

**AUTOSTRADA (A13): BOLOGNA-PADOVA**  
**TRATTO: BOLOGNA ARCOVEGGIO**  
**BOLOGNA INTERPORTO**

**PROSECUZIONE FINO ALLA VIA APOSAZZA**  
**DEL SISTEMA TANGENZIALE DI BOLOGNA**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**DOCUMENTAZIONE GENERALE**

**PARTE GENERALE**

**RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA**

<b>IL PROGETTISTA SPECIALISTICO</b>  Ing. Fabio Serrau Ord. Ingg. Bologna n.6007/A	<b>IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b>  Ing. Fabio Serrau Ord. Ingg. Bologna n.6007/A	<b>IL DIRETTORE TECNICO</b>  Ing. Andrea Tanzi Ord. Ingg. Pavia n.1496 T.A. - Execution
---	--	---

CODICE IDENTIFICATIVO											Ordinatore -	
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO					
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	WBS		PARTE D'OPERA	Tipo	Disciplina	Progressivo	Rev.	SCALA -
					tipologia	progressivo						
111326	0000	PD	DG	GEN	00000	00000	00000	R	GEN	0002	0	

	ENGINEERING COORDINATOR:  Ing. Fabio Serrau Ord. Ingg. Bologna n.6007/A	SUPPORTO SPECIALISTICO:	REVISIONE	
			n.	data
			0	FEBBRAIO 2022
	REDDATTO:		VERIFICATO:	

	<b>VISTO DEL COMMITTENTE</b>  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Fabio Visintin	<b>VISTO DEL CONCEDENTE</b>  <b>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti</b> <small>DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE                  STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI</small>
--	--	---

## Sommario

1. PREMESSA.....	5
1.1 ACCORDO 2016.....	5
1.2 IL PROGETTO DI POTENZIAMENTO PROPOSTO .....	5
1.3 IL PROGETTO DI VIA APOSAZZA.....	6
1.4 STUDIO DI TRAFFICO .....	8
1.1 COMPLANARI ALLA A13 FINO A VIA APOSAZZA.....	10
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	11
2.1 PROGETTO STRADALE.....	11
2.2 BARRIERE DI SICUREZZA .....	11
2.3 GEOTECNICA.....	12
2.4 IDROLOGIA E IDRAULICA.....	13
2.4.1 <i>Normativa Nazionale</i> .....	13
2.4.2 <i>Normativa regionale</i> .....	16
2.4.3 <i>Autorità di Bacino</i> .....	17
2.5 STRUTTURE .....	17
2.6 MITIGAZIONI ACUSTICHE.....	18
2.7 RIFIUTI (TERRE E ROCCE DA SCAVO).....	19
2.8 OPERE A VERDE .....	19
2.9 IMPIANTI .....	20
2.10 ESPROPRI.....	21
2.11 INTERFERENZE .....	21
3. GEOLOGIA.....	22
1.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	22
1.2.1 <i>Indagini bibliografiche pregresse</i> .....	22
1.2.2 <i>Indagini geognostiche pregresse</i> .....	22
1.2.3 <i>Indagini geognostiche del progetto definitivo della terza corsia Bologna Ferrara (2011)</i> .....	22
1.2.4 <i>Indagini geognostiche Passante di Bologna (2016-2017)</i> .....	23
1.2.5 <i>Indagini geognostiche progetto esecutivo terza corsia Bologna Ferrara (2018)</i> .....	23
1.3 RISULTATI DELLE INDAGINI .....	23
4. GEOTECNICA .....	25
4.1 UNITÀ STRATIGRAFICHE: CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.....	25
4.2 AZIONE SISMICA.....	26
4.2.1 <i>Valutazione della risposta sismica locale</i> .....	26
4.3 CARATTERISTICHE DEI PIANI DI POSA E BONIFICHE .....	28
5. ARCHEOLOGIA.....	29
5.1 PREMESSA .....	29
5.2 SINTESI STORICO-ARCHEOLOGICA DELLE AREE OGGETTO DEI LAVORI.....	29
5.3 VALUTAZIONE DEL POTENZIALE ARCHEOLOGICO.....	30
5.4 CONCLUSIONI.....	32
6. IDROLOGIA E IDRAULICA.....	33
6.1 INTERFERENZE IDROGRAFICHE ED INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA .....	33
6.2 ZONE DI RICARICA DELLA FALDA .....	33
6.3 SISTEMA DI DRENAGGIO IDRAULICA DI PIATTAFORMA .....	34
1.3.1 <i>Tipologia di drenaggio</i> .....	35
6.4 LAMINAZIONE DEGLI SCARICHI .....	36

7.	PROGETTO STRADALE .....	38
7.1	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI STRADALI .....	40
8.	OPERE D'ARTE MAGGIORI .....	44
8.1	SOTTOVIA VIA APOSAZZA (NORD E SUD) .....	44
9.	MURI DI SOSTEGNO, REDIRETTIVI E CORDOLI .....	46
9.1	MURO DI SOSTEGNO IN PROSSIMITA DELLA DUNA (MC001) .....	46
9.2	MURO DI SOSTEGNO LUNGO VIA APOSAZZA (MC002) .....	47
9.3	MURO DI SOSTEGNO (MS001– MS006).....	48
9.4	MANUFATTO REDIRETTIVO (MS002 - MS007).....	49
9.5	CORDOLO PER BARRIERA BORDO PONTE (MS003 – MS008).....	49
9.6	CORDOLO DI FONDAZIONE PER BARRIERE ANTIRUMORE.....	50
10.	PIAZZALE ESAZIONE ARCOVEGGIO .....	51
10.1	DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DEI VARCHI DI ENTRATA E USCITA .....	51
10.2	PENSILINA DI STAZIONE .....	53
10.3	NUOVO CUNICOLO ESATTORI E SCALE DI COLLEGAMENTO .....	54
11.	IMPIANTI.....	56
11.1	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE .....	56
11.2	SISTEMA DISTRIBUTIVO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE .....	56
11.3	MARKER DI DELIMITAZIONE DEL CIGLIO STRADALE DESTRO.....	57
11.4	CAVI ELETTRICI .....	58
11.5	SIGILLATURA DEI CAVIDOTTI.....	58
12.	OPERE COMPLEMENTARI .....	59
12.1	BARRIERE DI SICUREZZA .....	59
12.2	PAVIMENTAZIONI .....	61
12.2.1	NUOVE PAVIMENTAZIONI.....	61
13.1	LAVORAZIONI.....	62
13.1.1	NUOVE PAVIMENTAZIONI.....	62
13.2	OPERE A VERDE .....	63
13.2.2	RECUPERO AMBIENTALE DELLE AREE DI CANTIERE.....	66
13.3	INTERVENTI DI MITIGAZIONE ACUSTICA.....	67
14.	GESTIONE DEI MATERIALI E DELLE TERRE DA SCAVO.....	70
14.1	GLI AMBITI PER LA GESTIONE A SOTTOPRODOTTO DEI MATERIALI DI SCAVO.....	71
14.2	BILANCIO DEI MATERIALI DI RISULTA E DI SCAVO.....	72
14.3	SINTESI DEI RISULTATI DI LABORATORIO SULLA CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE .....	73
14.4	CONCLUSIONI SULLA COMPATIBILITÀ AMBIENTALE DEI MATERIALI DI SCAVO NEI SITI DI UTILIZZO ....	75
14.4.1	SINTESI SULLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI MATERIALI DI SCAVO .....	76
14.5	DISPOSIZIONI PER LA GESTIONE DEI MATERIALI DA SMALTIRE A DISCARICA O AD IMPIANTI DI RECUPERO.....	77
15.	CANTIERIZZAZIONE E DURATA DEI LAVORI.....	79
15.1	AREE DI CANTIERE .....	79
15.2	DURATA DEI LAVORI.....	80
16.	SOMME A DISPOSIZIONE.....	81
16.1	ESPROPRI .....	81
16.2	INTERFERENZE .....	81

## Indice delle Tabelle e delle Figure

FIGURA 1 - COROGRAFIA GENERALE DELL'INTERVENTO .....	7
TABELLA 1 - QUADRO PROGRAMMATICO DEL PROGETTO .....	10
TABELLA 2 - PREVISIONI DI CRESCITA DELLA DOMANDA LEGGERI .....	10
TABELLA 3 - PREVISIONI DI CRESCITA DELLA DOMANDA COMMERCIALI E PESANTI .....	10
TABELLA 4: VALORI DEI PARAMETRI $A_G$ , $F_0$ , $T_c^*$ PER I PERIODI DI RITORNO TR DI RIFERIMENTO (OTTENUTI ATTRAVERSO L'IMPIEGO DEL FOGLIO DI CALCOLO SPETTRI-NTCVER.1.0.3.XLS, CSLPP 2019) PER LE OPERE DELL'ASSE PRINCIPALE E AD ESSE INTERFERENTI CARATTERIZZATE DA $VR = 100$ ANNI .....	26
TABELLA 5: TAB. 3.2.IV DELLE NORME TECNICHE (ESPRESIONI DI SS E DI CC).....	27
TABELLA 6: TAB. 3.2.III DELLE NORME TECNICHE (CATEGORIE TOPOGRAFICHE).....	27
FIGURA 2 - --CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DA VS,30 IN CORRISPONDENZA DELLA PROVA MASW + REMI (2018) .....	28
FIGURA 3 - ESTRATTO PTCP BOLOGNA .....	33
FIGURA 4 - SEZIONE TIPOLOGICA MANUFATTO DI CONTROLLO .....	36
FIGURA 5 - SCHEMA PLANIMETRICO INTERVENTO .....	38
FIGURA 6 - SEZIONE TIPO VIA APOSAZZA .....	39
FIGURA 7 - SEZIONE TIPO RAMPA MONODIREZIONALE .....	39
FIGURA 8 - AMPLIAMENTO BARRIERA DI ESAZIONE ESISTENTE .....	40
FIGURA 9 - KEY-PLAN RS001.....	41
FIGURA 10 - KEY-PLAN RS002.....	42
FIGURA 11 - KEY-PLAN RS003-RS004-RS005-RS006-VIA APOSAZZA .....	43
FIGURA 12 – SEZIONE TRASVERSALE .....	44
FIGURA 13 – SEZIONE LONGITUDINALE .....	45
FIGURA 14 - MC001 - VISTA DELLA DUNA ESISTENTE .....	46
FIGURA 15 - MC001 - PROSPETTO DEL MURO .....	46
FIGURA 16 - MC001 - SEZIONI TIPICHE DEL MURO .....	46
FIGURA 17 - MC002 - VISTA ATTUALE DI VIA APOSAZZA .....	47
FIGURA 18 - MC002 - PROSPETTO DEL MURO .....	47
FIGURA 19 - MC002 - SEZIONI TIPICA DEL MURO .....	47
FIGURA 20 - MS001 - PROSPETTO DEI MURI A S E N DI VIA APOSAZZA .....	48
FIGURA 21 - MS006 - PROSPETTO DEI MURI A S E N DI VIA APOSAZZA .....	48
FIGURA 22 - MS001 – MS006 – SEZIONE TIPOLOGICA .....	48
FIGURA 23 - MS002 - MS007 - SEZIONE TIPO MANUFATTO REDIRETTIVO.....	49
FIGURA 24 - MS003-MS008 - SEZIONE TIPO CORDOLO PER BARRIERA BORDO PONTE .....	49
FIGURA 25 - SEZIONI TIPO CORDOLI DI FONDAZIONE FOA .....	50
FIGURA 26 - PIAZZALE CASELLO ARCOVEGGIO - DEMOLIZIONI (IN GIALLO) E NUOVE COSTRUZIONI (IN ROSSO) .....	51
FIGURA 27 - PIANTE DEI VARCHI DI PROGETTO IN ENTRATA A13 .....	52
FIGURA 28 - PROSPETTO DEI VARCHI DI ENTRATA A13 .....	52
FIGURA 29 - PIANTE DEI VARCHI DI PROGETTO IN USCITA A13.....	52
FIGURA 30 - PROSPETTO DEI VARCHI DI USCITA A13.....	53
FIGURA 31 - PROSPETTO LONGITUDINALE NORD .....	53
FIGURA 32 - SEZIONE TRASVERSALE TIPOLOGICA .....	54
FIGURA 33 - NUOVO CUNICOLO ESATTORI E VANI SCALE DI COLLEGAMENTO.....	55
FIGURA 34 - COMPOSIZIONE SOVRASTRUTTURA COMPLANARI EST E OVEST, RACCORDI E PIAZZALE DI CASELLO DI ARCOVEGGIO – TIPO P1C.....	61
FIGURA 35 - COMPOSIZIONE SOVRASTRUTTURA SU IMPALCATO – TIPO P1D.....	62
FIGURA 36 – PLANIMETRIA DI PROGETTO .....	68
TABELLA 9 - ELENCO BARRIERE ACUSTICHE IN PROGETTO E TIPOLOGIE .....	68
FIGURA 37 - TIPOLOGICO BARRIERA OPACA .....	69
TABELLA 10 - SINTESI DELLE QUANTITÀ MOVIMENTATE.....	72
TABELLA 11 - RIEPILOGO SINTETICO DEGLI ESITI ANALITICI DI LABORATORIO E DEL NUMERO DI SUPERAMENTI RILEVATI NELL'INDAGINE AMBIENTALE ESEGUITA IN CONFORMITÀ DEL D.P.R 120/2017 .....	74
TABELLA 12 - SINTESI DELLE EVIDENZE CHIMICHE DI LABORATORIO .....	75

---

FIGURA 38 - LOCALIZZAZIONE DEL CAMPO BASE CB001 .....	79
FIGURA 39 - LOCALIZZAZIONE AREE DI SUPPORTO .....	80

## 1. PREMESSA

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 e 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 ferialo 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 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 consiste 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, si sono individuati alcuni importanti interventi di completamento della rete viaria a scala urbana – metropolitana che vanno a fluidificare il sistema infrastrutturale stradale nel suo complesso, portando benefici in termine trasportistici e conseguentemente di sicurezza e di tipo ambientale.

### 1.1 ACCORDO 2016

In data 15 Aprile 2016 è stato 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 vedesse 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 cercava quindi di risolvere una criticità trasportistica di livello nazionale e nel contempo migliorare l'accessibilità viaria di livello metropolitano, stabilendo le condizioni e gli impegni delle Parti.

### 1.2 IL PROGETTO DI POTENZIAMENTO PROPOSTO

Il progetto di potenziamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna prevedeva quindi la realizzazione delle seguenti opere:

- A. Ampliamento in sede del sistema autostradale e tangenziale di Bologna a partire dallo svincolo 3 del “ramo verde” della complanare fino allo svincolo 13 di Bologna S. Lazzaro con le seguenti specifiche:
- realizzazione di tre corsie con emergenza per senso di marcia sull’A14, fatta eccezione per i punti singolari di cui si dirà nel seguito;
  - realizzazione di tre corsie più emergenza per senso di marcia sul tratto delle complanari che va dallo svincolo 3 allo svincolo 6 e dallo svincolo 8 allo svincolo 13 e a quattro corsie più emergenza sul tratto che collega lo svincolo 6 allo svincolo 8, fatta eccezione per dei punti singolari.
- B. Interventi di completamento della rete viaria di adduzione a scala urbana - metropolitana:
- Intermedia di Pianura: completamento dei tratti mancanti per circa 8,6 km, adeguamento in sede per circa 5,3 km
  - Lungo Savena: realizzazione del lotto 3 per circa 2,5 km
  - Lungo Savena e ExSS65 della Futa: il secondo lotto del nodo di Rastignano ottimizzato
  - Nodo di Funo - accessibilità a Interporto e Centergross.

All'interno dell'accordo del 2016 e successivamente integrato con l'Atto Aggiuntivo del 2019, sono stati considerati una serie di ulteriori interventi volti al completamento del più generale riassetto del Nodo di Bologna (nei termini ricompresi nelle previsioni di cui all'art 15 della Convenzione Unica e, per quanto attiene alle opere di adduzione, nell'ambito degli interventi di cui all'articolo 2, comma 2, lett. C3 della Convenzione stessa) per i quali il Ministero e gli Enti si impegnano a sostenere la positiva conclusione dei relativi iter autorizzativi, essi sono i seguenti:

- quarta corsia dell'autostrada A14 nel tratto Ponte Rizzoli - diramazione di Ravenna;
- complanare Nord all'A14, da Bologna San Lazzaro a Ponte Rizzoli, con introduzione di una stazione satellite a Ponte Rizzoli;
- terza corsia dell'autostrada A13 nel tratto Bologna – Ferrara;
- prosecuzione, fino alla via Aposazza, del sistema tangenziale di Bologna mediante due viabilità complanari alla A13, ciascuna ad una corsia per senso di marcia e con raccordo a via Aposazza;
- interventi migliorativi sulla S.P.20.

La presente relazione approfondisce il progetto definitivo della prosecuzione, fino alla via Aposazza, del sistema tangenziale di Bologna mediante due viabilità complanari alla A13, ciascuna ad una corsia per senso di marcia e con raccordo a via Aposazza, compreso l'adeguamento della barriera di esazione di Arcoveggio in entrata ed uscita dalla A13.

### 1.3 IL PROGETTO DI VIA APOSAZZA

Il progetto in oggetto si configura come il completamento e raccordo del progetto del Passante di Bologna e del progetto della terza corsia della A13 tra Bologna e Ferrara. Esso prevede i seguenti interventi:

1. Riconfigurazione con allargamento della via Aposazza esistente (Asse RP001) per consentire l'inserimento delle corsie specializzate di ingresso/uscita dalle complanari alla A13;
2. La realizzazione della Complanare est (Asse RS001) all'autostrada A13 per connettere direttamente la tangenziale nord di Bologna con la via Aposazza;
3. La realizzazione della Complanare ovest (Asse RS002) all'autostrada A13 connettere direttamente la tangenziale nord di Bologna con la via Aposazza;
4. La realizzazione dei raccordi Est 1 ed Est 2 (Assi RS003 e RS004) per la connessione dei rami provenienti dalla tangenziale di Bologna all'asse RS001 e all'ingresso del casello di Arcoveggio sulla A13 direzione Ferrara;
5. La realizzazione della rampa Est (Asse RS005) per il collegamento della complanare Ovest con via Aposazza lato ovest;
6. La realizzazione della rampa ovest (Asse RS006) per il collegamento tra via Aposazza lato est con la complanare ovest;
7. Riconfigurazione delle porte in uscita al casello di Arcoveggio provenendo da Padova con allineamento delle attuali porte di uscita con pagamento contanti alle porte esistenti con pagamenti automatici e Telepass, con demolizione e ricostruzione delle isole, dei varchi, delle pensiline e del cunicolo di collegamento dei varchi secondo gli ultimi standard tecnici ASP1, con conseguente ammodernamento della parte relativa agli impianti elettrici, meccanici e di esazione.



Figura 1 - Corografia generale dell'intervento

## 1.4 STUDIO DI TRAFFICO

Lo Studio di Traffico allegato al presente progetto (elaborato ATR0001 a cui si rimanda per i dettagli) si è basato sul report dello Studio di traffico del Progetto Definitivo del “Passante di Bologna” redatto per la Conferenza dei Servizi aperta nel mese di Giugno 2020, presentandone un focus su una delle suddette opere di adduzione, ovvero la prosecuzione della tangenziale di Bologna mediante le complanari alla A13 che confluiscono su Via Aposazza.

Si precisa che lo studio di traffico del “Passante di Bologna” ha mantenuto come anno base il 2016, nonostante sia stato pubblicato nel 2020, perché, a causa della pandemia COVID, non è stato possibile effettuare un aggiornamento: i dati di traffico rilevati non sarebbero stati realistici.

Lo studio ha analizzato il quadro pianificatorio e programmatico: per ogni singolo intervento è stato definito l’orizzonte temporale dello studio (2030 o 2040) nel quale considerarlo già in esercizio.

Sono stati individuati ed analizzati anche i principali poli di attrazione/generazione definiti dalla Città Metropolitana: Aeroporto Marconi, Interporto di Bologna, Centro Agro Alimentare di Bologna (comprensivo della Fabbrica Italiana Contadina - FICo), Centergross, l’espansione nell’area industriale di Calderara di Reno e il Piano del Lazzaretto nel Comune di Bologna. Sulla base di specifiche indagini effettuate lungo la loro viabilità di accesso e delle informazioni fornite dai gestori delle suddette polarità, è stata definita la domanda attualmente attratta e successivamente stimata la domanda futura.

Le analisi trasportistiche effettuate hanno riguardato l’ora di punta 08:00 – 09:00 di un giorno feriale medio del periodo neutro (cioè escluso agosto) ed il giorno medio annuo. Il giorno rappresentativo del giorno feriale medio neutro è stato identificato nel 11 maggio 2016; l’ora di punta 08:00 – 09:00 di tale giorno è rappresentativa anche della 30<sup>a</sup> ora.

Le analisi sono state effettuate a livello strategico tramite l’ausilio di un MACRO modello di simulazione del traffico veicolare. Il quadro programmatico che è stato identificato come riferimento per lo studio è sintetizzato, nei suoi interventi più importanti, nella seguente tabella rispetto ai due orizzonti temporali considerati.

Progetti e interventi del quadro programmatico	Orizzonti temporali	
	2030	2040
<i>Infrastrutture di ambito sovra-regionale e interregionale</i>		
A14 IV corsia tratto da nuovo svincolo di Ponte Rizzoli a Diramazione Ravenna	x	x
A1 IV corsia da Piacenza Sud a Modena Nord		x
A13 III corsia da Bologna Arcoveggio a Ferrara Sud	x	x
A13 III corsia da Padova Sud a Monselice (Regione Veneto)	x	x
A22 III corsia da Modena a Verona, compreso il ponte sul Po	x	x
Nuova Autostrada Cispadana: A13 Ferrara Sud - A22 Reggiolo Rolo	x	x
TIBRE - Tirreno – Brennero - Raccordo autostradale A22 – A15. 1° stralcio: Interconnessione A15/A1 – casello Terre Verdiane	x	x
TIBRE - Tirreno – Brennero - Raccordo autostradale A22 – A15. 2° stralcio: casello Terre Verdiane – Nogarole Rocca (A22) (Regione Emilia-Romagna, Regione Lombardia e Regione Veneto)		x
Autostrada regionale Cremona-Mantova (Regione Lombardia)	x	x
<i>Opere di progetto e complementari all’ampliamento alla IV corsia della A14 Ponte Rizzoli - Diramazione Ravenna</i>		
Complanare alla A14 in carreggiata Nord da Bologna S. Lazzaro a Ponte Rizzoli come da Accordo MIT – ASPI per il potenziamento del nodo di Bologna del 15/04/16	x	x
A14 nuovo svincolo di Ponte Rizzoli tra viabilità ordinaria e Complanari Nord e Sud come da Accordo MIT – ASPI per il potenziamento del nodo di Bologna del 15/04/16	x	x

Progetti e interventi del quadro programmatico	Orizzonti temporali	
	2030	2040
A14 Nuovo casello autostradale di Toscanella di Dozza (tra gli svincoli di Castel S. Pietro e Imola)	x	x
A14 Nuovo casello autostradale di Solarolo (RA)	x	x
Realizzazione del collegamento della zona artigianale la Cicogna (Comune San Lazzaro) con la Complanare Nord e Sud – Svincolo di Borgatella	x	x
Sistemazione a rotonda dell'attuale intersezione tra uscita del casello A14 di Castel San Pietro e la S.P. 19 (San Carlo)	x	x
<i>Infrastrutture di ambito regionale</i>		
Ferrara-Porto Garibaldi: riqualificazione superstrada con caratteristiche autostradali		x
Bretella autostradale Campogalliano-Sassuolo	x	x
Sistema pedemontano: Asse Nuova Bazzanese e Nuova Pedemontana [da Bologna loc. via Lunga a Bazzano e Rangona (MO)]	x	x
Sistema pedemontano: completamento da Rangona (MO) a Collecchio (PR) con caratteristiche di strada extraurbana secondaria (tipo C), tramite la realizzazione sia di tratti in nuova sede sia con adeguamenti alla viabilità esistente		x
Sistema cispadano rete ordinaria: da casello Reggiolo Rolo (interconnessione A22) a casello Terre Verdiane (interconnessione 1° stralcio TIBRE) tratte nelle province di Reggio Emilia e Parma		x
Sistema cispadano rete ordinaria: riqualificazione / realizzazione da casello Terre Verdiane (interconnessione 1° stralcio TIBRE) a San Pietro in Cerro. Per quanto non sia più previsto il collegamento tra questo sistema e l'A21, si prevede tuttavia la riorganizzazione dell'interconnessione A21/A21dir con un sistema di svincolamento che consenta le manovre in tutte le direzioni		x
<i>Infrastrutture stradali di ambito provinciale bolognese di rilevanza per il progetto</i>		
A1 Nuovo Casello Valsamoggia e variante di Calcara alla S.P. 27 dalla A1 alla S.S. 9 via Emilia, comprensivo del raccordo tra il nuovo casello ed il tracciato attuale della S.P. 27	x	x
Variante alla S.P. 27 dal nuovo casello di Valsamoggia sulla A1 all'interconnessione con l'Asse Nuova Bazzanese	x	x
Asse Trasversale di Pianura S.P. 3: Variante Nord di Budrio Lotto B da via Calamoni all'innesto S.P. 3 / S.P. 5 in Granarolo Emilia	x	x
Asse S. Giovanni-via Emilia S.P. 2 "Variante Le Budrie" da Castelletto a S. Giovanni in Persiceto		x
Asse Nuova Galliera da via Corticella alla S.P. 3: S.P. 87	x	x
Asse Lungosavena – Lotto 2 Bis: realizzazione di nuova viabilità di collegamento tra la rotonda su Via dell'Industria e la S.P. 253 S. Vitale con rimozione del passaggio a livello nei pressi di Cà dell'Orbo	x	x
S.P. 4 Nuova variante centro abitato di S. Vincenzo/S. Venanzio		x
S.P. 4/S.P. 44 Nuove varianti centri abitati di S. Giorgio di Piano, Bentivoglio e Minerbio		x
S.P. 42 Nuova variante centro abitato Pieve di Cento di interconnessione con la S.P. 11 (S.P. 1bis)		x
S.P. 42 Completamento nuovo asse stradale tra centro abitato Argelato e S.P. 4		x
S.P. 87 Nuova variante centro abitato Casette di Funo di interconnessione con S.P. 3		x
S.P. 6 Nuova variante centro abitato di Molinella		x
S.P. 610 Completamento nuova variante di Imola	x	x
S.P. 54 Nuova variante di Imola		x
S.S. 64 Porrettana - Nodo di Casalecchio di Reno: realizzazione della variante alla statale, che consente la ricucitura dell'arteria con la Nuova Porrettana, già in esercizio fino a Borgonuovo (fraz. Sasso Marconi)	x	x
SP ex S.S. 65, Nodo di Rastignano: Lotto 2	x	x
<i>Infrastrutture stradali di ambito comunale bolognese di rilevanza per il progetto</i>		
Nuova Roveretolo	x	x
Chiusura di via Zanardi	x	x

Tabella 1 - Quadro programmatico del progetto

Le previsioni di crescita della domanda sono state fatte in modo particolarmente approfondito. Nello specifico la domanda per la classe veicolare leggeri è stata disaggregata secondo tre macro-gruppi: domanda interna, domanda di scambio e domanda di attraversamento rispetto ad una identificata macro-area bolognese. Per la classe pesante si è mantenuta una previsione unica. Nelle tabelle seguenti sono riportate le previsioni di crescita ipotizzate.

