelli sonori ed alla valutazione della propagazione sonora mediante specifico modello di simulazione.

Il progetto prevede quindi la realizzazione di una serie di interventi mediante l'utilizzo di barriere verticali in corrispondenza dei ricettori esposti, al fine di riportare i livelli acustici entro i limiti di soglia prescritti.

L'obiettivo primario del contenimento delle emissioni acustiche è stato accompagnato da valutazioni sul piano architettonico e dell'impatto ambientale (effetti visivi e percettivi dell'utente dell'infrastruttura e di chi ne sta al di fuori), in funzione dei contesti attraversati (urbani, extraurbani, punti di particolare pregio storico o paesaggistico), in modo tale da conseguire risultati apprezzabili sulla qualità complessiva del sistema infrastrutturale e dell'ambiente.

In particolare la tipologia di barriera e lo schema cromatico che si prevede di utilizzare sono stati scelti in coerenza con le iniziative in corso da parte di Autostrade per l'Italia nell'ambito di altri interventi di potenziamento della rete e del Piano per il contenimento e l'abbattimento del rumore stradale: le pannellature metalliche fonoassorbenti scelte sono strutturate con pannelli coibentati con fibre di poliestere e testate di chiusura in polipropilene e presentano generalmente la parte sommitale in materiale trasparente (vetro stratificato). Alle barriere acustiche si richiedono sia proprietà direttamente connesse alla loro funzione (caratteristiche acustiche) sia altre proprietà meccaniche e strutturali, di sicurezza, di durabilità, di compatibilità ambientale, con l'obiettivo di raggiungimento di un migliore inserimento architettonico nel peculiare contesto di tutela paesaggistica del fiume Reno e di alcuni edifici dal notevole valore storico-testimoniale, assicurando altresì vantaggi sia dal punto di vista estetico che sul piano della durabilità delle barriere. La scelta è pertanto caduta dove possibile su pannelli quasi completamente trasparenti negli ambiti tutelati paesaggisticamente e su pannelli opachi verniciati di colore verde RAL 6019, in coerenza con il contesto e le altre opere legate al sistema autostradale e tangenziale di Bologna.

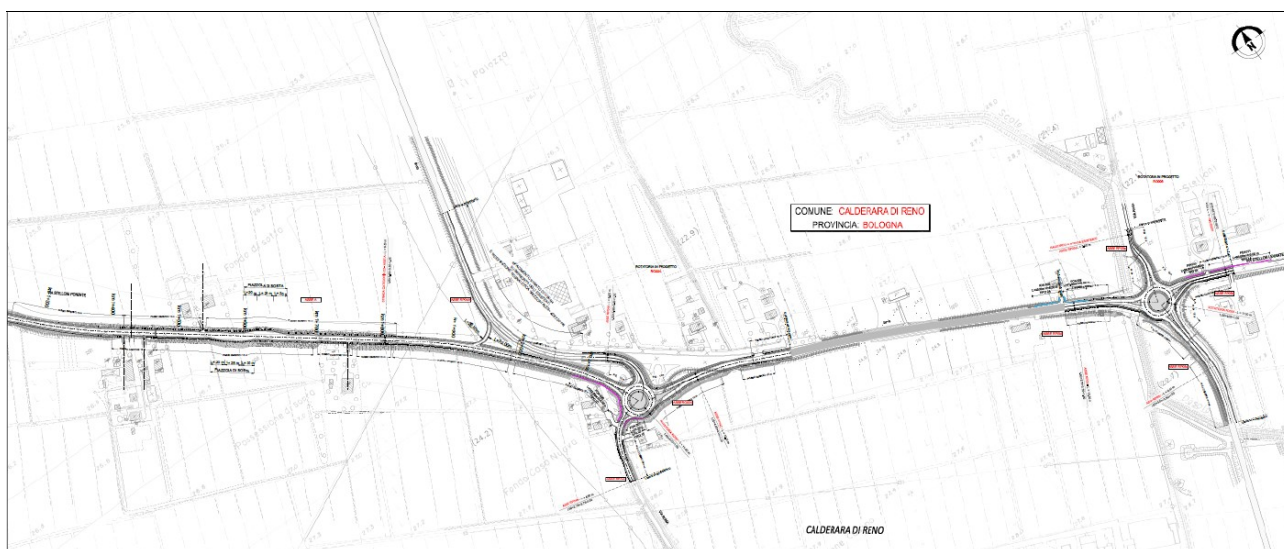
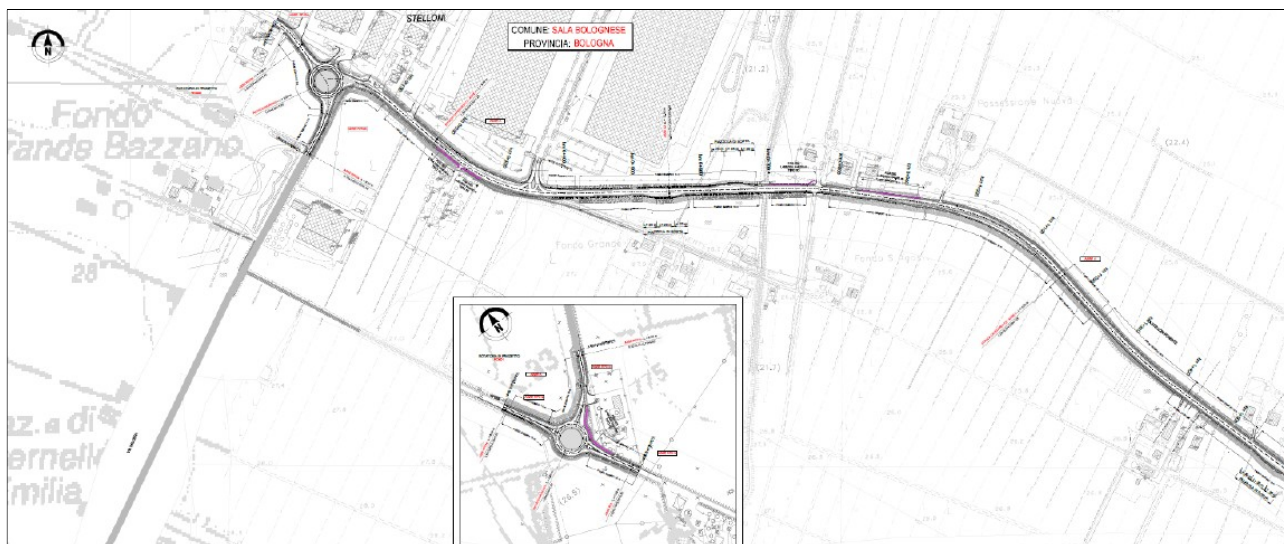
Nella tabella che segue sono elencate le barriere acustiche lungo il progetto, con l'indicazione delle loro principali caratteristiche: lunghezza, altezza, tipologia e materiale.

