

# AUTOSTRADA (A11): FIRENZE - PISA NORD

TRATTO: FIRENZE - PISTOIA

## AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA

LOTTO 1

## PROGETTO ESECUTIVO

### DOCUMENTAZIONE GENERALE

#### PARTE GENERALE

Relazione Generale per verifiche di ottemperanza

#### IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE


Ing. Andrea Federico Ceppi  
Ord. Ingg. Milano n.A26059

#### IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Orlando Mazza  
Ord. Ingg. Pavia n.1496  
DIVISIONE PROGETTAZIONE E D.L.  
NUOVE OPERE AUTOSTRADALI

#### CODICE IDENTIFICATIVO

RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO					RIFERIMENTO ELABORATO				Ordinatore
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	WBS		PARTE D'OPERA	Tipo	Disciplina	Progressivo	Rev.	-
				tipologia	progressivo							
111117	LL01	PE	DG	GEN	00000	00000	00000	R	GEN	0002	3	SCALA -

	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE	
	Ing. Paolo Simonetta Ord. Ingg. Varese n.2239						n.	data
							0	Maggio 2018
							1	Ottobre 2018
							2	Novembre 2018
REDATTO:		VERIFICATO:				3	Febbraio 2019	

#### VISTO DEL COMMITTENTE



IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
Ing. Giovanni Scotto Lavina

#### VISTO DEL CONCEDENTE



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE  
STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

## Sommario

1	PREMESSA.....	5
1.1	L'ITER PROGETTUALE .....	6
1.1.1	<i>Autorizzazione paesaggistica</i> .....	7
1.2	PRINCIPALI MODIFICHE AL PROGETTO DEFINITIVO APPROVATO .....	7
1.3	LE PRESCRIZIONI DI CONFERENZA DI SERVIZI .....	9
1.4	LA SUDDIVISIONE IN LOTTI .....	10
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	11
2.1	PROGETTAZIONE STRADALE .....	11
2.2	BARRIERE DI SICUREZZA .....	11
2.3	SEGNALETICA .....	11
2.4	STRUTTURE .....	12
2.5	GEOTECNICA ALL'APERTO .....	14
2.6	GEOLOGIA.....	14
2.7	IDRAULICA.....	14
2.7.1	<i>Normativa Comunitaria</i> .....	14
2.7.2	<i>Normativa nazionale</i> .....	14
2.7.3	<i>Normativa regionale</i> .....	15
2.7.4	<i>Normativa Autorità idrauliche interferite</i> .....	17
2.8	OPERE A VERDE .....	17
2.9	STUDIO ACUSTICO.....	18
2.10	IMPIANTI .....	18
2.10.1	<i>Leggi e Decreti</i> .....	18
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, TERRITORIALE, INFRASTRUTTURALE E TRASPORTISTICO.....	22
3.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE .....	22
3.2	INQUADRAMENTO INFRASTRUTTURALE E TRASPORTISTICO .....	24
4	SISMICITA' .....	28
5	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	31
5.1	INDAGINI GEOGNOSTICHE FASE E.....	31
5.2	INDAGINI GEOGNOSTICHE FASE B .....	32
5.3	INDAGINI GEOGNOSTICHE FASE A.....	33
5.4	INDAGINI PREGRESSE .....	34
6	DESCRIZIONE GEOLOGICA IN CORRISPONDENZA DELLE PRINCIPALI OPERE D'ARTE .....	35
6.1	GEOLOGIA .....	36
6.1.1	<i>Nuovo cavalcavia Via dei Giunchi pk 1+184.70</i> .....	36
6.1.2	<i>Ampliamento Ponte sul Fosso Reale e Ampliamento di Sottovia nel tratto da pk 1+895 a pk 2+022.34</i> 36	
6.1.3	<i>Nuovo Cavalcavia via Vicinale o.p. n. 26 (pk 3+338.05)</i> .....	36
6.1.4	<i>Adeguamento Cavalcavia SV Firenze nord (pk 4+605.50) e adeguamento Cavalcavia interconnessione A1-A11 (pk 5+003.53)</i> .....	36
6.1.5	<i>Tratto tra il km 5+700 il km 6+100 circa (Ampliamento ponticelli gora di Montalvo e nuovo Garrile, Ampliamento Ponte Marina)</i> .....	37
6.1.6	<i>Nuovo cavalcavia Sp8 via S. Quirico p.k. 6+696.47</i> .....	37
6.1.7	<i>Ampliamento sottovia via Fibbiana e Prolungamento Ponticello pk 1+195.56 e pk 7+208.45</i> .....	37
6.1.8	<i>Ampliamento sottovia via Fomello pk 7+822.65, Prolungamento Ponticello Gora Ciliegio pk 8+018.12, Ampliamento ponte torrente Bisenzio pk 8+369.29, Ampliamento sottovia SS 325 pk 8+423.14, Ampliamento sottovia di svincolo Prato est pk 8+557.93</i> .....	38

6.1.9	Ampliamento sottovia strada vicinale Maiano pk 9+228.97.....	38
7	GEOTECNICA .....	39
7.1	CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E STRATIGRAFICHE.....	39
7.2	SUSCETTIBILITÀ A LIQUEFAZIONE .....	43
7.3	VERIFICHE DI STABILITÀ DEI RILEVATI .....	43
7.4	CALCOLO DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI .....	43
7.5	PIANI DI POSA DEI RILEVATI .....	44
7.6	CONSIDERAZIONI SUL TRATTAMENTO A CALCE / CEMENTO .....	44
8	IDROLOGIA E IDRAULICA.....	45
8.1	IDROGRAFIA .....	45
8.1.1	Idrologia.....	45
8.1.2	Interferenze idrografiche e interventi di sistemazione idraulica.....	45
8.2	SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA .....	47
8.2.1	Requisiti prestazionali.....	47
8.2.2	Schema di drenaggio .....	47
8.2.3	Criteri di progettazione.....	47
8.2.4	Tipologia di drenaggio adottata.....	48
9	RECUPERO VOLUMI SOTTRATTI ALL'ESONDAZIONE .....	50
10	L'INFRASTRUTTURA ESISTENTE.....	52
10.1	ASPETTI GEOMETRICI DELL'INFRASTRUTTURA ESISTENTE .....	52
10.1.1	Sezione tipo esistente .....	52
10.1.2	Andamento plano-altimetrico attuale .....	53
11	IL PROGETTO DI AMPLIAMENTO ED AMMODERNAMENTO.....	61
11.1	INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI .....	61
11.2	ASSE AUTOSTRADALE .....	61
11.3	PIATTAFORMA STRADALE .....	62
11.4	ANDAMENTO PLANIMETRICO E DIAGRAMMA DI VELOCITÀ .....	64
11.5	ANDAMENTO ALTIMETRICO .....	67
12	OPERE D'ARTE .....	73
12.1	OPERE D'ARTE MAGGIORI.....	73
12.1.1	Criteri progettuali .....	73
12.1.2	Ponte sul Fosso Reale – PO001.....	74
12.1.3	Ponte sul Torrente Marina – PO002.....	76
12.1.4	Ponte sul Torrente Bisenzio – PO004 .....	77
12.1.5	Sottovia Strada Comunale Cantone – SP001.....	79
12.1.6	Sottovia di Via Limite – SP002 .....	81
12.1.7	Sottovia di Via Fornello – SP003 .....	81
12.1.8	Sottovia di Via Pantano – SP004.....	82
12.1.9	Sottovia SS325 – SP005.....	82
12.1.10	Sottovia di svincolo Prato Est – SP006.....	84
12.2	CAVALCAVIA .....	85
12.2.1	Generalità e inquadramento tipologie.....	85
12.2.2	Sovrastruttura d'impalcato .....	86
12.2.3	Sottostrutture.....	86
12.2.4	Sistema di vincolo .....	87
12.3	OPERE D'ARTE MINORI .....	87
12.3.1	Sottovia L= 4,00 – SP020.....	88
12.3.2	Sottovia strada vicinale Lunga – SP021 .....	88
12.3.3	Ponticello L=4.00m – SP022 .....	89
12.3.4	Sottovia di via Fibbiana – SP023.....	90
12.3.5	Sottovia di via Fomello – SP024.....	91

12.3.6	Sottovia di via Maiano – SP025.....	91
12.3.7	Sottovia Ciclopedonale – SP036.....	92
12.3.8	Ponte sul Torrente Marinella – PO003.....	93
12.3.9	Ponticello L=2,50 m – PO007.....	95
12.3.10	Ponticello L=2,00 m – PO009.....	95
12.3.11	Ponticelli L=2,50 m – PO010.....	95
12.3.12	Ponticello L=2,50 m – PO011.....	96
12.3.13	Ponticello Gora Gattinella – PO012.....	97
12.3.14	Ponticello Gora Ciliegio – PO013.....	97
12.4	TOMBINI CIRCOLARI IN CALCESTRUZZO.....	98
12.5	OPERE DI SOSTEGNO PROVVISORIE E DEFINITIVE.....	99
12.5.1	Muri di sostegno.....	99
12.5.2	Paratie definitive.....	100
12.5.3	Opere di sostegno provvisorie.....	100
13	OPERE COMPLEMENTARI.....	103
13.1	BARRIERE DI SICUREZZA.....	103
13.1.1	Barriere da spartitraffico.....	104
13.1.2	Barriere da bordo laterale.....	104
13.1.3	Barriere per i margini di ponti, viadotti e sottovia.....	105
13.1.4	Barriere in corrispondenza delle viabilità interferite.....	106
13.2	SEGNALETICA.....	106
13.2.1	Segnaletica verticale.....	107
13.2.2	Segnaletica verticale.....	108
13.3	PAVIMENTAZIONI.....	109
13.3.1	Pavimentazioni su nuovo sedime.....	109
13.3.2	Risanamento delle pavimentazioni esistenti.....	111
13.3.3	Riqualifica dello spartitraffico.....	112
13.4	BARRIERE ACUSTICHE.....	114
13.5	OPERE A VERDE.....	115
13.5.1	Riferimenti normativi per la progettazione delle opere a verde.....	115
13.5.2	Descrizione degli interventi a verde previsti.....	115
14	SVINCOLI ED AREE DI SERVIZIO.....	118
14.1	ADEGUAMENTO NODO URBANO DI PERETOLA.....	118
14.2	PROGETTAZIONE DELLE INTERSEZIONI.....	119
14.3	CRITERI PROGETTUALI.....	119
14.4	CRITERI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE CORSIE SPECIALIZZATE.....	121
14.4.1	Corsie di immissione (o di entrata).....	121
14.4.2	Corsie di diversione (o di uscita).....	121
15	VIABILITA' INTERFERITE.....	123
16	IMPIANTI.....	125
16.1	ILLUMINAZIONE ESTERNA.....	125
16.2	INFRASTRUTTURE LONGITUDINALI DI TELECOMUNICAZIONE.....	125
16.3	RICOLLOCAMENTO IMPIANTI DI ITINERE ESISTENTI.....	126
17	CANTIERIZZAZIONE.....	127
17.1	AREE DI CANTIERE.....	127
17.1.1	Ripristini aree di cantiere.....	128
17.2	FASIZZAZIONE DEI LAVORI.....	128
17.3	TEMPI.....	129
17.4	GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO.....	129
17.4.1	Bilancio terre.....	130
17.4.2	Cave e discariche.....	132
17.4.3	Discariche.....	133

17.4.4	Rischio ritrovamento amianto.....	133
18	IL PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO.....	135
19	ESPROPRI E INTERFERENZE.....	141
19.1	ESPROPRI E STIMA DELLE INDENNITA' .....	141
19.2	INTERFERENZE.....	142
20	SOMME A DISPOSIZIONE.....	143
20.1	ESPROPRI E INDENNIZZI .....	143
20.2	SOTTOSERVIZI E INTERFERENZE .....	143
20.3	SPOSTAMENTO FIBRA OTTICA (CAVO CONDIVISO ASPI-TELECOM) .....	144
20.4	FORNITURE ASPI .....	144
20.5	RETE TLC PROPRIETARIA F.O. ASPI .....	145
20.6	ONERI VARI ALLACCI ENERGIA PRIMARIA.....	145
20.7	INTERVENTI DIRETTI SUI RICETTORI.....	146
20.8	COMPENSAZIONE TAGLIO ALBERI.....	146
20.9	REALIZZAZIONE CASSE PER VOLUMI SOTTRATTI ALL'ESONDAZIONE.....	146
20.10	BONIFICA ORDIGNI BELLICI .....	146
20.11	SORVEGLIANZA E SAGGI ARCHEOLOGICI .....	146
20.12	MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	146
20.13	MONITORAGGIO GEOTECNICO .....	147
20.14	POZZETTI DI MONITORAGGIO ADS PERETOLA.....	147
20.15	COMPENSAZIONE AUMENTO COSTI MATERIALI DA COSTRUZIONE .....	147
20.16	OSSERVATORIO AMBIENTALE .....	147
20.17	CONVENZIONE TRA ASPI E AZIENDA USL TOSCANA CENTRO.....	148
20.18	PROVE SUI MATERIALI.....	148
20.19	IMPREVISTI.....	148
20.20	ACCORDI BONARI .....	148
20.21	SPESE GENERALI.....	148

## 1 PREMESSA

Nell'ambito delle attività da svolgere legate alla Convenzione Unica per l'esercizio di tratte autostradali tra Concedente ed Autostrade per l'Italia S.p.A., era previsto l'ammodernamento e l'ampliamento alla terza corsia dell'Autostrada A11 Firenze – Pisa Nord nel tratto compreso tra Firenze e lo svincolo di Montecatini Terme.