ANNO	INTERNI		SCAMBIO		TRANSITO ED ESTERNI	
	Indice (2016=100)	Crescita media annua (dal 2016)	Indice (2016=100)	Crescita media annua (dal 2016)	Indice (2016=100)	Crescita media annua (dal 2016)
2030	101	0,05%	104	0,26%	106	0,42%
2040	101	0,05%	106	0,25%	110	0,40%

Tabella 2 - Previsioni di crescita della domanda Leggeri

Anno	Indice (2016=100)	Crescita media annua (dal 2016)
2030	110	0,70%
2040	116	0,61%

Tabella 3 - Previsioni di crescita della domanda Commerciali e Pesanti

## 1.1 COMPLANARI ALLA A13 FINO A VIA APOSAZZA

Le Complanari all'autostrada A13 fino a Via Aposazza consentono di aggiungere un importante tassello al progetto di creazione di un sistema viabilistico ordinario tangenziale alla conurbazione di Bologna che aumenta l'accessibilità alla viabilità di rango primario.

Tale opera consente inoltre di creare un collegamento ordinario fra la tangenziale e Via Aposazza, che si va ad aggiungere, alleggerendoli, ai percorsi di Via Corticella (svincolo 6) e Via Stalingrado (svincolo 7).

La tratta più carica nell'ora di punta della mattina è quella in direzione Tangenziale con circa 540 veic/ora nello scenario progettuale 2030.

Le Complanari A13 fino a Via Aposazza si attestano sui 10'000 veicoli totali/giorno nello scenario progettuale 2030.

La verifica funzionale del tronco di scambio localizzato fra le rampe di immissione e diversione delle complanari di progetto lungo via Aposazza è risultata soddisfatta sia per l'ora di punta mattutina che serale. Anche le due rotatorie esistenti (Tuscolano e Ferrarese) sono risultate funzionalmente soddisfatte nello scenario progettuale.

## 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”.

### 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”;
- prEN 1317-7:2012 “Road restraint systems - Part7: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for terminals of safety barriers”;
- UNI CEN/TS 17342:2019 “Sistemi di ritenuta stradale - Sistemi di ritenuta stradale per motociclisti in grado di ridurre la severità dell'urto del motociclista in caso di collisione con le barriere di sicurezza”;
- UNI/TR 11785:2020 “Documento tecnico di supporto per la redazione del manuale per l'utilizzo e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradali su rilevato”.
- A11. DM 28.06.2011 (G.U. n. 233 del 06.10.2011) - “Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale”.
- A12. DM 01.04.2019 (GU Serie Generale n.114 del 17-05-2019) - “Dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti (DSM)”.

### 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 “Costruzione e manutenzione delle strade – Tecnica di impiego delle terre”.
- A.I.C.A.P. – “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce – Raccomandazioni “, GIUGNO 2012.

## 2.4 IDROLOGIA E IDRAULICA

### 2.4.1 Normativa Nazionale

Di seguito vengono riportate le principali leggi nazionali in materia ambientale e di difesa del suolo, accompagnate da un breve stralcio descrittivo.

- 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”.

- DPR 14/4/94 “Atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale ed interregionale, di cui alla legge 18 maggio 1989, N. 183.
- DPR 18/7/95 “Approvazione dell’atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei Piani di Bacino”.
- DPCM 4/3/96 “Disposizioni in materia di risorse idriche” (direttive di attuazione della Legge Galli).
- Decreto Legislativo 31/3/1998, n° 112 “Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59”
- 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.

Inoltre l'articolo 113 del medesimo Decreto legislativo, stabilisce, in materia di controllo dell'inquinamento prodotto dal dilavamento delle acque meteoriche, che "...le regioni disciplinano:..b) i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque di dilavamento ...siano sottoposte a particolari prescrizioni..", art. 113 comma 1, e che "... i casi in cui può essere richiesto.. siano convogliate e opportunamente trattate ... in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento da superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose ...", art. 113 comma 3.

- DM 14/01/2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni". Il decreto si compone di due articoli e precisamente dell'articolo 1 con cui viene approvato il testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni ad eccezione delle tabelle 4.4.III e 4.4.IV e del Capitolo 11.7. Le nuove norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 settembre 2005.

Nel paragrafo 5.1.7.4, denominato "Smaltimento dei liquidi provenienti dall'impalcato", si prescrive che: "... il progetto del ponte deve essere corredato dallo schema delle opere di convogliamento e di scarico. Per opere di particolare importanza, o per la natura dell'opera stessa o per la natura dell'ambiente circostante, si deve prevedere la realizzazione di un apposito impianto di depurazione e/o decantazione."

Successivamente con il DM 06/05/2008 "Integrazioni al decreto 14 gennaio 2008" sono stati approvati il capitolo 11.7 e le tabelle 4.4.III e 4.4.IV del testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni allegato al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

- Decreto n. 131 del 16/06/2008. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto. (GU n. 187 del 11/08/2008 - Suppl. Ordinario n. 189)
- Decreto n. 56 del 14/04/2009. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo" (GU n.124 del 30/05/2009 - Suppl. Ordinario n. 83)

Si riportano inoltre gli estremi di alcune leggi riguardanti la progettazione e la verifica dei ponti stradali:

- L. 532/1904. "Testo unico sulle opere idrauliche. Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali".
- D. Min. LL.PP 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei ponti stradali".

“Quando il ponte interessa un corso d'acqua naturale o artificiale, il progetto dovrà essere corredato da una relazione riguardante i problemi idrologici, idrografici ed idraulici relativi alle scelte progettuali, alla costruzione e all'esercizio del ponte.

L'ampiezza e l'approfondimento della relazione e delle indagini che ne costituiscono la base saranno commisurati all'importanza del problema e al grado di elaborazione del progetto.

Una cura particolare è da dedicare, in ogni caso, al problema delle escavazioni dell'alveo ed alla protezione delle fondazioni delle pile e delle spalle.

La trattazione dei citati problemi dovrà avvenire nel rispetto del testo unico 25 luglio 1904, n. 523 e successivi aggiornamenti.” (Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali – par. 2.4)

- Circ. LL.PP. n° 34233 del 25/02/1991. “Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali”

.... gli elementi del ponte, quali le opere di sostegno, di difesa ed accessorie, quando interessino l'alveo di un corso d'acqua, specie se di qualche importanza, dovranno far parte di un progetto unitario.....

Nel caso in cui l'opera di attraversamento sia costituita, oltre che dal ponte vero e proprio, anche da uno o due rilevati collocati in alveo, dovranno essere valutate quali modifiche possono prodursi a monte dell'opera in conseguenza della riduzione della luce libera rispetto a quella primitiva.....

La quota idrometrica e il franco dovranno essere posti in correlazione con la piena di progetto anche in considerazione della tipologia dell'opera e delle situazioni ambientali ...

## 2.4.2 Normativa regionale

I principali riferimenti normativi di scala regionale che sono stati considerati per la progettazione sono:

- 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 di “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 recettori, 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 (PTA)

Approvato dall'Assemblea Legislativa con Deliberazione n. 40 del 21 dicembre 2005, sul BUR - Parte Seconda n. 14 del 1 febbraio 2006 si dà avviso della sua approvazione, mentre sul BUR n. 20 del 13 febbraio 2006 si pubblicano la Delibera di approvazione e le norme.

### 2.4.3 Autorità di Bacino

Nell'area delle opere in progetto non vi sono corsi d'acqua interferiti che appartengono all'Autorità di Bacino del Fiume Reno.

## 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:

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- Circ. Min. LL.PP.14 Febbraio 1974, n. 11951 – Applicazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086";
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64, recante provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- D.M. 17 gennaio 2018: Norme tecniche per le costruzioni 2018 (NTC2018);
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7: "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;

- Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti - Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- UNI EN 206-1: Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità,
- UNI 11104: Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1;
- UNI EN 1090: Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio
  - § Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali;
  - § Parte 2: Requisiti tecnici per strutture in acciaio;
- UNI EN 1990: Basi della progettazione strutturale;
- UNI EN 1991 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture
  - § Parte 2: Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti;
  - § Parte 4: Azioni sulle strutture – Azione del vento;
  - § Parte 5: Azioni sulle strutture – Azioni termiche;
- UNI EN 1992 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo
  - § Parte 2: Ponti di calcestruzzo;
- UNI EN 1993 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio
  - § Parte 2: Ponti di acciaio;
- UNI EN 1994 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo
  - § Parte 2: Regole generali e regole per i ponti;
- UNI EN 1998 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica
  - § Parte 2: Ponti.

## 2.6 MITIGAZIONI ACUSTICHE

Le principali normative che saranno prese a riferimento per la progettazione sono:

- 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, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164"

## 2.8 OPERE A VERDE

I vincoli normativi sono rappresentati dalle leggi nazionali e regionali forestali vigenti, dalle eventuali indicazioni contenute nei documenti di pianificazione territoriale in tema di mitigazione degli impatti delle infrastrutture viarie e di forestazione, dai regolamenti comunali del verde, dalle norme relative alla distanza delle alberature dalla strada e dalle proprietà private indicate nel Nuovo Codice della Strada e nel relativo Regolamento di attuazione (DPR 495/1992 e s.m.i.) e, infine, dal Codice Civile.

Per quanto riguarda, in particolare, le norme di sicurezza, il Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada definisce nell'art. 26 (attuazione art.16 Cod. della Strada) le fasce di rispetto fuori dei centri abitati:

- *comma 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.*
- *comma 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.*
- *comma 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.*

Le norme del Codice Civile di interesse per le opere a verde sono quelle che definiscono la distanza degli alberi e delle siepi dai confini della proprietà (art. 892 e art. 896). Esse risultano valide qualora non esistano distanze stabilite da regolamenti comunali o dettati dagli usi locali. Secondo il Codice Civile la distanza viene misurata dalla linea del confine alla base esterna del tronco dell'albero messo a dimora, oppure dal punto di semina. Nei casi in cui il terreno è in pendio, tale distanza si misura prolungando verticalmente la linea di confine e tracciando la perpendicolare fino al tronco. Le distanze non vanno osservate nei casi in cui sul confine esiste un muro divisorio, purché le piante siano tenute ad altezza che non ecceda la sommità del muro. Le distanze dal confine si riferiscono alle seguenti tipologie di piante:

- alberi ad alto fusto, intesi come individui il cui fusto, semplice o diviso in rami sorge ad altezza notevole: distanza minima di m. 3;
- alberi di non alto fusto, intesi come individui il cui fusto, sorto ad altezza superiore ai 3 m, si diffonde in rami: distanza minima di m 1.5;
- siepi trattate a ceduo: distanza minima m. 1;
- siepi di Robinia: distanza minima m. 2;
- viti, arbusti e siepi, diverse dalle precedenti e fruttiferi alti meno di 2.5 m: distanza minima di 0.5 m.

Nel Codice Civile è anche stabilito che 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, usi locali. Se gli uni e gli altri non dispongono, si osservano le distanze prescritte dall'articolo 893 C.C.

## 2.9 IMPIANTI

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti legislativi e normativi che sono stati considerati nello sviluppo del progetto degli impianti:

### Leggi e Decreti

- D.M. n° 37 del 22/01/08 "Regolamento [...] recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"
- Legge n° 531/82 lavori di miglioramento della sicurezza
- Decreto del Ministro dell'Ambiente del 27 settembre 2017 recante "Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica".
- Legge regione Emilia Romagna n. 19/2003 "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e risparmio energetico"
- Direttiva tecnica applicativa "Terza Direttiva" approvata con deliberazione di Giunta Regionale n. 1732/2015 " per l'applicazione dell'articolo 2 della LR 19/2003 recante "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico"

### Norme CEI

Tutta la normativa del Comitato Elettrotecnico Italiano in generale, di interesse degli impianti in progetto ed in particolare:

- Norma CEI 0-21 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti MT/BT delle imprese distributrici di energia elettrica (nel caso di fornitura in BT).
- Norma CEI 11-17 - "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo"
- Norma CEI 11-25 - "Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata."
- Norma CEI 14-6 - "Trasformatori di isolamento e trasformatori di sicurezza"
- Norma CEI 17-5 - "Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici"
- Norma CEI 17-113 - "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)"
- Norma CEI EN 61386-24 -"Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 24: Prescrizioni particolari – Sistemi di tubi interrati"

- Norma CEI 64-8 - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 Volt in corrente alternata e 1.500 Volt in corrente continua"

## **Norme UNI**

Tutta la normativa UNI, di interesse per le opere in progetto ed in particolare:

- Norma UNI 11248 - Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche
- Norma UNI 13201-2 - Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali
- Norma UNI 13201-3 - Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni

## **Altro**

- Tabelle CEI-UNEL per il dimensionamento dei cavi elettrici
- Prescrizioni delle Norme Tecniche ENEL

## **2.10 ESPROPRI**

La normativa che sarà seguita per la tematica degli espropri è la seguente:

- Dpr 327/2001 e s.m.i. - Testo Unico delle Espropriazioni.
- Sentenza della Corte Costituzionale n. 348 del 24 ottobre 2007 (abrogazione art. 37 dpr 327/2001 – Legge Finanziaria 2008).

## **2.11 INTERFERENZE**

La normativa che sarà seguita per la tematica delle interferenze è la seguente:

- 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.

### 3. GEOLOGIA

Si riportano a seguire le informazioni relative alle indagini geognostiche ed alla descrizione geologico-geomorfologica-idrogeologica dell'intervento oggetto di studio. Per quanto riguarda invece tutti gli aspetti di inquadramento e di approfondimento tematico si rimanda alle specifiche relazioni di progetto.

#### 1.2 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.

##### 1.2.1 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.

##### 1.2.2 Indagini geognostiche pregresse

Si tratta di sondaggi, pozzetti e prove penetrometriche eseguite per l'ampliamento della Tangenziale di Bologna (anni 1984, 1999 e 2000).

##### 1.2.3 Indagini geognostiche del progetto definitivo della terza corsia Bologna Ferrara (2011)

Ai fini della ricostruzione geologica e geotecnica della tratta in oggetto è stata realizzata un'apposita campagna di indagini geognostiche (indagini in sito e prove di laboratorio) suddivisa in due fasi.

Di seguito sono riportate le indagini utilizzate:

- n. 1 sondaggio geognostici verticale (S-BF1-B) eseguito a carotaggio continuo, spinto fino a 40 m di profondità, con esecuzione di prove in foro tipo SPT, Lefranc e pressiometriche, prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati;
- analisi gascromatografiche (metano) sui fluidi di perforazione;
- prove geotecniche di laboratorio sui campioni prelevati. Sono state condotte prove di identificazione (caratterizzazione fisica, granulometrie, limiti e contenuto di sostanza organica) e prove meccaniche (triassiali UU e CIU).

#### 1.2.4 Indagini geognostiche Passante di Bologna (2016-2017)

Ai fini della ricostruzione geologica e geotecnica della tratta in oggetto sono state realizzate apposite campagne di indagini geognostiche (sito e prove di laboratorio) di cui alcune verticali di indagine ricadono nell'area di interesse (prove penetrometriche CTPU-1, CPTU-2 e CPTU3, sondaggi PB17bis e PB17DH).

#### 1.2.5 Indagini geognostiche progetto esecutivo terza corsia Bologna Ferrara (2018)

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) di cui una parte è stata utilizzata per la redazione dei profili geologici, ed in particolare:

- n. 4 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTUx-PE);
- n. 1 pozzetto esplorativo (PZ-24PE) con esecuzione di prove carico su piastra e densità in sito e prelievo di campioni rimaneggiati che sono stati poi sottoposti ad analisi di laboratorio (granulometria e limiti);
- prove sismiche di superficie (n. 2 MASW e n. 1 REMI).

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.

### 1.3 RISULTATI DELLE INDAGINI

L'integrazione di dati di superficie e di sottosuolo ha permesso la redazione della carta geologica, geomorfologica ed idrogeologica (scala 1:5.000) e di due profili geologici; i documenti sono riportati in allegato alla relazione.

Nell'ambito del presente capitolo si descrivono i principali elementi geologici-geomorfologici ed idrogeologici riscontrabili lungo i due assi in progetto.

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

- ∅ argille e/o limi prevalenti (terreni prettamente coesivi);
- ∅ ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose, sabbie, sabbie limose, sabbie limoso-argillose (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 eterotipica dei depositi cartografati, la forma e l'estensione delle lenti di materiale riportate in profilo geologico deve essere assunta come verosimile ma non come l'unica possibile.

L'intervento previsto lungo l'asse Ovest e quello previsto lungo l'asse est si sviluppano sui terreni afferenti all'Unità di Modena (AES8a) che è contenuta nel subsistema di Ravenna (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).

La litologia del terreno di substrato preminente risulta quella coesiva, in cui sono intercalate lenti di terreno granulare; inoltre, da c.a. 30m di profondità è presente un cospicuo livello sabbioso-ghiaioso piuttosto continuo. La descrizione dettagliata della litostratigrafia dei terreni attraversati (in particolare i livelli torbosi) è contenuta nelle stratigrafie dei sondaggi e dei pozzetti raccolte negli appositi elaborati allegati al presente progetto.

Dal punto di vista geomorfologico si segnala che la porzione iniziale dei due assi si sviluppa, secondo il P.S.C. di Bologna, nell'ambito di un dosso fluviale.

Dal punto di vista idrogeologico i terreni di substrato presentano una permeabilità da bassa a molto bassa, essendo diffusamente limoso-argillosi; si evidenzia che, sulla base del modello isopiezometrico sviluppato per il progetto del Passante di Bologna (dati piezometrici riferibili a febbraio-marzo 2021), è possibile ipotizzare la presenza di una falda principale con soggiacenza di c.a. 7-9m. Tale andamento risulta compatibile con l'unica misura piezometrica disponibile per il sondaggio S-BF1-B, pari a 9,06 m da p.c. misurata a giugno 2011, ed ubicato presso il nuovo scatolare previsto in asse est. Infine è possibile ipotizzare la presenza di una falda ancora più superficiale, a carattere locale, la cui correlazione si è basata sulle misurazioni registrate nel mese di luglio 2018 durante le prove penetrometriche CPTUx-PE (tra 2,40m e 3,30m da p.c.) e dal datalogger installato nel sondaggio PB17bis in ambito Passante di Bologna (c.a. 4,5m da p.c.).

## 4. GEOTECNICA

Il presente capitolo riporta la caratterizzazione geotecnica delle principali unità litostratigrafiche individuate lungo il tratto autostradale.

La caratterizzazione geotecnica si è basata principalmente su:

- descrizione stratigrafica dei sondaggi e dei pozzetti esplorativi;
- interpretazione dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT;
- prove di laboratorio sui campioni rimaneggiati ed indisturbati;
- interpretazione delle prove penetrometriche statiche CPTU.

### 4.1 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; tale unità viene considerata a comportamento prevalentemente granulare

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.

## 4.2 AZIONE SISMICA

I valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ , e  $T_c^*$  da considerare per la determinazione dell'azione sismica sono quelli forniti in allegato al DM 14/01/20081 in punti ubicati ai nodi di una griglia che copre l'intero territorio nazionale. I valori degli stessi parametri in un sito di coordinate geografiche note che non sia ubicato su un nodo della griglia si ottengono per interpolazione dei valori ai quattro nodi della griglia più vicini.

In Tabella 4 sono riportati i valori di  $a_g$ ,  $F_0$ , e  $T_c^*$  ricavati per via Apoazza. I valori sono stati ottenuti mediante il foglio di calcolo Spettri di Risposta SPETTRI-NTC v. 1.0.3, distribuito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (2019).

Tabella 4: Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento (ottenuti attraverso l'impiego del foglio di calcolo Spettri-NTC ver. 1.0.3.xls, CSLLPP 2019) per le opere dell'asse principale e ad esse interferenti caratterizzate da  $VR = 100$  anni

SL	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	60	0.070	2.484	0,275
SLD	101	0.087	2.473	0,285
SLV	949	0.213	2.439	0,306
SLC	1950	0.270	2.434	0,312

### 4.2.1 Valutazione della risposta sismica locale

In accordo alle Norme Tecniche, le categorie di sottosuolo vengono distinte principalmente in funzione dei valori di  $V_s$  che caratterizzano il volume significativo del terreno con cui l'opera interagisce. La scelta deriva dal fatto che l'amplificazione sismica di un deposito è dipendente dal modulo di taglio a piccole deformazioni ( $G_0$ ), a sua volta legato alla velocità di propagazione delle onde di taglio a piccole deformazioni mediante la ben nota relazione:

$$G_0 = r \cdot V_s^2,$$

essendo  $r$  la densità del materiale che costituisce il deposito.

Per un dato sito, le Norme definiscono la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ( $V_{s,eq}$ ) mediante la formula:

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

essendo  $H$  lo spessore complessivo del deposito sopra al substrato,  $h_i$ =spessore (in metri) dell' $i$ -esimo strato compreso e  $V_{s,i}$ =velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato.

Per i siti nei quali la profondità del substrato è maggiore di 30 m (condizione sempre riscontrata lungo il tracciato), si pone  $H=30$  m e nella formula si considereranno gli strati fino a 30 m. La velocità equivalente viene indicata come  $V_{s,30}$ .

<sup>1</sup> Par. 3.2 delle NTC2018: "Per i valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$ , necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti."

In accordo alle NTC2018, 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 (Tabella 5 seguente).

Tabella 5: Tab. 3.2.IV delle Norme Tecniche (espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$ )

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Per quanto riguarda l'eventuale amplificazione topografica, al coefficiente  $S_T$  possono essere assegnati i valori seguenti in funzione della categoria topografica corrispondente (Tabella 6 seguente).

Tabella 6: Tab. 3.2.III delle Norme Tecniche (categorie topografiche)

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a $30^\circ$	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di $30^\circ$	1,4

I valori del fattore di sito  $S$  e dell'azione sismica di progetto

$$a_{max} = S a_g$$

Considerato che il tracciato insiste su terreni sostanzialmente pianeggianti (cat. T1), si assume, indipendentemente dall'ubicazione dell'opera,  $S_T = 1$ .

Per la definizione della categoria di sottosuolo, per il prolungamento di via Aposazza, si è fatto riferimento alla misurazione diretta delle velocità delle onde di taglio tramite le indagini geofisiche di cui in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

**Il valore di  $V_{s,eq}$  misurato è pari a 180m/s pertanto per le opere in progetto è da assumere la categoria di suolo D.**

In Tabella 7 sono riportati i valori di accelerazione massima attesa al sito a  $a_{max}[g]$  in accordo alla categoria di sottosuolo individuata e in accordo agli stati limite elencati.