BARRIERA	ALTEZZA [m]	SVILUPPO [m]	TIPOLOGIA	TIPOLOGIA ARCHITETTONICA	MATERIALE
1	5	88	opaca	TIPO 1C	Acciaio / Vetro stratificato
2	6	44	opaca	TIPO 1E	Acciaio / Vetro stratificato
3	6	36	opaca	TIPO 1E	Acciaio / Vetro stratificato
4	6	68	opaca	TIPO 1D	Acciaio / Vetro stratificato
5	6	90	opaca	TIPO 1E	Acciaio / Vetro stratificato
6	6	112	opaca	TIPO 1D	Acciaio / Vetro stratificato
7	6	36	opaca	TIPO 1E	Acciaio / Vetro stratificato
8	6	40	trasparente	TIPO 2A	Acciaio / Vetro stratificato
9	6	41	trasparente	TIPO 2A	Acciaio / Vetro stratificato
10	3	28	opaca	TIPO 1A	Acciaio / Vetro stratificato
11	3	90	opaca	TIPO 1A	Acciaio / Vetro stratificato
12	6	96	trasparente	TIPO 2A	Acciaio / Vetro stratificato
13	3	46	polifunzionale trasparente	TIPO 3A	Acciaio / Vetro stratificato/PMMA
14	6	80	opaca	TIPO 1E	Acciaio / Vetro stratificato
15	3	260	opaca	TIPO 1A	Acciaio / Vetro stratificato

