

autostrade // per l'italia

AUTOSTRADA (A13) : BOLOGNA-PADOVA

TRATTO: BOLOGNA - FERRARA

**AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA
TRATTO: BOLOGNA ARCOVEGGIO - FERRARA SUD**

PROGETTO DEFINITIVO

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

RELAZIONE

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Davide Canuti
Ord. Ing. Milano N. 21033
RESPONSABILE AMBIENTE

**IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**



Ing. Federica Ferrari
Ord. Ingg. Milano N. 21082

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Orlando Mazza
Ord. Ingg. Pavia N. 1496

PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI

RIFERIMENTO PROGETTO													RIFERIMENTO DIRETTORIO						RIFERIMENTO ELABORATO				Ordinatore:											
Codice	Commessa	Lotto	Sub-Prog.	Fase	Capitolo	Paragrafo	WBS		PARTE D'OPERA		Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.																				
		Cod.	Cod. Appalto				tipologia	progressivo																										
1	1	1	3	0	6	0	0	0	1	P	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	M	B	0	0	0	4			SCALA: -

 	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:		REVISIONE	
	Ing. Federica Ferrari Ord. Ingg. Milano N. 21082				n.	data
					1	-
					2	-
					3	-
REDATTO:	-	VERIFICATO:	-	4	-	

	<p>VISTO DEL COMMITTENTE</p> <p>autostrade // per l'italia</p> <p>IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Antonio Tosi</p>	<p>VISTO DEL CONCEDENTE</p>  <p>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI</p>
--	--	---

INDICE

1	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	3	2.5.1	Premessa	19
1.1	PREMESSA	3	2.5.2	Opere d'arte maggiori	20
1.2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE.....	4	2.5.2.1	<i>Cavalcavia</i>	<i>31</i>
1.3	ALTERNATIVE PROGETTUALI	4	2.5.3	Opere d'arte minori	34
1.4	INQUADRAMENTO INFRASTRUTTURALE E TRASPORTISTICO	5	2.6	OPERE COMPLEMENTARI	36
2	CARATTERISTICHE TECNICHE	8	2.6.1	Segnaletica	36
2.1	L'INFRASTRUTTURA ESISTENTE	8	2.6.1.1	<i>Segnaletica verticale</i>	<i>36</i>
2.1.1	Aspetti geometrici dell'infrastruttura esistente	8	2.6.1.2	<i>Segnaletica orizzontale</i>	<i>36</i>
2.1.2	Sezione tipo esistente	8	2.6.2	Pavimentazioni	37
2.1.3	Andamento plano-altimetrico attuale e diagramma delle velocità	8	2.6.2.1	<i>Pavimentazioni su nuovo sedime.....</i>	<i>37</i>
2.1.3.1	<i>Analisi dello stato attuale con riferimento al DM 05.11.2001.....</i>	<i>9</i>	2.6.2.2	<i>Risanamento delle pavimentazioni esistenti</i>	<i>38</i>
2.2	IL PROGETTO DI AMPLIAMENTO ED AMMODERNAMENTO	9	2.6.2.3	<i>Risanamento spartitraffico</i>	<i>39</i>
2.2.1	Inquadramento normativo e criteri progettuali	9	2.7	INTERFERENZE IDROGRAFICHE ED INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA.....	40
2.2.2	Asse autostradale.....	10	2.7.1	Corsi d'acqua di competenza dell'Autorità di Bacino del Fiume Reno	40
2.2.3	Sezione tipo.....	10	2.7.2	Corsi d'acqua di competenza del Consorzio della Bonifica Renana	40
2.2.4	Andamento plano-altimetrico di progetto	11	2.7.3	Corsi d'acqua di competenza del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	43
2.2.4.1	<i>Analisi del progetto con riferimento al DM 6792 del 05.11.2001</i>	<i>11</i>	2.7.4	Interventi di sistemazione idraulica	44
2.2.5	Piazzole di sosta	12	2.8	SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA	46
2.3	SVINCOLI ED AREE DI SERVIZIO	12	2.8.1	Requisiti prestazionali	46
2.3.1	Nuovo svincolo di Castel Maggiore	12	2.8.2	Schema di drenaggio	46
2.3.2	Svincolo di Bologna Interporto	16	2.8.3	Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche.....	47
2.3.3	Area di Servizio Castel Bentivoglio.....	16	3	CANTIERIZZAZIONE	49
2.3.4	Svincolo di Altedo	16	3.1	PREMESSA	49
2.3.5	Criteri progettuali.....	16	3.2	I CANTIERI	49
2.3.5.1	<i>Geometria degli elementi modulari delle rampe</i>	<i>17</i>	3.2.1	Area di cantiere CB01	49
2.3.5.2	<i>Sezioni tipo delle rampe e delle corsie specializzate.....</i>	<i>17</i>	3.2.1.1	<i>Caratteristiche generali delle aree di cantiere</i>	<i>50</i>
2.3.5.3	<i>Dimensionamento corsie di diversione e di immissione</i>	<i>17</i>	3.2.2	Area di cantiere CO01	53
2.3.5.4	<i>Distanze di visibilità per l'arresto</i>	<i>18</i>	3.2.2.1	<i>Caratteristiche generali delle aree di cantiere</i>	<i>53</i>
2.4	VIABILITÀ INTERFERITA	18	3.2.3	Area di cantiere CO02	55
2.4.1	Viabilità in sovrappasso.....	19	3.2.3.1	<i>Caratteristiche generali delle aree di cantiere</i>	<i>55</i>
2.5	OPERE D'ARTE.....	19	3.3	FASIZZAZIONE DEI LAVORI	57

3.3.1	Sezioni tipo di intervento e fasi di traffico.....	57
3.4	ESPROPRI.....	61
3.5	INTERFERENZE.....	61
3.6	INDIVIDUAZIONE DEI POSSIBILI SITI DI CAVA, IMPIANTI E DISCARICHE.....	61
3.6.1	Siti di cava.....	61
3.6.2	Siti per discariche.....	64
4	GESTIONE DEI MATERIALI E DELLE TERRE DA SCAVO.....	66
4.1	IDENTIFICAZIONE DEI SITI DI SCAVO E DETERMINAZIONE DELLE INDAGINI, AI SENSI DEL D.M. 161/2012.....	66
4.1.1	Criteri di ubicazione dei punti d'indagine.....	66
4.1.2	Piano di indagine per la caratterizzazione ambientale.....	67
4.1.3	Caratterizzazione ambientale di aree o siti di indagine da completare in una successiva fase esecutiva.....	69
4.1.4	Metodica di campionamento.....	69
4.1.5	Analisi chimiche di laboratorio.....	70
4.2	CARATTERISTICHE CHIMICHE PER LA QUALIFICAZIONE DEL MATERIALE DI SCAVO.....	70
4.2.1	Sintesi dei risultati delle caratterizzazioni.....	70
4.2.2	Conclusioni.....	72
4.3	COMPATIBILITÀ AMBIENTALI DEI MATERIALI DA SCAVO NEI SITI DI UTILIZZO.....	72
4.4	BILANCIO DEI MATERIALI.....	73
4.5	DISPOSIZIONI PER LA GESTIONE DEI MATERIALI DA SMALTIRE A DISCARICA OD AD IMPIANTI DI RECUPERO.....	74
5	INTERVENTI DI MITIGAZIONE AMBIENTALE.....	76
5.1	BARRIERE ACUSTICHE.....	76
5.2	OPERE A VERDE.....	77
5.2.1	Premessa.....	77
5.2.2	Riferimenti normativi.....	77
5.2.3	Definizione delle tipologie opere a verde previste in progetto.....	78
5.2.4	Opere a verde per il corpo autostradale.....	80
5.2.5	Recupero ambientale delle aree oggetto di cantierizzazione.....	80

1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

1.1 PREMESSA

Nell'ambito delle attività da svolgere legate al V Atto aggiuntivo alla concessione per l'esercizio di tratte autostradali tra Autostrade per l'Italia S.p.A. ed ANAS, si prevede l'ammodernamento e l'ampliamento alla terza corsia dell'Autostrada A13 Bologna – Padova nei tratti Bologna - Ferrara sud e Padova - Monselice.

L'intervento rientra tra quelli previsti della Convenzione Unica alla concessione per l'esercizio di tratte autostradali stipulata tra Autostrade per l'Italia S.p.A. e Anas, stipulata in data 12/10/2007 ed approvata con legge n. 101 del 06/06/2008.

In base all'art. 15 di tale Convenzione, Autostrade per l'Italia ha in corso un importante programma di investimenti che ha l'obiettivo di migliorare la fluidità del traffico e l'accessibilità della rete.

All'interno del più esteso intervento di ampliamento ed ammodernamento dell'autostrada A13 sopra richiamato, si inserisce il presente Progetto definitivo di ampliamento alla 3^a corsia della tratta Bologna – Ferrara, dalla progr. km 1+070 alla progr. km 33+547 (progressiva riferita all'asse dello spartitraffico), coincidente con la progr. esistente km 33+548.76, per una lunghezza complessiva di 32,477 km circa. In particolare l'intervento ha inizio in corrispondenza dei due rami di diversione ed immissione da e per la tangenziale di Bologna (km1+070) e termina in corrispondenza dello svincolo esistente di Ferrara sud (km 33+547), dove le terze corsie si perdono sulle rampe di diversione/immissione dello svincolo esistente. All'interno di tale tratto ricadono il nuovo svincolo di Castel Maggiore (km 3+000), lo svincolo di Bologna Interporto (km 7+955), lo svincolo di Altedo (km 20+476) e l'Area di Servizio Castel Bentivoglio (km 11+700).



Il Potenziamento del Nodo di Bologna e l'Ampliamento della A13 Bologna Arcoveggio – Ferrara sud

L'area bolognese 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.

I livelli di servizio del sistema tangenziale/autostrada A14 mostrano l'adeguatezza del sistema autostradale nella sua configurazione attuale, mentre evidenziano lo stato di criticità in cui si trovano le complanari.

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

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 termini trasportistici e conseguentemente di sicurezza e di tipo ambientale.

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

L'accordo si pone quindi l'obiettivo di risolvere una criticità trasportistica di livello nazionale e di migliorare l'accessibilità viaria di livello metropolitano stabilendo le condizioni e gli impegni delle Parti. Tra gli interventi di completamento della rete viaria di adduzione a scala urbana – metropolitana, è previsto il completamento dei tratti mancanti per circa 8,3 km e adeguamento in sede per circa 5,8 km della viabilità di Adduzione denominata "Intermedia di Pianura". L'Intermedia di Pianura è una strada di connessione/distribuzione costituita dalla successione di strade comunali esistenti cui, tuttavia, mancano dei tratti per realizzare una viabilità continua in grado di collegare alcune delle zone industriali principali della Provincia.

Considerando che il tracciato dell'intermedia di pianura attraversa l'autostrada A13 alla prog. Km 3+462, nell'accordo del 15 aprile 2016, ASPI, di concerto con il Ministero, si è impegnata alla realizzazione del Nuovo Svincolo di Castel Maggiore, che connette l'autostrada A13 all'intermedia di Pianura, nell'ambito del progetto di ampliamento alla terza corsia della A13. Considerato inoltre che le tratte D ed E dell'Intermedia di Pianura rappresentano una viabilità diretta di adduzione al sistema autostradale attraverso il citato Svincolo di Castel Maggiore è in corso di definizione l'inserimento anche di dette tratte nell'ambito del Progetto in argomento.

1.2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE

Il tracciato dell'attuale A13 insiste nel territorio della Regione Emilia Romagna e della Regione Veneto il tratto oggetto di intervento di ampliamento alla terza corsia si colloca completamente all'interno della Regione Emilia Romagna attraversando le Province di Bologna e Ferrara.

L'intera tratta autostradale è ripartita rispettivamente per le due province in:

- 25,467 km in provincia di Bologna (pari al 78.4% dello sviluppo totale)
- 7,010 km in provincia di Ferrara (pari al 21.6%)

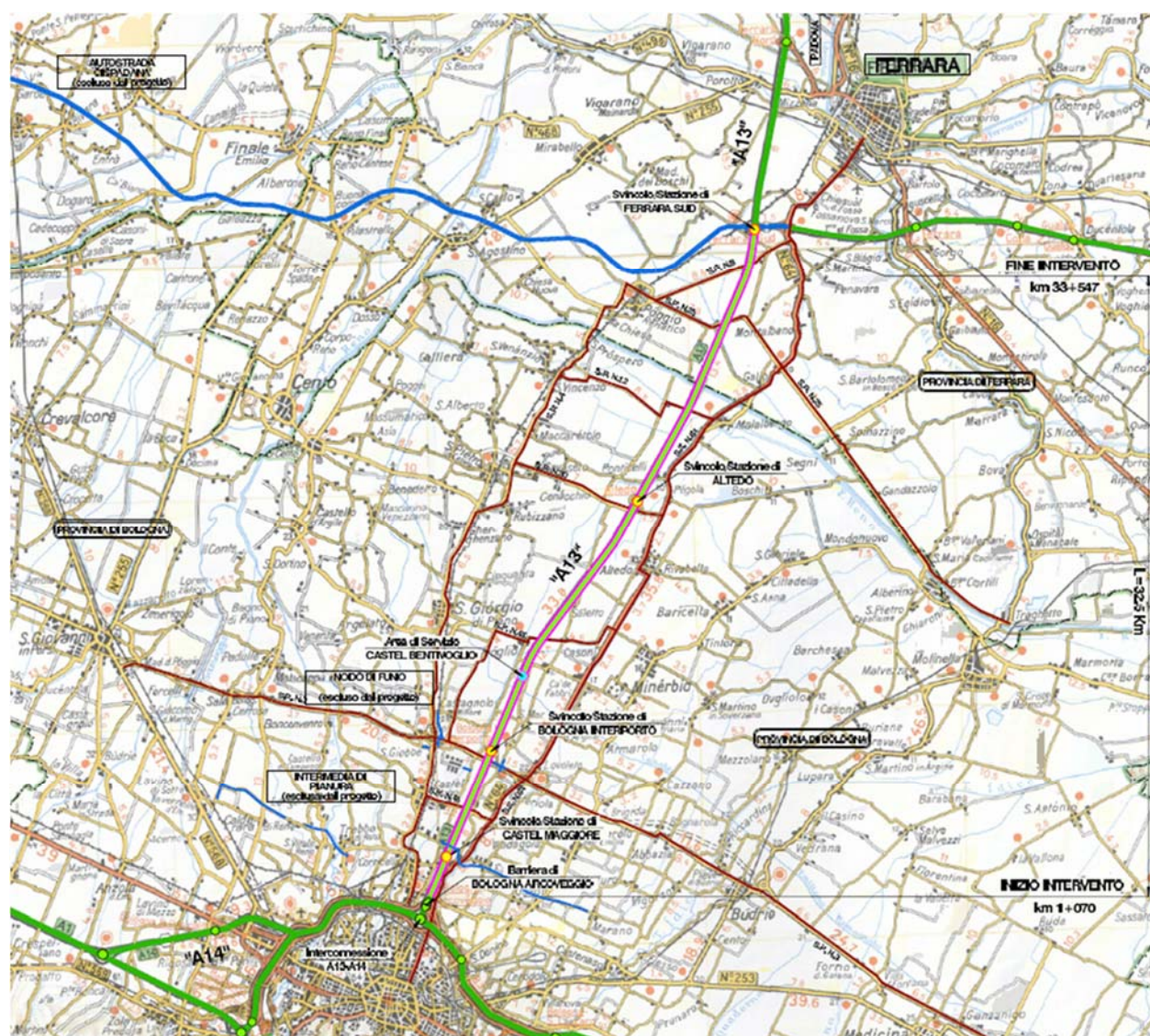


Figura 1—1 Tracciato autostradale A13 da Bologna a Ferrara

Il tratto oggetto del presente studio Bologna Arcoveggio – Ferrara sud, lungo il suo sviluppo Sud-Nord, attraversa il comprensorio di sette comuni:

- BOLOGNA
- CASTEL MAGGIORE
- BENTIVOGLIO
- MALABERGO
- GALLIERA
- POGGIO RENATICO
- FERRARA

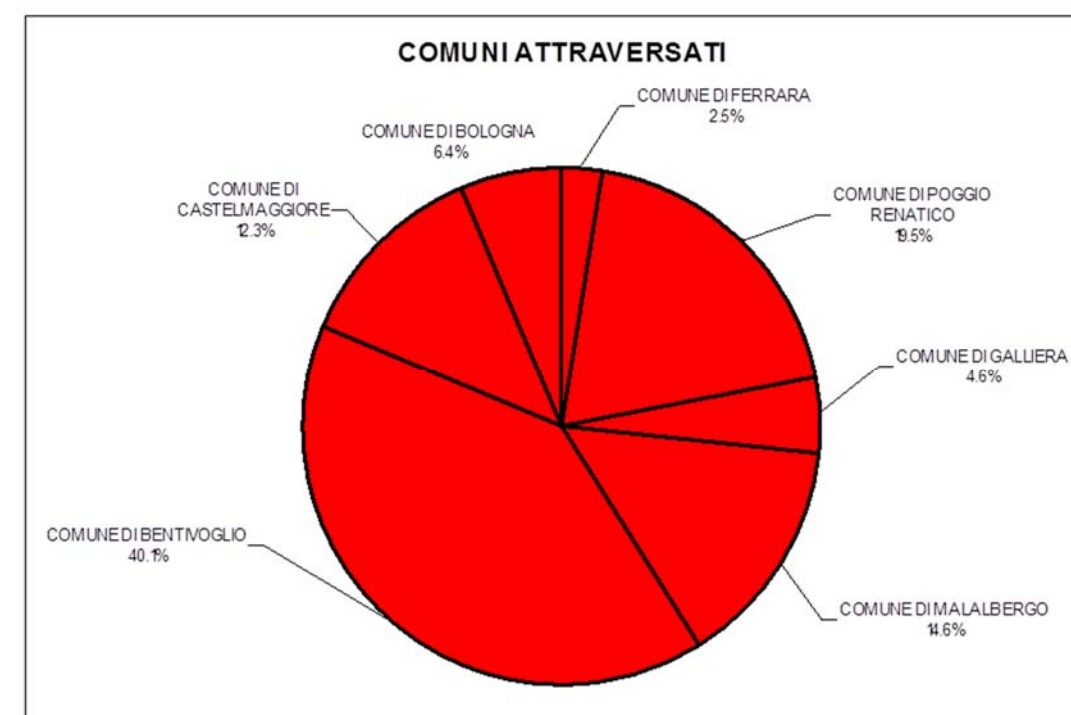


Figura 1—2 Comuni interessati dall'intervento

1.3 ALTERNATIVE PROGETTUALI

Per quanto riguarda l'analisi delle possibili alternative progettuali si evidenzia che l'intervento consiste in un ampliamento completamente in sede dell'attuale infrastruttura, per tale motivo l'analisi è stata limitata alla scelta della modalità di ampliamento (simmetrico/asimmetrico) e a modeste e puntuali ottimizzazioni progettuali.

Le scelte progettuali sono state ponderate sulla base di condizioni specifiche, quali il livello di urbanizzazione circostante, la sussistenza di problematiche geotecniche e strutturali, le eventuali ripercussioni di una modifica puntuale su porzioni estese di tracciato, l'esistenza di opere già predisposte o comunque compatibili con l'intervento di ampliamento.

Nel progetto di ampliamento e ammodernamento alla terza corsia del tratto in progetto, per definire le modalità di allargamento della sede esistente, sono stati adottati i seguenti ulteriori criteri:

- minimizzare l'impatto dell'ampliamento alla terza corsia con il sistema antropico attraversato e quindi con la viabilità e con gli insediamenti preesistenti;
- minimizzare le occupazioni di territorio, per ridurre l'impatto ambientale dovuto all'ampliamento autostradale;
- utilizzare quanto più possibile la sede stradale e le opere d'arte esistenti, al fine di ridurre l'impatto ambientale ed economico degli interventi, dal momento che si tratta di un progetto di ampliamento di una infrastruttura esistente;
- prevedere una esecuzione per fasi dei lavori che garantisca l'esercizio dell'infrastruttura durante i lavori, con una sezione stradale caratterizzata da un numero minimo di due corsie per senso di marcia.

Nello specifico, e come meglio descritto nella parte relativa alle caratteristiche tecniche del progetto, l'intervento prevede generalmente un ampliamento della piattaforma in sede e simmetrico.

Solo in due tratti è stato fatto ricorso ad un ampliamento di tipo asimmetrico per ridurre l'impatto della nuova infrastruttura sul territorio. Il primo tratto (lato carr. nord) è localizzato a partire dal sottovia Aposazza fino allo svincolo di Bologna Interporto (dal km 1+720 al km 6+829) evitando ampliamenti in corrispondenza della zona industriale di Castel Maggiore prospiciente l'attuale confine autostradale lato carr. sud. Il secondo tratto si sviluppa in carreggiata nord (da km 14+545 al km 18+354) in corrispondenza di un ambito naturale appartenente alla Rete Natura 2000 (Sito di Interesse Comunitario - SIC e anche zona di protezione speciale -ZPS, "Biotopi e Ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella" (IT4050024)) che confina con la attuale sede autostradale lato carreggiata sud.

1.4 INQUADRAMENTO INFRASTRUTTURALE E TRASPORTISTICO

Lo Studio di Traffico (cfr. elaborato AMB0005) è stato redatto per valutare la realizzazione della terza corsia nelle tratte A13 da Arcoveggio a Ferrara Sud. Nello specifico il **potenziamento della A13** avverrà tramite la realizzazione di una **terza corsia** reale e della corsia di emergenza tra gli svincoli di Arcoveggio e Ferrara Sud. L'intervento di progetto prevede inoltre la realizzazione di un nuovo **svincolo autostradale sulla A13 a Castel Maggiore** (tra Bologna Interporto e Bologna Arcoveggio) ed il completamento dell'**Intermedia di Pianura** (tratte progettuali D ed E ad Est dell'A13 sino all'intersezione con l'asse lungo Savena).

Da un punto di vista metodologico, di costruzione della banca dati del traffico, di strumenti di valutazione (modello di simulazione) ed infine di ipotesi socioeconomiche e di sviluppo territoriale, lo studio è stato sviluppato in coerenza con le valutazioni sviluppate nell'ambito del Progetto Definitivo del potenziamento del sistema autostradale e tangenziale – Passante di Bologna. Tale approccio ha consentito di mettere a sistema e valorizzare la note-

vole banca dati di rilievi di traffico effettuati da Spea nel corso del 2016 sulla rete stradale della Città Metropolitana di Bologna.

Lo studio ha analizzato ed aggiornato rispetto alla progettazione preliminare il **quadro pianificatorio e programmatico** facendo riferimento al Piano Regionale Trasporti PRTI98 ed al documento preliminare del suo aggiornamento PRIT2025, al Piano della Mobilità Provinciale di Bologna del 2009 (oggi Città Metropolitana) ed alla documentazione reperibile dai siti internet di Enti e Concessionari. Ogni singolo intervento è stato descritto nelle sue caratteristiche trasportistiche ed è stato definito l'orizzonte temporale dello studio (2025, 2035, 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 (con la prevista Fabbrica Italiana Contadina) e Centergross. 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 stimata la domanda futura.

Lo studio si è basato su una **robusta banca dati** aggiornata al 2016: i dati autostradali sono stati tutti aggiornati al 2015/16 attingendo a tutte le banche dati in possesso di ASPI; i dati del sistema di monitoraggio regionale MTS sono stati tutti aggiornati; Spea ha effettuato una vastissima campagna di indagine per rilevare i flussi sulla Tangenziale di Bologna, su tutte le principali radiali di accesso a Bologna ed *infine lungo la viabilità extraurbana del corridoio tra Bologna e Ferrara*.

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 13 maggio 2016; l'ora di punta 08:00 – 09:00 di tale giorno è **rappresentativa anche della 30ª ora di punta**.

L'anno base dello studio è stato il 2016 (l'intero anno 2016 è stato stimato in base ai dati dei primi 6 mesi dell'anno e in relazione agli andamenti storici).

Le analisi sono state effettuate a livello strategico tramite l'ausilio di un **macromodello di simulazione del traffico veicolare** realizzato partendo da quello implementato nella progettazione definitiva del potenziamento del sistema autostradale e tangenziale – Passante di Bologna e ricalibrando il modello anche in ragione dei rilievi effettuati lungo la viabilità ordinaria tra Bologna e Ferrara.

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.

Tabella 1—1 Quadro programmatico del progetto

Progetti e interventi del quadro programmatico	2025	2035	2040
Infrastrutture autostradali di ambito sovra-regionale e interregionale			
Potenziamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna "Passante di Bologna"	x	x	x
A14 4° corsia tratto BO San Lazzaro - Diramazione Ravenna da nuovo svincolo di Ponte Rizzoli a Diramazione Ravenna	x	x	x
A1 4° corsia da Piacenza Sud a Modena Nord		x	x
A13 3° corsia da Bologna Arcoveggio a Ferrara Sud e nuovo svincolo sulla A13	x	x	x
A13 3° corsia da Padova Sud a Monselice (Regione Veneto)	x	x	x
A22 3° corsia da Modena a Verona, compreso il ponte sul Po	x	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	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	x
Autostrada regionale Cremona-Mantova (Regione Lombardia)		x	x
Autostrada regionale Nogara – Mare Adriatico (Regione Veneto)		x	x
Opere di progetto e complementari all'ampliamento alla IV corsia della A14 – tratta BO San Lazzaro – Diramazione Ravenna			
Realizzazione COMPLANARE alla A14 in carreggiata NORD da Bologna S.Lazzaro a Ponte Rizzoli come da Accordo MIT – ASPI per il potenziamento del nodo di BO del 15/04/16.	x	x	x
A14 Nuovo casello autostradale di Ponte Rizzoli tra viabilità ordinaria a Complanari Nord e Sud come da Accordo MIT – ASPI per il potenziamento del nodo di BO del 15/04/16.	x	x	x
A14 Nuovo casello autostradale di Toscanella di Dozza (tra gli svincoli di Castel S.Pietro e Imola)	x	x	x
A14 Nuovo casello autostradale di Solarolo (RA)	x	x	x
Realizzazione del collegamento della zona artigianale la Cicogna (Comune San Lazzaro) con la Complanare Nord e Sud – Svincolo di Borgatella	x	x	x
Sistemazione a rotatoria dell'attuale intersezione tra uscita del casello A14 di Castel San Pietro e la SP-19 (San Carlo)	x	x	x
Infrastrutture di ambito REGIONALE			
Ferrara-Porto Garibaldi: riqualificazione superstrada con caratteristiche autostradali		x	x
Bretella autostradale Campogalliano-Sassuolo	x	x	x
Sistema pedemontano: Asse Nuova Bazzanese (da Bologna loc. via Lunga a Bazzano)	x	x	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	x
Sistema cispadano rete ordinaria: riqualificazione / realizzazione da casello Terre Verdiane (interconnessione 1° stralcio TIBRE) a A21. Tratte province Parma e Piacenza		x	x
Infrastrutture stradali di ambito PROVINCIALE BOLOGNESE di rilevanza per il progetto			
A1 Nuovo Casello Autostradale di Valsamoggia e variante di Calcara alla SP27 dalla A1 alla SS9 via Emilia, comprensivo del raccordo tra il nuovo casello ed il tracciato attuale della SP27.	x	x	x
Variante alla SP 27 dal nuovo casello di Valsamoggia sulla A1 all'interconnessione con l' Asse Nuova Bazzanese	x	x	x
Asse Trasversale di Pianura SP 3: Variante nord di Budrio LOTTO B da via Calamoni all'innesto SP 3 / SP 5 in Granarolo Emilia	x	x	x

Asse Trasversale di Pianura SP 3 "Variante di Sala Bolognese" dalla SP18 alla circonvallazione di S.Giovanni in Persiceto		x	x
Asse S. Giovanni-via Emilia SP 2 "Variante Le Budrie" da Castelletto a S.Giovanni in Persiceto		x	x
Asse Nuova Galliera da via Corticella alla SP3: SP4var di Castel Maggiore	x	x	x
Asse Intermedia di Pianura: macrotratta via Di Vittorio – via Prati (Tratte D e d E)	x	x	x
Nodo di Rastignano: Lotto 2	x	x	x

Le previsioni di crescita della domanda di mobilità stradale sono state approfondite rispetto alla progettazione preliminare. 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.

Tabella 1—2 Previsioni di crescita della domanda Leggeri

ANNO	INTERNI		SCAMBIO		TRANSITO ED ESTERNI	
	Indice (2016=100)	Crescita media annua	Indice (2016=100)	Crescita media annua	Indice (2016=100)	Crescita media annua
2025	102	0.27%	105	0.54%	107	0.76%
2035	103	0.05%	109	0.34%	113	0.54%

Tabella 1—3 Previsioni di crescita della domanda Commerciali e Pesanti

Anno	Indice (2016=100)	Crescita media annua
2025	111	1.2%
2035	115	0.3%

Scenario Attuale

Lo **scenario ATTUALE** ha come anno di riferimento il 2016. L'analisi dello scenario attuale in ora di punta mette in evidenza la presenza di una tratta in LOS D (tra Bologna Arcoveggio ed Interporto). Il VTGMA 2016 tra l'interconnessione A14/A13 e Ferrara Sud si attesta sui 51'000 veicoli totali a rappresentatività di un sistema autostradale con un importante carico veicolare.

Scenari Programmatici

Gli **scenari PROGRAMMATICI** sono stati implementati con riferimento alla domanda di mobilità prevista al 2025, al 2035 e al 2040 e al relativo quadro programmatico infrastrutturale.

Confrontando gli scenari programmatici con quello attuale si riscontra un generale aumento del carico veicolare, sia in ora di punta sia sull'intera giornata. Il VTGMA passa dai quasi 51.000 veicoli/g nell'attuale 2016, ai 56.000 del programmatico 2025 ed ai 57.400 del programmatico 2040. L'incremento non è da imputarsi alla sola crescita della domanda, ma anche dell'effetto delle infrastrutture previste nel quadro programmatico – in particolare il potenziamento del nodo di Bologna – che migliorano l'attrattività della rete primaria (autostrada e tangenziale) rispetto alla viabilità ordinaria.

Gli scenari programmatici della A13 evidenziano, rispetto allo scenario attuale, un peggioramento dei LOS delle tratte. (Aumento del numero di tratte in LOS C e D).

Scenari Progettuali

Gli **scenari PROGETTUALI**, come i programmatici, sono stati configurati considerando la domanda di mobilità prevista al 2025, al 2035 e al 2040 e il relativo quadro progettuale che si integra al quadro programmatico.

A livello di VTGMA, come evidenziato nella tabella successiva, l'intervento di progetto consente di **incrementare i volumi di traffico complessivi sull'asse autostradale** di circa il 10.8% rispetto allo scenario programmatico all'anno 2025, contribuendo quindi a rendere nuovamente competitiva la tratta di progetto, che nello scenario programmatico mostrerebbe invece volumi più ridotti, anche a causa della congestione e della competizione con i percorsi alternativi.

Infine si osserva come l'allargamento della carreggiata permetta di ottenere crescite più elevate nel lungo periodo rispetto allo scenario programmatico, pur continuando a **garantire migliori condizioni di servizio** lungo la tratta in oggetto.

Tabella 1—4 VTGMA sulla tratta autostradale di progetto nei diversi scenari di simulazione

Anno	DATI DI CONSUNTIVO			PROGRAMMATICO			PROGETTUALE		
	LEGGERI	PESANTI	TOTALE	LEGGERI	PESANTI	TOTALE	LEGGERI	PESANTI	TOTALE
2016	38'631	12'353	50'984						
2025				42'533	13'565	56'098	47'689	14'478	62'166
2035				43'560	13'393	56'953	49'346	14'503	63'849
2040				43'998	13'397	57'395	50'276	14'467	64'743

Il potenziamento dell'infrastruttura autostradale consente di aumentare la capacità fornendo, per l'ora di punta mattutina 8:00 – 9:00 del giorno feriale medio del periodo neutro, LOS più che adeguati sulla su tutte le tratte di intervento lungo la A13. I LOS D presenti negli scenario programmatici non sono più presenti negli scenari progettuali.

Le **verifiche funzionali**, secondo i criteri adottati e dettagliatamente spiegati nello studio, **sono tutte risultate soddisfatte**, sia per le immissioni, diversioni e tronchi di scambio dell'autostrada, sia per le opere di adduzione (Intermedia di Pianura).

L'analisi dei **macroindicatori trasportistici** (percorrenze e tempi di percorrenza) ha consentito di evidenziare i benefici sia rispetto all'ora di punta sia rispetto all'anno per l'intera rete modellizzata (che comprende la rete autostradale nazionale e la viabilità ordinaria urbana ed extraurbana delle province di Parma, Modena, Ferrara, Ravenna e Bologna ad un dettaglio via via crescente verso Bologna). I risultati confermano come complessivamente negli scenari progettuali, l'introduzione di una corsia addizionale, unitamente alla realizzazione del nuovo svincolo ed il completamento dell'Intermedia di Pianura, consentono di ridurre i tempi totali di rete, con un beneficio in termini di risparmio di tempo per gli utenti (pari a ad un valore massimo nel 2040 superiore a 3,5 milioni di ore risparmiate annualmente dai veicoli su strada). Tale risparmio cresce nel tempo, in ragione del progressivo incremento della domanda di trasporto, oltre che degli effetti del completamento del quadro infrastrutturale.

Si osserva inoltre come la A13 potenziata risulti più attrattiva e conseguentemente consenta un allontanamento di parte del traffico dalla viabilità ordinaria, con un effetto di miglioramento della fluidità veicolare: per questa ragione, gli effetti del progetto sono particolarmente positivi sulla rete ordinaria (in particolare extraurbana), laddove si ottiene sia un decremento dei tempi sia delle percorrenze. Nel caso della rete autostradale, si ha invece un incremento delle percorrenze, che viene - quantomeno sulle tratte di progetto - compensato da un miglioramento della fluidità di circolazione, in ragione della maggiore capacità dell'infrastruttura.

In definitiva gli interventi di progetto consentono una miglioramento del corridoio autostradale dell-A13 tra Bologna e Ferrara, migliorando significativamente le performance trasportistiche sia nel medio che nel lungo termine. Si osserva altresì un alleggerimento del carico veicolare sulla rete ordinaria extraurbana ed una riduzione dei tempi di percorrenza. Le opere di adduzione consentono poi migliorare l'accessibilità alla rete autostradale nella fascia di pianura bolognese ricompresa a Sud dalla Tangenziale di Bologna e a Nord dalla Trasversale di Pianura.

2 CARATTERISTICHE TECNICHE

2.1 L'INFRASTRUTTURA ESISTENTE

L'autostrada A13 Bologna – Padova è stata realizzata negli anni '60 – '70 e serve i territori attraversati garantendone lo sviluppo sia industriale che turistico e definendo un collegamento funzionale tra il Nord-Est ed il nodo di Bologna.

2.1.1 Aspetti geometrici dell'infrastruttura esistente

Il tratto in progetto ha inizio in corrispondenza dell'attuale interconnessione tra le autostrade A14 ed A13. L'inizio dell'intervento è previsto in corrispondenza dell'attuale chiusura / apertura delle corsie specializzate di immissione / diversione per e da la tangenziale di Bologna (km 1+070).

Il tracciato esistente è caratterizzato da lunghi rettili e curve di ampio raggio.

Il raggio planimetrico minimo è pari a 1080m (tale curva è localizzata al termine dell'intervento km 32+492).

I primi 10 km del tracciato esistente si sviluppano di fatto in rettili (è presente una curva di raggio pari a 100.000m non percepibile come tale). In questo primo tratto sono presenti alla progressiva 1+217 una opera maggiore il sottovia (L=15.00m) di via Aposazza ed al km 7+950 l'esistente svincolo di Bologna Interporto.

Passato il canale Emiliano Romagnolo al km 11+292, l'autostrada piega verso est con una curva di raggio 2100 m, in corrispondenza dell'area di servizio Castel Bentivoglio al km 11+700.

Segue un ulteriore tratto rettilineo (da progr. 11+746 a progr. 14+278; L = 2531m).

L'autostrada quindi devia leggermente verso Est, con una curva di raggio R=6000 m, per poi dopo un rettilineo lungo circa 4 km (da progr. 14+593 a progr. 18+520), puntare con una curva di raggio 5000m verso Ovest, in direzione dello svincolo di Altedo (km 20+450). In questo tratto è presente l'opera sul canale Diversivo Navile (progr.13+053).

Dal km18+954 inizia un rettili di circa 8660 m di lunghezza. Su questo elemento di tracciato si inseriscono i ponti sul canale Navile, sullo scolo Calcarata, sullo scolo Tombe, sullo scolo Riolo ed il ponte sul fiume Reno.

Quest'ultima opera è caratterizzata da 12 campate per una lunghezza complessiva di 390.10m.

La curva successiva di raggio 5000 m immette su un tratto costituito da un rettili di 1.5 km, una curva di raggio 350000m ed un secondo rettili di circa 2.8km dove si colloca l'ultima opera d'arte maggiore il Ponte sullo scolo Principale.

L'ultimo tratto è costituito da una curva di raggio pari a 1080m e dal rettili finale che porta allo svincolo di Ferrara sud dove il presente intervento termina, con le terze corsie che si smorzano nei rami di diversione / immissione dello svincolo medesimo.

Dal punto di vista dell'altimetria il tracciato parte dalla quota +36.05 al km 1+070 per arrivare alla quota di +10.38 nel punto fissato come termine dell'intervento (km 33+547), con una pendenza media pari a 0.08%.

In corrispondenza degli attraversamenti idraulici principali il profilo longitudinale si muove per permetterne localmente lo scavalco. La pendenza massima rilevata lungo il tratto è pari al 2.00%, il raccordo verticale concavo minimo è di 5000m, il raccordo verticale convesso minimo è pari a 7500m.

2.1.2 Sezione tipo esistente

L'autostrada è organizzata in due carreggiate separate da un margine interno da 2.20 m che alloggia le barriere di sicurezza tipo NJ in cls (vedi fig. 19). Ciascuna carreggiata è organizzata con due corsie larghe 3.75m, corsia di emergenza da 2.75m. La larghezza complessiva della piattaforma è di 22.70m. In rilevato gli elementi marginali sono costituiti da arginelli da 80 cm, su cui sono alloggiate le barriere di sicurezza metalliche.

La pendenza trasversale in rettili risulta variabile da 1.60 a 2.00%.

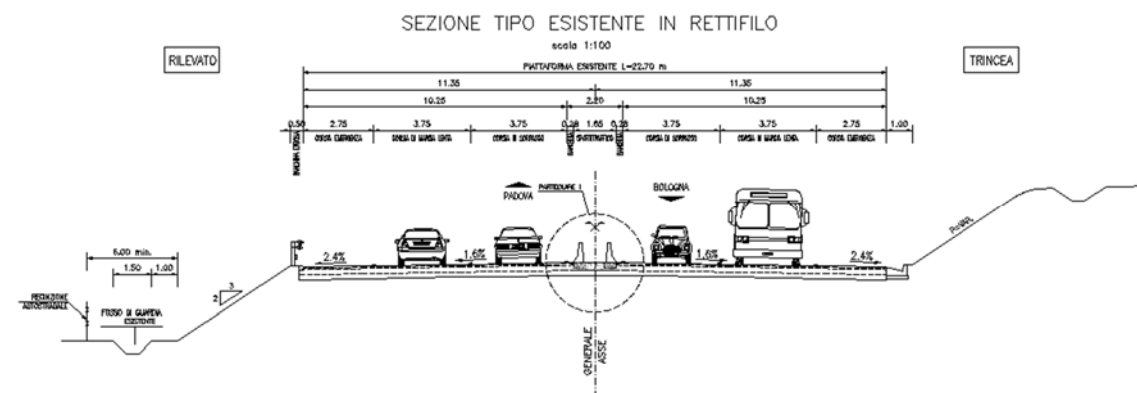


Figura 2—1 – Sezione tipo esistente in rilevato/trincea

La sezione degli impalcati in corrispondenza dei sottovia, ponti (di luce > 10 m) è generalmente coincidente a quella in rilevato.

2.1.3 Andamento piano-altimetrico attuale e diagramma delle velocità

Con riferimento all'andamento altimetrico il tracciato risultata complessivamente pianeggiante.

Il profilo longitudinale risulta caratterizzato da variazioni di livelletta in corrispondenza di attraversamenti stradali ed idraulici che si realizzano prevalentemente attraverso una sequenza sacca – dosso – sacca.

2.1.3.1 Analisi dello stato attuale con riferimento al DM 05.11.2001

Con riferimento alle caratteristiche planimetriche, il tracciato non presenta particolari criticità rispetto a quanto richiesto dalla normativa di riferimento da un punto di vista geometrico. Gli elementi di diversità sono rappresentati dall'assenza di curve a raggio variabile (racordi clotoidici), dalla presenza di tre rettili che eccedono la lunghezza di 3080 metri, corrispondente al valore massimo suggerito dalla norma in ambito autostradale per la costruzione di nuove strade.

Per quanto riguarda le velocità di percorrenza, come risulta dal diagramma delle velocità riportato nella figura seguente, il tracciato si pone in corrispondenza dell'intervallo di velocità di progetto per strade di categoria A (90 – 140 km/h).

Il tracciato presenta attualmente una serie di salti di velocità da V_p max a curve di velocità inferiore. L'andamento del diagramma delle velocità relativo all'infrastruttura esistente risulta quindi non congruente con quanto previsto dalla normativa di riferimento in quanto la variazione di velocità in corrispondenza delle curve circolari, è generalmente superiore al valore massimo previsto, pari a 10 km/h. Tale incongruenza è essenzialmente legata alle pendenze trasversali attualmente inferiori a quanto indicato nella normativa di riferimento.

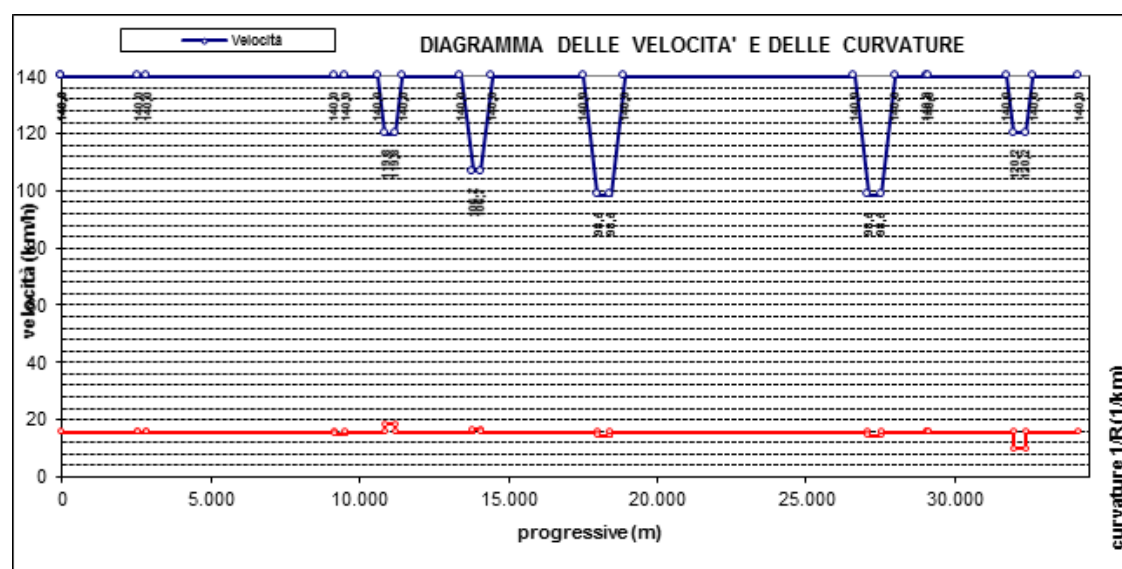


Figura 2—2 – Asse esistente: diagramma delle velocità

Con riferimento all'andamento altimetrico del tracciato esistente, la pendenza massima delle livellette risulta prossima al 2%, sempre inferiore al valore massimo indicato dalla normativa, che richiede per strade di tipo A – Autostrade extraurbane di non superare la pendenza del 5%.

2.2 IL PROGETTO DI AMPLIAMENTO ED AMMODERNAMENTO

2.2.1 Inquadramento normativo e criteri progettuali

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

Nella definizione delle soluzioni progettuali particolare attenzione è stata rivolta a non modificare l'impostazione generale della Norma, cercando di conservare quelle disposizioni che possono avere implicazioni dirette sulla sicurezza stradale.

In questa prospettiva, le scelte progettuali sono state ponderate sulla base di condizioni specifiche, quali il livello di urbanizzazione circostante, la sussistenza di problematiche geotecniche e strutturali, le eventuali ripercussioni di una modifica puntuale su porzioni estese di tracciato, l'esistenza di opere già predisposte o comunque compatibili con l'intervento di ampliamento.

In linea generale l'intervento ai sensi del già citato DM del 2004 è improntato al miglioramento della sicurezza stradale e le soluzioni adottate sono tali da garantire caratteristiche geometriche in linea con i moderni standard progettuali e comunque velocità di progetto mai inferiori a 100 km/h.

In sintesi, nel progetto di ampliamento ed ammodernamento alla 3a corsia del tratto in progetto, per definire le modalità di allargamento della sede esistente, sono stati adottati quindi i seguenti criteri:

1. minimizzare l'impatto dell'ampliamento alla 3° corsia con il sistema antropico attraversato e quindi con la viabilità e con gli insediamenti abitativi ed industriali preesistenti;
2. minimizzare le occupazioni di territorio, per ridurre l'impatto ambientale dovuto all'ampliamento autostradale;
3. utilizzare quanto più possibile la sede stradale e le opere d'arte esistenti, al fine di ridurre l'impatto ambientale degli interventi, dal momento che si tratta di un progetto di ampliamento di una infrastruttura esistente;
4. prevedere una esecuzione per fasi dei lavori che garantisca l'esercizio dell'infrastruttura durante i lavori, con una sezione stradale caratterizzata da un numero minimo di due corsie per senso di marcia.

La normativa di riferimento utilizzata per il dimensionamento delle intersezioni è rappresentata dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. 19.04.2006), che assume valore di cogenza per le nuove intersezioni.

Per le intersezioni esistenti la suddetta norma è stata presa a riferimento laddove si è intervenuti a modificare le attuali geometrie in relazione alla mutata larghezza della piattaforma autostradale. In particolare, sono state adeguate ai criteri di norma le lunghezze delle corsie specializzate di diversione e di immissione. Con riferimento a queste ultime, il

progetto ha previsto, la verifica funzionale dell'intera "zona di immissione" seguendo il metodo indicato dall'Highway Capacity Manual (HCM 2000). In particolare, la verifica ha accertato che la lunghezza della zona di immissione, come risultante dal predimensionamento geometrico-cinematico (e cioè pari alla lunghezza complessiva della porzione parallela del tratto di accelerazione, a meno dei primi 30 metri), fornisca un livello di servizio non inferiore a LOS B (come indicato al capitolo 5 del D.M. 19.04.2006) o comunque non inferiore al livello di servizio risultante sul tronco elementare a monte dell'immissione. Per la definizione dei livelli di traffico è stato preso a riferimento lo scenario progettuale di breve periodo dello studio di traffico allegato al progetto definitivo (cfr. elaborato ATR0001).

2.2.2 Asse autostradale

Nella tratta interessata dall'intervento, l'autostrada si sviluppa in direzione SO-NE in direzione della costa adriatica. L'andamento planimetrico è caratterizzato da tratti prevalentemente in rilevato di altezze contenute con lunghi rettili e curve di ampio raggio.

L'orografia risulta particolarmente ricca - 8 delle 9 opere d'arte maggiori sono ponti su attraversamenti idraulici - e vincola il profilo longitudinale dell'infrastruttura.

L'intervento prevede generalmente un ampliamento della piattaforma in sede e simmetrico solo in due tratti è stato fatto ricorso ad un ampliamento di tipo asimmetrico per ridurre l'impatto della nuova infrastruttura sul territorio.

Il primo tratto di asimmetrico (lato della carr.ta nord) è localizzato a partire dal sottovia Aposazza fino allo svincolo di Bologna Interporto (dal km 1+720 al km 6+829) evitando ampliamenti in corrispondenza della zona industriale di Castel Maggiore prospiciente l'attuale confine autostradale lato carr.ta sud.

Il secondo tratto si sviluppa in carreggiata nord (da km 14+545 al km 18+354) in corrispondenza di un ambito naturale appartenente alla rete Natura 2000 (Sito di Interesse Comunitario (SIC) e anche zona di protezione speciale (ZPS), "Biotopi e Ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella" (IT4050024)) che confina con la attuale sede autostradale lato carreggiata sud.

La tabella che segue discretizza il tracciato in funzione della tipologia di ampliamento.