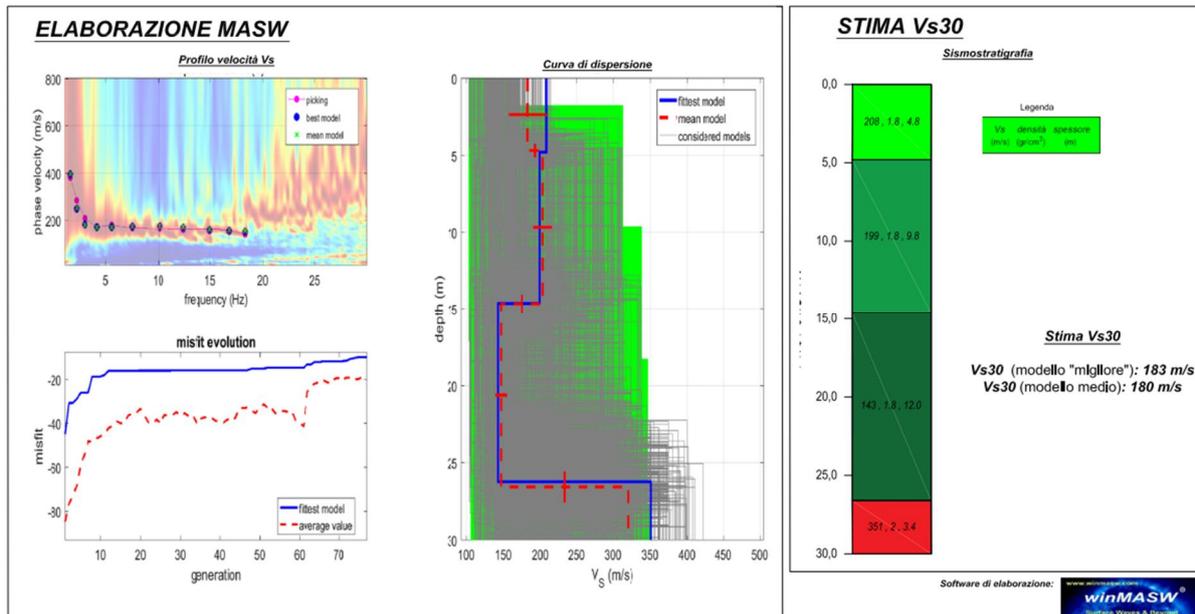


Figura 2 - categoria di sottosuolo da VS,30 in corrispondenza della prova MASW + REMI (2018)

**Tabella 7 Coefficienti di sito S e accelerazione di progetto  $a_{max}$  per gli stati limite di riferimento ( $V_R = 100$  anni)**

Categoria sottosuolo	SL	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	S [-]	$a_{max}$ [g]
D	SLO	60	0.070	1.800	0.126
	SLD	101	0.087	1.800	0.157
	SLV	949	0.213	1.621	0.345
	SLC	1950	0.270	1.414	0.382

### 4.3 CARATTERISTICHE DEI PIANI DI POSA E BONIFICHE

Al fine di valutare gli spessori di bonifica è stata fatta una analisi delle descrizioni stratigrafiche riportate nei certificati di indagine sia del pozzetto che dei sondaggi, in tali certificati il terreno superficiale (entro il metro di profondità) è descritto come terreno vegetale; in particolare, nel log di sondaggio del pozzetto PZ-24-PE si dichiara la presenza di riporto antropico di varia natura misto a materiale vegetale.

Alla luce di quanto osservato, si prescrive uno spessore di scotico pari a 0.2m e uno spessore di bonifica pari a 1m.

Date le caratteristiche sopra descritte si ritiene che:

- Il materiale da scavo non possa essere riutilizzato;
- Non sia applicabile un trattamento a calce.

## 5. ARCHEOLOGIA

### 5.1 PREMESSA

Gli interventi previsti nel Progetto Definitivo "A13 Bologna-Padova. Tratto: Bologna Arcoveggio-Bologna Interporto. Prosecuzione fino alla via Aposazza del sistema tangenziale di Bologna " ricadono all'interno del territorio del comune di Bologna.

L'area interessata viene esaminata prendendo in considerazione i seguenti dati:

- bibliografici; archivistici (conservati presso la Soprintendenza per i Beni Archeologici territorialmente competente), piani urbanistici (PSC dei comuni interessati dal progetto e dal PTCP della Provincia di Bologna); vincoli archeologici;
- geomorfologia del territorio, quale indicatore della presenza di possibili insediamenti antichi;
- l'ambiente antropico antico: valutazione delle modalità di popolamento specificatamente all'area interessata dai lavori;
- analisi dei dati concernenti le indagini geognostiche.

L'analisi, come di consueto, non riguarda solo l'area di progetto ma è estesa anche alle zone immediatamente limitrofe calcolando un buffer territoriale di almeno 500 m, in modo tale da avere un quadro più esaustivo possibile della conoscenza del territorio.

### 5.2 SINTESI STORICO-ARCHEOLOGICA DELLE AREE OGGETTO DEI LAVORI

Il comparto territoriale attraversato dal progetto presenta interessanti e molteplici testimonianze archeologiche comprese fra l'età protostorica e l'età medioevale, indice quindi di un'occupazione territoriale continua nel tempo.

Nell'area di interesse non si attestano rinvenimenti di età preistorica.

L'attestazione più antica si riferisce alle strutture del Bronzo Medio, rinvenute durante la realizzazione dell'edificio Macron Store e riferibili ad attività produttive, emerse ad una profondità di m 2,50; tracce riferibili ad un insediamento dell'età del Bronzo si rinvennero anche durante i lavori per lo svincolo Arcoveggio, ad una profondità di m 4,00.

Sempre durante i lavori per lo svincolo Arcoveggio, si rinvennero, ad una profondità di m 3,00-4,00, strutture di bonifica ed irreggimentazione acque del VII secolo: in quest'area doveva esserci un piccolo nucleo abitativo a cui dovrebbe riferirsi anche una tomba ad incinerazione datata al VI secolo. Altre interessanti testimonianze riferibili all'età del Ferro provengono da zona Fiera, con il rinvenimento di resti riferibili ad un villaggio villanoviano con necropoli a cremazione (IX-VIII sec. a.C.); attestazioni più sporadiche provengono poi da via Stalingrado (livello antropizzato dell'età del Ferro).

Gli scavi per lo svincolo di Arcoveggio misero alla luce anche tombe celtiche (IV-III secolo), relative ad una necropoli che va probabilmente collegata alla presenza di una piccola comunità rurale sorta in quella zona nello stesso periodo.

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. La ricostruzione centuriata proposta in questa sede è frutto delle rare sopravvivenze del sistema nell'attuale tessuto e paesaggio agrario di Bologna : rinvenuta principalmente nei PSC comunali dei vicini comuni, è stata poi completata con la proiezione degli assi centuriali individuati con certezza. 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: si evidenzia come l'area interessata dal progetto sia coperta completamente da attestazioni centuriali ipotetiche.

Considerando l'importanza dell'area centuriata, colpisce la scarsità nell'area di edifici rustici o ville coerenti con l'organizzazione centuriata suddetta, che può tuttavia essere spiegata con la profondità della stratigrafia antica, in questa zona colmata spesso da ingenti riporti alluvionali: l'unica attestazione consiste nei resti di un piccolo impianto rustico, non coassiale con la centuriata, rinvenuto a m 1,50 di profondità in località Arcoveggio.

Infine, durante i lavori per lo svincolo Arcoveggio già citati, si rinvenne una strada glareata di età repubblicana coincidente con un asse intercisivo mediano rispetto a due decumani centuriali.

Si segnalano livelli antropizzati presso via dell'Arcoveggio alla profondità di m 3,00 e, alla stessa profondità, in località Malcantato; lungo la Via Cristoforo Colombo, in occasione della costruzione del cavalcavia ferroviario della linea FS Bologna-Venezia, vennero individuati, ad una profondità compresa fra -1,80 e -3,35m, piani di campagna e piani di calpestio probabilmente di età romana.

Rare, in generale, le attestazioni riferibili a necropoli: in zona Fiera, rinvenuta ad una profondità di m 3,00, e la necropoli di Corticella, a -4,90 m dal p.c.

L'area è infine particolarmente scarsa di attestazioni di età medioevale (l'unica nota è in zona Fiera).

### 5.3 VALUTAZIONE DEL POTENZIALE ARCHEOLOGICO

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

- in generale 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 preistorica in poi, senza soluzione di continuità;
- in particolare, l'area è caratterizzata dalla presenza di una maglia centuriale la cui ricostruzione rimane ad oggi ipotetica, all'interno della quale il rischio archeologico è legato soprattutto alla possibilità di individuazione degli edifici ad essa riferibili oltre che ad evidenze interpretabili come attività di tipo agrario e di regimentazione delle acque ad esse connesse. La griglia centuriale ipotetica così come riportata in cartografia, risulta essere direttamente interferente con l'opera in progetto in due punti;
- L'area interessata dal progetto è limitrofa ai rinvenimenti portati alla luce durante i lavori di realizzazione dello svincolo autostradale Bologna Arcoveggio, quando si rinvennero importanti testimonianze archeologiche di età protostorica, orientalizzante, gallica e romana, ubicate ad una profondità media di m 3,00-4,00 dal piano di calpestio:
  - Ad una profondità di circa m 4,00, al di sotto dello strato arativo romano, si rinvennero ampie tracce insediative riferibili alla tarda età del Bronzo, quali buche di palo, pozzetti, piccole fosse rettilinee;
  - Nella stessa area, ad una profondità compresa fra m 3-4 dal piano campagna, si rinvennero strutture di bonifica e di irreggimentazione delle acque di età etrusca orientalizzante (VII secolo a.C.), probabilmente utilizzate sino agli inizi del IV secolo a.C.: le opere di bonifica evidenziano un intervento sistematico sul terreno finalizzato allo sfruttamento agricolo della zona, attraverso un assetto che risultò efficace e durevole nel tempo. In questa area dovette poi insediarsi un piccolo nucleo abitativo o un'abitazione isolata, a cui è probabilmente da riferire una tomba femminile ad incinerazione rinvenuta nei pressi e datata al VI secolo a.C.
- Immediatamente ad est del casello, allo svincolo autostradale di Bologna Arcoveggio, a - 4,20 m dal piano di calpestio, si rinvennero n. 5 tombe celtiche ad inumazione, datate fra la fine del IV e la prima metà del III secolo a.C.: la presenza di questa piccola necropoli sembrerebbe riferirsi ad una piccola comunità rurale sorta nell'area nello stesso periodo.
- Nella stessa area, ad una profondità di 3,40m dal piano di calpestio, si rinvenne una strada glareata di età repubblicana (larga m 2,30, costituita da ciottoli sconnessi, solcata da orme carraie) orientata NO-SE e quindi coincidente con un asse intercisivo mediano rispetto a due decumani centuriali. La strada è coperta da terreno arativo di età imperiale.
- la verifica archeologica preventiva effettuata per i lavori di potenziamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna (2005-2006), quindi in aree limitrofe a quelle in oggetto, non ha restituito elementi di interesse archeologico;
- i pochi dati di scavo a disposizione permettono di ricostruire una stratigrafia costituita da ingenti riporti alluvionali.

In base a quanto detto il potenziale archeologico può essere così classificato:

- 1) VIA APOSAZZA "RP001"

Trattandosi di un adeguamento con ampliamento minimo e scavi poco profondi su rilevato stradale, in un'area abbastanza urbanizzata, mancando dati ed attestazioni archeologiche certe (se non l'ipotetica griglia centuriale), il potenziale può essere definito basso, *ossia il contesto territoriale circostante dà esito positivo. Il sito si trova in una posizione favorevole (geografia, geologia, geomorfologia, pedologia) ma sono scarsissimi gli elementi concreti che attestino la presenza di beni archeologici* (Potenziale n. 3, Rischio basso).

2) SVINCOLO APOSAZZA – RAMPE INDIRETTE “RS001” e “RS002”

Nel tratto iniziale, in corrispondenza di via Aposazza, si tratta di una costruzione ex novo, con occupazione di suolo vergine e non depauperato in termini di eventuale conservazione del bene archeologico, sebbene realizzata con scavi poco profondi (max 1,20 m) e mancando dati ed attestazioni archeologiche certe (se non l'ipotetica griglia centuriale), il potenziale può essere definito come *indiziato da dati topografici o da osservazioni remote, ricorrenti nel tempo e interpretabili oggettivamente come degni di nota (es. soilmark, cropmark, micromorfologia, tracce centuriali). Può essere presente o anche assente il rinvenimento materiale* (Potenziale n. 6, Rischio medio). La stessa valutazione è per le aree di cantiere annesse (ADS01 e ADS02). Il rimanente tratto è un ampliamento dell'esistente, per cui il potenziale può essere definito basso (Potenziale n. 3, Rischio basso).

3) SVINCOLO APOSAZZA – RAMPE DIRETTE “RS003” e “RS004”

Trattandosi di un adeguamento con ampliamento minimo e scavi poco profondi (max 0,50 m), in un'area abbastanza urbanizzata, mancando dati ed attestazioni archeologiche certe (se non l'ipotetica griglia centuriale), il potenziale può essere definito basso, *ossia il contesto territoriale circostante dà esito positivo. Il sito si trova in una posizione favorevole (geografia, geologia, geomorfologia, pedologia) ma sono scarsissimi gli elementi concreti che attestino la presenza di beni archeologici* (Potenziale n. 3, Rischio basso).

4) SVINCOLO APOSAZZA -RAMPA DIRETTA “RS005”

Si tratta di una costruzione ex novo, con occupazione di suolo vergine e non depauperato in termini di eventuale conservazione del bene archeologico, sebbene realizzata con scavi poco profondi (circa 1,00 m) e mancando dati ed attestazioni archeologiche certe (se non l'ipotetica griglia centuriale), il potenziale può essere definito come *indiziato da dati topografici o da osservazioni remote, ricorrenti nel tempo e interpretabili oggettivamente come degni di nota (es. soilmark, cropmark, micromorfologia, tracce centuriali). Può essere presente o anche assente il rinvenimento materiale* (Potenziale n. 6, Rischio medio). La stessa valutazione è per l'area di cantiere annessa (CB001).

5) SVINCOLO APOSAZZA -RAMPA DIRETTA “RS006”

Si tratta di una costruzione ex novo, che seppur preveda scavi mediamente profondi (max 2,00 m) occupa un'area già urbanizzata, con occupazione di terreno quasi interamente occupato da precedenti lavori; mancando dati ed attestazioni archeologiche certe (se non l'ipotetica griglia centuriale), il potenziale può essere definito basso, *ossia il contesto territoriale circostante dà esito positivo. Il sito si trova in una posizione favorevole (geografia, geologia, geomorfologia, pedologia) ma sono scarsissimi gli elementi concreti che attestino la presenza di beni archeologici* (Potenziale n. 3, Rischio basso).

6) PIAZZALE ESAZIONE ARCOVEGGIO

Si tratta di lavorazioni che insistono sull'area già occupata dal piazzale esistente, e di conseguenza gli scavi intaccheranno terreno quasi completamente di riporto o comunque intaccato dai precedenti lavori di realizzazione dell'opera; il grado di potenziale archeologico è indicato come *Improbabile. Mancanza quasi totale di elementi indiziari all'esistenza di beni archeologici. Non è possibile escludere del tutto la possibilità di rinvenimenti sporadici* (Grado di potenziale del sito: 1, Rischio per il progetto: inconsistente).

7) VASCA DI LAMINAZIONE

Si tratta di una costruzione ex novo, con occupazione di suolo vergine e non depauperato in termini di eventuale conservazione del bene archeologico, con scavi mediamente profondi (max 2,20 m) e mancando dati ed attestazioni archeologiche certe (se non l'ipotetica griglia centuriale), il potenziale può essere definito come *indiziato da dati topografici o da osservazioni remote,*

*ricorrenti nel tempo e interpretabili oggettivamente come degni di nota (es. soilmark, cropmark, micromorfologia, tracce centuriali). Può essere presente o anche assente il rinvenimento materiale (Potenziale n. 6, Rischio medio).*

Per tutte le altre lavorazioni, senza operare alcuna ulteriore distinzione, il potenziale può essere definito basso, ossia il contesto territoriale circostante dà esito positivo. Il sito si trova in una posizione favorevole (geografia, geologia, geomorfologia, pedologia) ma sono scarsissimi gli elementi concreti che attestino la presenza di beni archeologici (Potenziale n. 3, Rischio basso).

#### 5.4 CONCLUSIONI

Nonostante gli interventi in progettazione ricadano in un'area ricca di elementi di interesse archeologico, di natura e tipologia diversa, la maggior parte di essi consiste in adeguamenti minimi a viabilità già esistente e comporta scavi a profondità minime o interessa aree già urbanizzate, dove il terreno è intaccato dai precedenti lavori. Per tali motivi il rischio archeologico di questi interventi può essere considerato basso o inconsistente.

Diversa è la valutazione per la parte iniziale delle rampe indirette "RS001" e "RS002, con annessi cantieri, la rampa est "RS005" e la vasca di laminazione, collocati in zone agricole e poco urbanizzate, con numerose attestazioni archeologiche: in questi casi il rischio può essere considerato medio.

Va infine segnalato come i ritrovamenti noti indichino una profondità dei giacimenti generalmente maggiore rispetto agli interventi in rilevato (con scavi superficiali), mentre il rischio aumenta per i tratti in trincea e le opere d'arte, attività comportanti scavi profondi e maggiormente impattanti.

## 6. 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, ricadente nella zona omogenea E, sono stati stimati valori dei parametri delle curve di crescita al fine di stabilire i parametri delle curve di possibilità climatica utilizzate per il dimensionamento delle opere idrauliche del sistema di drenaggio. Di seguito si riportano i parametri della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica per il tempo di ritorno di 25 e 50 anni utilizzati per il progetto. In particolare, è stato utilizzato il tempo di ritorno 50 anni per gli elementi costituenti la rete di raccolta delle acque afferente al collettore tipo Vigentino esistente lungo via Aposazza e 25 anni per tutti gli altri elementi della rete di smaltimento delle acque in progetto

### 6.1 INTERFERENZE IDROGRAFICHE ED INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA

L'intervento in progetto si colloca in adiacenza alla porzione iniziale dell'autostrada A13 nei pressi del casello di esazione. Il contesto territoriale è quello tipico di un'area periferica di un grande insediamento urbano. Convivono pertanto zone prettamente agricole ed aree fortemente urbanizzate a carattere industriale.

Per quanto riguarda l'area di intervento, non sono presenti interferenze idrografiche rilevanti che richiedono particolari opere di attraversamento e conseguenti sistemazioni idrauliche.

### 6.2 ZONE DI RICARICA DELLA FALDA

Per quanto riguarda il rispetto delle aree di ricarica della falda, l'intervento non ricade in zone di ricarica da tutelare come si può osservare nella figura sottostante tratta dal PTCP di Bologna. Pertanto, non sono previsti fossi rivestiti lungo il tracciato se non per altre esigenze progettuali.

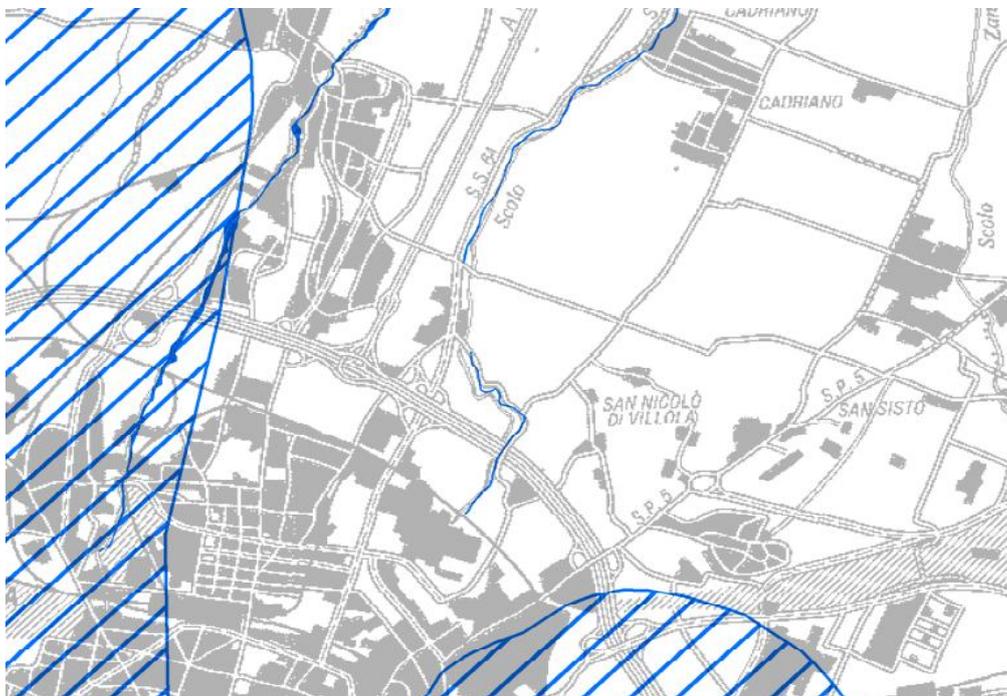


Figura 3 - Estratto PTCP Bologna

### 6.3 SISTEMA DI DRENAGGIO IDRAULICA DI PIATTAFORMA

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 autostradale; 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;
- § garantire il controllo quantitativo degli scarichi mediante laminazione delle acque di piattaforma relative alle superfici pavimentate;
- § garantire il controllo quantitativo degli scarichi mediante laminazione delle 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 500m<sup>3</sup>/(ha) di nuova superficie impermeabilizzata;
- § garantire, ove richiesto dalla normativa vigente, il controllo qualitativo delle acque prima della loro immissione nel ricettore finale;
- § evitare che le acque di ruscellamento esterne alle trincee possano determinare l'allagamento della sede viabile.

#### 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 cunette triangolari, le canalette grigliate 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 inerbiti e rivestiti) e da collettori in genere. Tali elementi provvedono al trasferimento delle acque verso i recapiti.
- § Elementi di recapito: sono individuati nei corsi d'acqua naturali, nei canali irrigui e nei fossi di scolo della viabilità esistente e possono essere diretti o presidiati.

Il tipo di elemento di raccolta da prevedere sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione che viene considerata. La sezione corrente dell'infrastruttura si divide, per caratteri costruttivi, in:

- § sezione in rilevato;
- § sezione in rilevato con muri di sostegno;
- § sezioni in trincea

Si riporta di seguito una breve descrizione del sistema di smaltimento previsto in corrispondenza delle varie tipologie di sezioni stradali di progetto.

### 1.3.1 Tipologia di drenaggio

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 con muri di sostegno;
- § sezione in trincea

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 con muro di sostegno	canaletta grigliata continua con scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante e scarico con recapito in pozzetto e in fosso inerbito
	trincea	canaletta grigliata continua con scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante, successivo scarico in vasca di laminazione

A questa schematizzazione non si riferisce il drenaggio del ramo RP001 – Via Aposazza: per tale sistema di raccolta si provvede alla posa di caditoie sifonate tipo HERA in corrispondenza delle caditoie esistenti, e di un collettore DN400 in PEAD, con recapiti nel collettore fognario esistente ubicati in corrispondenza degli attuali recapiti. In questo caso infatti non si tratta di un nuovo sistema di drenaggio ma di un intervento di manutenzione straordinaria dell'esistente.

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 qualitativo dell'acqua dilavante la piattaforma. Qualora l'acqua di piattaforma venga scaricata direttamente nel reticolo naturale, senza l'interposizione di presidi idraulici, il sistema drenante è denominato "aperto".

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

#### 6.4 LAMINAZIONE DEGLI SCARICHI

Sulla base della normativa regionale vigente e in analogia ai progetti, è stato previsto di laminare gli scarichi provenienti dalla piattaforma stradale garantendo una portata massima scaricata pari a 15l/s\*ha dell'intera superficie pavimentata. Come previsto dalla normativa, è stato verificato anche che il sistema di laminazione garantisca un volume minimo pari a 500m<sup>3</sup>/ha di nuova superficie pavimentata.

La laminazione all'interno dei fossi è garantita da manufatti terminali di controllo dotati di luce tarata per la regolazione delle portate in uscita. Ove non è stato possibile prevedere fossi al piede dei rilevati (per mancanza di spazio, in trincea, ...) si prevedono collettori di grandi dimensioni sotto la piattaforma (circolari o scatolari) o vasche dedicate, con manufatti di controllo terminali.

Al fine di evitare ritorni e permettere il corretto funzionamento dello scarico, i manufatti sono dotati di valvola a clapet.

Dato che alcune aree risultano particolarmente esigue il calcolo della portata teorica da risultati inferiori a 5l/s che risultano essere un limite tecnico per i regolatori di portata da applicare sui manufatti finali, pertanto, nel caso in cui il valore teorico della portata laminata (uscente) è minore o uguale a 5l/s, si assumono 5 l/s, se invece è compreso tra 5 e 10 l/s si utilizzano 10 l/s. Per valori superiori si utilizza il valore calcolato.

Di seguito si riporta la sezione relativa ad un manufatto di controllo.

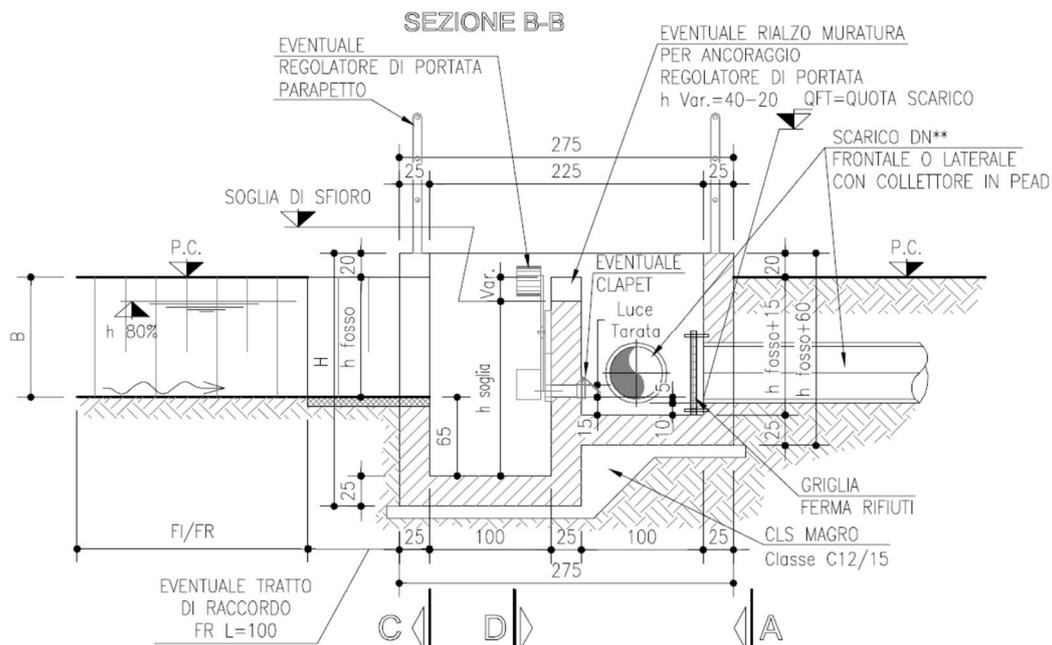


Figura 4 - Sezione tipologica manufatto di controllo

Laddove i fossi di guardia raggiungo dimensioni eccessive, è possibile realizzare una vasca di laminazione con la stessa funzione di limitare la portata scaricata nei ricettori finali.