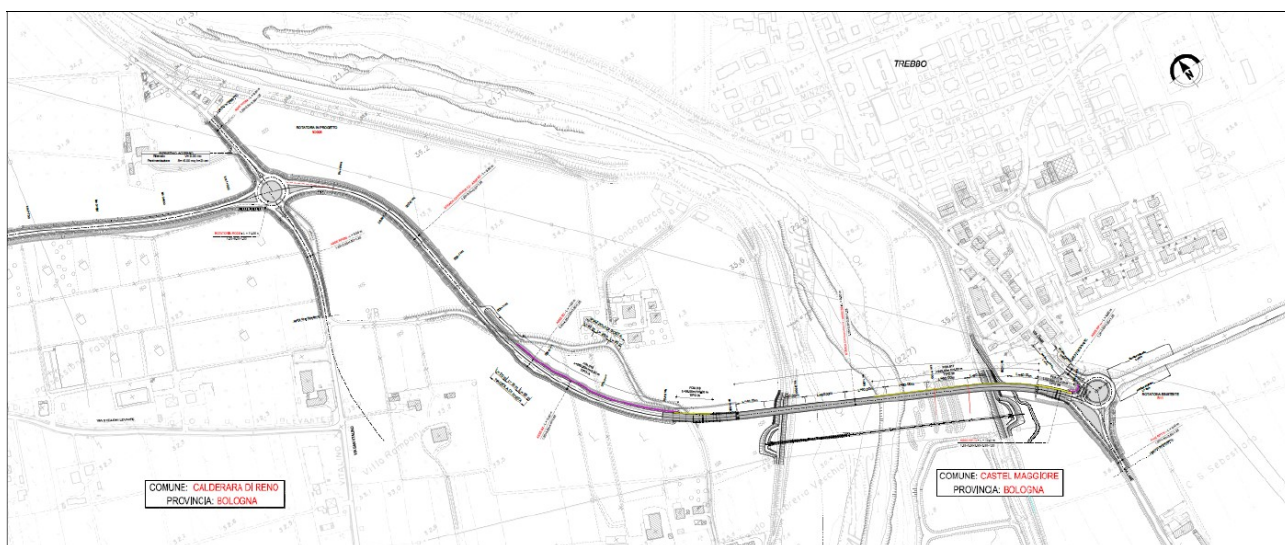
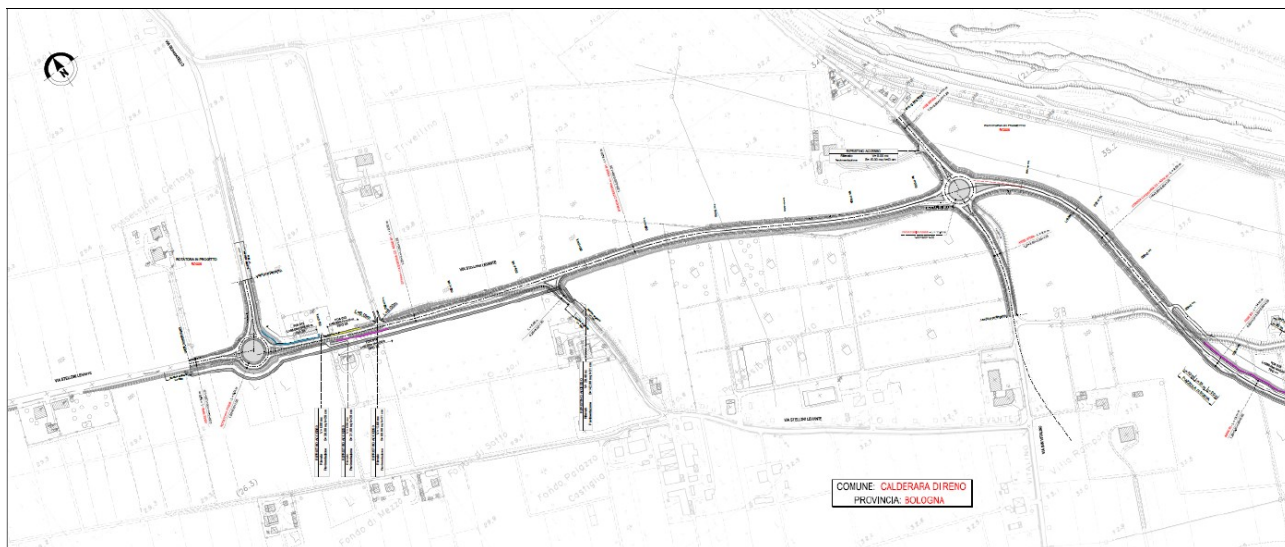
16	3	56	polifunzionale trasparente	TIPO 3A	Acciaio / Vetro stratificato/PMMA
17	3	240	polifunzionale trasparente	TIPO 3A	Acciaio / Vetro stratificato/PMMA
18	4	52	polifunzionale trasparente	TIPO 3B	Acciaio / Vetro stratificato/PMMA
19	4	20	opaca	TIPO 1B	Acciaio / Vetro stratificato
20	6	76	trasparente	TIPO 2A	Acciaio / Vetro stratificato
21	6	63	trasparente	TIPO 2A	Acciaio / Vetro stratificato
22	6	76	trasparente	TIPO 2A	Acciaio / Vetro stratificato
23	6	48	opaca	TIPO 1E	Acciaio / Vetro stratificato
24	3	63	polifunzionale trasparente	TIPO 3A	Acciaio / Vetro stratificato/PMMA
25	6	94	trasparente	TIPO 2A	Acciaio / Vetro stratificato
26	6	52	opaca	TIPO 1E	Acciaio / Vetro stratificato