All'interno del più esteso intervento di ampliamento e ammodernamento dell'autostrada A11 sopra richiamato, si inserisce il presente progetto esecutivo di ampliamento alla 3<sup>a</sup> corsia della tratta Firenze - Pistoia, dalla progr. km 0+621 alla progr. km 27+390, per uno sviluppo complessivo pari a circa 26,8 km circa. L'intervento autostradale prende avvio in corrispondenza del termine dell'intervento di adeguamento dello svincolo di Firenze Peretola di connessione con la viabilità urbana della città di Firenze, che è pure compreso nel presente progetto e dettagliato nella relazione S0-GEN-00000-00000-R-GEN-1100-0.

L'ampliamento alla 3<sup>a</sup> corsia rappresenta l'ennesimo intervento di potenziamento che ha interessato l'infrastruttura in oggetto. Realizzata per iniziativa dell'EAT (Ente per le Attività Toscane) e costruita dalla società "Le autostrade toscane", l'autostrada A11 Firenze Mare ha infatti costituito, prima ancora dell'Autostrada del Sole, il primo asse infrastrutturale importante della Toscana finalizzato a collegare la città di Firenze al litorale tirrenico centro settentrionale, attraversando la pianura dell'Arno, la densamente popolata e industrializzata piana di Prato e Pistoia, la Valdinievole e la piana di Lucca e favorendo naturalmente lo sviluppo di tutte le aree limitrofe al tracciato.

L'inaugurazione "ufficiale" si ebbe nel 1933 con l'apertura dell'ultimo tratto tra Lucca e Migliarino Pisano; l'autostrada allora era ad una sola carreggiata di otto metri di larghezza e collegava Firenze con Migliarino Pisano, seguendo l'attuale tracciato, salvo il tratto nel comune di Prato tra il ponte sul Bisenzio e quello sul Calice. Al momento dell'apertura, la Firenze Mare annoverava i caselli di Firenze, Prato, Pistoia, Monsummano Terme (poi soppresso), Montecatini Terme, Chiesina Uzzanese, Altopascio, Lucca e Migliarino, dove l'autostrada si connetteva alla strada statale Aurelia (SS1).

Con il raddoppio del 1962, l'autostrada assunse una configurazione più simile a quella attuale, sia in termini di sezione trasversale che di geometria del tracciato, con la realizzazione della "Variante di Prato", che realizzava un nuovo percorso più a mezzogiorno in aree negli anni sessanta ancora a conduzione agricola e lontane dall'abitato, mentre il vecchio tracciato dimesso all'utilizzo autostradale è oggi il Viale Leonardo Da Vinci, noto anche come "la declassata", che parte dal confine comunale con Campi Bisenzio e termina in corrispondenza di quello con Agliana, svolgendo la funzione di asse di comunicazione Est – Ovest di Prato.

L'infrastruttura è stata successivamente oggetto di ulteriori ammodernamenti, tra i quali i principali sono stati quelli realizzati negli anni 80 ed hanno riguardato:

- La realizzazione della stazione in itinere di Firenze Ovest, che rappresenta l'inizio della tratta gestita con sistema di pedaggio di tipo chiuso;
- Il potenziamento dell'interconnessione con l'A1 Milano – Napoli, originariamente realizzata con uno svincolo con tradizionale geometria a trombeta, e del casello di Firenze Nord;
- L'adeguamento dello svincolo di Prato (Est), con la realizzazione del piazzale di esazione a nord dell'autostrada e del collegamento di questo, tramite uno svincolo a livelli sfalsati (trombeta), con la Declassata. Associata a questo intervento la modifica della geometria dell'asse, volta a realizzare lo spazio necessario al piazzale, con la trasformazione di un'unica curva circolare di raggio 1500 metri in un tratto con due curve equiverse, di raggio rispettivamente 800 e 1000 metri separate da un breve rettilo;
- La realizzazione dello svincolo di Prato Ovest, collocato in posizione pressoché baricentrica tra gli svincoli di Prato Est e Pistoia.

In anni recenti si sono infine realizzati i seguenti interventi:

- L'ammodernamento dell'area di Servizio Peretola;
- L'adeguamento dell'interconnessione con l'A1 legato all'ampliamento alla terza corsia di questa, con la realizzazione di rampe dirette per i veicoli provenienti da nord sull'A1 e diretti all'A11 (sia in direzione Pisa che in direzione Firenze);
- La modifica di organizzazione della piattaforma stradale dell'intera A11 Firenze – Pisa Nord con la bonifica del margine interno, originariamente in terra con barriere metalliche su due filari,

ed il conseguente allargamento della corsia di emergenza, portata a 3,00 metri rispetto agli originari 2,50 metri, con riduzione del margine interno realizzata tramite la posa di uno spartitraffico monofilare in cls;

- La posa di uno strato di usura drenante su tutta la piattaforma stradale realizzato lungo tutti gli 81,9 km di cui si compone l'infrastruttura.

Anticipando quanto al paragrafo 1.4, in considerazione dell'importanza strategica del tratto terminale di A11 compreso tra l'interconnessione con l'Autostrada A1 ed il nodo di Peretola è stato deciso di suddividere la tratta in 2 lotti costruttivi. La presente relazione si riferisce al Lotto 1 che comprende l'adeguamento del nodo urbano di Peretola e l'ampliamento alla terza corsia fino alla PK 9+850. Relativamente al nodo di Peretola si rimanda alla relazione S0-GEN-00000-00000-R-GEN-1100-0, che completa le descrizioni delle opere del Lotto. Si specifica che la descrizione di taluni aspetti trattati all'interno della presente relazione riguarda l'intera tratta volendo in un certo modo comunque mantenere una organicità nella trattazione di un intervento che è stato suddiviso in due lotti distinti solo alla conclusione del proprio iter approvativo.

## 1.1 L'ITER PROGETTUALE

Antecedentemente alla stipula della Convenzione Unica tra ANAS ed Autostrade per l'Italia S.p.A., i due soggetti, a seguito di un incontro tenutosi a Firenze in data 6.09.2006 tra il Ministro delle Infrastrutture, il Presidente di ANAS, il Presidente della Regione Toscana con l'Ass. LL.PP., l'Amministratore Delegato ASPI e le istituzioni locali, avevano già concordato di procedere allo studio dell'intervento di ampliamento alla terza corsia.

In particolare, ANAS in data 3.01.2007 ha formalmente invitato la Concessionaria Autostrade per l'Italia a redigere uno Studio di prefattibilità dell'intervento, successivamente da quest'ultima presentato in data 18.04.2007 a Regione ed EE.LL., in un incontro tenuto presso la Provincia di Pistoia.

Successivamente si sono succeduti due incontri tecnici, coordinati dalla Regione Toscana, nei quali Autostrade per l'Italia e SPEA Ingegneria Europea hanno potuto raccogliere osservazioni e contributi da parte delle Province e dei Comuni territorialmente interessati, di cui si è tenuto conto nella redazione del progetto preliminare.

Il progetto preliminare del tratto Firenze-Pistoia (trasMESSO all'ANAS il giorno 27.05.2009, con lettera prot. 15313 ed approvato dal concedente il 3 febbraio 2011) prevedeva il mantenimento, ove possibile, del tracciato in asse rispetto all'esistente (ampliamento simmetrico), tenuto conto anche della presenza lungo il tracciato di alcuni punti di passaggio obbligato (cavalcavia e sottovia già predisposti alla 3ª corsia nell'ipotesi di ampliamento simmetrico), a meno dei punti dove una diversa tipologia di intervento si è resa necessaria per esigenze di geometria stradale e interferenze, prevedendo tutte le mitigazioni del caso (barriere acustiche, indennizzi ecc.) a salvaguardia delle preesistenze prossime all'autostrada.

In data 23 giugno 2011 il progetto definitivo, integrato e variato rispetto al progetto preliminare è stato trasmesso all'ANAS per la necessaria validazione tecnica preventiva, ricevendo esito favorevole in data 13.06.12 (Prot. CDG-0083591-P).

Il 27.06.2011 il progetto definitivo è stato inviato al Ministero dell'Ambiente per la richiesta di compatibilità ambientale, la fase di Valutazione di Impatto Ambientale si è quindi chiusa con l'emissione del Decreto VIA (con prescrizioni) da parte del Ministero dell'Ambiente (prot. 0000134 del 20/05/2016).

In data 20.09.2017 si è tenuta la prima seduta di Conferenza di Servizi, in occasione della quale il MIT ha evidenziato la assenza di elementi ostativi alla conclusione del procedimento di localizzazione dell'opera ma ha disposto un rinvio dei lavori ad una seconda seduta in attesa di acquisire dalla Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA/VAS l'istruttoria tecnica per la verifica di ottemperanza alle prescrizioni da ottemperarsi nell'ambito del progetto definitivo, del perfezionamento dei pareri della Regione Toscana oltre che dell'esame da parte di ASPI delle osservazioni/ricieste di approfondimento presentate dai Comuni e dall'autorità di Bacino .

In occasione della seconda seduta in data 08.11.2017, comunque in assenza di elementi ostativi al prosieguo della procedura autorizzativa, il Presidente ha evidenziato ai partecipanti che la Conferenza di Servizi, sarà da ritenersi conclusa solo con l'acquisizione della deliberazione regionale di intesa Stato – Regione, che recepisca i pareri istruttori mancanti alla data.

In sintesi di seguito i principali passaggi autorizzativi relativi ai lavori in oggetto:

03.02.2011	Approvazione del progetto preliminare da parte di ANAS
30.06.2011	Avviata procedura di Valutazione di Impatto Ambientale
13.06.2012	Validazione tecnica del Progetto Definitivo da parte del MIT
20.05.2016	Emissione del Decreto n.134 del Ministro dell'Ambiente e del Ministro per i Beni e le Attività Culturali
05.08.2016	Avvio procedimento finalizzato all'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio
23.11.2016	Attivazione procedimento di verifica di conformità urbanistica
20.12.2016	Ottemperanza alle prescrizioni del DECVIA n.134 (A.1.1.1, A.1.1.2, A1.1.3, A.1.2, A.1.3, A1.4.1, A1.4.2, B.7, B.9) relative alla fase di progettazione definitiva
20.09.2017	Prima seduta Conferenza di Servizi
07.11.2017	Pareri sull'ottemperanza alle prescrizioni relative alla fase di progettazione definitiva
08.11.2017	Seconda seduta Conferenza di Servizi
07.06.2018	Decreto di intesa Stato – Regione conclusivo della Conferenza di servizi e vincolo preordinato all'esproprio

### 1.1.1 Autorizzazione paesaggistica

L'intervento in progetto interessa un territorio caratterizzato dalla presenza di numerosi vincoli paesaggistici il più importante dei quali è quello che tutela le visuali dalla stessa autostrada A11 e che interessa la quasi totalità del tratto in ampliamento.

Tra gli elaborati del progetto esecutivo è inclusa la relazione paesaggistica consegnata con il progetto definitivo ai fini della Conferenza dei servizi per localizzazione dell'opera.

La relazione paesaggistica viene trasmessa al solo fine di dare conto del completamento del processo approvativo e non necessita di modifiche in quanto esplicitamente approvata dal Ministero dei Beni culturali nel corso della Conferenza dei servizi senza richieste specifiche di modifica, che invece hanno riguardato singoli aspetti progettuali (in primo luogo barriere acustiche) di cui si dà conto nelle specifiche relazioni specialistiche.

## 1.2 PRINCIPALI MODIFICHE AL PROGETTO DEFINITIVO APPROVATO

Nel presente paragrafo si descrivono in maniera sintetica le principali modifiche progettuali apportate in fase esecutiva rispetto alla fase progettuale precedente.

Le variazioni sono state determinate dai seguenti fattori:

- A. Integrazioni e modifiche progettuali richieste dagli Enti in sede di Valutazione di Impatto Ambientale e di Conferenza di Servizi;
- B. Ottimizzazioni a seguito di aggiornamento del quadro conoscitivo in considerazione del periodo trascorso (2016-2018) e delle modifiche degli scenari infrastrutturali correlati;
- C. Aggiornamento degli standard/criteri progettuali svoltosi nel periodo intercorso tra la redazione del Progetto Definitivo sviluppato nel 2016 e quella del Progetto Esecutivo sviluppato nel 2018.