Nello specifico, è prevista una vasca di laminazione in terra a pianta triangolare per laminare la portata proveniente dal lato Ovest della sede della A13, comprensiva dell'allargamento per la terza corsia e dalle rampe di accesso alla via Aposazza in rilevato nel tratto a Sud del cavalcavia di via Aposazza.

Nello specifico, è prevista una vasca di laminazione in terra a pianta triangolare per laminare la portata proveniente dal lato Ovest della sede della A13, comprensiva dell'allargamento per la terza corsia e dalle rampe di accesso alla via Aposazza in rilevato nel tratto a Sud del cavalcavia di via Aposazza. Lo svuotamento della vasca avviene tramite un sistema di pompaggio dedicato

## 7. PROGETTO STRADALE

L'intervento in progetto ha inizio all'altezza dell'interconnessione tra l'autostrada A14 (Bologna – Taranto) e l'autostrada A13 (Bologna – Padova) e termina, tramite un'intersezione a livelli sfalsati, lungo la via Aposazza.

Esso ricade completamente in comune di Bologna e si sviluppa quasi interamente in affiancamento all'autostrada A13 e relativi svincoli ad eccezione della parte terminale, dove per consentire l'inserimento delle rampe di svincolo si discosta.

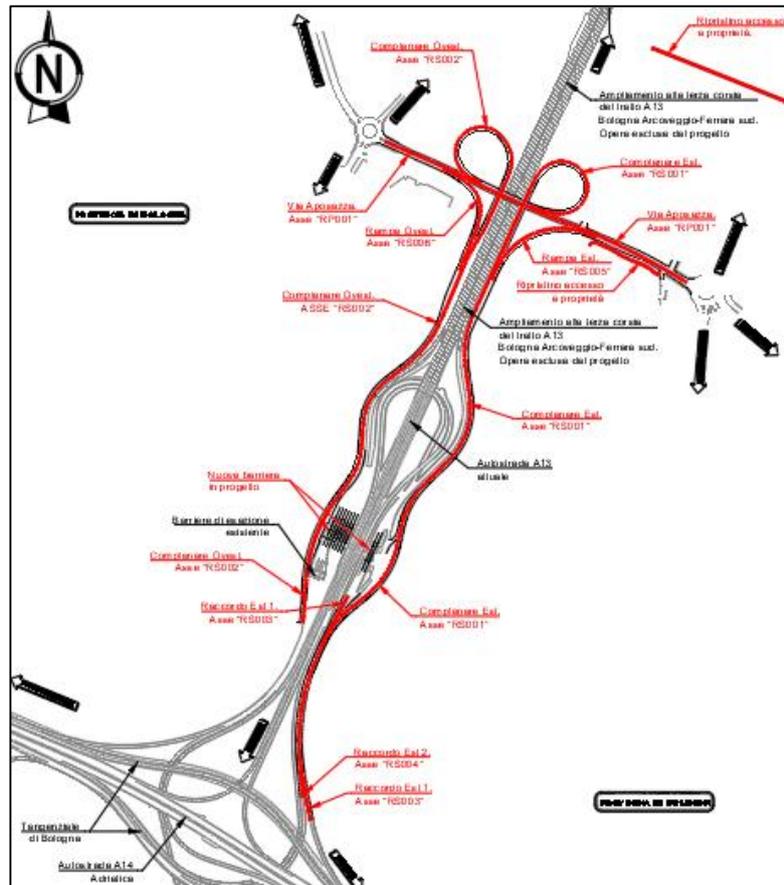


Figura 5 - Schema planimetrico intervento

Gli assi stradali prevedono sezioni tipo conformi a quanto previsto dai DM 5.11.2001 e DM 19.04.2006. In particolare, tutti gli assi, ad eccezione della via Aposazza inquadrata come strada urbana di quartiere (categoria E), si configurano come rampe di svincolo di un'intersezione.

La sezione trasversale utilizzata per l'adeguamento di via Aposazza (categoria "E") si compone da due corsie di marcia di larghezza 3.50m, banchine esterne da 0.500m e una banchina centrale da 0.50m per complessivi 8.50m di pavimentato. In alcuni tratti sono previsti anche marciapiedi laterali di dimensioni pari a 1.50m.

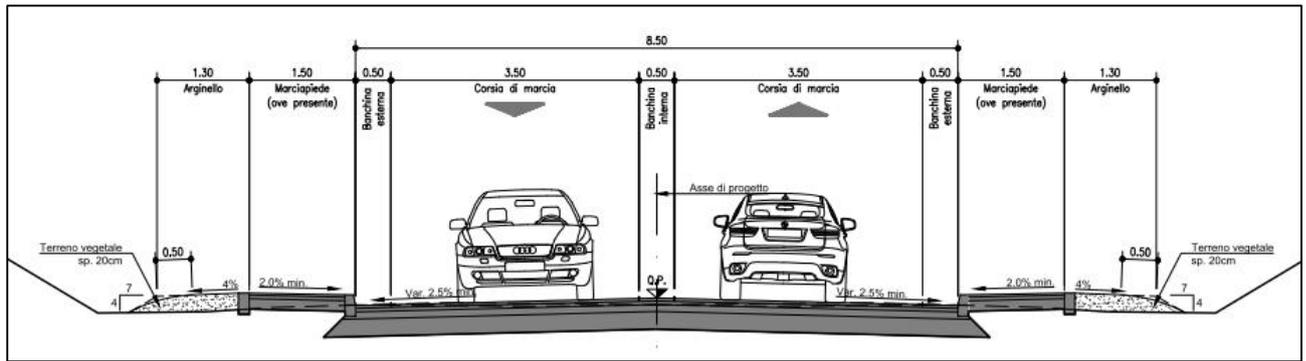


Figura 6 - Sezione tipo via Aposazza

La sezione trasversale utilizzata per le rampe di svincolo si compone da una corsia di marcia di larghezza 4,00m, banchina sinistra da 1,00m, banchina destra da 1,50m per complessivi 6,50m di pavimentato. La larghezza delle banchine esterne come indicato dalla normativa è un valore minimo che, lungo il tracciato nei tratti con problemi di visibilità, potrà avere dimensioni maggiori.

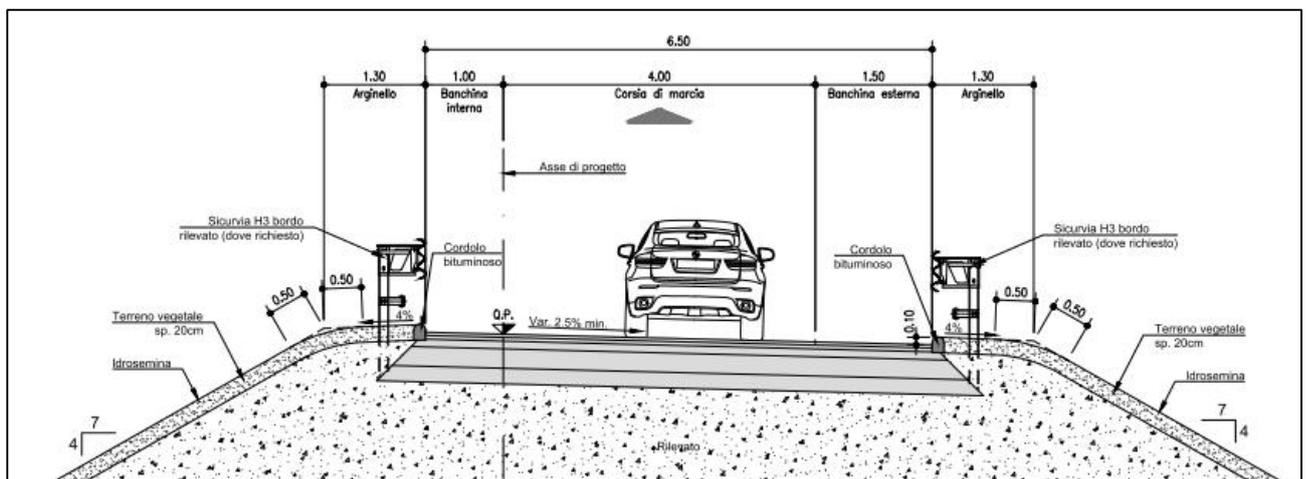


Figura 7 - Sezione tipo rampa monodirezionale

In corrispondenza della barriera di Arcoveggio in carreggiata Padova attualmente è presente un accesso di servizio per gli addetti al casello. Vista la configurazione della nuova rampa in stretto affiancamento al piazzale della barriera, tale accesso viene interdetto. Al fine di garantire la possibilità agli addetti di uscire dal sistema autostradale, è prevista in progetto una rampa a baionetta tra il piazzale e la nuova rampa.

In corrispondenza della barriera di esazione di Arcoveggio in carreggiata Bologna, a seguito della ricollocazione delle porte di pedaggio avanzate in direzione Bologna nella nuova posizione in linea con le altre, è previsto il locale allargamento del piazzale esistente per adeguarne le dimensioni in funzione della nuova configurazione delle porte.

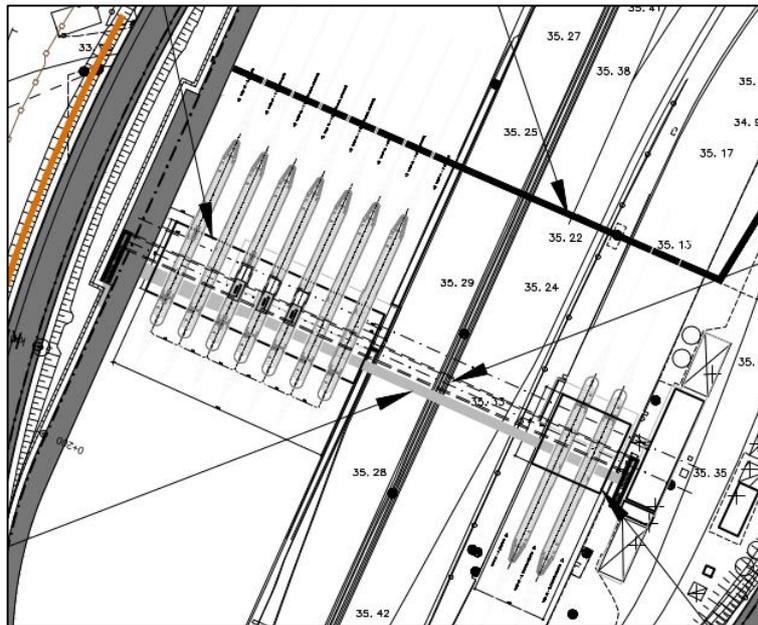


Figura 8 - Ampliamento barriera di esazione esistente

## 7.1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI STRADALI

Il progetto è costituito dai seguenti interventi stradali:

### Via Aposazza RP001

La via Aposazza esistente è ad unica carreggiata e doppio senso di circolazione.

La strada è interamente soggetta a intervento finalizzato sia a modificarne l'andamento planimetrico sia a riprofilarne l'altimetria.

Il tracciato planimetrico si estende per 572.6m e si raccorda alle estremità a due rotatorie esistenti. Il tracciato prevede la successione di 5 diverse curve aventi tutte raggio pari a  $R=1150m$ . Gli unici rettilifi sono presenti in prossimità della rotatoria ovest e del sottopasso autostradale.

Il profilo altimetrico prevede dall'inizio del tracciato per uno sviluppo di circa 175m una livelletta in discesa dello 0.70% in aderenza alla strada esistente. Un raccordo convesso di  $R=2100m$  che porta ad una livelletta in discesa al 1.97% segna l'inizio della modifica altimetrica della strada esistente. Ad esso segue un raccordo concavo di  $R=1470m$  che, superando i sottopassi sopra descritti, porta ad una livelletta in salita al 3.50%. L'ultima livelletta in salita allo 0.54% è raccordata alla precedente tramite raccordo convesso di  $R=5000m$  e riporta la strada di progetto in aderenza a quella esistente.

A fronte di un approfondimento medio di circa 40cm rispetto all'esistente, il franco stradale in corrispondenza degli allargamenti della A13 risulta sempre maggiore di 4.60m ed in corrispondenza delle strutture di progetto delle rampe dello svincolo di Aposazza risulta sempre maggiore di 5.00m.

### Svincolo Aposazza - Rampa indiretta RS001

La Rampa indiretta RS001 è una strada di nuova progettazione ad unica carreggiata monodirezionale.

Il tracciato planimetrico si estende per 1178.2m e si raccorda all'inizio alla rampa di uscita dalla tangenziale nord di Bologna in direzione A13 e alla fine alla via Aposazza riprofilata. Il tracciato mantiene il parallelismo col sistema autostradale per circa 900m di sviluppo per poi staccarsi e dare luogo al coppia della rampa indiretta che termina con la corsia di scambio parallela a via Aposazza.

Il tracciato prevede la successione di 6 diverse curve aventi raggi compresi tra  $R=45m$  e  $R=165m$  con interposti raccordi clotoidici e rettilifi i cui dettagli sono riportati sulle tavole di progetto.

Il tracciato altimetrico prevede la successione di 13 livellette aventi valori compresi nell'intervallo -4.0% +2.4%; esse sono intervallate da raccordi verticali i cui raggi sono compresi tra R=900m e R=3000m i cui dettagli sono riportati sulle tavole di progetto. In corrispondenza della prog. 0+875 la rampa transita sopra al sottopasso su via Aposazza.

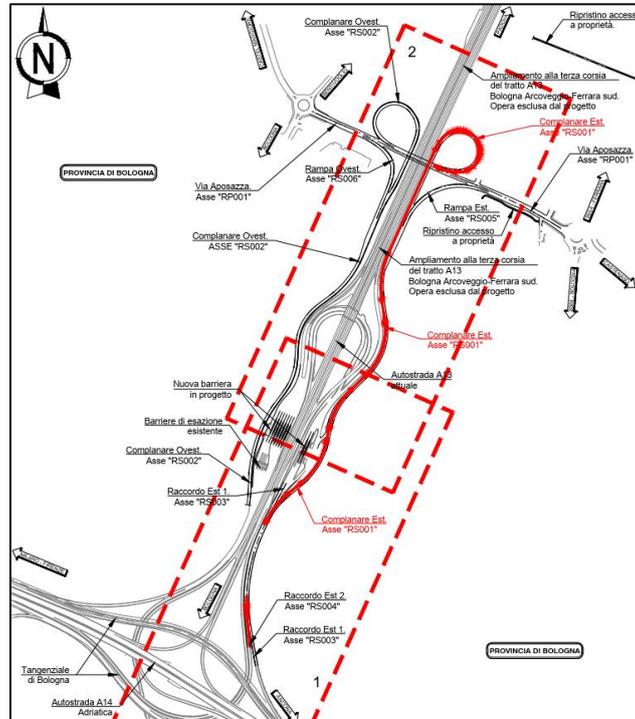


Figura 9 - Key-plan RS001

### Svincolo Aposazza - Rampa indiretta RS002

La Rampa indiretta RS002 è una strada di nuova progettazione ad unica carreggiata monodirezionale.

Il tracciato planimetrico si estende per 1444.0m e si raccorda all'inizio alla via Aposazza riprofilata e alla fine alla nuova rotatoria su via Corazza non facente parte del presente progetto. Il tracciato mantiene il parallelismo col sistema autostradale per circa 1144 di sviluppo mentre per i 300 m circa iniziali si stacca per dare luogo al coppia della rampa indiretta che ha origine dalla corsia di scambio parallela a via Aposazza.

Il tracciato prevede la successione di 10 diverse curve aventi raggi compresi tra R=15m e R=233m con interposti raccordi clotoidici e rettili i cui dettagli sono riportati sulle tavole di progetto.

Il tracciato altimetrico prevede la successione di 18 livellette aventi valori compresi nell'intervallo -4.0% +2.4%; esse sono intervallate da raccordi verticali i cui raggi sono compresi tra R=900m e R=3000m i cui dettagli sono riportati sulle tavole di progetto. In corrispondenza della prog. 0+875 la rampa transita sopra al sottopasso su via Aposazza.

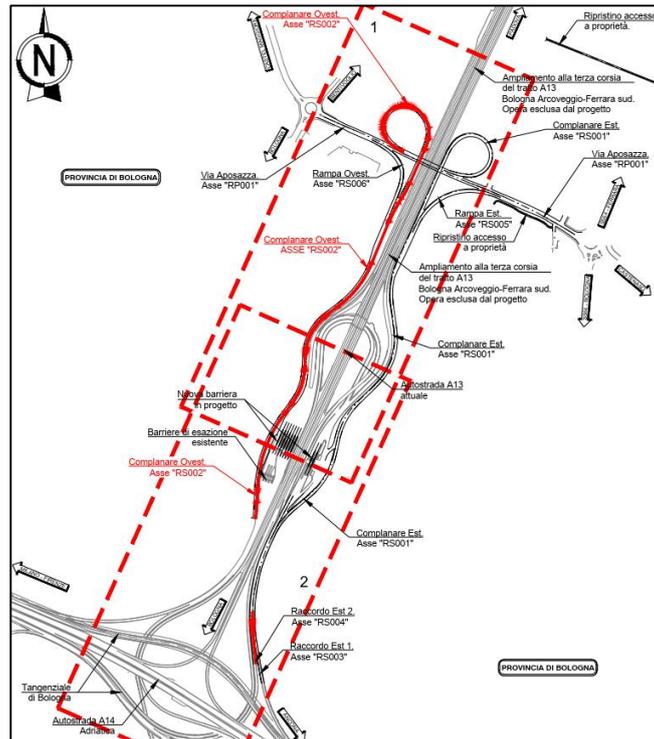


Figura 10 - Key-plan RS002

### Svincolo Aposazza - Rampa diretta RS003

La Rampa diretta RS003 è una strada esistente ad unica carreggiata con una corsia monodirezionale.

Il tracciato planimetrico si estende per 407.2m e si raccorda all'inizio alla rampa di uscita dalla tangenziale nord di Bologna in direzione A13 e alla fine al piazzale della barriera di esazione.

Il tracciato prevede la successione di 4 diverse curve aventi raggi compresi tra  $R=250m$  e  $R=708m$  con interposti raccordi clotoidici e rettili i cui dettagli sono riportati sulle tavole di progetto.

Il tracciato altimetrico prevede la successione di 6 livellette aventi valori compresi nell'intervallo  $-3.2\%$   $+0.35\%$ ; esse sono intervallate da raccordi verticali i cui raggi sono compresi tra  $R=2000m$  e  $R=15000m$  i cui dettagli sono riportati sulle tavole di progetto.

### Svincolo Aposazza - Rampa diretta RS004

La Rampa diretta RS004 è una strada esistente ad unica carreggiata con una corsia monodirezionale. Ai sensi del D.M. 05.11.2001 essa è una strada di servizio tipo D avente velocità di progetto compresa nell'intervallo 25-60 km/h. Le progressive di progetto sono crescenti nel senso di percorrenza da ovest verso est cioè dalla tangenziale diramazione ovest verso la barriera di esazione di Arcoveggio.

Il tracciato piano altimetrico ricalca pedissequamente quello esistente.

Il tracciato planimetrico si estende per 108.8m e si raccorda all'inizio alla rampa di uscita dalla tangenziale nord di Bologna in direzione A13 e alla fine al piazzale della barriera di esazione.

Il tracciato prevede una sola curva avente raggio  $R=365.5m$  associata ad una clotoide ed un rettilo i cui dettagli sono riportati sulle tavole di progetto.

Il tracciato altimetrico prevede la successione di 3 livellette aventi valori compresi nell'intervallo  $-0.19\%$   $-1.61\%$ ; esse sono intervallate da raccordi verticali i cui raggi sono compresi tra  $R=600m$  e  $R=2500m$  i cui dettagli sono riportati sulle tavole di progetto.

**Svincolo Aposazza - Rampa diretta RS005**

La Rampa diretta RS005 è una strada nuova ad unica carreggiata con una corsia monodirezionale.

Il tracciato planimetrico si estende per 223.2m e si raccorda all'inizio alla rampa RS001 dalla quale si diparte e alla fine alla via Aposazza riprofilata.

Il tracciato prevede una sola curva avente raggio R=120.0m associata a due clotoidi e due rettilifi i cui dettagli sono riportati sulle tavole di progetto.

Il tracciato altimetrico prevede la successione di 4 livellette aventi valori compresi nell'intervallo -3.0% +3.2%; esse sono intervallate da raccordi verticali i cui raggi sono compresi tra R=1000m e R=3525m i cui dettagli sono riportati sulle tavole di progetto.

**Svincolo Aposazza - Rampa diretta RS006**

La Rampa diretta RS006 è una strada nuova ad unica carreggiata con una corsia monodirezionale.

Il tracciato planimetrico si estende per 213m e si raccorda all'inizio alla via Aposazza riprofilata e alla fine alla rampa RS002 sulla quale confluisce.

Il tracciato prevede la successione di 3 diverse curve aventi raggi compresi tra R=50m e R=1146m con interposti raccordi clotoidici e rettilifi i cui dettagli sono riportati sulle tavole di progetto.

Il tracciato altimetrico prevede la successione di 3 livellette aventi valori compresi nell'intervallo -1.41% +5.0%; esse sono intervallate da raccordi verticali i cui raggi sono compresi tra R=1000m e R=1060m i cui dettagli sono riportati sulle tavole di progetto.

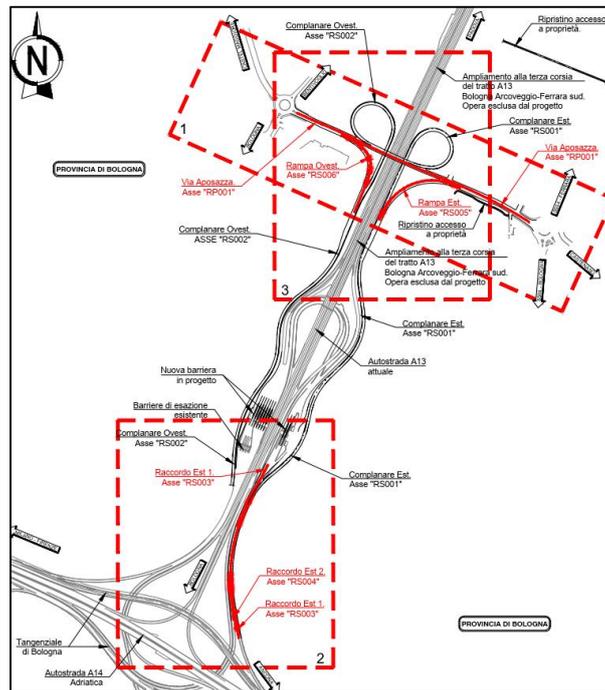


Figura 11 - Key-plan RS003-RS004-RS005-RS006-Via Aposazza

## 8. OPERE D'ARTE MAGGIORI

### 8.1 SOTTOVIA VIA APOSAZZA (NORD E SUD)

In corrispondenza del cavalcavia esistente di Via Aposazza dell'autostrada A13 Bologna – Padova nel tratto Arcoveggio – Ferrara Sud verranno realizzate due nuove complanari all'autostrada creando così un collegamento tra l'attuale sistema delle Tangenziali di Bologna e la sottostante Via Aposazza.

È quindi prevista la realizzazione di due nuove opere di scavalco, una in direzione nord, l'altra in direzione sud, la cui tipologia strutturale scelta è, per entrambi, quella di impalcato a singola campata di luce netta 16.00 m in c.a.p. sorretto da due spalle in c.a. d'estremità.

La tipologia realizzativa dei manufatti è quella di solettone in calcestruzzo realizzato tramite travi prefabbricate in c.a. preteso e getto di completamento in calcestruzzo.

La larghezza complessiva degli impalcati è pari a 7.90 m ed ospiteranno una carreggiata a singola corsia di marcia di ampiezza 6.50 m delimitata lateralmente da cordoli di larghezza 0.7 m.

Complessivamente saranno posizionate per ciascun impalcato 12 travi prefabbricate di sezione trapezia di larghezza pari a 0.62 m e altezza 0.6 m accostate l'una all'altra. Lo spessore minimo del getto di completamento è pari a 0.25 m portando lo spessore degli impalcati a complessivi 0.85 m.

Il collegamento tra le travi prefabbricate e il getto di completamento verrà realizzato mediante staffe verticali aggettanti dalla parte superiore delle travi in c.a.p. mentre la lunghezza totale del solettone, incluso il retrotrave da 0.4 m sarà pari a 16.8 m.

Le spalle sono caratterizzate da un paramento di altezza circa 7.40 m e spessore 1.20 m oltre un paraghiaia di spessore 0.30 m e altezza 0.93 m.

La zattera di fondazione ha dimensioni in pianta 8.70 m x 4.70 m e sarà fondata su 6 pali in c.a. Ø1200.