Tabella 12-2. Elenco barriere acustiche in progetto e tipologie

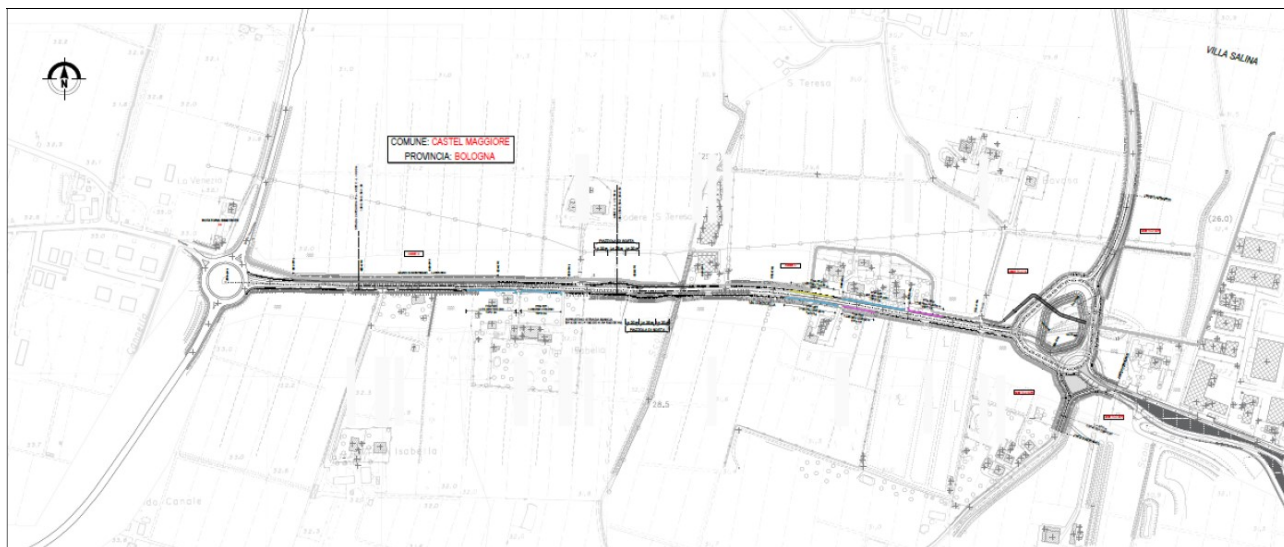
Di seguito gli stralci planimetrici con l'individuazione delle tipologie di barriere acustiche previste per il presente progetto.



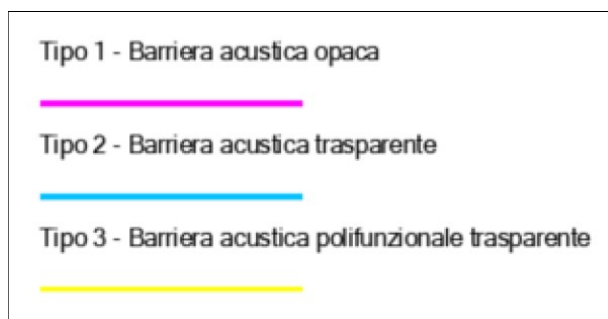
Planimetria tratta A



Planimetria tratta B



Planimetria tratta C



Legenda tipologie barriere acustiche

La disposizione planimetrica delle barriere e strutture è rappresentata nelle tavole RQ-OPC-FO000-00000-DAUA-0009, RQ-OPC-FO000-00000-D-AUA-0010, RQ-OPC-FO000-00000-D-AUA-0011.