Progr. inizio intervento	Progr. fine intervento	Tipologia intervento
1+070.00	1+249.84	Ampliamento simmetrico
1+249.84	1+720.43	Tratto di transizione
1+720.43	6+829.48	Ampliamento asimmetrico lato carr. Nord, ovvero verso Est
6+829.48	7+300.06	Tratto di transizione
7+300.06	14+108.21	Ampliamento simmetrico
14+108.21	14+545.51	Tratto di transizione
14+545.51	18+354.18	Ampliamento asimmetrico lato carr. Nord, ovvero verso Est

18+354.18	18+989.28	Tratto di transizione
18+989.28	33+547.00	Ampliamento simmetrico

Con riferimento all'andamento altimetrico il progetto ha previsto il mantenimento del profilo longitudinale esistente nei tratti di rettilo. La pendenza trasversale della piattaforma, nei tratti in curva, è stata adeguata secondo quanto indicato dalla normativa con pendenza massima pari al 7%, nei tratti in rettilo l'adeguamento al 2.5% avviene solo sul tratto di piattaforma ampliata, mantenendo l'attuale 1.60÷2.00% sulla porzione di piattaforma esistente; per una migliore comprensione di quanto sopra riportato si rimanda agli elaborati di sezioni tipologiche allegate al presente progetto.

2.2.3 Sezione tipo

L'intervento di ammodernamento dell'attuale infrastruttura prevede l'ampliamento alla terza corsia, adottando una sezione di progetto conforme a quanto previsto dal DM 05/11/2001 per la categoria A "autostrada extraurbana".

La sezione tipo stradale prevede una piattaforma di 32.50 metri di larghezza, organizzata in due carreggiate separate da un margine interno di 4.00 m. Ciascuna prevede tre corsie di marcia da 3.75 m fiancheggiate in destra dalla corsia di emergenza larga 3.00 m ed in sinistra da una banchina di dimensioni minime pari a 0,70 m. L'allargamento netto della sede stradale è pari, quindi, a 4.90m in caso di allargamento simmetrico e a circa 10.30 m in caso di ampliamento asimmetrico.

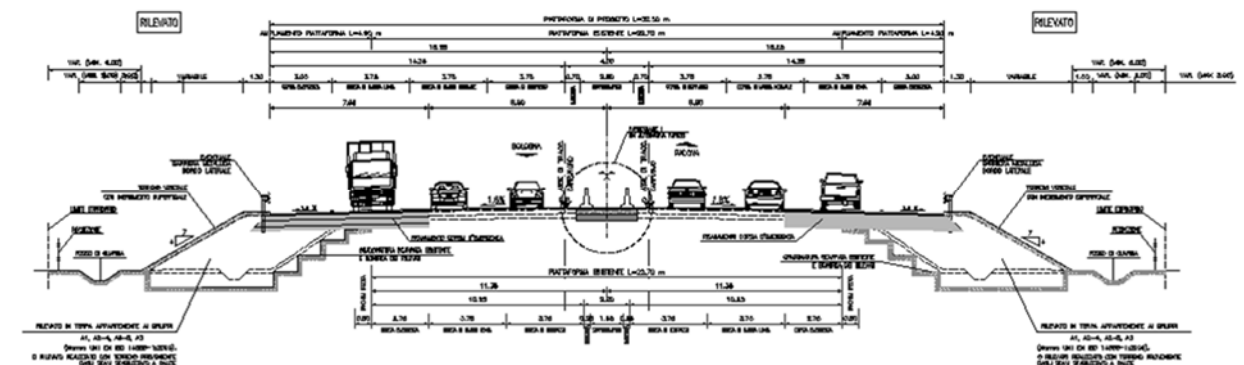


Figura 2—3 Sezione tipo ampliamento terza corsia



Figura 2—4 Sezione tipo ampliamento III corsia (ampliamento asimmetrico)

L'intervento in progetto prevede il rifacimento della pavimentazione sulla attuale corsia d'emergenza.

Nei tratti in rettilineo si mantiene la pendenza trasversale esistente, adeguando alla pendenza del 2.50% (prevista dalla normativa di riferimento) solo le zone in ampliamento.

Nei tratti in curva la pendenza trasversale esistente viene adeguata a quanto prescritto dalla normativa di riferimento.

2.2.4 Andamento plano-altimetrico di progetto

Da un punto di vista planimetrico l'intervento ha previsto l'inserimento delle curve di raccordo a raggio variabile (clotoidi), non presenti nel tracciato esistente, e la modifica delle curve circolari di raggio inferiore al valore di 10250 m.

Il passaggio da un ampliamento di tipo simmetrico ad uno di tipo asimmetrico è stato realizzato attraverso l'inserimento di flessi caratterizzati da curve di raggio minimo da 10250 m

Come già anticipato, da un punto di vista altimetrico il progetto ha previsto il mantenimento del profilo longitudinale esistente lungo i rettilineo, e l'adeguamento del profilo medesimo lungo le curve ove viene adeguata la pendenza trasversale

2.2.4.1 Analisi del progetto con riferimento al DM 6792 del 05.11.2001

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

L'adeguamento "in sede" si è dimostrato in grado di conferire al tracciato autostradale caratteristiche in linea con gli standard progettuali. Relativamente alle geometrie, d'asse dalle verifiche effettuate lungo il tracciato di progetto, gli scostamenti rispetto alla normativa di riferimento, dovuti alla conformazione dell'esistente, riguardano sostanzialmente aspetti minori di carattere ottico, quali il mancato rispetto dei criteri di composizione geometrica per la lunghezze massime e minime dei rettilineo, lo sviluppo delle curve circolari inferiore ai

minimi, ed il criterio ottico per alcune clotoidi che raccordano raggi per i quali il rispetto di tale criterio avrebbe comportato un impatto tecnico-economico eccessivo sul tracciato per effetto del ridotto angolo di deviazione tra i rettilineo.

Relativamente alle distanze di visibilità, è stato verificato che in linea generale queste sono superiori alle distanze di arresto calcolate a 120 km/h in condizioni di pavimentazione bagnata e comunque mai inferiori alle distanze di arresto calcolate per 100 km/h.

L'adeguamento delle pendenze trasversali ha consentito di rendere il diagramma delle velocità di progetto congruente ai valori previsti dalla norma di riferimento, eliminando i salti di velocità da V_p max a curve di velocità inferiore propri dell'infrastruttura esistente.

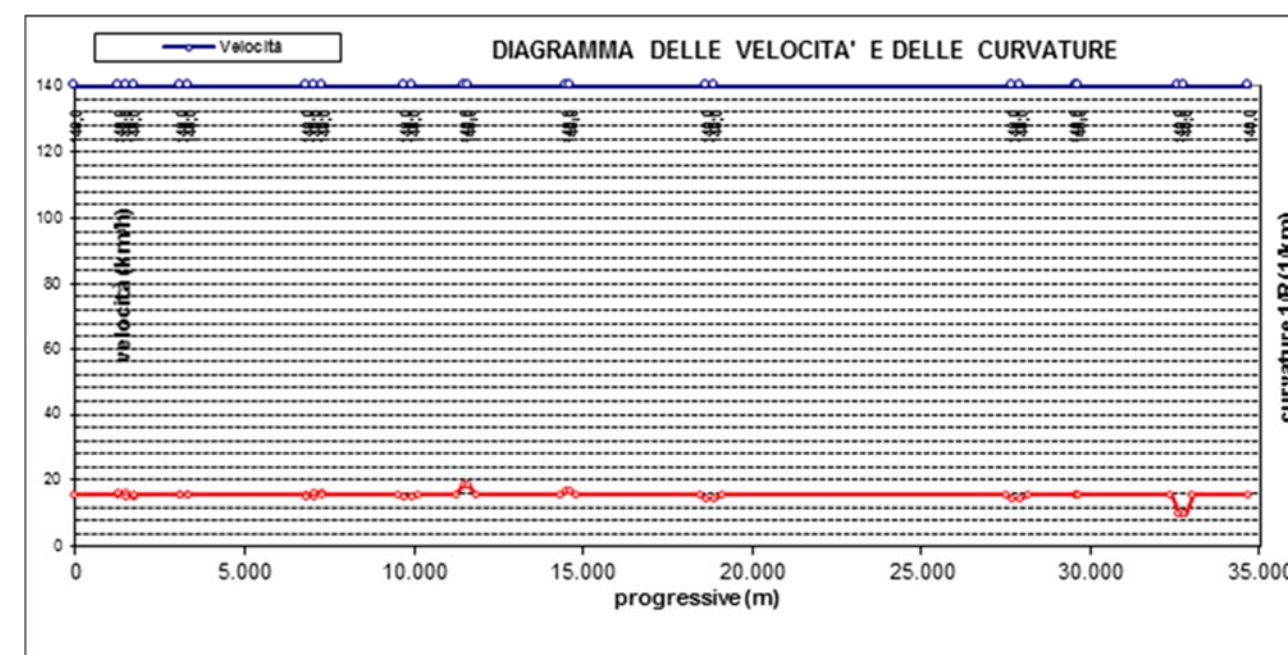


Figura 2—5 Diagramma delle velocità e delle curvature carreggiata nord

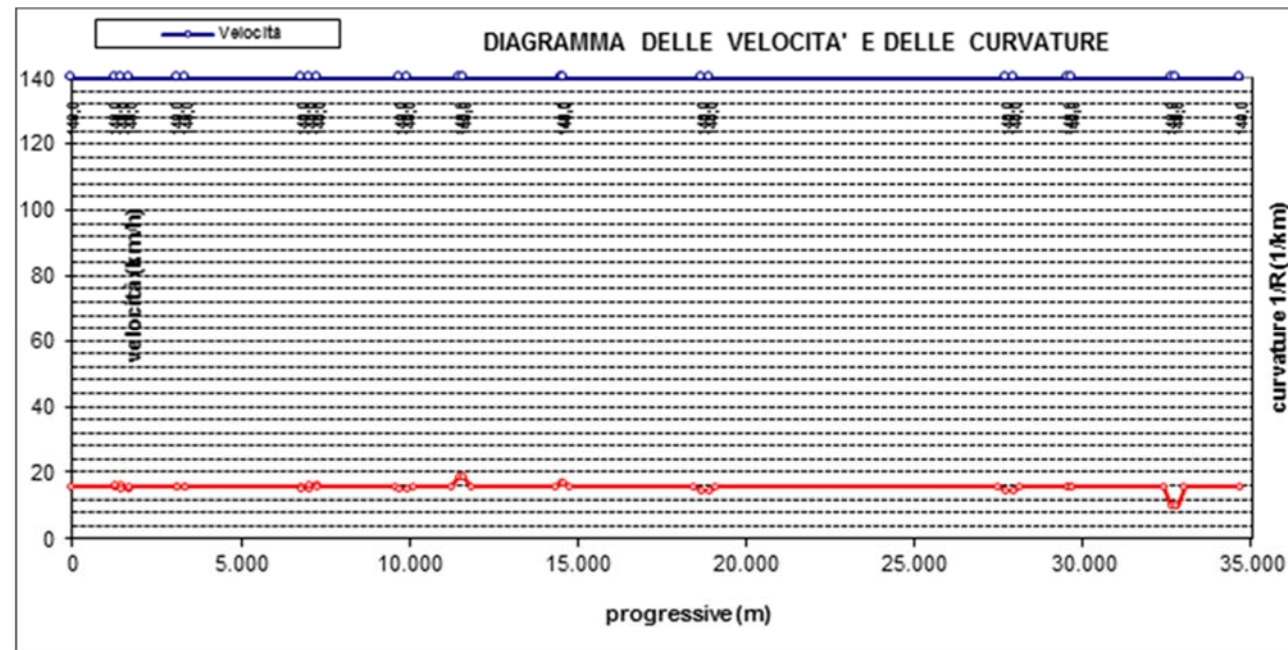


Figura 2—6 Diagramma delle velocità e delle curvature carreggiata sud

2.2.5 Piazzole di sosta

Nell'intervento in oggetto, sui tratti in rilevato, sono state previste piazzole per la sosta di emergenza con un interasse di circa 1000 m su entrambe le carreggiate. Per la geometria si faccia riferimento agli elaborati tipologici.

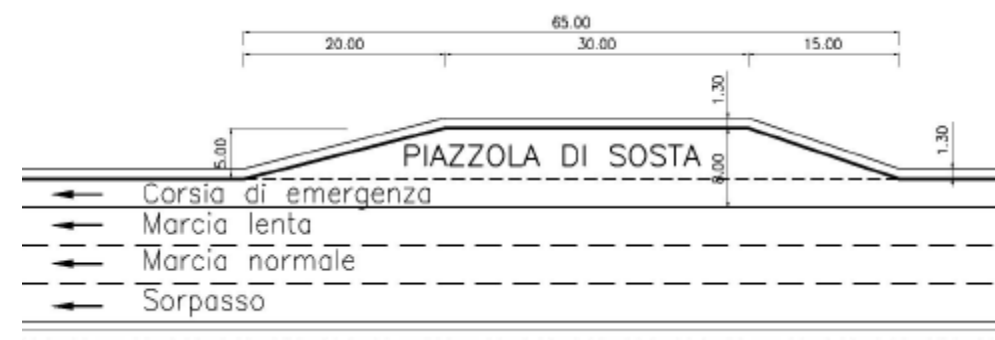


Figura 2—7 Piazzole di sosta in rilevato/trincea

2.3 SVINCOLI ED AREE DI SERVIZIO

Nell'ambito dell'intervento, è prevista la realizzazione del nuovo svincolo di Castel Maggiore, l'adeguamento degli svincoli esistenti di Bologna Interporto, Altedo, e dell'Area di Servizio Castel Bentivoglio.

Il progetto di ampliamento a tre corsie della A13 prevede l'adeguamento geometrico delle rampe e delle corsie specializzate di immissione e diversione per gli svincoli e per l'area di servizio esistenti, resi necessari in relazione alla mutata larghezza della piattaforma autostradale, a standard progettuali più moderni, in grado di offrire migliori condizioni di deflusso e sicurezza.

2.3.1 Nuovo svincolo di Castel Maggiore

Le opere di progetto si sviluppano all'interno del territorio comunale di Castel Maggiore, in provincia di Bologna e più precisamente alla progressiva km. 3+000 dell'autostrada A13 Bologna– Padova nella tratta compresa fra l'interconnessione di Bologna Arcoveggio e lo svincolo di Ferrara Sud.

Per maggiore chiarezza si riporta di seguito la planimetria di progetto.

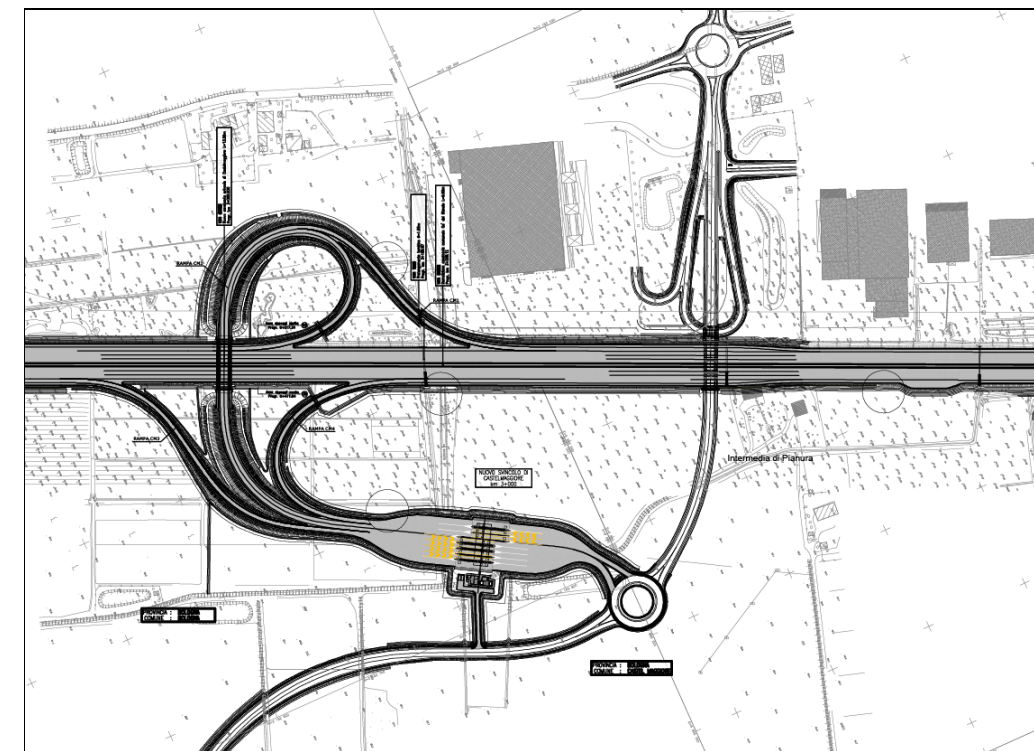


Figura 2—8 Planimetria di progetto

La soluzione progettuale in esame riguarda la realizzazione di un nuovo svincolo autostradale e relativa barriera di esazione, di connessione alla nuova "intermedia di Pianura" nell'ambito del progetto di ampliamento alla terza corsia della A13, per mezzo di un'intersezione a rotatoria.

Gli interventi previsti nel progetto comprendono:

- Realizzazione alla progressiva 3+000 dell'autostrada A13 Bologna – Padova del nuovo svincolo autostradale di Castel Maggiore.
- Realizzazione della nuova stazione di esazione di Castel Maggiore.

Le sezioni tipo adottate per le rampe di svincolo prevedono, per le rampe monodirezionali, un pavimentato complessivo da 6.00m suddiviso in una corsia di marcia di 4.00m, banchina in sinistra da 1.00m ed in destra da 1.50m; la rampa bidirezionale presenta un pavimentato da 10.50 m suddiviso in due corsie da 3.75 m e banchine laterali da 1.50 m.

La dimensione delle banchine è stata localmente incrementata per garantire le corrette distanze di visuale libera. Tutti i rilevati sono realizzati con un arginello erboso di larghezza pari a 1.30m, la pendenza delle scarpate in rilevato è pari a 4/7.

Per altezze dal piano campagna superiori ai 5.00 m, è stata prevista l'adozione di una banca da 2.00 m.

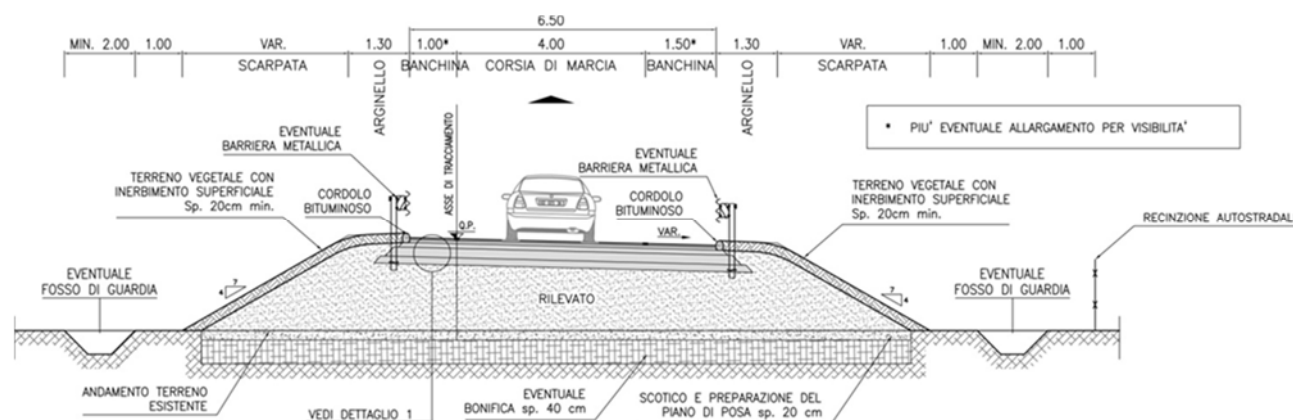


Figura 2—9 Sezione tipo – Rampa di svincolo monodirezionale

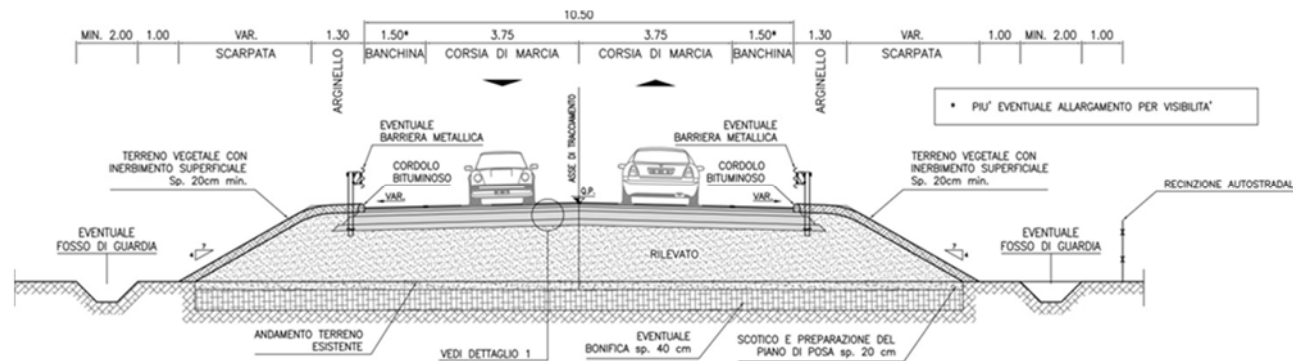


Figura 2—10 Sezione tipo – Rampa di svincolo bidirezionale

Piazzale di esazione

Il piazzale di esazione del Nuovo svincolo di Castel Maggiore si sviluppa su una superficie di circa 10.000 mq. In esso è contenuto un unico fabbricato nel quale sono presenti gli impianti necessari all'esercizio dello Svincolo.

In particolare le opere relative alla realizzazione del nuovo piazzale di stazione prevedono i seguenti interventi:

- realizzazione di isole e corsie sul nuovo piazzale;
- realizzazione della pensilina di stazione;
- realizzazione del fabbricato di stazione, impianti e cabina elettrica;
- realizzazione di tutti i cavidotti e reti di servizio necessari per l'esercizio della stazione;
- realizzazione degli impianti complementari quali illuminazione, sicurezza e segnaletica.

Area di esazione

L'intervento previsto riguarda la realizzazione di un nuovo piazzale di esazione che in asse stazione avrà una larghezza di 46,35 m.

La configurazione delle piste sarà così formata:

- lato uscite: una PS, quattro UT
- lato entrate: una PS, due ET

come di seguito riportato:

[x], PS, UT, UT, UT, UT, ET, ET, PS

dove:

[x] Fabbricato di stazione e impianti

PS Pista speciale

UT Uscita TELEPASS

ET Entrata TELEPASS

Il tracciato è stato studiato assegnando un adeguato tratto rettilineo in prosecuzione delle piste di pedaggio e raccordandosi quindi al nuovo svincolo con ampio raggio di curvatura. Lo sviluppo dell'intero intervento è frutto dell'ottimizzazione di opposte necessità: da un lato quelle di facilità e comodità di approccio ed allontanamento dall'area di esazione, dall'altro quello di limitare il costo dell'intervento.

La nuova pavimentazione per tutta la superficie carrabile sarà del tipo flessibile di spessore complessivo di 65 cm, costituita di 20 cm di misto granulare stabilizzato, 20 cm di misto cementato, 15 cm di base in conglomerato bituminoso, 5 cm in strato di collegamento

(binder) e infine 5 cm di stato di usura, sempre in conglomerato bituminoso. Tutte le pavimentazioni saranno del tipo Hard.

In corrispondenza delle corsie del piazzale di esazione la pavimentazione è in cls classe C28/35 spessore 32 cm, con rete elettrosaldata Ø8/10x10 (ad alto limite di elasticità), separata dagli strati sottostanti da misto granulare e misto cementato, da uno strato in cartongesso bitumato. Il pacchetto di pavimentazione è ultimato con uno strato di malta premiscelata fibrorinforzata con fibre metalliche rigide ed a rapido indurimento colabile.

Le opere di sicurezza autostradale sono costituite essenzialmente da barriere metalliche e relativi accessori necessari per il funzionamento della nuova stazione.

Il nuovo piazzale di esazione sarà formato da sei varchi dalla larghezza di 3,10 m, due varchi per pista speciale di 6,00 m e sette isole di larghezza pari a 2,25 m.

Infine saranno realizzati due marciapiedi, uno sul lato uscite di larghezza pari a 2,25 m ed uno sul lato entrate di larghezza pari a 2,25 m.

Le opere di sicurezza autostradale sono costituite da barriere metalliche di classe H2, H3 e H4 sulle rampe e di classe N2 sul piazzale di stazione e recinzione lungo tutto lo svincolo di altezza pari a 2.00 m.

Lungo tutto il perimetro esterno delle isole ed i lati interni dei marciapiedi laterali del piazzale saranno posizionati parapetti metallici tubolari quali opere di protezione e salvaguardia per il personale impiegato presso la stazione (adeguamento D.lgs. 626/94).

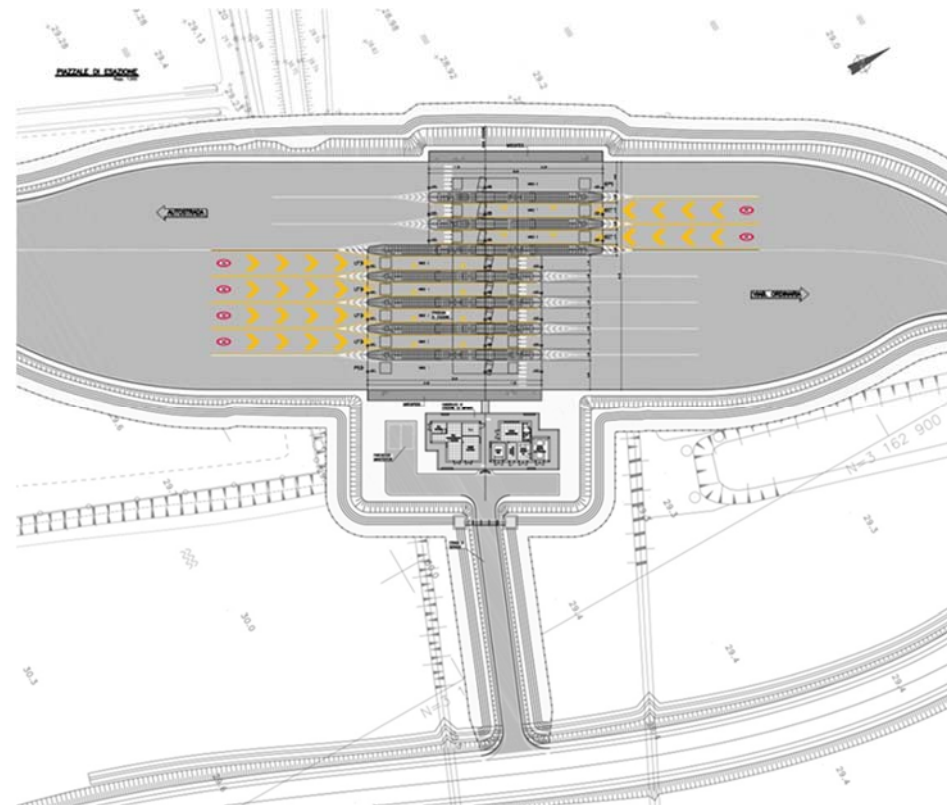


Figura 2—11 Piazzale di esazione

Fabbricato di stazione e impianti

Il fabbricato di stazione ed impianti verrà ubicato sul lato uscite ed è composto da un unico corpo di fabbrica al cui interno sono presenti due moduli. Il modulo manutentori ed il modulo impianti. Dal punto di vista strutturale i due moduli costituiscono un'unica entità.

Il fabbricato ha forma rettangolare con dimensioni massime di ingombro in pianta di 11.60 m x 24.60 m. All'interno sono stati ricavati i locali necessari al fabbisogno del funzionamento della stazione.

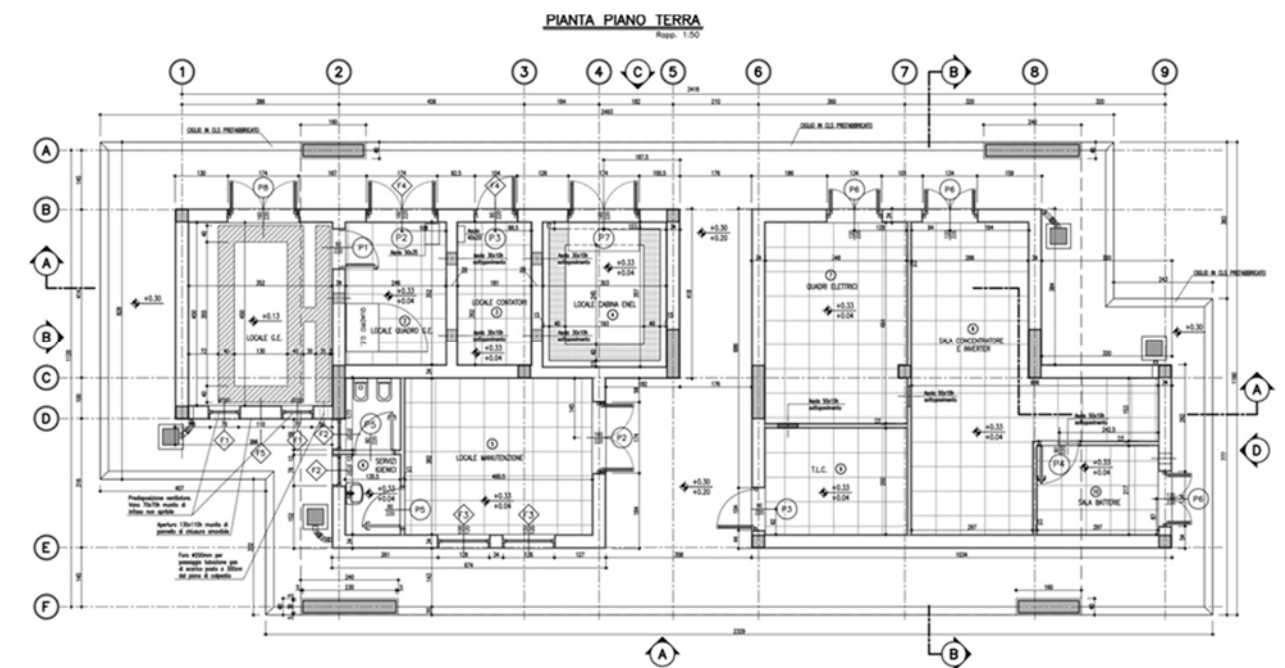
Il modulo manutentori ha una superficie di circa 83 mq complessivi ed è costituito da un locale manutentori e dai servizi igienici per il personale; inoltre all'interno dello stesso modulo si trova anche un'area di circa 54 mq destinata alla cabina elettrica con ingresso indipendente.

Il modulo impianti si compone di una serie di ambienti contigui, tutti con accesso diretto dall'esterno, quali: locale quadri elettrici, locale concentratore e inverter, locale batterie e locale TLC Autostrade per una superficie complessiva di 74 mq.

La superficie destinata alla cabina elettrica è suddivisa in 4 locali in cui trovano posto il locale ENEL, il locale contatori, il locale quadro G.E. il locale gruppo elettrogeno.

La serie di ambienti contigui, hanno tutti necessariamente accesso diretto dall'esterno.

A completamento del fabbricato vi è un portico posto in posizione centrale con la duplice funzione di permettere il transito dei manutentori dalla parte anteriore a quella posteriore del fabbricato e viceversa e di creare una zona coperta e protetta tra i due moduli.



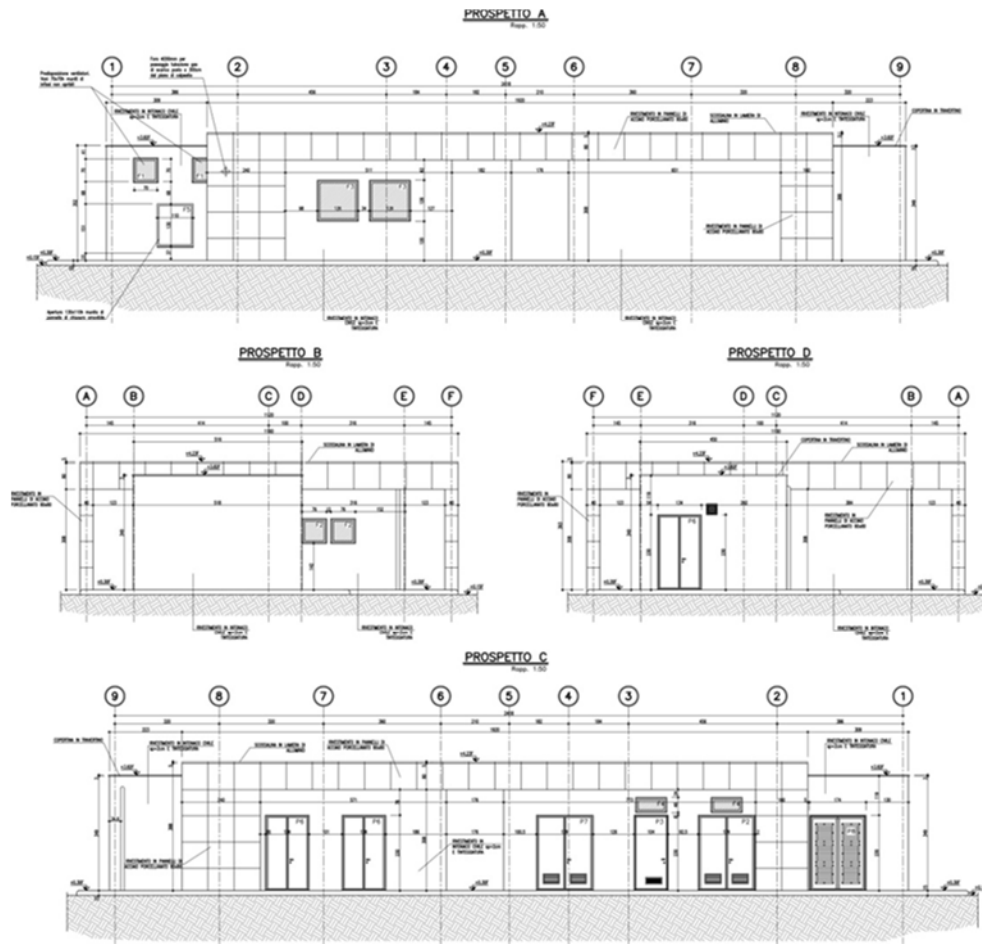


Figura 2—12 Fabbricato di stazione ed impianti - Pianta e Prospetti

Pensilina di stazione

A copertura dell'area di esazione è stata prevista la posa in opera di una pensilina di stazione con struttura portante in acciaio zincato e verniciato nelle colorazioni Autostrade per l'Italia. Tale pensilina è costituita da quattro portali principali posti a sostegno di una struttura secondaria anch'essa in acciaio che costituisce la copertura dell'area di esazione.

Le dimensioni in pianta della pensilina sono pari 15,60 x 40,84 m per un'altezza complessiva al colmo di 7,28 m

I quattro portali sono posti ad interasse di 10,70 m e saranno 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 $\varnothing 457.2 \text{ s} = 6.0 \text{ mm}$.

Il tutto verrà completato da una copertura in pannelli sandwich autoportanti grecati mentre all'intradosso verrà disposto un controsoffitto in doghe in legno di abete al cui intorno trovano sede le plafoniere a Led per l'illuminazione dell'area di esazione. La pensilina ha an-

che la funzione di supporto delle attrezzature di segnalamento e di indicazione, costituite da semafori e pannelli segnaletici.

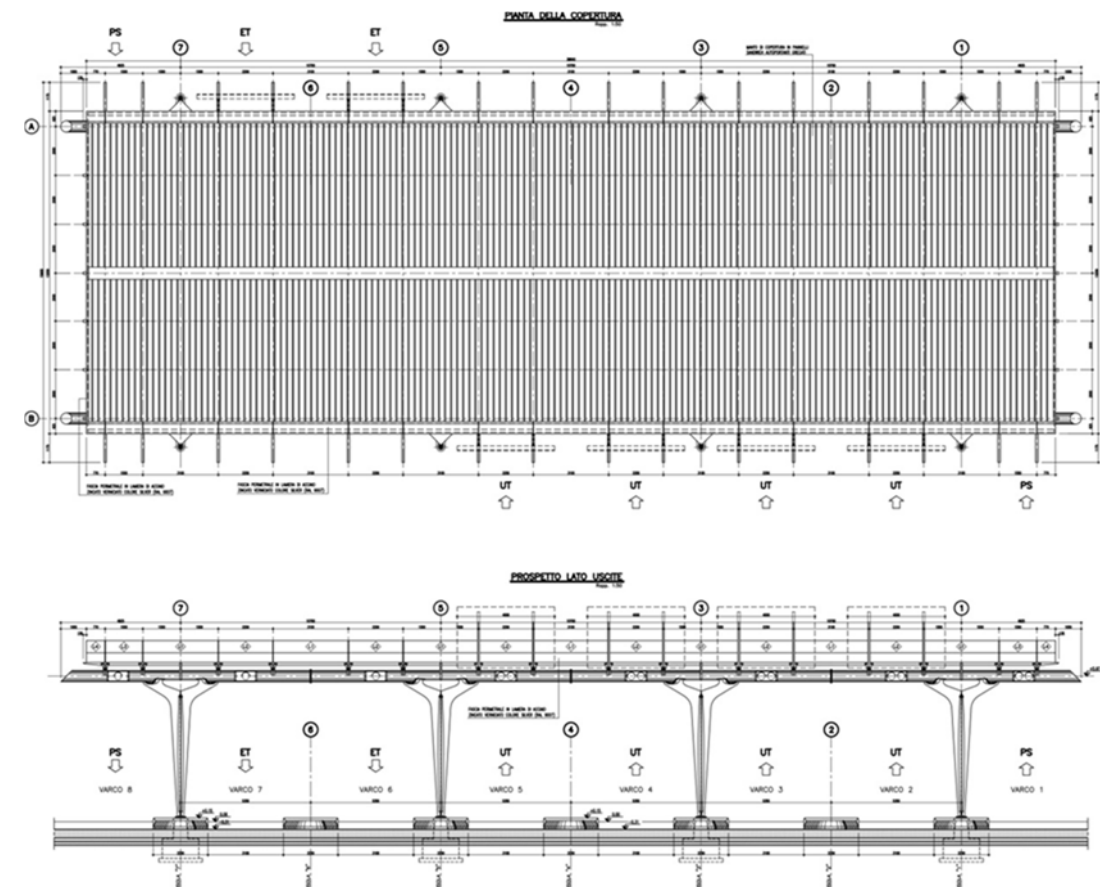


Figura 2—13 Pensilina di stazione - Pianta e prospetto

Isole di stazione e corsie

Nell'ambito dell'area di esazione, dovranno essere realizzate delle isole costituite da una serie di opere civili in c.a. con funzione di connessione tra i vari sistemi impiantistici, necessari per il funzionamento del sistema di esazione stesso. Sulle isole infatti trovano sede i sistemi per il pedaggiamento dell'autostrada.

Le isole in c.a. saranno dotate di coperture in lamiera striata zincata e verniciata poste a chiusura del canale centrale adibito al passaggio cavi.

Sulle isole si trovano anche i bumpers contenenti delle carenature per i lampeggiatori. Tali carenature sono composte da telaio e controtelaio in lamiera di acciaio inossidabile AISI 304, schermi stratificati laterali in metacrilato, schermo frontale trasparente in policarbonato di colore arancio.

La funzione principale dei bumpers è quella di garantire la guida ottica del veicolo all'interno della corsia e di preservare le attrezzature da un eventuale svio di veicoli.

Sempre all'interno delle isole, trovano sede una serie di pozzetti prefabbricati, le tubazioni in pvc e le passerelle porta cavi in rete elettrosaldata in acciaio zincato a maglie larghe.

Infine, nel rispetto del Decreto Legislativo 19/09/1996 n° 626 e successive modifiche, sono stati collocati su ogni isola dei parapetti salvavita, atti a precludere l'accesso diretto alle piste. Tutto ciò è mirato allo scopo di impedire quegli eventi di natura volontaria od accidentale che potrebbero mettere in serio pericolo l'incolumità fisica del personale di esazione o degli addetti alla manutenzione impiantistica, che operano esclusivamente sulle isole di stazione.

La ringhiera dovrà avere un'altezza di m 1,00 dal piano di calpestio dell'isola e sarà interrotta solo in corrispondenza dei bumpers, di alcune apparecchiature eventualmente presenti sull'isola (barriere microonde, aste chiudiporta, cabine di esazione, armadi emettitori biglietti, armadi lettori tessere e colonnine richiesta intervento) ed in corrispondenza degli attraversamenti pedonali atti all'accesso alle isole dei manutentori.

Per quanto riguarda i varchi con funzione di transito dai veicoli leggeri e pesanti, verrà predisposto uno strato di misto granulometricamente stabilizzato con spessore pari a 15 cm, un successivo strato di misto cementato con spessore pari anch'esso a 15 cm ed un completamento con 32 cm in cls armato di classe C28/35. La finitura sarà effettuata con una malta premiscelata fibrorinforzata colabile con fibre metalliche rigide a rapido indurimento ed elevata resistenza, antisdrucchiolo con spessore pari a 3 cm.

2.3.2 Svincolo di Bologna Interporto

Questo svincolo, è stato ricostruito a metà degli anni '80. L'opera di scavalco risulta differente per tipologia rispetto alle altre presenti all'interno del tratto oggetto di questo studio. Il cavalcavia di svincolo è a due luci con pila centrale, e risulta compatibile con l'adeguamento della autostrada alla terza corsia. Per quanto sopra esposto è stato previsto di adeguare le corsie specializzate di immissione e diversione alle caratteristiche geometriche/cinematiche esposte nei successivi paragrafi, ricollegando la nuova corsia specializzata alla rampa di svincolo esistente.

2.3.3 Area di Servizio Castel Bentivoglio

E' stato previsto di adeguare le corsie specializzate di immissione e diversione alle caratteristiche geometriche/cinematiche esposte nei successivi paragrafi, ricollegando la nuova corsia specializzata alla rampa di entrata (uscita) per (da) l'area di servizio.

2.3.4 Svincolo di Altedo

L'intersezione, situata al km 20+450 circa, è di tipo a trombeta. L'opera di scavalco non è compatibile con l'ampliamento autostradale. Il rifacimento dell'opera comporta l'adeguamento dell'intero svincolo. Il nuovo cavalcavia di svincolo verrà realizzato in posizione scostata rispetto alla struttura esistente in modo da garantire comunque l'esercizio dello stesso durante i lavori. Le geometrie proposte ricalcano in parte quelle esistenti nel tentativo di riutilizzarne in parte la sede.

2.3.5 Criteri progettuali

La normativa utilizzata per l'adeguamento ed il dimensionamento delle intersezioni, richiamate al paragrafo precedente è rappresentata dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. 19.04.2006), che assume valore di coerenza per le nuove intersezioni. Per le intersezioni esistenti la suddetta norma è stata presa a riferimento e pertanto gli standard di progettazione descritti nel seguito riprendono i criteri di norma e sono stati applicati salvo evidenti motivazioni tecniche.

Le caratteristiche stradali delle rampe (sia su strade nuove che su strade esistenti) sono state definite a partire dagli intervalli di velocità di progetto indicati nella tabella seguente:

Tabella 2—1 Velocità di progetto per le varie tipologie di rampe

tipi di rampe	Intersezione Tipo 1, escluse B/B, D/D, B/D, D/B		Intersezione Tipo 2, e B/B, D/D, B/D, D/B	
Diretta	50-80 km/h		40-60 km/h	
Semidiretta	40-70 km/h		40-60 km/h	
Indiretta	in uscita da A	40 km/h	in uscita dalla strada di livello gerarchico superiore	40 km/h
	in entrata su A	30 km/h	in entrata sulla strada di livello gerarchico superiore	30 km/h

Per le interconnessioni autostradali, nella progettazione si è fatto riferimento agli intervalli di velocità di progetto delle intersezioni di tipo 1; per tutte le altre intersezioni, tra cui gli svincoli autostradali ordinari, ci si è riferiti agli intervalli di velocità di progetto caratteristici di intersezioni di tipo 2, ed in particolare per quest'ultimi, per tutte le rampe è stato utilizzato un intervallo di velocità di progetto pari a 40/60 km/h.

La progettazione delle intersezioni è stata condotta con particolare riferimento ai seguenti aspetti della progettazione stradale:

- geometria degli elementi modulari delle rampe;
- larghezza degli elementi modulari delle rampe e delle corsie specializzate (sezione tipo);
- dimensionamento delle corsie specializzate;
- distanze di visibilità per l'arresto.

2.3.5.1 Geometria degli elementi modulari delle rampe

Con riferimento alla geometria degli elementi modulari delle rampe, secondo quanto previsto esplicitamente nella norma in oggetto e facendo anche riferimento ai rimandi che questa fa al D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", la progettazione ha, negli ambiti in cui si è intervenuti a modificare le geometrie esistenti, garantito il rispetto dei parametri minimi dei seguenti elementi plano altimetrici:

- raggi minimi planimetrici;
- parametri minimi e massimi delle clotoidi;
- pendenze longitudinali massime;
- raggi altimetrici minimi (racordi concavi e convessi).

2.3.5.2 Sezioni tipo delle rampe e delle corsie specializzate

Per quanto riguarda le larghezze degli elementi modulari delle rampe di progetto di nuova realizzazione si rimanda alle sezioni tipo contenute nell'elaborato allegato alla presente relazione.

Tali sezioni tipologiche di progetto rappresentano la sintesi delle indicazioni contenute nella Tabella 9 del paragrafo 4.7.3 del D.M. 19/04/2006 che, relativamente al caso di strade extraurbane, fornisce le indicazioni riportate nella seguente tabella:

Tabella 2—2 Larghezze degli elementi modulari

Strade extraurbane				
elemento modulare	Tipo di strada principale	Larghezza corsie (m)	Larghezza banchina in destra (m)	Larghezza banchina in sinistra (m)
Corsie specializzate di uscita e di immissione	A	3.75	2.50	-
	B	3.75	1.75	-
Rampe monodirezionali	A	1 corsia: 4.00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3.50		
	B	1 corsia: 4.00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3.50		
Rampe bidirezionali	A	1 corsia: 3.50	1.00	-
	B	1 corsia: 3.50	1.00	-

Rispetto a quanto riportato dalla tabella relativamente alle larghezze minime da impiegare per le rampe bidirezionali di nuova realizzazione (corsie da 3.50m) il progetto ha previsto in questo caso corsie da 3.75m (vedi elaborato allegato). Tale scelta progettuale scaturisce dalla necessità di limitare il più possibile la variazione di larghezza della corsia della rampa nel tratto di passaggio da monodirezionale con larghezza pari a 4.00m a bidirezionale.

Diversamente, nel caso di adeguamento di svincoli esistenti per i quali il progetto prevede il mantenimento delle rampe attuali (cfr. Figura 2—14), la larghezza minima complessiva delle rampe monodirezionali esistenti è stata adeguata a 6,00m (caso "A"), con una corsia di marcia da 4.00m e banchine in destra e sinistra di larghezza pari a 1.00m. Nel caso di rampa esistente da 6.50m (caso "B") è stata mantenuta la stessa larghezza complessiva così ripartita: corsia di marcia da 4.00m, banchine in destra e sinistra rispettivamente da 1.50m e 1.00m.

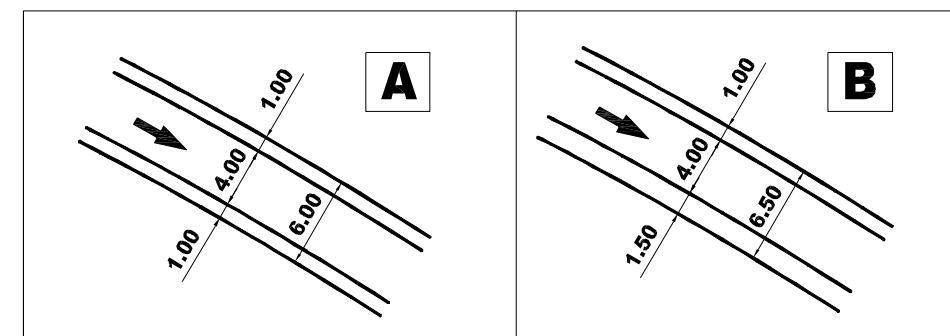


Figura 2—14 Schema planimetrico adeguamento rampa di svincolo esistente

2.3.5.3 Dimensionamento corsie di diversione e di immissione

Corsie specializzate di diversione

Nella progettazione si è fatto ricorso alla sola tipologia con configurazione parallela. In questo caso la norma individua due tratti per effettuare l'intera manovra:

- Tratto di manovra $L_{m,u}$, di lunghezza pari a 90 m per velocità di progetto del tratto di strada dal quale si dirama la corsia superiori ai 120 km/h;
- Tratto di decelerazione $L_{d,u}$, avente inizio a metà del tratto di manovra e fine all'inizio della rampa in uscita (coincidente con il punto di inizio della clotoide), da dimensionare con criteri cinematici.