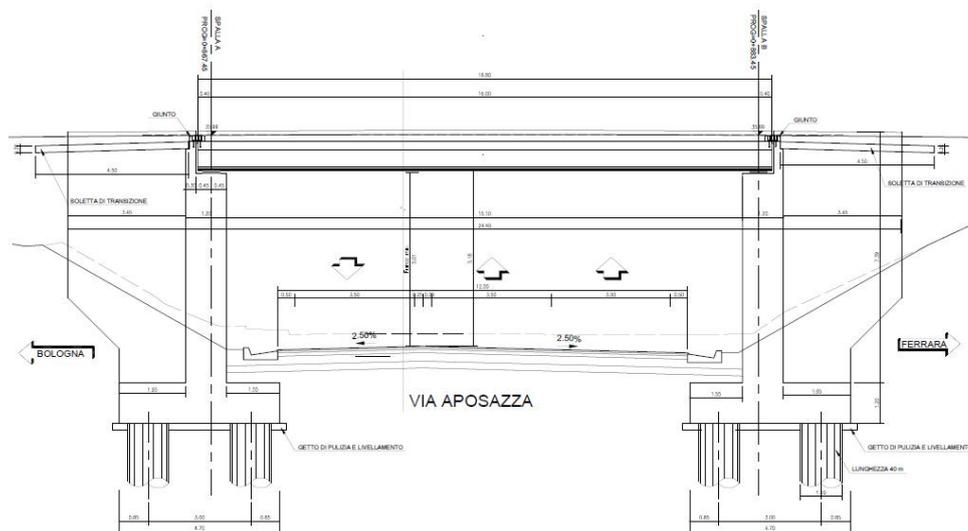


Figura 12 – Sezione trasversale

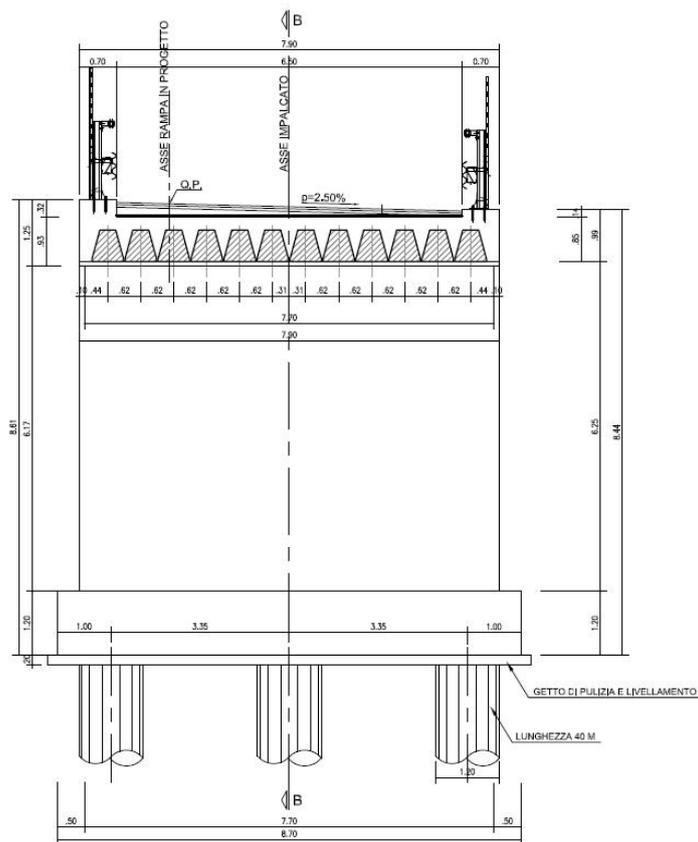


Figura 13 – Sezione longitudinale

## 9. MURI DI SOSTEGNO, REDIRETTIVI E CORDOLI

### 9.1 MURO DI SOSTEGNO IN PROSSIMITÀ DELLA DUNA (MC001)

Nell'ambito del progetto, la realizzazione della rampa RS001 comporta un ingombro parzialmente interferente con una duna artificiale sita in prossimità della carreggiata esistente che ha funzione di barriera antirumore. Il muro di sostegno previsto in progetto ha uno sviluppo complessivo di 140m sarà ad altezza variabile da un minimo di 1.00m ad un massimo di 6.00m.

Per la sua realizzazione si prevede lo scavo della parte di duna interferenze con le necessarie opere di fondazione e il successivo ripristino. Le opere sono previste con sistema di fondazioni dirette.



Figura 14 - MC001 - Vista della duna esistente

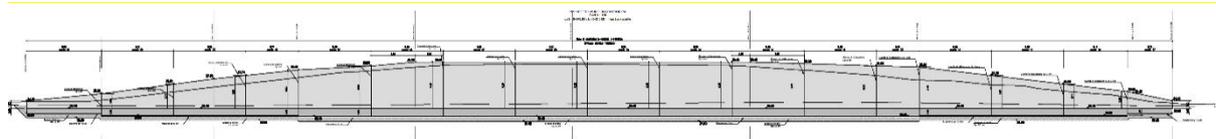


Figura 15 - MC001 - Prospetto del muro

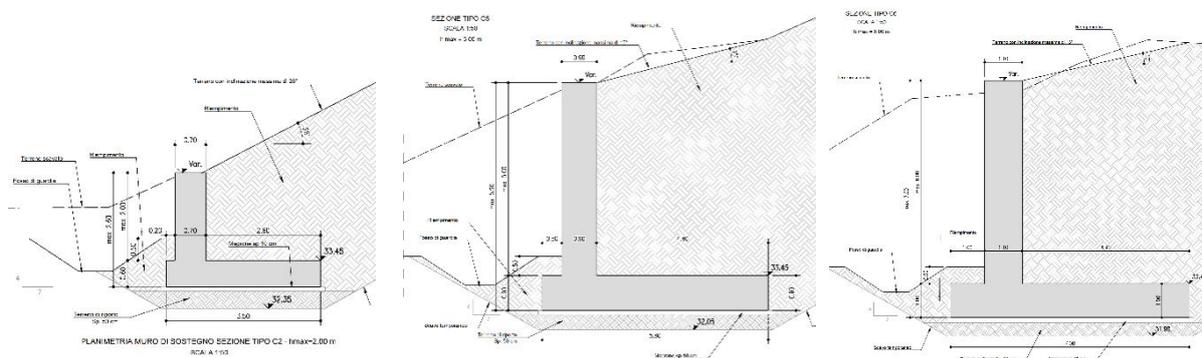


Figura 16 - MC001 - Sezioni tipiche del muro



**9.3 MURO DI SOSTEGNO (MS001– MS006)**

Lungo le rampe RS001 e RS002 è necessario realizzare dei muri di sostegno di transizione tra la sezione stradale in rilevato e la sezione sul sottopasso necessario ad attraversare via Aposazza. Tale soluzione progettuale è stata preferita alla soluzione classica di sede stradale su rilevato al fine di ridurre gli ingombri delle scarpate. I muri sono previsti su fondazioni superficiali. Lo sviluppo globale dei muri è pari a 26.5m.

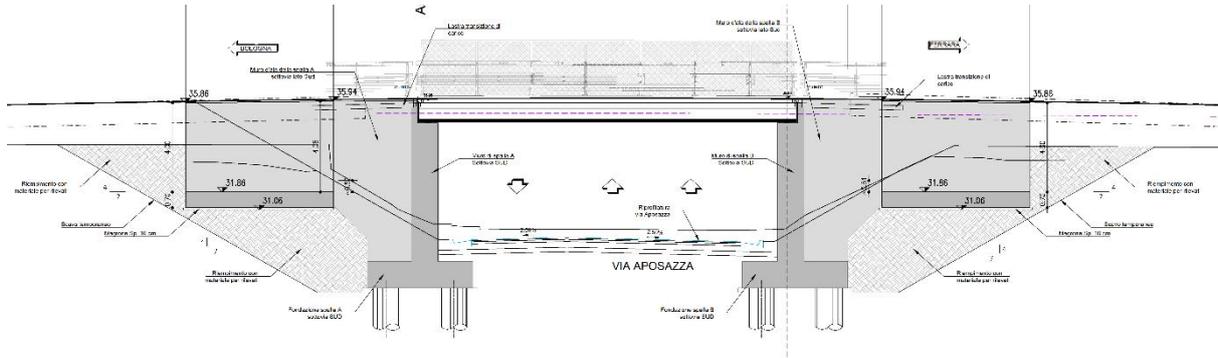


Figura 20 - MS001 - Prospetto dei muri a S e N di via Aposazza

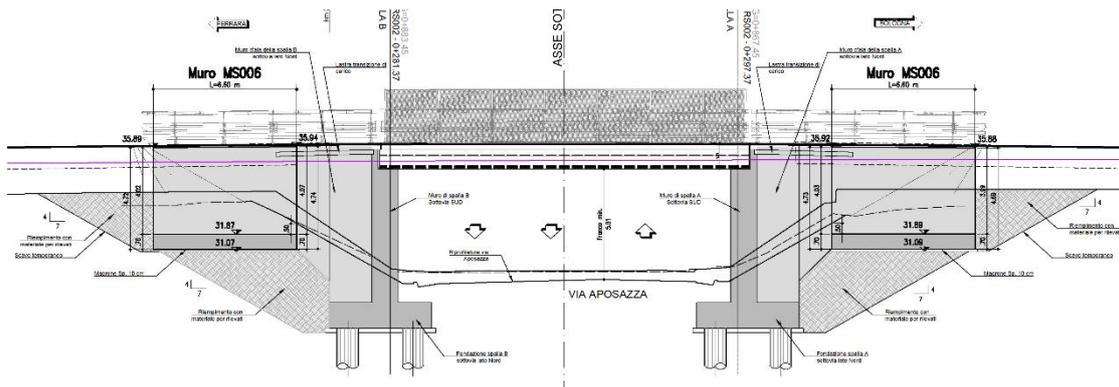


Figura 21 - MS006 - Prospetto dei muri a S e N di via Aposazza

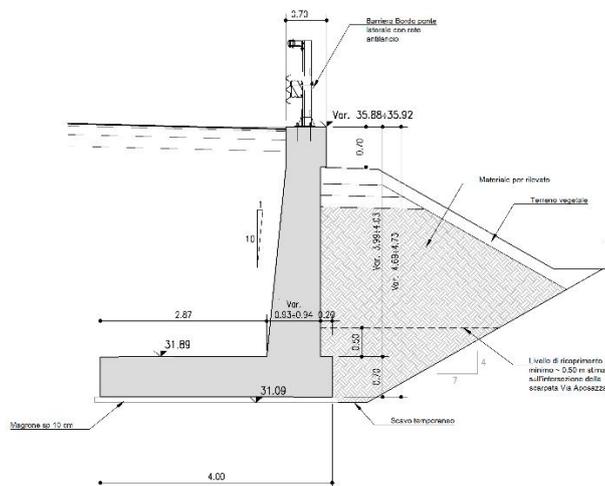


Figura 22 - MS001 – MS006 – sezione tipologica

#### 9.4 MANUFATTO REDIRETTIVO (MS002 - MS007)

Il manufatto redirettivo (Figura 23 - MS02 e MS07) è realizzato da pali  $\varnothing 800$  mm con interasse 3 m lunghi 10 m, un cordolo di coronamento di dimensioni 1.00 m x 1.20 m e da una barriera rigida di altezza 1.50 m e larghezza massima 0.70 m a profilo new-jersey. Lo sviluppo totale dei manufatti è pari a 225m.

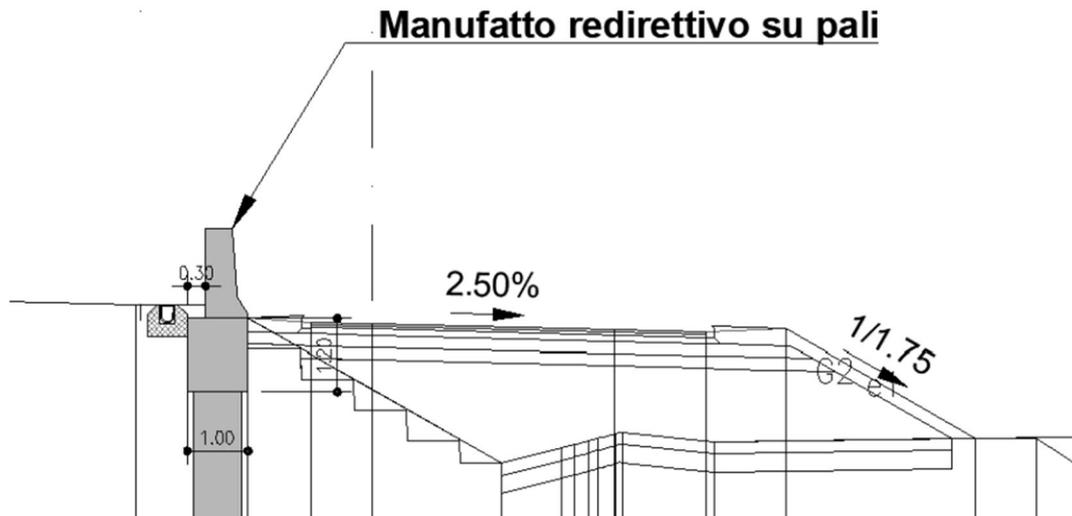


Figura 23 - MS002 - MS007 - Sezione tipo manufatto redirettivo

#### 9.5 CORDOLO PER BARRIERA BORDO PONTE (MS003 – MS008)

Lungo alcune progressive di sviluppo delle rampe di progetto RS001 e RS002 si ha il parallelismo con l'autostrada A13, per ragioni legate alla sicurezza di marcia dei veicoli è necessario inserire delle barriere tipo bordo ponte per proteggere la carreggiata autostradale dall'eventuale svio dei veicoli transitanti sulle due rampe. La barriera è fissata strutturalmente su cordoli a "L" con funzione portante, come indicato nella sezione tipologica indicata nella figura sotto. Lo sviluppo totale dei cordoli è pari a 145m.

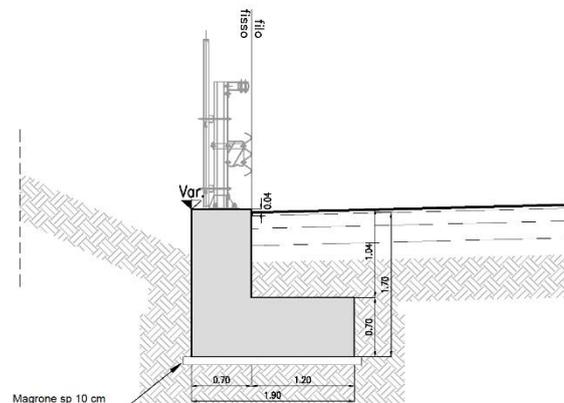


Figura 24 - MS003-MS008 - Sezione tipo cordolo per barriera bordo ponte

## 9.6 CORDOLO DI FONDAZIONE PER BARRIERE ANTIRUMORE

Dove gli studi acustici lo hanno reso necessario, sono state previste delle barriere fonoassorbenti (FOA). Tali barriere sono montate su cordoli con soluzione di fondazione "monopalo". A seconda dell'altezza del pannello, sono stati dimensionati pali D=600 mm/D=800 m con lunghezze dai 7 m ai 10m e spaziatura pari ad  $i=4$  m.

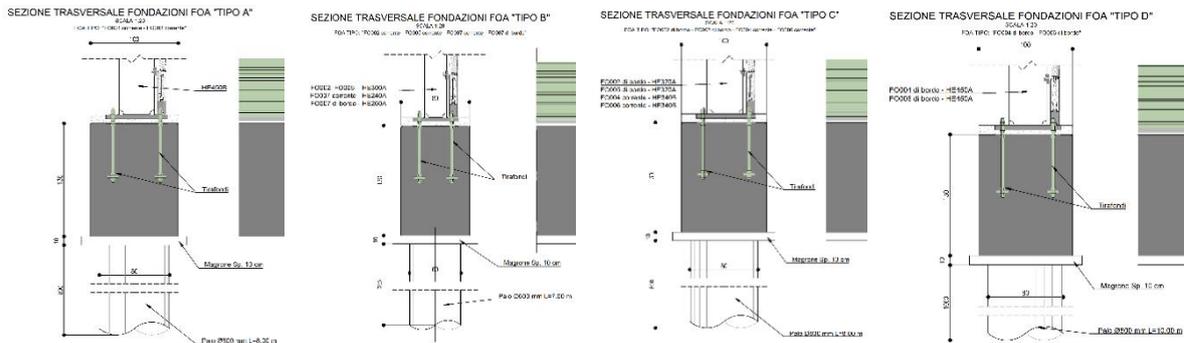


Figura 25 - Sezioni tipo cordoli di fondazione FOA

## 10. PIAZZALE ESAZIONE ARCOVEGGIO

### 10.1 DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DEI VARCHI DI ENTRATA E USCITA

Il progetto della nuova stazione di esazione di Arcoveggio prevede il rifacimento completo degli attuali varchi di entrata e uscita dal casello di Arcoveggio sulla A13. Per quanto riguarda il varco di entrata è prevista la ristrutturazione mantenendo il numero dei varchi uguale a quello esistente prevedendo quindi una porta esclusiva per il Telepass e due varchi misti Telepass/Manuale con biglietto. Per quanto riguarda i varchi di uscita allo stato attuale sono suddivisi in due zone, la prima conta cinque varchi con tipologie di pagamento automatiche tipo Telepass o Carte, la seconda, più avanzata rispetto alla prima, conta tre varchi tutti con pagamento manuale. Il progetto di ristrutturazione prevede l'allineamento degli otto varchi e una diversa distribuzione delle tipologie di pagamento per venire incontro alle esigenze legati alla sicurezza di marcia dei veicoli e ai volumi di traffico attesi. Si riportano nelle figure seguenti le immagini della nuova configurazione del casello estrapolata dagli elaborati del progetto.

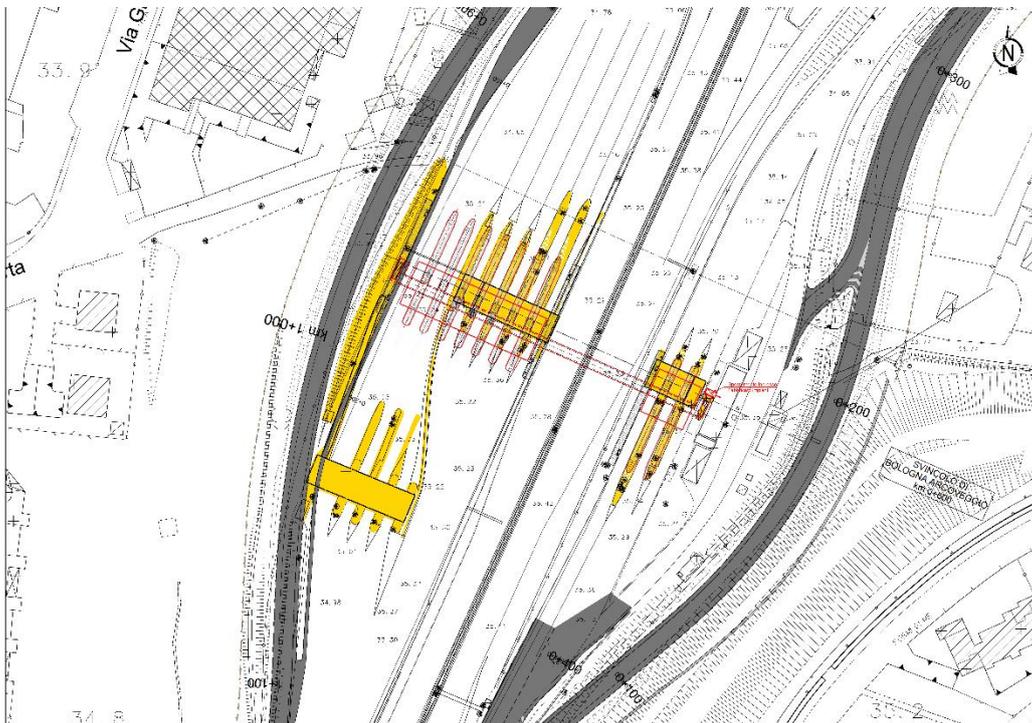


Figura 26 - Piazzale Casello Arcoveggio - Demolizioni (in giallo) e nuove costruzioni (in rosso)

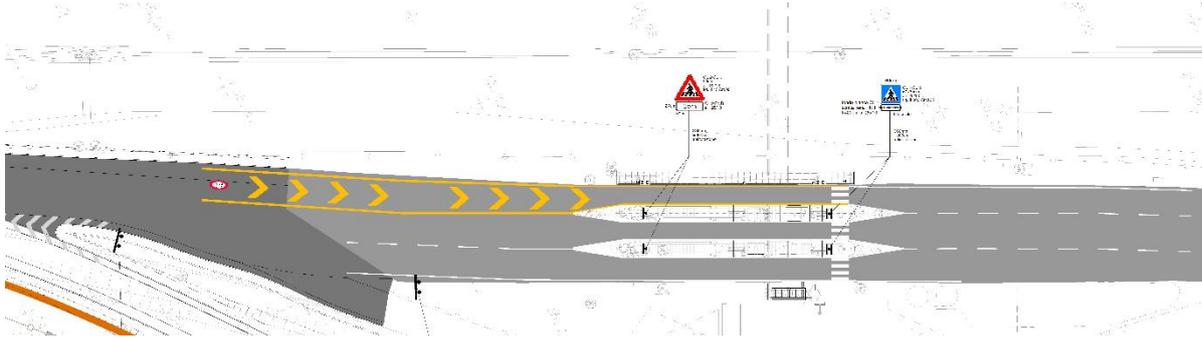


Figura 27 - Pianta dei varchi di progetto in entrata A13

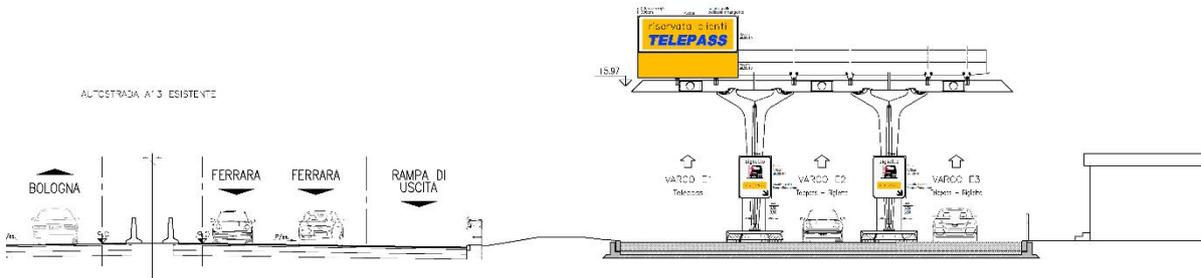


Figura 28 - Prospetto dei varchi di entrata A13

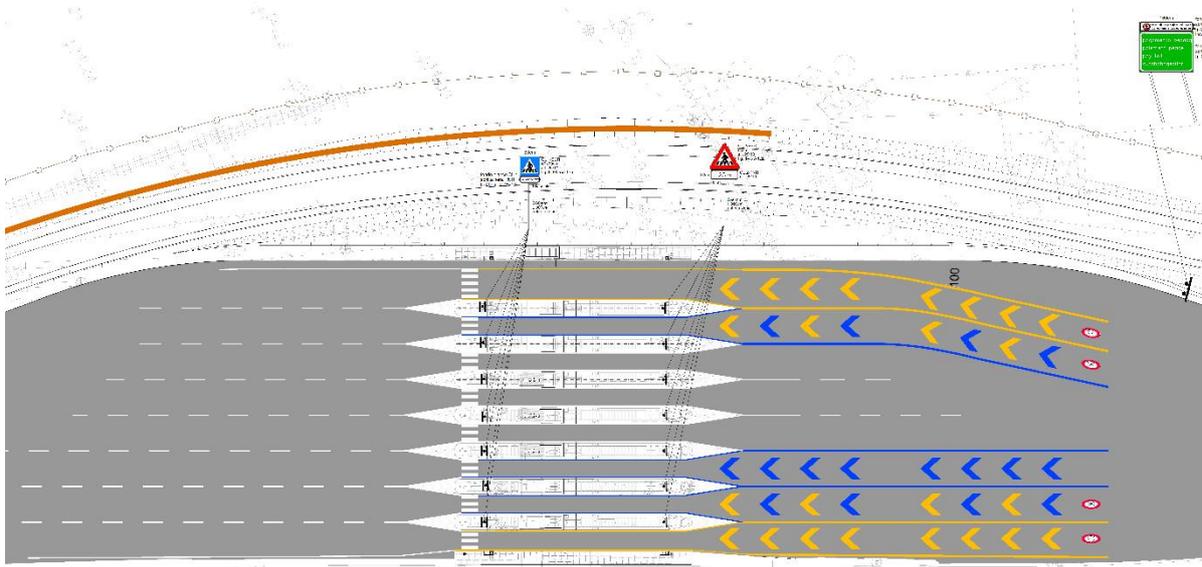


Figura 29 - Pianta dei varchi di progetto in uscita A13

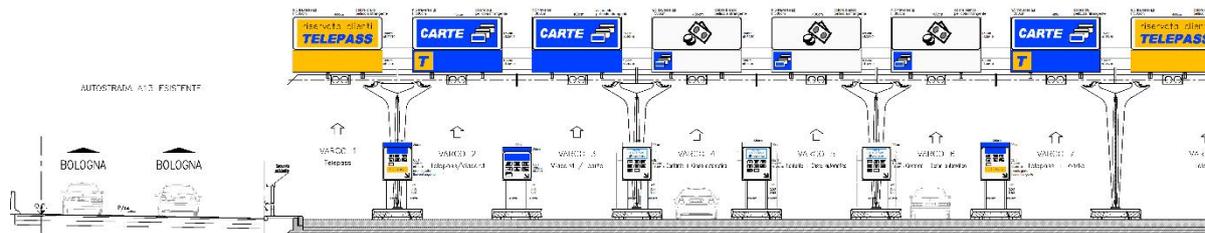


Figura 30 - Prospetto dei varchi di uscita A13

## 10.2 PENSILINA DI STAZIONE

Il progetto della nuova stazione di esazione di Arcoveggio prevede la realizzazione di due pensiline di stazione in acciaio. Tali pensiline sono costituite da portali in acciaio posti a sostegno di una struttura anch'essa in acciaio con funzione di copertura dell'area di esazione.