Nel seguito si rappresentano le principali modifiche apportate al progetto relativamente ai punti B e C (rimandando al paragrafo successivo per quanto attiene il punto A):

- Sostituzione e riqualfica spartitraffico in rettilineo. Il PE ha previsto l'integrale sostituzione della barriera di sicurezza in rettilineo (New Jersey monofilare) con una barriera New jersey in configurazione bifilare.
- Verifica degli allargamenti per visibilità lungo tutto il tracciato autostradale ed in particolare per le curve di tabella sono stati previsti gli allargamenti indicati.



Da km	A km	Raggio Curva	Allarg. max	Carreggiata
8+330.51	8+802.97	817.00	2.26	Ovest
8+995.08	9+648.62	1002.00	1.30	Ovest
17+201.38	18+202.08	1202.00	0.65	Ovest
24+564.05	25+017.99	1201.80	0.40	Ovest

La procedura adottata per il calcolo della distanza di visibilità per l'arresto, tiene conto del nuovo quadro di riferimento rappresentato dalla disposizione del Codice della Strada, introdotta dal D.Lgs. 15 gennaio 2002 n.9, che limita a 110 km/h la velocità massima consentita in autostrada in presenza di pioggia.

Visto che il D.M. 05/11/2001 specifica che i valori di aderenza da adottare nel calcolo delle distanze di arresto sono riferiti a condizioni di pavimentazione bagnata, si è ritenuto che l'introduzione del limite di velocità di 110 km/h in presenza di pioggia consentisse di calcolare le distanze di arresto, limitando superiormente la velocità di progetto dei singoli elementi del tracciato a 120 km/h. Tale valore è stato determinato in analogia a quanto indicato nella norma, che prescrive di effettuare le verifiche adottando un valore massimo della velocità di progetto pari al limite di velocità legale previsto dal Codice della Strada incrementato di 10 km/h, al fine di mantenere il fattore di sicurezza adottato (e quindi il livello di rischio accettato) dalla norma stessa.

- Aggiornamento dello studio di Traffico per la variazione dello scenario progettuale originari, nonché la variazione dello scenario programmatico, da cui sono derivate:
  1. La modifica del piazzale di esazione del nuovo svincolo di Pistoia est incrementato di una porta dal lato delle entrate. Si passa da 8 a 9 piste, 4 lato entrate e 5 lato uscite.
  2. La modifica dello svincolo di Prato est, in cui la differente ripartizione dei flussi tra le entrate e le uscite nell'ora di punta mattutina rispetto alle assunzioni di PD ha determinato il rifacimento della corsia bidirezionale di svincolo a partire dal piazzale di esazione. E' stata pertanto inserita in progetto una nuova rampa bidirezionale a tre corsie. Tale rampa prevede una carreggiata di immissione in direzione Firenze a due corsie, uno spartitraffico monofilare bifacciale per la separazione fisica dei flussi ed una carreggiata monodirezionale ad una corsia che realizza la diversione da Pistoia verso Prato est. Quanto sopra ha determinato la completa demolizione del sottovia di svincolo con il rifacimento dello stesso con sezione trasversale maggiorata per accogliere la predetta rampa.
- Potenziamento dell'arginello del corpo autostradale/stradale in corrispondenza delle barriere di sicurezza. In particolare al di sotto degli arginelli il progetto prevede l'estensione degli strati di fondazione e sottofondazione, rispettivamente in misto cementato (ove presente) ed in misto granulare stabilizzato, fino alla scarpata.
- Aggiornamento delle barriere fonoassorbenti: è stato inoltre adeguato al nuovo standard ASPI/SPEA l'interasse dei montanti prevedendo passo 4 m in luogo dei 3 m previsti in PD e la tipologia di fondazione da fondazioni dirette a fondazioni su pali.
- Modifica della tipologia costruttiva e della sezione trasversale degli impalcati dei cavalcavia (da due travi) integrali a 4 travi appoggiati.
- Cavalcavia di Via delle Fonti, Via Matteotti Via Mosino e Via Romito e Serpe: erano previsti in PD a luce singola e sono stati trasformati in PE a tre luci, ai fini del miglioramento della leggerezza visiva. Le soluzioni adottate rappresentano il nuovo standard ASPI/SPEA.
- Aggiornamento delle tratte autostradali ove è previsto il risanamento profondo della pavimentazione in considerazione delle indagine integrative sulle pavimentazioni esistenti.
- Demolizione e ricostruzioni dei seguenti impalcati non previsti in PD per effetto degli approfondimenti strutturali:
  - SP001-Sottovia di via Del Cantone
  - SP006-Sottovia di svincolo di Prato est
  - SP026-Sottovia di via Lunga di Cafaggio
  - SP007-Sottovia di via del Ferro

- SP008-Sottovia di via Roma
  - SP009-Sottovia PK 12+230.82 (strada nuovo PRG)
  - VA001-Via Argine del Fosso e strada vicinale Goraccia
  - PO005-Ponte su torrente Bagnolo-Bardena
  - SP014-Sottovia di via Bonellina(solo impalcato anni '30)
- Si evidenzia che rispetto al Progetto Definitivo sottoposto a VIA e Conferenza dei Servizi nel Progetto Esecutivo non è presente l'intervento di ampliamento alla terza corsia del tratto di A11 ricadente nei comuni di Monsummano e Pieve a Nievole (PT) tra le progressive km 36+660 e 38+111. La realizzazione dell'ampliamento in questo tratto era prevista al fine di accogliere le richieste delle Amministrazioni locali in merito all'anticipazione della costruzione delle opere di mitigazione acustica già previste nel più esteso intervento del tratto Pistoia – Montecatini Terme che invece saranno realizzati nell'ambito del Piano di Risanamento Acustico previsto alle lettere C4 ed E dell'art. 2 comma 2 della Convenzione Unica ANAS/ASPI, come previsto nella comunicazione di ASPI al Ministero dell'Ambiente n.8588 del 12/04/2018.

### 1.3 LE PRESCRIZIONI DI CONFERENZA DI SERVIZI

Si richiamano di seguito le principali richieste avanzate dagli enti nel corso della Conferenza di Servizi, rimandando al dispositivo finale del Ministero per i dettagli delle singole richieste.

#### Comune di Pistoia:

- Progettazione definitiva e realizzazione, contestualmente al progetto della terza corsia e del nuovo casello, del c.d. "Asse dei Vivaì", quale opera di adduzione, per assicurare la funzionalità del nuovo casello;
- Progettazione, realizzazione dello spostamento, tramite sovrappasso, della Via del Casello a sud dell'Autostrada, per eliminare le problematiche di sicurezza e funzionalità dell'intersezione fra Via del Casello e la Via Bonellina;

#### Pieve a Nievole

- Venga previsto la sistemazione della viabilità di adduzione allo svincolo di Montecatini Terme, così come indicato con nota del Sindaco in data 1 settembre 2016. Inoltre viene confermato l'estrema urgenza dell'intervento per la sicurezza dello svincolo autostradale, e la posizione di tutti gli Enti locali per eseguirlo con priorità rispetto alla realizzazione dell'ampliamento della terza corsia dell'A11 tratto Firenze - Pistoia;

#### Comuni di Campi Bisenzio e Prato

- Adeguamento tratti di declassata (V.le Leonardo da Vinci) e raddoppio del Ponte Luciano Lama per migliorare l'adduzione allo svincolo di Prato est

#### Genio Civile – Valdarno centrale

- Compenso dei volumi sottratti all'esondazione: il documento di ASPI (IDR8000 - "Relazione Idrologico- Idraulica esplicativa per cds") acquisito in data 13/11/2017, recepisce le soluzioni avanzate da questo Ufficio nell'ambito dei lavori del tavolo tecnico sopra richiamato, relativamente alla individuazione delle aree destinate alla compensazione dei volumi. A tal proposito si specifica che:
  - per quanto riguarda la cassa di compenso sul t. Marinella, l'esatta localizzazione, nei Comuni di Prato o Calenzano, verrà individuata da Regione Toscana soltanto a seguito delle risultanze dello studio idraulico;
  - per quanto riguarda la cassa di compenso sul t. Brana è necessario che sia realizzato un progetto unitario del complesso di opere (cassa e risagomatura di un tratto del corso d'acqua) che poi potrà essere eventualmente realizzato per stralci funzionali da ASPI per le parti di competenza;
  - relativamente ai volumi da recuperare per l'area di Monsummano T. (885 m3) si prescrive di recuperare tali volumi nell'area di Monsummano stessa, valutando quale possibile soluzione il recupero all'interno dei fossi autostradali o in un fosso specificatamente individuato.

- Nodo Terminale Urbano di Peretola: (non menzionata nella ns. nota prot. 116099 del 03/03/2017 perché non necessitava di verifica di ottemperanza), si conferma quanto concordato durante gli incontri.
  - In particolare, poiché trattasi di area a pericolosità idraulica PI2 del PGRA, in fase di progettazione esecutiva:
  - dovranno essere rispettati gli artt. 9 e 10 della Disciplina di Piano, con particolare riferimento alla opportunità di evitare la realizzazione di sottopassi, se non diversamente localizzabili, come peraltro già prospettato dai tecnici di ASPI e SPEA durante gli incontri e gli scambi mail, ma mai riportati a livello progettuale;
  - le acque di piattaforma non dovranno andare ad incrementare la criticità idraulica dell'area;
  - dovranno essere verificate tutte le reti di smaltimento ed incrementato il volume delle vasche già previste in progetto;

Si precisa che gli interventi relativi al miglioramento dell'accessibilità al sistema autostradale, e cioè:

- Asse dei "Vivai";
- Sistemazione della viabilità di adduzione allo svincolo di Montecatini Terme;
- Adeguamento tratti di declassata (V.le Leonardo da Vinci) e raddoppio del Ponte Luciano Lama;

saranno sviluppati separatamente con tempi e modalità differenti da quelli del presente Progetto Esecutivo.

#### 1.4 LA SUDDIVISIONE IN LOTTI

In considerazione dell'importanza strategica del tratto terminale di A11 compreso tra l'interconnessione con l'Autostrada A1 ed il nodo di Peretola è stato deciso di suddividere la tratta in 2 lotti.

E' stata individuata nella progressiva km 9+850 il limite tra i due lotti. Tale punto di separazione benché non definisca lotti funzionali consente l'esecuzione dei lavori senza stravolgere la primigenia fasizzazione dei lavori e senza l'introduzione di lavorazioni aggiuntive.

La suddivisione in lotti adottata è quindi la seguente:

- Lotto 1: Adeguamento del nodo di Peretola e ampliamento alla terza corsia fino a pk km 9+850;
- Lotto 2: Ampliamento alla terza corsia da pk 9+850 a pk 27+390;

La scelta è stata dettata sia da considerazioni legate alla cantierizzazione che a considerazioni di tipo trasportistico, legate ai flussi di traffico presenti sull'infrastruttura sia allo stato attuale che nello scenario progettuale.

Il tratto autostradale tra Prato Est e Firenze risulta quello maggiormente trafficato con volumi di traffico del 25% maggiori rispetto al tratto Pistoia – Prato Est.

La scelta è stata quindi orientata da queste considerazioni, ma condizionata dalla giacitura del tracciato e dalla tipologia di ampliamento prevista in approccio allo svincolo di Prato Est.

In tale tratto infatti, la tipologia di ampliamento prevista (asimmetrico in est) e l'adeguamento della pendenza trasversale in corrispondenza della curva circolare hanno comportato la necessità di sfalsare le carreggiate proprio in corrispondenza dello svincolo di Prato est.

Tale configurazione avrebbe reso di fatto impossibile la divisione in lotti funzionali (in corrispondenza dello svincolo di Prato est), tuttavia è stata individuata la progressiva 9+850 comunque prossima al predetto svincolo, che garantisce la funzionalità del tratto di intervento una volta completato ed indipendentemente dal completamento del lotto adiacente.

Si specifica che nell'abaco, le ottemperanze alle prescrizioni impartite dal DecVIA DM 134/2016 sono sempre espresse in coerenza con la suddivisione in lotti richiamando gli elaborati del lotto corrispondente.

## 2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

### 2.1 PROGETTAZIONE STRADALE

- D.M. 5.11.2001 n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (G.U. n. 3 del 04.01.2002);
- D.M. 22.04.2004 n. 67/s "Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»" (G.U. n. 147 del 25.06.2004);
- D.M. 19.04.2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (G.U. n.170 del 24.07.2006);
- D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i.. "Nuovo codice della Strada";
- D.P.R. n. 495/92 e s.m.i.. "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada".

### 2.2 BARRIERE DI SICUREZZA

- Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 3065 del 25.08.2004: "Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
- D.M. 21 giugno 2004 (G.U. n. 182 del 05.08.04): "Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale".
- D.M. 18 febbraio 1992, n. 223. (G.U.: n. 63 del 16.03.92): Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza.
- D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i.: Nuovo codice della Strada.
- D.P.R. n. 495/92 e s.m.i.: Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada.
- D.M. 5 novembre 2001, n. 6792.: Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.
- Autostrade per l'Italia – Spea: "Monografia di progetto n. 2 BARRIERE DI SICUREZZA", Rev. Dicembre 2017.
- Circolare Ministero dei Trasporti del 15.11.2007 "Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004".
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.07.2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
- Norme UNI EN 1317 "Barriere di sicurezza stradali":
  - UNI EN 1317-1:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova";
  - UNI EN 1317-2:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari";
  - UNI EN 1317-3:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto";
  - UNI ENV 1317-4:2003 "Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza";
  - UNI EN 1317-5:2012 "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli".
- DM 28.06.2011 (Gun. 233 del 06.10.2011): "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale".