Corsie specializzate di immissione

Le corsie specializzate di immissione, in accordo con quanto previsto dal DM 19.04.2006 sono state progettate tenendo conto dei seguenti elementi compositivi principali:

- Tratto di accelerazione $L_{a,e}$ da dimensionare con criteri cinematici;

- Tratto di raccordo $L_{v,e}$ di lunghezza pari a 75 metri per velocità di progetto, della strada su cui la corsia si immette, superiori a 80km/h;
- Zona di immissione, che corrisponde alla lunghezza complessiva del tratto di corsia specializzata in cui è ammessa la manovra di immissione (tratto con linea tratteggiata pari alla somma del tratto parallelo, a meno dei primi 30 metri, e del tratto di raccordo), da verificare con procedure basate su criteri funzionali.

Il progetto delle corsie di immissione ha previsto, la verifica funzionale dell'intera "zona di immissione" seguendo il metodo indicato dall'Highway Capacity Manual (HCM 2000). In particolare, la verifica ha accertato che la lunghezza della zona di immissione, come risultante dal predimensionamento geometrico-cinematico (e cioè pari alla lunghezza complessiva della porzione parallela del tratto di accelerazione, a meno dei primi 30 metri), fornisca un livello di servizio non inferiore a LOS B (come indicato al capitolo 5 del D.M. 19.04.2006) o comunque non inferiore al livello di servizio risultante sul tronco elementare a monte dell'immissione. Per la definizione dei livelli di traffico è stato preso a riferimento lo scenario progettuale di breve periodo dello studio di traffico allegato al presente progetto.

2.3.5.4 Distanze di visibilità per l'arresto

Secondo quanto indicato dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (DM 19/04/2006), deve essere verificata rispetto alla velocità di progetto l'esistenza, lungo le rampe, di visuali libere commisurate alla distanza di visibilità per l'arresto ai sensi del D.M. 05/11/2001 e ciò comporta che lungo il tracciato stradale della rampa la distanza di visuale libera deve essere confrontata con la distanza di visibilità per l'arresto, che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto. Questo valore deve essere garantito lungo lo sviluppo dell'intero tracciato della rampa.

Il progetto ha verificato la sussistenza delle opportune distanze di visibilità altimetriche in corrispondenza dei raccordi convessi.

2.4 VIABILITÀ INTERFERITA

Il progetto di ampliamento alla terza corsia prevede il ripristino funzionale delle viabilità interferite, generalmente riconducibili a strade che attraversano l'autostrada in cavalcavia.

Gli attraversamenti trasversali dell'autostrada sono serviti da infrastrutture in cavalcavia; pertanto, il ripristino funzionale di tali relazioni è subordinato all'adeguamento delle strutture suddette.

Le fasi di esecuzione delle lavorazioni dovranno essere individuate nel rispetto dell'obiettivo di permettere la realizzazione della terza corsia senza interruzione di traffico, minimizzando il disturbo al traffico locale, e, ove ciò non fosse possibile, individuando percorsi provvisori alternativi, o prevedendo tratti di viabilità provvisoria funzionali alla realizzazione dell'opera.

Per quanto concerne le fasi di realizzazione, in linea generale si è previsto l'adeguamento in sede, andando ad individuare un percorso alternativo durante la chiusura della viabilità per l'adeguamento dell'opera.

Uniche eccezioni sono rappresentate dai casi di strade caratterizzate da significativi flussi veicolari e/o da situazioni in cui non è stato possibile individuare adeguati percorsi alternativi. In particolare è stata prevista l'adeguamento fuori sede per i seguenti cavalcavia:

- CAV. str. prov. MATTEOTTI;
- CAV. str. com. CANALE;
- CAV. str. prov. ASINARI;
- CAV. str.com. SALETTO-MALALBERGO;
- CAV. str.com. GALLO;
- CAV. str.prov. 25 via Segadizzo;
- CAV. str.prov. 8 via Uccellino.

Per questi ultimi si è prevista la realizzazione in affiancamento della nuova infrastruttura (cavalcavia e rampe), il successivo collegamento della viabilità esistente con il nuovo attraversamento autostradale ed la demolizione del cavalcavia e delle rampe esistenti.

Le uniche opere di scavalco che risultano già predisposte all'ampliamento autostradale sono:

- Cavalcavia di Via Trasversale di Pianura - SP3 - pk 7+547
- Cavalcavia di Svincolo Bologna Interporto - pk 7+955

Nella tabella *seguinte* si elencano le viabilità oggetto di adeguamento caratterizzate dalla progressiva di riferimento autostradale, dal comune amministrativo nel quale ricadono, dall'identificativo WBS, dal nome della viabilità, dal tipo di intervento e dalla modalità di gestione del traffico locale durante i lavori.

Tabella 2—3 Viabilità interferenti l'asse autostradale

Progr. km	VIABILITA'	PROVINCIA	COMUNE	WBS	INTERVENTO	GESTIONE TRAFFICO DURANTE I LAVORI
pk 2+605	Strada comunale Via Peglion	Bologna	Bologna	RC001	In sede	Interruzione
pk 4+589	Strada comunale Via Stradellaccia	Bologna	Castel Maggiore	RC003	In sede	Interruzione
pk 5+396	Strada provinciale SP 46 - Via Matteotti	Bologna	Castel Maggiore	RC004	Fuori sede	In esercizio
pk 6+133	Strada vicinale Santa Caterina	Bologna	Castel Maggiore	RC005	In sede	Interruzione
pk 7+547	Strada provinciale SP 3 – Via Trasv.di Pianura	Bologna	Bentivoglio	RC007	PREDISPOSTO	
pk 7+955	Svincolo Bologna Interporto	Bologna	Bentivoglio	RC008	PREDISPOSTO	
pk 8+263	Strada comunale Paradiso	Bologna	Bentivoglio	RC009	In sede	Interruzione
pk 9+408	Strada comunale San Marino	Bologna	Bentivoglio	RC010	In sede	Interruzione
pk 9+913	Strada comunale Canale	Bologna	Bentivoglio	RC011	Fuori sede	In esercizio
pk 10+341	Strada podereale Santa Lucia	Bologna	Bentivoglio	RC012	In sede	Interruzione
pk 12+296	Strada comunale Barche	Bologna	Bentivoglio	RC013	In sede	Interruzione
pk 13+576	Strada provinciale SP 44 – Via Asinari	Bologna	Bentivoglio	RC014	Fuori sede	In esercizio
pk 14+871	Strada podereale Palazzo	Bologna	Bentivoglio	RC015	In sede	Interruzione
pk 15+552	Strada podereale Palazzo Gazzadini	Bologna	Bentivoglio	RC016	In sede	Interruzione
pk 16+072	Strada podereale Spagnola	Bologna	Bentivoglio	RC017	In sede	Interruzione
pk 16+947	Strada comunale Via Saletto	Bologna	Bentivoglio	RC018	Fuori sede	In esercizio
pk 18+058	Strada podereale La Casella	Bologna	Bentivoglio	RC019	In sede	Interruzione
pk 19+303	Strada comunale La Castellina	Bologna	Bentivoglio	RC020	In sede	Interruzione
pk 20+221	Strada provinciale SP 20 – Via Chiavicone	Bologna	Malalbergo	RC021	Fuori sede	In esercizio
pk 24+425	Strada comunale Tombe	Bologna	Malalbergo	RC023	In sede	Interruzione
pk 27+422	Strada podereale Sabbioni-Arnoffi	Ferrara	Poggio Renatico	RC024	In sede	Interruzione
pk 28+067	Strada podereale Isolani	Ferrara	Poggio Renatico	RC025	In sede	Interruzione
pk 28+706	Strada podereale Gallo	Ferrara	Poggio Renatico	RC026	Fuori sede	Interruzione
pk 29+131	Strada provinciale SP 25 – Poggio Renatico	Ferrara	Poggio Renatico	RC027	Fuori sede	In esercizio
pk 30+153	Strada podereale Torniano	Ferrara	Poggio Renatico	RC028	In sede	Interruzione
pk 31+317	Strada podereale Morgosa	Ferrara	Poggio Renatico	RC029	In sede	Interruzione
pk 31+808	Strada podereale Valletta	Ferrara	Poggio Renatico	RC030	In sede	Interruzione
pk 32+136	SP 8 – Via Uccellino	Ferrara	Poggio Renatico	RC031	Fuori sede	In esercizio
pk 33+349	Strada comunale Imperiale	Ferrara	Ferrara	RC032	In sede	Interruzione

In linea di principio tutti i rifacimenti in sede prevedono l'interruzione del traffico durante la costruzione dell'opera, viceversa se l'intervento è stato definito fuori sede significa che la strada durante i lavori verrà mantenuta in esercizio.

Solo per la viabilità Via Gallo, nonostante sia prevista la ricostruzione dell'opera fuori sede si prevede l'interruzione del traffico in fase di esecuzione dei lavori a causa di una interferenza altimetrica in corrispondenza del punto di intersezione fra l'attuale ed il nuovo tracciato.

2.4.1 Viabilità in sovrappasso

Nella tabella seguente si elencano le viabilità afferenti ai cavalcavia presenti, caratterizzati dall'identificativo WBS, dalla progressiva di riferimento, dalla categoria stradale assegnata

e le caratteristiche di progetto (lunghezza dell'intervento, raggio planimetrico minimo, pendenza massima livellette, raccordo verticale convesso caratteristico).

Tabella 2—4 Viabilità in scavalco all'autostrada

Progr. km	VIABILITA'	CATEGORIA	LARGHEZZA PIATTAFORMA (m)	RICOSTRUZIONE OPERA D'ARTE	LUNGHEZZA INTERVENTO (m)	Rmin (m)	PENDENZA MAX (%)	RAGGIO VERTICALE CONVESSO (m)
pk 2+605	Strada comunale Via Peglion	E	7.0	In sede	422.05	150	8	1350
pk 4+589	Strada comunale Via Stradellaccia	E	7.0	In sede	406.8	300	7	1344
pk 5+396	SP 46 - Via Matteotti	E	7.0	Fuori sede	540	185	7	1400
pk 6+133	Strada vicinale Santa Caterina	PART.	4.0	In sede	290.5	300	7.35	500
pk 8+263	Strada comunale Paradiso	E	7.0	In sede	406	80	7	1350
pk 9+408	Strada comunale San Marino	PART.	4.0	In sede	350	400	7.4	1200
pk 9+913	Strada comunale Canale	E	7.0	Fuori sede	551.3	180	6.75	1350
pk 10+341	Strada podereale Santa Lucia	PART.	4.0	In sede	269.5	200	7	500
pk 12+296	Strada comunale Barche	E	7.0	In sede	418.4	10250	7	1400
pk 13+576	SP 44 – Via Asinari	C1	10.5	Fuori sede	594.8	180	6	1600
pk 14+871	Strada podereale Palazzo	PART.	4.0	In sede	317.7	80	6.5	500
pk 15+552	Strada podereale Palazzo Gazzadini	PART.	4.0	In sede	170.86	85	8	500
pk 16+072	Strada podereale Spagnola	PART.	4.0	In sede	228.5	80	7.7	500
pk 16+947	Strada comunale Via Saletto	F2	8.5	Fuori sede	501.7	70	5.7	1570
pk 18+058	Strada podereale La Casella	PART.	4.0	In sede	237.8	320	7.8	500
pk 19+303	Strada comunale La Castellina	PART.	4.0	In sede	251.7	56	6.8	500
pk 20+221	SP 20 – Via Chiavicone	C2	9.5	Fuori sede	504	180	5.3	2160
pk 24+425	Strada comunale Tombe	PART.	4.0	In sede	173	55	10.5	500
pk 27+422	Strada podereale Sabbioni-Arnoffi	PART.	4.0	In sede	149.4	250	9.2	500
pk 28+067	Strada podereale Isolani	PART.	4.0	In sede	183.6	35	10.5	590
pk 28+706	Strada podereale Gallo	F2	8.5	Fuori sede	428.6	70	5.5	1000
pk 29+085	SP 25 – Poggio Renatico	C2	9.5	Fuori sede	555	118	5.8	1400
pk 30+153	Strada podereale Torniano	PART.	4.0	In sede	139	117	8.8	500
pk 31+317	Strada podereale Morgosa	PART.	4.0	In sede	143	150	8.3	500
pk 31+808	Strada podereale Valletta	PART.	4.0	In sede	200	22	9	745
pk 32+136	SP 8 – Via Uccellino	F1	9.0	Fuori sede	571.2	120	7	1346
pk 33+349	Strada comunale Imperiale	F2	8.5	In sede	284.7	36	8	900

2.5 OPERE D'ARTE

2.5.1 Premessa

L'allargamento delle due carreggiate dell'autostrada esistente comporta l'adeguamento delle opere che sottopassano, sovrappassano o sostengono la sede stradale stessa.

Per le prime, tombini o sottovia che sottopassano la sede, è previsto un allungamento medio di 5.00 m circa per entrambe le estremità dell'opera (nel caso di ampliamento simmetrico). L'ampliamento viene effettuato con tipologia d'ampliamento simile a quella esisten-

te. Fanno eccezione quelle opere che per problemi di degrado necessitano di un totale rifacimento (es. tombini e Sottopasso SP Basso Reno).

Per le seconde, ossia i cavalcavia che sovrappassano la sede, è prevista la demolizione ed il totale rifacimento in sede o in prossimità delle strutture esistenti, in posizione congruente con la sezione tipo dell'autostrada e con la nuova geometria delle strade d'intersezione (deviazioni strada), non risultando le opere predisposte per l'ampliamento della sezione autostradale.

I cavalcavia di progetto consistono generalmente in un'opera a luce unica o a tre luci, di cui quella centrale tale da permettere lo scavalco della sede autostradale senza sostegni intermedi. La struttura dell'impalcato è realizzata tramite travi metalliche a sezione costante.

In particolari situazioni morfologiche del contesto si adotta la tipologia a tre luci; questo nei casi in cui è necessario ridurre il più possibile i cedimenti indotti dalle nuove rampe sulle sede autostradale.

Per le opere d'arte maggiori (ponti e sottovia ad impalcato), che sostengono la sede autostradale stessa, sarà realizzato un allargamento degli impalcati e delle relative opere di sostegno. L'entità degli ampliamenti è tale da escludere l'ampliamento a sbalzo: si interviene quindi realizzando l'impalcato d'ampliamento sorretto da elevazioni proprie. L'opera di ampliamento viene solidarizzata a livello fondazioni e a livello pulvino con l'opera esistente.

A livello impalcato tra esistente e ampliamento si effettua unicamente la solidarizzazione a livello soletta senza effettuare la connessione dei trasversi. Per quanto riguarda lo schema statico dell'ampliamento si ripropone quello dell'esistente.

2.5.2 Opere d'arte maggiori

Le opere d'arte maggiori, presenti nella tratta in oggetto, sono costituite da ponti ad una o più campate e sottovia di luce ≥ 10 m.

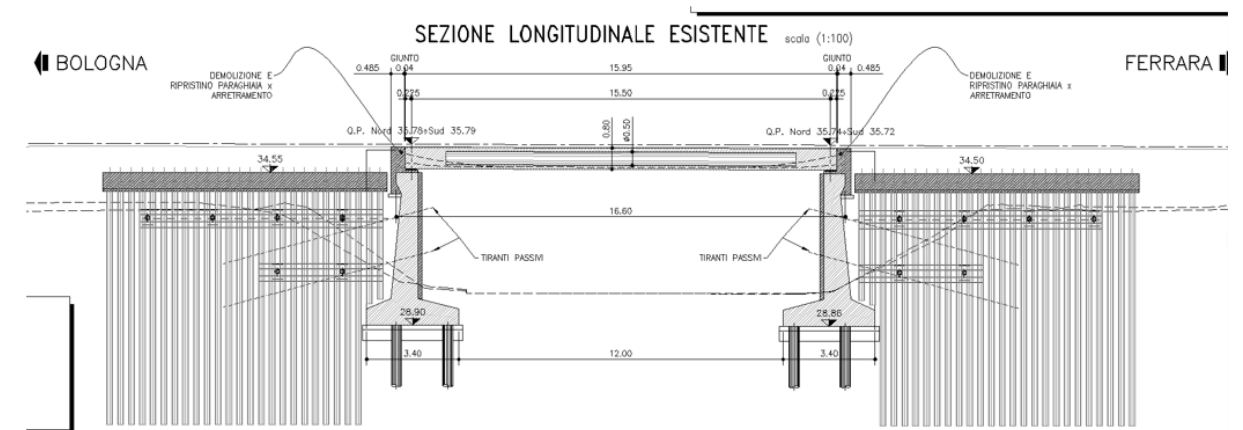
Il progetto definitivo, trattandosi di ampliamenti alla 3a corsia, è stato articolato in modo da rappresentare le singole opere negli elaborati grafici, trattando i seguenti aspetti principali ed essenziali:

- individuazione e "ricostruzione" grafica delle opere d'arte esistenti con particolare riguardo alla tipologia delle fondazioni e degli impalcati;
- opere provvisorie propedeutiche alle lavorazioni (paratie, berlinesi, ecc.), con impronte degli scavi;
- geometria delle spalle e delle pile adeguata ai tipi esistenti al fine di garantire una omogenea distribuzione delle masse e delle rigidità in gioco;
- sceita delle strutture d'impalcato di ampliamento in modo da ridurre al minimo sia i tempi di lavorazione che gli interventi sulla pavimentazione autostradale, di caratteristiche geometriche tali mantenere il franco netto attuale (in particolare nei sottovia);
- adeguamento delle strutture esistenti alla normativa sismica.

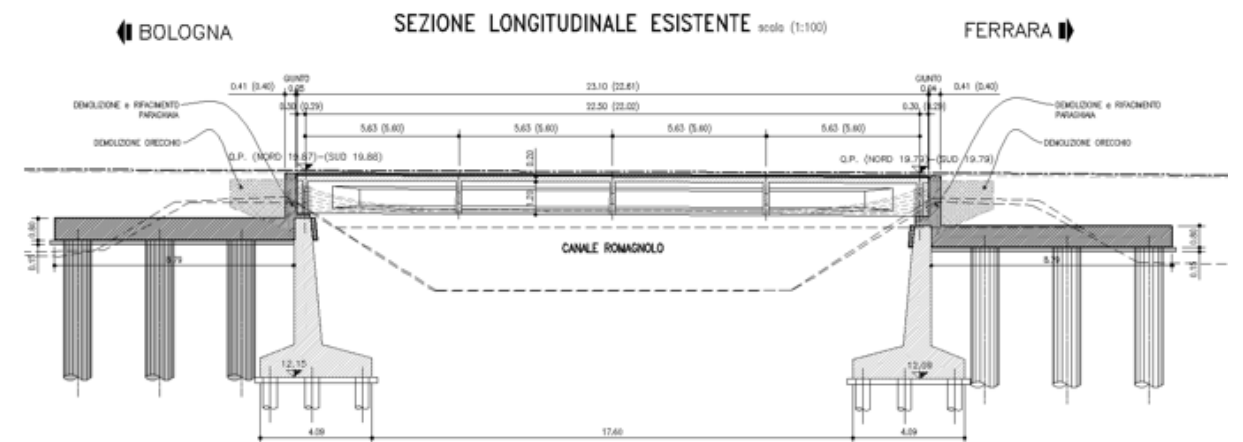
Vengono di seguito introdotte delle schede di sintesi riguardanti le singole opere da ampliare con le caratteristiche dell'ampliamento.

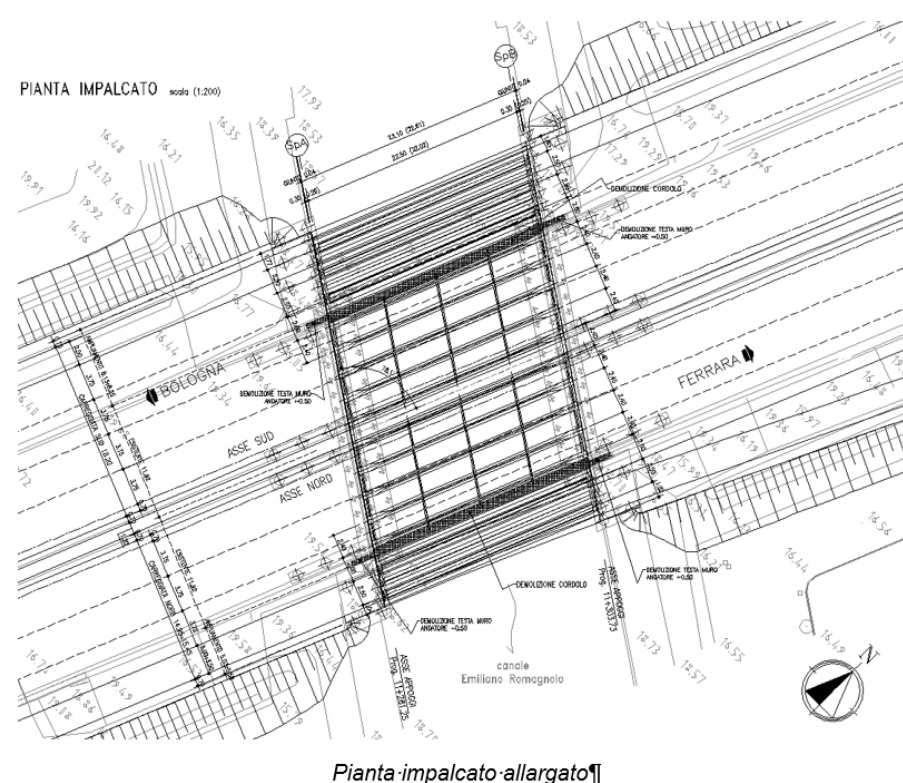
Si fa inoltre presente che tutte le opere sono state verificate sia staticamente che sismicamente, negli elaborati dedicati sono rappresentati tutti gli interventi necessari per garantire il rispetto della normative sismiche vigenti. In particolare gli interventi di adeguamento sismico consistono in:

- inserimento di tiranti passivi agenti sul paramento delle spalle esistenti per le opere denominate Sottovia di via Aposazza e Diversivo Navile;



- realizzazione di ritegni sismici a tergo spalla per mezzo di tre pali di diametro $\varnothing 1000$ connesso strutturalmente in sommità al paramento esistente. Tale tipologia di intervento è stata impiegata per le restanti opere d'arte maggiori.





OPERA N. 06 – SOTTOVIA VIA APOSAZZA PROGR. KM. 1+217

L'opera esistente è costituita da un manufatto a singola campata avente luce di calcolo pari a 15.50 m e lunghezza complessiva del solettone 15.95 m circa ed è caratterizzata da una inclinazione tra l'asse autostradale e l'allineamento degli appoggi con angolo planimetrico pari a circa 90° circa.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è pari a 12.00 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento simmetrico della piattaforma pari a mediamente 4.95 m per entrambe le carreggiate, inclusi cordoli.

Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante solettone gettato in opera con alleggerimenti circolari longitudinali, di spessore 0.80 m complessivi, con cavi di precompressione longitudinali e sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

Le spalle sono costituite da monoliti in calcestruzzo armato; le sezioni del paramento sono rettangolari e poggianti su plinti fondati su un sistema di pali di diametro 0.38 m.

L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

La nuova porzione di impalcato si realizza, per garantire la miglior similitudine dell'esistente, con travi in cap a sezione compatta di altezza H=0.60 m affiancate, che garantiscono buona stabilità in fase di getto e conferiscono rigidità torsionale una volta so-

lidarizzate con la soletta gettata in opera a saturare gli interstizi tra le travi. Si opera poi una connessione trasversale ad intradosso in modo da ottenere, ad opera ultimata, una struttura a piastra continua.

La connessione tra la porzione di impalcato esistente e quella in allargamento si realizza con l'ausilio di barre di cucitura ad intradosso e ad estradosso ancorate al solettone esistente tramite inghisaggi. La scelta della carpenteria delle travi è stata effettuata al fine di garantire buona stabilità in fase di getto della soletta e rigidità flessionale longitudinale dell'assieme trave-soletta prossima a quella dell'impalcato esistente.

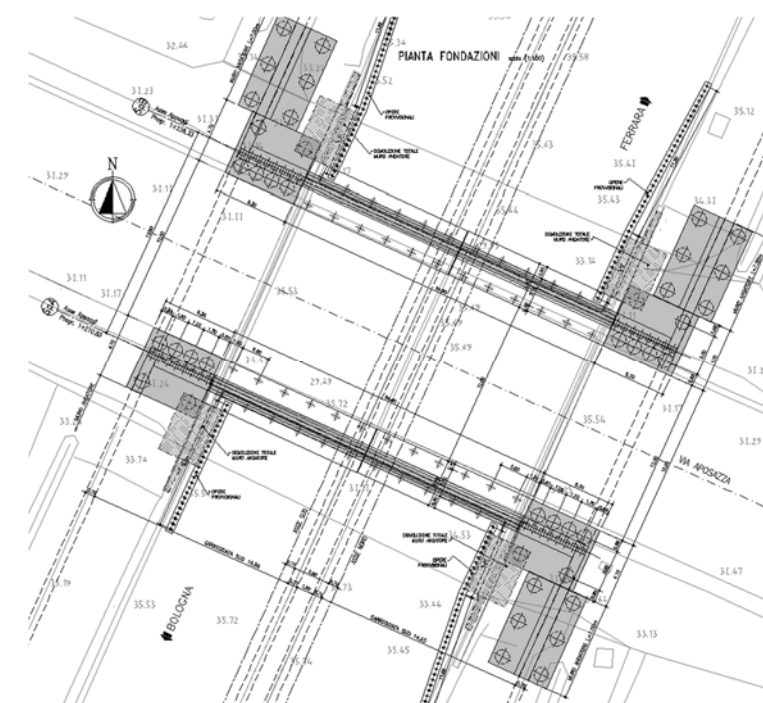


Figura 2—15 Pianta impalcato allargato

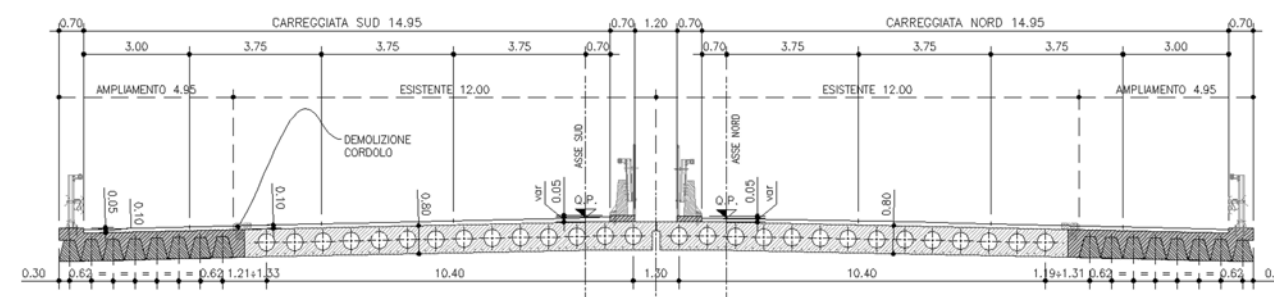


Figura 2—16 Sezioni trasversali allargate

OPERA N. 61 – PONTE SUL CANALE EMILIANO ROMAGNOLO - PROGR. KM 11+292

L'opera esistente è costituita da un manufatto a singola campata avente luce di calcolo pari a 22.50 m e lunghezza complessiva delle travi 23.10 m circa ed è caratterizzata da una inclinazione tra l'asse autostradale e l'allineamento degli appoggi con angolo planimetrico pari a circa 78° circa.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è pari a 11.90 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento asimmetrico della piattaforma pari a mediamente 8.20 m per la carreggiata sud e circa 5.30 per la nord, inclusi cordoli.

Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante travi prefabbricate affiancate di altezza 1.20 m oltre soletta ed interasse 2.40 m, sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

Le spalle sono costituite da monoliti in calcestruzzo armato; le sezioni del paramento sono rettangolari e poggianti su plinti fondati su un sistema di pali di diametro 0.50 m circa e lunghezza 22.50 m circa.

L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

La nuova porzione di impalcato si realizza con travi in cap a sezione aperta che garantiscono buona stabilità in fase di getto e conferiscono rigidità torsionale una volta solidarizzate con la soletta gettata in opera.

La connessione tra la porzione di impalcato esistente e quella in allargamento si realizza attraverso la soletta, con l'ausilio di barre di cucitura ad intradosso e ad estradosso ancorate alla soletta esistente tramite inghisaggi. La scelta della carpenteria delle travi è stata effettuata al fine di garantire buona stabilità in fase di getto della soletta e rigidità flessionale longitudinale dell'assieme trave-soletta prossima a quella dell'impalcato esistente.

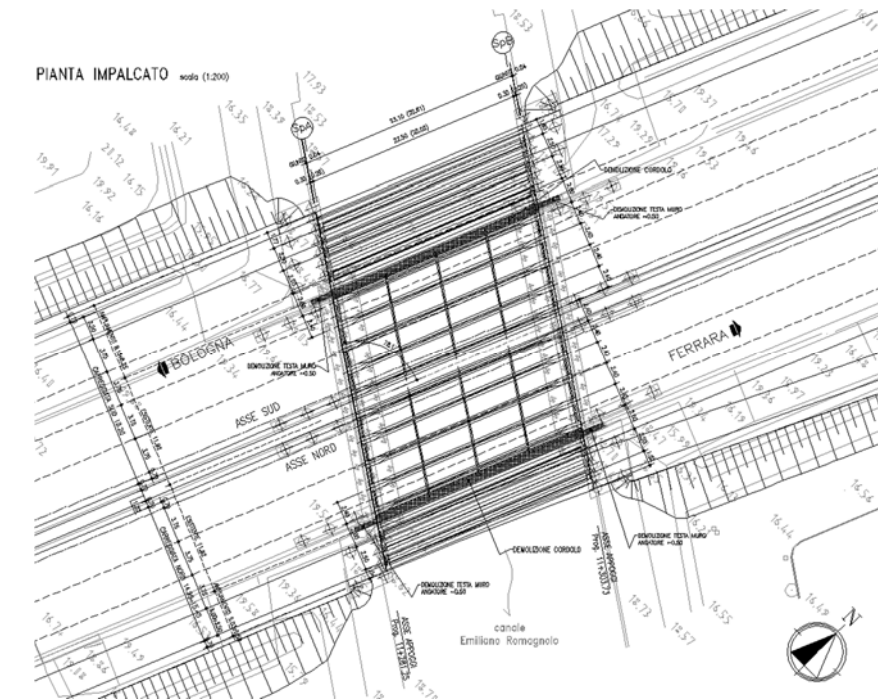


Figura 2—17 Pianta impalcato allargato

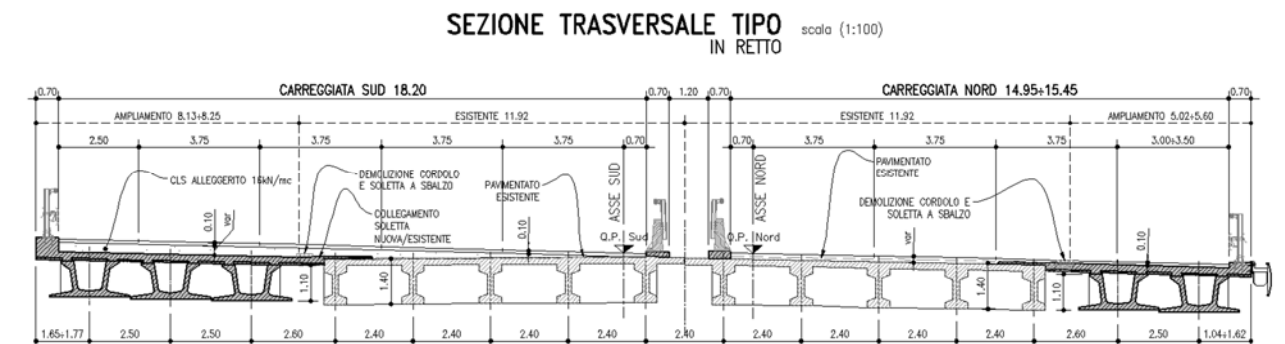


Figura 2—18 Sezioni trasversali allargate

OPERA N. 73 – PONTE SUL CANALE DIVERSIVO NAVILE - PROGR. KM. 13+053

L'opera esistente è costituita da un manufatto a tre campate isostatiche aventi luce di calcolo pari a 20.10 m ciascuna e lunghezza delle travi 21 m circa ed è caratterizzata da una inclinazione tra l'asse autostradale e l'allineamento degli appoggi con angolo planimetrico pari a circa 125°.

La lunghezza complessiva del ponte, da giunto a giunto sulle spalle, è pari a 63.70 metri circa.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è pari a 11.90 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento della piattaforma pari a mediamente 5.00/5.07 m per le singole carreggiate, inclusi cordoli.

Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante travi prefabbricate affiancate di altezza 1.20 m inclusa soletta di spessore circa 0.20 m ad interasse 2.40 m, sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

Le spalle sono monolitiche in calcestruzzo armato e quella lato Ferrara si presenta quasi interamente sotto il livello del terreno; le sezioni del paramento sono rettangolari e piene, poggianti su plinti massicci fondati su un sistema di pali di diametro.

Le pile intermedie hanno struttura snella con tre elevazioni circolari affincati di diametro 1.00m, ad interasse 4.70 m, connessi in sommità dal pulvino e poggianti su plinto massiccio su pali. L'intervento in progetto vede la solidarizzazione dei tre fusti attraverso setti pieni in c.a. gettati in opera (si rimanda alla relazione di calcolo delle sottostrutture per dettagli).

L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle e pile in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

La nuova porzione di impalcato si realizza con travi in cap a sezione aperta che garantiscono buona stabilità in fase di getto e conferiscono rigidità torsionale una volta solidarizzate con la soletta gettata in opera.

La connessione tra la porzione di impalcato esistente e quella in allargamento si realizza attraverso la soletta, con l'ausilio di barre di cucitura ad intradosso e ad estradosso ancorate alla soletta esistente tramite inghisaggi. La scelta della carpenteria delle travi è stata effettuata al fine di garantire buona stabilità in fase di getto della soletta e rigidità flessionale longitudinale dell'assieme trave-soletta prossima a quella dell'impalcato esistente.

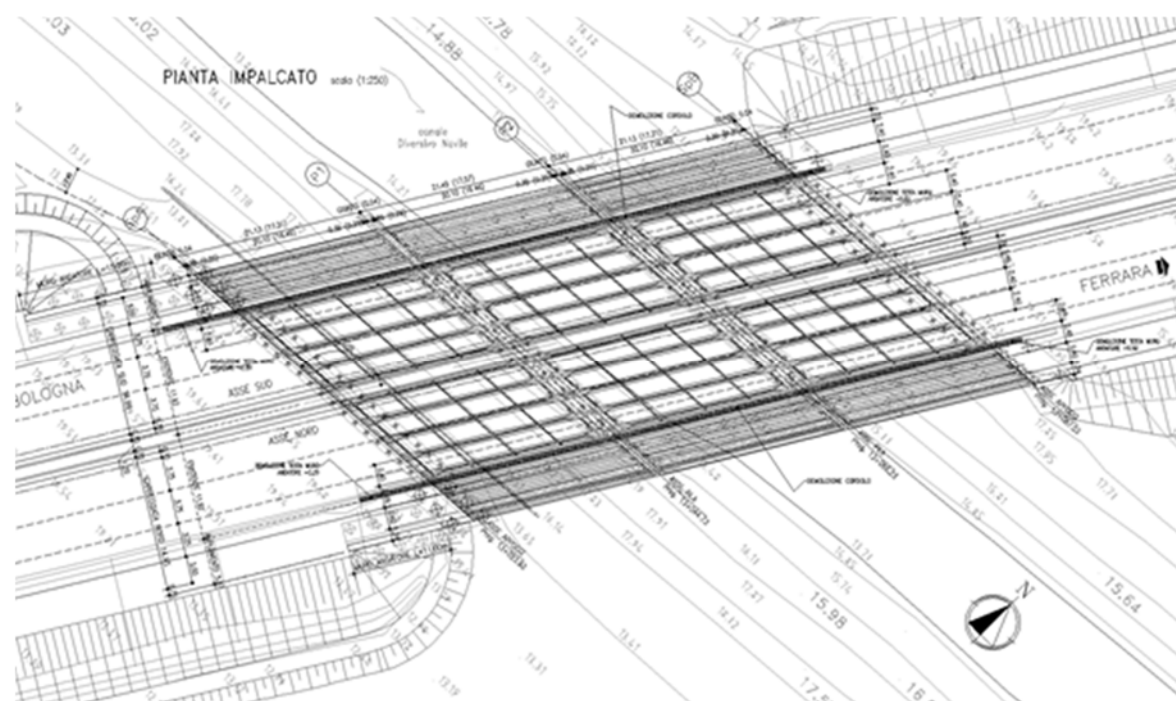


Figura 2—19 Pianta impalcato allargato

SEZIONE TRASVERSALE TIPO scala (1:100)
IN RETTO

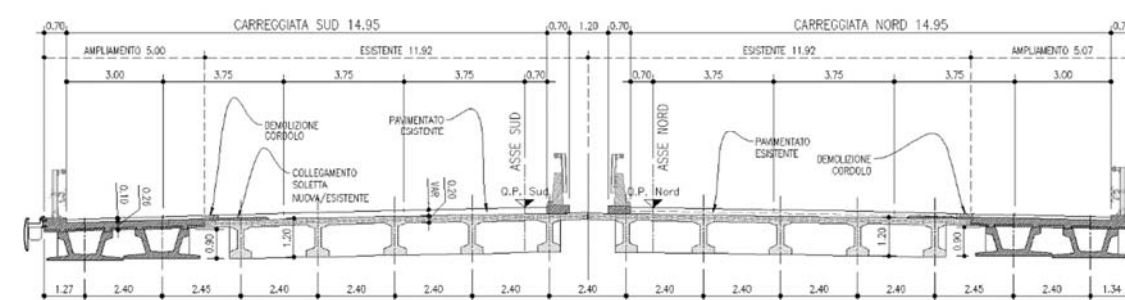


Figura 2—20 Sezioni trasversali allargate

OPERA N. 135 – PONTE CANALE NAVILE - PROGR. KM. 21+495

L'opera esistente è costituita da un manufatto a tre campate isostatiche aventi luce di calcolo pari a 19.35 m ciascuna e lunghezza delle travi 19.94 m circa ed è caratterizzata da una inclinazione tra l'asse autostradale e l'allineamento degli appoggi con angolo planimetrico pari a circa 90°.

La lunghezza complessiva del ponte, da giunto a giunto sulle spalle, è pari a 60 metri circa.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è pari a 11.90 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento della piattaforma pari a mediamente 5.05 m per entrambe le carreggiate, oltre cordoli.

Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante travi prefabbricate affiancate di altezza 1.00 m oltre soletta di spessore circa 0.20 m ad interasse 2.40 m, sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

Le spalle sono costituite da setti affiancati in calcestruzzo armato e si presentano quasi interamente sotto il livello del terreno; le sezioni del paramento sono rettangolari rastremate con l'altezza e poggianti su plinti massicci fondati su un sistema di pali di diametro 0.45 m circa e lunghezza 22.00 m circa.

Le pile intermedie hanno struttura snella con tre pali-pila affincati ad interasse 3.90m, connessi in sommità dal pulvino.

L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

La nuova porzione di impalcato si realizza con travi in cap a sezione aperta che garantiscono buona stabilità in fase di getto e conferiscono rigidità torsionale una volta solidarizzate con la soletta gettata in opera.

La connessione tra la porzione di impalcato esistente e quella in allargamento si realizza attraverso la soletta, con l'ausilio di barre di cucitura ad intradosso e ad estradosso ancorate alla soletta esistente tramite inghisaggi. La scelta della carpenteria delle travi è stata effettuata al fine di garantire buona stabilità in fase di getto della soletta e rigidità flessionale longitudinale dell'assieme trave-soletta prossima a quella dell'impalcato esistente.

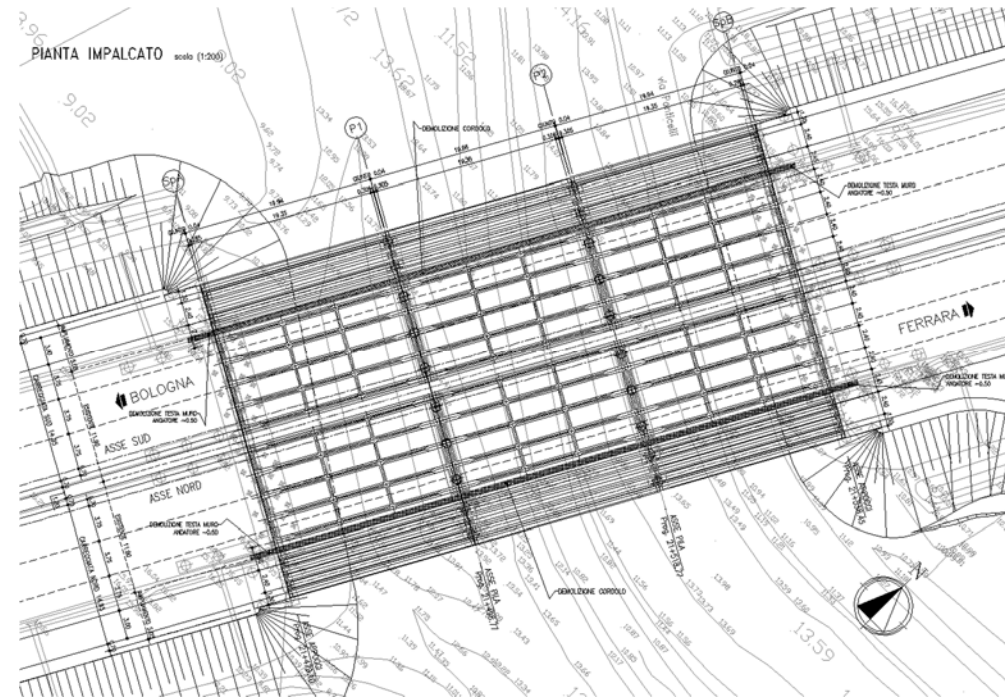


Figura 2—21 Pianta impalcato allargato



Figura 2—22 Sezioni trasversali allargate

OPERA N. 148 – PONTE SCOLO CALCARATA - PROGR. KM. 23+991

L'opera esistente è costituita da un manufatto a tre campate isostatiche aventi luce di calcolo pari a 19.38 m ciascuna e lunghezza delle travi 20.03 m circa ed è caratterizzata da una inclinazione tra l'asse autostradale e l'allineamento degli appoggi con angolo planimetrico pari a circa 105°.

La lunghezza complessiva del ponte, da giunto a giunto sulle spalle, è pari a 60 metri circa.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è pari a 11.90 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento della piattaforma pari a mediamente 4.95/5.15 m per le singole carreggiate, inclusi cordoli.

Il manufatto si compone di impalcato realizzati mediante travi prefabbricate affiancate di altezza 1.00 m oltre soletta di spessore circa 0.20 m ad interasse 2.40 m, sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

Le spalle sono monolitiche in calcestruzzo armato e si presentano quasi interamente sotto il livello del terreno; le sezioni del paramento sono rettangolari e piene, poggianti su plinti massicci fondati su un sistema di pali di diametro 0.45 m circa e lunghezza 22.00 m circa.

Le pile intermedie hanno struttura snella con tre pali-pila affincati ad interasse 4.15 m, connessi in sommità dal pulvino.

L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

La nuova porzione di impalcato si realizza con travi in cap a sezione aperta che garantiscono buona stabilità in fase di getto e conferiscono rigidità torsionale una volta solidarizzate con la soletta gettata in opera.

La connessione tra la porzione di impalcato esistente e quella in allargamento si realizza attraverso la soletta, con l'ausilio di barre di cucitura ad intradosso e ad estradosso ancorate alla soletta esistente tramite inghisaggi. La scelta della carpenteria delle travi è stata effettuata al fine di garantire buona stabilità in fase di getto della soletta e rigidità flessionale longitudinale dell'insieme trave-soletta prossima a quella dell'impalcato esistente.

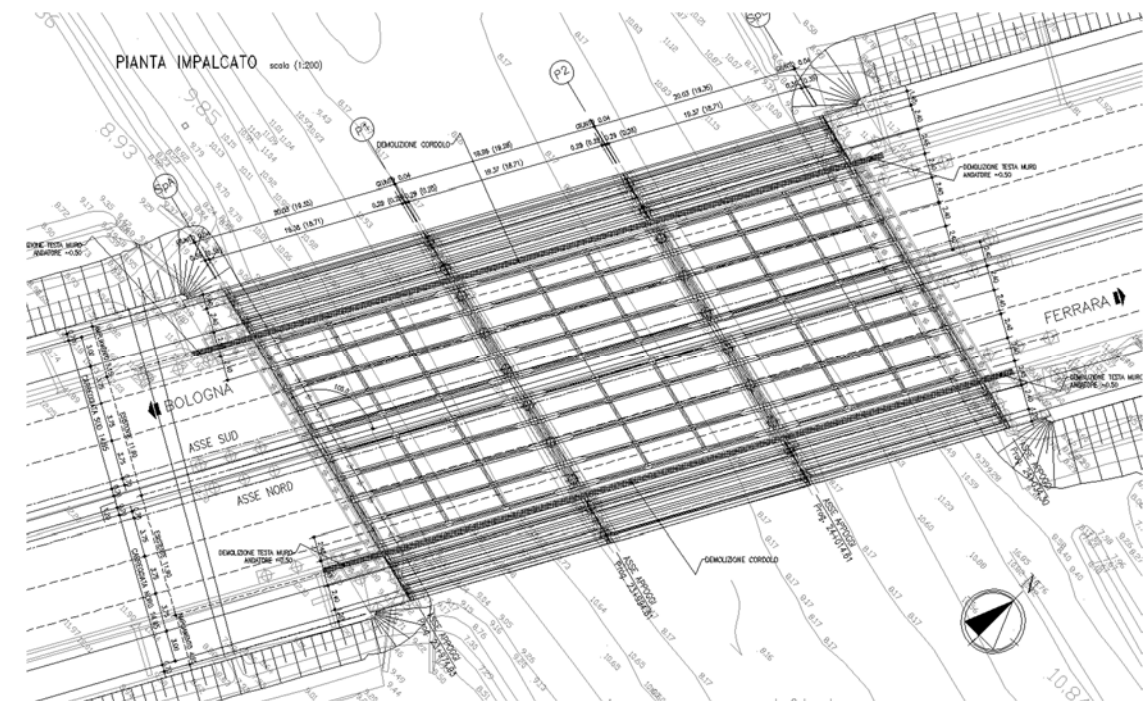


Figura 2—23 Pianta impalcato allargato

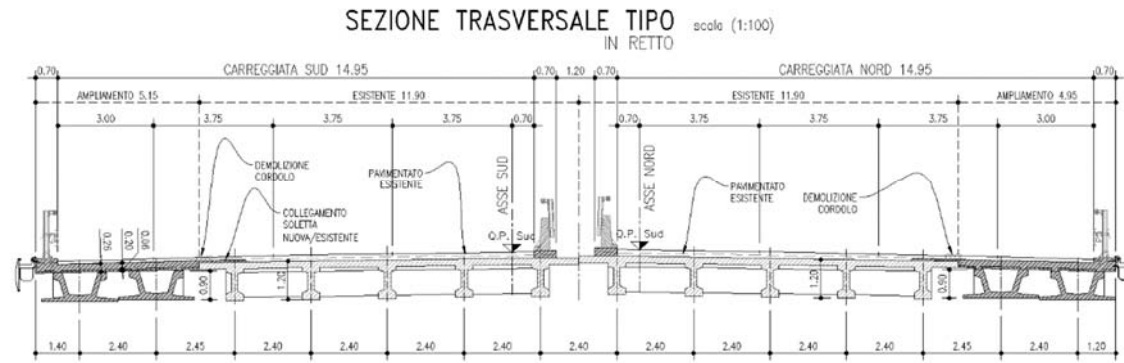


Figura 2—24 Sezioni trasversali allargate

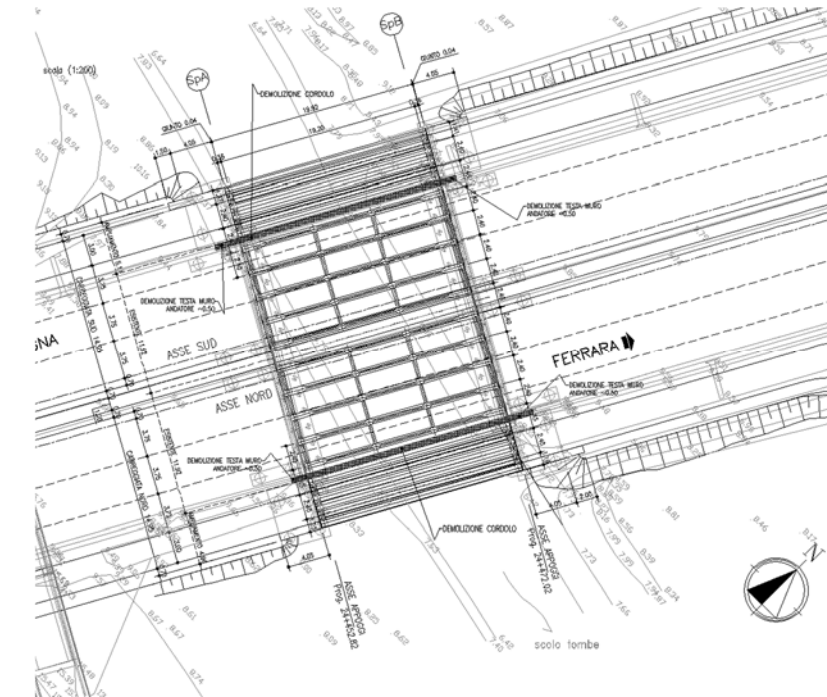


Figura 2—25 Pianta impalcato allargato

OPERA N. 151 – PONTE SCOLO TOMBE - PROGR. KM. 24+448

L'opera esistente è costituita da un manufatto a singola campata avente luce di calcolo pari a 19.20 m e lunghezza complessiva delle travi 19.92 m circa ed è caratterizzata da una inclinazione quasi retta tra l'asse autostradale e l'allineamento degli appoggi, con angolo planimetrico pari a circa 90°.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è pari a 11.90 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento della piattaforma pari a mediamente 5.10 m per la carreggiata sud e circa 4.95 per la nord, inclusi cordoli.