La pensilina posta nel lato uscite è composta da quattro portali, mentre quella sul lato entrate, di dimensioni più contenute, solamente da due portali.

Le dimensioni in pianta delle pensiline sono pari a 15.60 x 41.95 m per il lato entrate e pari a 15.20 x 15.60 m per un'altezza complessiva al colmo per entrambi di 7.28 m.

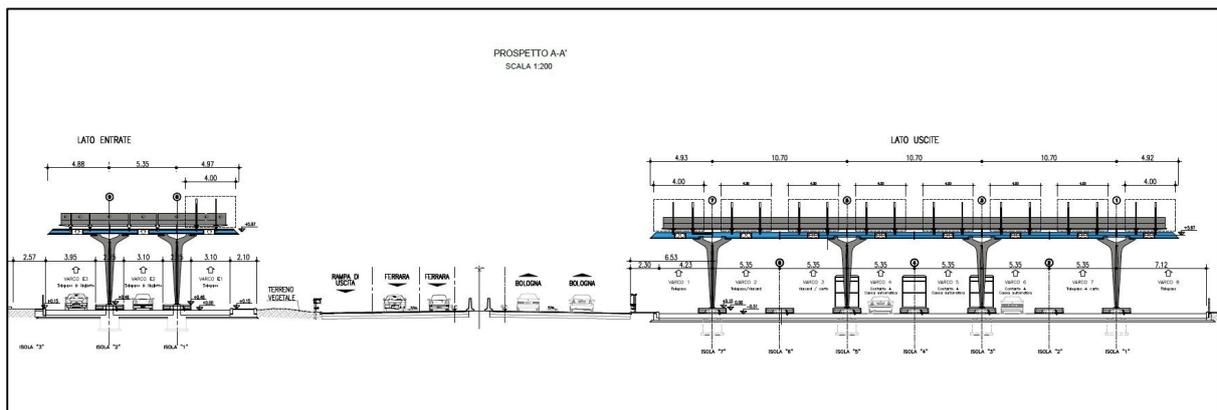


Figura 31 - Prospetto longitudinale nord

Esse presentano portali in acciaio posti ad interasse di 10.70 m che costituiscono gli elementi verticali portanti realizzati con larghi piatti di spessore pari a 15 mm sagomati e saldati tra loro in modo da produrre una sezione triangolare cava di sezione crescente dal piede verso la testa dei piedritti e inclinata di circa 20° rispetto alla verticale. L'altezza di tali portali è di 6.60 m in asse alle due travi tubolari cave di bordo.

In prossimità delle travi circolari cave di bordo correnti, i piatti dei piedritti realizzano due mensole inclinate nel piano orizzontale di 45° ciascuna (90° tra loro), sulle quali sono imbullonate le travi stesse.

Per quanto concerne i materiali di finitura del controsoffitto, sono state utilizzate delle doghe in legno poste a vista all'interno di telai metallici realizzati con profili sottili a C opportunamente fissati alla struttura portante.

La struttura è interamente caratterizzata da finitura in acciaio zincato verniciato colore silver RAL 9007 ad eccezione dei tubolari delle travi di bordo rifinite con colore blu RAL 5010.

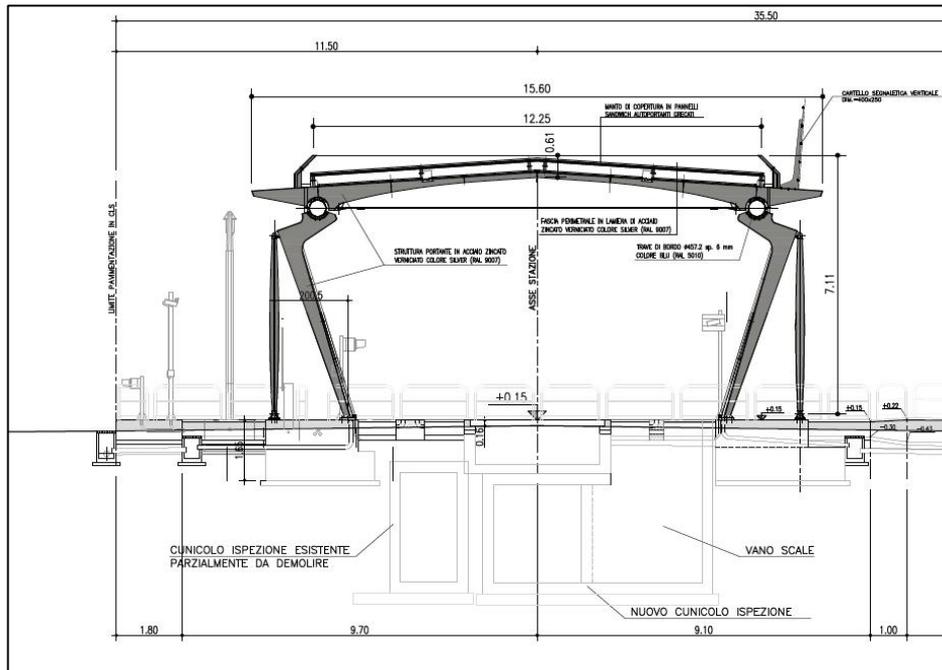


Figura 32 - Sezione trasversale tipologica

Nella progettazione di tali pensiline si è considerata la doppia scala di lettura dell'intervento: dalla lunga e media distanza per chi percorre la viabilità e dalla breve distanza per chi, lasciata la viabilità, rallenta oppure ancora per chi si ferma nelle aree verdi circostanti e transita lungo l'itinerario ciclabile che attraversa la A13 poco più a sud.

Nel primo caso il progetto deve offrire un'immagine peculiare, una sorta di landmark in grado di fare individuare a distanza l'area della stazione di esazione, nel secondo caso la velocità ridotta consente una più attenta percezione di spazi e volumi; è infatti evidente la necessità di favorire la percezione dell'area da parte di chi fruisce del contesto.

Tra i diversi obiettivi che il progetto persegue, quello più importante risulta la volontà di valorizzare le relazioni tra autostrada e paesaggio attraversato creando un'area che interpreta e qualifica le caratteristiche identitarie del territorio. Una struttura rivolta prevalentemente agli utenti dell'autostrada, ma fruibile percettivamente anche dagli abitanti locali.

### 10.3 NUOVO CUNICOLO ESATTORI E SCALE DI COLLEGAMENTO

Nell'ambito del progetto è prevista la ricostruzione del cunicolo esattori e le scale di collegamento con le isole dei varchi di esazione. Il cunicolo è necessario per permettere il passaggio del personale adibito all'esazione manuale dalla stazione di esazione a est del casello verso i varchi di uscita posti dopo l'autostrada A13 che risulta in posizione centrale rispetto ai varchi di entrata e uscita. Il cunicolo serve anche per la distribuzione degli impianti elettrici e meccanici ad utilizzo dei varchi di esazione. La nuova struttura, pensata di tipo prefabbricato, risulta affiancata all'attuale cunicolo che dovrà rimanere in esercizio durante le fasi realizzative del nuovo assetto del casello raggiungendo l'obiettivo di mantenere sempre in esercizio il casello con almeno due varchi lato entrata e quattro varchi lato uscita.

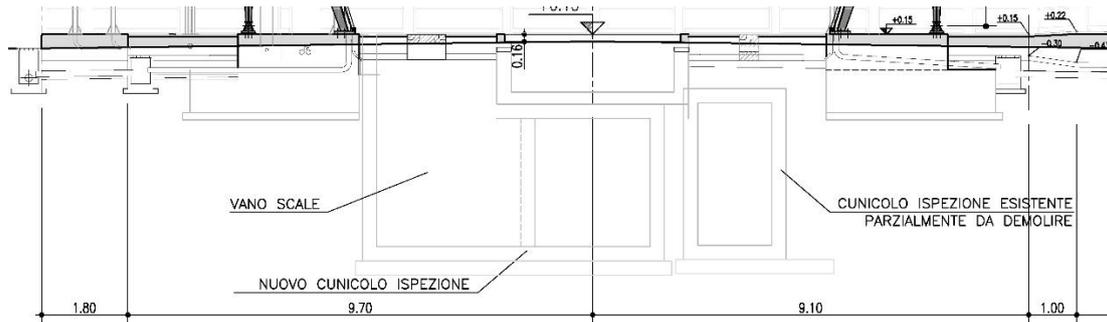


Figura 33 - Nuovo cunicolo esattori e vani scale di collegamento

## 11. IMPIANTI

### 11.1 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Relativamente all'impianto d'illuminazione esterna, il progetto prevede:

- Per illuminazione delle rampe di svincolo di via Aposazza e della nuova viabilità nei due sensi di marcia :
  - Candelabri tronco-conici di altezza 10,00 f.t., diametro di base 173mm; diametro di testa 60mm spessore 4mm, peso 123Kg installazione palo ad una distanza di 2,10 m dall'onda del guard-rail, completi di apparecchio di illuminazione LED di potenza 65w fissato su sbraccio di lunghezza 2m;
  - Candelabri tronco-conici di altezza 10,00 f.t., diametro di base 173mm; diametro di testa 60mm, spessore 4mm, installazione palo ad una distanza di 2,10 m dall'onda del guard-rail, completi di apparecchio di illuminazione LED di potenza 77w fissato su sbraccio di lunghezza 2m;
  - Candelabri tronco conici di altezza 8,5m f.t., installazione palo ad una distanza di 2,10 m dall'onda del guard-rail, diametro di base 173mm; diametro di testa 60mm, spessore 4mm,Kg, con attacco a piastra e tirafondi fissato su sbraccio di lunghezza 2,00 m e di apparecchio di illuminazione LED di potenza 65W;.
- Per il riconoscimento del limite destro della carreggiata nelle ore notturne ed in caso di nebbia lungo l'intera viabilità dello svincolo per via Aposazza Marker luminosi con n. 39 sorgenti a LED ognuno di potenza 3,5W alimentazione in classe 0 a 48V ;
- Quadri elettrici per l'alimentazione delle nuove utenze attestata sul quadro di cabina elettrica di barriera Bologna Arcoveggio
- Integrazione di apparati al sistema di trasmissione dati presente nel vano tecnico di barriera per la interconnessione con nuovi terminali PMV previsti su via Aposazza
- Per illuminazione di via Aposazza:
  - Candelabri tronco-conici di altezza 10,00 f.t., diametro di base 173mm; diametro di testa 60mm spessore 4mm, peso 123Kg installazione palo ad una distanza di 2,10 m dall'onda del guard-rail, completi di apparecchio di illuminazione LED di potenza 104w fissato su sbraccio di lunghezza 2m;
  - Ripristino della continuità di alimentazione a punti luce esistenti ora su via Aposazza ed all'interno del sottopasso autostradale
- Per il riconoscimento del limite destro della carreggiata nelle ore notturne ed in caso di nebbia per i tratti terminali di via Aposazza è prevista l'estensione della dotazione di marker sui guard-rail alimentati rispettivamente dai nuovi punti di utenza in via del Tuscolano ed in prossimità del comando dei Vigili del Fuoco;
- Sono inoltre previsti alle due estremità di via Aposazza su via Del Tuscolano e sulla rotonda per i Vigili del Fuoco terminali a messaggio variabile alimentati localmente da nuove forniture in bassa tensione ed collegati al sistema informativo autostradale attraverso in cavo a F.O. attestato all'interno del vano tecnico di barriera Bologna Arcoveggio
- Per illuminazione del piazzale di stazione del casello di Arcoveggio:
  - torri faro con altezza variabile tra i 24 e i 30 m
- Nuovi quadri di alimentazione e comando locale degli impianti di illuminazione, dei terminali di comunicazione e di segnalazione luminosa in prossimità dei punti di fornitura dell'energia su via Del Tuscolano ed in prossimità del comando dei Vigili del fuoco;
- Impianti di terra per la protezione della distribuzione elettrica in classe 1

### 11.2 SISTEMA DISTRIBUTIVO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Le zone servite dall'impianto di illuminazione sono:

- l'intera viabilità di svincolo viabilità fino al raccordo viario su via Aposazza partendo all'inizio dell'intervento

- Il ripristino della continuità di alimentazione ai punti luce esistenti presenti in corrispondenza della rotatoria con via del Tuscolano;
- Il ripristino della continuità di alimentazione ai punti luce esistenti presenti in corrispondenza della rotatoria dei Vigili del fuoco

Le dorsali principali per la distribuzione elettrica si attestano su armadi periferici posizionati nell'ambito del sedime stradale (vedi elaborati grafici), da cui si diramano i collegamenti punto –punto per l'alimentazione univoca di ogni singolo corpo illuminante.

Il sezionamento e la protezione delle linee di alimentazione dei punti luce per illuminazione stradale avvengono all'interno di armadi stradali in Vetroresina del tipo DKC CVHN/0 di dimensioni 546mm x 424mm x 900mm ancorati alla base su intelaiatura zancata nel basamento in calcestruzzo.

All'interno dell'armadio stradale è previsto l'allestimento di un quadretto con all'interno montate e cablate le apparecchiature precisate negli schemi di progetto, in modo che ogni punto luce sia gestito e comandato e protetto singolarmente dal corto circuito mediante un interruttore magnetotermico.

L'insieme dei punti luce sottesi allo stesso quadro di sezionamento ed alimentati dalla stessa linea sono protetti contro i contatti accidentali indiretti e la dispersione verso terra da un interruttore differenziale puro istantaneo, allestito con riarmo automatico e con sensibilità di intervento correnti verso terra superiori a  $I_{dn} = 300\text{mA}$ .

Da ogni interruttore magnetotermico interno al quadro di sezionamento si alimentano i singoli punti luce, con cavo FG16OR16 di sezione 2G2,5 mmq mentre lo stelo metallico di sostegno del corpo illuminante è previsto sia collegato direttamente al dispersore di terra per mezzo di un conduttore FS16 di sezione non inferiore a 16mmq e rivestito con guaina in PVC a mescola striata di colore giallo-verde.

Per ogni apparecchio di illuminazione è prevista la dotazione di un adeguato scaricatore di sovratensione posto alla base del palo all'interno della morsettiera, da collegare al dispersore orizzontale di terra, il tutto in perfetto accordo con gli elaborati grafici e gli schemi elettrici unifilari.

Il numero degli interruttori magnetotermici unipolari a neutro apribile è pertanto pari al numero di corpi illuminanti e la distribuzione dell'alimentazione tra fase e neutro è previsto sia fatta in modo ciclico con distribuzione degli assorbimenti unitari sulle 3 fasi (come rilevabile dagli schemi di progetto).

La protezione, distribuzione e comando dell'impianto di illuminazione sarà gestita dal quadro dedicato installato in prossimità del fabbricato tecnologico di cabina elettrica esistente da cui quadro generale di bassa tensione verrà prelevata l'alimentazione.

A differenza degli altri circuiti di illuminazione esterna, l'interruttore generale di partenza dal quadro generale è a protezione della linea di alimentazione del quadro di illuminazione stradale.

### 11.3 MARKER DI DELIMITAZIONE DEL CIGLIO STRADALE DESTRO

Per il riconoscimento del limite destro della carreggiata nelle ore notturne ed in caso di nebbia lungo l'intera viabilità dello svincolo per via Aposazza il progetto prevede la dotazione di Marker luminosi dotati con n. 39 sorgenti a LED ognuno di potenza 3,5W alimentazione in classe 0 a 48V. il sistema di segnalamento è previsto sia alimentato in modo separato dall'illuminazione stradale con proprie linee di alimentazione e con centraline intermedie dedicate alla trasformazione del valore della tensione ed al pilotaggio sincronizzato del lampeggio.

Ogni postazione è resa solidale con l'onda dei guard-rail mediante un sistema di fissaggio ed alimentata in derivazione all'interno di una cassetta stagna resa solidale agli stanti di sostegno della barriera guard-rail. Il sistema sarà operativo in modo automatico per mezzo di una sonda misuratrice dell'intensità luminosa astronomica quotidiana e del grado di visibilità diurna in caso di nebbia associata ad una centrale primaria sincronizzatrice del lampeggio delle postazioni periferiche attraverso un sistema BUS a due fili.

#### 11.4 CAVI ELETTRICI

Di seguito si precisano le tipologie dei cavi previsti a progetto per la realizzazione di impianti di illuminazione esterna:

- FG16(O)R16 per i conduttori di alimentazione.
- FS17 per i conduttori di protezione a terra.
- Corda di rame nudo per la formazione del dispersore longitudinale di terra a fondo scavo;
- Cavo armato antiroditoro per trasmissione dati su fibra ottica monomodale 9/125
- Cavo UTP per formazione di bretelle di connessione e per la trasmissione dati nell'ambito di tratte con distanza inferiore a 100m

#### 11.5 SIGILLATURA DEI CAVIDOTTI

Onde evitare l'ingresso e la nidificazione di roditori o di altri animali in genere, tutti i cavidotti in attestazione ai pozzetti di smistamento e transito dei cavi elettrici e dei cavi di trasmissione dati è previsto siano opportunamente sigillati con schiuma poliuretantica monocomponente da impiegare secondo le modalità descritte dal costruttore associata a tamponature a base di fibra di vetro.

## 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.

Il progetto in oggetto si configura come il completamento e raccordo del progetto del Passante di Bologna e del progetto della terza corsia della A13 tra Bologna e Ferrara, in particolare l'intervento principale in ambito autostradale riguarda: la realizzazione delle complanari est e ovest alla A13 e delle rampe/raccordi di svincolo con via Aposazza. Inoltre, è prevista la riconfigurazione con allargamento della via Aposazza esistente, per consentire l'inserimento delle corsie specializzate di ingresso/uscita dalle complanari alla A13.

Per tutti questi ambiti, dove necessario, si è prevista l'installazione di dispositivi di ritenuta, prevedendo i livelli di contenimento indicati per le diverse tipologie di strade dall'art.6 del D.M. 21.06.2004 in funzione del tipo di traffico.

In particolare, per l'intervento principale in ambito autostradale, si è fatto riferimento per la definizione delle classi minime delle barriere di sicurezza nelle diverse destinazioni a quanto indicato dal citato DM per autostrade (classe A) e condizioni di traffico di tipo III (vedi il terzo rigo della tabella sottostante), in quanto sono previsti in progetto valori di TGM bidirezionali maggiori di 1'000 veicoli/giorno e percentuale di veicoli pesanti superiore al 15%.

Tabella A - Barriere longitudinali

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte (1)
Autostrade (A)	I	H2	H1	H2
e strade extraurbane principali (B)	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 (2)	H2-H3 (2)	H3-H4 (2)

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

Infine, relativamente all'intervento su via Aposazza strada in ambito urbano (tipo E) con velocità di progetto inferiore a 70 km/h, questa, 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), ricade 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 questa 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 ( $H_{min.} = 15cm$ );
- 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 ( $H = 15cm$ ).

In quest'ultimo caso sono state previste barriere di classe H2 in omogeneità/continuità con le barriere di sicurezza provenienti dalle rampe di svincolo nei tratti adiacenti, questo in linea con il criterio di uniformità di cui all'art. 6 del D.M. 21.06.2004:

*"per motivi di ottimizzazione della gestione della strada, il progettista cercherà di minimizzare i tipi da utilizzare seguendo un criterio di uniformità"*.

Nel seguito si riportano in sintesi le caratteristiche dei dispositivi di ritenuta da prevedersi per le diverse destinazioni: bordo laterale, spartitraffico, 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 agli specifici elaborati delle barriere di sicurezza che accompagnano il progetto.

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. 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 da spartitraffico e 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

## 12.2 PAVIMENTAZIONI

### 12.2.1 NUOVE PAVIMENTAZIONI

Per quanto riguarda le nuove pavimentazioni, codificate con P1, sono previsti 3 ambiti di intervento che hanno portato a definire 3 pacchetti di pavimentazione qui di seguito descritti:

- TIPO P1A: per Via Aposazza
- TIPO P1B: per le rampe di connessione a Via Aposazza
- TIPO P1C: per le Complanari Est ed Ovest, i Raccordi e il piazzale di casello di Arcoveggio
- TIPO P1D: per i tratti su impalcato

#### 12.2.1.1 Via Aposazza – TIPO P1A

Il progetto per le Complanari Est ed Ovest, i Raccordi e il piazzale di casello di Arcoveggio ha previsto l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 69 cm con una sovrastruttura così composta:

- § Usura chiusa in conglomerato bituminoso (CB) con bitumi modificati tipo Hard di 4 cm;
- § Binder in CB con bitumi modificati tipo Hard di 5 cm;
- § Base in CB con bitumi modificati tipo Hard di 20 cm;
- § Fondazione legata in misto cementato di 20 cm;
- § Fondazione non legata in misto granulare di 20 cm.

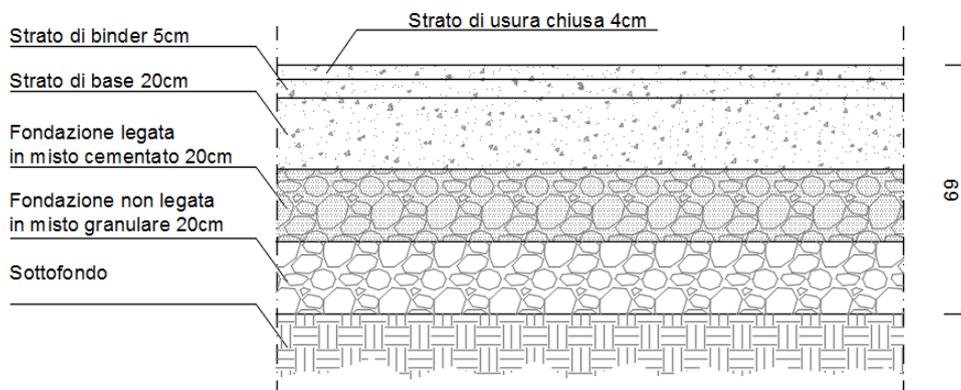


Figura 34 - Composizione sovrastruttura Complanari Est e Ovest, Raccordi e piazzale di casello di Arcoveggio – TIPO P1C

#### 12.2.1.2 Tratti su impalcato – TIPO P1D

13. 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.

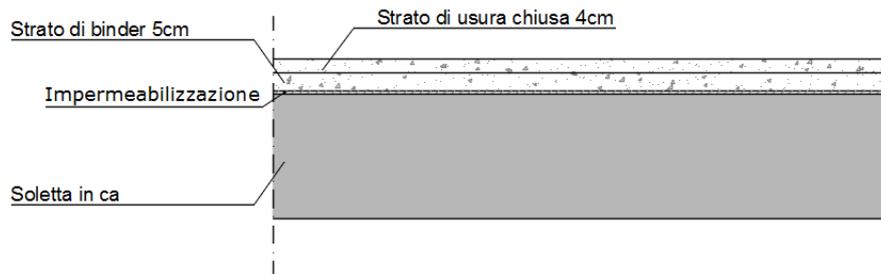


Figura 35 - Composizione sovrastuttura su impalcato – TIPO P1D

## 13.1 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.

### 13.1.1 NUOVE PAVIMENTAZIONI

#### 13.1.1.1 LAVORAZIONE L1A

La lavorazione L1A prevede la stesa del pacchetto P1A per la realizzazione di Via Aposazza.

La lavorazione risulta costituita dalla seguente fase:

- § Realizzazione della sovrastuttura P1A.

Si ricorda, come esplicitato nella premessa della parte 2 della presente relazione, che la posa dello strato di usura dovrà essere fatta contemporaneamente per tutte le lavorazioni.

#### 13.1.1.2 LAVORAZIONE L1ABIS

La lavorazione L1ABIS prevede la stesa del pacchetto P1A per la realizzazione di Via Aposazza nei tratti in cui la pavimentazione di progetto ricalca il sedime dell'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 sovrastuttura;
- § Realizzazione della sovrastuttura P1A.

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

#### 13.1.1.3 LAVORAZIONE L1B

La lavorazione L1B prevede la stesa del pacchetto P1B per la realizzazione della nuova piattaforma per le rampe.

La lavorazione risulta costituita dalla seguente fase:

- § Realizzazione della sovrastuttura P1B.

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

#### **13.1.1.4 LAVORAZIONE L1BBIS**

La lavorazione L1B prevede la stesa del pacchetto P1B per la realizzazione della nuova piattaforma nei tratti in cui la pavimentazione di progetto ricalca il sedime dell'esistente

La lavorazione risulta costituita dalla seguente fase:

- § 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 P1B.

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

#### **13.1.1.5 LAVORAZIONE L1C**

La lavorazione L1C prevede la stesa del pacchetto P1C per la realizzazione della nuova piattaforma delle Complanari Est ed Ovest, dei raccordi e del piazzale di casello di Arcoveggio.

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.

#### **13.1.1.6 LAVORAZIONE L1CBIS**

La lavorazione L1CBIS prevede la stesa del pacchetto P1C nei tratti in cui la pavimentazione di progetto ricalca il sedime dell'esistente.

La lavorazione risulta costituita dalla seguente fase:

- § 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.

#### **13.1.1.7 LAVORAZIONE L1D**

La lavorazione L1C prevede la stesa del pacchetto P1D per la realizzazione della piattaforma su impalcato.

La lavorazione risulta costituita dalla seguente fase:

- § Realizzazione della sovrastruttura P1D.

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

### **13.2 OPERE A VERDE**

Le opere a verde previste in progetto hanno l'obiettivo di inserire l'infrastruttura stradale e le sue opere 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 e impianti di specie vegetali autoctone, quest'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.