### 2.3 SEGNALETICA

Il progetto prevede la costituzione di un sistema segnaletico armonico integrato ed efficace, in grado di garantire, un elevato livello di sicurezza e fluidità della circolazione veicolare. Si ritiene, infatti, che

dotare la viabilità di una segnaletica che tenga in debito conto la prestazione percettiva dell'utente, e dunque avente idonee caratteristiche di visibilità, cospicuità e leggibilità possa evitare confusione e incertezza nella valutazione dell'utente, riducendo il rischio di manovre errate o effettuate in tempi inadeguati.

La segnaletica stradale – orizzontale e verticale – viene impostata secondo le prescrizioni della Normativa Vigente:

- D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i.. "Nuovo codice della Strada"
- D.P.R. n. 495/92 e s.m.i.. "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada".
- DIRETTIVA 24.10.2000 "Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del codice della strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione" (G.U. 28 dicembre 2000, n. 301)
- D.M. 10.07.2002 "Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo" (G.U. N. 226 del 26.09.2002)
- Norme UNI
  - UNI EN 1463-1: 2004  
Materiali per segnaletica orizzontale - Inserti stradali catarifrangenti - Requisiti delle prestazioni iniziali;
  - UNI 11154: 2006 Segnaletica stradale - Linee guida per la posa in opera – Segnaletica orizzontale.
  - UNI EN 1436: 2008  
Materiali per segnaletica orizzontale – Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada;
  - UNI EN 12899:2008 Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale:
    - Parte 1: Segnali permanenti
    - Parte 2: Delineatori di ostacolo transilluminati
    - Parte 3: Delineatori di margine e dispositivi rifrangenti
    - Parte 4: Controllo di produzione in fabbrica
    - Parte 5: Prove iniziali di tipo

#### a) Standard Autostrade per l'Italia

- SMA/ARD 16 gennaio 1996: "Proposte ed integrazioni al nuovo codice della strada – segnaletica verticale autostradale –soluzioni segnaletiche di dettaglio."
- Segnaletica antinebbia – giugno 1998: "Interventi di segnaletica orizzontale antinebbia di 3° livello, relativa segnaletica verticale didattica e delinea tori stradali."
- Segnaletica di Indicazione dei "Punto Blu"- "Schemi di massima e particolari costruttivi della segnaletica da adottare in avvicinamento e in corrispondenza dei Punto blu" del 26 Novembre 2004
- "Segnaletica di indicazione delle modalita' di pagamento - Schemi di massima e particolari costruttivi della segnaletica verticale e orizzontale in avvicinamento ed in corrispondenza delle stazioni a barriera e intermedie." - VTP 2005
- Interventi di rifacimento della segnaletica verticale autostradale: Norme Tecniche ed. marzo 2013
- DRES/NST/Segnaletica – giugno 2009: Allestimento Gallerie
- DPSC/GOR/MPE-DPSC/GOR/GTR – giugno 2011: "Criteri e Standard di Progettazione relativi ad installazioni di segnaletica verticale ad alto impatto (livelli 1 e 2) in avvicinamento ed in corrispondenza dei tratti curvilinei – Interventi per il miglioramento della sicurezza"

La segnaletica stradale – orizzontale e verticale – viene impostata secondo le prescrizioni della Normativa Vigente:

## 2.4 STRUTTURE

L'analisi strutturale e le relative verifiche vengono eseguite secondo il metodo semi-probabilistico agli Stati Limite in accordo alle disposizioni normative previste dalla vigente normativa Europea

(Eurocodici), in linea con il quadro normativo. In particolare, al fine di conseguire un approccio il più unitario possibile relativamente alle prescrizioni ed alle metodologie/criteri di verifica, si è fatto diretto riferimento alle varie parti degli Eurocodici, unitamente ai relativi National Application Documents, verificando puntualmente l'armonizzazione del livello di sicurezza conseguito con quello richiesto dalla vigente normativa nazionale. In dettaglio si sono prese in esame quindi i seguenti documenti, che volta in volta verranno opportunamente richiamati:

- D.M. 14 gennaio 2008: Nuove norme tecniche per le costruzioni (indicate nel prosieguo "NTC-08")
- Circ. 2 febbraio 2009: Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per la Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008
- UNI EN 1990: Basi della progettazione strutturale
- UNI EN 1991-1-4: Azioni sulle strutture – Azione del vento
- UNI EN 1991-1-5: Azioni sulle strutture – Azioni termiche
- UNI EN 1991-1-6: Azioni sulle strutture – Azioni in generale – Azioni durante la costruzione
- UNI EN 1991-2: Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti
- UNI EN 1992-1-1: Progettazione delle strutture di calcestruzzo - regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1992-2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Ponti di calcestruzzo
- UNI EN 1993-1-1: Progettazione delle strutture di acciaio – Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1993-2: Progettazione delle strutture di acciaio – Ponti di acciaio
- UNI EN 1993-1-5: Progettazione delle strutture di acciaio – Elementi strutturali a lastra
- UNI EN 1993-1-8: Progettazione delle strutture di acciaio – Progettazione dei collegamenti
- UNI EN 1993-1-9: Progettazione delle strutture di acciaio – Fatica
- UNI EN 1993-1-10: Progettazione delle strutture di acciaio – Resilienza del materiale e proprietà attraverso lo spessore
- UNI EN 1993-1-11: Progettazione delle strutture di acciaio – Progettazione di strutture con elementi tesi
- UNI EN 1994-1-1: Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo – Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1994-2: Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo – Ponti
- UNI EN 1998-1-1: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte Generale
- UNI EN 1998-2: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Ponti
- UNI EN 1090 - 1: Esecuzione di strutture in acciaio e di alluminio – Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali
- UNI EN 1090 - 2: Esecuzione di strutture in acciaio e di alluminio – Requisiti tecnici per strutture in acciaio.

Sono state richiamate nelle norme sopra elencate il DM 14/01/2008 e la relativa circolare in luogo del vigente decreto poiché l'art. 2 comma 2 dello stesso (Ambito di applicazione e disposizioni transitorie) dispone che, per le opere strutturali di costruzioni private che siano attualmente in costruzione, ovvero per le quali sia stato già depositato il progetto esecutivo, possono essere utilizzate le norme previgenti (NTC 2008).

Lo stesso articolo, al comma 1, riferendosi alle opere pubbliche, prevede le seguenti disposizioni transitorie valide fino alla ultimazione delle opere strutturali ed al deposito del certificato di collaudo statico:

- possono essere utilizzate le norme previgenti (NTC 2008) per tutte le opere in corso di esecuzione;
- analoga possibilità è consentita per tutti i contratti pubblici di lavori affidati prima del 22 marzo 2018, purché la consegna dei lavori avvenga entro 5 anni dall'entrata in vigore delle NTC 2018;
- la possibilità di non utilizzare le nuove norme è infine consentita per i progetti definitivi o esecutivi già affidati prima dell'entrata in vigore delle nuove norme purché redatti sulla base delle NTC 2008.

## 2.5 GEOTECNICA ALL'APERTO

- D.M. 14.01.2008, "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30.
- Circ. Min. II.TT. 02.02.2009, n. 617, "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14.01.2008".
- UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica
- UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici

## 2.6 GEOLOGIA

- D.M. LL. PP: 11-03-1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.
- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008: Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni
- Circolare n. 618 del 2 febbraio 2009: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008

## 2.7 IDRAULICA

### 2.7.1 Normativa Comunitaria

- Direttiva Europea Quadro sulle Acque 2000/60/CE

### 2.7.2 Normativa nazionale

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

- RD 25/07/1904 n° 523

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

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

Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani. La legge introduce il vincolo idrogeologico.

- DPR 15/01/1972 n° 8

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

- L. 431/85 (Legge Galasso)

Conversione in legge con modificazioni del decreto legge 27 giugno 1985, n. 312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale.

- L. 183/89

Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo. Scopo della legge è la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi (art. 1 comma 1). Vengono inoltre individuate le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione (art. 3); vengono istituiti il Comitato Nazionale per la difesa del suolo (art. 6) e l'Autorità di Bacino (art. 12). Vengono individuati i bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale (artt. 13, 14, 15, 16) e date le prime indicazioni per la redazione dei Piani di Bacino (artt. 17, 18, 19).

- DPR 14/4/94

Atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale ed interregionale, di cui alla legge 18 maggio 1989, N. 183.

- [DPR 18/7/95](#)

Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei Piani di Bacino.

- [DPCM 4/3/96](#)

Disposizioni in materia di risorse idriche (direttive di attuazione della Legge Galli).

- [Decreto Legislativo 31/3/1998, n° 112](#)

Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59

- [DPCM 29/9/98](#)

Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1989, N. 180. Il decreto indica i criteri di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico (punto 2) e gli indirizzi per la definizione delle norme di salvaguardia (punto 3).

- [L. 267/98 \(Legge Sarno\)](#)

Conversione in legge del DL 180/98 recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania. La legge impone alle Autorità di Bacino nazionali e interregionali la redazione dei Piani Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico e le misure di prevenzione per le aree a rischio (art. 1).

- [L. 365/00 \(Legge Soverato\)](#)

Conversione in legge del DL 279/00 recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della Regione Calabria danneggiate dalle calamità di settembre e ottobre 2000. La legge individua gli interventi per le aree a rischio idrogeologico e in materia di protezione civile (art. 1); individua la procedura per l'adozione dei progetti di Piano Stralcio (art. 1-bis); prevede un'attività straordinaria di polizia idraulica e di controllo sul territorio (art. 2).

- [D.L. 3 aprile 2006 n.152](#)

"Norme in materia ambientale"

- [Decreto n. 131 del 16/06/2008](#)

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto. (GU n. 187 del 11/08/2008 - Suppl. Ordinario n. 189)

- [Decreto n. 56 del 14/04/2009](#)

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo" (GU n.124 del 30/05/2009 - Suppl. Ordinario n. 83)

### 2.7.3 Normativa regionale

- [Legge Regionale 81/94](#)

Disposizioni in materia di risorse idriche. La Regione Toscana, in attuazione della legge Galli ha emanato tale legge con la finalità di recupero e mantenimento della risorsa idrica.



- Delibera Consiglio Regionale 25 gennaio 2005 n. 6

Approvazione del Piano Tutela acque.

- Legge Regionale 31 maggio 2006 n.20

Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento, pubblicata sul B.U.R. Toscana n. 17 del 7 giugno 2006.

In attuazione al D.lgs 152/2006, ha per oggetto la tutela delle acque, tra cui, art.1, comma 1 c), le acque meteoriche e di lavaggio delle aree esterne di cui all'art. 113 del decreto legislativo citato. L'art. 2 definisce:

f) acque meteoriche dilavanti non contaminate (AMDNC): acque meteoriche dilavanti derivanti da superfici impermeabili non adibite allo svolgimento di attività produttive, ossia: le strade pubbliche e private, i piazzali di sosta e di movimentazione di automezzi, parcheggi e similari, anche di aree industriali, dove non vengono svolte attività che possono oggettivamente comportare il rischio di trascinarsi di sostanze pericolose o di sostanze in grado di determinare effettivi pregiudizi ambientali; sono AMDNC anche le acque individuate ai sensi dell'articolo 8, comma 8;

n) aree pubbliche: le strade, come definite dall'articolo 2 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 (Nuovo codice della strada), come modificato dal decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, e le relative pertinenze anche destinate alla sosta o movimentazione dei veicoli, che non siano parte di insediamenti o stabilimenti;

L'art. 8 Scarico di acque di prima pioggia e di acque meteoriche dilavanti contaminate, comma 2:

Lo scarico di AMPP derivanti dalle aree pubbliche fuori dalla pubblica fognatura è ammesso e non necessita di autorizzazione allo scarico. Devono essere previsti idonei trattamenti delle AMPP, ove necessari al raggiungimento e/o al mantenimento degli obiettivi di qualità, per le autostrade e le strade extraurbane principali di nuova realizzazione e nel caso di loro adeguamenti straordinari.

- Regolamento regionale 17 dicembre 2012 n. 76/R

Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006 n. 20, che disciplina le acque meteoriche dilavanti.

L'art 38 dispone:

"1. La gestione delle AMD deve perseguire:

a) la prevenzione del trasporto di sostanze solide sospese e della contaminazione di inquinanti, con particolare riferimento alle sostanze di cui all'allegato 1, tabella 1/A al decreto legislativo."