Il manufatto si compone di impalcato realizzati mediante travi prefabbricate affiancate di altezza 1.00 m oltre soletta ed interasse 2.40 m, sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

Le spalle sono costituite da monoliti in calcestruzzo armato; le sezioni del paramento sono rettangolari e poggianti su plinti fondati su un sistema di pali di diametro 0.45 m circa e lunghezza 22 m circa.

L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

La nuova porzione di impalcato si realizza con travi in cap a sezione aperta che garantiscono buona stabilità in fase di getto e conferiscono rigidità torsionale una volta solidarizzate con la soletta gettata in opera.

La connessione tra la porzione di impalcato esistente e quella in allargamento si realizza attraverso la soletta, con l'ausilio di barre di cucitura ad intradosso e ad estradosso ancorate alla soletta esistente tramite inghisaggi. La scelta della carpenteria delle travi è stata effettuata al fine di garantire buona stabilità in fase di getto della soletta e rigidità flessionale longitudinale dell'assieme trave-soletta prossima a quella dell'impalcato esistente.

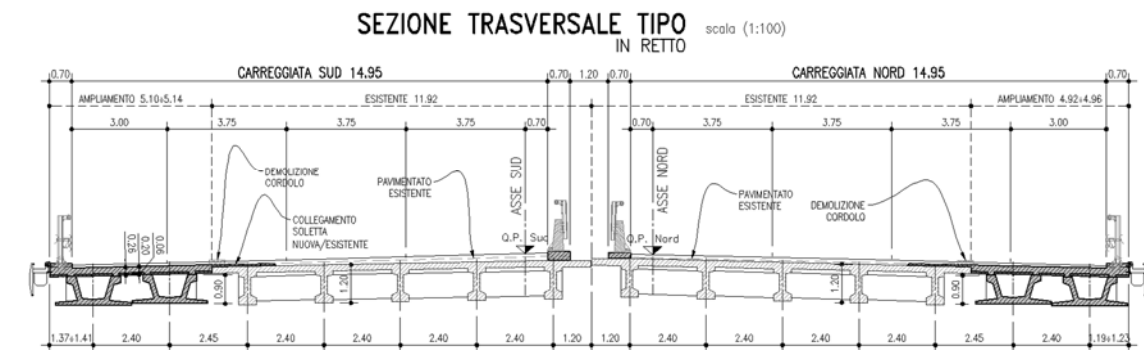


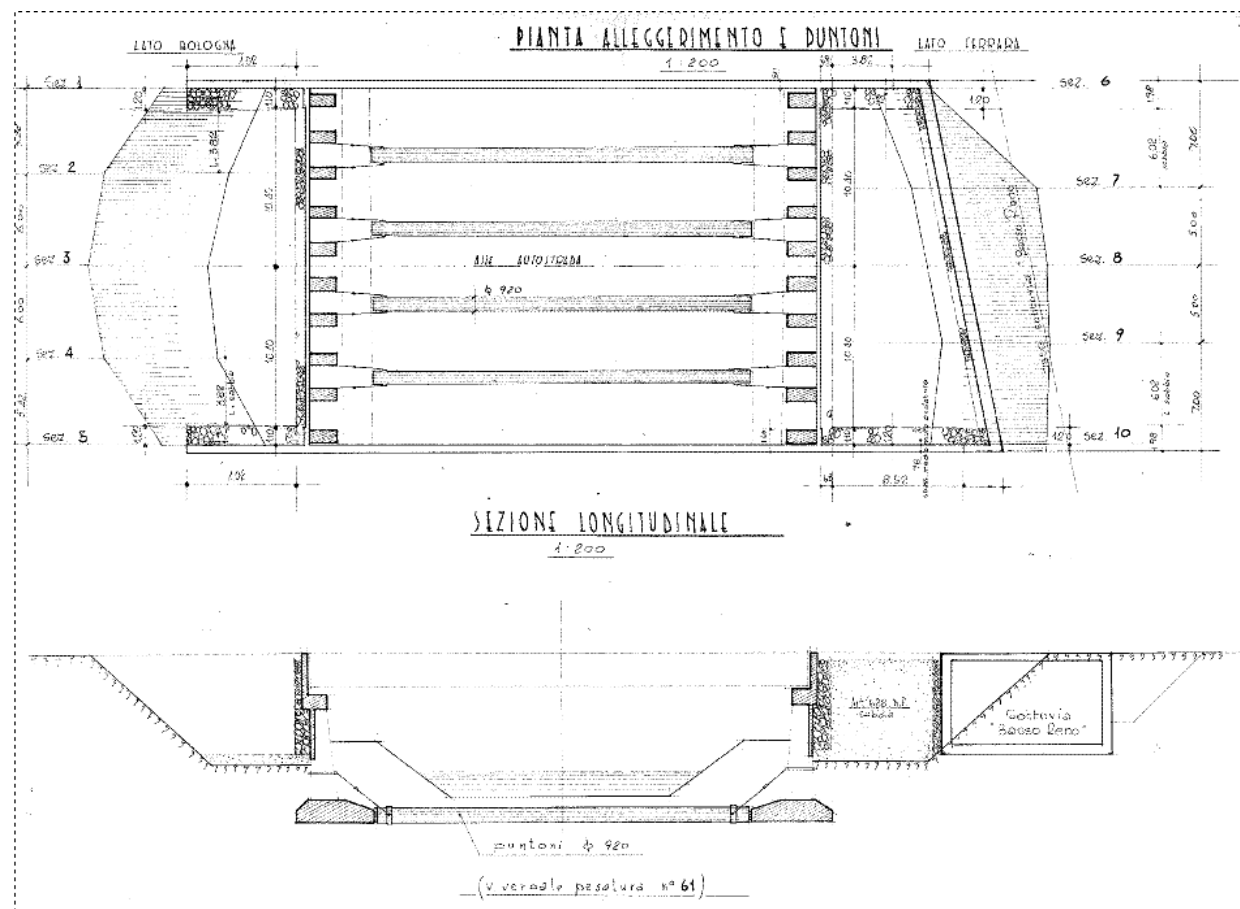
Figura 2—26 Sezioni trasversali allargate

OPERA N. 154 – PONTE RIOLO PROGR. KM. 25+150

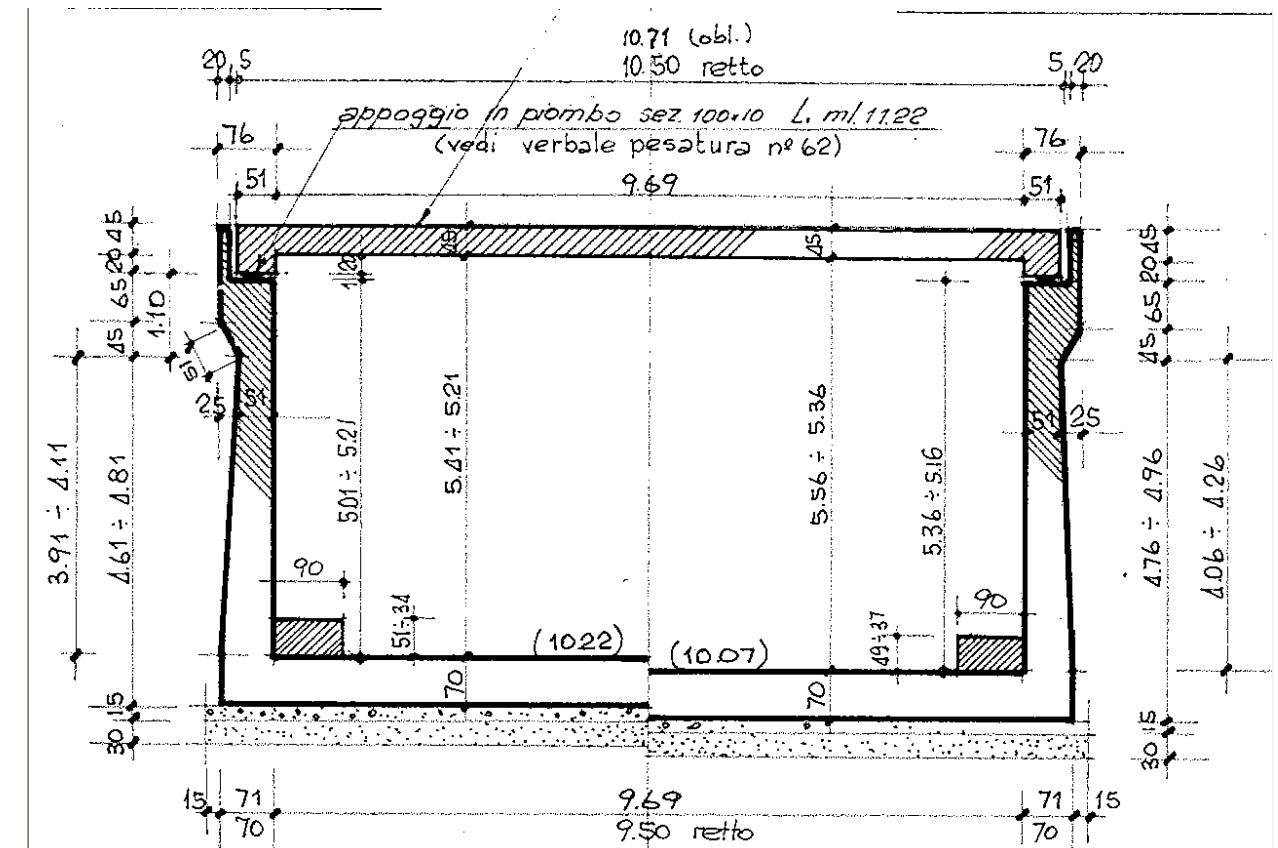
Descrizione della struttura e criticità strutturali/geotecniche Ponte Riolo

- la struttura esistente del ponte sul Riolo consiste (vedi figure) di due spalle fondate su pali tipo "West" Ø 533mm e pali tipo "Franki" Ø 500mm – muri andatori su pali Ø 450mm; l'impalcato è costituito da una soletta su travi in c.a.p. a doppia T, h=1,95m - ad interasse i = 2,40m – Lt = 32,57m;
- già in fase di costruzione, per contenere gli spostamenti indotti sulle due spalle, sono stati apportati notevoli modifiche al progetto originario ; in particolare oltre a aver aggiunto pali sotto le due fondazioni è stato inserito un elemento puntone tra i due plinti (vedi figura sotto);

- da indicazioni ottenute presso il Tronco di esercizio di Bologna, sulla struttura sono stati rilevati negli anni degli spostamenti in corrispondenza degli appoggi. L'impalcato, da una analisi visiva, risulta comunque in buone condizioni.



- la livelletta autostradale risulta concava con un massimo in corrispondenza dell'opera.



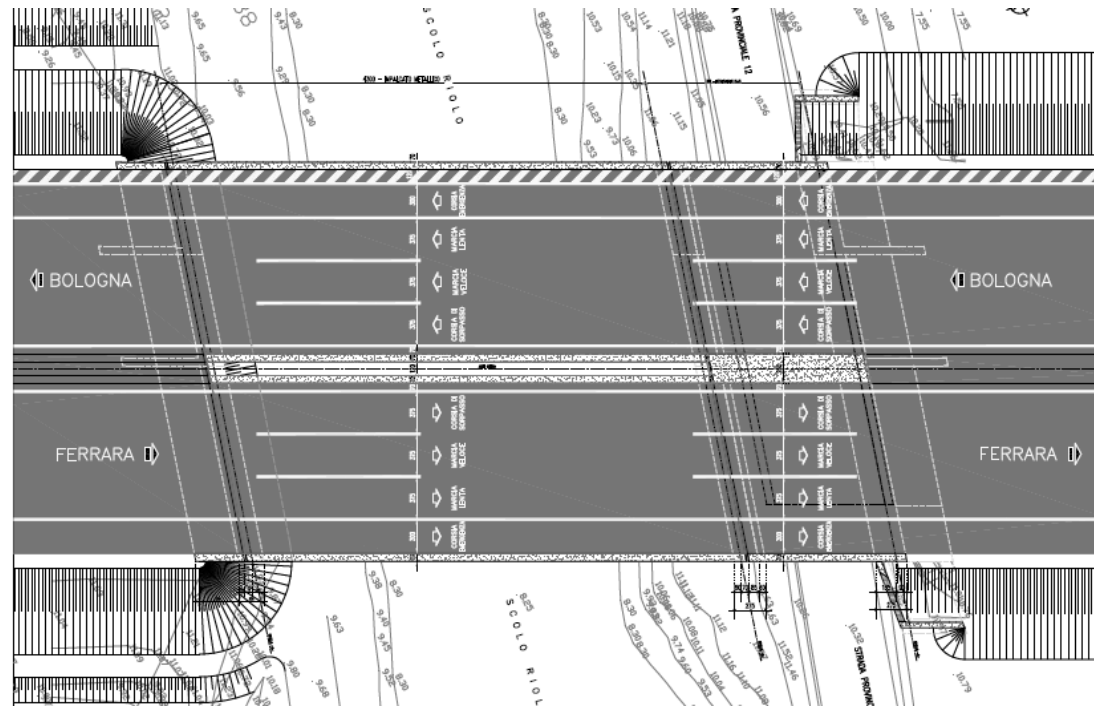
SOTTOVIA BASSO RENO KM. 25+180

Descrizione della struttura e criticità strutturali/geotecniche/stradali

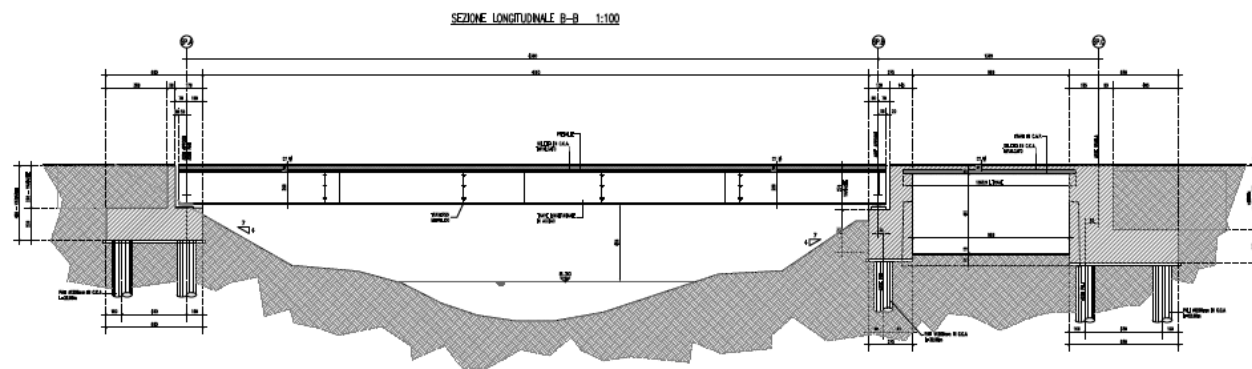
- l'opera esistente con luce 9,5 mt è costituita da un muro a U su cui è appoggiata una soletta di circa 45 cm; tale opera non risulta verificata rispetto all'attuale normativa sismica;
- l'opera si trova adiacente al ponte sul Riolo per cui si è previsto un intervento di demolizione integrale dell'impalcato (il nuovo ponte viene costruito con metodo "Milano");
- il franco altimetrico disponibile attualmente è di circa 4,68 mt (5 mt è il minimo previsto dalle attuali norme), e tale franco si riduce a 4,36 mt, nell'ipotesi di prolungare l'opera con la stessa sezione dell'esistente;
- la livelletta stradale in corrispondenza del sottovia si avvala, formando un minimo in corrispondenza dell'imbocco lato carreggiata nord ed è già presente un sistema di raccolta che confluisce nel tombino a nord del sottovia;

Il Progetto Definitivo

Per quanto sopra la nuova l'opera prevista in progetto è costituita da due sistemi costruttivi differenti. In particolare, la porzione denominata "Ponte Riolo" è costituita da un impalcato in struttura mista acciaio-calcestruzzo con schema statico in semplice appoggio. L'impalcato appoggia sulle spalle A e B dell'opera. La spalla B costituisce il sostegno anche per la porzione di opera denominata "Sottovia Basso Reno", realizzata con un impalcato a travi in cemento armato precompresso, solidarizzate da una soletta in cemento armato gettata in opera. L'impalcato risulta inoltre solidarizzato anche alle spalle B e C, attraverso la realizzazione di un getto in opera di continuità con le spalle. L'andamento planimetrico dell'opera è in rettilineo.



L'impalcato presenta una obliquità di circa 11° rispetto alla direzione ortogonale al senso di marcia.

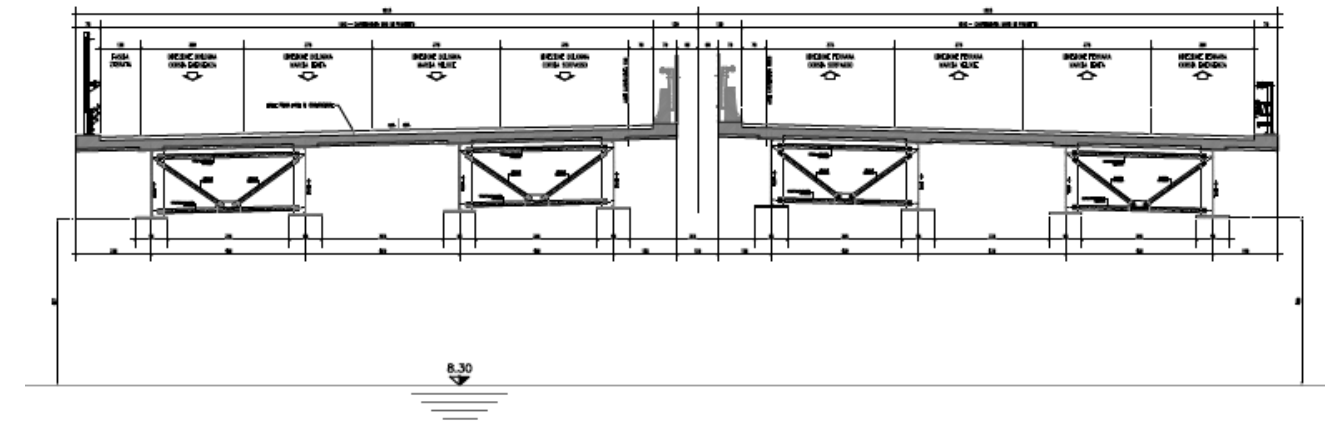


La sezione trasversale dell'opera è costituita da due carreggiate separate, una per senso di marcia, caratterizzate dalle seguente geometria trasversale:

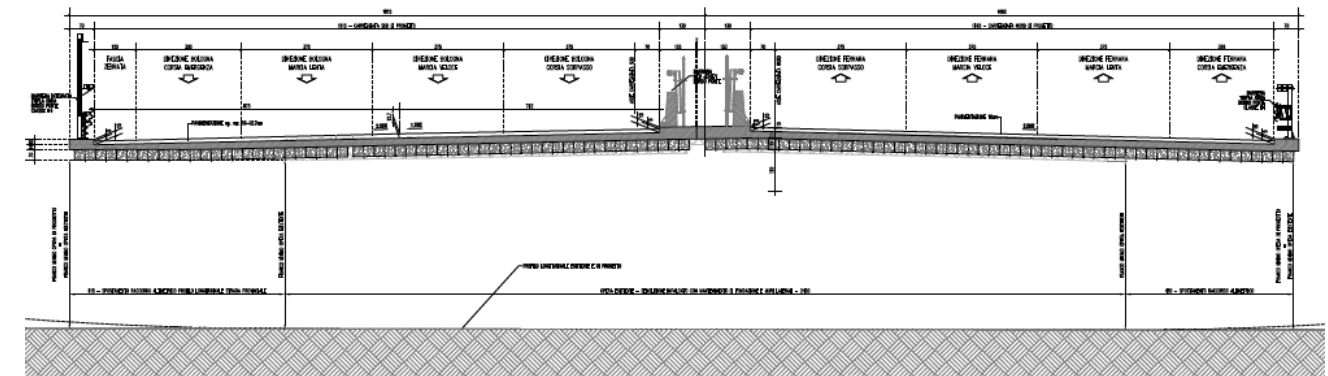
- carreggiata Sud - Direzione Bologna: una sede carrabile di 16.15m, e da due cordoli esterni di larghezza pari a 0.70m ciascuno.
- Carreggiata Nord - Direzione Ferrara: una sede carrabile di 14.95m, e da due cordoli esterni di larghezza pari a 0.70m ciascuno.
- L'opera ha lunghezza complessiva 56.70m, ed è costituito da una campata in semplice appoggio di lunghezza pari a 43.00m, fra la Spalla A e la Spalla B, e da una seconda campata a portale di lunghezza pari a 13.70m, fra la Spalla B e la Spalla C.

Ciascun impalcato della campata fra la Spalla A e la Spalla B è della tipologia mista "acciaio-calcestruzzo" costituito da 4 travi a "doppio T" in acciaio, di altezza pari a 2.00m e soletta in calcestruzzo armato gettato in opera, di spessore pari a 0.30m. Le travi sono collegate a due a due da traversi reticolari posti ad interasse di 2.15m; i diaframmi di spalla sono invece a parete piena. La struttura metallica, di lunghezza complessiva pari a 44.00m, verrà realizzata tramite n.4 conci trasportabili di lunghezza rispettivamente pari a 10.00m, 11.50m, 12.50m e 10.00m.

SEZIONE TRASVERSALE TIPICA PONTE RICLO (QUOTE IN RETTO) 1:50



SEZIONE TRASVERSALE SOTTOVIA BASSO RENO (QUOTE IN RETTO) 1:50



L'impalcato della campata fra la Spalla B e la Spalla C, necessaria per lo scavalco della SP 12, è della tipologia a travi in cemento armato precompresso, costituita da n. 57 travi prefabbricate in c.a.p. di altezza pari a 0.30m e larghezza di 0.60m solidarizzate da una soletta in c.a. gettata in opera, di spessore pari a 0.20m. Le travi risultano, in prima fase, in schema statico di semplice appoggio fra le due spalle; in seconda e ultima fase le travi saranno solidarizzate tra loro e alle spalle attraverso il getto della soletta, previa la posa in opera di idonee armature in grado di trasmettere il momento negativo indotto dai pesi permanenti portati e dai carichi accidentali alle spalle stesse. In questa maniera, l'impalcato, in fase definitiva, risulta incastrato alle spalle. La sezione trasversale in questa

porzione di struttura vede le due carreggiate appartenere ad uno unico impalcato, con le seguenti dimensioni:

- carreggiata Sud - Direzione Bologna: una sede carrabile di 16.15m, e cordolo esterno di larghezza pari a 0.70m
- Carreggiata Nord - Direzione Ferrara: una sede carrabile di 14.95m, e cordolo esterno di larghezza pari a 0.70m
- Cordolo centrale di larghezza pari a 2.60m

Il sistema di vincolamento previsto per il Cavalcavia, nella porzione fra la spalla A e la spalla B, è costituito da dispositivi di appoggio ed isolamento sismico in elastomero armato. Si prevede l'inserimento di guide longitudinali accoppiate ai dispositivi presenti sulla Spalla B, in modo da creare un allineamento mobile in direzione longitudinale e fisso in direzione trasversale. L'allineamento sulla spalla A, invece, risulta fisso sia in direzione longitudinale sia in direzione trasversale.

Le spalle dell'opera sono in conglomerato cementizio armato, e presentano una platea con fondazione su pali di grande diametro ($\Phi 1200$), in numero di 24 per la spalla A e 20 per la spalla C. La spalla B invece è fondata su una paratia di 20 pali di grande diametro ($\Phi 1200$), posti su una unica fila.

Fasi costruttive

A causa della necessità di lasciare aperto il traffico sulla sede autostradale, si prevede di costruire l'opera per fasi. Per questo motivo, l'impalcato in carreggiata Sud risulta, a parità di numero di travi, leggermente più largo rispetto a quello della carreggiata Nord. Inoltre, nelle fasi iniziali dei lavori, la carreggiata Sud verrà aperta al traffico in configurazione diversa rispetto a quella finale, ovvero con una sezione trasversale di larghezza ridotta.

Le principali fasi costruttive dell'opera sono elencate di seguito:

Deviazione del traffico in Carreggiata Sud - direzione Bologna su corsie a larghezza; demolizione delle strutture in elevazione della prima fascia in carreggiata Sud esistente, realizzazione di berlinesi provvisori e demolizione del muro in gabbioni sulla spalla lato Padova carreggiata Sud

Realizzazione della prima fascia di opere di progetto in carreggiata Sud; demolizione di parte di berlinese e realizzazione dei rilevati

Deviazione del traffico in Carreggiata Sud - direzione Bologna sulla nuova opera di progetto con corsie a larghezza ridotta; realizzazione di berlinesi in asse autostrada; completamento della demolizione delle strutture in elevazione della carreggiata Sud esistente

Abbassamento delle berlinesi realizzate in fase 1 e completamento della carreggiata Sud di progetto

Deviazione del traffico in carreggiata Nord - direzione Ferrara su carreggiata Sud di nuova realizzazione; demolizione delle opere esistenti in elevazione in carreggiata Nord; demolizione parziale berlinesi realizzate in fase 3; demolizione muro in gabbioni lato Padova carreggiata Nord

Abbassamento delle berlinesi e realizzazione delle spalle e dei muri andatori dell'opera di progetto in carreggiata Nord.

OPERA N. 158 – PONTE FIUME RENO - PROGR. KM. 26+398

Storia

Il progetto originario (anni '60) ha previsto la costruzione di un ponte costituito da 12 campate scollegate e in semplice appoggio sulle pile. Ogni campata era costituita da un unico impalcato ospitante entrambe le vie di corsa, con 7 travi in CAP collegate da 4 traversi (2 agli appoggi e 2 in campata).

Nel successivo intervento di adeguamento funzionale (anni '80) si è scelto di dividere longitudinalmente gli impalcati, demolendo la trave centrale, aggiungendo due nuove travi in CAP laterali ed allungando i traversi esistenti, realizzando in questo modo due impalcati indipendenti (uno per ciascuna via di corsa), ciascuno sorretto da 4 travi. Contestualmente si è scelto di costruire una soletta di solidarizzazione sulle pile per mettere in continuità longitudinale gli impalcati (vedi figura seguente), escludendo solo la pila n.5, nella quale è stato preservato il preesistente giunto; si è altresì proceduto all'ispessimento della sezione corrente di soletta e ad un ispessimento dei traversi.

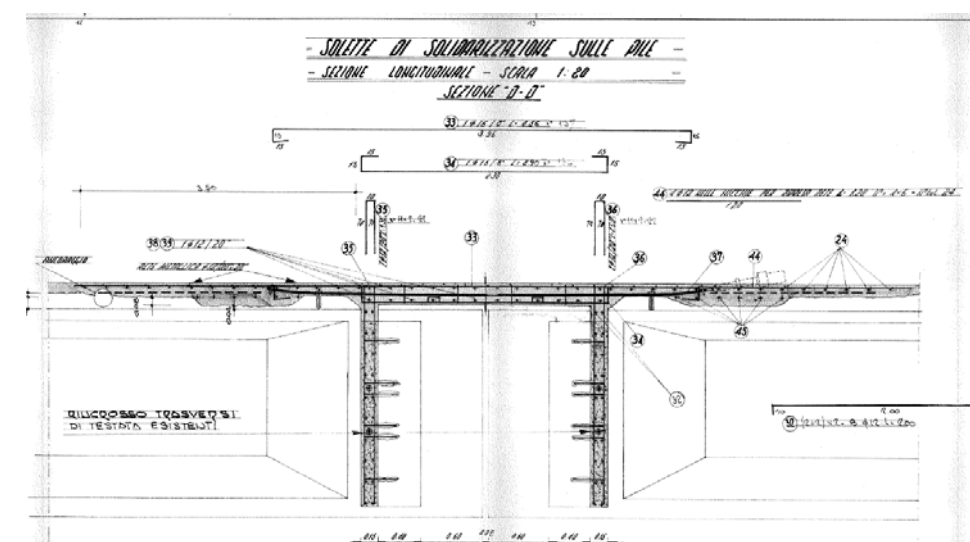


Figura 2—27 Dettagli soletta di solidarizzazione in corrispondenza delle pile

L'intervento oggetto di questa relazione ha come scopo l'ampliamento da ambo le parti di ciascuna carreggiata, con allargamento dell'impalcato da realizzarsi utilizzando travi in acciaio.

Data la simmetria del problema, nei dimensionamenti proposti nel presente documento viene considerata una sola carreggiata.

Descrizione dell'opera

Le campate sono uguali tra loro e hanno luce di calcolo pari a 30,95 m e lunghezza di 32,65 m.

La larghezza complessiva della piattaforma di progetto in sezione trasversale è pari a 16,5 m circa per ciascuna carreggiata, dovuta all'ampliamento di 4,75 m (lato esterno) e 1,77 m (lato interno) dell'attuale piattaforma di 10,2 m, oltre a cordoli ed eventuali marciapiedi.

Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante travi prefabbricate affiancate di altezza 1.95 m ed interasse 2.70 m, tutte sostenute alle estremità da isolatori in elastimerico armato. Le spalle e le pile sono costituite da monoliti in calcestruzzo armato.

L'intervento di ampliamento, conseguenza della realizzazione per ciascuna carreggiata della terza corsia autostradale, consiste in un allargamento delle estremità dell'impalcato esistente di 4,75 metri per parte, attraverso la realizzazione di nuove porzioni di impalcato, affiancate a quelli esistenti, costituite da due travi in acciaio di altezza 1,90 m. Inoltre viene aggiunto uno sbalzo di larghezza 1,77 m sul lato interno, demolendo il cordolo esistente e aggiungendo una trave in acciaio, a supporto del nuovo cordolo, di altezza 1,90 m.

Le nuove porzioni di impalcato si realizzano con travi in acciaio a sezione aperta solidarizzate con traversi in acciaio.

La connessione tra la porzione di impalcato esistente e quella in allargamento si realizza attraverso la soletta, con l'ausilio di barre di cucitura ad intradosso e ad estradosso ancorate alla soletta esistente tramite inghisaggi. La scelta della carpenteria delle travi è stata effettuata al fine di garantire buona stabilità in fase di getto della soletta e rigidità flessionale longitudinale dell'assieme trave-soletta prossima (e comunque non inferiore) a quella dell'impalcato esistente.

Nelle figure seguenti viene illustrata la geometria dell'opera. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici dedicati.

La connessione con l'opera esistente si realizza, lungo l'intero sviluppo della stessa, tramite sezione di sutura in soletta e il posizionamento di barre inghisate ad intradosso e vincolate monoliticamente nel sovrappessore strutturale ad estradosso.

La reciproca connessione trasversale delle nuove travi è garantita, oltre che dalla soletta costituita da getto in opera su predalles prefabbricate, dalla presenza di traversi in asse appoggi.

La soletta in allargamento, di larghezza trasversale pari a 4.75 m oltre cordoli/marciapiedi, ha spessore costante pari a complessivi 0.26 m, di cui 0.06 m di predalles.

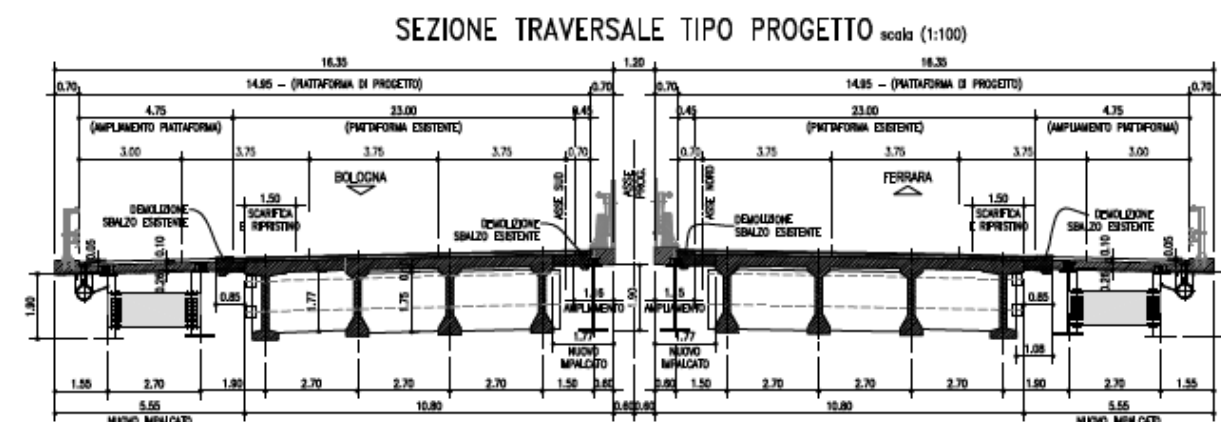


Figura 2—30 Sezione trasversale di progetto

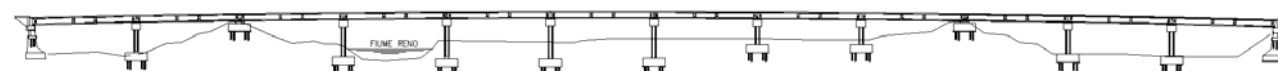


Figura 2—28 Profilo Longitudinale



Figura 2—29 Pianta impalcato di progetto

Il manufatto nel suo insieme è costituito da dodici campate uguali tra loro.

Ogni campata si compone attualmente di 8 travi prefabbricate con sezione a "I" di altezza $H = 1.95$ m e interasse $i = 2.70$ m; la soletta è realizzata con predalles prefabbricate di spessore 0.06 m e getto in opera a realizzare uno spessore complessivo strutturale di 0.30 m. Sono presenti quattro traversi di cui due in asse appoggi. L'allargamento di 4,75 m in progetto vede l'affiancamento e solidarizzazione di due travi con elementi saldati in acciaio, per un'altezza complessiva di $H_{TRAVE} = 1.90$ m. L'allargamento di 1,77 m in progetto vede un'unica trave in acciaio, per un'altezza complessiva di $H_{TRAVE} = 1.90$ m.

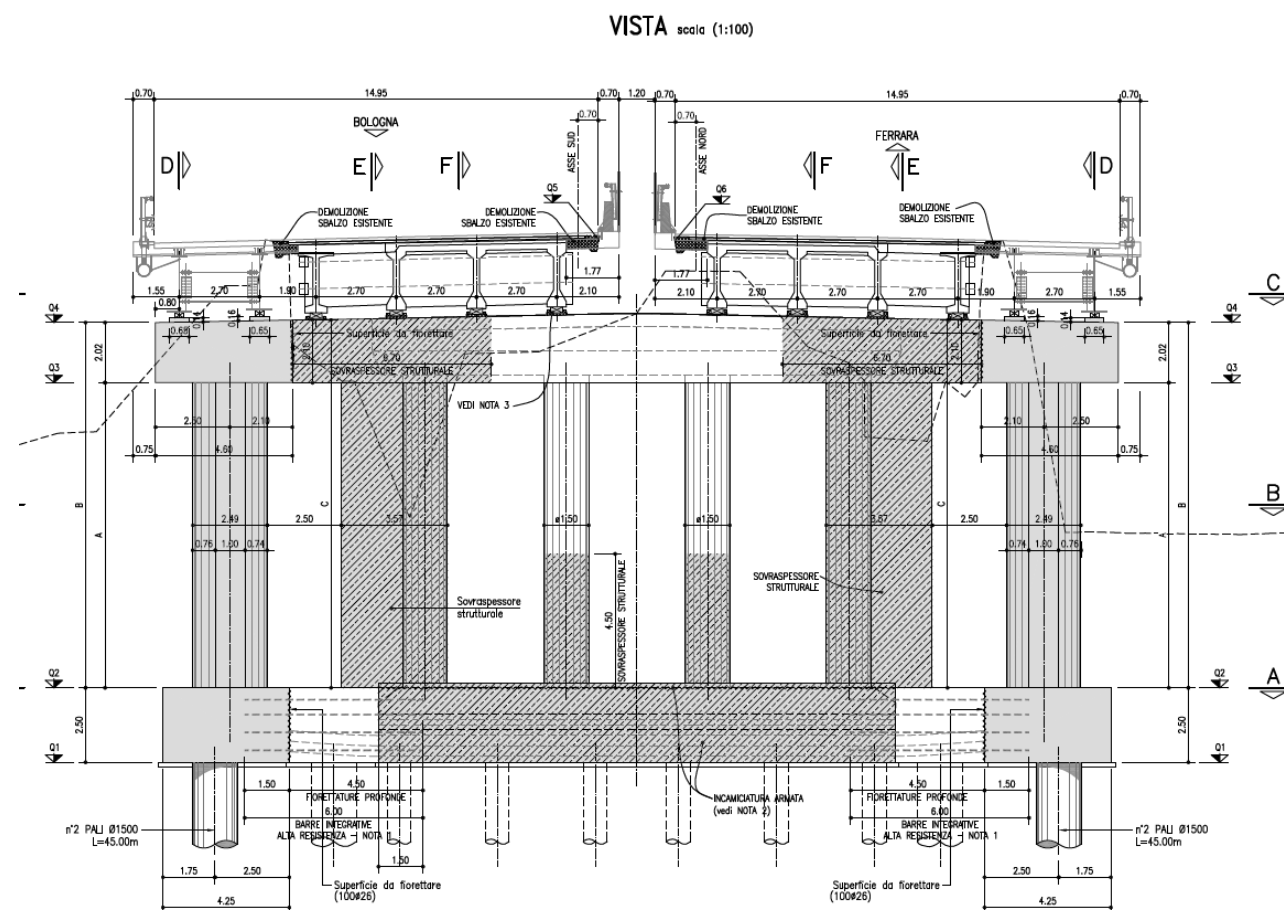


Figura 2—31 Vista in corrispondenza delle Pile

Le fondazioni dell'opera sono di tipo profondo su pali; in particolare, per la parte del ponte esistente, si hanno:

PILE 1, 7, 8, 10 e 11

Prima costruzione n. 12 pali Ø 800 mm L = 30/32 m

Primo ampliamento n. 2+2 pali Ø 1500 mm L = 45 m

PILE 2 e 9

Prima costruzione n. 10 pali Ø 800 mm L = 36 m

Primo ampliamento n. 2+2 pali Ø 1500 mm L = 45 m

PILE 3, 4, 5 e 6

Prima costruzione n. 10 pali Ø 800 mm L = 36/37 m

Primo ampliamento n. 2+2 pali Ø 1500 mm L = 45 m

SPALLE

Prima costruzione n. 17 pali Ø 800 mm L = 30/33 m

Primo ampliamento n. 1+1 pali Ø 1500 mm L = 45 m

Per il secondo ampliamento (oggetto del presente documento) si prevedono per ognuna delle spalle, n. 5+5 pali Ø 1500 mm di lunghezza L = 45 m; per le pile: n. 2+2 pali Ø 1500 mm di lunghezza L = 45 m

OPERA N. 165 – SCOLO PRINCIPALE - PROGR. KM. 28+819

L'opera esistente è costituita da un manufatto a singola campata avente luce di calcolo pari a 19.55 m e lunghezza complessiva delle travate 20.45 m circa ed è caratterizzata da una marcata inclinazione tra l'asse autostradale e l'allineamento degli appoggi, con angolo planimetrico pari a circa 47°.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è pari a 12 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento della piattaforma pari a mediamente 5.10 m per la carreggiata sud e circa 5.05 per la nord, oltre cordoli.

Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante travate prefabbricate affiancate di altezza 1.00 m oltre soletta ed interasse 2.40 m, sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

Le spalle sono costituite da monoliti in calcestruzzo armato; le sezioni del paramento sono rettangolari e poggianti su plinti fondati su un sistema di pali di diametro 0.45 m circa e lunghezza 20 m circa.

L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

La nuova porzione di impalcato si realizza con travate in cap a sezione aperta che garantiscono buona stabilità in fase di getto e conferiscono rigidità torsionale una volta solidarizzate con la soletta gettata in opera.

La connessione tra la porzione di impalcato esistente e quella in allargamento si realizza attraverso la soletta, con l'ausilio di barre di cucitura ad intradosso e ad estradosso ancorate alla soletta esistente tramite inghisaggi. La scelta della carpenteria delle travate è stata effettuata al fine di garantire buona stabilità in fase di getto della soletta e rigidità flessionale longitudinale dell'insieme trave-soletta prossima a quella dell'impalcato esistente.

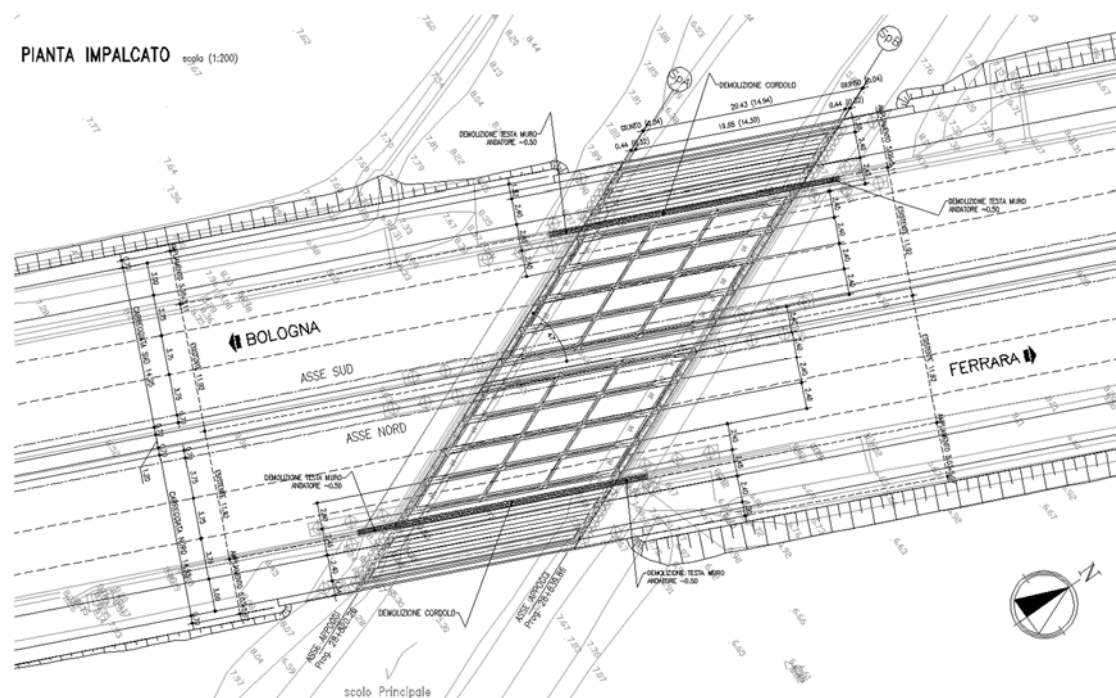


Figura 2—32 Pianta impalcato allargato

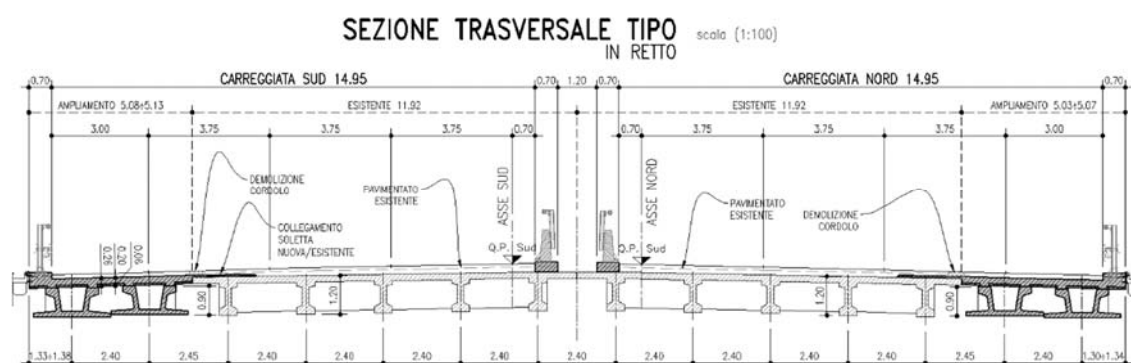


Figura 2—33 Sezioni trasversali allargate

Tabella 2—5 Elenco cavalcavia

WBS	Progr. Km	VIABILITA'	PROVINCIA	COMUNE	INTERVENTO	GESTIONE TRAFFICO DURANTE I LAVORI
CV001	002+604,830	Strada comunale via Peglion L=12.00m	BOLOGNA	BOLOGNA	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV033	003+000,000	Svincolo di Castel Maggiore L=13.50m	BOLOGNA	BOLOGNA	NUOVO	
CV002	003+208,120	Strada comunale Ca' del Diavolo L=5.0m	BOLOGNA	BOLOGNA	DEMOLIZIONE	
CVXXX	003+462,236	Intermedia di Pianura L=12.40m	BOLOGNA	CASTEL MAGGIORE	IN ALTRO INTERVENTO	
CV003	004+589,060	Strada comunale Stradellaccia L=12.00m	BOLOGNA	CASTEL MAGGIORE	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV004	005+378,890	SP 46-Via Matteotti L=12.00m	BOLOGNA	CASTEL MAGGIORE	FUORI SEDE	IN ESERCIZIO
CV005	006+133,480	Strada vicinale Santa Caterina L=5.40m	BOLOGNA	CASTEL MAGGIORE	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV006	006+909,510	Strada vicinale Chebotti-Saliceto L=5.40m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	DEMOLIZIONE	
CV007	007+546,740	S.P. 3 Trav. di Pianura L=11.40m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	PREDISPOSTO	
CV008	007+955,080	Svincolo Bologna Interporto L=9.90m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	PREDISPOSTO	
CV009	008+262,610	Strada comunale Paradiso L=12.00m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV010	009+407,720	Strada comunale San Marino L=5.40m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV011	009+949,470	Strada comunale Canale L=12.00m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	FUORI SEDE	IN ESERCIZIO
CV012	010+340,950	Strada podere Santa Lucia L=5.40m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV013	012+295,910	Strada comunale Barche L=12.00m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV014	013+595,340	SP 44 Via Asinari L=13.50m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	FUORI SEDE	IN ESERCIZIO
CV015	014+871,190	Strada podere Palazzo L=5.40m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV016	015+551,870	Strada podere Palazzo Gazzadini L=5.40m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV017	016+071,560	Strada podere Spagnola L=5.40m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV018	017+007,600	Via Saletto L=13.50m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	FUORI SEDE	IN ESERCIZIO
CV019	018+057,830	Strada podere La Casella L=5.40m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV020	019+303,010	Strada La Castellina L=5.40m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV021	020+250,050	SP20 Chiavicone L=13.50m	BOLOGNA	MALABERGO	FUORI SEDE	IN ESERCIZIO
CV022	020+453,520	Svincolo Stazione Altedo L=13.50m	BOLOGNA	MALABERGO	FUORI SEDE	IN ESERCIZIO
CV023	024+425,000	Strada Tombe L=5.40m	BOLOGNA	POGGIO RENATICO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV024	027+422,190	Strada podere Sabbioni-Arnoffi L=5.40m	FERRARA	POGGIO RENATICO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV025	028+067,510	Strada podere Isolani L=5.40m	FERRARA	POGGIO RENATICO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV026	028+736,160	Strada podere Gallo L=12.00m	FERRARA	POGGIO RENATICO	FUORI SEDE	IN ESERCIZIO
CV027	029+085,290	SP 25 Via Segadizzo L=13.50m	FERRARA	POGGIO RENATICO	FUORI SEDE	IN ESERCIZIO
CV028	030+153,160	Strada podere Torniano L=5.40m	FERRARA	POGGIO RENATICO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV029	031+317,270	Strada podere Morgosa L=5.40m	FERRARA	POGGIO RENATICO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV030	031+808,080	Strada podere Valletta L=5.40m	FERRARA	POGGIO RENATICO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV031	032+074,410	SP 8 Via Uccellino L=13.50m	FERRARA	POGGIO RENATICO	FUORI SEDE	IN ESERCIZIO
CV032	033+348,370	Strada comunale Imperiale L=12.00m	FERRARA	FERRARA	IN SEDE	INTERRUZIONE

Lungo il tracciato è previsto il rifacimento di n. 28 cavalcavia, difatti sono solo 2 i cavalcavia che risultano già predisposti. Il cavalcavia della strada Comunale Ca del Diavolo (prog. Km 3+208.120) non viene ripristinato perchè risulta interferente con il nuovo svincolo di Castel Maggiore; gli attraversamenti dell'autostrada sono comunque garantiti dal il nuovo cavalcavia alla progr. Km 3+462.236 del tratto D dell'Intermedia di Pianura. Il cavalcavia alla progressiva 6+909.510 della strada vicinale Chebotti – Saliceto non viene ripristinato dal momento che la strada esistente risulta inutilizzata.