L'area interessata dal progetto è ubicata nel territorio comunale di Bologna. Da un punto di vista morfologico, l'area d'intervento si presenta prevalentemente pianeggiante e, in particolare, occupa la parte meridionale della pianura Padana. Dal punto di vista della vegetazione attuale si evidenzia come la viabilità in progetto attraversa una zona tradizionalmente interessata dalla coltivazione orticola, e infatti nel suo percorso incontra seminativi, orti e frutteti. Le specie e le caratteristiche delle piante attualmente presenti sono quelle proprie delle alberature di uso agricolo, come pioppi e aceri, oltre a quelle tipiche tra le ornamentali (pini, ecc.). Per quanto riguarda la vegetazione potenziale dell'area di intervento, questa è riferibile ai boschi di pianura a dominanza di specie quercine (*Quercus robur*, *Quercus pubescens*), pioppi, salici ed olmi, attribuibili per lo più all'associazione *Fraxino ornio-Quercetum ilicis Horvatic* (1956 1958). Le specie quercine sono, infatti, diffuse in tutto il territorio bolognese, ma solo raramente generano popolamenti in cui, in ambiente di pianura, sono ad oggi dominanti.

### 13.2.1 TIPOLOGIE DI OPERE A VERDE PREVISTE IN PROGETTO

Di seguito sono descritte le tipologie di opere a verde previste in progetto (per la loro localizzazione si rimanda all'elaborato grafico "111326-0000-PD-AU-AMB-OV000-00000-D-SUA0003 - Planimetria degli interventi di riqualifica ambientale", mentre per i rispettivi sestii di impianto e le indicazioni sulla relativa struttura arborea e/o arbustiva e relative dimensioni si rimanda all'elaborato grafico "111326-0000-PD-AU-AMB-OV000-00000-D-SUA0002 – Abaco degli interventi vegetazionali").

Tali tipologie sono prevalentemente riferibili alle formazioni arbustive ovvero tipologie composte da arbusti, utilizzata nell'inserimento, nella riqualificazione e nel recupero ambientale, dove è possibile prevedere aree connettivi o all'interno delle aree intercluse tra i bracci degli svincoli. Gli arbusti da impiegare hanno un'altezza pari a 1 m.

Nelle tabelle sottostanti si riportano le caratteristiche dei vari moduli di impianto previsti in progetto (specie, numero di esemplari per modulo, fornitura).

<b>M cp - Formazione Arbustiva Pioniera</b>				
<b>Cod.</b>	<b>Nome scientifico</b>	<b>Nome comune</b>	<b>n°</b>	<b>Caratteristiche alla messa a dimora</b>
L51	<i>Crataegus monogyna</i>	Biancospino	11	in vaso da 3 litri
L01	<i>Prunus spinosa</i>	Prugnolo	11	in zolla
L52	<i>Crataegus oxyacantha</i>	Biancospino	9	In zolla H= m 1,00-1,25
L53	<i>Rosa canina</i>	Rosa canina	28	in vaso da 2 litri
O53	<i>Spartium junceum</i>	Ginestra	5	in vaso da 3 litri
<b>MBm1 - Formazione Arborea Arbustiva densa</b>				
<b>Cod.</b>	<b>Nome scientifico</b>	<b>Nome comune</b>	<b>n°</b>	<b>Caratteristiche alla messa a dimora</b>
A01	<i>Populus alba</i>	Pioppo bianco	2	in zolla - circ. cm 10-12
A04	<i>Salix alba</i>	Salice bianco	3	in zolla - circ. cm 12-14
E05	<i>Quercus pubescens</i>	Roverella	3	in zolla - circ. cm 8-10
V03	<i>Fraxinus ornus</i>	Orniello	3	in vaso da 30 litri - circ. cm 10-12
D02	<i>Ostrya carpinifolia</i>	Carpino nero	1	in zolla - circ. cm 8-10

N01	<i>Acer campestre</i>	Acero campestre	1	in zolla - H=m 1,50-2,00
Z56	<i>Cornus mas</i>	Corniolo	2	in zolla - H=m 1,00-1,25
O52	<i>Cercis siliquastrum</i>	Albero di Giuda	2	in zolla - H=m 1,00-1,25
U52	<i>Sambucus nigra</i>	Sambuco	2	in zolla - H=m 1,00-1,25
L05	<i>Malus domestica</i>	Melo da fiore	2	in zolla - circ. cm 8-10
U54	<i>Viburnum opulus</i>	Pallon di maggio	2	in vaso da 5 litri

<b>MBm2 - Formazione Arborea Arbustiva densa</b>				
<b>Cod.</b>	<b>Nome scientifico</b>	<b>Nome comune</b>	<b>n°</b>	<b>Caratteristiche alla messa a dimora</b>
E05	<i>Quercus pubescens</i>	Roverella	3	in zolla - circ. cm 8-10
V03	<i>Fraxinus ornus</i>	Orniello	6	in vaso da 30 litri - circ. cm 10-12
D02	<i>Ostrya carpinifolia</i>	Carpino nero	4	in zolla - circ. cm 8-10
Z56	<i>Cornus mas</i>	Corniolo	2	in zolla - H=m 1,00-1,25
O52	<i>Cercis siliquastrum</i>	Albero di Giuda	2	in zolla - H=m 1,00-1,25
U52	<i>Sambucus nigra</i>	Sambuco	2	in zolla - H=m 1,00-1,25
L05	<i>Malus domestica</i>	Melo da fiore	2	in zolla - circ. cm 8-10
U54	<i>Viburnum opulus</i>	Pallon di maggio	2	in vaso da 5 litri

Per gli ambiti dove sono state previste formazioni lineari, queste sono costituite da quinta arbustiva per ambiti soleggiati.

<b>Ss - Quinta mista per pieno sole</b>				
<b>Cod.</b>	<b>Nome scientifico</b>	<b>Nome comune</b>	<b>n°</b>	<b>Caratteristiche alla messa a dimora</b>
Z56	<i>Cornus mas</i>	Corniolo	5	in zolla - H=m 1,00-1,25
O53	<i>Spartium junceum</i>	Ginestra	5	in vaso da 3 litri
L53	<i>Rosa canina</i>	Rosa canina	5	in vaso da 2 litri
Z57	<i>Cornus sanguinea</i>	Sanguinello	3	in zolla - H=m 1,00-1,25
T52	<i>Lavandula spica</i>	Lavanda	3	in vaso da 2 litri

Nelle stazioni pianeggianti è prevista la semina di un prato polifita. Il Prato polifita che verrà utilizzato ha la seguente composizione media, finalizzata ad attecchire anche in situazioni di forte aridità:

Graminacee (70%)

- *Cynodon dactylon* (Gramigna) 15%

- *Brachypodium pinnatum* (Paleo comune) 10%
- *Bromus matridensis* (Forasacco dei muri) 15%
- *Festuca arundinacea* (Festuca) 15%
- *Poa bulbosa* (Fienarola bulbosa) 15%

Leguminose (30%)

- *Anthyllis vulneraria* (Vulneraria comune) 10%
- *Coronilla varia* (Cornetta ginestrina) 10%
- *Trifolium pratense* (Trifoglio violetto) 10%

È previsto l'utilizzo di almeno 400 kg di semente a ettaro. L'Impresa potrà indicare adattamenti parziali del miscuglio a specifiche situazioni edafiche, previa approvazione della DL.

Miscugli analoghi potranno essere usati per l'idrosemina delle scarpate (non evidenziati in planimetria, in quanto previsti nell'ambito del progetto dei solidi stradali).

### 13.2.2 RECUPERO AMBIENTALE DELLE AREE DI CANTIERE

Le aree di cantiere e, in generale, le superfici interessate dai lavori per la realizzazione delle opere non da queste ultime fisicamente occupate in quanto ad esse destinate, saranno oggetto di interventi di recupero ambientale a verde avente funzione di riqualificazione e inserimento paesaggistico a verde. Le aree di cantiere precedentemente agricole saranno ripristinate ad uso agricolo, con inerbimento finale a medicaio (per gli aspetti di dettaglio si rimanda all'elaborato "111326-0000-PD-AU-AMB-OV000-00000-R-SUA0001 – Relazione tecnico-specialistica").

### 13.2.3 PIANO DI MANUTENZIONE DEGLI INTERVENTI (CURE COLTURALI)

Fermo restando quanto sarà previsto nei capitolati speciali di appalto definiti nelle fasi di progettazione successiva, è possibile qui fornire le seguenti indicazioni.

Dopo aver eseguito i lavori previsti nei documenti di appalto, l'attuatore dovrà eseguire tutta una serie di lavori di manutenzione e di pratiche colturali, atte a garantire la piena efficienza degli impianti per un periodo non inferiore a 3 stagioni vegetative dall'ultimazione dei lavori, compresi anche degli oneri per la sostituzione delle eventuali fallanze, comunque nel rispetto di quanto stabilito nelle future Norme Tecniche di Appalto.

Il piano di manutenzione sarà supportato da controlli, da svolgersi almeno due volte l'anno, per individuare gli interventi urgenti e l'adattamento di quelli ordinari.

Successivamente all'esecuzione degli impianti dovranno essere realizzate le seguenti operazioni colturali onde garantire l'affermazione dei ripristini effettuati:

- interventi di concimazione localizzata, almeno una volta nel corso della stagione vegetativa (per 2 anni dall'impianto);
- zappettature ed eliminazione delle infestanti al piede delle piante, almeno 2 volte nel corso della stagione vegetativa per 3 anni dall'impianto;
- sostituzione delle fallanze (allorquando si creano, a giudizio della DL, considerevoli soluzioni di continuità all'interno della distribuzione spaziale dell'impianto arbustivo e arboreo);
- eventuali potature di allevamento (per 3 anni dall'impianto);
- annaffiature di soccorso (per 3 anni dall'impianto);
- per la manutenzione dei prati seminati si prevede il taglio delle erbe nelle zone seminate con tecniche di taglio dell'erba a basso impatto ambientale e il rinnovo parti difettose nelle zone seminate.

Si possono poi indicare i seguenti interventi di manutenzione ordinaria:

- sfalcio delle erbe, nei tratti lasciati inerbiti per almeno 2 volte l'anno;
- pulizia della rete di recinzione, eliminando eventuali rampicanti o altre essenze sviluppatesi sulla rete stessa;

- controllo dello stato delle essenze al fine di eliminare e sostituire le piante secche o malate;
- trattamenti chimici solo se resi necessari a seguito di attacchi parassitari non altrimenti contenibili;
- verifica dello stato di stabilità delle essenze arboree;
- potatura di mantenimento delle essenze arboree (da effettuarsi a mano) ed arbustive (da effettuarsi anche con mezzi meccanici). Nello specifico, 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 in modo anomalo le ipotesi di progetto e quindi la distanza dalla piattaforma stradale, si dovrà provvedere a contenerne l'altezza mediante interventi di potatura mirati. A seconda dei casi, il potatore combinerà nel modo opportuno le operazioni di spuntatura, speronatura, diradamento e taglio di ritorno. Non saranno ammessi capitozzature, sgamoli e sterzature;
- per evitare l'insorgenza delle specie invasive, è utile provvedere al mantenimento della pacciamatura prevista nelle operazioni d'impianto. Inoltre, si seguano eventuali prescrizioni derivanti dalla normativa europea, statale, regionale in tema di lotta alle specie aliene e, in particolare, le indicazioni del Regolamento (UE) n. 1143/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 ottobre 2014, recante disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive;
- verifica dello stato del terreno, provvedendo a sarchiature e concimazioni minerali, se necessario;
- concimazioni organiche, se necessario in funzione dello stato del terreno.

### 13.3 INTERVENTI 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) e in funzione dei contesti attraversati in modo tale da conseguire risultati apprezzabili sulla qualità complessiva del sistema infrastrutturale e dell'ambiente.

In particolare la tipologia di barriera e la colorazione 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. 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 della barriera di esazione di Arcoveggio e di via Aposazza (Savena abbandonato), assicurando altresì vantaggi sia dal punto di vista estetico che sul piano della durabilità delle barriere. La scelta è pertanto caduta su pannelli opachi verniciati di colore verde chiaro RAL 6019, in coerenza con il contesto e le altre opere legate al sistema autostradale e tangenziale di Bologna.

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

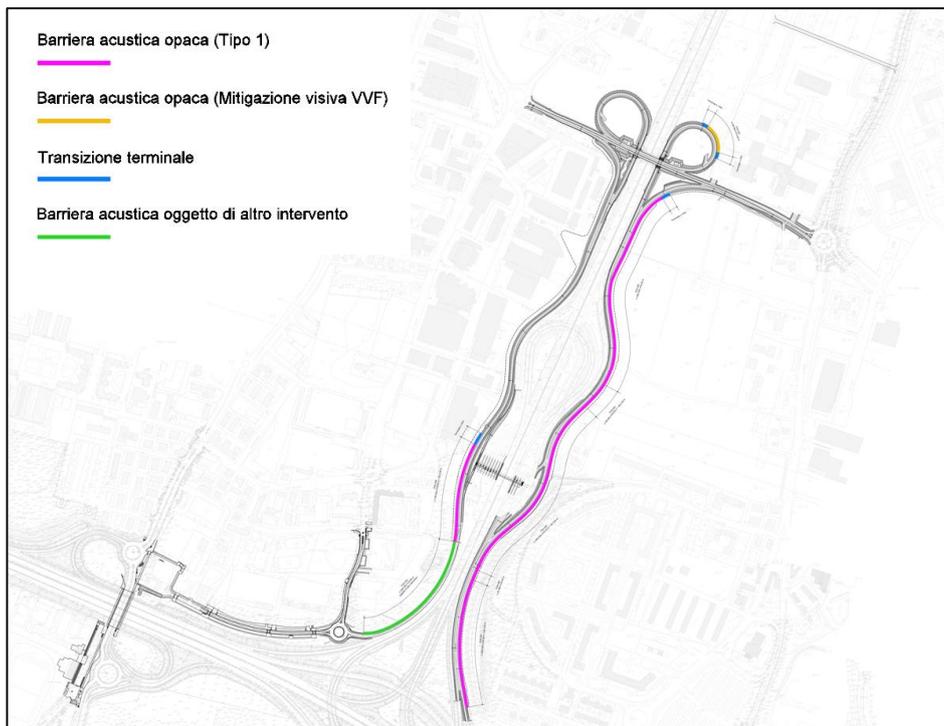


Figura 36 – Planimetria di progetto

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

Tabella 2 - Elenco barriere acustiche in progetto e tipologie

BARRIERA	ALTEZZA [m]	SVILUPPO [m]	TIPOLOGIA	TIPOLOGIA ARCHITETTONICA	MATERIALE
1	6,5 +5,5 sbraccio	248,0	opaca	<b>TIPO 1C</b>	Acciaio verniciato verde RAL 6019
2	6,5	20,0	opaca	<b>TIPO 1A</b>	Acciaio verniciato verde RAL 6019
3	6,5 +5,5 sbraccio	384,0	opaca	<b>TIPO 1C</b>	Acciaio verniciato verde RAL 6019
4	6,5 +2,0 sbraccio	56,0	opaca	<b>TIPO 1B</b>	Acciaio verniciato verde RAL 6019
5	6,5	392,0	opaca	<b>TIPO 1A</b>	Acciaio verniciato verde RAL 6019
6	6,5 +2,0 sbraccio	192,0	opaca	<b>TIPO 1B</b>	Acciaio verniciato verde RAL 6019
7	5,0	80,0	opaca	<b>TIPO 2A</b> (mitigazione visiva VVF)	Acciaio verniciato verde RAL 6019

La disposizione planimetrica delle barriere e strutture è rappresentata nella tavola 111326-0000-PD-AU-AMB-FO000-00000-R-AUA0013-0.

Il disegno architettonico dei singoli moduli utilizzati per tutte le barriere previste è rappresentato nella tavole di dettaglio di cui al capitolo seguente, 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 chiaro RAL 6019 con interno in materiale fonoassorbente, 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 metri 4,00, salvo riduzione della misura per esigenze progettuali specifiche o interferenze con opere d'arte esistenti.

Infine si sono approfonditi i dettagli costruttivi e formali della parte inferiore della barriera a contatto con la fondazione, in relazione al materiale ed alle sue caratteristiche dimensionali per dare una corretta soluzione ai problemi manutentivi e di sicurezza.

Lato autostrada

- pannelli fonoassorbenti in acciaio verniciato colore RAL 6019 semi-lucido
- pannelli di pulizia prefabbricati in c.a. fonoassorbente con rivestimento su lato ricettore in lamiera verniciata RAL 6019 semi-lucido

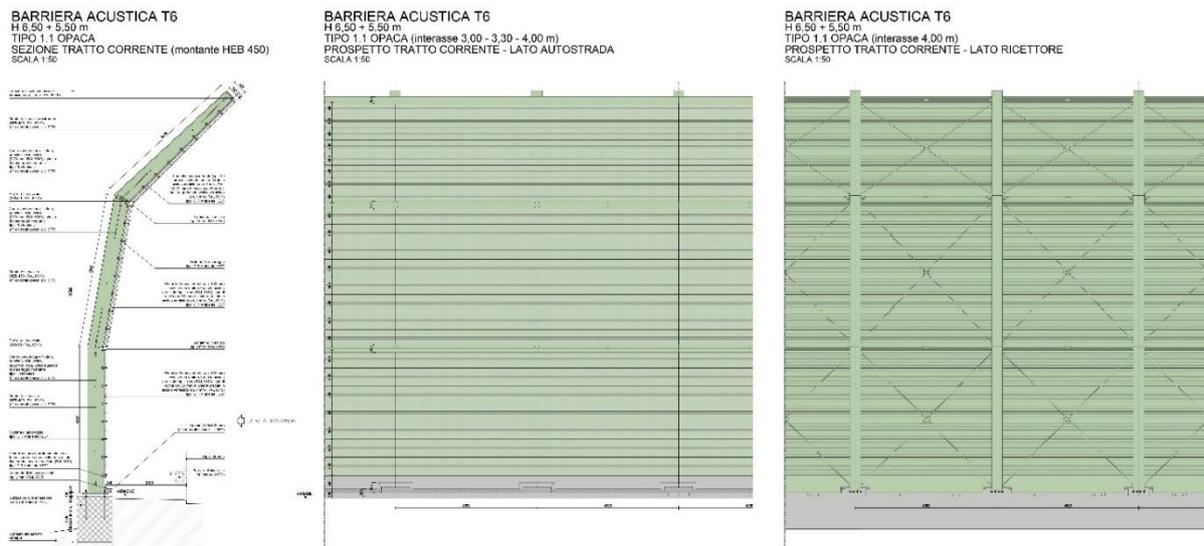


Figura 37 - Tipologico Barriera opaca

## 14. GESTIONE DEI MATERIALI E DELLE TERRE DA SCAVO

L'inquadramento della gestione delle terre è previsto nell'ambito del DPR 120/2017, relativamente ad opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale. In riferimento all' inquadramento ai sensi dell'art. 2, comma 1 lett. u, del DPR 120/2017 è stata prevista la redazione di un Piano di utilizzo (rif AMB1000) come disposto dall'art. 9 del medesimo decreto.

Nell'ottica di maggior tutela dell'interesse ambientale, le terre da scavo sono in tal modo qualificate come sottoprodotti, in riferimento all'art. 184bis del D.Lgs. 152/2006 smi, e riutilizzate nell'ambito dell'intervento.

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 Piano di Utilizzo dei materiali da scavo (AMB1000) è riferito, come indicato, all'art. 9 del D.P.R. 120/2017 ed alle disposizioni e criteri indicati alla parte del Titolo II del suddetto decreto; ovvero la gestione delle terre e rocce da scavo è svolta, in riferimento all'art 1, comma 1 lett. a, nell'ambito della qualificazione a sottoprodotto ai sensi dell'articolo 184-bis del D.Lgs. 152/2006 e smi.

Il Piano di Utilizzo, redatto secondo le indicazioni di cui all'Allegato 5 del Regolamento, costituisce dunque parte integrante del Progetto Definitivo e viene presentato nell'ambito della procedura di valutazione d'impatto ambientale.

Il documento descrive le modalità di gestione dei materiali da scavo derivanti dalla realizzazione dell'intervento stradale, ed indica le quantità e le modalità di gestione delle terre e dei materiali che si originano nell'ambito delle attività di realizzazione delle opere, nelle fasi di produzione, trasporto ed utilizzo, nonché il processo di tracciabilità dei materiali dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio ed ai siti di destinazione.

Il Piano di Utilizzo, pertanto, contiene le informazioni necessarie ad appurare che i materiali derivanti dalle operazioni di scavo eseguite per la realizzazione dell'opera in progetto rispondano ai criteri dettati dal Regolamento e stabiliti sulla base delle condizioni previste dall'art. 184bis, comma 1 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., in modo da poter essere escluse dal regime normativo dei rifiuti e quindi essere gestite come sottoprodotti ai sensi dell'art. 183, comma 1, lett. qq) del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i.

Tale approccio risponde all'esigenza di migliorare l'uso delle risorse naturali limitando, di fatto, il ricorso all'approvvigionamento di materiali da cava, e di prevenire, nel rispetto dell'art. 179, comma 1, del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., la produzione di rifiuti.

Tutti i materiali da scavo, che non rispettano le condizioni 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 e costruzione, sono opportunamente gestiti in impianti di trattamento e recupero o smaltimento in discarica, come ad es.: i fanghi di risulta derivanti da perforazioni profonde per la realizzazione di pali e diaframmi e dalla bagnatura degli scavi; il

materiale proveniente da demolizioni e smantellamento e/o cernita di strutture preesistenti (ad es. opere in c.a., massicciate stradali, ecc).

La gestione dei materiali di scavo, come sottoprodotti, è caratterizzata da sole operazioni di scavo all'aperto, riferite a lavorazioni principali per la bonifica e preparazione del piano di posa e successiva sistemazione del rilevato stradale. Sono previsti alcuni scavi profondi per le opere di scavalco di viabilità stradale e di interferenza idraulica.

Le opere principali da realizzare ai sensi del Regolamento pertanto si individuano in:

- Rilevato stradale;
- Opere maggiori di attraversamento interferenze e di viabilità locale;
- Area di cantiere.

La suddivisione sopra proposta è sulla base delle descrizioni sintetiche riportate in questo capitolo, sulla base delle evidenze emerse nella fase cognitiva sul territorio e dello sviluppo progettuale che evidenziano alcune peculiari caratteristiche:

- a) particolarità e tipologia delle opere previste, caratterizzate dalla continuità e 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.

Sulla base di tali considerazioni e delle fasi di lavorazione previste in progetto, la gestione delle terre e rocce da scavo seguirà un sistema di cantierizzazione descritto negli elaborati CAP: i movimenti delle terre da scavo avverranno lungo le viabilità di cantiere, con i depositi intermedi posti all'interno dell'area di cantiere CB01 e delle aree operative (CO01 e CO02) e di quelle specificatamente dedicate, a supporto di tutte le lavorazioni.

Sulla base di tali considerazioni e delle fasi di lavorazione previste in progetto, la gestione delle terre e rocce da scavo seguirà un sistema di cantierizzazione descritto negli elaborati CAP: i movimenti delle terre da scavo avverranno lungo le viabilità di cantiere, con i depositi intermedi posti all'interno dell'area di cantiere CB01 e di quelle specificatamente dedicate, a supporto di tutte le lavorazioni.

La durata complessiva dei lavori, per la realizzazione dell'opera, è pari ai 36 mesi, come risulta dal cronoprogramma allegato al progetto (rif CAP001, "Diagramma dei lavori").

La durata di validità del Piano di Utilizzo risulta quindi essere pari alla durata dei lavori, è pertanto è stabilita in 36 mesi a partire dalla data di inizio dei lavori, che dovrà avvenire entro due anni dalla presentazione del Piano stesso, salvo deroghe espressamente motivate ed autorizzate dall'autorità competente (rif art 14 comma 1 del DPR 120/2017).

#### **14.1 GLI AMBITI PER LA GESTIONE A SOTTOPRODOTTO DEI MATERIALI DI SCAVO**

La gestione dei terreni di scavo è individuata in un unico di intervento, sviluppate in modo funzionale ed indipendente. 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).

Per ciò che riguarda la logistica e la tipologia delle diverse lavorazioni, le fasi di cantierizzazione previste nel progetto possono differire: in relazione a ciò si precisa che un ulteriore ambito, che si aggiunge a quelli riportati, è riferito alle aree di cantiere, poste a supporto degli interventi e delle opere previste. Le aree di cantiere individuate sono indicate anche come depositi intermedi (rif art 6 del D.P.R 120/2017) per la movimentazione dei materiali di scavo o per la gestione dello scotico, riutilizzato per la sistemazione finale delle medesime aree.

## 14.2 BILANCIO DEI MATERIALI DI RISULTA E DI SCAVO

Le lavorazioni connesse alla realizzazione degli interventi in oggetto prevedono l'esecuzione di operazioni unicamente all'aperto. Come indicato l'impostazione generale si basa sull'ipotesi di scavo (con eventuale deposito temporaneo) e successivo riutilizzo dei materiali di risulta derivanti dai lavori di costruzione del progetto.

Il bilancio delle terre riportato riassume i quantitativi dei materiali che saranno movimentati per la realizzazione dei diversi interventi, indicando i volumi in banco degli scavi e dei riutilizzi ricavati dagli elaborati progettuali. Rispetto al volume in banco, si dovrà tenere conto sia del fisiologico rigonfiamento che si verifica nelle terre e nei materiali da scavo al momento della loro estrazione dal banco naturale, sia dell'effetto, in termini di modifiche di volume, prodotto dalle tecniche utilizzate per il loro reimpiego.