L'art.39 definisce:

1. Ai sensi dell'articolo 2, comma 1, lettera e) della legge regionale, le attività che presentano oggettivo rischio di trascinarsi, nelle acque meteoriche, di sostanze pericolose o di sostanze in grado di determinare effettivi pregiudizi ambientali sono:

a) le attività produttive indicate nell'allegato 5, tabella 5 del presente regolamento, disciplinate dall'articolo 43, salvo che sia dimostrata l'esistenza di una delle seguenti condizioni:

1) le lavorazioni caratterizzanti il ciclo produttivo sono svolte completamente sotto coperture e le altre attività connesse al ciclo produttivo effettuate sui piazzali si svolgono in modo tale da non dar luogo a dilavamento di sostanze pericolose;

2) le attività sono dotate di sistemi di raccolta delle AMC atti a non generare scarichi."

Nell'allegato 5 non si fa riferimento alle acque di dilavamento delle superfici stradali/autostradali.

- Legge Regionale n. 79/2012

Nuova disciplina in materia di Consorzi di Bonifica. Modifica alla L.R. 69/2008 e alla L.R. 91/1998. Abrogazione della L.R. 34/1997.

Con Delibera n. 101 del 21/12/2016 il Consiglio Regionale ha approvato il secondo aggiornamento del reticolo idrografico e di gestione, previsto dalla normativa regionale ai fini della difesa del suolo e della manutenzione dei corsi d'acqua da parte dei Consorzi di Bonifica.

## 2.7.4 Normativa Autorità idrauliche interferite

Il 17 febbraio 2017 entra in vigore il decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. 294 del 25 ottobre 2016 (pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 27 del 2 febbraio 2017) in materia di **Autorità di bacino distrettuali**.

Tale decreto, ai sensi dell'art. 63 comma 3 del d.lgs. 152/2006, dà avvio alla riforma distrettuale ed è finalizzato a disciplinare le modalità e i criteri per il trasferimento del personale e delle risorse strumentali e finanziarie dalle vecchie Autorità di bacino alla nuova Autorità distrettuale.

Dal 17 febbraio 2017 risultano soppresse, per espressa disposizione di legge (rif. art. 51 comma 4 della legge n. 221/2015), tutte le Autorità di bacino di cui alla legge 183/1989 e quindi anche l'Autorità di bacino del fiume Arno, sostituita dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

A tal riguardo, il decreto ministeriale all'art. 12 contiene importanti disposizioni, volte a garantire la continuità delle funzioni tecniche e amministrative delle soppresse Autorità di bacino, nelle more del completamento della riforma e del perfezionamento del d.p.c.m., previsto all'art. 63 comma 4 del d.lgs. 152/2006, con il quale si darà l'avvio operativo ai nuovi enti.

Il nuovo impianto organizzativo che scaturisce dalla legge n. 221/2015 e dal decreto n. 294 razionalizza e semplifica le competenze del settore, con l'esercizio da parte di un solo ente – l'Autorità di bacino distrettuale – delle funzioni di predisposizione del Piano di bacino distrettuale e dei relativi stralci, tra cui il **Piano di Gestione delle Acque** e il **Piano di Gestione del Rischio Alluvioni**, a livello di distretto idrografico.

- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del bacino del fiume Arno adottato con le delibere del Comitato Istituzionale n. 231 e 232 del 17 dicembre 2015 e approvato con delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016.

Il PGRA dell'Arno rappresenta un forte elemento di innovazione in quanto sostituisce a tutti gli effetti per ciò che riguarda la pericolosità da alluvione (con una nuova cartografia, nuove norme nonché la mappa del rischio da alluvioni redatta ai sensi del D.lgs. 49/2010) il PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico). Il lavoro svolto per l'applicazione dei disposti della direttiva nel bacino, ha infatti permesso di aggiornare e modernizzare il quadro conoscitivo esistente, renderlo coerente con i requisiti richiesti dalla Commissione europea e, quindi, di giungere ad una semplificazione delle norme e delle procedure in materia di pericolosità e rischio di alluvioni. La disciplina di PGRA va quindi a subentrare alle disposizioni previste dalle norme di PAI con particolare riguardo ai disposti del "Capo I – Pericolosità Idraulica".

Le mappe del PGRA dell'Arno nascono dall'esperienza maturata con il PAI e ne mantengono la coerenza e i fondamenti di origine.

## 2.8 OPERE A VERDE

- DLgs 30/04/1992, n. 285 "Nuovo Codice della Strada" e s.m.i.;
- DPR 16 dicembre 1992, n. 495 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada" e s.m.i.;
- Codice Civile;
- Decreto Interministeriale 21 marzo 1988, n. 449 "Approvazione nelle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne";
- DPR 753/1980 "Nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto" e s.m.i.;
- 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";
- RD 523/1904 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie";
- DLgs 152/2006 "Norme in materia ambientale" e s.m.i.;
- DLgs 227/2001 "Orientamento e modernizzazione del settore forestale, a norma dell'articolo 7

- della legge 5 marzo 2001, n. 57";
- LR 39/2000 "Legge Forestale della toscana" e s.m.i.;
- DPGR 48R/2003 "Regolamento Forestale della Toscana" e s.m.i.;
- Regolamenti Comunali del verde pubblico e privato.

## 2.9 STUDIO ACUSTICO

- D.P.C.M. 1 marzo 1991 - Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
- L. 26 ottobre 1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore.
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.
- D.M. Ambiente 16 marzo 1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- D.M. 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.
- D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142 - Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della Legge 26 ottobre 1995, n. 447.
- L. R. Toscana 1 dicembre 1998, n. 89 "Norme in materia di inquinamento acustico", modificata con Legge Regionale 29 novembre 2004, n. 67.
- DGR n. 857/2013 "Definizione criteri documentazione impatto acustico e relazione previsionale di clima acustico"
- D.P.G.R. n. 2/R del 08.01.2014 "Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell'art. 2, comma 1, della LR 89/98 - Norme in materia di inquinamento acustico"
- D.P.G.R. n. 38/R del 07.07.2014 "Modifiche al regolamento regionale di attuazione dell'articolo 2, comma 1, della legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico) emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 8 gennaio 2014, n. 2/R".

## 2.10 IMPIANTI

### 2.10.1 Leggi e Decreti

- D.M. del 22/01/2008, n. 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";
- D.Lgs del 09/04/2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- Legge del 1° MARZO 1968 N. 186 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici" (regola d'arte);
- D.M. 236 14/06/89 "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visibilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche";
- D.P.R. 503/1996 "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici";
- Direttiva 2006/95/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 12 dicembre 2006, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione;
- Direttiva 2014/35/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 26 febbraio 2014 concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato a essere adoperato entro taluni limiti di tensione

- Direttiva 2014/30/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 26 febbraio 2014 concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica recepita con D.lgs 80/2016
- Norme UNI EN 40 "Pali per illuminazione pubblica";
- Norme UNI EN 1317 "Barriere di sicurezza stradali";
- Norma UNI EN ISO 1461 "Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio – Specificazioni e metodi di prova";
- Norma UNI EN 10025 "Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura";
- Norma UNI 10671 "Apparecchi di illuminazione – Misurazione dei dati fotometrici e presentazione dei risultati";
- Norma UNI 10819 "Luce e illuminazione: impianti di illuminazione esterna – requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso";
- Norma UNI EN 12665 "Light and lighting – Basic terms and criteria for specifying lighting requirements" [Luce e illuminazione – Criteri e termini base per specificare i requisiti di illuminazione];
- Norma UNI 11248 "Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche"; Ultima edizione Ottobre 2016.
- Norma UNI EN 13201-1 "Road lighting – Part 1: Selection of lighting classes" [Illuminazione stradale – Parte 1: Scelta delle classi di illuminazione]; Edizione 2016
- Norma UNI EN 13201-2 "Road lighting – Part 2: Performance requirements" [Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali]; Edizione 2016
- Norma UNI EN 13201-3 "Road lighting – Part 3: Calculation of performance" [Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle prestazioni]; Edizione 2016
- Norma UNI EN 13201-4 "Road lighting – Part 4: Methods of measuring lighting performance" [Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche]; Edizione 2016
- Norma UNI EN 13032-2 "Light and lighting – Measurements and presentation of photometric data of lamps and luminaries – Part 2: Presentation of data for indoor and outdoor work places" [Luce e illuminazione – Illustrazione e misure dei dati fotometrici di lampade e luminarie – Parte 2: Illustrazione dei dati per ambienti di lavoro interni ed esterni];
- Pubblicazione CIE 17.4:1987 "International vocabulary for lighting" [Vocabolario internazionale di illuminazione];
- Pubblicazione CIE TC 4.21:1997 "Guidelines for minimizing sky glow" [Linee guida per la limitazione della luminosità del cielo];
- Pubblicazione CIE 112:1994 "Glare evaluation system for use within outdoor sports and area lighting" [Sistema di valutazione della luce dispersa per uso entro aree esterne e sportive];
- Pubblicazione CIE 115:1995 "Recommendations for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic" [Raccomandazioni per l'illuminazione di strade a traffico motorizzato e pedonabile];
- Pubblicazione CIE 129:1998 "Guide for lighting exterior work areas" [Guida per l'illuminazione esterna di aree di lavoro];
- Pubblicazione CIE 136:2000 "Guide to the lighting of urban areas" [Guida per l'illuminazione delle aree urbane];
- Pubblicazione CIE 140:2000 "Road lighting calculations" [Calcoli per illuminazione stradale];
- Pubblicazione CIE 150:2003 "Guide on the limitation of the effects of obstrusive light from outdoor lighting installations" [Guida per la limitazione degli effetti della luce dispersa dagli impianti di illuminazione esterna];
- Pubblicazione CIE 154:2003 "Maintenance of outdoor lighting systems" [Manutenzione degli impianti di illuminazione esterna];
- Norma Europea CEI EN 12464-2 "Illuminazione degli ambienti di lavoro – parte 2: ambienti esterni";
- Norma Europea CEI EN 12464-1 "Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni";

In particolare l'impianto elettrico è stato progettato in conformità alle seguenti norme CEI:

- Norma CEI 3-1 "Segni grafici per schemi elettrici; elementi dei segni grafici, segni grafici distintivi e segni di uso generale";
- Norma CEI 3-15 "Segni grafici per schemi; conduttori e dispositivi di connessione";
- Norma CEI 3-18 "Segni grafici per schemi; produzione trasformazione e conversione dell'energia elettrica";
- Norma CEI 3-19 "Segni grafici per schemi; apparecchiature e dispositivi di comando e protezione";
- Norma CEI 3-20 "Segni grafici per schemi; strumenti di misura, lampade e dispositivi di segnalazione";
- Norma CEI 3-23 "Segni grafici per schemi; schemi e piani di installazione architettonici e topografici";
- Norma CEI 3-25 "Segni grafici per schemi; generalità";
- Norma CEI 3-32 "Raccomandazioni generali per la preparazione degli schemi elettrici";
- Norma CEI 7-6 "Controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso";
- CEI EN 60947-2 Apparecchiature a bassa tensione Parte 2: Interruttori automatici
- CEI EN 60947-3 Apparecchiatura a bassa tensione Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili
- CEI EN 60898-2 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua
- Norma CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali
- Norma CEI EN 61439-2 (CEI: 17-114) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza
- CEI-UNEL 47;V3 Prese a spina per usi domestici e similari - Foglio di modifiche alle Tabelle CEI-UNEL 47157, 47158, 47159, 47167 e 47168 - n. 2 tabelle
- CEI 23-50;V3 Spine e prese per usi domestici e similari Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI 23-57 Spine e prese per usi domestici e similari Parte 2: Prescrizioni particolari per adattatori
- CEI EN 61386-24 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 24: Prescrizioni particolari - Sistemi di tubi interrati
- CEI EN 61008-2-1 Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari Parte 2-1: Applicabilità delle prescrizioni generali agli interruttori differenziali con funzionamento indipendente dalla tensione di rete
- CEI EN 61009-2-1 Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari Parte 2-1: Applicabilità delle prescrizioni generali agli interruttori differenziali con funzionamento indipendente dalla tensione di rete
- CEI 23-133 Interruttori differenziali con o senza sganciatori di sovracorrente per prese fisse per uso domestico e similare
- Norma CEI 23-25 "Tubi per installazioni elettriche; prescrizioni generali";
- CEI EN 60423 Tubi per installazioni elettriche - Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori
- CEI EN 50369 Sistemi di guaine flessibili a tenuta di liquidi per installazioni elettriche
- CEI EN 50085-1 Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 61386-21 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori
- CEI EN 61386-23 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori
- CEI EN 61386-24 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 24: Prescrizioni particolari - Sistemi di tubi interrati

- CEI EN 60598-1/EC Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove
- CEI EN 60598-2-20 Apparecchi di illuminazione Parte 2-20: Prescrizioni particolari - Catene luminose
- CEI EN 61347-2-13/A1 Unità di alimentazione di lampada Parte 2-13: Prescrizioni particolari per unità di alimentazione elettroniche alimentate in corrente continua o in corrente alternata per moduli LED
- CEI EN 62031/A1 Moduli LED per illuminazione generale - Specifiche di sicurezza
- CEI EN 60598-2-22 Apparecchi di illuminazione Parte 2-22: Prescrizioni particolari - Apparecchi di emergenza
- Norme CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua";
- Norma CEI 64-14 "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori";
- Norma CEI C.T. 70 Involucri di protezione. (Riferimenti costruttivi apparecchi);
- CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici";
- CEI UNEL 35023 1970 "Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico avente grado di isolamento non superiore a 4 - Cadute di tensione";
- CEI UNEL 35024/1 1997 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria";
- CEI UNEL 35024/2 1997 "Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria";
- CEI-UNEL 35016 Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011)

### 3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, TERRITORIALE, INFRASTRUTTURALE E TRASPORTISTICO

Sottolineando che la presente relazione si riferisce al Lotto 1, comprendente l'adeguamento del nodo urbano di Peretola ed i primi 9,85 km di ampliamento autostradale alla terza corsia, e che quindi i Comuni interessati dall'intervento di lotto 1 sono Firenze, Campi Bisenzio, Sesto Fiorentino e Prato, in questo capitolo, si tratteranno i due lotti nel loro complesso sia a livello di inquadramento geografico che trasportistico.