La configurazione dei cavalcavia è stata prescelta al fine di standardizzare il più possibile le opere, consentendo una elevata industrializzazione del processo realizzativo. Al fine di agevolare la posa in opera, limitando al minimo le interferenze con l'esercizio, la soluzione prescelta è stata quella della trave composta acciaio/calcestruzzo.

Le strutture, nel loro complesso vengono calcolate sulla base dei nuovi criteri progettuali contenuti nelle Norme Tecniche sulle Costruzioni allegato al D.M. 14 Gennaio 2008; come consentito dalle norme stesse per i criteri relativi alle verifiche di dettaglio, ci si riferirà in generale al complesso normativo degli Eurocodici, in conformità ai relativi Documenti di Applicazione Nazionale.

2.5.2.1 Cavalcavia

Nella tabella seguente sono elencati i cavalcavia interferenti con l'ampliamento autostradale alla terza corsia.

Sono state individuate n. 6 tipologie di opere di scavalco in funzione della tipologia della strada e della lunghezza dello scavalco, nonché l'eventuale inclinazione rispetto all'asse autostradale.

Per la selezione delle tipologie, si prevedono due differenti luci di scavalco:

L1 = 38.0 m scavalco di autostrada a tre corsie;

L2 = 45.50 m scavalco di autostrada a tre corsie + corsie di accelerazione/decelerazione (adottato anche per scavalco di autostrada a quattro corsie).

In funzione delle differenti condizioni morfologiche dettate dalla geometria dei rilevati d'approccio al cavalcavia, sito, l'organizzazione delle campate individua due ulteriori famiglie:

- cavalcavia a luce singola
- cavalcavia a tre luci
 - per scavalco da 38.0 m, sequenza luci 23.0 + 38.0 + 23.0
 - per scavalco da 45.50 m, sequenza luci 27 + 45.50 + 27

Ciascuna delle quattro tipologie di cavalcavia individuate potrà presentare differenti larghezze di piattaforma, in funzione della geometria della sede stradale. L'esame delle varie situazioni porta pertanto ad individuare tre differenti larghezze complessive di soletta (a1), determinate in funzione della larghezza della sede stradale, e delle varie tipologie di arredo previste (presenza di marciapiedi, pista ciclabile, barriere, etc.), ottenendo larghezze complessive pari rispettivamente a **5.4, 12.0 e 13.50 m**.

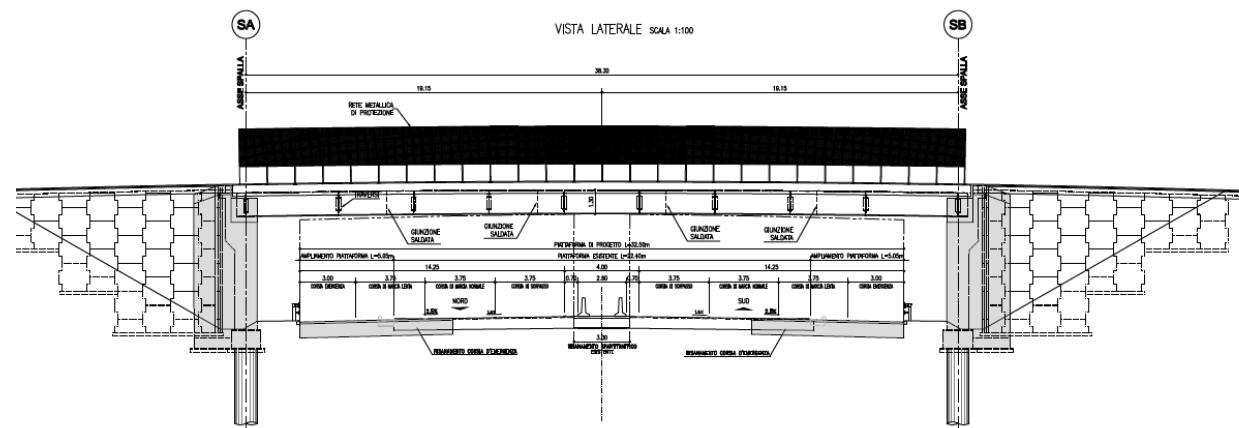


Figura 2—34 Cavalcavia luce unica

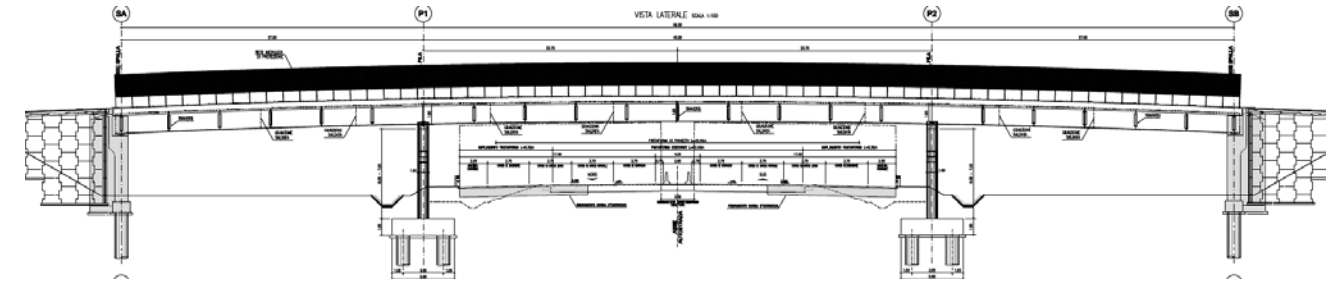


Figura 2—35 Cavalcavia tre luci

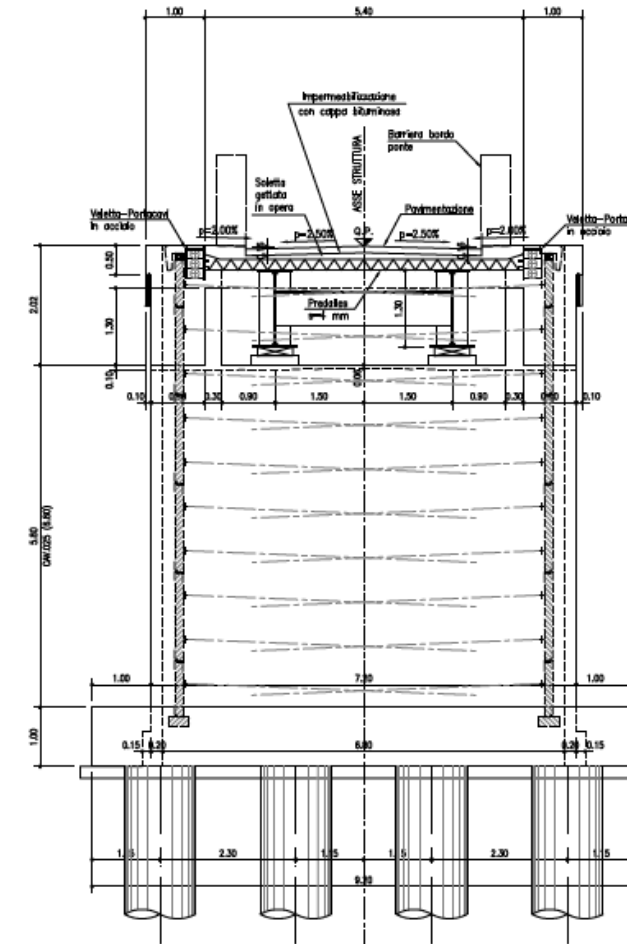
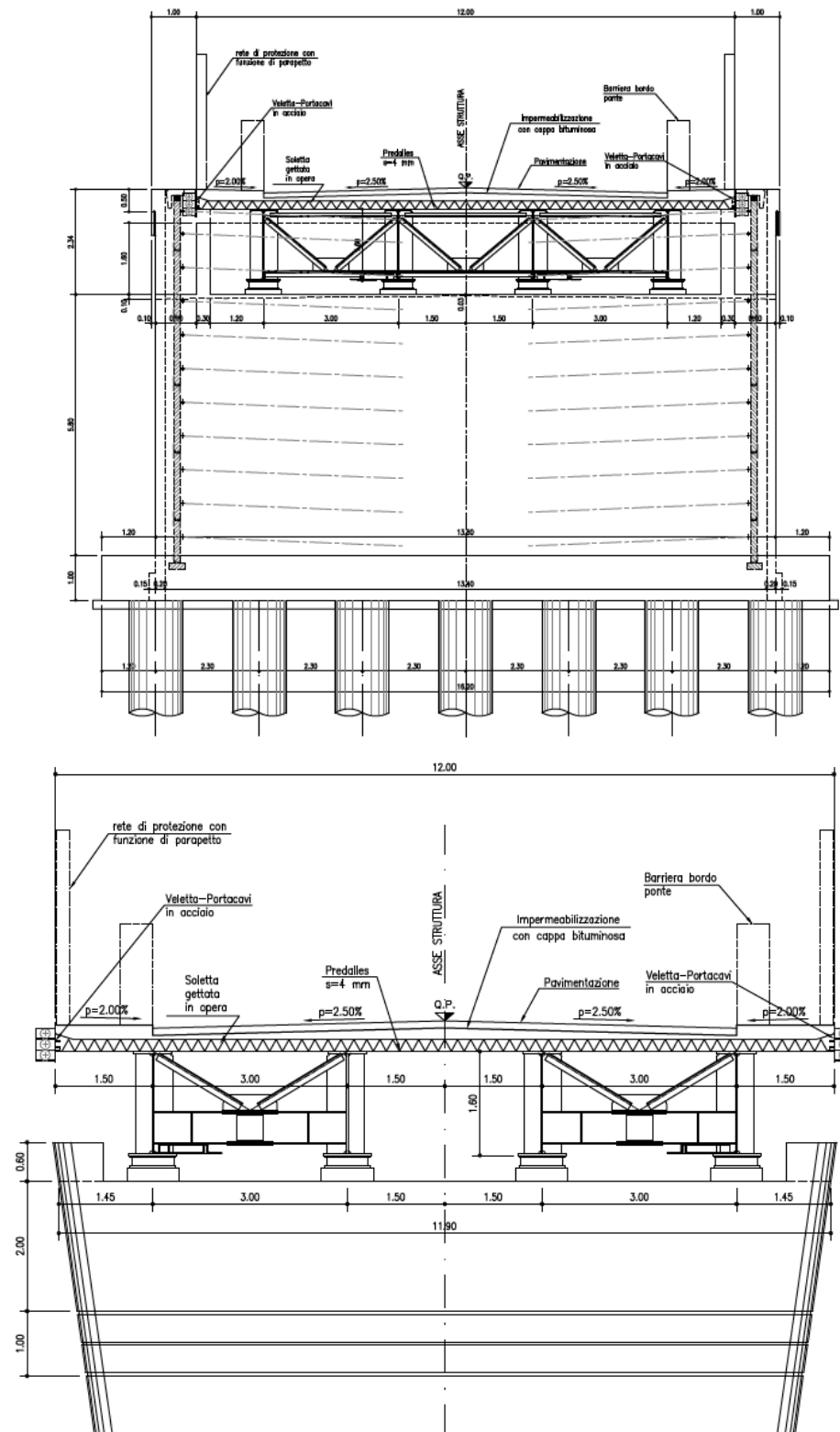
Sovrastruttura d'impalcato

Le travate dei CV di larghezza 13.50 e 12 m, saranno realizzate mediante due coppie di travi metalliche in composizione saldata, poste a distanza trasversale pari a 3.40 m.

Per i CV da 5.40 m, si adotta una coppia di travi metalliche, con traversi in campata ad interasse 4.00 m circa, e distanza trasversale pari a 3.00 m.

L'altezza delle travi metalliche è costante, al fine di agevolare le lavorazioni di officina. Lo studio di ottimizzazione delle sezioni, ha portato all'individuazione delle seguenti tipologie:

- trave metallica da 1.60 : per la realizzazione dei cavalcavia a una luce e tre luci da 38.30 m
- trave metallica da 1.80 : per la realizzazione dei cavalcavia a una luce e tre luci da 45.80 m
- trave metallica da 1.30 : per la realizzazione dei cavalcavia con destinazione particolare



Sottostrutture

Le pile intermedie della tipologia a tre luci sono formate da un setto in c.a. dello spessore di 1.0 m, e di larghezza crescente a partire dalla quota fondazione fino al piano appoggi. Le fondazioni sono previste su 10 pali \varnothing 1200 mm collegati da un plinto di dimensioni 14 x 5.8 e spessore 1.50 m. Le spalle sono concepite in modo da assorbire, senza indurre significativi stati coattivi, le deformazioni di dilatazione/contrazione della struttura di impalcato; esse sono pertanto formate da un allineamento di pali \varnothing 1200 mm, coronate da un pulvino sommitale pure in c.a., realizzato in due fasi:

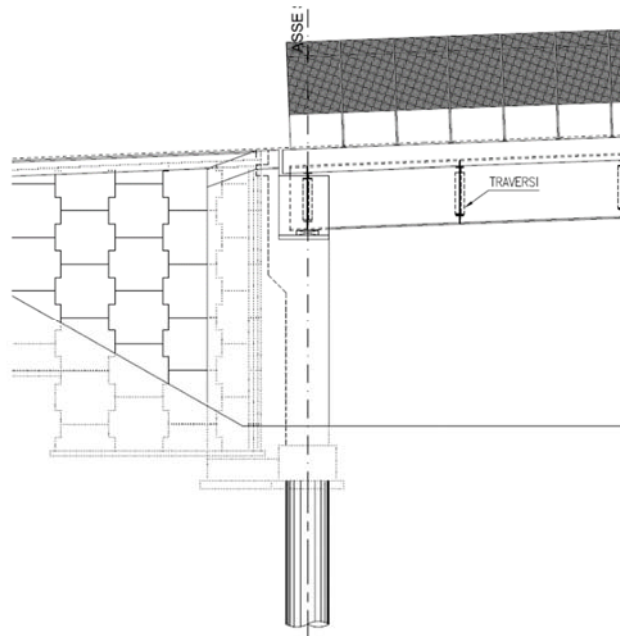
- fase 1: realizzazione piano appoggio travi
- fase 2: realizzazione getto di completamento per connessione coda travi

Le spalle sono realizzate mediante setto in c.a., e configurate in modo da risultare indipendenti dal rilevato retrostante, mediante interposizione di muro in terra armata.

Tale soluzione, che comprende anche l'utilizzo di una soletta di transizione, consente di agevolare l'evoluzione dei cedimenti verticali dei rilevati senza indurre alcun tipo di problematica alla struttura.

Sistema di vincolo

Il sistema di vincolo si compone di apparecchiature in elastomero armato ad alto smorzamento, disposte sia sulle spalle, sia sulle pile.



Cavalcavia in sede

Alcuni cavalcavia possono essere ricostruiti in sede in quanto esiste la possibilità di trovare una viabilità alternativa che non richieda allungamenti di percorso eccessivo.

Per questi casi, illustrati nella tavola di disegno dedicata, viene adottata una soluzione strutturale per l'impalcato, le spalle e le pile del tutto identica a quelle precedentemente illustrate per i viadotti a tre luci costruiti fuori sede.

Soltanto le fondazioni delle pile sono state modificate per non interferire con la struttura esistente.

Infatti esse sono costituite da una fila di pali accostati in c.a. collegati in testa da un cordolo in c.a. dal quale partono i fusti delle pile

2.5.3 Opere d'arte minori

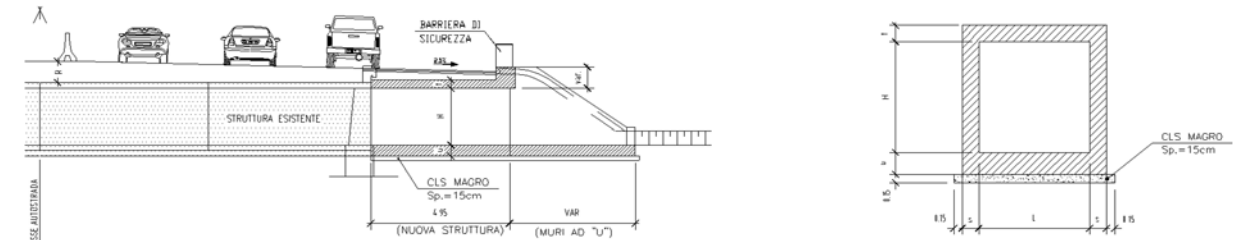
Scatolari

La struttura esistente è a telaio chiuso monocellulare e viene mantenuta anche nell'ampliamento dell'opera.

In progetto si prevede la chiodatura della porzione in ampliamento all'esistente senza mirare alla realizzazione della continuità strutturale, in modo da non alterare il quadro tensionale su quest'ultima. In taluni casi è risultato necessario prevedere interventi di rinforzo

della porzione in situ, realizzati tramite incremento dello spessore delle sezioni resistenti di piedritti e solette, con connessione meccanica del nuovo getto armato all'esistente.

La geometria degli interventi suddetti è riportata nelle figure sottostanti:

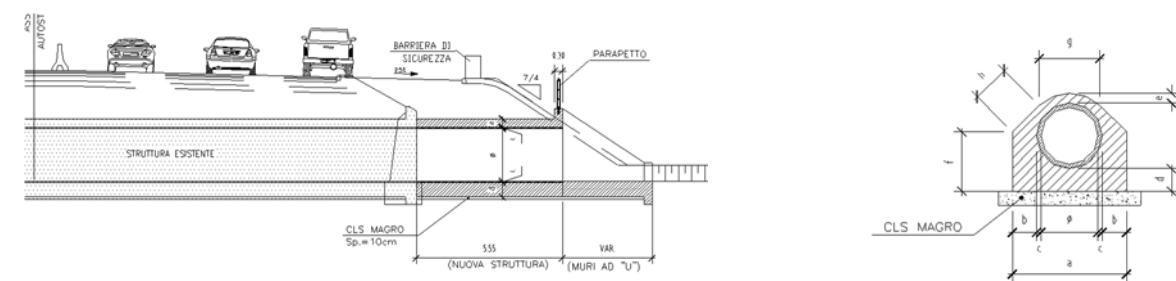


Tombini tubolari in calcestruzzo

La struttura esistente è costituita da una struttura a sezione longitudinale tubolare e tale sezione viene mantenuta anche nell'ampliamento dell'opera.

La solidarizzazione tra la struttura esistente e l'ampliamento avviene tramite barre fioretta lungo tutta la superficie di contatto che hanno il solo scopo di limitare i cedimenti differenziali ma non il ripristino della monoliticità tra le varie porzioni.

La geometria degli interventi suddetti è riportata nelle fig. sottostanti:



E' inoltre prevista la sostituzione di una serie di tombini esistenti dal momento che le attuali strutture di presentano ammalorate e degradata come da tabelle seguenti.

Tombini scatolari

TOMBINO	PROGRESSIVA (da E.E.)	Base X Altezza	LUNGHEZZA INTERVENTO DI SOSTITUZIONE [m]	LUNGHEZZA INTERVENTO DI ALLUNGAMENTO [m]		LUNGHEZZA TOTALE INTERVENTO [m]	H = ALTEZZA MURO [m]	
				SUD	NORD		SUD	NORD
T003	1+912	1,00x1,00	27,36	-	10,16	37,52	-	2
T004	2+292	1,00x1,00	26,90	-	10,16	37,06	-	2
T005	2+575	1,00x1,00	26,50	-	10,16	36,66	-	2
T009	3+955	1,00x1,00	26,90	-	10,16	37,06	-	2
T011	4+313	1,00x1,00	27,40	-	10,16	37,56	-	2
T012	4+563	1,00x1,00	27,13	-	10,00	37,13	-	2
T017	5+424	1,00x1,00	32,35	-	7,50	39,85	-	2
T020	6+117	1,00x1,00	27,55	-	9,50	37,05	-	2
T023	6+885	1,00x1,00	28,50	-	10,16	38,66	-	2
T036	8+424	1,00x1,00	26,91	7,50	7,50	41,91	2	2
T037	8+553	1,00x1,00	27,80	5,14	8,15	42,09	2	2
T041	9+635	1,00x1,00	26,13	5,00	5,00	36,13	2	2
T044	10+314	1,00x1,00	27,39	4,00	4,00	35,39	2	2
T053	11+997	1,00x1,00	42,60	5,14	6,14	54,88	2	2,5
T054	12+518	1,00x1,00	28,74	5,00	4,50	38,24	2	2
T063	13+762	1,00x1,00	28,93	5,00	5,00	38,93	2	2
T066	14+363	1,00x1,00	31,70	4,13	8,15	43,98	2	2
T068	14+508	1,00x1,00	25,86	2,00	11,00	38,86	2	2
T069	14+667	1,00x1,00	27,90	-	12,17	40,07	-	2
T070	14+864	1,00x1,00	26,70	-	10,16	36,86	-	2
T073	15+325	1,00x1,00	28,08	-	10,16	38,24	-	2,5
T078	16+368	1,00x1,00	27,05	-	10,50	37,55	-	2
T081	17+257	1,00x1,00	26,94	-	10,50	37,44	-	2
T082	17+374	1,00x1,00	27,73	-	10,50	38,23	-	2
T084	17+823	1,00x1,00	28,20	-	10,50	38,70	-	2
T109	22+133	1,00x1,00	25,44	5,00	5,00	36,44	2	2
T114	23+507	1,00x1,00	32,96	2,00	5,50	40,46	2	2
T138	31+823	1,00x1,00	24,04	5,00	5,50	35,54	2	2
T141	32+700	1,00x1,00	28,88	4,50	6,50	39,88	2	2
T142	32+967	1,00x1,00	30,19	2,00	6,00	38,19	2	2
T143	33+294	1,00x1,00	31,84x2	5,5x2	5,5x2	85,68	2	2
T144	33+491	1,00x1,00	26,73	5,50	2,50	34,73	2	2

Tombini circolari

TOMBINO	PROGRESSIVA (da E.E.)	D = DIAMETRO [m]	LUNGHEZZA INTERVENTO DI SOSTITUZIONE [m]	LUNGHEZZA INTERVENTO DI ALLUNGAMENTO [m]		LUNGHEZZA TOTALE INTERVENTO [m]	H = ALTEZZA MURO [m]	
				SUD	NORD		SUD	NORD
T047	11+224	1,0	35,99	9,00	5,50	50,49	-	-
T060	13+171	1,0	32,67	3,50	17,00	53,17	-	-
T106	21+189	1,0	35,70	6,00	6,50	48,2	-	-
T117	23+961	1,0	34,07	6,00	5,50	45,57	-	-
T120	24+868	1,0	34,46	6,50	6,00	46,96	-	-
T002	1+713	1,0	27,47	-	10,00	37,47	-	2
T008	3+717	1,0	26,80	-	10,50	37,30	-	2
T026	7+510	1,0	28,89	5,00	5,00	33,89	2	2
T040	9+175	1,0	30,95	3,00	3,50	37,45	2	2
T043	9+398	1,0	26,58	6,00	6,00	38,58	2	2
T048	11+484	1,0	35,07	7,5	6,00	48,57	2	2
T055	12+521	1,0	28,74	5,00	4,50	38,24	2	2
T064	13+949	1,0	29,21	5,00	5,00	39,21	2	2
T065	14+143	1,0	29,87	4,50	4,50	38,87	2	2
T075	15+858	1,0	29,12	-	11,00	40,12	-	2
T080	17+012	1,0	26,84	-	10,50	37,34	-	2
T089	18+408	1,0	29,30	-	12,50	41,80	-	2
T090	18+507	1,0	30,00	-	10,50	40,50	-	2
T097	19+362	1,0	25,59	5,50	5,50	36,59	2	2
T098	19+730	1,0	27,68	6,00	6,00	39,68	2	2
T100	20+420	0,5	33,78	3,50	2,00	39,28	2	2
	20+420	0,5	32,78	4,50	2,00	39,28	2	2
T104	21+073	1,0	29,27	5,00	5,00	39,27	2	2
T105	21+174	1,0	34,42	5,50	3,00	42,92	2	2
T112	23+214	1,0	29,50	5,00	6,00	40,5	2	2
T122	24+868	1,0	30,55	4,50	6,00	41,05	2	2
T123	27+688	1,2	28,60	6,00	6,50	41,10	2	2
T124	28+735	1,0	26,69	6,00	6,00	38,69	2	2
T125	29+110	1,0	28,56	5,00	5,50	39,06	2	2
T126	29+170	1,0	31,36	5,00	4,50	40,86	2	2
T128	29+590	1,0	28,80	5,50	5,00	39,30	2	2
T129	29+770	1,0	30,59	6,00	6,00	42,59	2	2
T131	30+257	1,0	30,26	8,50	4,50	43,26	2	2
T133	30+773	0,7	26,26	7,00	6,50	39,76	2	2
T134	31+050	1,0	25,69	6,00	6,00	37,69	2	2

2.6 OPERE COMPLEMENTARI

2.6.1 Segnaletica

2.6.1.1 Segnaletica verticale

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

- fornire le *informazioni agli utenti della strada* al fine di ottenere un sistema armonico, integrato e efficace a garanzia della *sicurezza* e della *fluidità della circolazione*;
- tener conto delle *caratteristiche delle strade* e della loro *classificazione tecnico-funzionale*, delle velocità praticate e dei *prevalenti spettri di traffico* a cui la segnaletica è rivolta;
- comunicare con sufficiente anticipo agli utenti della strada la presenza di *pericoli, prescrizioni, indicazioni* ed altre informazioni utili al fine di scongiurare comportamenti scorretti, andamenti incerti e pericolosi spesso causa di sinistri;
- Inoltre nello stesso articolo si stabilisce che le informazioni da fornire agli utenti della strada per mezzo dei segnali stradali devono essere stabilite dagli enti proprietari secondo uno specifico progetto, di concerto con gli enti proprietari delle strade limitrofe e vieta l'uso di segnali diversi da quelli previsti nel Regolamento.

Marcatrice CE per la segnaletica verticale

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

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

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

Pellicole e Garanzie

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

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

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

Strutture di sostegno

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

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

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

Per sostegni per cartelli e targhe maggiori di 6 m² e per cartelli e targhe posizionate sopra la carreggiata si è previsto l'utilizzo di strutture diverse dai sostegni tubolari, per forma e dimensione e si rimanda agli elaborati specifici.

Staffe per fissaggio ai sostegni

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

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

2.6.1.2 Segnaletica orizzontale

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

frequenza di condizioni atmosferiche avverse possono essere utilizzati materiali particolari”.

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

Requisiti e livelli prestazionali

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

- **Retroriflettanza:** coefficiente di luminanza retro riflessa per visibilità notturna in condizioni d’illuminazione artificiale del segnale asciutto, $RL \geq 150 \text{ mcdxm}^2\text{lx}^{-1}$ (classe R3 da prospetto 3 della UNI EN 1436/04).
- **Colore:** le coordinate cromatiche x, y per segnaletica orizzontale asciutta devono trovarsi all’interno delle regioni definite dai vertici forniti nel prospetto 6 della UNI EN 1436/04.

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

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

Resistenza al derapaggio: $SRT \geq 50$ (classe S2 da prospetto 7 UNI EN 1436/04).

Materiali da impiegare per segnaletica orizzontale

Per quanto concerne la segnaletica orizzontale, è stato previsto quanto di seguito:

- strisce continue di margine di larghezza pari a 25 cm sia lungo il tracciato principale sia lungo le rampe;
- strisce di delimitazione delle corsie di marcia discontinue di tipo “a” di larghezza pari a 15 cm;
- strisce per delimitare le corsie di accelerazione e decelerazione, tipo “e” di larghezza pari a 25 cm;
- strisce per delimitare delle corsie piazzole di sosta, tipo “f” di larghezza pari a 25 cm
- Zebrature di presegnalamento di isole di traffico o di ostacoli lungo la carreggiata di larghezza pari a 60 cm con intervalli di 120 cm;
- Frecce direzionali e simboli sulla pavimentazione secondo le dimensioni indicate dal regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada.

La segnaletica orizzontale deve essere tracciata sul manto stradale in conformità al D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 Paragrafo 4 (artt.137÷155) in termini di simboli, dimensioni, spessori, materiali e loro proprietà. L’art.137 del Regolamento infatti recita che: “Tutti i se-

gnali orizzontali devono essere realizzati con materiali tali da renderli visibili sia di giorno che di notte anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato; nei casi di elevata frequenza di condizioni atmosferiche avverse possono essere utilizzati materiali particolari”.

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

Per il tratto autostradale in esame il progetto individua i materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale di seguito esposte.

- **termoplastico:**
 - per la realizzazione di strisce longitudinali per la delimitazioni delle corsie in autostradale;
 - per la doppia striscia bianca di svincolo;
 - per le corsie di entrata e uscita.
- **pittura a freddo con microsfere di vetro premiscelate e post-spruzzate:**
 - segnaletica interna agli svincoli;
 - segnaletica inerente le intersezioni esterne;
 - zebrature;
 - fascioni di arresto;
 - scritte, frecce e simboli;
 - sulla viabilità esterna all’autostrada;
 - piste ciclabili.

2.6.2 Pavimentazioni

2.6.2.1 Pavimentazioni su nuovo sedime

Il progetto delle pavimentazioni nei tratti in ampliamento simmetrico, per le nuove corsie di marcia lenta (in seguito alla completa demolizione della sovrastruttura dell’attuale emergenza) e di emergenza, nonché nei tratti realizzati in ampliamento asimmetrico, per il risanamento dell’attuale emergenza e per la porzione di carreggiata da realizzarsi su nuovo corpo stradale lungo la carreggiata lato ampliamento, ha previsto l’impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 79 cm (TIPO 1A-1B) con una sovrastruttura così composta:

- usura drenante 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 25 cm;
- fondazione legata in misto cementato di 25 cm;
- fondazione non legata in misto granulare di 20 cm.

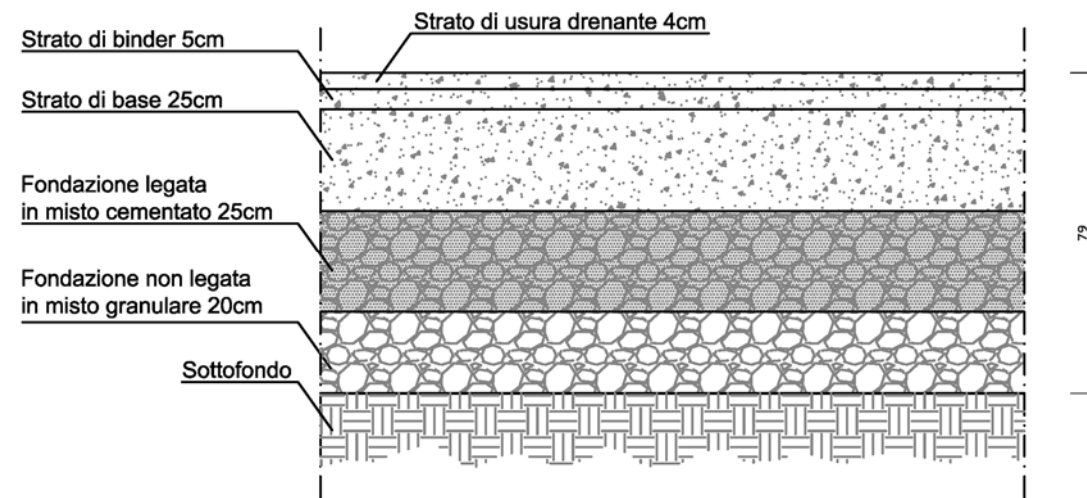


Figura 2—36 Sovrastruttura nuove pavimentazioni (TIPO 1A-1B)

Per i tratti su impalcato è prevista la stesa dei soli strati di binder e usura drenante/chiusa con l'interposizione tra la soletta e la pavimentazione di uno strato di impermeabilizzazione di spessore pari a 1 cm.

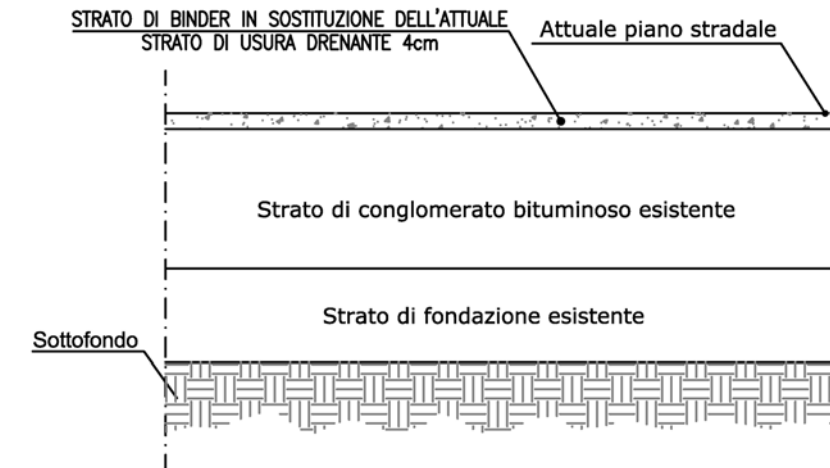
Lo strato di usura drenante verrà realizzato in un'unica fase sull'intera piattaforma.

In corrispondenza delle rampe di svincolo lo strato di usura dovrà essere realizzato in conglomerato bituminoso di tipo chiuso con bitumi modificati di tipo hard; lungo le corsie specializzate di immissione/diversione è previsto invece uno strato di usura di tipo drenante in analogia con quanto previsto sull'asse autostradale (al fine di garantire la continuità idraulica sull'intera piattaforma per lo smaltimento delle acque).

2.6.2.2 Risanamento delle pavimentazioni esistenti

Il progetto prevede in prima fase la rimozione dello strato di usura drenante attualmente in opera attraverso il seguente intervento (TIPO 0):

- Fresatura dell'attuale strato di usura drenante per uno spessore di 4cm;
- Stesa strato di binder in CB con bitumi modificati tipo Hard di 4 cm.



L'intervento sopra descritto è stato definito allo scopo di rimuovere lo strato di usura drenante esistente al fine di non mantenere in opera strati intermedi ad alto contenuto di vuoti all'interno dei quali, durante l'esercizio dell'infrastruttura, potrebbe penetrare acqua, con conseguente accelerazione dei fenomeni di degrado e, nel caso di gelo, formazione di rigonfiamenti all'interno dello strato e successiva propagazione dei dissesti in superficie. Il nuovo strato di binder fungerà da supporto per la realizzazione della segnaletica di cantiere nonché per gli interventi successivi previsti in progetto (in particolare imbottitura e/o stesa del nuovo strato di usura).

Con riferimento agli interventi di risanamento profondo delle attuali corsie di marcia si prevede l'utilizzo di due sovrastrutture differenziate in funzione della tipologia di ampliamento:

Risanamento RP1 (TIPO 2A) - Ampliamento simmetrico (h=54cm):

- Usura drenante 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 25 cm.

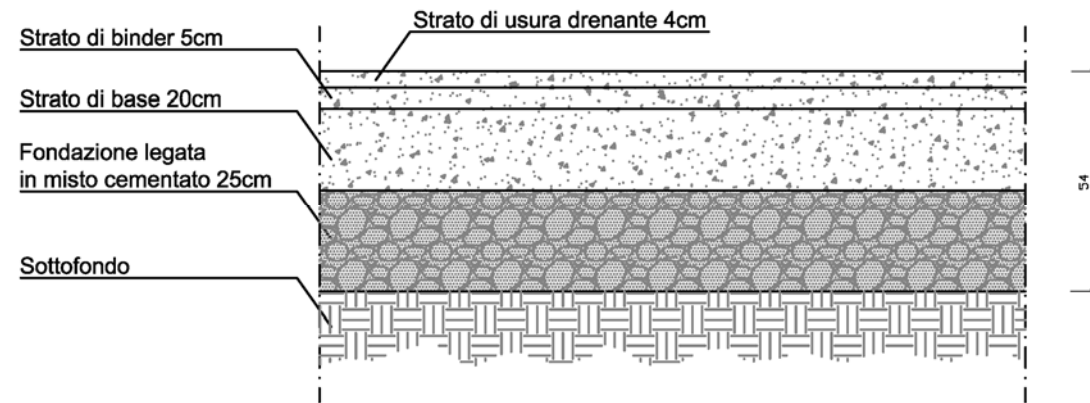


Figura 2—37 Sovrastruttura prevista nei tratti con risanamento RP1 (TIPO 2A)

Risanamento RP2 (TIPO 2B) - Ampliamento asimmetrico (h = 59cm):

- Usura drenante 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 25 cm;
- Fondazione legata in misto cementato di 25 cm.

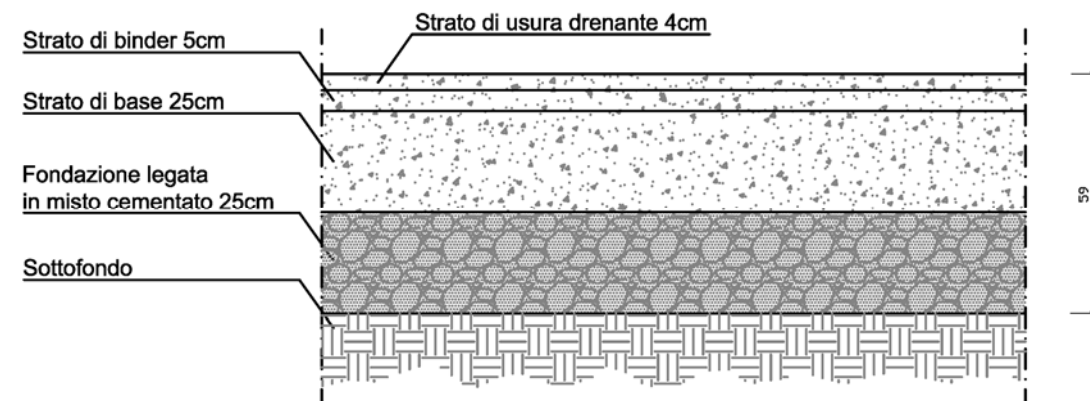


Figura 2—38 Sovrastruttura prevista nei tratti con risanamento RP2 (TIPO 2B)

2.6.2.3 Risanamento spartitraffico

Si prevede l'utilizzo di due sovrastrutture differenziate in funzione della tipologia di ampliamento:

Sovrastruttura TIPO 2C – 2E Ampliamento simmetrico:

- Binder in CB con bitumi modificati tipo Hard di 5 cm;
- Fondazione legata realizzata in misto cementato di 25 cm.

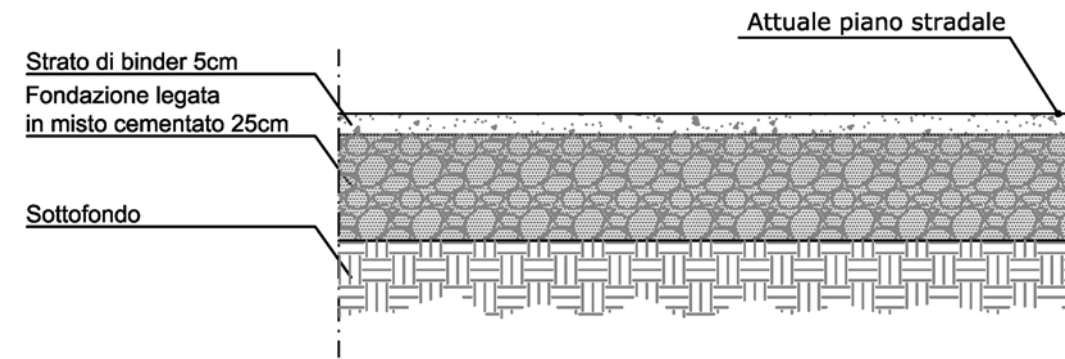


Figura 2—39 Sovrastruttura prevista per il risanamento dello spartitraffico (TIPO 2C)

La sovrastruttura TIPO 2E si differenzia dal TIPO 2C per la presenza dell'imbottitura in conglomerato bituminoso nei tratti in curva ai fini dell'adeguamento delle pendenze trasversali.

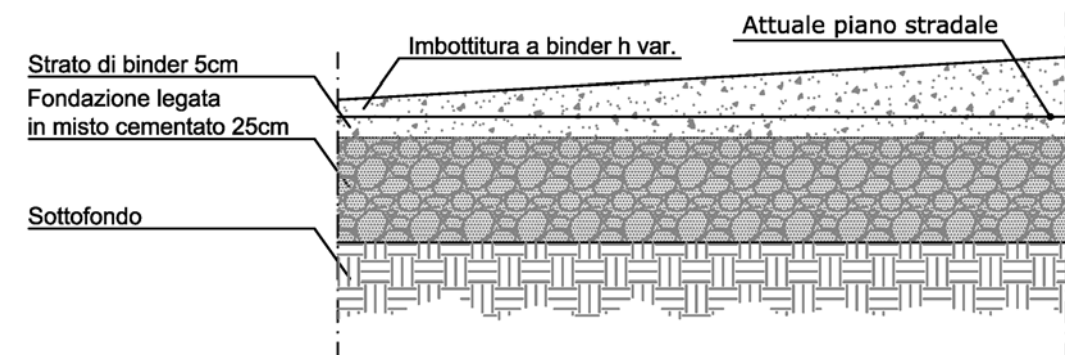


Figura 2—40 Sovrastruttura prevista per il risanamento dello spartitraffico (TIPO 2E)

Sovrastruttura TIPO 2D – 2F Ampliamento asimmetrico:

- Usura drenante 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 realizzata in misto cementato di 25 cm.

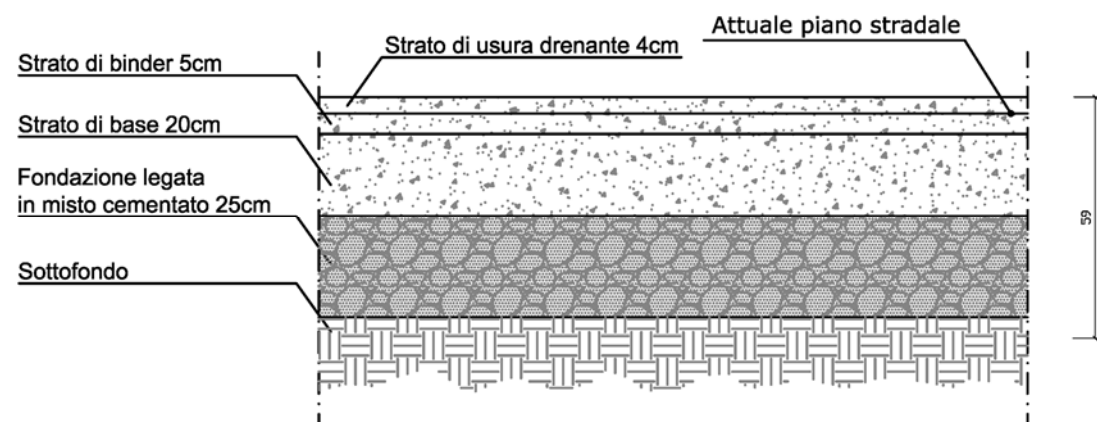


Figura 2—41 Sovrastruttura prevista per il risanamento dello spartitraffico (TIPO 2D)

La suddetta sovrastruttura è stata definita in analogia con quanto previsto per l'intervento di risanamento profondo RP1 (sovrastruttura TIPO 2A) in quanto sarà soggetta ai medesimi carichi di traffico pesante poiché in corrispondenza della futura corsia di marcia veloce/sorpasse sul lato opposto a quello di ampliamento.

La sovrastruttura TIPO 2F si differenzia dal TIPO 2D per la presenza dell'imbottitura in conglomerato bituminoso nei tratti in curva ai fini dell'adeguamento delle pendenze trasversali.

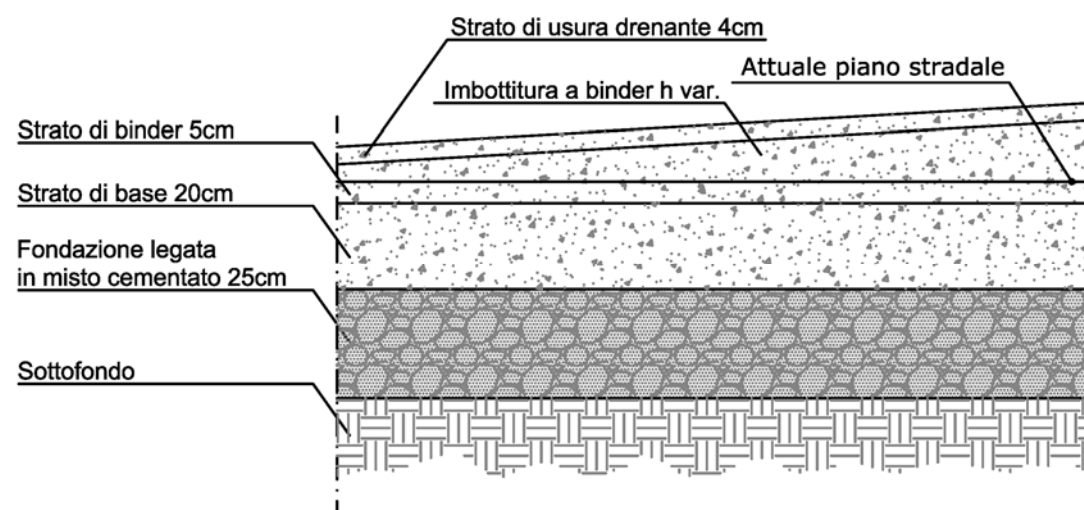


Figura 2—42 Sovrastruttura prevista per il risanamento dello spartitraffico (TIPO 2F)

2.7 INTERFERENZE IDROGRAFICHE ED INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA

Le interferenze idrografiche sono state suddivise in base all'ente di riferimento riportando le informazioni principali relative all'interferenza stessa. I manufatti di attraversamento (ponti, ponticelli, scatolari, ...) sono stati ampliati, in modo simmetrico (sia a monte che a valle) o asimmetrico in funzione del tratto di intervento stradale in cui ricade l'interferenza. Gli ampliamenti sono stati realizzati in modo da soddisfare i requisiti idraulici richiesti dalle normative vigenti e da non incrementare l'attuale grado di rischio. Per quanto riguarda le interferenze idrografiche minori, lungo il tracciato si incontrano numerosi fossi di campagna caratteristici di un contesto agricolo di pianura ampiamente sfruttato a scopo agricolo come quello emiliano romagnolo. Tali aste, generalmente, vengono attraversate mediante tombini circolari, scatolari o ponticelli di piccole dimensioni (0.30 – 2.00 m). Il prolungamento è stato realizzato con la medesima sezione dell'esistente salvo verifica idraulica e relativo adeguamento, se necessario.