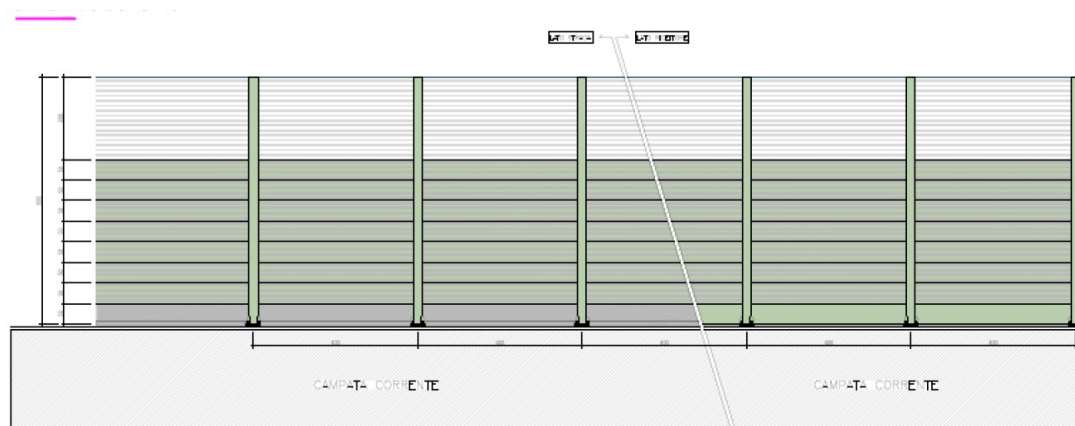
Il disegno architettonico dei singoli moduli utilizzati per tutte le barriere previste è rappresentato nella tavola RQ-OPC-FO000-00000-D-AUA-0008, dove sono rappresentati il prospetto, le quote ed i materiali impiegati, nonché le sezioni tipologiche.

Sono state adottate barriere fonoassorbenti composte da pannelli in alluminio verniciato di colorazione verde con interno in materiale fonoassorbente.

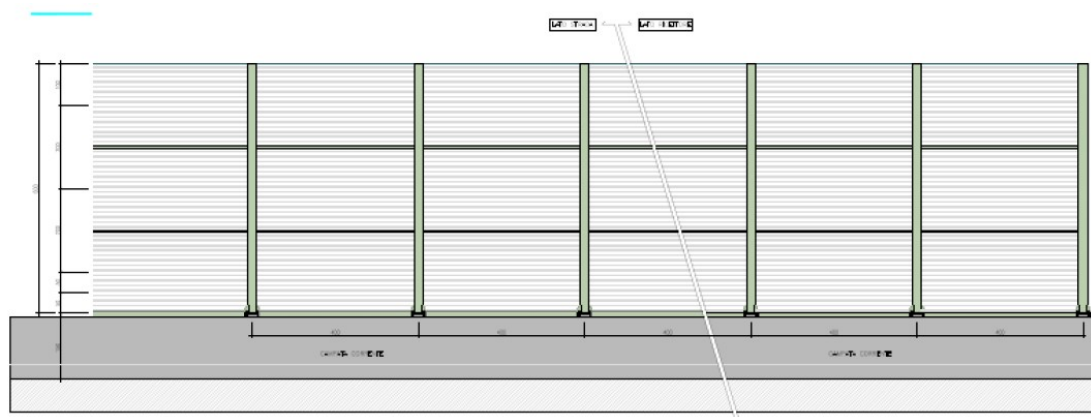
Per ogni altezza prevista, è stata individuata la quota parte di PMMA, quindi di lastra trasparente collocata nella parte alta superiormente ai pannelli fonoassorbenti, con caratteristiche dimensionali

compatibili con le dimensioni standard esistenti sul mercato e ottimali rispetto alle esigenze di inserimento ambientale ed in funzione del livello di assorbimento acustico richiesto.

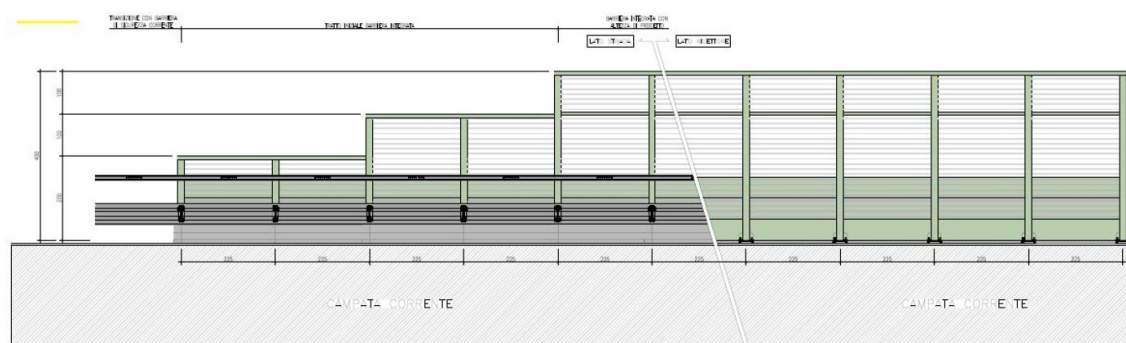
Per tutte le tipologie il passo dei montanti verticali sarà corrispondente a 4.00m, salvo riduzione della misura per esigenze progettuali e nelle transizioni terminali (2.25m nelle barriere acustiche polifunzionali).