#### 3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE

Il tracciato dell'attuale A11 Firenze – Pisa Nord si sviluppa per 81+700 km ed insiste nel territorio della Regione Toscana attraversando le province di Firenze, Prato, Pistoia, Lucca e Pisa. La tratta Firenze – Pistoia, lungo il suo sviluppo Est-Ovest, attraversa il comprensorio di tre province e di sei comuni:

- Firenze
- Sesto Fiorentino (FI)
- Campi Bisenzio (FI)
- Prato (PO)
- Agliana (PT)
- Pistoia (PT)

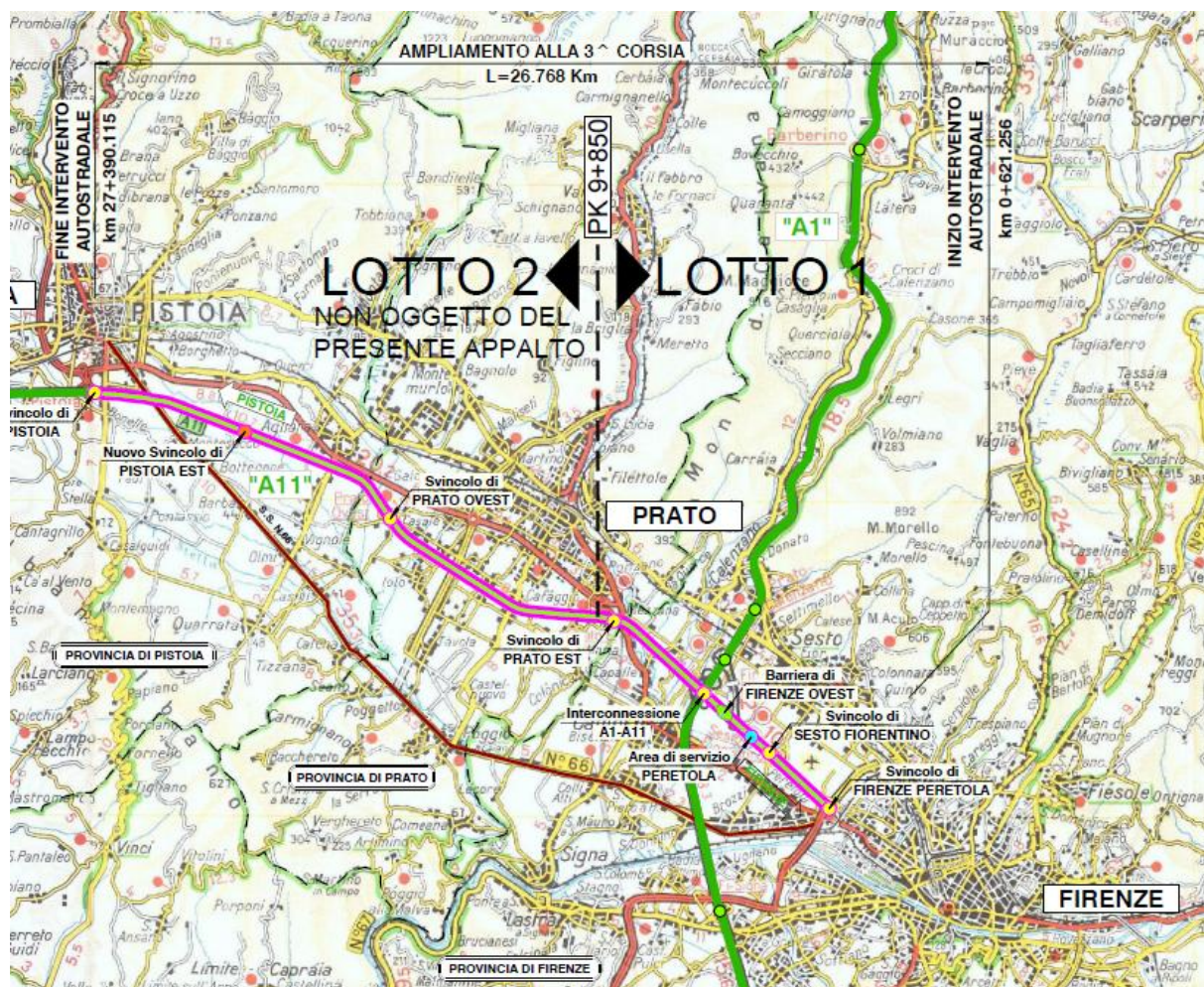


Figura 3-1 – Inquadramento territoriale

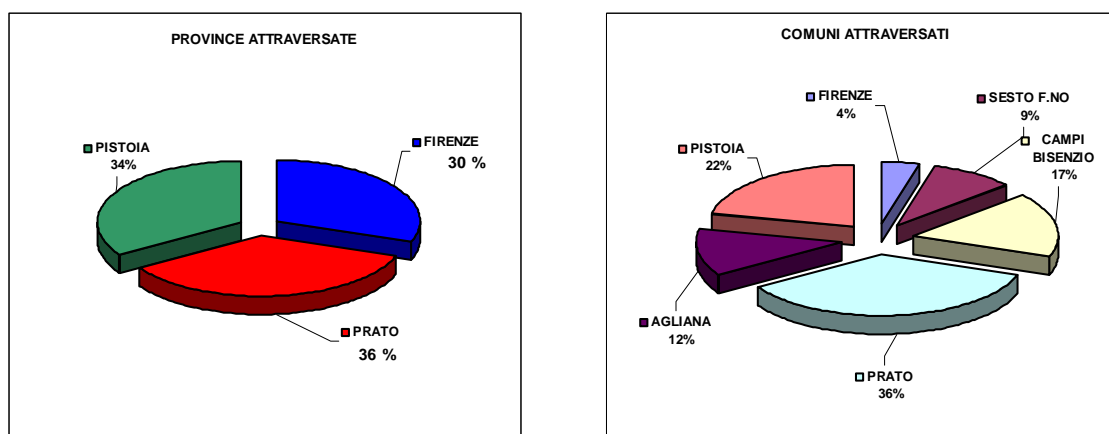


Figura 3-2 – Ripartizione territoriale tra le province ed i comuni interessati

Il tracciato lambisce tutti gli abitati sopra citati (secondo la ripartizione di Figura 3-2) ed ha numerose connessioni alla viabilità ordinaria, così che l'arteria si caratterizza anche per la sua funzione di servizio al territorio. Questa valenza è ben figurata dalla numerosa presenza di svincoli, con una frequenza di uno ogni 5,6 km circa:

- Allacciamento con la viabilità urbana di Firenze (svincolo urbano a raso di Firenze Peretola – progr. km 0+000) ;
- Svincolo di Sesto Fiorentino (tipologia a semi quadrifoglio in regime aperto – progr. km 1+895);
- Interconnessione con l'Autostrada A1 Milano – Napoli e casello di Firenze Nord (schema di svincolo complesso – progr. km 4+930);
- Svincolo di Prato Est (tipologia a trombetta – progr. km 8+556);
- Svincolo di Prato Ovest (tipologia a trombetta – progr. km 16+850);
- Svincolo di Pistoia (tipologia a trombetta – progr. km 27+409),

A questi si aggiungono l'area di Servizio Peretola (progr. km 3+000) e la stazione in itinere di Firenze Ovest (progr. km 4+200), che rappresenta l'inizio della tratta gestita con sistema di pedaggio di tipo chiuso.

Lungo lo sviluppo del tracciato, l'autostrada interseca un denso reticolo stradale, composto, oltre alla già citata Autostrada A1, da due strade regionali (ex statali), quattro strade provinciali e circa 30 strade comunali.

- |   |                  |
|---|------------------|
| ▪ SP N.8 Strada Militare per Barberino          | Progr. Km 6+681  |
| ▪ SR N.325 della Val di Setta e Val di Bisenzio | Progr. Km 8+419  |
| ▪ SR N.66 Pistoiese                             | Progr. Km 25+231 |
| ▪ SP Val d'Ombrone - Via Roma                   | Progr. Km 11+975 |
| ▪ SP N.6 Quarrata - Ponte alla Trave            | Progr. Km 19+377 |
| ▪ SP N.9 Montalbano - Via Bonellina             | Progr. Km 26+812 |

Complessivamente, a servizio delle strade precedentemente richiamate e di altre di rango inferiore, sono presenti 24 opere di scavalco in cavalcavia e 26 sottovia, a cui si aggiungono numerose opere di attraversamento del reticolo idrografico, composto sia da corsi d'acqua naturali che da canali artificiali.

Considerato l'ambito territoriale attraversato, rappresentato da un'area pianeggiante di origine alluvionale posta ai piedi delle colline appenniniche, l'infrastruttura si sviluppa quasi interamente con rilevati bassi, ad eccezione dei tratti che scavalcano strade e corsi d'acqua, che complessivamente ammontano a circa il 2% dello sviluppo complessivo.



### 3.2 INQUADRAMENTO INFRASTRUTTURALE E TRASPORTISTICO

Il progetto benché diviso in due lotti distinti è corredato da un unico Studio di Traffico redatto per valutare trasportisticamente la realizzazione della 3° corsia nella tratta A11 da Firenze a Pistoia.

Lo studio ha analizzato ed aggiornato rispetto alla progettazione preliminare il **quadro pianificatorio e programmatico** facendo riferimento al Piano Regionale Integrato Infrastrutture e Mobilità PRIIM, al il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) delle province di Firenze e Prato e alla Variante Generale al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della provincia di Pistoia, oltre alla documentazione reperibile dagli Enti Locali. 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 nell'area di intervento: l'Aeroporto di Firenze A. Vespucci (Peretola) e l'Interporto della Toscana Centrale a Prato. 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 generata.

Lo studio si è basato su una **robusta banca dati** aggiornata al 2016: i dati autostradali per le tratte di studio sono quelli del 2016, mentre per quanto riguarda la rete ordinaria ci si è avvalsi dei dati messi a disposizione dagli enti territoriali di riferimento per l'area di studio e dei dati già in possesso. Le analisi trasportistiche effettuate hanno riguardato **l'ora di punta 08:00 – 09:00 di un giorno feriale medio del periodo neutro** (cioè esclusi gennaio, luglio ed agosto) ed il giorno medio annuo. Il giorno rappresentativo del giorno feriale medio neutro è stato identificato in **mercoledì 19 ottobre 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.**

Le analisi sono state effettuate a livello strategico tramite l'ausilio di un **macromodello di simulazione del traffico veicolare calibrato tramite i dati di traffico sopra descritti**.

Il **quadro programmatico** è sintetizzato nelle seguenti tabelle dove, rispetto ai tre orizzonti temporali considerati, sono riportati gli interventi considerati nelle rete stradale programmatica.