2.7.1 Corsi d'acqua di competenza dell'Autorità di Bacino del Fiume Reno

Nella tabella seguente sono riportate le interferenze idrografiche la cui competenza è dell'Autorità di Bacino del Fiume Reno, la progressiva relativa all'attraversamento autostradale la tipologia di opera e il rango dell'interferenza:

Tabella 2—6 Corsi d'acqua di competenza dell'ADB Reno

CODICE WBS	NOME	Progressiva	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICA ALL'ALTEZZA DELL'A13
VI002	Canale Diversivo-Navile	13+053	Autorità di Bacino Reno	Secondario	Ponte
VI003	Canale Navile	21+411	Autorità di Bacino Reno	Secondario	Ponte
VI007	Fiume Reno	26+398	Autorità di Bacino Reno	Principale	Ponte

2.7.2 Corsi d'acqua di competenza del Consorzio della Bonifica Renana

Nella tabella seguente sono riportate le interferenze idrografiche la cui competenza è del Consorzio della Bonifica Renana, la progressiva relativa all'attraversamento autostradale la tipologia di opera e il rango dell'interferenza:

Tabella 2—7 Corsi d'acqua di competenza del Consorzio della Bonifica Renana

CODICE WBS	NOME	Progressiva	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICA ALL'ALTEZZA DELL'A13
T001	scolo privato	1+232	Privato	Minore	Condotta circolare
T002	scolo privato	1+714	Privato	Minore	Condotta circolare
T003	scolo privato	1+912	Privato	Minore	Condotta circolare
T004	fosso	2+292	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T005	scolo privato	2+575	Privato	Minore	Condotta circolare
T006	fosso	3+189	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T007	scolo privato	3+477	Privato	Minore	Condotta circolare
T008	fosso	3+718	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T009	fosso	3+956	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T010	scolo Carsè	4+199	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T011	fosso	4+315	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T012	fosso	4+569	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T013	fosso	4+787	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T014	fosso	4+914	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T015	fosso	5+170	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T016	fosso	5+375	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T017	scolo privato	5+423	Privato	Minore	Condotta circolare
T018	fosso	5+686	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T019	fosso	5+888	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T020	scolo privato	6+118	Privato	Minore	Condotta circolare
T021	scolo privato	6+464	Privato	Minore	Condotta circolare
T022	fosso	6+601	Consorzio di Bonifica	Minore	Scatolare

T023	scolo privato	6+885	Privato	Minore	Condotta circolare
T024	fosso	7+166	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T025	scolo privato	7+357	Privato	Minore	Condotta circolare
T026	scolo privato	7+512	Privato	Minore	Condotta circolare
T028	scolo privato		Privato	Minore	Scatolare
T029	scolo privato	7+962	Privato	Minore	Condotta circolare
T030	scolo privato	7+967	Privato	Minore	Condotta circolare
T031	scolo privato		Privato	Minore	Scatolare
T032	scolo privato	8+103	Privato	Minore	Scatolare
T033	scolo privato		Privato	Minore	Condotta circolare
T034	scolo privato		Privato	Minore	Scatolare
T035	fosso	8+236	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T036	fosso	8+429	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T037	fosso	8+556	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T038	scolo privato	8+842	Privato	Minore	Scatolare
T039	fosso	8+968	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T040	fosso	9+172	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T041	fosso	9+637	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T042	fosso	9+759	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T043	fosso	9+897	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T044	fosso	10+324	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T045	fosso	10+359	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
CODICE WBS	NOME	Progressiva	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICA ALL'ALTEZZA DELL'A13
T046	scolo privato	10+602	Privato	Minore	Scatolare

T047	fosso	11+225	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
VI001	Canale Emiliano Romagnolo	11+292	Consorzio CER	Secondario	Ponte
T048	scolo privato	11+486	Privato	Minore	Condotta circolare
T049	scolo privato	11+617	Privato	Minore	Condotta circolare
T050	scolo privato	11+619	Privato	Minore	Scatolare
T051	scolo privato	11+621	Privato	Minore	Scatolare
T052	scolo privato	11+624	Privato	Minore	Scatolare
T053	scolo privato	11+996	Privato	Minore	Scatolare
T054	scolo privato	12+517	Privato	Minore	Condotta circolare
T055	scolo privato	12+524	Privato	Minore	Scatolare
T056	scolo privato	12+532	Privato	Minore	Scatolare
T057	scolo privato	12+764	Privato	Minore	Scatolare
T058	fosso	12+906	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T059	fosso	13+090	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T060	scolo privato	13+180	Privato	Minore	Condotta circolare
T061	Fossa Quadra	13+553	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Scatolare
T061bis	Fossa Quadra		Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T062	Fossa Quadra	13+565	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Condotta circolare
T063	fosso	13+771	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T064	fosso	13+947	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T065	fosso	14+135	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T066	scolo privato	14+374	Privato	Minore	Condotta circolare
T067	Fossa Quadra	14+411	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Scatolare
T068	scolo privato	14+507	Privato	Minore	Condotta circolare
T069	scolo privato	14+678	Privato	Minore	Condotta circolare
T070	scolo privato	14+854	Privato	Minore	Condotta circolare

T071	scolo privato	14+990	Privato	Minore	Condotta circolare
T072	fosso	15+154	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T073	scolo privato	15+344	Privato	Minore	Condotta circolare
T074	scolo privato	15+719	Privato	Minore	Condotta circolare
T075	scolo privato	15+858	Privato	Minore	Condotta circolare
T076	scolo privato	16+194	Privato	Minore	Condotta circolare
T077	scolo privato	16+277	Privato	Minore	Scatolare
T078	scolo privato	16+381	Privato	Minore	Condotta circolare
T079	Fossa Quadra	16+707	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Scatolare
T080	fosso	17+023	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T081	scolo privato	17+261	Privato	Minore	Condotta circolare
T082	scolo privato	17+385	Privato	Minore	Condotta circolare
CODICE WBS	NOME	Progressiva	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICA ALL'ALTEZZA DELL'A13
T083	scolo privato	17+515	Privato	Minore	Condotta circolare
T084	scolo privato	17+821	Privato	Minore	Condotta circolare
T085	scolo privato	18+033	Privato	Minore	Condotta circolare
T086	scolo privato	18+043	Privato	Minore	Scatolare
T087	scolo privato	18+171	Privato	Minore	Condotta circolare
T088	scolo privato	18+307	Privato	Minore	Scatolare
T089	scolo privato	18+413	Privato	Minore	Condotta circolare
T090	scolo privato	18+513	Privato	Minore	Condotta circolare
T091	scolo privato	18+533	Privato	Minore	Condotta circolare
T092	scolo privato	18+652	Privato	Minore	Condotta circolare
T093	scolo privato	18+856	Privato	Minore	Scatolare
T094	scolo privato	18+864	Privato	Minore	Scatolare
T095	scolo privato	19+103	Privato	Minore	Scatolare
T096	scolo privato	19+288	Privato	Minore	Scatolare
T097	scolo privato	19+357	Privato	Minore	Condotta circolare
T098	scolo privato	19+728	Privato	Minore	Condotta circolare

T099	Scolo Marsiglia	20+176	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Scatolare
T100	scolo privato	20+418	Privato	Minore	Condotta circolare
T101	scolo privato	20+669	Privato	Minore	Scatolare
T102	fosso	20+737	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T103	fosso	20+946	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T104	fosso	21+077	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T105	scolo privato	21+185	Privato	Minore	Condotta circolare
T106	scolo privato	21+200	Privato	Minore	Condotta circolare
T107	scolo privato	21+801	Privato	Minore	Condotta circolare
T108	scolo privato	22+058	Privato	Minore	Condotta circolare
T109	scolo privato	22+133	Privato	Minore	Condotta circolare
T110	scolo privato	22+536	Privato	Minore	Scatolare
T111	scolo privato	22+871	Privato	Minore	Scatolare
T112	scolo privato	23+214	Privato	Minore	Condotta circolare
T113	scolo privato	23+223	Privato	Minore	Scatolare
T114	scolo privato	23+506	Privato	Minore	Condotta circolare
T115	scolo privato	23+517	Privato	Minore	Scatolare
T116	scolo privato	23+756	Privato	Minore	Condotta circolare
T117	scolo privato	23+960	Privato	Minore	Condotta circolare
VI004	Scolo Calcarata	23+991	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Ponte
T118	scolo privato	24+240	Privato	Minore	Condotta circolare
T119	scolo privato	24+250	Privato	Minore	Condotta circolare
VI005	Scolo Tombe	24+448	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Ponte
T120	scolo privato	24+868	Privato	Minore	Condotta circolare
VI006	Scolo Riolo	25+150	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Ponte
T121	Fosso San Prospero	25+210	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Scatolare

2.7.3 Corsi d'acqua di competenza del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara

Nella tabella seguente sono riportate le interferenze idrografiche la cui competenza è del Consorzio della Bonifica Pianura di Ferrara, la progressiva relativa all'attraversamento autostradale la tipologia di opera e il rango dell'interferenza:

Tabella 2—8 Corsi d'acqua di competenza del Consorzio della Pianura di Ferrara

CODICE WBS	NOME	Progressiva	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICA ALL'ALTEZZA DELL'A13
T121 bis	scolo privato	26+587	Privato	Minore	Condotta circolare
T122	scolo privato	27+144	Privato	Minore	Condotta circolare
T123	scolo privato	27+697	Privato	Minore	Condotta circolare
T124	scolo privato	28+734	Privato	Minore	Condotta circolare
VI008	Scolo Principale	28+819	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Secondario	Ponte
T125	scolo privato	29+110	Privato	Minore	Condotta circolare
T126	fosso	29+169	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T127	Canale Torniano	29+291	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Secondario	Scatolare
T128	fosso	29+588	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T129	fosso	29+769	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T130	fosso	30+016	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T131	Deviazione Margosa	30+257	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T132	Fosso Margosa	30+402	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Secondario	Scatolare
T133	Deviazione Margosa	30+773	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T134	Deviazione Margosa	31+051	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T135	Deviazione Mar-	31+18	Consorzio di Bonifica	Minore	Condotta circolare

	gosa	9	Pianura di Ferrara		
T136	Deviazione Margosa	31+340	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Secondario	Scatolare
T137	Canale circondariale San Martino	31+621	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Secondario	Scatolare
T138	scolo privato	31+823	Privato	Minore	Condotta circolare
T139	scolo privato	32+244	Privato	Minore	Condotta circolare
T140	scolo privato	32+467	Privato	Minore	Scatolare
T141	scolo privato	32+711	Privato	Minore	Scatolare
CODICE WBS	NOME	PK	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICA ALL'ALTEZZA DELL'A13
T142	Scolo Madonna dei Boschi	32+975	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Scatolare
T143	Scolo Uccellino	33+307	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Secondario	Scatolare
T144	scolo privato	33+505	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Scatolare

2.7.4 Interventi di sistemazione idraulica

L'ampliamento dei manufatti di attraversamento (ponti, ponticelli, tombini), posti sui corsi d'acqua principali, secondari e minori, implica interventi di sistemazione e raccordo all'alveo originario a monte o a valle o da entrambi i lati dell'infrastruttura. Tali interventi di sistemazione si possono riassumere in cinque tipologie principali:

- A. ricalibratura dell'alveo e sistemazione del fondo e delle sponde mediante scogliera in massi di cava di opportuna pezzatura eventualmente rinverdita (se necessario cementata);
- B. ricalibratura dell'alveo e rivestimento di fondo e sponde mediante gabbioni e/o materassi eventualmente rinverditi;
- C. ricalibratura dell'alveo e sistemazione del fondo con pietrame sciolto e delle sponde con paramenti in terra rinforzata rinverdita;
- D. risezionamento dell'alveo in terra ed inerbimento delle sponde mediante idrosemina;
- E. ricalibratura della sezione e rivestimento del canale (fondo e sponde) in calcestruzzo.

Le sistemazioni descritte si rendono necessarie per mettere in sicurezza le aste interferite ed evitare fenomeni di instabilità, locale o diffusa, delle sponde o del fondo soprattutto in quelle aree in cui, a seguito degli interventi di ampliamento degli attraversamenti,

l'equilibrio dell'asta è stato alterato e le strutture aggiunte hanno modificato il regime dei deflussi in caso di piena.

Nella tabella seguente si riassumono tutte le opere idrauliche ampliate nel tratto in oggetto e le sistemazioni idrauliche che sono state adottate caso per caso, con riferimento alla classificazione sopra riportata.

Tabella 2—9 Sistemazioni idrauliche in progetto

DESCRIZIONE	PROGRESSIVA ATTRAVERSAMENTO [Km]	TIPOLOGIA SISTEMAZIONE IDRAULICA
Ponte CER VI001	11+292	E
Ponte Diversivo VI002	13+053	A
Scatolare Quadra T67	14+411	A
Scatolare Quadra T79	16+707	A
Ponte Navile VI003	21+411	A
DESCRIZIONE	PROGRESSIVA ATTRAVERSAMENTO [Km]	TIPOLOGIA SISTEMAZIONE IDRAULICA
Ponte Calcarata VI004	23+991	A
Ponte Tombe VI005	24+240	A
Ponte Riolo VI006	25+150	A
Scatolare Prospero T121	25+210	A
Ponte Reno VI007	26+398	A
Ponte Principale VI008	28+819	A
Scatolare Torniano T127	29+291	A
Scatolare Margosa T132	30+402	E
Scatolare Margosa T136	31+340	A
Scatolare S. Martino T137	31+621	A
Scatolare Uccellino T143	33+307	A
T001	1+243	D
T002	1+713	D
T003	1+912	D
T004	2+292	E
T005	2+575	E
T006	3+189	D
T007	3+476	D
T008	3+717	D
T009	3+955	D
T011	4+313	D
T012	4+568	D
T013	4+786	D
T014	4+913	D
T015	5+169	D
T016	5+374	D
T017	5+424	D
T018	5+685	D
T019	5+888	D
T020	6+117	D
T021	6+462	E
T022	6+601	D

T023	6+885	D
T024	7+168	D
T025	7+356	D
T026	7+510	D
T027	7+725	D
T028	7+880	D
T029	7+962	D
T030	7+959	D
T031	8+048	D
T032	8+100	D
T033	8+110	D

DESCRIZIONE	PROGRESSIVA ATTRAVERSAMENTO [Km]	TIPOLOGIA SISTEMAZIONE IDRAULICA
T034	8+048	D
T035	8+235	D
T036	8+424	D
T037	8+553	D
T038	8+837	D
T039	8+966	D
T040	9+175	D
T041	9+635	D
T042	9+757	D
T043	9+898	D
T044	10+314	D
T045	10+358	A
T046	10+602	D
T047	11+224	D
T048	11+484	D
T049	11+617	D
T050	11+619	D
T051	11+621	D
T052	11+624	D
T053	11+997	D
T054	12+518	D
T055	12+521	D
T056	12+528	D
T057	12+771	D
T058	12+906	D
T059	13+091	D
T060	13+171	D
T062	13+565	D
T063	13+762	E
T064	13+949	D
T065	14+143	D
T066	14+363	D
T068	14+508	D
T069	16+667	D
T070	14+854	D
T071	14+991	D

T072	15+155	D
T073	15+325	D
T074	15+711	A
T075	15+858	D
T076	16+182	D
T077	16+277	D
T078	16+368	D

DESCRIZIONE	PROGRESSIVA ATTRAVERSAMENTO [Km]	TIPOLOGIA SISTEMAZIONE IDRAULICA
T080	17+012	D
T081	17+257	E
T082	17+374	D
T083	17+509	D
T084	17+823	D
T085	18+020	D
T086	18+025	D
T087	18+159	D
T088	18+308	D
T089	18+408	D
T090	18+507	D
T092	18+660	D
T096	19+288	A
T097	19+362	D
T098	19+730	D
T100	20+420	D
T104	21+073	D
T105	21+174	D
T106	21+189	D
T107	21+802	D
T108	22+059	A
T109	22+133	D
T112	23+214	D
T114	23+507	D
T115	23+517	D
T116	23+761	D
T117	23+961	D
T118	24+240	D
T119	24+250	D
T120	24+868	D
T122	27+144	D
T123	27+688	D
T124	28+735	D
T125	29+110	D
T126	29+170	D
T128	29+590	D
T129	29+770	D
T130	30+016	D
T131	30+257	D

T133	30+773	D
T134	31+050	D
T135	31+190	D
T138	31+823	D

DESCRIZIONE	PROGRESSIVA ATTRAVERSAMENTO [Km]	TIPOLOGIA SISTEMAZIONE IDRAULICA
T140	32+467	D
T141	32+700	D
T142	32+967	D
T144	33+491	D

2.8 SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA

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

2.8.1 Requisiti prestazionali

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

- garantire, ai fini della sicurezza degli utenti in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque evitando la formazione di ristagni sulla pavimentazione 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;
- laminare le acque di piattaforma nei tratti in cui il ricettore finale è in condizioni critiche o dove richiesto dalla normativa vigente;
- evitare che le acque di ruscellamento esterne alle trincee possano determinare l'allagamento della sede viabile.

2.8.2 Schema di drenaggio

Il sistema di drenaggio è suddiviso in tre parti fondamentali:

- Elementi di raccolta: costituiscono il sistema primario, possono essere elementi continui marginali alla carreggiata o discontinui, ad interassi dimensionati in modo da limitare i tiranti idrici in piattaforma garantendo la sicurezza degli utenti. Rientrano negli elementi di raccolta gli embrici, le 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 rivestiti e non) e da collettori in genere. Tali elementi provvedono al trasferimento delle acque verso i recapiti.
- Elementi di recapito: sono individuati in funzione della vulnerabilità, a seguito di studi specialistici per le acque sotterranee e superficiali, possono essere diretti o presidiati. Sono individuati nei corsi d'acqua naturali, nei canali irrigui e nei fossi di scolo della viabilità esistente.

Il tipo di elemento di raccolta da prevedere sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione che viene considerata. Le sezioni si possono suddividere in due macro categorie: sezione corrente dell'infrastruttura e sezioni singolari (aree di servizio, di esazione, ecc.). La sezione corrente dell'infrastruttura si divide a sua volta, per caratteri costruttivi, in:

- sezione in rilevato;
- sezione in trincea;
- sezione in viadotto.

Inoltre, il sistema di drenaggio, a seconda della pendenza trasversale della piattaforma autostradale, si può schematizzare in:

- drenaggio marginale, nei tratti in cui la raccolta delle acque avviene in corsia di emergenza (esterno della carreggiata);
- drenaggio centrale, nei tratti in cui la raccolta delle acque avviene in corrispondenza della corsia di sorpasso (interno della carreggiata).

Gli elementi costitutivi del sistema di drenaggio sono stati quindi individuati in funzione del tipo di drenaggio (marginale o centrale) 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.

Tabella 2—10 – Tipologia di drenaggio ed elementi costitutivi

Tipo di drenaggio	Sezione autostradale	Elemento di drenaggio
centrale	trincea / rilevato	canaletta grigliata con scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante e scarico finale nel reticolo con o senza presidio
marginale	trincea	canaletta triangolare con scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante e scarico finale nel reticolo con o senza presidio
	rilevato	embrici con scarico ad intervalli regolari nel fosso al piede e recapito finale nel reticolo

		con o senza presidio
	rilevato con barriera fo- noassorbente	canaletta grigliata con scarico ad intervalli regolari nel fosso al piede mediante pozzetto e recapito nel reticolo con o senza presidio
	rilevato con muro di so- stegno	canaletta grigliata con scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante e scarico finale nel reticolo con o senza presidio
	viadotto	caditoie grigliate a passo calcolato con sca- rico nella tubazione sottostante

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

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

2.8.3 Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche

Per quanto concerne il controllo quantitativo degli scarichi, i fossi sono stati dimensionati in modo da consentire il recupero di 500 m³/ettaro di nuova superficie pavimentata come prescritto dalle Norme tecniche del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dell'autorità di Bacino del fiume Reno.

La laminazione all'interno dei fossi sarà garantita da manufatti terminali di controllo dotati di luce tarata per la regolazione delle portate in uscita.

Sebbene il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dell'autorità di Bacino del fiume Po non prescriva il recupero dei volumi, è stato adottato lo stesso approccio anche per la parte di tracciato ricadente nella zona di competenza dell'Autorità di Bacino del fiume Po.

Per quanto riguarda invece il controllo qualitativo degli scarichi, in ottemperanza alla normativa vigente, il sistema di drenaggio autostradale è stato suddiviso in due categorie: sistema aperto e sistema chiuso.

Il sistema di drenaggio che prevede lo scarico dell'acqua di piattaforma nel recettore finale tramite manufatti per il controllo qualitativo dell'acqua dilavante la piattaforma è denominato "sistema chiuso" mentre il sistema di drenaggio che prevede lo scarico libero dell'acqua di piattaforma nel recettore finale, senza l'interposizione di presidi idraulici per il trattamento delle acque meteoriche, è denominato "sistema aperto".

Gli ambiti in cui è previsto il sistema di tipo chiuso (costituito dal fosso che funge da sedimentatore e dal manufatto di controllo che funziona da disoleatore) sono stati definiti come segue:

1. aree in cui le acque di piattaforma vengono immesse direttamente o in prossimità di corpi idrici superficiali "significativi" e di "interesse" inseriti nel PTA;
2. aree in cui le acque di piattaforma vengono immesse in ricettori per i quali sono definiti obiettivi di qualità secondo le Norme del PTA;
3. aree in cui le acque di piattaforma vengono immesse in ricettori per i quali si indicano esigenze di tutela e vincoli stabiliti dagli strumenti di pianificazione provinciale (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – PTCP);
4. zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio pedecollinare e di pianura – aree di ricarica (articolo 5.2 delle Norme di Attuazione del PTCP).

Inoltre all'interno delle zone di ricarica delle acque sotterranee il sistema di drenaggio, oltre ad essere chiuso, sarà caratterizzato da fossi rivestiti in cls per impedire l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo.

Secondo il PTA i corsi idrici superficiali significativi nella zona di intervento, risultano essere i seguenti:

- fiume Reno;
- canale Navile-Savena.

La zona oggetto di intervento non ricade in un'area di ricarica delle acque sotterranee e pertanto non verranno previsti fossi rivestiti per la tutela dei corpi idrici sotterranei. Di seguito si riporta le tratte in cui è previsto il sistema chiuso:

- dalla progressiva 15+145 alla progressiva 16+071;
- dalla progressiva 23+506 alla progressiva 25+210.

In tutte le altre zone del tracciato il sistema di drenaggio è previsto di tipo aperto.

I manufatti di controllo sopra menzionati potranno essere attrezzati per il solo controllo quantitativo (sistema aperto) o per entrambi gli scopi, effettuando un controllo qualitativo (sistema chiuso); per maggiori dettagli vedi figure seguenti.

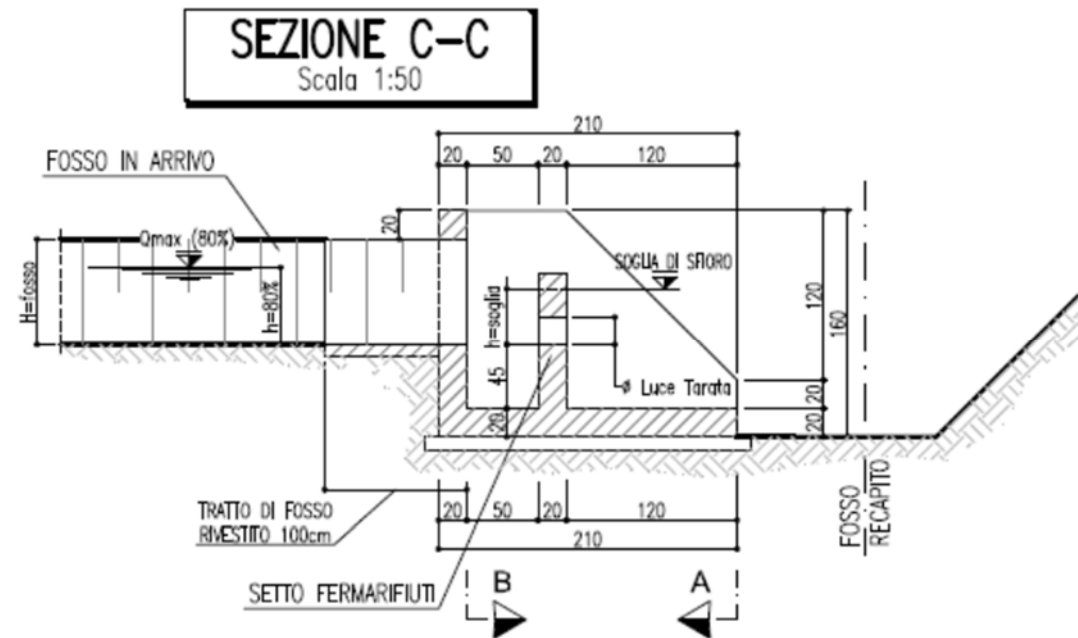


Figura 2—43 Manufatto per il controllo quantitativo

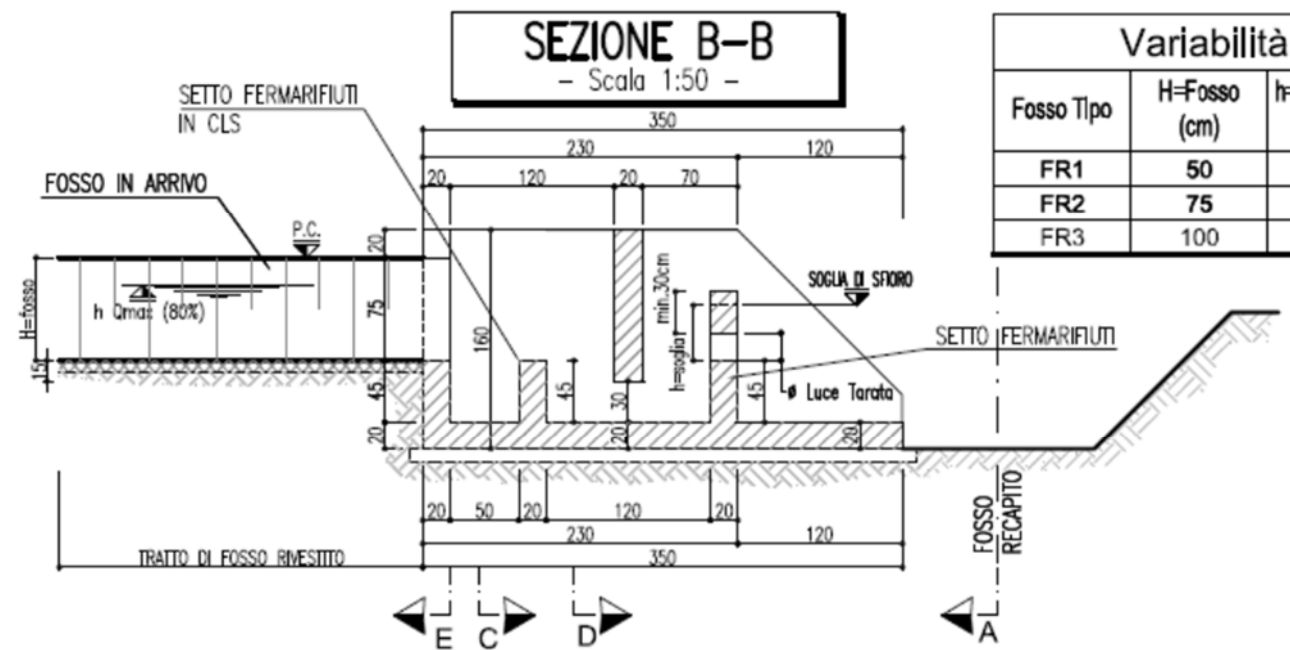


Figura 2—44 Manufatto per il controllo quali – quantitativo

3 CANTIERIZZAZIONE

3.1 PREMESSA

Nel presente capitolo vengono descritte l'ubicazione e le caratteristiche dei cantieri principali e secondari predisposti lungo il tracciato dell'Autostrada A13 tratto Ferrara Bologna, oggetto di ampliamento alla terza corsia.

La morfologia dell'area risulta pressoché pianeggiante per cui risulta sufficiente effettuare modesti movimenti di terra, minimizzando i volumi di riporto/sterro. Il materiale di risulta derivante dallo scotico superficiale dei primi 60 cm è inadatto alla costruzione del rilevato poiché adibito a coltura agricola. Di questi i 20 cm più superficiali e ricchi biologicamente verranno collocati in dune perimetrali di altezza massima pari a 2 metri a protezione del campo base, il resto in cumuli di altezze non superiore a 2 metri da allocarsi all'interno dell'area di deposito. Tale materiale, depositato temporaneamente, verrà poi riutilizzato per la rinaturalizzazione del sito a fine lavori, dopo aver rimosso la pavimentazione e il materiale arido, posando prima il materiale in mucchi e poi, più in superficie, quello nelle dune.

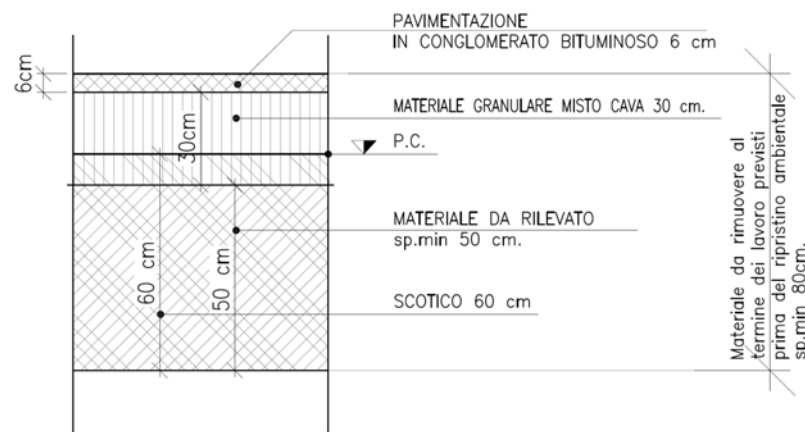


Figura 3—1 Particolare del pacchetto di pavimentazione

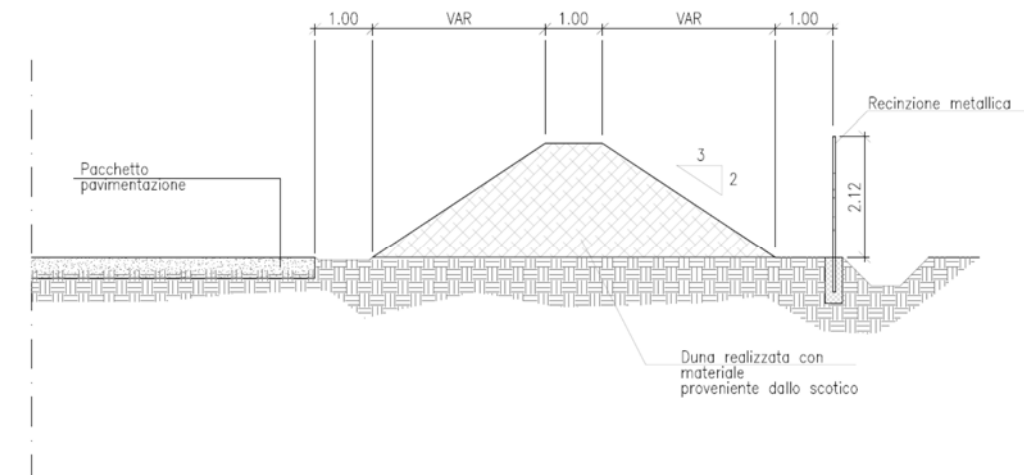


Figura 3—2 Particolare della duna perimetrale

Completano la documentazione gli elaborati grafici relativi alle planimetrie ed alle sezioni delle aree di cantiere (cfr. elaborati AMB-QPGT-058_061).

Le aree di cantiere previste hanno attualmente una destinazione agricola e, di conseguenza, al termine dei lavori si prevede in progetto il loro recupero ambientale mediante ripristino ad uso agricolo. Cessata la operatività dei cantieri saranno rimosse le pavimentazioni, i sottofondi, le opere fondali delle baracche di cantiere, le recinzioni e le reti tecnologiche realizzate. Effettuata le operazioni di demolizione e raggiunto gli strati naturali del terreno, è previsto un riporto di terreno vegetale fino al raggiungimento del piano di campagna precedente la realizzazione delle opere e comunque dello spessore sufficiente al ripristino agricolo delle aree. Il terreno riportato sarà quindi lavorato per renderlo idoneo alla formazione di un prato.

3.2 I CANTIERI

3.2.1 Area di cantiere CB01

In funzione delle attività e del personale medio presente in cantiere è stata individuata, dopo un'attenta analisi del territorio, un'area alla progr. 20+300 della A13 lato carr. Nord, nel territorio del comune di Bentivoglio in adiacenza al casello autostradale, dove sono previsti:

- Campo Base
- Cantiere Operativo
- Impianto di Produzione Calcestruzzi
- Impianto di Produzione Asfalti
- Area di Caratterizzazione Terre
- Area di Deposito

L'area di cantiere risulta ubicata in adiacenza al nuovo corpo stradale per l'allargamento dell'autostrada A13, in corrispondenza dello svincolo e barriera di esazione di Altedo, e direttamente accessibile dalla via Chiavicone. Il cantiere sarà predisposto con tutti gli impianti necessari all'esecuzione del nuovo corpo stradale destinato alla terza corsia dell'autostrada, dei nuovi cavalcavia e delle altre opere d'arte necessarie.

Considerata la morfologia dell'area, si è optato per la realizzazione di due piazzali di cantiere i quali sono a loro volte suddivise in 2 e 4 sub-aree distinte; il campo base e il cantiere operativo sono stati collocati nel piazzale a ridosso del casello, invece l'area di caratterizzazione delle terre, gli impianti di produzione asfalti e calcestruzzi e l'area di deposito sono stati posti nel piazzale posto a sud della S.P.20.

Sulla base delle caratteristiche e degli apprestamenti presenti nell'area di cantiere in oggetto, si rende necessario l'allacciamento alla rete elettrica ENEL in Media Tensione tramite installazione nell'area di cantiere di un manufatto prefabbricato in c.a. con funzione di "cabina elettrica MT/BT".

Per gli aspetti relativi alle reti idriche presenti nell'area di cantiere, si rimanda alla relazione specifica appositamente predisposta nel progetto definitivo.

3.2.1.1 Caratteristiche generali delle aree di cantiere

Campo Base

Il campo base occupa una superficie di circa 10.000 mq ed in esso trovano collocazione le baracche ed i servizi di cantiere. L'area è stata suddivisa in due porzioni distinte, quella destinata ad ospitare gli alloggi e quella dedicata agli uffici di cantiere.

Tutta l'area di cantiere sarà opportunamente delimitata da recinzioni e completamente asfaltata mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato e 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso.

In particolare nel campo sono collocati:

- dormitori per le maestranze per un numero ipotizzato di 125 posti letto, realizzati con box ampliabili secondo le necessità;
- spogliatoi per le maestranze comprensivi di una zona destinata alla pulizia scarpe e stivali;
- parcheggi;
- uffici dell'Impresa e della Direzione dei Lavori comprensivi di servizi igienici;
- infermeria comprensiva di servizi igienici e spogliatoi;
- cucina, refettorio, trasformabile in zona ricreativa e/o sala per la formazione del personale/sala riunioni;
- container per lo stoccaggio dei rifiuti;
- container per lo stoccaggio della documentazione di cantiere.

Cantiere Operativo

Il cantiere operativo, di superficie pari a 15.000 mq, ospita: un'area di stoccaggio all'aperto, uffici e parcheggi, tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.

L'area di cantiere e le varie zone interne destinate a stoccaggio materiali, box e servizi di logistica del cantiere, saranno opportunamente delimitate da recinzioni.

La superficie del cantiere sarà completamente asfaltata mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso.

Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, ricovero, depositi, ecc. saranno opportunamente appoggiati su idonei basamenti in cemento armato da realizzarsi secondo quanto indicato nei disegni esecutivi ed in ogni caso dimensionati per sopportare i carichi ivi presenti.

L'area di cantiere ospita i seguenti apprestamenti:

- parcheggi per autovetture;
- parcheggi per sosta mezzi di cantiere;
- area stoccaggio materiali e attrezzature;
- cisterna acqua;
- serbatoi carburanti;
- box locale spogliatoi e wc;
- magazzino;
- officina;
- area assemblaggio travi;
- area stoccaggio travi;
- deposito bombole ossigeno e acetilene;
- pesa con cabina di strumentazione.

E' stato previsto, in adiacenza all'area montaggio travi, un varco autostradale, da utilizzarsi solamente in chiusura totale dell'autostrada, per permettere il trasporto delle travi tramite carrelli ai vari cavalcavia.

L'area di cantiere e le varie zone interne destinate a stoccaggio materiali, box e servizi di logistica del cantiere, saranno opportunamente delimitate da recinzioni secondo le indicazioni contenute nelle tavole e con caratteristiche e dimensioni previste dal Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Area di Produzione Calcestruzzi

L'area è destinata alla produzione dei calcestruzzi, per una superficie di 8.600 mq dotata di:

- spogliatoio ed ufficio;
- impianto betonaggio;
- vasca di sedimentazione acque industriali;
- aree per la miscelazione dei materiali;
- area per lo stoccaggio e scarico/carico degli inerti;
- impianto di lavaggio autobetoniere;
- parcheggi per le autovetture e parcheggi per i mezzi di cantiere.

L'area verrà pavimentata, mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso, in modo da creare un piano di posa impermeabile.

Area di Produzione Conglomerati Bituminosi

L'area è adibita alla produzione degli asfalti, per una superficie di 11.500 mq dotata di:

- spogliatoio ed ufficio;
- impianto di produzione di conglomerati bituminosi;
- impianto di riciclaggio a freddo conglomerati bituminosi;
- aree per lo stoccaggio e miscelazione degli inerti;
- area accumulo del fresato;
- parcheggi per le autovetture e parcheggi per i mezzi di cantiere.

L'area verrà pavimentata mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato e 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso, in modo da creare un piano di posa impermeabile. Le acque di piazzale saranno raccolte e trattate (sedimentazione-disoleatura) prima di essere recapitate attraverso una tubazione dedicata che ne permetterà il campionamento separato.

Area di Caratterizzazione Terre

Per poter effettuare la caratterizzazione chimica dei materiali terrosi provenienti dagli scavi e attestarne l'idoneità ad essere riutilizzati per la realizzazione di rilevati o ritombamenti e quindi non allontanati dal cantiere e portati a discarica speciale è necessario prevedere un'area la cui superficie totale è pari a circa 9.000 mq.

L'area verrà pavimentata, mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso, in modo da creare un piano di posa impermeabile.

Nelle aree troveranno sede i cumuli di campionamento, realizzati a base prevalentemente rettangolare di altezza massima pari a 6 metri, con pendenza scarpate $\frac{1}{2}$.

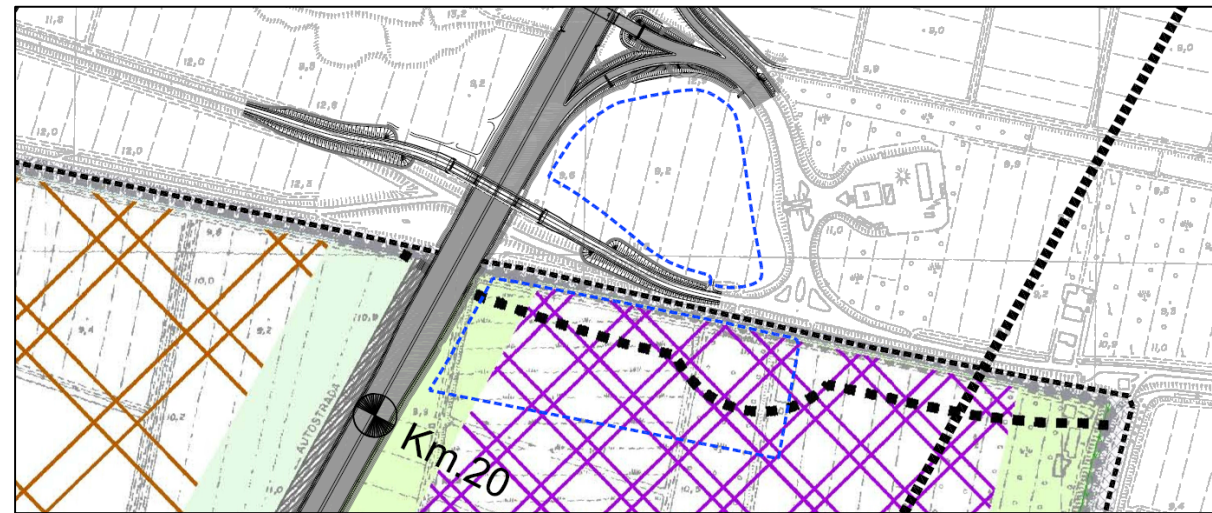
Nell'area di cantiere sono previsti, inoltre, spazi per:

- parcheggi per sosta mezzi di cantiere;
- box locale uffici;
- area per accumulo materiale da demolizione;
- frantoio mobile.



Area di Deposito

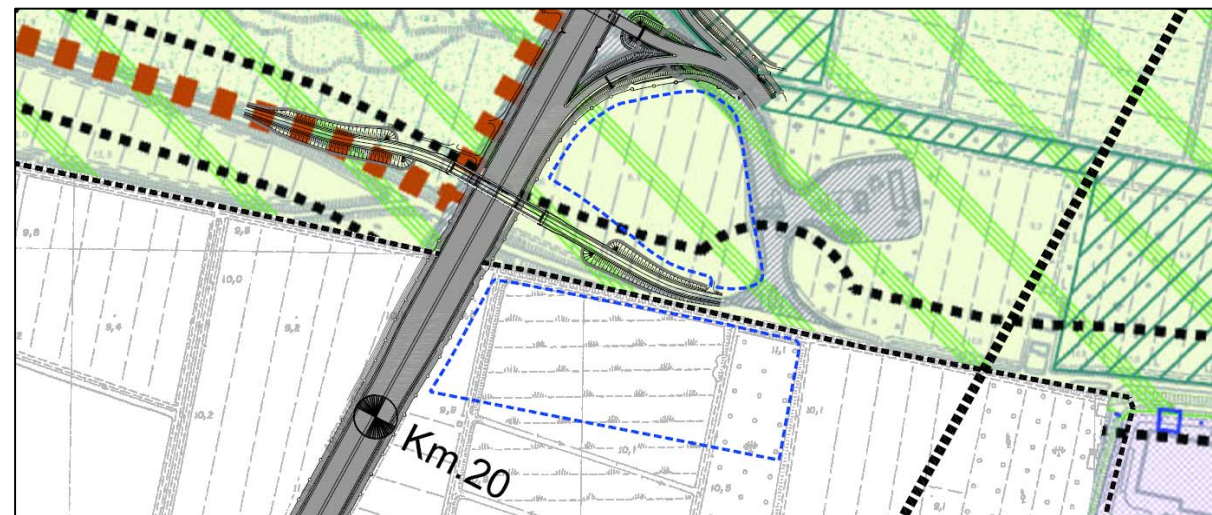
Oltre all'area di stoccaggio materiale ubicata all'interno del cantiere operativo è stata individuata un'area di deposito, di superficie pari a 9.000 mq, che come già detto, in parte verrà utilizzata per lo stoccaggio del materiale superficiale proveniente dallo scotico.

AREA DI CANTIERE CB01





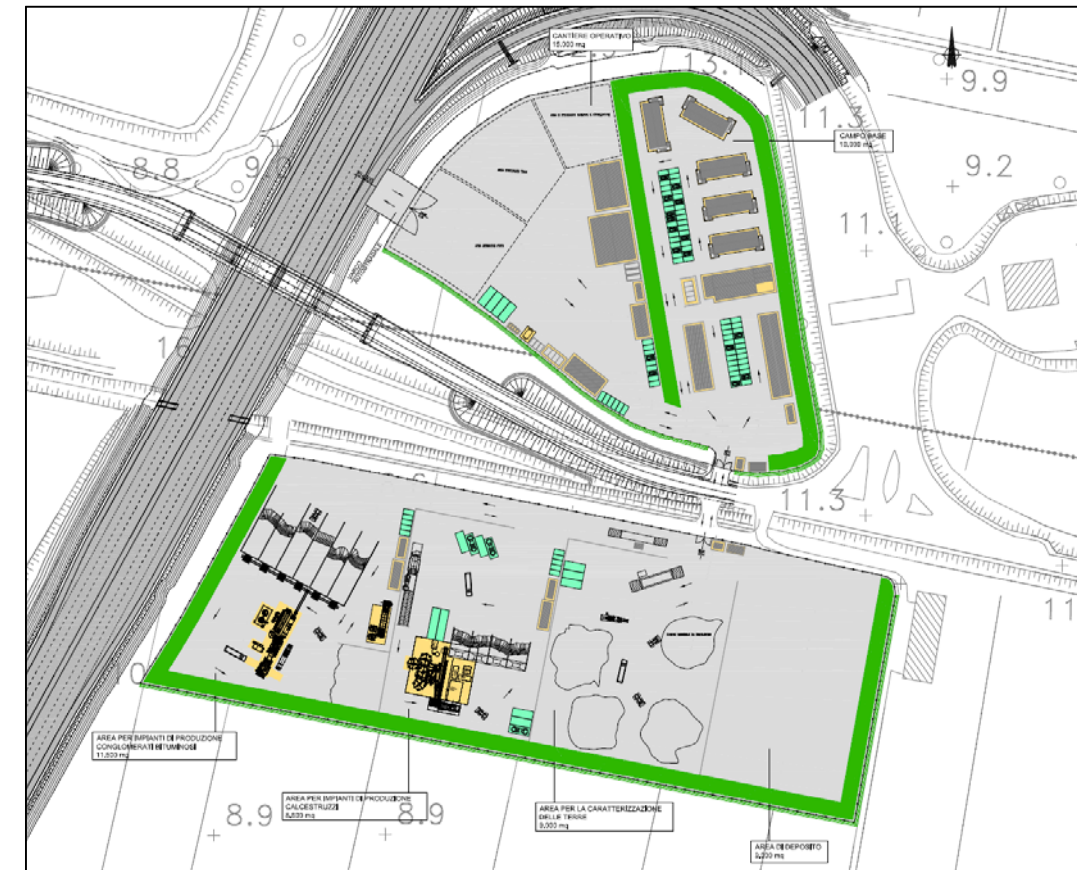
Zone di PRG occupate dai cantieri (comune di Bentivoglio)

-  Ambiti produttivi sovragomunali di nuovo insediamento – ASP-AN (art. 25.5 delle NTA del PSC)
-  Ambiti agricoli di rilievo paesaggistico - ARP (art. 30 delle NTA del PSC)



Zone di PRG occupate dai cantieri (comune di Malalbergo)

-  Ambiti agricoli di rilievo paesaggistico - ARP (art. 30 delle NTA del PSC)
-  Sistema rurale di valorizzazione fruitiva delle risorse ambientali (art. 31 delle NTA del PSC)



Planimetria layout di cantiere



Foto aerea delle aree di cantiere

3.2.2 Area di cantiere CO01

Oltre al cantiere base descritto nel precedente paragrafo, si prevede di installare un cantiere operativo alla progressiva km 7+900, nel Comune di Bentivoglio; l'area di cantiere risulta ubicata in adiacenza allo svincolo e barriera di esazione di "Bologna Interporto", direttamente accessibile da via Sammarina.

Il cantiere operativo sarà predisposto con tutti gli impianti necessari all'esecuzione delle opere d'arte costituenti corpo stradale e cavalcavia. In adiacenza all'area destinata al cantiere operativo, si prevede la realizzazione di un'area di caratterizzazione terre e un'area di deposito.

Per gli aspetti relativi alle reti idriche presenti nell'area di cantiere, si rimanda alla relazione specifica appositamente predisposta nel progetto definitivo.

3.2.2.1 Caratteristiche generali delle aree di cantiere

Cantiere Operativo

Il cantiere operativo, di superficie pari a 19.100 mq, ospita: un'area di stoccaggio all'aperto, uffici e parcheggi, tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.

L'area di cantiere e le varie zone interne destinate a stoccaggio materiali, box e servizi di logistica del cantiere, saranno opportunamente delimitate da recinzioni.

La superficie del cantiere sarà completamente asfaltata mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso.

Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, ricovero, depositi, ecc. saranno opportunamente appoggiati su idonei basamenti in cemento armato da realizzarsi secondo quanto indicato nei disegni esecutivi ed in ogni caso dimensionati per sopportare i carichi ivi presenti.

L'area di cantiere ospita i seguenti apprestamenti:

- parcheggi per autovetture;
- parcheggi per sosta mezzi di cantiere;
- area stoccaggio materiali e attrezzature;
- cisterna acqua;
- serbatoi carburanti;
- box locale spogliatoi e wc;
- magazzino;
- officina;
- area assemblaggio travi;
- area stoccaggio travi;
- deposito bombole ossigeno e acetilene;
- pesa con cabina di strumentazione.

E' stato previsto, in adiacenza all'area montaggio travi, un varco direttamente sul piazzale di stazione, da utilizzarsi solamente in chiusura totale dell'autostrada, per permettere il trasporto delle travi tramite carrelli ai vari cavalcavia.

L'area di cantiere e le varie zone interne destinate a stoccaggio materiali, box e servizi di logistica del cantiere, saranno opportunamente delimitate da recinzioni secondo le indicazioni contenute nelle tavole e con caratteristiche e dimensioni previste dal Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Area di Caratterizzazione Terre

Per poter effettuare la caratterizzazione chimica dei materiali terrosi provenienti dagli scavi e attestarne l'idoneità ad essere riutilizzati per la realizzazione di rilevati o ritombamenti e quindi non allontanati dal cantiere e portati a discarica speciale è necessario prevedere un'area la cui superficie totale è pari a circa 12.700 mq.

L'area verrà pavimentata, mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso, in modo da creare un piano di posa impermeabile.

Nelle aree troveranno sede i cumuli di campionamento, realizzati a base prevalentemente rettangolare di altezza massima pari a 6 metri, con pendenza scarpate 1/2.