Tipologico barriera acustica opaca



Tipologico barriera acustica trasparente



Tipologico barriera acustica polifunzionale

13 GESTIONE DEI MATERIALI da scavo e da demolizione

13.1 Gestione dei materiali da scavo e da demolizione

La gestione dei materiali di scavo avverrà nell'ambito della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i, secondo due tipologie specifiche di inquadramento previsto:

- a sottoprodotto (rif art. 184bis) per la quasi totalità dei volumi di scavo dello scotico vegetale e per una parte del materiale inerte profondo;
- a rifiuto (rif. art. 183) per una buona parte dei materiali di scavo.

Tali modalità di gestione riportate sono state individuate ai fini di una corretta elaborazione tecnico-economica del progetto e di un'adeguata valutazione dell'iniziativa sotto il profilo ambientale.

L'art. 184-bis del DLgs 152/2006 definisce la fattispecie di "sottoprodotto", distinguendola da quella di "rifiuto", specificando che le condizioni che devono essere soddisfatte perché ciò si realizzi:

a) la sostanza o l'oggetto è originato da un processo di produzione, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale sostanza od oggetto;

b) è certo che la sostanza o l'oggetto sarà utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi;

c) la sostanza o l'oggetto può essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;

d) l'ulteriore utilizzo è legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.

Il "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo" (DPR 120/2017), definisce ulteriormente e operativamente la disciplina della gestione delle terre e rocce da scavo.

Il quadro preliminare ambientale prevede che la maggior parte dei materiali di scavo, derivanti dai lavori, non venga riutilizzata in opera e venga pertanto inquadrata come rifiuto, con destinazione ad impianto di conferimento e/o recupero.

Questa ipotesi è dettata, allo stato attuale, dalle prime risultanze riguardo all'adeguatezza delle caratteristiche geotecniche delle terre che verranno scavate per la realizzazione delle nuove opere. Si fa riferimento in particolare alle caratteristiche litologiche dei terreni dominanti nel territorio (limi ed argille) ed agli usi agricoli degli spessori più superficiali, ricchi di materiale vegetale. Il carattere di riporto in posto di questo spessore, in relazione alla tipologia del materiale, non risulta essere idoneo alle attività di preparazione e bonifica per la posa dei rilevati, non potendo inoltre applicare in modo efficace trattamenti con leganti idraulici, utilizzati per il miglioramento prestazionale dei materiali stessi.

Il fabbisogno per la sistemazione in rilevato sarà quindi soddisfatto tramite approvvigionamento da cava di materiali con caratteristiche tecniche più adatte.

Le attività con inquadramento a rifiuto dei materiali di risulta, o di un loro recupero, seguiranno la normativa di individuazione e classificazione dei rifiuti ed i criteri di gestione e trasporto in discarica o in impianto autorizzato al recupero.

Il Proponente si riserva di rivalutare, nella fase di completamento della progettazione definitiva, l'inquadramento dei materiali da scavo, o di una loro parte, alla luce di più approfondite valutazioni in sito, sulla base di ulteriori indagini a carattere geotecnico nell'ottica di maggior tutela dell'interesse ambientale, infatti, le terre da scavo potranno essere qualificate come sottoprodotti, in riferimento all'art. 184bis del D.Lgs. 152/2006 smi, e riutilizzate nell'ambito dell'intervento. Ai fini di limitare la produzione di rifiuti e degli impatti ambientali connessi allo smaltimento dei materiali di risulta (in particolare al trasporto degli stessi), nella successiva fase di approfondimento progettuale, si avrà l'obiettivo di verificare con maggiore raffittimento e dettaglio le caratteristiche geotecniche delle terre da scavare al fine di un loro utilizzo per la realizzazione dei nuovi rilevati ed in caso di esito positivo massimizzarne il riutilizzo a tale scopo.

Si precisa che questa soluzione per la gestione a rifiuto è riportata sulla base della preliminare caratterizzazione geotecnica, la quale non dà evidenze di carattere ambientale; si può segnalare infatti l'assenza di specifiche contaminazioni e che gli esiti analitici di laboratori confermano i requisiti per la compatibilità ambientale in relazione ad un eventuale reimpiego.

Non si può al momento escludere, pertanto, la possibilità di riutilizzo nell'ambito di una gestione come sottoprodotti (art. 184 bis), ai sensi del DPR 120/17 recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo di una quantità, anche importante di materiale.

In questa ottica va specificato che in ogni caso la quasi totalità del materiale vegetale e di una parte del materiale inerte profondo sarà riutilizzato in opera, prevedendone l'inquadramento della gestione nell'ambito del DPR 120/2017, relativamente ad opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale.