*Tabella: Interventi del quadro programmatico*

Progetti e interventi del quadro programmatico	2025	2035	2040
Completamento Mezzana Perfetti-Ricasoli			
Lotto 5B	X	X	X
Lotto 6		X	X
Bretella Lastra a Signa - Indicatore (SR66-SR325)		X	X
Circonvallazione centro abitato Signa	X	X	X
Nuova Lucchese		X	X
Prolungamento "circonvallazione sud" Campi Bisenzio		X	X
Chiusura dell'anello di circonvallazione della città di Pistoia		X	X
Completamento raddoppio della "Declassata" tra via Marx e via Nenni (sottopasso del Soccorso)	X	X	X
Completamento raddoppio della "Declassata" nella zona compresa tra il Casello Ovest e seconda tangenziale Ovest di Prato (v.le Unione Europea)	X	X	X
Prolungamento della seconda tangenziale Ovest di Prato (v.le Unione Europea) da via Pistoiese a SP4 Nuova Montalese) - Lotti 6A-6B-6C		X	X
Connessione tra Seconda Tangenziale Ovest di Prato (rotatoria viale Unione Europea) e SP2 nel Comune di Agliana in fregio alla ferrovia - Lotto 3	X	X	X
Prolungamento della via Aldo Moro (Asse delle Industrie) verso Campi Bisenzio attestandosi sulla rotatoria di via Barberinese/SP8/via dei Confini		X	X
Connessione ("bretella") Nuova Montalese-Rotonda Chiesanuova e eliminazione vecchio innesto sulla Tangenziale Ovest		X	X
Nuovo collegamento via Ferrucci-via del Beccarello (Macrolotto 2)		X	X
Modifica della viabilità di collegamento tra lo svincolo A11 "Sesto" e Aeroporto	X	X	X

Le **previsioni di crescita della domanda** di mobilità per i leggeri ed i pesanti sono state stimate distinguendo fra coppie OD i cui percorsi utilizzano esclusivamente la rete ordinaria e quelli che utilizzano anche la rete autostradale. Nel primo caso la domanda dei leggeri è stata aggiornata con le previsioni di crescita della popolazione previste per la Toscana da ISTAT, quella dei pesanti con le previsioni di crescita del PIL; nel caso degli spostamenti che utilizzano anche la rete autostradale le previsioni di crescita sono state stimate sulla base dell'andamento storico del traffico sulle tratte oggetto di intervento.

*Tabella: Previsioni di crescita della domanda Leggeri ai vari orizzonti temporali*

Parametro	Anno base 2016	2025	2035	2040
Crescita pop. Toscana	100	100.65	100.74	100.61
Crescita veic. Leggeri su Tratta A11 "Firenze – Pistoia"	100	109.82	116.01	117.56

*Tabella: Previsioni di crescita della domanda Commerciali + Pesanti ai vari orizzonti temporali*

Parametro	Anno base 2016	2025	2035	2040
Crescita GDP pc	100	107.05	114.66	117.56
Crescita veic. Pesanti su Tratta A11 "Firenze – Pistoia"	100	112.83	123.92	127.74

Lo **scenario ATTUALE** ha come anno di riferimento il 2016. L'analisi dello scenario attuale della tratte analizzate evidenzia come la caratteristiche di deflusso in direzione Firenze risultino insoddisfacenti. In particolare le tratte Prato Est - Allacciamento A1/A11 e Firenze Ovest / Firenze Nord – Sesto Fiorentino registrano un LOS F (rapporto flusso/capacità >1) e anche sulla quasi totalità delle restanti tratte il deflusso è prossimo alla condizione di instabilità (LOS D). La condizione di deflusso migliore, in direzione Firenze, è registrata sulla tratta Sesto Fiorentino - Peretola (LOS C).

In direzione Pistoia, la tratta più penalizzata è sempre quella compresa tra l'Allacciamento A1/A11 e il casello di Prato Est: sebbene presenti un LOS E, il rapporto flusso/capacità è prossimo a 1 e quindi al limite delle condizioni di instabilità. Sulle altre tratte le condizioni di deflusso sono accettabili (LOS C) o ottimi (LOS A).

Il valore di VTGMA bidirezionale per la tratta dell'A11 Firenze - Pistoia è superiore a 61,000 veicoli totali, mentre è di poco inferiore a tale valore quello della macrotratta Peretola – Pistoia, a rappresentatività di un sistema autostradale con un importante carico veicolare. La tratta più carica è quella compresa tra l'Allacciamento A1/A11 e il casello di Prato Est il cui valore di TGMA si attesta a circa 85,000 veicoli totali.

Negli **scenari PROGRAMMATICI** la domanda di mobilità stimata per gli anni futuri (2025, 2035 e 2040) viene assegnata alla rete stradale attuale potenziata dagli interventi identificati nel quadro programmatico infrastrutturale.

L'analisi dello scenario programmatico 2025 della A11 evidenzia, rispetto allo scenario attuale, il peggioramento del LOS da E a F della tratta Allacciamento A1/A11 – Prato Est in direzione Pistoia, il cui rapporto flusso capacità è già prossimo alla saturazione allo scenario attuale. Nelle altre tratte si osserva un aumento del rapporto flusso/capacità. In direzione Firenze, il livello di servizio peggiora su due tratte rispetto allo stato attuale (da D a E sulla tratta Prato Ovest – Prato Est e da C a D sulla tratta Sesto F.no Peretola).

Al 2035 si può osservare che il LOS della tratta Allacciamento A1/A11 – Prato Est in direzione Pistoia ritorna al livello registrato allo stato attuale. Tale variazione è dovuta all'entrata in esercizio delle opere previste dal quadro programmatico, in particolare alla realizzazione della bretella Signa-Indicatore la quale determina un alleggerimento del carico veicolare delle tratte comprese tra Firenze Ovest e Prato Est.

Nello scenario programmatico 2040 si osserva un peggioramento delle condizioni di deflusso (il rapporto flusso/capacità si avvicina alla soglia del LOS E per diverse tratte).

Confrontando gli scenari programmatici con quello attuale si riscontra un generale aumento del VTGMA per entrambe le macrotratte, il quale cresce da circa 61,100 veicoli a 66,658 veicoli totali nello scenario programmatico 2040 per la macrotratta Firenze Ovest – Pistoia, e a 66,158 veicoli totali per la macrotratta Peretola - Pistoia. Da un confronto dei flussi previsti sulle singole tratte emerge, al 2035, una diminuzione del TGMA bidirezionale per le tratte comprese tra il nodo di Peretola e Prato Est.

Rispetto agli scenari programmatici, i risultati degli **scenari PROGETTUALI** evidenziano un miglioramento del livello di servizio legato al potenziamento delle tratte comprese tra Firenze e Pistoia in cui si registrano, nonostante l'incremento dei flussi nell'ora di punta, dei livelli di servizio più che accettabili e migliori di quelli del 2016.

In direzione Firenze, si registrano infatti dei livelli di servizio compresi tra C e D, a differenza dei livelli E ed F degli scenari programmatici. Nella direzione opposta, la tratta più penalizzata rimane quella compresa tra l'Allacciamento A1/A11 e Prato Est (LOS C), la quale offre un livello di servizio migliore rispetto a quello stimato negli scenari programmatici (LOS F).

Confrontando gli scenari di progetto con quello attuale si può osservare un aumento del VTGMA bidirezionale da circa 61,100 veicoli a 72,467 veicoli totali nello scenario progettuale 2040 per la macro tratta Firenze Ovest – Pistoia e a 72,000 veicoli totali per la macro tratta Peretola - Pistoia. Anche in questo caso si può osservare come l'inserimento della bretella Signa-Indicatore comporti allo scenario 2035 una diminuzione del TGMA nelle tratte comprese il nodo di Peretola e Prato Est.

A livello di volumi annui, l'intervento di progetto consente di incrementare i volumi di traffico complessivi di circa l'8% rispetto agli scenari programmatici.

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: VTGMA sulla macro tratta Firenze Ovest - Pistoia nei diversi scenari di simulazione

Anno	DATI DI CONSUNTIVO			PROGRAMMATICO			PROGETTUALE		
	LEGGERI	PESANTI	TOTALE	LEGGERI	PESANTI	TOTALE	LEGGERI	PESANTI	TOTALE
2016	51252	9847	61100						
2025				53,443	10,769	64,212	58,505	11,638	70,142
2035				53,791	11,625	65,416	58,638	12,549	71,188
2040				54,658	11,999	66,658	59,508	12,959	72,467

Tabella: VTGMA sulla macro tratta Peretola - Pistoia nei diversi scenari di simulazione

Anno	DATI DI CONSUNTIVO			PROGRAMMATICO			PROGETTUALE		
	LEGGERI	PESANTI	TOTALE	LEGGERI	PESANTI	TOTALE	LEGGERI	PESANTI	TOTALE
2016	51,548	9,356	60,904						
2025				53,926	10,188	64,115	59,213	11,068	70,281
2035				53,868	10,997	64,865	58,811	11,912	70,722
2040				54,811	11,347	66,158	59,699	12,301	72,000

L'analisi dei **macroindicatori trasportistici** (percordanze 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. I risultati confermano come complessivamente negli scenari progettuale l'introduzione di una corsia addizionale consenta di ridurre i tempi totali della rete autostradale in ciascun scenario, con un beneficio in termini di risparmio di tempo per gli utenti. 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 tratta dell'A11 compresa tra Firenze e Pistoia 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 positivi sulla rete ordinaria, 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.

Come è emerso dai risultati dell'analisi, si sottolinea infine come la realizzazione di alcune opere concorrenti o alternative all'autostrada previste all'interno del quadro programmatico, come ad esempio la bretella Signa-Indicatore o il completamento della mezzana Perfetti-Ricasoli, comporti una diminuzione dei flussi lungo le tratte dell'A11 comprese il nodo di Peretola e il casello di Prato Est sia negli scenari programmatici che in quelli progettuali.

## 4 SISMICITA'

L'area in esame, è situata in una porzione di catena appenninica interessata da attività geodinamica recente o attuale e caratterizzata da notevole attività sismica, e al cui interno sono state riconosciute numerose strutture sismogenetiche attive.

In generale sono stati registrati terremoti con profondità ipocentrale dell'ordine di 20-25 Km, caratterizzati da meccanismi focali legati a movimenti distensivi, associati a componenti trascorrenti in senso appenninico (NO-SE) ed antiappenninico (NE-SO).

Per valutare la pericolosità sismica di base dell'area è stato fatto riferimento allo studio pubblicato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e di Vulcanologia (INGV), che suddivide il territorio italiano in un reticolo di riferimento.

In ogni nodo del reticolo la pericolosità sismica è definita in termini di:

- i) accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (categoria A);
- ii) valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale  $F_0$ ;
- iii) periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale  $T^*_C$ , con riferimento ad una data probabilità di eccedenza  $P_{VR}$ , nel periodo di riferimento  $V_R$  dell'opera considerata.

La probabilità di superamento  $P_{VR}$  è definita dalla normativa per ciascuno stato limite (81% per lo SLO, 63% per lo SLD, 10%, per lo SLV, 5% per lo SLC); ad ogni valore di  $P_{VR}$  corrisponde un tempo di ritorno  $T_R$  dell'azione sismica, definito come:

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

A titolo di esempio, in Figura 1 sono riportati i valori 50° percentile dell'accelerazione di picco su suolo rigido  $a_g$  per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>) con un dettaglio su Firenze, Prato e Pistoia.

Per la verifica sismica delle opere e dei terreni presenti lungo il tracciato autostradale oggetto di studio, l'azione sismica di riferimento è stata valutata, in accordo alla vigente normativa, considerando i parametri di riferimento che seguono:

- vita nominale delle opere  $V_N = 50$  anni
- classe d'uso IV
- coefficiente d'uso  $C_U = 2$

da cui risulta:

- periodo di riferimento per l'azione sismica  $V_R = V_N \times C_U = 100$  anni

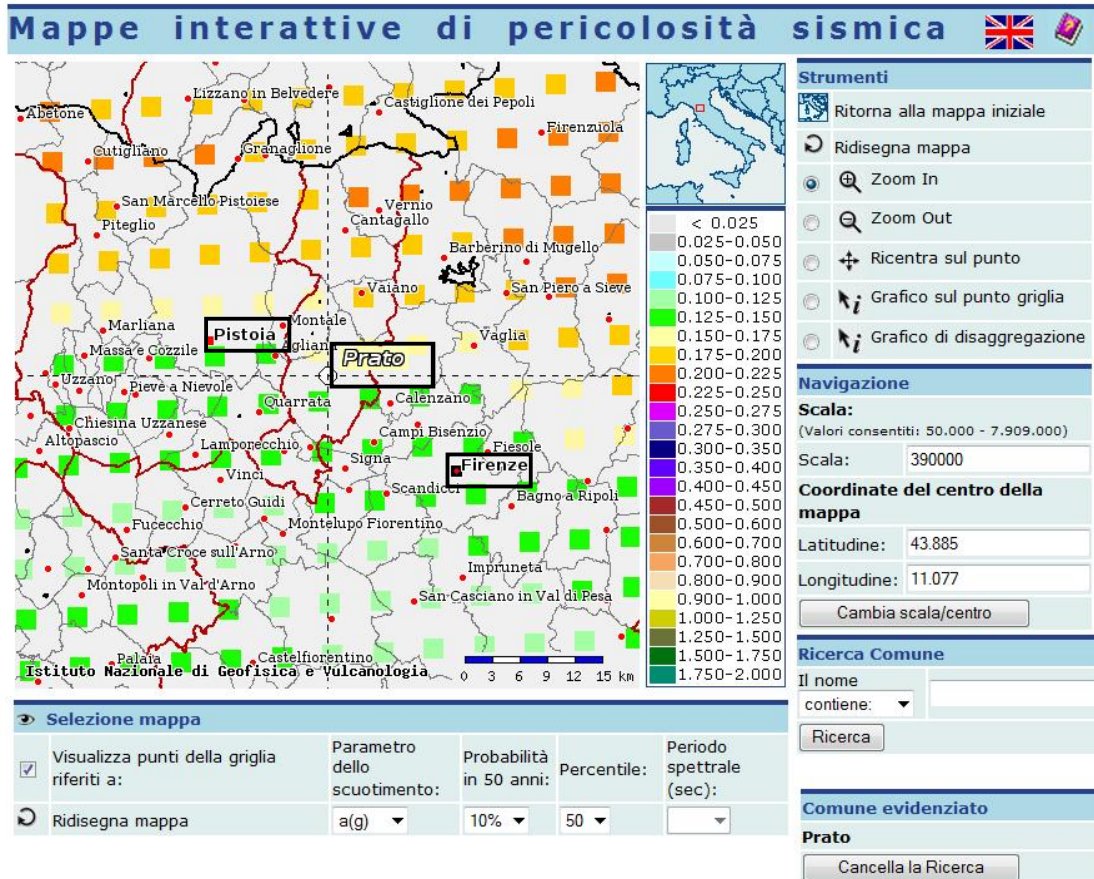


Figura 1. Accelerazione sismica su suolo di riferimento rigido per i comuni di Firenze, Prato e Pistoia

In Tabella 4 sono riportati, per ogni comune interessato dal tracciato autostradale, i valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*_c$  per i periodi di ritorno associati a ciascun stato limite.