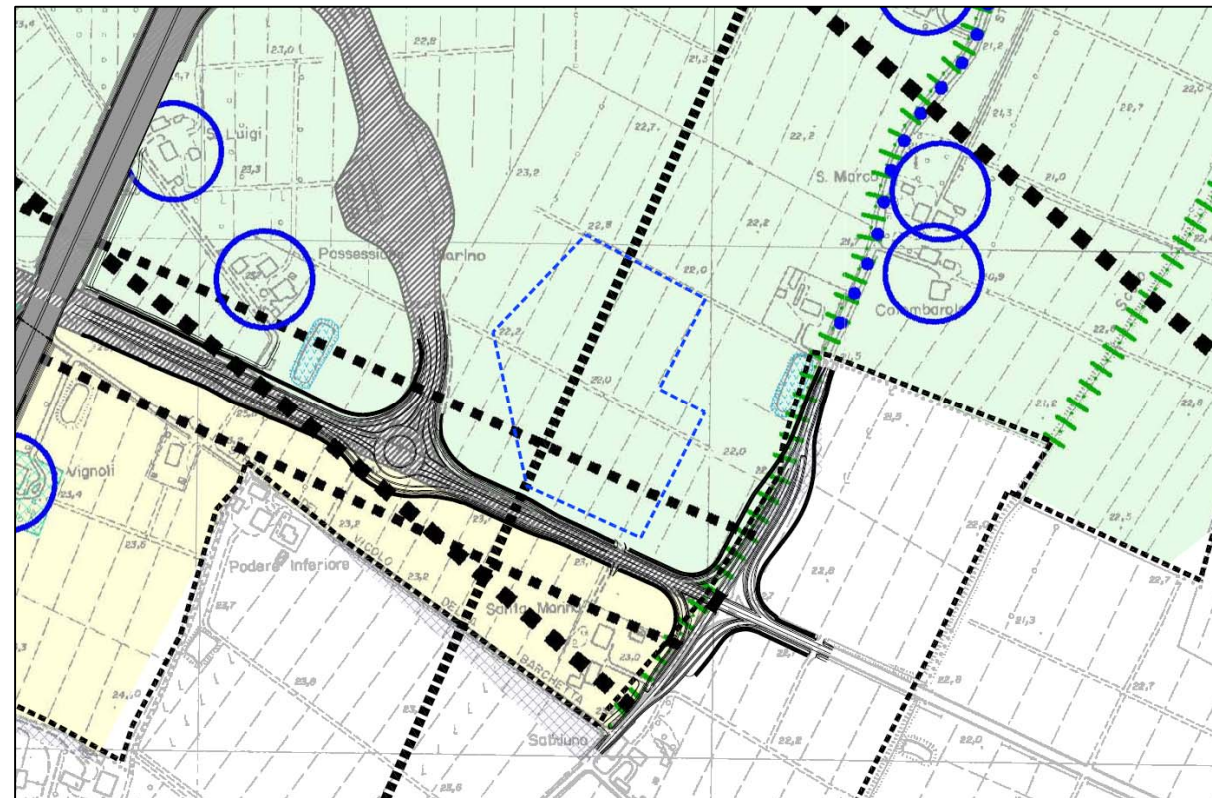
Nell'area di cantiere sono previsti, inoltre, spazi per:

- parcheggi per sosta mezzi di cantiere;
- box locale uffici;
- area per accumulo materiale da demolizione;
- frantoio mobile.

Area di Deposito

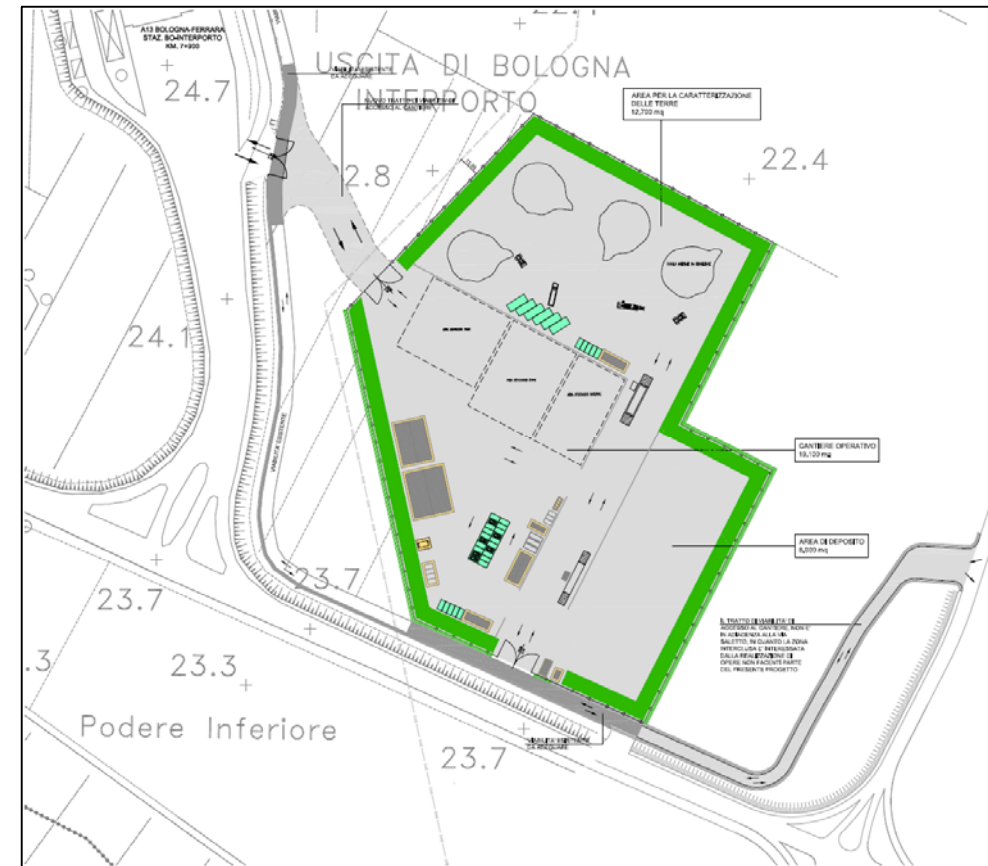
Oltre all'area di stoccaggio materiale ubicata all'interno del cantiere operativo è stata individuata un'area di deposito, di superficie pari a 8.000 mq, che come già detto, in parte verrà utilizzata per lo stoccaggio del materiale superficiale proveniente dallo scotico.

AREA DI CANTIERE CO01



Zone di PRG occupate dal cantiere (Bentivoglio)

Ambiti ad alta vocazione produttiva agricola - AVP (art. 29 delle NTA del PSC)



Planimetria layout di cantiere



Foto aerea dell'area di cantiere

3.2.3 Area di cantiere CO02

Si prevede di installare un secondo cantiere operativo alla progressiva km 32+100, nel Comune di Poggio Renatico; l'area di cantiere risulta ubicata in adiacenza alla carreggiata nord e alla SP08 (via Uccellino) e sarà accessibile direttamente da entrambe le strade.

Il cantiere operativo sarà predisposto con tutti gli impianti necessari all'esecuzione delle opere d'arte costituenti corpo stradale e cavalcavia. In adiacenza all'area destinata al cantiere operativo, si prevede la realizzazione di un'area di caratterizzazione terre e un'area di deposito.

Per gli aspetti relativi alle reti idriche presenti nell'area di cantiere, si rimanda alla relazione specifica appositamente predisposta nel progetto definitivo.

3.2.3.1 Caratteristiche generali delle aree di cantiere

Cantiere Operativo

Il cantiere operativo, di superficie pari a 20.000 mq, ospita: un'area di stoccaggio all'aperto, uffici e parcheggi, tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.

L'area di cantiere e le varie zone interne destinate a stoccaggio materiali, box e servizi di logistica del cantiere, saranno opportunamente delimitate da recinzioni.

La superficie del cantiere sarà completamente asfaltata mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso.

Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, ricovero, depositi, ecc. saranno opportunamente appoggiati su idonei basamenti in cemento armato da realizzarsi secondo quanto indicato nei disegni esecutivi ed in ogni caso dimensionati per sopportare i carichi ivi presenti.

L'area di cantiere ospita i seguenti apprestamenti:

- parcheggi per autovetture;
- parcheggi per sosta mezzi di cantiere;
- area stoccaggio materiali e attrezzature;
- cisterna acqua;
- serbatoi carburanti;
- box locale spogliatoi e wc;
- magazzino;
- officina;
- area assemblaggio travi;
- area stoccaggio travi;
- deposito bombole ossigeno e acetilene;
- pesa con cabina di strumentazione.

E' stato previsto, in adiacenza all'area montaggio travi, un varco autostradale, da utilizzarsi solamente in chiusura totale dell'autostrada, per permettere il trasporto delle travi tramite carrelli ai vari cavalcavia.

L'area di cantiere e le varie zone interne destinate a stoccaggio materiali, box e servizi di logistica del cantiere, saranno opportunamente delimitate da recinzioni secondo le indicazioni contenute nelle tavole e con caratteristiche e dimensioni previste dal Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Area di Caratterizzazione Terre

Per poter effettuare la caratterizzazione chimica dei materiali terrosi provenienti dagli scavi e attestarne l'idoneità ad essere riutilizzati per la realizzazione di rilevati o ritombamenti e quindi non allontanati dal cantiere e portati a discarica speciale è necessario prevedere un'area la cui superficie totale è pari a circa 12.800 mq.

L'area verrà pavimentata, mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso, in modo da creare un piano di posa impermeabile.

Nelle aree troveranno sede i cumuli di campionamento, realizzati a base prevalentemente rettangolare di altezza massima pari a 6 metri, con pendenza scarpate 1/2.

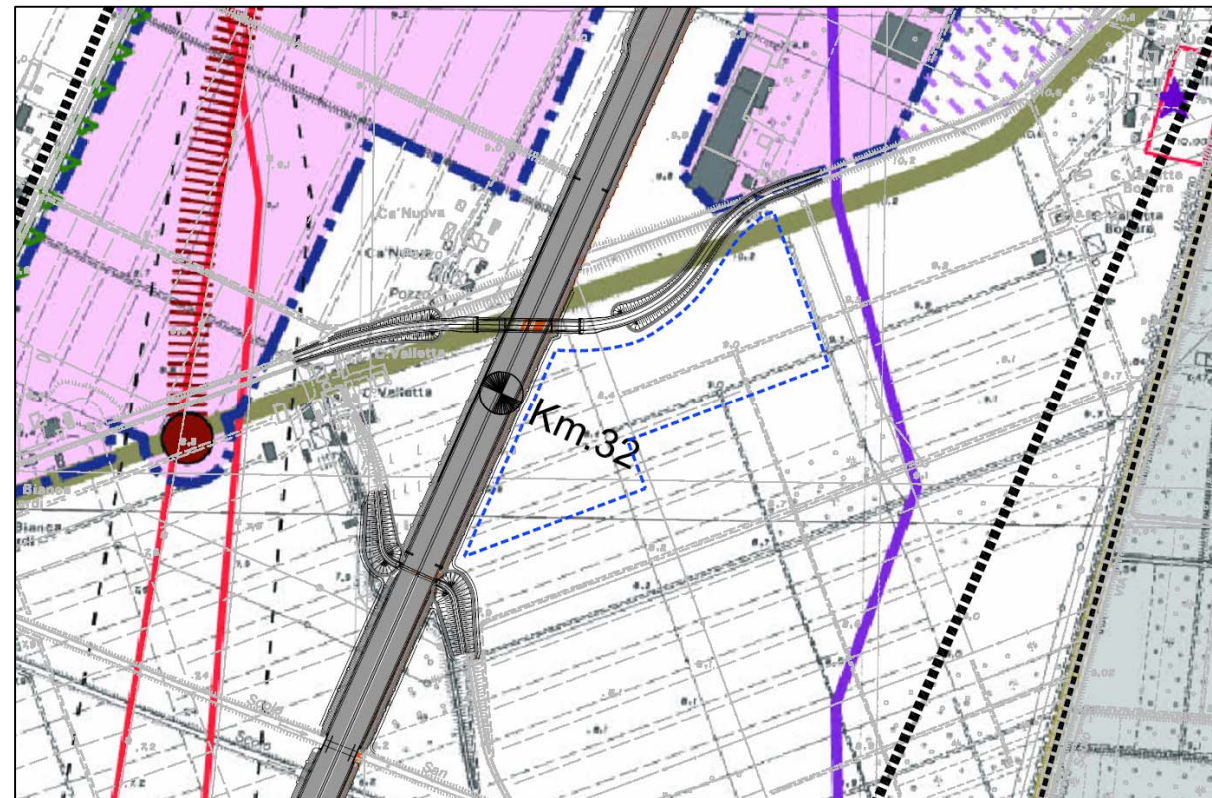
Nell'area di cantiere sono previsti, inoltre, spazi per:

- parcheggi per sosta mezzi di cantiere;
- box locale uffici;
- area per accumulo materiale da demolizione;
- frantoio mobile.

Area di Deposito

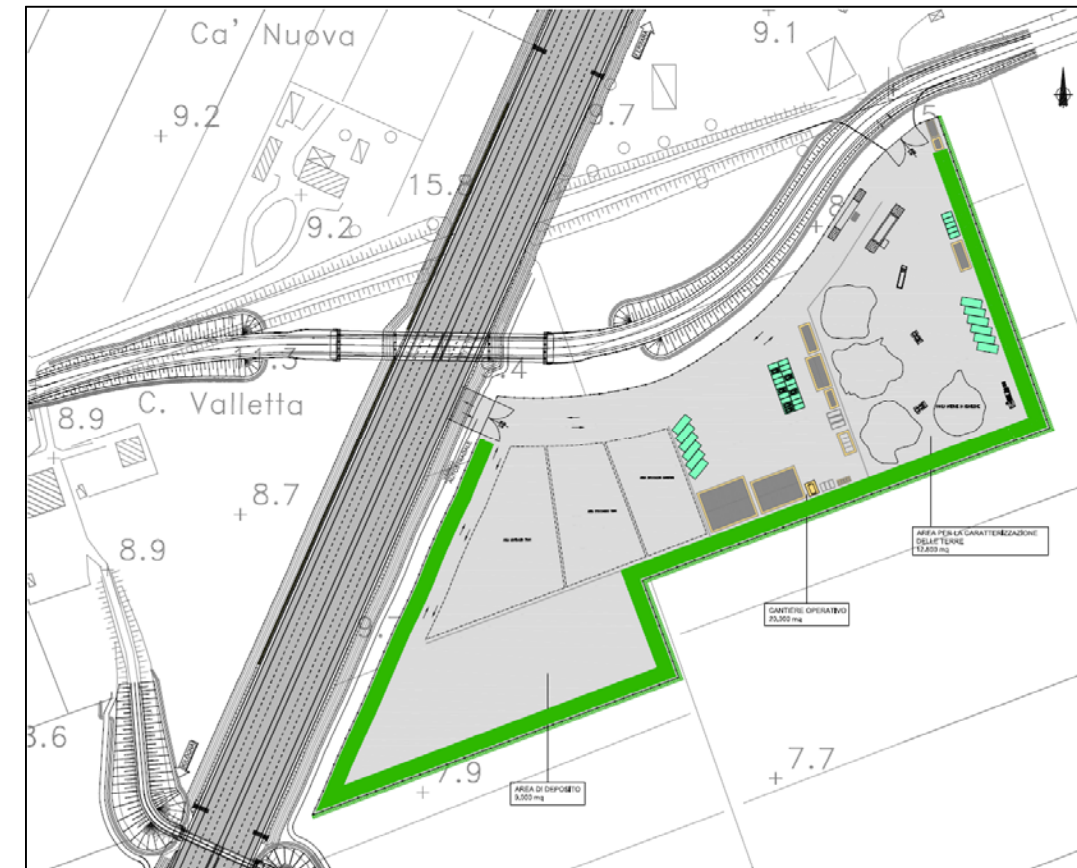
Oltre all'area di stoccaggio materiale ubicata all'interno del cantiere operativo è stata individuata un'area di deposito, di superficie pari a 9.000 mq, che come già detto, in parte verrà utilizzata per lo stoccaggio del materiale superficiale proveniente dallo scotico.

AREA DI CANTIERE CO02



Zone di PRG occupate dal cantiere (Poggio Renatico)

□ Ambiti agricoli



Planimetria layout di cantiere



Foto aerea dell'area di cantiere

3.3 FASIZZAZIONE DEI LAVORI

Per quanto riguarda la cantierizzazione si è scelto di dividere il tratto in cinque tratte d'intervento. In tal modo i lavori possono procedere con cantieri sfalsati (alternativamente in carreggiata nord o sud) in modo da ottimizzare i tempi e evitare l'assenza d'emergenza per tratte estese sulla stessa carreggiata. Quanto sopra consente la realizzazione delle tratte in contemporanea.

In particolare le tratte di cantierizzazione, all'interno delle quali si procederà all'esecuzione dell'ampliamento, sono:

- tratta A che si estende dalla progr. 1+070 (inizio intervento) fino alla progr. 7+300;
- tratta B che si estende dalla progr. 7+300 fino alla progr. 14+108;
- tratta C che si estende dalla progr. 14+108 fino alla progr. 18+989;
- tratta D che si estende dalla progr. 18+989 fino alla progr. 27+265;
- tratta E che si estende dalla progr. 27+265 fino alla progr. 33+547 (fine intervento).

3.3.1 Sezioni tipo di intervento e fasi di traffico

L'infrastruttura esistente ha una sezione tipo con piattaforma da 22,70 m, con due corsie da 3,75 m per senso di marcia, corsie d'emergenza da 2,75 m e spartitraffico bifilare da 2,20 m.

La sezione tipo di progetto corrisponde alla categoria A del D.M. 5/11/2001, caratterizzata da 3 corsie da 3,75 m, margine interno di 4 m (2,60 m di spartitraffico e due banchine in sx da 0,70 m) e corsie d'emergenza di 3 m, per un'ampiezza complessiva di 32,50 m.

Durante le lavorazioni la larghezza minima delle carreggiate aperte al traffico è di 6,90 m, atta a mantenere tre corsie di larghezza ridotta.

L'articolazione trasversale della piattaforma, inoltre, è tale da garantire in tutte le fasi almeno una corsia d'emergenza lungo uno dei due sensi di marcia, che non venga ad interrompersi nella sua estensione longitudinale lungo il tratto, salvo nei punti singolari ove le lavorazioni non lo consentano.

La separazione e la protezione del cantiere dal traffico autostradale è assicurata dall'installazione di barriera new-jersey in cls., posta a filo della carreggiata autostradale provvisoria. Sono da predisporre delle piazzole provvisorie ogni 500 m circa.

Inoltre, sono previsti dei by-pass nel new-jersey centrale ogni 2.000 m circa, al fine di consentire l'intervento dei mezzi di soccorso anche nella carreggiata ove sia assente la corsia d'emergenza, passando sull'altra carreggiata, appunto, nel varco più vicino a valle dell'incidente e percorrendo contromano la carreggiata opposta.

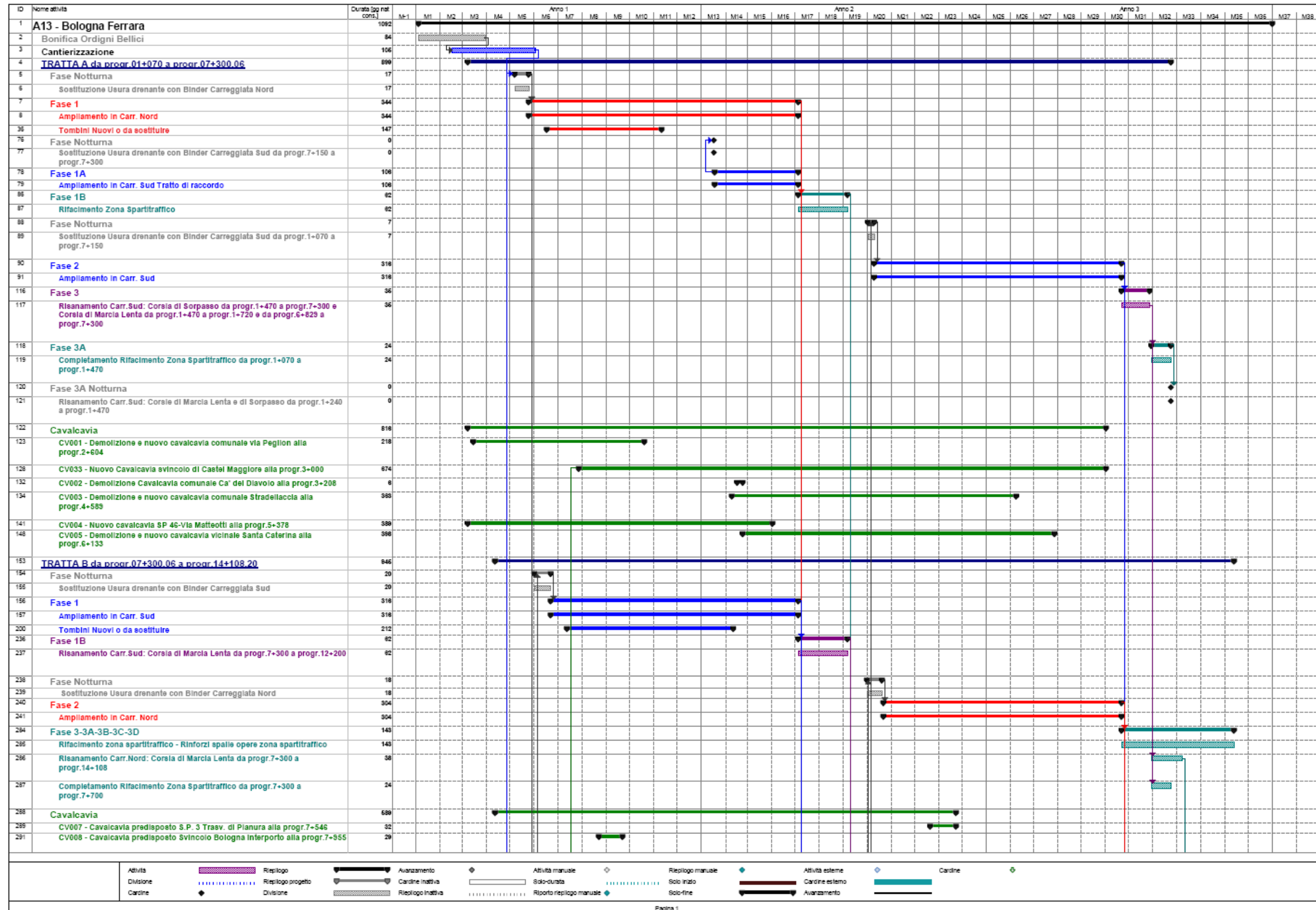
In linea generale, nei tratti in sede naturale in rettilineo sono comunque previste 3 fasi, ossia:

0. soppressione puntuale della corsia di emergenza, della carreggiata che verrà ampliata in fase 2, per la realizzazione delle fondazioni e delle elevazioni delle spalle dei soli cavalcavia in affiancamento che interferiscono con la corsia d'emergenza.

1. riduzione della larghezza delle corsie e occupazione col cantiere della corsia d'emergenza di una carreggiata e ampliamento del corpo stradale sulla stessa carreggiata, con mantenimento delle due corsie più emergenza sulla carreggiata opposta;
2. riduzione della larghezza delle corsie e occupazione col cantiere della corsia d'emergenza sull'altra carreggiata e ampliamento del corpo stradale, ripristino della corsia d'emergenza sulla carreggiata ampliata in prima fase;
3. spostamento del traffico sulle corsie esterne ai lati del cantiere e adeguamento dello spartitraffico.

Oltre alle fasi principali, sono previste delle fasi secondarie necessarie per effettuare le ricariche sulle carreggiate e per effettuare i risanamenti delle corsie di marcia.

Le tempistiche di realizzazione delle varie opere e le relazioni temporali tra di esse sono riportate nel seguente "Diagramma dei lavori"; la durata complessiva dei lavori è pari a 36 mesi.



3.4 ESPROPRI

Il progetto definitivo evidenzia anche, con una apposita sezione, le aree da doversi impegnare per la realizzazione delle opere in esame.

Tale sezione è composta di una parte grafica (piano particellare), di una descrittiva (elenco ditte da espropriare) e della stima dei costi delle espropriazioni.

La parte grafica riporta la proiezione del perimetro dell'esproprio sulla mappa catastale, sovrapponendo la stessa mappa al rilievo reale e alla planimetria di progetto con ancoraggio a punti significativi (punti trigonometrici georeferenziati, capisaldi in genere).

La parte descrittiva contiene l'elenco delle ditte catastalmente intestatarie dei fondi da doversi espropriare. Per ciascuna ditta sono stati riportati i mappali da acquisire in via ablativa od occupare in tutto o in parte, con l'indicazione delle relative superfici, intere, di quelle di esproprio 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.

Dopo la formazione del piano particellare vengono conteggiate le somme necessarie agli espropri con le seguenti modalità: determinate le superfici necessarie alla realizzazione dell'opera, vengono eseguiti dei sopralluoghi sui siti interessati, atti ad identificare l'attuale destinazione dei beni immobili, nonché le relative colture prevalenti in atto, provvedendo a distinguere, con successive indagini relative alle destinazioni urbanistiche, l'effettivo valore riferito alla specifica attribuzione di aree non edificabili, edificate e a potenzialità edificatoria legale.

Prevalentemente le aree interessate dalle opere sono da considerarsi agricole e marginalmente edificate e quindi da doversi indennizzare applicando le previsioni normative stabilite dall'art. 40 comma 1 con il valore venale per territorialità omogenea (aree non edificabili -sentenza della Corte Costituzionale n 181/2011) e dall'art 38 (aree edificate) del D.P.R. 327/2001 e s.m.i..

Invece per le limitate aree a potenzialità edificatoria legale o assimilate, in attuazione alle norme indicate dall'art. 37 del sopraccitato T.U, è stato temperato il valore venale ai valori di mercato delle zone in esame.

Sono stati infine calcolati gli importi per la corresponsione delle indennità aggiuntive di d'occupazione temporanea preordinata e non preordinata all'espropriazione, applicando il criterio della presumibile incidenza del danno determinato dal mancato godimento del bene per la durata della sua detenzione, per gli asservimenti, per il frazionamento della proprietà, per i costi tecnici della procedura espropriativa e per le imposte.

3.5 INTERFERENZE

Nella previsione del piano finanziario sono stati esaminati anche i costi necessari per adeguare i servizi tecnologici che interferiscono con la realizzazione dell'opera.

Una volta individuate le reti esistenti, si è provveduto a verificarne le caratteristiche principali delle linee presso i gli Enti gestori o proprietari. Delle interferenze censite sono state redatte delle opportune planimetrie di censimento e ipotizzato dal progettista la possibile risoluzione.

Gli oneri per la risoluzione delle interferenze sono stati indicati, per ogni singola interferenza, tenendo 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 stato 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.

3.6 INDIVIDUAZIONE DEI POSSIBILI SITI DI CAVA, IMPIANTI E DISCARICHE

Il presente paragrafo mira a fornire un quadro conoscitivo delle risorse necessarie per la realizzazione dell'ampliamento alla terza corsia dell'Autostrada A13 Bologna-Padova, nel tratto Bologna Arcoveggio – Ferrara Sud.

Nello specifico viene indicata l'ubicazione e i dati utili dei siti individuati (in un raggio di circa 80 km dall'intervento), distinti in cave attive per l'approvvigionamento dei materiali e siti per il conferimento a discarica.

Per maggiori dettagli relativamente all'ubicazione dei siti individuati e ai percorsi di collegamento fra tali siti e le aree di intervento, si fa riferimento all'elaborato grafico specifico "AMB-QPGT-062 – Cantierizzazione: Planimetria ubicazione cave, discariche e viabilità".

3.6.1 Siti di cava

Per ogni impianto individuato è stata predisposta una scheda in cui sono riportate le seguenti informazioni:

- numero identificativo del sito;
- nominativo impresa;
- ubicazione;
- nominativi e contatti dei referenti;
- autorizzazione all'escavazione;
- distanza nel percorso stradale ed autostradale;
- tipologia materiale estratto;
- potenzialità complessiva del sito, capacità e tipologie di produzione;

- fasi di lavorazione successive (frantumazione, vagliatura, miscelazione);
- impianti a disposizione;
- prezzi per gli inerti;
- ubicazione, itinerario di collegamento e stralcio planimetrico;
- documentazione fotografica esplicativa del sito.

Di seguito è riportata una tabella riepilogativa dei volumi residui e delle produzioni relative ad ogni singola cava.

Per gli aspetti di dettaglio relativi ai siti di cava, si rimanda alla relazione specifica appositamente predisposta nel progetto definitivo (cfr. elaborato CAP101 – Censimento cave - Schede).

N	Sito	Comune	QUANTITÀ DISPONIBILI				CAPACITÀ PRODUTTIVA GIORNALIERA				Distanza dal baricentro del lotto (- 5 km ai soli fini contabili)
			Materiale da rilevato	Stabilizzato	Ghiaie e Sabbie	Materiali di natura basaltica	Materiale da rilevato	Stabilizzato	Ghiaie e Sabbie	Materiali di natura basaltica	
1	CAVE SAN BARTOLO SRL	RAVENNA (RA)	300,000.00	-	130,000.00	-	500.00	-	500.00	-	102
2	CAVA GHISIOLA 2	CASTEL SAN PIETRO TERME (BO)	366,000.00	-	91,000.00	-	4,000.00	-	2,000.00	-	48
3	CAVA RIPA CALBANA	MASROLA DI BORGHI (FC)	500,000.00	110,000.00	1,855,000.00	-	1,000.00	500.00	300.00	-	131
4	POLO BOSCHETTO	SALA BOLOGNESE (BO)	595,000.00	-	255,000.00	-	1,500.00	-	500.00	-	19
5	POLO S. VITALE	CALDERARA DI RENO (BO)	-	-	1,600,000.00	-	-	-	1,500.00	-	26
6	S. ANNA	BOLOGNA (BO)	50,000.00	70,000.00	60,000.00	-	500.00	1000.00	1000.00	-	26
7	CAVA CASALINO	SASSO MARCONI (BO)	-	-	1,500,000.00	-	-	-	150.00	-	36
8	CAVA SOLIMEI 2	SAN CESARIO SUL PANARO (MO)	-	-	160,000.00	-	-	-	2,000.00	-	46
9	CAVA PADULLI	VALSAMOGGIA (BO)	-	-	60,000.00	-	-	-	1,000.00	-	45
10	CAVA AREA 10	MODENA (MO)	100,000.00	100,000.00	200,000.00	-	2,000.00	1,000.00	2,000.00	-	73
11	CAVA RIO CARONARO	MARZABOTTO (BO)	650,000.00	3,000.00	-	-	400	400	-	-	48
12	CAVE "DEL MONTE"	BORGHI (FC)	79,500.00	85,000.00	80,000.00	-	900.00	620.00	860.00	-	131
13	CAVA CASTIGLIA INERTI	SAN LAZZARO DI SAVENA (BO)	100,000.00	150,000.00	80,000.00	-	2,000.00	700.00	500.00	-	29
14	CAVA SAN NICCOLO'	BOLOGNA (BO)	-	-	80,000.00	-	-	-	1,000.00	-	25
15	CAVA RIVABELLA (LAVINO 2003)	ZOLA PEDROSA (BO)	-	-	30,000.00	-	-	-	1,000.00	-	36
16	CANTIERE DI ZELLO	IMOLA (BO)	-	40,000.00	236,000.00	-	-	500.00	4,000.00	-	61
17	CANTIERE DI CASTEL SAN PIETRO	CASTEL SAN PIETRO TERME (BO)	-	20,000.00	136,000.00	-	-	500.00	500.00	-	50
18	CAVA BOSCO LAURI	MONTECCHIA DI CROSARA (VR)	500,000.00	25,000.00	2,300,000.00	2,300,000.00	1,500.00	400.00	600.00	1,000.00	136
19	CAVA "IL CORNALE"	LOC IL CORNALE - CASTEL VISCARDO (TR)	-	-	-	6,000,000.00	-	-	-	4,000.00	299
20	CAVA BARTOLINA	LOC GAVORRINA - GAVORRANO (GR)	-	-	-	600,000.00	-	-	-	1,200.00	291
21	CANTIERE LINARO	IMOLA (BO)	-	20,000.00	136,000.00	-	-	500.00	500.00	-	
22	CAVA PIANELLI	DOZZA (BO)	200,000.00	-	-	-	850.00	-	-	-	
TOTALE			3,440,500.00	623,000.00	8,989,000.00	8,900,000.00	15,150.00	6,120.00	19,910.00	6,200.00	

Figura 3—4 Tabulato riepilogativo: siti di cava

3.6.2 Siti per discariche

Per ogni impianto individuato è stata predisposta una scheda in cui sono riportate le seguenti informazioni:

- numero identificativo del sito;
- nominativo impresa;
- ubicazione;
- nominativi e contatti dei referenti;
- autorizzazione all'esercizio;
- distanza nel percorso stradale ed autostradale;
- tipologia materiale conferibili;
- potenzialità complessiva del sito e quantità conferibili;
- prezzi;
- ubicazione, itinerario di collegamento e stralcio planimetrico;
- documentazione fotografica esplicativa del sito.

Di seguito è riportata una tabella riepilogativa dei volumi residui e delle capacità relative ad ogni singola discarica.

Per gli aspetti di dettaglio relativi ai siti di cava, si rimanda alla relazione specifica appositamente predisposta nel progetto definitivo (cfr. elaborato CAP102 – Censimento discariche - Schede).

N	Sito	Comune	MATERIALI CONFERIBILI TOTALI(mc)			MATERIALI CONFERIBILI GIORNALIERI (mc)			DISTANZA Distanza dal baricentro del lotto (- 5 km ai soli fini contabili)
			Materiale terroso codice CER 17.05.04	Fresato d'asfalto codice CER 17.03.02	Rifiuti assimiliabili RSU codice CER 20.03.01 - 20.03.03 - 20.03.07 - 20.03.99	Materiale terroso codice CER 17.05.04	Fresato d'asfalto codice CER 17.03.02	Rifiuti assimiliabili RSU codice CER 20.03.01 - 20.03.03 - 20.03.07 - 20.03.99	
1	C.A.R. - CENTRO AUTORIZZATO RICICLAGGIO - S.R.L.	IMOLA (BO)	45,000.00	130,000.00	-	250.00	250.00	-	56
2	CENTRO RECUPERO MATERIALI INERTI "Cà Bianca"	CASTEL SAN PIETRO TERME (BO)	13,500.00	13,500.00	-	1,500.00	1,500.00	-	44
3	IMPIANTO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO	POGGIO TORRIANA (RN)	-	4,000.00	-	-	550.00	-	127
4	IMPIANTO DI RECUPERO	BOLOGNA (BO)	91,000.00	2,500.00	15,000.00	330.00	330.00	330.00	19
5	S.ANNA	CALDERARA DI RENO (BO)	16,500.00	30,000.00	-	2,500.00	2,500.00	-	26
6	CAVA SIM MORRAZZO	BOLOGNA (BO)	250,000.00	-	-	1,000.00	-	-	28
7	RIPRISTINO AMBIENTALE - R10	IMOLA (BO)	55,000.00	-	-	400.00	-	-	57
8	CANTIERE DI LINARO - R5	IMOLA (BO)	-	4,000.00	6,000.00	-	150.00	200.00	66
9	CAVA PADULLI (ESERCENTE SOC.OASI SCRL)	VALMASOGGIA (BO)	100,000.00	-	-	2,000.00	-	-	45
10	CANTIERE DI CASTEL SAN PIETRO - R5	CASTEL SAN PIETRO TERME (BO)	-	700.00	1,000.00	-	100.00	150.00	50
11	CANTIERE DI ZELLO - R5	IMOLA (BO)	-	700.00	1,000.00	-	100.00	150.00	60
12	S.A.P.A.B.A. S.P.A.	SASSO MARCONI (BO)	-	9,000.00	-	-	200.00	-	36
13	CASTIGLIA INERTI SRL	SAN LAZZARO DI SAVENA (BO)	15,000.00	-	-	400.00	-	-	29
TOTALE			586,000.00	194,400.00	23,000.00	8,380.00	5,680.00	830.00	

Figura 3—5 Tabulato riepilogativo: siti per discariche

4 GESTIONE DEI MATERIALI E DELLE TERRE DA SCAVO

La procedura di gestione dei materiali e delle terre da scavo è svolta ai sensi del D.M. 161/2012. Il Proponente tra gli elaborati progettuali ha presentato il Piano di Utilizzo dei materiali da scavo, in ottemperanza a quanto indicato dall'art. 5 del Regolamento per la gestione dei materiali da scavo, adottato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) di concerto con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - ai sensi dell'art. 184-bis, comma 2 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i. e dell'art. 49 del decreto legge 24 gennaio 2012, n. 1 - con Decreto Ministeriale n.161 del 10 agosto 2012.

Il Piano di Utilizzo, redatto secondo le indicazioni di cui all'Allegato 5 del Regolamento, costituisce parte integrante del Progetto Definitivo e descrive le modalità di gestione dei materiali da scavo derivanti dalla realizzazione dell'intervento stradale. Il documento 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..

Le eventuali attività di smaltimento in discarica o di un loro recupero in impianto autorizzato, seguiranno la normativa di individuazione e classificazione dei rifiuti ed i criteri di gestione e trasporto in discarica.

Per il dettaglio dei volumi complessivi dei materiali da movimentare nella fase costruttiva del progetto, si rimanda al paragrafo seguente sul Bilancio dei materiali e delle terre da scavo, ove sono riportati, in sintesi, i dati di produzione degli scavi, di fabbisogno per la realizzazione dei diversi interventi, di approvvigionamento da impianti esterni e di esubero da inviare a smaltimento autorizzato.

Di seguito sono sintetizzate le informazioni sul piano di caratterizzazione ambientale eseguito nell'ambito del progetto.

4.1 IDENTIFICAZIONE DEI SITI DI SCAVO E DETERMINAZIONE DELLE INDAGINI, AI SENSI DEL D.M. 161/2012

In relazione all'inquadramento progettuale ed al sistema di cantierizzazione proposto con le relative fasi di lavorazione, sono stati individuati 6 ambiti di scavo. Questi ambiti,

identificati nel presente Piano di Utilizzo, sono funzionali alla gestione ai sensi del D.M. 161/2012 dei materiali di scavo, prevista in progetto lungo l'intero tracciato.

I 6 ambiti individuati in fase di progetto sono:

- **Tratta A**, lunghezza in metri lineari 6230, da pk 1+070,00 a pk 7+300,06;
- **Tratta B**, 6808 m, da pk 7+300,06 a pk 14+108,20;
- **Tratta C**, 4881 m, da pk 14+108,20 a pk 18+989,28;
- **Tratta D**, 8276 m, da pk 18+989,28 a pk 27+265,50;
- **Tratta E**, 6282 m, da pk 27+265,50 a pk 33+547,00.
- **Aree di cantiere**: CB01, CO01 e CO02.

Tale suddivisione è risultata funzionale anche al piano di indagine per la caratterizzazione ambientale in fase di progettazione, che ha interessato l'intero tracciato e di seguito descritto.

4.1.1 Criteri di ubicazione dei punti d'indagine

La caratterizzazione delle caratteristiche chimiche dei terreni interessati è stata definita in base all'estensione delle aree o tratti di progetto con lo scopo di ottenere, prima della fase di scavo, un esaustivo grado di conoscenza dei requisiti ambientali. Tale attività ha avuto anche la finalità di determinare eventuali situazioni di contaminazione o di individuare valori di concentrazione elementare riconducibili al fondo naturale.

Nella predisposizione del piano di indagini, sono state considerate le pressioni antropiche presenti le conoscenze desunte dagli studi geognostici e la tipologia di interventi previsti in progetto.

Nell'ubicazione delle indagini si sono tenuti in conto i seguenti aspetti:

- omogeneità litologica, riferita specialmente alla presenza continua di depositi alluvionali, costituiti principalmente da sabbie, ghiaie e limi;
- tipologia delle aree interferite;
- particolarità e tipologia delle opere previste nei diversi ambiti, caratterizzate da una certa continuità riferita soprattutto alla disposizione dei diversi rilevati stradali.

Come da Allegato 2 del Regolamento, l'individuazione della densità dei punti di indagine nonché la loro ubicazione è stata basata su considerazioni di tipo ragionato lungo i diversi ambiti, in considerazione degli interventi e delle opere da realizzare.

I punti d'indagine hanno seguito pertanto un modello statistico e sono stati localizzati in posizione opportuna. Nel seguente schema vengono definiti i punti di indagine per ciascuna tipologia progettuale.

Tabella 4—1 Disposizioni per il campionamento da All. 2 del D.M. 161/2012

		ESTENSIONI	PRELIEVI	NOTE
1	AREE DI CANTIERE	Area < 2.500 m ²	minimo n.3	oltre la superficie, l'eventuale volume movimentato (con riferimento ai 3000 mc proposti per la formazione di un cumulo) per eventuali operazioni di rimodellamento e/o predisposizione di bonifica e sistemazione del piano di posa (ad es. almeno 0,6 m da p.c.).
		2.500 < Area < 10.000 m ²	3 + 1 ogni 2.500 m ²	
		> 10.000 m ²	7 + 1 ogni 5.000 m ² eccedenti	
2	TRACCIATO LINEARE	500 m lineari	n.1 campione	prelevare un campione per ogni litologia incontrata
3	SCAVI < 2m PROFONDITÀ	si vedano punti 1 e 2	almeno n. 1 campione da 0 a 1m dal p.c.	prelevare un campione per ogni orizzonte pedologico ritenuto significativo anche nel caso in cui vi siano evidenze organolettiche di potenziale contaminazione
			almeno n. 1 campione fondo scavo	prelevare un campione per ogni orizzonte stratigrafico ritenuto significativo anche nel caso in cui vi siano evidenze organolettiche di potenziale contaminazione
4	SCAVI > 2m PROFONDITÀ	si vedano punti 1 e 2	almeno n. 1 campione da 0 a 1m dal p.c.	prelevare un campione per ogni orizzonte pedologico ritenuto significativo anche nel caso in cui vi siano evidenze organolettiche di potenziale contaminazione
			almeno n. 1 campione fondo scavo	prelevare un campione per ogni orizzonte stratigrafico ritenuto significativo anche nel caso in cui vi siano evidenze organolettiche di potenziale contaminazione
			almeno n. 1 nella zona intermedia	

Le informazioni di ciascun punto d'indagine sono riportate negli elaborati allegati al Piano di Utilizzo. L'ubicazione dei punti è riportata in apposita planimetria, secondo quanto indicato nell'allegato 5 al DM 161/2012.

4.1.2 Piano di indagine per la caratterizzazione ambientale

I punti di indagine lungo il tracciato lineare di interesse effettivamente soggetti a campionamento ed analisi sono stati in totale 48 (si vedano le tabelle seguenti) a fronte dei 72 previsti nel piano di indagini di caratterizzazione.

I 24 punti di indagine mancanti, riferiti ad alcune opere di attraversamento dei corsi d'acqua o di interferenza della viabilità locale, uniti ai punti di indagine relativi alle aree di cantiere, il cui materiale di scavo, costituito dal solo scotico, comunque riutilizzato all'interno delle medesime aree, saranno oggetto di una campagna di indagine ambientale in una successiva fase esecutiva.

Le indicazioni, e le motivazioni della posticipazione sono riportate a conclusione di questo paragrafo. Tuttavia, in relazione a quanto emerso dalle indagini geognostiche e dai rilievi di campo per la caratterizzazione ambientale, si sottolinea comunque l'omogeneità litologica del materiale interessato dalle lavorazioni, lungo l'intero tratto in progetto, riferito quasi esclusivamente a depositi lagunari ed alluvionali costituiti da limi e sabbie. Il campionamento ha riguardato il prelievo di 90 aliquote di terra da scavo, sottoposte poi ad

analisi di laboratorio. I campioni, da sottoporre ad analisi, sono suddivisi principalmente in superficiali, relativi al top soil, ed in campioni "profondi" prelevati entro il primo metro di piano campagna. In alcuni casi il prelievo è stato spinto a profondità maggiori rispetto al primo metro dal p.c. Durante la fase di campionamento, si è tenuto conto delle effettive condizioni del sito, degli orizzonti stratigrafici interessati, delle profondità massime di scavo da p.c. in ciascun punto e della possibilità di accesso in contesti privati.

Lo strato superficiale, top soil, per la presenza della componente organica relativa all'apparato vegetale e radicale, è stato campionato indicativamente nei primi 0,3 m dal p.c., su ogni punto di indagine considerato.

Tabella 4—2 Distribuzione dei punti nelle diverse tratte su cui è stata eseguita la caratterizzazione ambientale in fase progettuale

Ambiti di SCAVO e RIUTILIZZO	lunghezza in ml	Campagna 2016 D.M.161/2012	
		Punti di indagine	Prelievi
Tratta A	6230	9	18
Tratta B	6808	11	22
Tratta C	4881	9	18
Tratta D	8276	9	16
Tratta E	6282	10	16
Totale	32477	48	90

Tabella 4—3 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale, Tratta A

Tratta	n° progr	Codice	pk	carr	X (Gauss-Boaga) m	Y (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
A	1	PZBF01	1+900	N	1688090,1	4934752,9	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	2	PZBF02	2+600	S	1688317,5	4935354,7	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	3	PZBF03	3+000	N	1688546,9	4935820,7	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	4	PZBF04	3+700	N	1688800,4	4936391,9	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	5	PZBF05	4+400	S	1689031,0	4936996,0	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	6	PZBF06	4+900	S	1689206,1	4937406,8	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	7	PZBF07	6+300	N	1689827,9	4938753,1	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	8	PZBF08	6+800	S	1690009,5	4939262,1	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	9	PZBF09	7+100	N	1690162,1	4939522,2	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi

Tabella 4—4 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale, Tratta B

Tratta	n° progr	Codice	pk	carr	X (Gauss-Boaga) m	Y (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
B	10	PZBF10	7+650	S	1690345,1	4940025,4	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	11	PZBF11	8+000	N	1690525,4	4940352,8	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	12	PZBF12	8+650	S	1690765,6	4940978,6	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	13	PZBF13	9+400	N	1691065,6	4941594,6	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	14	PZBF14	9+600	S	1691144,7	4941853,3	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	15	PZBF15	10+300	N	1691417,1	4942450,1	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	16	PZBF16	10+800	S	1691546,7	4942863,5	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	17	PZBF17	11+600	S	1691887,7	4943688,8	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	18	PZBF18	11+900	N	1692093,8	4943977,0	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	19	PZBF19	12+600	S	1692378,4	4944533,3	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
20	PZBF20	14+000	N	1693188,8	4945847,1	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose	

Tabella 4—5 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale, Tratta C

Tratta	n° progr	Codice	pk	carr	X (Gauss-Boaga) m	Y (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
C	21	PZBF21	14+450	S	1693311,7	4946112,6	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	22	PZBF22	14+900	N	1693595,8	4946494,3	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	23	PZBF23	15+600	N	1693968,0	4947064,6	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	24	PZBF24	16+000	S	1694188,6	4947454,8	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	25	PZBF25	16+650	N	1694528,4	4947924,4	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	26	PZBF26	17+300	S	1694860,7	4948489,7	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	27	PZBF27	17+800	N	1695168,6	4948906,5	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	28	PZBF28	18+250	N	1695404,3	4949323,3	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	29	PZBF29	18+800	S	1695674,7	4949746,8	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi

Tabella 4—6 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale, Tratta D

Tratta	n° progr	Codice	pk	carr	X (Gauss-Boaga) m	Y (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
D	30	PZBF30	19+350	N	1695968,3	4950228,5	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	31	PZBF31	19+900	S	1696226,7	4950788,9	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	32	PZBF32	21+100	S	1696793,0	4951838,9	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	33	PZBF33	22+400	N	1697326,8	4952777,4	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	34	PZBF34	23+000	S	1697712,5	4953584,5	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	35	PZBF35	23+450	N	1697892,5	4953830,6	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	36	PZBF36	23+800	S	1698016,4	4954133,5	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	37	PZBF37	24+600	N	1698472,3	4954914,6	1	0,0-0,60;	Argille limose
	38	PZBF38	25+550	S	1698878,2	4955744,3	1	0,0-0,60;	Argille limose

Tabella 4—7 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale, Tratta E

Tratta	n° progr	Codice	pk	carr	X (Gauss-Boaga) m	Y (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
E	39	PZBF39	27+350	S	1699711,7	4957287,1	1	0,0-0,60;	Limi sabbiosi
	40	PZBF40	27+900	N	1699999,2	4957793,4	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	41	PZBF41	28+200	S	1700079,3	4958049,1	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	42	PZBF42	29+700	N	1700702,4	4959418,9	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	43	PZBF43	30+250	S	1700905,5	4959980,4	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	44	PZBF44	30+700	N	1701114,2	4960405,5	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	45	PZBF45	31+200	S	1701279,9	4960860,8	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	46	PZBF46	31+800	S	1701522,5	4961351,6	1	0,0-0,60;	Argille limose
	47	PZBF47	32+600	N	1701848,7	4962120,0	1	0,0-0,60;	Argille limose
48	PZBF48	33+200	S	1701885,0	4962791,3	1	0,0-0,60;	Argille limose	

Inoltre è stato possibile indagare una porzione dell'area di cantiere CB01, nei pressi dello svincolo di Altedo, prelevando da 6 punti sui 18 complessivi previsti, un campione dello scotico superficiale sino alla profondità di 0,4 m da p.c.