Sarà prevista dal Proponente la redazione di un Piano di Utilizzo, come disposto dall'art. 9 del DPR 120/2017, in riferimento all' inquadramento ai sensi dell'art. 2, comma 1 lett. u, del medesimo decreto

Il Piano di Utilizzo, come indicato dall'art. 9 del D.P.R. 120/2017 ed alle disposizioni e criteri indicati alla parte del Titolo II del suddetto decreto, sarà proposto e redatto secondo le indicazioni di cui all'Allegato 5 del Regolamento, costituendo parte integrante del Progetto Definitivo.

Il Proponente pertanto valuterà tale disposizione, previa conferma e verifica, con ulteriori riscontri nel seguito dello sviluppo progettuale, delle condizioni definite dalla normativa vigente (DPR 120/17) per il riutilizzo dei materiali qualificati come sottoprodotti.

Tutti i materiali da scavo, che non rispetteranno le condizioni già esposte per il riutilizzo in sito o in siti diversi da quello di scavo, saranno sottoposti alle disposizioni vigenti in materia di rifiuti riportate nella Parte IV "Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinanti", ai sensi dell'art. 183 comma 1 lett. a) del D.Lgs. 152/06 e ss.mm. Allo stesso tempo alcune tipologie di materiali identificate quale rifiuto, perché riferite ad operazioni di demolizione, saranno opportunamente e direttamente gestite in impianti di trattamento e recupero o smaltimento in discarica (ad es., i fanghi di risulta derivanti da perforazioni

profonde; i fanghi provenienti dalla bagnatura degli scavi; il materiale proveniente da demolizioni e smantellamento e/o cernita di strutture preesistenti come opere in c.a., massicciate stradali, ecc).

La gestione dei materiali sarà caratterizzata da sole operazioni di scavo all'aperto, riferite a lavorazioni principali per realizzazione e sistemazione del rilevato stradale. Sono previsti alcuni scavi profondi per le opere di scavalco di viabilità stradale e di interferenza idraulica.

La gestione dei terreni di scavo sarà individuata in 4 ambiti secondo la suddivisione in tratte di intervento, sviluppate in modo funzionale. A questi è da aggiungere l'ambito delle aree di cantiere.

Le 4 tratte, poste lungo l'intero tracciato da realizzare, sono caratterizzate da uniformità del contesto ambientale (litologica, morfologica, idrogeologica) ed omogeneità territoriale (uso del suolo e tipologia di pressione antropica).

La gestione dei materiali da scavo seguirà la logistica e le fasi di cantierizzazione. I movimenti dei materiali da scavo avverranno lungo le viabilità di cantiere, con i depositi intermedi posti all'interno del sistema di cantierizzazione e delle aree specificatamente dedicate a supporto di tutte le lavorazioni.

La suddivisione sopra proposta è sulla base delle evidenze emerse nella fase cognitiva sul territorio che evidenziano alcune peculiari caratteristiche:

- a. particolarità e tipologia delle opere previste, caratterizzate dalla disposizione dei rilevati stradali;
- b. contesto territoriale omogeneo e tipologia delle aree interferite:
 - caratteristiche morfologiche,
 - uso del suolo,
 - interferenze antropiche e insediamenti urbanizzati;
- c. caratteristiche litologiche, con la presenza continua di depositi, costituiti principalmente da argille e limi, con spessori importanti.

14 CANTIERIZZAZIONE E DURATA DEI LAVORI

14.1 Aree di Cantiere

In funzione delle attività e del personale medio presente in cantiere sono state individuate, dopo un'attenta analisi del territorio, le seguenti aree di cantiere:

CB001 - L'area di superficie pari a 8.675 mq sarà destinata a Campo Base, Cantiere Operativo e Area di deposito temporaneo del materiale proveniente dagli scavi.

CO001 - L'area di superficie pari a 4.625 mq sarà destinata a Cantiere Operativo e Area di deposito temporaneo del materiale proveniente dagli scavi.

CO002 - L'area di superficie pari a 4.000 mq sarà destinata a Cantiere Operativo, Campo Travi e Area di deposito temporaneo del materiale proveniente dagli scavi.

CT001 - L'area di superficie pari a 8.425 mq sarà destinata a Campo Travi.

ADS01 - L'area di superficie pari a 1.500 mq sarà destinata a Area di Supporto.

ADS02 - L'area di superficie pari a 1.625 mq sarà destinata a Area di Supporto.

ADS03 - L'area di superficie pari a 3.300 mq sarà destinata a Area di Supporto.

ADS04 - L'area di superficie pari a 1.600 mq sarà destinata a Area di Supporto.

ADS005 - L'area di superficie pari a 1.000 mq sarà destinata a Area di Supporto.