I dati di seguito sono riferiti al computo esecutivo (elaborati a codifica CCP), al quale si rimanda per maggiori dettagli. I volumi stimati sono i seguenti:

Tabella 3 - Sintesi delle quantità movimentate

	CORPO STRADALE	VEGETALE	CANTIERI e FASI	TOTALE
	mc			
<b>PRODUZIONI TOTALI da SCAVI</b>	<b>74.105</b>	<b>6.598</b>	<b>5.820</b>	<b>86.523</b>
<b>FABBISOGNI TOTALI</b>	<b>61.200</b>	<b>4.025</b>	<b>10.670</b>	<b>75.895</b>
<b>RIUTILIZZI TOTALI come SOTTOPRODOTTI</b>	<b>48.122</b>	<b>4.025</b>	<b>5.820</b>	<b>57.967</b>
<b>FONTI ESTERNE TOTALI</b>	<b>13.077</b>	<b>-</b>	<b>4.850</b>	<b>17.928</b>
<b>ESUBERI TOTALI da gestire in impianti autorizzati</b>	<b>25.983</b>	<b>2.572</b>	<b>4.850</b>	<b>33.405</b>
di cui esuberanti provenienti da scavi	25.983	2.572	0	28.555
di cui esuberanti di materiale fornito in opera	0	0	4.850	4.850

La tabella evidenzia che i volumi di scavo complessivi per la realizzazione dell'intervento sono pari a circa 86.523. mc, così suddiviso: 74.105 mc circa provenienti dagli scavi di inerti lungo il tracciato stradale in progetto (61.685 da lavorazioni di sbancamento, 2.281 mc, da lavorazioni di scavi per fondazioni profonde, mentre circa 10.087 da scavi di sbancamento e di fondazione a sezione obbligata); 6.598 mc circa dalle operazioni di scavo del vegetale (spessore medio di circa 20 cm).

A queste quantità devono essere considerate le lavorazioni per la predisposizione dei cantieri, che prevedono una produzione di scavo pari a circa 5.820 mc; questi volumi saranno completamente riutilizzati, al termine degli interventi, per la sistemazione definitiva delle aree, finalizzata alla restituzione ed al ripristino delle stesse.

La produzione totale di materiale scavato pertanto risulta essere pari a circa 86.523 mc.

Il riutilizzo, ai fini dell'inquadramento a sottoprodotti del materiale ai sensi dell'art.184-bis (Sottoprodotto) del DLgs 152/2006 e dei requisiti ambientali specificati negli articoli 4, 8 e 9 del DPR 120/2017, è stimato in 57.967 mc complessivi (pari al 67% del totale), così previsti in opera:

- sistemazione del terreno vegetale nei cigli, nelle scarpate e nelle rotatorie per un volume complessivo di circa 4.025 mc, soddisfacendo completamente il fabbisogno previsto e prevedendo quindi un esubero di circa 2.572 mc;

- realizzazione del rilevato stradale, dei riempimenti e reinterri per un volume complessivo di circa 48.122 mc;
- predisposizione aree di cantiere, come già indicato per la sistemazione finale, in 4.850 mc.

Da ciò si evince che il riutilizzo degli scavi inerti per la fondazione stradale in rilevato o in opera è parziale, in relazione alle caratteristiche di idoneità tecnica del materiale escavato: infatti è previsto il ricorso al trattamento con legante idraulico per un volume stimato di circa 31.602 mc, mentre la restante parte (circa 16.520 mc) potrà essere riutilizzata tal quale. L'esubero previsto dagli scavi all'aperto, pur avendo i requisiti ambientali idonei (si veda paragrafo successivo), non presenterebbe le caratteristiche tecniche adeguate al riutilizzo in opera, pur con l'applicazione di tecniche di miglioramento prestazionale.

Si precisa che la procedura di trattamento con legante a calce o cemento è infatti finalizzata al miglioramento delle caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica in opera dei terreni ed è quindi applicata per conferire al materiale le caratteristiche geotecniche, compreso il grado di umidità, necessarie per conferire all'opera la portanza richiesta. La risposta dei terreni al trattamento dipende essenzialmente dalla quantità e natura dei minerali argillosi e della silice amorfa in essi contenuta.

Sulla base delle quantità e delle considerazioni sopra riportate, pertanto, il fabbisogno complessivo (circa 75.895 mc), necessari alla realizzazione degli interventi ed alle lavorazioni nelle diverse fasi di cantierizzazione (come la a predisposizione propedeutica delle aree di cantiere o dei rilevati provvisori per le viabilità), deve essere soddisfatto da forniture ed approvvigionamenti esterni e da eventuali operazioni di recupero dei materiali provenienti dalle demolizioni. Questi materiali, approvvigionati con fornitura esterna, saranno accompagnati dalla relativa certificazione di idoneità tecnico-ambientale, oltre che quella prestazionale, in modo tale da non modificare il quadro ambientale di riferimento.

Ad esclusione del vegetale, pertanto la fornitura di materiali tecnicamente idonei e conforme ai requisiti ambientali prevede circa 13.077 mc, di cui circa 9.757 mc di materiale pregiato, relativi soprattutto al sistema di drenaggio anticapillare e di circa 4.850 mc necessari per le fasi propedeutiche di intervento.

Questi ultimi volumi saranno necessariamente rimossi e smaltiti in impianti di recupero una volta terminate le finalità di utilizzo nella logistica della cantierizzazione. A queste quantità si aggiungono circa 25.983 mc di materiale di scavo e circa 2.572 mc di vegetale che, come detto, non trovano disponibilità in opera o non riutilizzabili per i requisiti prestazionali scadenti (si tratta di circa il 28% sul totale di circa 175.000 mc complessivi scavati).

Nell'ambito della gestione a rifiuto, inoltre, non contemplati nel quadro del Piano di Utilizzo, saranno previsti materiali provenienti dalle attività di demolizione di manufatti in calcestruzzo e di pavimentazione e di fondazione stradale: questi volumi potranno comunque essere recuperati in impianti autorizzati. Anche le eventuali parti in acciaio sono destinate anch'esse ad impianti dedicati.

### 14.3 SINTESI DEI RISULTATI DI LABORATORIO SULLA CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE

Si riporta in sintesi lo studio dei dati ricavati dalle analisi chimiche condotte sui campioni di terreno prelevati, riportati nelle tabelle seguenti.

I campioni di terreno prelevati sono stati consegnati integri e senza alcun tipo di alterazione al laboratorio, dove sono state eseguite le operazioni preliminari di preparazione alle analisi chimiche. Le analisi chimiche di laboratorio sono cominciate con le fasi di preparazione dei campioni.

Le date di consegna e di inizio e fine indagine analitica sono riportate, per tutte le attività di laboratorio eseguite, nei Rapporti di Prova, allegati al Piano di Utilizzo. Si riportano, infatti, i certificati di prova di tutte le analisi eseguite, in cui sono indicati per ciascun campione i risultati di laboratorio dei diversi parametri ricercati e la metodica utilizzata, il numero del rapporto di prova ed i valori limite previsti dalla normativa (D.Lgs. 152/06, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 5, tabella 1 colonne A e B) per un diretto confronto e per la verifica di eventuali superamenti delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC).

I risultati analitici hanno evidenziato, per i campioni di terreno prelevati, **un totale rispetto dei limiti vigenti previsti in colonna B, Tabella 1, D.Lgs. 152/2006, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 5, e pertanto conformi con la destinazione d'uso industriale e commerciale, quali sono considerate le aree interessate dal tracciato stradale.**

i risultati analitici, in particolare, presenti in allegato (AMB1001), permettono di definire che:

- a) Il 100% dei 10 campioni analizzati in laboratorio, e uniformi ai sensi del D.P.R. 120/2017, risulta conforme ai limiti di cui alle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) della colonna B, della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06, indicata come riferimento per la destinazione d'uso dei siti di intervento;
- b) Lo 85% dei campioni risulta avere tenori al di sotto dei limiti di CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) riferiti alla destinazione di uso residenziale o agricola, indicati in colonna A della tabella 1, allegato 5 al titolo V parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.; i superamenti rilevati nei terreni con valori al di sopra delle soglie di colonna A si riferiscono a 3 campioni (su 20, pari a circa 15%) per tenori in idrocarburi pesanti e parametri riconducibili a pressioni di traffico (Piombo, Zinco e IPA);
- c) la quasi totalità dei campioni analizzati in laboratorio e prelevati nelle aree di scavo (19 su 20) risulta conforme, nella concentrazione in composti "indicatori" di potenziali criticità ambientali, quali composti organici aromatici o policiclici aromatici, ai limiti di CSC di colonna A della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06; in un solo caso si segnala infatti un tenore anomalo (nel campione superficiale nel sito lungo l'A13 PZ BF1-B-BIS);
- d) per quanto riguarda la presenza di fibre amiantifere, in coerenza con la natura geologica dei terreni ed all'assenza di riporti di origine antropica e di natura pericolosa, il 100% dei campioni analizzati in laboratorio e prelevati nelle aree di scavo risulta conforme ai limiti della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06.

Di seguito si riportano un riepilogo sintetico in forma tabellare della quantità di prelievi e dei relativi esiti analitici, con evidenza del numero di superamenti rilevati.

*Tabella 4 - Riepilogo sintetico degli esiti analitici di laboratorio e del numero di superamenti rilevati nell'indagine ambientale eseguita in conformità del D.P.R 120/2017*

		Caratterizzazione ambientale in conformità del D.P.R. 120/2017	
Ambiti di SCAVO e RIUTILIZZO	Punti di indagine	Prelievi	
Tratta	13	20	

CSC			
Numero campioni	A	B	Totale
Totale campioni	17	3	20

% su intero intervento			
Intermedia Pianura	85	15	100,0

Tabella 5 - Sintesi delle evidenze chimiche di laboratorio

Sigla campione	Profondità (m da p.c.)	Soglia	Evidenza chimica
PZ BF1-B-BIS	0,3-0,5	B	C>12, IPA
PZ BF1 B CA1	0,5-1,0	A	
PZ-BF-01 CA1	0,0-0,3	A	
PZ-BF-01 CA2	0,3-0,8	A	
PZAMB4 CA1	0,0-0,3	A	
PZAMB4 CA2	0,3-1,0	A	
IA PZ AMB4	0,00-1,0	A	
PZ-PB6 CA1	0,0-0,3	A	
PZ-PB6 CA2	0,3-1,0	A	
IA PZ PB6	0,35-1,0 m	A	
PB17 bis CA1	0,2-1,5	A	
PB17 bis CA2	26-28	A	
PB17 bis CA3	47-48	A	
IA PB17DH	0,00-1,0	A	
PZAMB5 CA1	0,0-0,3	A	
PZAMB5 CA2	0,3-1,0	A	
IA PZ AMB5	0,30-1,0	A	
PZBF 01-21	0,00-1,0	B	C>12
SDBF1	0,00-1,0	B	C>12, Zn e Pb
PZBF 02-21	0,00-1,0	A	

#### 14.4 CONCLUSIONI SULLA COMPATIBILITÀ AMBIENTALE DEI MATERIALI DI SCAVO NEI SITI DI UTILIZZO

I siti di utilizzo negli ambiti individuati sono sostanzialmente coincidenti con i siti di produzione previsti nei medesimi, la caratterizzazione dei siti di utilizzo è pertanto costituita dalle stesse informazioni finalizzate alla caratterizzazione dei siti di scavo.

Come da allegato 2 al Regolamento, il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'art. 184 bis comma 1 lettera d) del DLgs. 152/2006 e s.m.i. per l'utilizzo dei materiali da scavo come sottoprodotti è garantito quando il contenuto di sostanze inquinanti all'interno dei materiali da scavo sia inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), di cui alle colonne A e B tabella 1 allegato 5, al Titolo V parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali.

Sempre secondo l'allegato 2, i materiali da scavo sono utilizzabili per reinterri, riempimenti, rimodellazioni, ripascimenti, interventi in mare, miglioramenti fondiari o viari oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, per rilevati, per sottofondi e nel corso di processi di produzione industriale in sostituzione dei materiali di cava:

- se la concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A, in qualsiasi sito a prescindere dalla sua destinazione.
- se la concentrazione di inquinanti è compresa fra i limiti di cui alle colonne A e B, in siti a destinazione produttiva (commerciale e industriale).

Complessivamente i risultati consentono, quindi, di affermare che:

- a) data l'assenza di superamenti dei limiti di Concentrazione Soglia di Contaminazione di cui alla colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV Titolo V del D.Lgs. 152/06, **tutti i materiali e i terreni da scavo di interesse progettuale sono riutilizzabili**;
- b) tutti i materiali scavati possono essere reimpiegati per la realizzazione di rinterrati, rilevati e terrapieni di rimodellamento nell'ambito delle opere in progetto, essendo queste assimilabile ai siti a destinazione d'uso industriale/commerciale cui fa riferimento la colonna B sopra citata;
- c) la maggior parte dei materiali (sulla base delle analisi con concentrazioni al di sotto dei valori soglia della colonna A) può essere riutilizzato in siti a destinazione verde o residenziale o nell'impiego dei ritombamenti o rinterrati nei casi di interferenza con la porzione saturata.
- d) **per tutti i materiali sono soddisfatti i requisiti di compatibilità ambientale**, in relazione alla corrispondenza dei siti di utilizzo e dei siti di destinazione.

Per la visione dei risultati delle analisi di laboratorio e dei relativi certificati sulla caratterizzazione preventiva delle opere ai sensi del D.P.R. 120/2017, si rimanda agli allegati al Piano di utilizzo.

#### **14.4.1 SINTESI SULLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI MATERIALI DI SCAVO**

Per fornire un quadro generale dei requisiti di idoneità e compatibilità dei materiali di scavo si riporta una sintesi di quanto indicato negli elaborati a codifica APE, in particolar modo nella relazione generale APE0001 e nelle relative tavole di dettaglio. Per tutti i dettagli volumetrici si rimanda al capitolo dedicato.

La valutazione è finalizzata per stimare delle percentuali di materiale utilizzabile tal quale, previo trattamento o non utilizzabile come materiale da rilevato/bonifica e/o rinfianco. Le stime qui presentate si riferiscono esclusivamente agli scavi ascrivibili alla preparazione/bonifica dei piani di posa di nuovi rilevati, o tratti i essi in allargamento di esistenti, con logica esclusione delle porzioni di scotico vegetale e dei materiali già presenti in rilevati esistenti.

Al fine di valutare gli spessori di bonifica è stata fatta una analisi delle descrizioni stratigrafiche riportate nei certificati di indagine sia del pozzetto che dei sondaggi, in tali certificati il terreno superficiale (entro il metro di profondità) è descritto come terreno vegetale; in particolare, nel log di sondaggio del pozzetto PZ-24-PE si dichiara la presenza di riporto antropico di varia natura misto a materiale vegetale.

Le unità litostratigrafiche, così come presentate negli elaborati APE, 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; tale unità viene considerata a comportamento prevalentemente granulare

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.

Questo spessore di vegetale potrà essere riutilizzato in opera per il ripristino delle aree di cantiere e delle sistemazioni a verde previste.

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 per la preparazione del piano di posa. Gli strati di materiale granulare posti in sostituzione del materiale asportato dovranno essere messi in opera seguendo le stesse prescrizioni adottate per i rilevati.

Quindi le indicazioni sui requisiti di idoneità tecnica al riutilizzo si riferiscono al volume di terreno scavato durante le attività della preparazione del piano di posa, al netto dei volumi derivanti dallo scotico assunto sempre pari a 20 cm. Le indicazioni sul trattamento, inteso come trattamento a calce sul terreno scavato

ritenuto idoneo in accordo a quanto dichiarato nel capitolato speciale d'appalto, così come il riutilizzo nella forma "tal quale" è previsto nelle modalità e nei casi previsti nel suddetto capitolato.

Qualora il terreno scavato presenti materiale di varia natura (in assenza di materiale organico/vegetale), viene indicata il ricorso alla normale pratica industriale con la vagliatura dello stesso; a seconda della litologia della matrice, il "passante" sarà utilizzato tal Quale o previo trattamento, mentre la parte residuale trattenuta nei vagli sarà gestita come rifiuto perché non riutilizzabile vista la diversa natura.

Si specifica infine che qualora il terreno scavato presenti materiale organico/vegetale, non può esserne previsto il riutilizzo da rilevato/bonifica e/o rinfiacco nell'ambito del lotto di appartenenza quale materiale tecnicamente idoneo, ma può entrare nelle disponibilità ad uso vegetale o per sistemazione a verde.

Per maggiore dettaglio circa questo tema, si rimanda alle tavole di progetto di dettaglio (rif cod APE Rilevati e trincee - Sezioni Tipo) e al Capitolato Speciale di Appalto di Autostrade per l'Italia.

Vista infatti la natura del materiale rinvenuto negli strati più superficiali e data l'evidente presenza di vegetale, gli scavi, prodotti nell'ambito della bonifica e della preparazione del piano di posa, al di sotto dello scotico vegetale, risultano riutilizzabili nella forma tal quale per il 23 % e con trattamento a calce per il 44% del totale. Il restante volume è ritenuto non avere requisiti idonei sulla base di scadenti caratteristiche tecnico-prestazionale e pertanto non è riutilizzabile in opera, se non come eventuale materiale utile per le sistemazioni a verde.

#### **14.5 DISPOSIZIONI PER LA GESTIONE DEI MATERIALI DA SMALTIRE A DISCARICA O AD IMPIANTI DI RECUPERO**

Tutte i materiali da scavo, che non rispettano le condizioni 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.

Inoltre le seguenti tipologie di materiali sono identificati quali rifiuto e quindi opportunamente gestiti, ovvero allontanamento dal cantiere per il recupero in impianti autorizzati, od, in alternativa ineludibile, lo smaltimento in discariche:

- i fanghi di risulta derivanti da perforazioni per la realizzazione di pali e dalla eventuale bagnatura per l'abbattimento delle polveri durante gli scavi;
- i materiali derivanti da smantellamento di strutture preesistenti (ad es. opere in c.a., massicciate stradali, fresatura asfalti, ecc);
- il materiale di risulta dal processo di sedimentazione, costituito da polveri di perforazione, boiacche e additivi, e derivato dalla raccolta e trattamento delle acque di lavorazione.
- Sebbene le indagini cognitive di progetto non abbiano dato particolari evidenze in tal senso, si specifica che, se dovessero emergere aree o porzioni di scavo con presenza di materiali di riporto con frammenti e/o elementi di origine antropica, con percentuali superiori al 20% (rif. allegato 9 del DM 161/201 ripreso in allegato 1 del DPR 120/2017), questi dovranno essere sottoposti alle medesime disposizioni vigenti in materia di rifiuti.

L'articolo 184, al comma 3, lettera b), del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. come modificato dall'art. 11 del D. Lgs. 205/2010, classifica inoltre come "rifiuti speciali", i materiali da operazioni di demolizione e costruzione, e quelli derivanti dalle attività di scavo in cantiere per cui il produttore abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi o per cui l'analisi di caratterizzazione ambientale non abbia soddisfatto i requisiti di idoneità al riutilizzo.

Tali rifiuti, sono solitamente identificati al capitolo 17 del C.E.R. (Codice Europeo dei Rifiuti): rifiuti delle operazioni di costruzione e demolizione.

I rifiuti speciali possono essere raggruppati, prima della raccolta, nel luogo in cui gli stessi sono prodotti, nella forma del cosiddetto "deposito temporaneo" (art. 183, comma 1, lett. bb). In ragione di quanto previsto dal cosiddetto "principio di precauzione e di prevenzione", tale deposito deve essere "controllato" dal suo produttore o detentore e, quindi, questi devono essere raccolti ed avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento secondo precise modalità.

Dal deposito temporaneo interno al cantiere, i rifiuti da demolizione e costruzione devono obbligatoriamente essere conferiti a soggetti debitamente autorizzati allo svolgimento delle fasi di recupero o, in alternativa, a fasi residuali di smaltimento.

I rifiuti pertanto possono essere avviati a:

- Smaltimento: presso impianto di stoccaggio autorizzato per il successivo conferimento in discarica per rifiuti inerti.
- Recupero: presso impianti, fissi o mobili, debitamente autorizzati.

Ai fini della corretta gestione del rifiuto prodotto, il produttore è tenuto a:

- Û attribuire il CER corretto e la relativa gestione;
- Û organizzare correttamente il deposito temporaneo dei rifiuti prodotti;
- Û stabilire le modalità di trasporto e verificare l'iscrizione all'Albo del trasportatore (Albo Nazionale Gestori Ambientali);
- Û definire le modalità di Recupero/Smaltimento e individuare l'impianto di destinazione finale, verificando l'autorizzazione del gestore dell'impianto presso cui il rifiuto verrà conferito;
- Û tenere, ove necessario, la tracciabilità della gestione del rifiuto (ad es. registro di Carico/Scarico, Formulario di Identificazione dei Rifiuti, ecc).

## 15. CANTIERIZZAZIONE E DURATA DEI LAVORI

### 15.1 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:

- **CB01** - L'area di superficie pari a 13.150 mq sarà destinata a Campo Base (4.400mq), Cantiere Operativo (5.300mq) e Area di deposito del materiale di scotico proveniente dallo scavo dell'area di cantiere (3.450 mq).
- **ADS01** - L'area di superficie pari a 3.150 mq sarà destinata ad Area di Supporto. Al suo interno sono state individuate un'area per il deposito temporaneo del materiale di scotico proveniente dallo scavo dell'area di cantiere (700 mq) e un'area più estesa per il deposito temporaneo del materiale proveniente dagli scavi (2.450 mq);
- **ADS02** - L'area di superficie pari a 2.800 mq sarà destinata ad Area di Supporto. Al suo interno sono state individuate un'area per il deposito temporaneo del materiale di scotico proveniente dallo scavo dell'area di cantiere (800 mq) e un'area più estesa per il deposito temporaneo del materiale proveniente dagli scavi (2.000 mq);

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.

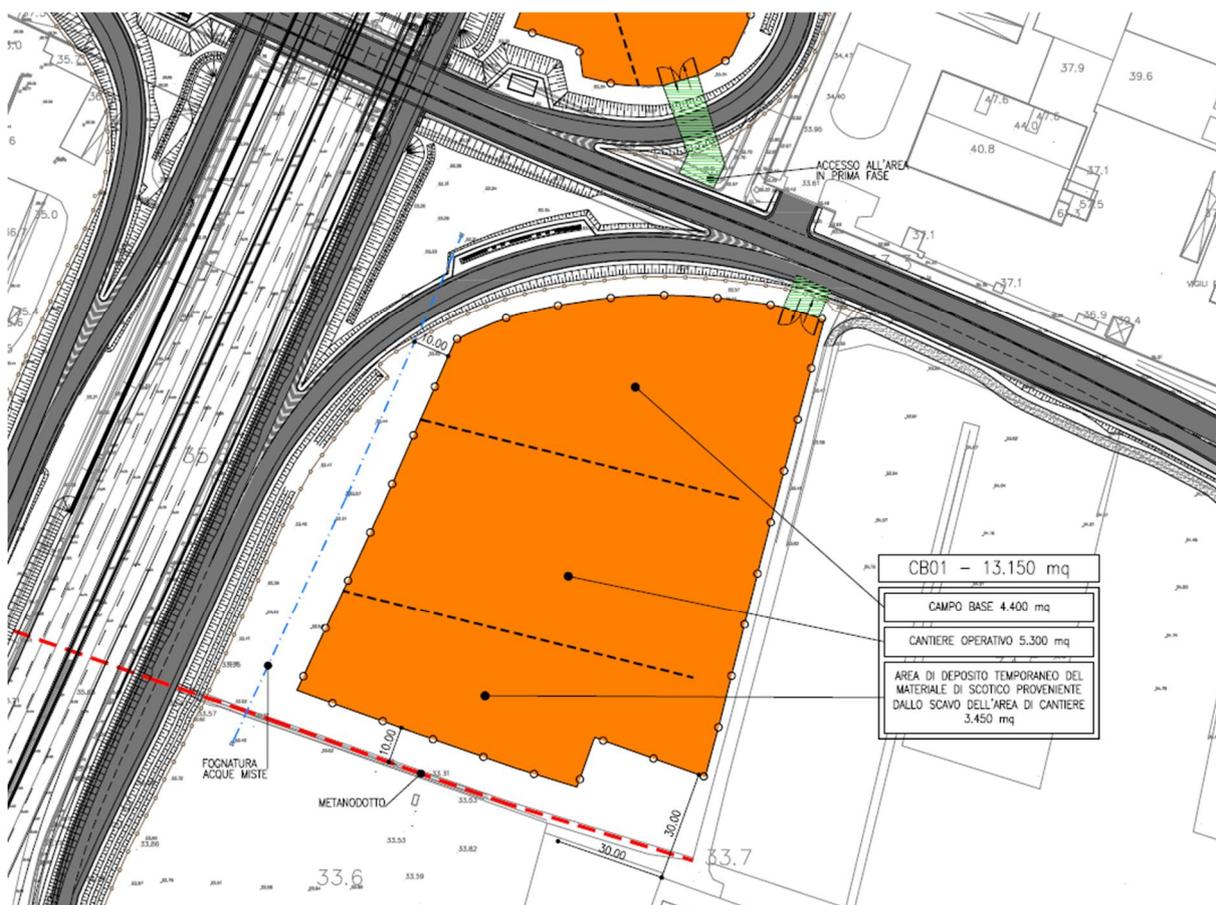


Figura 38 - Localizzazione del campo base CB01



Figura 39 - Localizzazione aree di supporto

## 15.2 DURATA DEI LAVORI

Le tempistiche di realizzazione delle varie opere e le relazioni temporali tra di esse comportano una stima sulla durata dei lavori pari a 36 mesi. Si rimanda al cronoprogramma per i dettagli delle lavorazioni previste e delle singole durate stimate.

## 16. SOMME A DISPOSIZIONE

### 16.1 ESPROPRI

Le principali leggi e sentenze in materia espropriativa alle quali si è fatto riferimento:

- 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. l<sup>a</sup> 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.).

Il presente progetto evidenzia anche, con una apposita sezione, le aree da doversi occupare a titolo definitivo 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..

### 16.2 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);

- Elettificazione linee ferroviarie, tranviarie e di trasporto pubblico;
- Altro, impianti particolari (semafori, tutor, ecc.)

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.