Tabella 4—8 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale, Area di cantiere CB01

Area cantiere	n° progr	Codice	X (Gauss-Boaga) m	Y (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
CB01	1	PZCN01	1694188,6	4947454,8	1	0,0-0,60;	Limi sabbiosi
	2	PZCN02	1694528,4	4947924,4	1	0,0-0,60;	Limi sabbiosi
	3	PZCN03	1694868,2	4948394,0	1	0,0-0,60;	Limi sabbiosi
	4	PZCN04	1695208,0	4948863,5	1	0,0-0,60;	Limi sabbiosi
	5	PZCN05	1695547,8	4949333,1	1	0,0-0,60;	Limi sabbiosi
	6	PZCN06	1695887,5	4949802,6	1	0,0-0,60;	Limi sabbiosi

4.1.3 Caratterizzazione ambientale di aree o siti di indagine da completare in una successiva fase esecutiva

Nell'ambito della campagna di indagini, secondo i criteri del Regolamento, sono stati individuati punti di prelievo presso i quali in fase progettuale non è stato possibile eseguire il campionamento o raggiungere la effettiva quota scavo. Ciò è avvenuto in corrispondenza di aree caratterizzate da particolari condizioni, soprattutto per le potenziali interferenze con sottoservizi e opere esistenti.

I punti riferiti alla caratterizzazione delle aree di cantiere sono stati indisponibili in quanto interferenti con aree in coltivazione (porzione del nuovo svincolo di Castelmaggiore, ad esempio), per la non reperibilità o divieto di accesso dei proprietari o per la presenza persistente di acquitrino stagnante, come nel caso dell'area, in parte morfologicamente depressa ed in parte caratterizzata da canalizzazioni, nei pressi della rampa di svincolo di Altedo. Si ribadisce che nel caso delle aree di cantiere il materiale di scavo, nella sola parte di scotico, non subisce particolari movimenti, essendo depositato nel perimetro di duna delle medesime aree e riutilizzato in sito al termine delle lavorazioni per la sistemazione definitiva.

Il campionamento e l'analisi sono rimandati ad una campagna ambientale integrativa da svolgere preventivamente alla fase esecutiva o realizzativa dell'intervento. Tuttavia, in relazione a quanto emerso dalle indagini geognostiche e dai rilievi di campo per la caratterizzazione ambientale, si sottolinea l'omogeneità litologica del materiale interessato dalle lavorazioni, lungo l'intero tratto in progetto, riferito quasi esclusivamente a depositi di argille e sabbie limose.

I punti sono in totale 24 lungo il tracciato, in corrispondenza delle opere d'arte maggiori, già indicate nel precedente capitolo e dove sono previste lavorazioni di scavo profondo.

I punti di indagine nelle 3 aree di cantiere CB01, CO01 E CO02 sono in totale 39, sulla base delle indicazioni di Allegato 4 del D.M. 161/2012 rispetto alla superficie occupata. La disposizione dei punti dovrà seguire un criterio statistico casuale per garantire comunque una copertura omogenea dell'impronta di cantiere. Da ciascun punto di indagine deve essere garantito almeno un prelievo caratteristico della parte vegetale di scotico (0,0 – 0,6 m da p.c.).

4.1.4 Metodica di campionamento

La quantità di prelievi su ciascun punto di indagine individuato ha seguito le indicazioni dell'allegato 4 del DM 161/2012, ponendo attenzione alle effettive condizioni del sito, agli orizzonti stratigrafici interessati, alle profondità massime di scavo da p.c. previste da progetto in ciascun punto e della possibilità di accesso o di interferenza dei punti stessi. Lo scavo di un pozzetto esplorativo ha consentito la verifica:

- degli orizzonti stratigrafici;
- dello spessore della parte superficiale, con presenza dell'apparato radicale e vegetale.

Come anticipato, la caratterizzazione ambientale è stata eseguita mediante profilo con carotieri a mano o scavetti a mano (SM), pozzetti esplorativi (PZ) e sondaggi geognostici finalizzati anche al prelievo ambientale (PB).

Nel caso di sondaggi a carotaggio continuo per i prelievi profondi, le operazioni di selezione da sondaggio sono effettuate prelevando spezzoni di carota alla quota scavo di interesse appena estratti dal carotiere (almeno 3 aliquote) e formando un campione composito da sottoporre ad analisi.

In generale i campioni volti all'individuazione dei requisiti ambientali dei materiali da scavo sono stati prelevati come campioni formati da diversi incrementi prelevati lungo ciascun orizzonte stratigrafico individuato in ogni punto di indagine. Ciò avviene per ottenere una rappresentatività "media" di ciascun strato in relazione agli orizzonti individuati e/o alle variazioni laterali.

Secondo le metodiche standard, indicate in allegato 4 al DM 161/2012, il campionamento è stato effettuato sul materiale tal quale, con le dovute operazioni di quartatura, in modo tale da ottenere un campione rappresentativo.

La formazione del campione è avvenuta su un telo di plastica (polietilene), in condizioni umide e, se necessario, con aggiunta di acqua pura. L'attività si è svolta in condizioni comunque adeguate a evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale. La suddivisione del campione è stata effettuata in più parti omogenee, adottando i metodi della quartatura riportati nella normativa.

La preparazione dei campioni delle matrici terrigene, ai fini della loro caratterizzazione chimico-fisica, è stata effettuata secondo i principi generali presenti in normativa e secondo le ulteriori indicazioni di cui al seguito.

Ogni campione prelevato è stato opportunamente vagliato al fine di ottenere una frazione passante al vaglio 2 cm. Le determinazioni analitiche di laboratorio sono state condotte sull'aliquote di granulometria inferiore a 2 mm e successivamente mediata sulla massa del campione passante al vaglio 2 cm.

Le modalità di conservazione e trasporto del materiale prelevato sono dettate dalla normativa di riferimento (UNI 10802). Il campione di laboratorio è stato raccolto in un idoneo contenitore bocca larga con tappo a chiusura ermetica con sottotappo teflonato, sigillato ed etichettato con la data di prelievo, con il riferimento al sito di prelievo e, quindi, all'area di lavoro di provenienza.

4.1.5 Analisi chimiche di laboratorio

Le analisi chimiche dei campioni di terreno sono state eseguite presso un laboratorio riconosciuto ed accreditato, secondo il sistema di certificazione ACCREDIA, ai sensi della normativa vigente in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN EN ISO 17025.

Le analisi chimico-fisiche sono state condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite e comunque sono utilizzate le migliori metodologie analitiche ufficialmente riconosciute per tutto il territorio nazionale che presentino un limite di quantificazione il più prossimo ai valori di cui sopra.

Si è eseguito, secondo le indicazioni di cui alla tabella 4.1 dell'allegato 4 del DM 161/2012 (sostanze indicatrici), il seguente set analitico di base:

- Composti inorganici: Arsenico (As); Cadmio (Cd); Cobalto (Co); Cromo (Cr) totale; Cromo (Cr) VI; Mercurio (Hg); Nichel (Ni); Piombo (Pb); Rame (Cu); Vanadio (V); Zinco (Zn);
- Idrocarburi pesanti (C>12);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici indicati in tabella 1, allegato 5 alla parte Quarta del D.Lgs. n. 152/06;
- Composti aromatici: Benzene; Etilbenzene; Stirene; Toluene; Sommatoria organici aromatici;
- Amianto.

I risultati delle analisi sui campioni sono stati confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B della tabella 1, allegato 5 al titolo V parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica dei siti di scavo.

4.2 CARATTERISTICHE CHIMICHE PER LA QUALIFICAZIONE DEL MATERIALE DI SCAVO

4.2.1 Sintesi dei risultati delle caratterizzazioni

I risultati analitici, riportati in allegato, permettono di definire che:

- a) Il 100% dei 96 campioni analizzati in laboratorio, ai sensi del D.M. 161/2012, 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) Il 86% dei campioni prelevati lungo il tracciato lineare (90) 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.;
- c) I superamenti rilevati nei terreni lungo il tracciato con valori al di sopra delle soglie di colonna A si riferiscono a 13 campioni, di cui 8 prelevati da 4 punti di indagine, in

concentrazioni di idrocarburi pesanti (11 superamenti), Zinco (4) e Cromo VI (1); nel commento di dettaglio dei superamenti riferiti alle soglie per i siti a destinazione verde residenziale si può notare che:

- sono stati riscontrati alcuni superamenti delle soglie di colonna A in Zinco (6); si tratta di situazioni puntuali, diversamente distribuite lungo il tracciato, spesso unite a superi in idrocarburi pesanti (11 campioni); in generale tali elementi e le relative concentrazioni sono sintomatici in prossimità di una struttura viaria con intenso traffico veicolare, perché riconducibili ad usura degli asfalti ed al degrado di alcune parti meccaniche e gomme dei mezzi di trasporto; il cromo VI rappresenta un dato puntuale rilevato nel prelievo a 0,3-0,8 m da p.c. nel sito PZBF27.
- d) 88 campioni analizzati in laboratorio e prelevati nelle aree di scavo risulta conforme ai limiti di CSC di colonna A della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06, riferiti alle concentrazioni in composti "indicatori" di potenziali criticità ambientali, ad eccezioni perciò di 2 campioni, prelevati lungo la verticale del punto di indagine PZBF26, dove si segnalano concentrazioni al di sopra delle CSC di colonna A;
- e) per quanto riguarda la presenza di fibre amiantifere, in coerenza con la natura geologica dei terreni, 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.

Sui 6 campioni prelevati nell'area di cantiere CB01 si osserva che 4 punti rilevano superamenti in colonna A di idrocarburi pesanti, in 2 casi associati a valori anomali in Zinco. L'area risulta essere collocata in parte all'interno del ramo di Svincolo di Altedo e ha una conformazione depressa, con canalizzazione interna e presenza pressoché permanente di acquitrini stagnanti.

Tabella 4—9 Riepilogo sintetico degli esiti analitici di laboratorio e del numero di superamenti rilevati nell'indagine ambientale eseguita ai sensi del D.M. 161/2012

Ambito/Campioni	CSC		Totale
	A	B	
Tratta A	16	2	18
Tratta B	19	3	22
Tratta C	12	6	18
Tratta D	14	2	16
Tratta E	16	0	16
Totali campioni	77	13	90
% su intero intervento			
Tratta A	17,8	2,2	20,0
Tratta B	21,1	3,3	24,4
Tratta C	13,3	6,7	23,4
Tratta D	15,6	2,2	20,8
Tratta E	17,8	0,0	20,8

Totali	85,6	14,4	100,0
% sul parziale di tratta			
Tratta A	88,9	11,1	100
Tratta B	86,4	13,6	100
Tratta C	66,7	33,3	100
Tratta D	87,5	12,5	100
Tratta E	100,0	0,0	100

	CSC		
Ambito/Campioni	A	B	Totale
CB01	2	4	6

Tratta	Numero	Sigla campione	pk di prelievo	carr	Prof (m da p.c.)	Soglia	evidenza chimica
A	1	PZ-BF-01	1+900	N	0,0-0,3	A	
	2	PZ-BF-01			0,3-0,8	A	
	3	PZ-BF-02	2+600	S	0,0-0,3	A	
	4	PZ-BF-02			0,3-0,8	A	
	5	PZ-BF-03	3+000	N	0,0-0,3	A	
	6	PZ-BF-03			0,3-0,8	A	
	7	PZ-BF-04	3+700	N	0,0-0,3	A	
	8	PZ-BF-04			0,3-0,8	A	
	9	PZ-BF-05	4+400	S	0,0-0,3	B	C>12
	10	PZ-BF-05			0,3-0,8	B	C>12
	11	PZ-BF-06	4+900	S	0,0-0,3	A	
	12	PZ-BF-06			0,3-0,8	A	
	13	PZ-BF-07	6+300	N	0,0-0,3	A	
	14	PZ-BF-07			0,3-0,8	A	
	15	PZ-BF-08	6+800	S	0,0-0,3	A	
	16	PZ-BF-08			0,3-0,8	A	
	17	PZ-BF-09	7+100	N	0,0-0,3	A	
	18	PZ-BF-09			0,3-0,8	A	
B	19	PZ-BF-10	7+650	S	0,0-0,3	A	
	20	PZ-BF-10			0,3-0,8	A	
	21	PZ-BF-11	8+000	N	0,0-0,3	A	C>12
	22	PZ-BF-11			0,3-0,8	B	
	23	PZ-BF-12	8+650	S	0,0-0,3	A	
	24	PZ-BF-12			0,3-0,8	A	
	25	PZ-BF-13	9+400	N	0,0-0,3	A	
	26	PZ-BF-13			0,3-0,8	A	
	27	PZ-BF-14	9+600	S	0,0-0,3	B	C>12
	28	PZ-BF-14			0,3-0,8	B	C>12
	29	PZ-BF-15	10+300	N	0,0-0,3	A	
	30	PZ-BF-15			0,3-0,8	A	
C	31	PZ-BF-16	10+800	S	0,0-0,3	A	
	32	PZ-BF-16			0,3-0,8	A	
	33	PZ-BF-17	11+600	S	0,0-0,3	A	
	34	PZ-BF-17			0,3-0,8	A	
	35	PZ-BF-18	11+900	N	0,0-0,3	A	
	36	PZ-BF-18			0,3-0,8	A	
	37	PZ-BF-19	12+600	S	0,0-0,3	A	
	38	PZ-BF-19			0,3-0,8	A	
	39	PZ-BF-20	14+000	N	0,0-0,3	A	
	40	PZ-BF-20			0,3-0,8	A	
D	41	PZ-BF-21	14+450	S	0,0-0,3	B	Zn
	42	PZ-BF-21			0,3-0,8	A	
	43	PZ-BF-22	14+900	N	0,0-0,3	A	
	44	PZ-BF-22			0,3-0,8	A	
	45	PZ-BF-23	15+600	N	0,0-0,3	B	C>12
	46	PZ-BF-23			0,3-0,8	A	
	47	PZ-BF-24	16+000	S	0,0-0,3	B	C>12
	48	PZ-BF-24			0,3-0,8	A	
	49	PZ-BF-25	16+650	N	0,0-0,3	A	
	50	PZ-BF-25			0,3-0,8	A	
	51	PZ-BF-26	17+300	S	0,0-0,3	B	Zn, C>12, IPA
	52	PZ-BF-26			0,3-0,8	B	Zn, C>12, IPA
	53	PZ-BF-27	17+800	N	0,0-0,3	A	
	54	PZ-BF-27			0,3-0,8	B	Dr VI
	55	PZ-BF-28	18+250	N	0,0-0,3	A	
	56	PZ-BF-28			0,3-0,8	A	
	57	PZ-BF-29	18+800	S	0,0-0,3	A	
	58	PZ-BF-29			0,3-0,8	A	
E	59	PZ-BF-30	19+350	N	0,0-0,3	B	C>12
	60	PZ-BF-30			0,3-0,8	B	Zn, C>12
	61	PZ-BF-31	19+900	S	0,0-0,3	A	
	62	PZ-BF-31			0,3-0,8	A	
	63	PZ-BF-32	21+100	S	0,0-0,3	A	
	64	PZ-BF-32			0,3-0,8	A	
	65	PZ-BF-33	22+400	N	0,0-0,3	A	
	66	PZ-BF-33			0,3-0,8	A	
	67	PZ-BF-34	23+000	S	0,0-0,3	A	
	68	PZ-BF-34			0,3-0,8	A	
	69	PZ-BF-35	23+450	N	0,0-0,3	A	
	70	PZ-BF-35			0,3-0,8	A	
E	71	PZ-BF-36	23+800	S	0,0-0,3	A	
	72	PZ-BF-36			0,3-0,8	A	
	73	PZ-BF-37	24+600	N	0,0-0,3	A	
	74	PZ-BF-38	25+550	S	0,0-0,3	A	
	75	PZ-BF-39	27+350	S	0,0-0,3	A	
	76	PZ-BF-40	27+900	N	0,0-0,3	A	
	77	PZ-BF-40			0,3-0,8	A	
	78	PZ-BF-41	28+200	S	0,0-0,3	A	
	79	PZ-BF-41			0,3-0,8	A	
	80	PZ-BF-42	29+700	N	0,0-0,3	A	
E	81	PZ-BF-42			0,3-0,8	A	
	82	PZ-BF-43	30+250	S	0,0-0,3	A	
	83	PZ-BF-43			0,3-0,8	A	
	84	PZ-BF-44	30+700	N	0,0-0,3	A	
	85	PZ-BF-44			0,3-0,8	A	
	86	PZ-BF-45	31+200	S	0,0-0,3	A	
	87	PZ-BF-45			0,3-0,8	A	
	88	PZ-BF-46	31+800	S	0,0-0,3	A	
	89	PZ-BF-47	32+600	N	0,0-0,3	A	
	90	PZ-BF-48	33+200	S	0,0-0,3	A	

Tabella 4—10 Sintesi delle analisi chimiche per la classificazione ambientale delle terre

Per completezza di trattazione, si evidenzia un trend di miglioramento degli esiti analitici del 2016, con i dati di laboratorio della campagna eseguita nel 2011, ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., durante la precedente fase progettuale. Si rileva la riduzione dei valori di concentrazioni in Zinco sopra la soglia di colonna A ed in generale in alcuni metalli pesanti caratteristici della tipologia di pressione antropica esercitata (ad es. Piombo), ma soprattutto la diminuzione dei tenori nei composti organici, caratterizzati da una componente volatile legata al carico del sistema veicolare.

In relazione a ciò si sottolinea come il tratto autostradale, oggetto degli interventi in progetto, sia stato sufficientemente investigato ai fini della caratterizzazione ambientale dei terreni: su circa 32 km di tracciato sono stati ubicati, tra recente e precedente campagna di caratterizzazione, 94 punti di indagine con il prelievo di circa 140 campioni, al netto dei punti (24 lungo il tratto) e, rimandati alla fase preliminare dei lavori per il completamento del piano di caratterizzazione ai sensi del D.M. 161/2012. Di seguito si riportano per un confronto i dati di sintesi delle campagne svolte nel 2011 e nel 2016. Per la definizione dei requisiti di compatibilità ambientale delle terre da scavo si è fatto riferimento ai dati della campagna del 2016.

Tabella 4—11 Quadro complessivo dei prelievi effettuati lungo il tracciato in progetto nelle 2 campagne di indagine ambientale svolte nel 2011 e nel 2016

Ambiti di SCAVO e RIUTILIZZO	lunghezza in ml	Campagna 2011 D.Lgs.152/2006		Campagna 2016 D.M.161/2012	
		Punti di indagine	Prelievi	Punti di indagine	Prelievi
Tratta A	6230	8	8	9	18
Tratta B	6808	15	15	11	22
Tratta C	4881	11	11	9	18
Tratta D	8276	6	6	9	16
Tratta E	6282	6	6	10	16
Totale	32477	46	46	48	90

4.2.2 Conclusioni

Complessivamente tali risultati consentono, quindi, di affermare che:

- 1) 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**;
- 2) tutti i materiali scavati possono essere reimpiegati per la realizzazione di rinterri, 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;

- 3) la maggior parte dei materiali può essere riutilizzato in siti a destinazione verde o residenziale o anche come reimpiego in porzioni sature;
- 4) **per tutti i materiali sono soddisfatti i requisiti di compatibilità ambientale**, in relazione alla coincidenza dei siti di scavo con le destinazioni di riutilizzo.

4.3 COMPATIBILITÀ AMBIENTALI DEI MATERIALI DA SCAVO NEI SITI DI UTILIZZO

I siti di utilizzo, negli ambiti individuati, sono sostanzialmente coincidenti con i siti di produzione. Pertanto, al netto di ulteriori indagini di caratterizzazione rimandate ad una fase esecutiva o realizzativa, la caratterizzazione dei siti di utilizzo è pertanto costituita dalle stesse informazioni finalizzate alla caratterizzazione dei siti di scavo.

Si ribadisce che il riutilizzo del materiale di scavo è previsto in sostanza lungo il tratto lineare di rilevato oggetto degli scavi.

Sulla base degli esiti analitici emersi lungo il tracciato dai dati puntuali, è possibile proporre una suddivisione delle 5 tratte, identificate secondo il D.M. 161/2012, per un inquadramento dei materiali di scavo in sub-tratte secondo una CSC principale di riferimento. Questo approccio parte dalla definizione, descritta in premessa, di uniformità delle condizioni al contorno, come il contesto litologico e territoriale, la tipologia della pressione antropica presente e le modalità delle lavorazioni all'aperto. Perciò, in relazione alla densità dei punti di indagine ed alla loro posizione lungo il tracciato, la suddivisione in sub-tratte è effettuata individuando una pk equidistante tra 2 siti di indagine sottoposti ad analisi. Questa progressiva rappresenta il limite di una sub-tratta, a cui appartengono tutti i siti di scavo e riutilizzo ivi compresi. Questa sub-tratta è appunto caratterizzata da una CSC principale di riferimento riscontrata in fase di analisi. Pertanto su tale criterio, ed al netto delle caratterizzazioni sito specifiche rimandate alla fase preliminare di inizio lavori, il tracciato risulta così suddiviso:

Tabella 4—12 Criterio di suddivisione del tracciato e delle tratte in parti caratterizzate da una CSC di riferimento

Tratta	da pk	a pk	CSC	Punti di indagine
A	1+070	4+000	A	PZBF01
				PZBF02
				PZBF03
				PZBF04
	4+000	4+650	B	PZBF05
	4+650	7+300	A	PZBF06
				PZBF07

Tratta	da pk	a pk	CSC	Punti di indagine
				PZBF08
				PZBF09
B	7+300	7825	A	PZBF10
	7825	8+325	B	PZBF11
	8+325	9+500	A	PZBF12
				PZBF13
	9+500	9+350	B	PZBF14
				PZBF15
				PZBF16
	9+350	14+100	A	PZBF17
				PZBF18
				PZBF19
C				PZBF20
	14+100	14+225	A	
	14+225	14+675	B	PZBF21
	14+675	15+250	A	PZBF22
	15+250	16+352	B	PZBF23
				PZBF24
	16+325	16+975	A	PZBF25
	16+975	18+025	B	PZBF26
				PZBF27
	18+025	18+989	A	PZBF28
			PZBF29	
D	18+989	19+025	A	
	19+025	19+625	B	PZBF30
				PZBF31
				PZBF32
				PZBF33
	19+625	27+265	A	PZBF34
				PZBF35
				PZBF36
				PZBF37
				PZBF38
E	27+265	33+547	A	PZBF39
				PZBF40
				PZBF41
				PZBF42

Tratta	da pk	a pk	CSC	Punti di indagine
				PZBF43
				PZBF44
				PZBF45
				PZBF46
				PZBF47
				PZBF48

4.4 BILANCIO DEI MATERIALI

Ai fini della quantificazione dei volumi, sono stati considerati:

- il volume di scavo derivante dalla bonifica dei rilevati e di opere stradali suddiviso in scotico e scavo vero e proprio;
- il fabbisogno di materiali per realizzazione dei rilevati e delle parti d'opera;
- il volume riutilizzabile in considerazione dei requisiti ambientali e di idoneità geotecnica.
- le quantità di materiale per soddisfare il fabbisogno con approvvigionamento esterno o cava.
- i volumi provenienti da operazioni di demolizione e gli esuberanti dagli scavi da gestire a rifiuto.

È stata quindi eseguita una valutazione delle volumetrie delle terre originate dagli scavi differenziando le seguenti categorie:

- a) materiali per rilevati;
- b) materiali per rinterri, riempimenti, rimodellamenti;
- c) terreno vegetale.

Gli inerti necessari per la realizzazione delle opere sono, pertanto, reperiti direttamente dagli scavi in opera previsti all'interno del progetto di intervento e da approvvigionamenti di materiale idoneo geotecnicamente ad essere utilizzato in rilevato o in opera.

Di seguito si riporta in tabella il bilancio dei materiali, con in evidenza i volumi di scavo che saranno riutilizzati nell'ambito del D.M. 161/2012 come sottoprodotti:

Tabella 4—13 Sintesi dei volumi di materiali movimentati

BILANCIO MATERIALI		Tratta A		Tratta B	Tratta C	Tratta D		Tratta E	Volumi totali	di cui ai sensi del DM 161/2012
A13 Tratto Bologna Arcoveggio-Ferrara Sud		sv. Castelnuovo				sv. Altedo				
SCAVO		mc								
A	SCAVO SCOTICO/VEGETALE	20.689,4	11.950,0	31.397,0	19.902,2	47.715,2	13.089,9	24.898,4	169.642,1	74.656,6
	SCAVO DI SBANCAMENTO, PREPARAZIONE E FONDAZIONE	163.864,1	23.750,0	184.497,9	108.059,8	215.202,4	19.081,8	205.870,3	920.326,3	860.820,0
	SCOTICO AREE DI CANTIERE								86.760,0	86.760,0
	TOTALE	184.553,5	35.700,0	215.894,9	127.962,0	262.917,6	32.171,7	230.768,7	1.176.728,4	1.022.236,6
B	FABBISOGNO									
	PER RILEVATO CORPO STRADALE	129.513,4	106.800,0	231.712,1	129.410,2	280.319,8	32.129,0	179.059,2	1.088.943,7	
	PER ANTICAPILLARE	2.065,7	660,0	2.327,8	1.890,3	3.417,0	0,0	1.818,6	12.179,3	
	RILEVATO PER RICOPRIMENTO SCARPATE	9.973,1	3.600,0	16.552,4	9.163,6	20.625,7	2.032,6	12.709,3	74.656,6	
SISTEMAZIONE AREE DI CANTIERE								86.760,0		
TOTALE	141.552,2	111.060,0	250.592,2	140.464,0	304.362,5	34.161,6	193.587,1	1.262.539,6		
C	RIUTILIZZI SCAVI									
	RICOPRIMENTO SCARPATE E CIGLI	9.973,1	3.600,0	16.552,4	9.163,6	20.625,7	2.032,6	12.709,3	74.656,6	74.656,6
	RILEVATO CORPO STRADALE	113.591,1	24.761,7	198.762,6	109.656,7	239.714,5	27.591,5	146.741,8	860.820,0	860.820,0
	SCOTICO AREE DI CANTIERE								86.760,0	86.760,0
TOTALE	123.564,3	28.361,7	215.315,0	118.820,2	260.340,2	29.624,1	159.451,1	1.022.236,6	1.022.236,6	
D=B-C	APPROVVIGIONAMENTO									
	FORNITURA DA ESTERNO DA RILEVATO	0,0	62.038,3	11.312,0	1.150,8	28.468,5	4.537,4	0,0	107.507,1	
	FORNITURA ANTICAPILLARE	2.065,7	660,0	2.327,8	1.890,3	3.417,0	0,0	1.818,6	12.179,3	
	FORNITURA MATERIALE ALLEGGERITO	15.922,3	20.000,0	21.637,4	18.602,7	12.136,9	0,0	32.317,4	120.616,6	
TOTALE	17.987,9	82.698,3	35.277,2	21.643,8	44.022,3	4.537,4	34.135,9	240.303,0		
E=A-C	SMALTIMENTO IN DISCARICA O IMPIANTO								154.491,8	

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.

Gli scavi complessivi, per bonifica, scotico e sbancamento ammontano a circa 1.176.728 mc. Il fabbisogno complessivo per la realizzazione dell'intervento, escluse le aree di cantiere (circa 86760 mc di scotico), è pari ad un totale di circa 1.175.777 mc, la cui maggior parte è prevista a rilevato e per la sistemazione delle opere, mentre la sistemazione finale dei cigli e delle scarpate è completata dalla porzione di terreno vegetale escavato pari a circa 74.567 mc.

Le lavorazioni considerano un riutilizzo complessivo di 1.022.236,6 mc, ai sensi del D.M. 161/2012, provenienti direttamente dalle operazioni di scavo per la realizzazione degli interventi in oggetto, comprensive delle operazioni di scotico dei cantieri.

Si evince che la quota parte, che eccede il riutilizzo dei materiali da scavo, è pertanto approvvigionata esternamente con materiale tecnicamente idoneo e conforme ai requisiti ambientali (circa 240.303 mc). Tale approvvigionamento è previsto da cava e da esterno per materiale idoneo a rilevato (circa 107.507 mc), per materiale alleggerito (circa 120.617 mc) e per la fornitura di materiale anticapillare (circa 12.179 mc).

Pur possedendo i requisiti di compatibilità ambientale, parte degli scavi non hanno caratteristiche tecniche idonee alla formazione a rilevato, pertanto un volume di circa 154.492 mc (di cui circa 95.000 mc di solo vegetale), dovrà essere smaltito in discarica o destinato ad impianto di recupero autorizzato. Tenendo conto che le litologie sono

costituite, soprattutto, da sabbie, limi e argille, è previsto il ricorso alla procedura di stabilizzazione a calce su parte dei volumi di scavo, per il miglioramento delle caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica in opera e quindi per conferire al materiale le geotecniche necessarie al suo riutilizzo, anche in termini di umidità.

Sono previsti materiali provenienti dalle attività di demolizione di manufatti, di pavimentazione e di fondazione stradale. Questi volumi dovranno essere gestiti a rifiuto in impianti autorizzati con gli esuberanti provenienti dagli scavi, come indicato nella Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i..

4.5 DISPOSIZIONI PER LA GESTIONE DEI MATERIALI DA SMALTIRE A DISCARICA OD AD IMPIANTI DI RECUPERO

Oltre a quanto riportato nel paragrafo introduttivo del presente capitolo, 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 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:

- 1) attribuire il CER corretto e la relativa gestione;
- 2) organizzare correttamente il deposito temporaneo dei rifiuti prodotti;
- 3) stabilire le modalità di trasporto e verificare l'iscrizione all'Albo del trasportatore (Albo Nazionale Gestori Ambientali);

- 4) 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;
- 5) tenere, ove necessario, la tracciabilità della gestione del rifiuto (ad es. registro di Carico/Scarico, Formulario di Identificazione dei Rifiuti, ecc).

Si evidenzia che, per quanto riportato nel Piano di Utilizzo, tutti i materiali da scavo, che non rispettano le condizioni espresse per il riutilizzo in sito o in siti diversi da quello di scavo, saranno sottoposte 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. Le seguenti tipologie di materiali di scavo, alla luce degli approfondimenti conoscitivi del territorio per la redazione del progetto con le indagini geognostiche e di caratterizzazione effettuate, sono direttamente identificati quali rifiuti e quindi opportunamente gestiti (impianti di trattamento e recupero o smaltimento in discarica):

- i fanghi di risulta derivanti da perforazioni per la realizzazione di pali e dalla eventuale bagnatura per l'abbattimento delle polveri durante gli scavi;
- il materiale escavato durante le lavorazioni di realizzazione del nuovo svincolo Lazzaretto, così come indicato in paragrafo 3.1, a partire all'incrocio delle rampe di svincolo sino alla intersezione con la viabilità località con raccordo a rotatoria;
- gli scavi necessari alla bonifica ed alla preparazione del piano di posa per l'ampliamento del corpo stradale (CS41S) e per la realizzazione del muro di sostegno (MS024) lungo la carreggiata Sud, circa 300 metri lineari, tra le pk 21+006 e la pk 21+316 (tratta C), in prossimità del vecchio sito di conferimento di Hera;
- i materiali derivanti da smantellamento di strutture preesistenti (ad es. opere in c.a., massicciate stradali, fresatura asfalti, ecc).

Il materiale qualificato quale rifiuto verrà di norma allontanato dal cantiere per lo smaltimento in discariche od, in alternativa recuperato, in impianti autorizzati.

5 INTERVENTI DI MITIGAZIONE AMBIENTALE

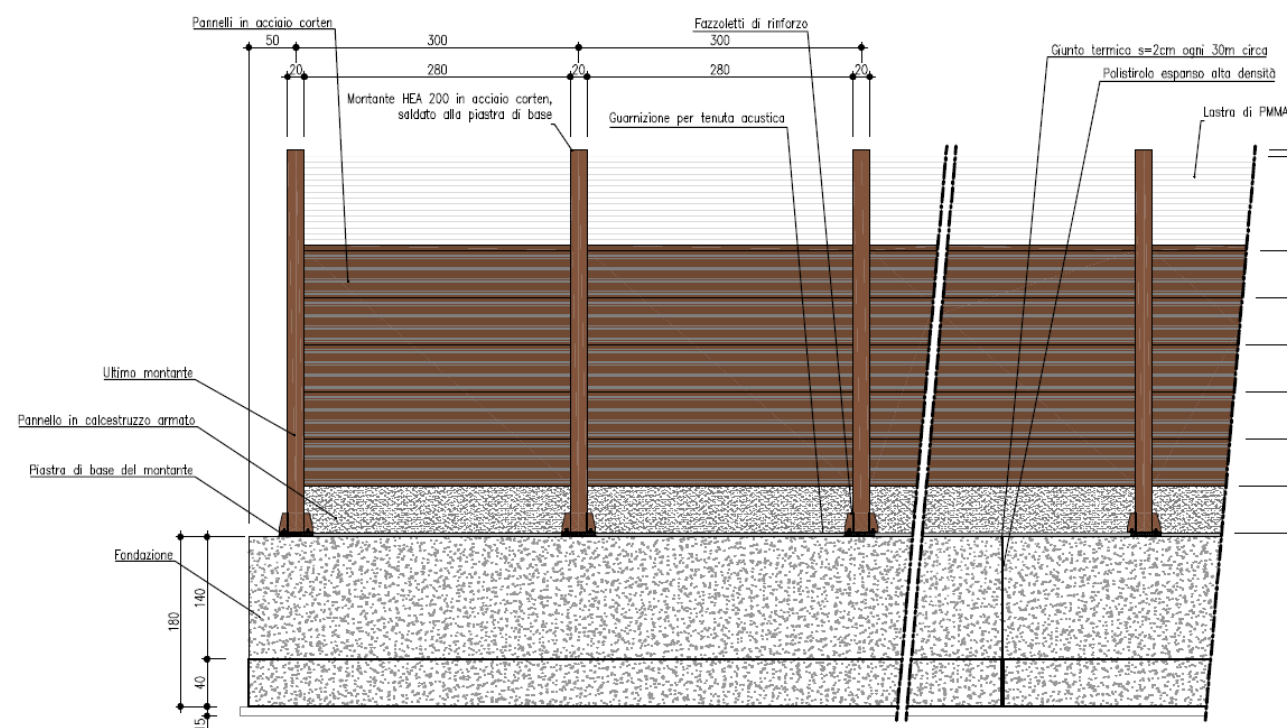
5.1 BARRIERE ACUSTICHE

La scelta sulle tipologie delle barriere antirumore per la riduzione dell'inquinamento acustico scaturisce da riflessioni inerenti innumerevoli aspetti, acustici innanzitutto, ma anche architettonico-strutturali e costruttivi, in funzione della tipologia di sezione stradale attraversata (rilevato e opera d'arte), da considerazioni di natura economica, dalla necessità di soddisfare un'articolata serie di requisiti non solo acustici ma anche meccanici, strutturali e di sicurezza.

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

La tipologia di barriere antirumore è in conformità alla barriere acustiche previste nell'ambito delle viabilità di adduzione del Nodo di Bologna e attualmente in produzione e contemporaneamente capaci di soddisfare il complesso intreccio di requisiti che la normativa richiede, è la seguente:

Quanto sopra tuttavia non esclude che per determinate situazioni, o in ambiti di particolare pregio ambientale e paesaggistico, si potranno utilizzare altre soluzioni tipologiche rispetto a quella precedentemente rappresentata.



Di seguito si riporta l'elenco delle barriere antirumore previste in progetto.

Tabella 5—1 Caratteristiche geometriche delle barriere acustiche in progetto

CODICE BARRIERA	KM	DIREZIONE	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Superficie [m2]
F101	88+894	SUD	177	3	531
F001	88+931	NORD	140	3	420
F002	89+089	NORD	190	3	570
F102	89+415	SUD	141	3	423
F003	89+415	NORD	190	5	950
F004	89+605	NORD	180	3	540
F103	90+143	SUD	141	3	423
F020	90+158	NORD	162	3	486
F021	90+807	NORD	210	3	630
F005	91+350	NORD	525	3	1575
F104	91+420	SUD	489	3	1467
F006	93+034	NORD	165	3	495
F105	93+282	SUD	252	3	756
F106	93+732	SUD	225	3	675
F007	93+856	NORD	102	3	306
F107	93+975	SUD	110	3	330
F008	93+975	NORD	72	3	216
F108	94+321	SUD	234	3	702
F009	94+444	NORD	111	3	333
F109	95+089	SUD	270	3	810
F010	95+381	NORD	174	4	696
F110	96+201	SUD	156	3	468
F111	96+695	SUD	207	3	621
F011	96+741	NORD	135	3	405
F012	97+063	NORD	210	3	630
F013	97+273	NORD	150	3	450
F014	97+585	NORD	180	3	540
F112	97+705	SUD	192	3	576
F015	97+885	NORD	180	4	720
F016	98+741	NORD	81	3	243

F113	98+839	SUD	231	4	924
F017	98+993	NORD	132	3	396
F114	99+457	SUD	132	3	396
F018	99+461	NORD	132	4	528
F115	99+948	SUD	111	3	333
F019	100+077	NORD	90	5	450
F116	100+129	SUD	132	3	396
TOTALI			6711		21410

5.2 OPERE A VERDE

5.2.1 Premessa

Le opere a verde previste in progetto hanno l'obiettivo di inserire l'infrastruttura autostradale 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.

Nella presente, si sono quindi definite le tipologie di opere a verde idonee a perseguire gli obiettivi di cui sopra, fornendo le indicazioni sulla struttura (arboreo e/o arbustiva e relative dimensioni) e sui sestri di impianto, rappresentati nella relativa tavola dell'abaco degli interventi vegetazionali (cfr. elaborati AMB-QPGT-MIT-001_003).

5.2.2 Riferimenti normativi

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.str.) 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.

Nel caso, inoltre, ci si trovi ad intervenire in aree in affiancamento a ferrovie, è possibile ricordare il DPR 753/1980 per la definizione delle distanze da rispettare per impiantare piante, e il DM 449/1988 nel caso di linee elettriche.

Infine, nel caso dei corsi d'acqua, si considerando il RD 368/1904 "Regolamento per la esecuzione del Testo Unico della Legge 22 marzo 1900, n.195 e della Legge 7 luglio 1902, n. 333, sulle bonificazioni delle paludi e delle terre paludose. Titolo VI – Disposizioni

di polizia” e il RD 523/1904 “Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie”.

5.2.3 Definizione delle tipologie opere a verde previste in progetto

Le tipologie di opere a verde previste in progetto sono le seguenti:

Filare monospecifico: filare alberato avente funzione di inserimento paesaggistico-ambientale. Le piante da impiegare nell'impianto hanno una circonferenza del fusto pari a 12/14 cm.

Siepe plurifilare arbustiva: si tratta di siepe arbustiva con schema d'impianto lineare su doppia fila, applicabile, ad esempio, lungo i margini autostradali, differenziandone, ovviamente, la rispettiva composizione specifica. L'obiettivo seguito nell'utilizzo di tale tipologia consiste nell'inserimento e nella riqualificazione ambientale. Le piante da impiegare nell'impianto hanno un'altezza pari a 1 m.

Siepe o fascia plurifilare arboreo-arbustiva: si tratta di siepe composta sia da arbusti, sia da alberi, con schema d'impianto lineare su doppia fila. Gli obiettivi seguiti nell'utilizzo di tale tipologia sono gli stessi del caso precedente, ma trova applicazione laddove possono essere rispettate le distanze normative in tema di impianto di alberi (descritte nel seguito del presente paragrafo), essendo appunto composta anche da specie arboree. Gli arbusti da impiegare hanno un'altezza pari a 1 m, gli alberi pari a 1-1,5 m.

Formazioni arbustive: si tratta di tipologie composta da arbusti, utilizzata nell'inserimento, nella riqualificazione e nel recupero ambientale, dove è possibile prevedere aree connettivi (di collegamento) tra ambiti differenti, ad esempio tra un corso d'acqua e un contesto agricolo, oppure anche sulle pendici dei rilevati di maggiore dimensione, o all'interno delle aree intercluse tra i bracci degli svincoli. Gli arbusti da impiegare hanno un'altezza pari a 1 m.

Fascia alberata: si tratta una fascia vegetata, realizzata con filari di alberature disposti a quinconce intervallate da gruppi di arbusti, con funzione di inserimento ambientale e/o utile per il contenimento degli inquinanti. In quest'ultimo caso, nella scelta delle specie, in particolare, si considerano le caratteristiche di resistenza all'inquinamento atmosferico delle piante e la persistenza fogliare. Gli arbusti da impiegare hanno un'altezza pari a 1-1,5 m, gli alberi pari a 1,5-2 m.

In relazione alla natura fortemente artificiale dei corsi d'acqua attraversati non sono stati previsti impianti negli ambiti fluviali.

Nei canali interferiti prevalgono nettamente le funzioni idrauliche di allontanamento delle acque e le funzioni irrigue nel periodo estivo. In relazione a ciò gli interventi si limiteranno al ripristino del cotico erboso, una volta terminati i lavori.

Negli elaborati AMB-QPGT-MIT-001_003 sono riportati i moduli di impianto con le specifiche dei sestri da adottare. Nell'elaborato AMB-QPGT-MIT-030-031 sono riportate le sezioni caratteristiche che mostrano in quale modo le diverse tipologie di impianto si rapportano

con l'infrastruttura autostradale, i suoi impianti e sottoservizi e le esigenze di sicurezza in rapporto alla piattaforma.

Nello specifico, gli interventi previsti sono descritti di seguito nel dettaglio.

Per le aree pianeggianti e per i rilevati sono state individuate le seguenti tipologie:

- Delle fasce prevalentemente arborate, a formare uno spessore di 15-20 m, affiancando tre o quattro dei moduli sotto descritti, con due densità di presenza delle alberature:
 - Formazione arboreo-arbustiva densa;
 - Formazione arbustiva con elementi arborei.
- Delle formazioni prevalentemente, o esclusivamente, arbustive, per aree di forma allungata e idonee a diverse condizioni edafiche (rischi di siccità, profili ridotti, ecc.) sono state individuate le seguenti tipologie:
 - Formazione arbustiva pioniera, per ambiti molto rimaneggiati ed assolati;
 - Formazione arbustiva;
 - Fascia ad alberetti ed arbusti, da utilizzare quando lo spazio a disposizione è inferiore all'ampiezza dei moduli sottodescritti, o per particolari effetti di inserimento ambientale.

Nelle tabelle sottostanti riportiamo le caratteristiche dei vari moduli di impianto previsti in progetto (ove non specificato il modulo di impianto ha uno sviluppo di 25X5 m).

MBm - Formazione Arborea Arbustiva densa				
Cod.	Nome scientifico	Nome comune	n°	Caratteristiche alla messa a dimora
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
E06	<i>Quercus robur</i>	Farnia	1	in vaso - H=m 2,00-2,50
V03	<i>Fraxinus ornus</i>	Orniello	3	in vaso da 30 litri - circ. cm 10-12
D01	<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

V51	<i>Ligustrum vulgare</i>	Ligustro	2	in zolla H= 1,25-1,50.
Z66	<i>Euonymus alatus</i>	Evonimo	8	in vaso da 9 litri- H=m 0,60-0,80

M carb - Formazione Arbustiva con elementi arborei				
Cod.	Nome scientifico	Nome comune	n°	Caratteristiche alla messa a dimora
N01	<i>Acer campestre</i>	Acero campestre	3	in zolla - H=m 1,50-2,00
E04	<i>Quercus robur</i>	Farnia	2	in vaso - H=m 2,00-2,50
U54	<i>Viburnum opulus</i>	Pallon di maggio	4	in vaso da 5 litri
L51	<i>Crataegus monogyna</i>	Biancospino	6	in vaso da 3 litri
D51	<i>Corylus avellana</i>	Nocciolo	2	in vaso da 3 litri
L01	<i>Prunus spinosa</i>	Prugnolo	2	in zolla
L53	<i>Rosa canina</i>	Rosa canina	7	in vaso da 2 litri
V01	<i>Fraxinus ornus</i>	Orniello	3	in vaso da 30 litri - circ. cm 10-12
Z57	<i>Cornus sanguinea</i>	Sanguinello	10	in zolla - H=m 1,00-1,25
O53	<i>Spartium junceum</i>	Ginestra	3	in vaso da 3 litri
V51	<i>Ligustrum vulgare</i>	Ligustro	2	in zolla H= 1,25-1,50.

M cp - Formazione Arbustiva Pioniera				
Cod.	Nome scientifico	Nome comune	n°	Caratteristiche alla messa a dimora
L51	<i>Crataegus monogyna</i>	Biancospino	11	in vaso da 3 litri
L01	<i>Prunus spinosa</i>	Prugnolo	11	in zolla
L52	<i>Crataegus oxycantha</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

Per gli ambiti dove sono state previste formazioni lineari, queste sono costituite dalle seguenti tipologie:

- Fascia ad alberetti a arbusti densa a duplice fila;
- Quinta arbustive per ambiti ombreggiati (dalle barriere acustiche);
- Quinta per zone soleggiate;
- Flari di piante arboree: Farnia e Carpino nero.

Nelle tabelle sottostanti si riportano le caratteristiche dei vari moduli di impianto che, in considerazione degli spazi più ristretti in cui vengono impiegati, presentano uno sviluppo di 20x2 m nel caso della fascia ad alberetti ed arbusti e del doppio filare di ginestre e di 7x1 m nel caso delle siepi (o quinte).

Mc - Formazione Arbustiva				
Cod.	Nome scientifico	Nome comune	n°	Caratteristiche alla messa a dimora
O51	<i>Eleagnos angustifolia</i>	Eleagno	4	in zolla - circ. cm 8-10
L51	<i>Crataegus monogyna</i>	Biancospino	6	in vaso da 3 litri
L01	<i>Prunus spinosa</i>	Prugnolo	4	in zolla
L53	<i>Rosa canina</i>	Rosa canina	7	in vaso da 2 litri
Z57	<i>Cornus sanguinea</i>	Sanguinello	2	in zolla - H=m 1,00-1,25
O53	<i>Spartium junceum</i>	Ginestra	5	in vaso da 3 litri

Fa - Fascia ad alberetti ed arbusti				
Cod.	Nome scientifico	Nome comune	n°	Caratteristiche alla messa a dimora
Z56	<i>Cornus mas</i>	Corniolo	11	in zolla - H=m 1,00-1,25
Z57	<i>Cornus sanguinea</i>	Sanguinello	5	in zolla - H=m 1,00-1,25
V51	<i>Ligustrum vulgare</i>	Ligustro	8	in zolla H= 1,25-1,50.
L60	<i>Prunus spinosa</i>	Prugnolo a cespuglio	11	in zolla
U52	<i>Sambucus nigra</i>	Sambuco	5	in zolla - H=m 1,00-1,25

N51	<i>Acer campestre</i>	Acero campestre a cespuglio	4	in zolla - H=m 1,00-1,50
L51	<i>Crataegus monogyna</i>	Biancospino	3	in vaso da 3 litri

So - Quinta mista per zone ombreggiate

Cod.	Nome scientifico	Nome comune	n°	Caratteristiche alla messa a dimora
Z57	<i>Cornus sanguinea</i>	Sanguinello	5	in zolla - H=m 1,00-1,25
O02	<i>Laburnum anagyroides</i>	Maggiocondolo	2	in zolla - H=m 1,00-1,25
V51	<i>Ligustrum vulgare</i>	Ligustro	3	in zolla H= 1,25-1,50.
L01	<i>Prunus spinosa</i>	Prugnolo	5	in zolla
O53	<i>Spartium junceum</i>	Ginestra	2	in vaso da 3 litri
U52	<i>Sambucus nigra</i>	Sambuco	7	in zolla - H=m 1,00-1,25

Ss - Quinta mista per pieno sole

Cod.	Nome scientifico	Nome comune	n°	Caratteristiche alla messa a dimora
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 (individuato dalla sigla "Mp" nelle sezioni e nelle planimetrie di progetto) 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%

E' previsto l'utilizzo di almeno 400 kg di semente per 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). In questo caso, potranno essere sufficienti 200 kg di semente/ha.

5.2.4 Opere a verde per il corpo autostradale

Nelle planimetrie di progetto delle opere a verde (cfr. elaborati AMB-QPGT-MIT-004_029) sono riportate le previsioni progettuali, delle quali di seguito se ne fornisce la descrizione, facendo riferimento alle diciture delle tipologie a verde descritte nel precedente capitolo.

L'intervento progettuale ha teso a ripristinare, ove preesistenti, le quinte arbustive ed arboree, nel rispetto delle indicazioni delle distanze di impianto stabilite dalle normative di riferimento in rapporto alla sicurezza della piattaforma stradale, per cui prevalgono le formazioni arbustive lineari laddove le dimensioni della scarpata dei nuovi rilevati consente il loro impianto.

Gli impianti sono stati studiati anche per evitare conflitti con la nuova rete dei fossi di guardia che necessitano di interventi di pulizia, per assicurare l'efficienza idraulica.

5.2.5 Recupero ambientale delle aree oggetto di cantierizzazione

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

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

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

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