ADS06 - L'area di superficie pari a 550 mq sarà destinata a Area di Supporto.

All'interno delle aree saranno previste tutte le attrezzature necessarie alla realizzazione dei lavori, a meno degli impianti per la realizzazione del conglomerato bituminoso e del calcestruzzo, che dovranno essere reperiti sul territorio.

14.2 Fasizzazione dei lavori

Le tempistiche di realizzazione delle varie opere e le relazioni temporali tra di esse, sono riportate nell'elaborato CAP0001 "Diagramma dei lavori", i tempi totali della realizzazione dell'opera sono di 24 mesi.

15 SOMME A DISPOSIZIONE

15.1 Espropri

Il presente progetto definitivo evidenzia anche, con una apposita sezione, le aree da doversi occupare a titolo permanente, in asservimento e temporaneo per la realizzazione delle opere in esame.

Tale sezione è composta di una parte grafica (piano particellare) e di una descrittiva (elenco ditte da espropriare).

La parte grafica riporta la proiezione del perimetro delle aree da doversi occupare in modo permanente o temporaneo sulla mappa catastale, con la sovrapposizione della stessa mappa al rilievo reale e alla planimetria di progetto con ancoraggio a punti significativi (punti trigonometrici, capisaldi in genere).

La parte descrittiva contiene invece l'elenco delle ditte catastalmente intestatarie dei fondi da doversi occupare. Per ciascuna ditta sono stati riportati i mappali da occupare in tutto o in parte, con l'indicazione delle relative superfici, intere, di quelle in occupazione e degli altri elementi di identificazione catastale (qualità, classe, reddito dominicale, reddito agrario).

A ciascuna ditta catastale interessata è stata attribuita una numerazione tenendo conto dell'eventuale accorpamento di più particelle in capo alla singola proprietà.

Per le stesse occupazioni infine sono stati conteggiati gli oneri come stabiliti dal Testo Unico sulle espropriazioni D.P.R. 327/2001 e s.m.i..

15.2 Interferenze

Sono definite interferenze tutti quelle reti tecnologiche che interferiscono direttamente con le nuove opere o che interferiscono con le modalità operative (piante scavi, cantierizzazione dei lavori ed ecc) e che pertanto hanno una rilevanza nei piani di sicurezza e di coordinamento.

Le attività di ricerca delle reti sono state mirate ad acquisire le informazioni relative alle caratteristiche delle stesse prima di tutto con sopralluoghi e successivamente attraverso contatti avuti con il personale competente dell'Amministrazione Comunale e degli Enti Gestori.

Dalle attività di confronto come sopra citate si sono riscontrate le seguenti tipologie di reti tecnologiche:

- Reti di approvvigionamento idrico (acquedotto);
- Reti raccolta e smaltimento acque reflue (fognature comunali e collettori consortili);
- Reti di trasporto e distribuzione energia elettrica (alta ed altissima tensione, media e bassa tensione per utenze private e Pubblica Illuminazione);
- Reti di trasporto e distribuzione gas (gasdotti alta pressione, gasdotti media e bassa pressione per utenze private);

- Reti di telecomunicazione e relativi cablaggi (telefonia su cavo, telefonia mobile, fibre ottiche);
- Impianti particolari (“autovelox”)

Gli elaborati grafici predisposti racchiudono una visione d'insieme di tutte le reti interferenti rilevate e i tracciati riscontrati vengono indentificati con polilinee colorate, da numerazione progressiva collegata successivamente alla tabella riepilogativa del censimento delle interferenze.

Nonostante l'estrema attenzione riposta nel presente studio non è possibile escludere in forma categorica la presenza di ulteriori reti tecnologiche oltre a quelle individuate e censite.

Come anticipato, tutte le interferenze sono state catalogate, suddivise in base alla tipologia di rete e per quelle interferenti sono state individuate le modalità di risoluzione che variano a seconda del luogo dove si interviene.

Dal punto di vista economico, per gli impianti oggetto di risoluzione, ci siamo basati sulle esperienze pregresse di confronto con gli Enti Gestori interessati.

Tali oneri tengono conto di tutto quanto necessario: rotture di sedi stradali, trasporto alla discarica dei materiali di risulta, riprese, pozzetti di derivazione, controtubi, sfiati ecc., deviazioni e collegamenti temporanei per la continuità del servizio.

Si precisa che lo studio è mirato a tutte le interferenze, di qualsiasi natura e consistenza, senza una verifica della possibile regolamentazione con specifiche convenzioni, che, nelle fattispecie, potrebbero far carico agli Enti l'onere di eventuali spostamenti o adeguamenti richiesti.