Tabella 4. Valori di  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T^*_c$  su suolo di riferimento rigido per i sei comuni interessati dal tracciato autostradale.

Comune	STATO LIMITE	$P_{VR}$ [%]	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T^*_c$ [s]
Firenze	SLO	81	60	0.060	2.590	0.272
	SLD	63	101	0.072	2.591	0.282
	SLV	10	949	0.166	2.389	0.310
	SLC	5	1950	0.206	2.407	0.317
Campi Bisenzio	SLO	81	60	0.060	2.584	0.270
	SLD	63	101	0.073	2.583	0.280
	SLV	10	949	0.167	2.387	0.309
	SLC	5	1950	0.207	2.405	0.316
Sesto Fiorentino	SLO	81	60	0.062	2.571	0.272
	SLD	63	101	0.075	2.574	0.281
	SLV	10	949	0.172	2.394	0.312
	SLC	5	1950	0.213	2.411	0.318
Prato	SLO	81	60	0.065	2.542	0.270
	SLD	63	101	0.079	2.542	0.279
	SLV	10	949	0.181	2.392	0.310
	SLC	5	1950	0.226	2.406	0.317

Nella tabella seguente si riportano infine le categorie di sottosuolo assunte per i vari comuni di interesse, definite alla luce dei valori registrati delle velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$ .

Figura 4-1 - Accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A – periodo di riferimento  $V_R=50$ anni

	Firenze	Sesto Fiorentino	Campi Bisenzio	Prato
<b>Categoria di Sottosuolo</b>	C	C	C	C

## 5 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la progettazione delle opere oggetto di studio è stata sviluppata una specifica campagna di indagini geognostiche (sito e laboratorio) condotta in tre fasi, la prima nel 2008 propedeutica al progetto preliminare (FASE A), la seconda nel 2010 propedeutica al progetto definitivo (FASE B) e la terza nel 2017-2018 propedeutica al progetto esecutivo (FASE E).

Alle indagini geognostiche suddette si affiancano le indagini geognostiche pregresse, realizzate in periodi differenti nei pressi del tracciato ed in relazione a differenti scopi (Bretella di Prato Signa, interconnessione A1-A11, ecc.) ed infine le indagini bibliografiche reperite presso gli enti pubblici.

Le indagini sono state riportate negli elaborati cartografici geologici in scala 1:5000 secondo la loro reale ubicazione plano-altimetrica, con simbologia differente in relazione al tipo di indagine ed al tipo di strumentazione installata. I dati stratigrafici e tecnici derivanti dalla documentazione geognostica sono allegati al progetto.

Le indagini geognostiche sono state eseguite, come previsto dalla norma vigente, sulla base di un progetto redatto in maniera multidisciplinare dalla figure indicate qui di seguito: dal geologo responsabile dell'ufficio geologia (GEO) per quanto riguarda la componente geologica; dall'ingegnere responsabile dell'ufficio opere all'aperto (APE) per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica delle terre; dall'ingegnere responsabile dell'ufficio idraulica (IDR) per quanto riguarda l'idrologia sotterranea e dall'ingegnere responsabile del monitoraggio ambientale (MAM) per quanto riguarda la caratterizzazione chimica delle acque e delle terre da scavo.

### 5.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE FASE E

Sono costituite da:

- n. 23 sondaggi geognostici verticali dei quali 20 eseguiti a carotaggio continuo e 3 a distruzione di nucleo, spinti a profondità variabili (fino 40 m da p.c.). Nei fori di sondaggio sono state eseguite prove tipo SPT, prove di permeabilità di tipo Lefranc, prove pressiometriche di tipo Menard, prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati. I sondaggi sono stati strumentati con piezometro tipo Norton e/o Casagrande e con tubo in pvc per la realizzazione di sismica in foro di tipo Cross-Hole.
- n. 7 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPT-U), spinte a profondità variabili fino a 36 m circa dal p.c. (in corrispondenza di n. 3 prove sono state eseguite prove di dissipazione);
- n. 8 pozzetti esplorativi superficiali, spinti a profondità variabile fino a 3,5 m da p.c., con esecuzione di prove di carico su piastra, determinazioni della densità in sito e prelievo di campioni rimaneggiati, tra cui campioni rimaneggiati di grosso volume.

I campioni prelevati dalle verticali di indagine e dai pozzetti esplorativi sono stati utilizzati per eseguire prove di laboratorio finalizzate alla determinazione delle caratteristiche di resistenza e di compressibilità dei litotipi attraversati oltre che analisi di tipo chimico. In particolare le prove eseguite consistono in:

- determinazione delle caratteristiche fisiche (plasticità e granulometria, peso di volume, contenuto d'acqua, peso specifico dei granuli);
- determinazione delle caratteristiche meccaniche legate ai parametri di resistenza (prove di taglio diretto, prove UU, ecc.) e prove finalizzate alla determinazione delle caratteristiche di compressibilità (prove edometriche).
- prove dinamiche (prova di taglio torsionale ciclico e prova in colonna risonante).
- esecuzione di prove finalizzate alla riutilizzabilità dei materiali di bonifica e di scavo (prove di compattazione, di compressione e di portanza) su campioni di terreno di grosso volume, sia naturali sia eventualmente stabilizzati con leganti idraulici.
- analisi chimiche di laboratorio su campioni di terreno prelevati dai sondaggi e dai pozzetti a finalità ambientale.

Gli elaborati di riferimento sono costituiti da:



DOCUMENTAZIONE GENERALE										
DG	GEO	GEOLOGIA								
DG	GEO	SI000	Indagini geognostiche in sito							
DG	GEO	SI000	00000	D	GEO	0040	1	Planimetria di ubicazione indagini geognostiche	Tav. 1/2	1:5000
DG	GEO	SI000	00000	D	GEO	0041	1	Planimetria di ubicazione indagini geognostiche	Tav. 2/2	1:5000
DG	GEO	SI000	00000	R	GEO	0044	0	FASE E	Vol. 1/2 (Geoter)	-
DG	GEO	SI000	00000	R	GEO	0045	0	FASE E	Vol. 2/2 (Geoter)	-
DG	GEO	LA000	Prove di laboratorio							
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0070	0	FASE E	Vol. 1/8(ALTAIR)	-
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0071	0	FASE E	Vol. 2/8(ALTAIR)	-
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0072	0	FASE E	Vol. 3/8(ALTAIR)	-
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0073	0	FASE E	Vol. 4/8(ALTAIR)	-
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0074	0	FASE E	Vol. 5/8(ALTAIR)	-
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0075	0	FASE E	Vol. 6/8(ALTAIR)	-
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0076	0	FASE E	Vol. 7/8(ALTAIR)	-
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0077	0	FASE E	Vol. 8/8(ALTAIR)	-

## 5.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE FASE B

Sono costituite da:

- n. 34 sondaggi geognostici verticali eseguiti a carotaggio continuo spinti a profondità variabili (fino 40 m da p.c.). Nei fori di sondaggio sono state eseguite prove tipo SPT, prove di permeabilità di tipo Lefranc, prove pressiometriche di tipo Menard, prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati. Tutti i sondaggi sono stati strumentati con piezometro tipo Norton e/o Casagrande.
- n. 5 sondaggi geognostici verticali (sigla SD) eseguiti a carotaggio continuo in sede autostradale spinti fino alla profondità massima di 6 m dal p.c. realizzati allo scopo di valutare le caratteristiche dei rilevati esistenti;
- n. 9 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPT-U), spinte a profondità variabili fino a 25.0 m dal p.c.;
- n. 14 pozzetti esplorativi superficiali, spinti a profondità variabile fino a 4 m da p.c., con esecuzione di prove di carico su piastra, determinazioni della densità in sito e prelievo di campioni rimaneggiati

In affiancamento alla geognostica in sito, sui campioni prelevati dalle verticali di indagine e dai pozzetti esplorativi, sono state eseguite prove di laboratorio finalizzate alla determinazione delle caratteristiche di resistenza e di compressibilità dei litotipi attraversati oltre che analisi di tipo chimico. In particolare le prove eseguite consistono in:

- determinazione delle caratteristiche fisiche (plasticità e granulometria, peso di volume, contenuto d'acqua, peso specifico dei granuli);
- determinazione delle caratteristiche meccaniche legate ai parametri di resistenza (prove di taglio diretto, prove UU, ecc.) e prove finalizzate alla determinazione delle caratteristiche di compressibilità (prove edometriche).
- prove dinamiche (prova di taglio torsionale ciclico e prova in colonna risonante).
- esecuzione di prove finalizzate alla riutilizzabilità dei materiali di bonifica e di scavo (prove di compattazione, di compressione e di portanza) su campioni di terreno di grosso volume, sia naturali sia eventualmente stabilizzati con leganti idraulici.
- analisi chimiche di laboratorio su campioni di terreno prelevati dai sondaggi geognostici eseguiti in sede autostradale (sigla SD) e da appositi pozzetti a finalità ambientale distribuiti lungo il corpo del rilevato autostradale esistente; sono state pertanto effettuate determinazioni su un set di parametri elencati nel Dlgs. 152/2006

Su sei campioni prelevati dai sondaggi eseguiti in sede (SD), è stata valutata la presenza di varietà asbestiformi mediante tecnica SEM-EDS, comprendente il conteggio delle fibre mediante microscopio elettronico a scansione (SEM), l'individuazione della composizione chimica delle singole fasi mediante microanalisi a raggi X in dispersione di energia (EDS) e calcolo della percentuale in peso (ppm) del contenuto in minerali fibrosi. Per le analisi di dettaglio, si rimanda agli elaborati contenuti nella documentazione generale di progetto.

Ad integrazione di queste, nella primavera 2013 è stata condotta una specifica campagna di prelievi e analisi ambientali lungo tutto il tracciato di progetto (laboratorio Ambiente sc).

Gli elaborati di riferimento sono costituiti da:

DG	DOCUMENTAZIONE GENERALE								
DG	GEO							GEOLOGIA	
DG	GEO	SI000						Indagini geognostiche in sito	
DG	GEO	SI000	00000	D	GEO	0040	1	Planimetria di ubicazione indagini geognostiche	Tav. 1/2 1:5000
DG	GEO	SI000	00000	D	GEO	0041	1	Planimetria di ubicazione indagini geognostiche	Tav. 2/2 1:5000
DG	GEO	SI000	00000	R	GEO	0046	0	FASE B	Vol. 1/3 (Technosoil)
DG	GEO	SI000	00000	R	GEO	0047	0	FASE B	Vol. 2/3 (Geoservice)
DG	GEO	SI000	00000	R	GEO	0048	0	FASE B	Vol. 3/3 (Geoservice)
DG	GEO	LA000						Prove di laboratorio	
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0078	0	FASE B	Vol. 1/16 (ALTAIR)
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0079	0	FASE B	Vol. 2/16 (ALTAIR)
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0080	0	FASE B	Vol. 3/16 (ALTAIR)
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0081	0	FASE B	Vol. 4/16 (ALTAIR)
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0082	0	FASE B	Vol. 5/16 (ALTAIR)
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0083	0	FASE B	Vol. 6/16 (ALTAIR)
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0084	0	FASE B	Vol. 7/16 (ALTAIR)
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0085	0	FASE B	Vol. 8/16 (ALTAIR)
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0086	0	FASE B	Vol. 9/16 (ALTAIR)
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0087	0	FASE B	Vol. 10/16 (ALTAIR)
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0088	0	FASE B	Vol. 11/16 (SGL)
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0089	0	FASE B	Vol. 12/16 (SGL)
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0090	0	FASE B	Vol. 13/16 (SGL)
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0091	0	FASE B	Vol. 14/16 (SGL)
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0092	0	FASE B	Vol. 15/16 (SGL)
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0093	0	FASE B	Vol. 16/16 (SGL)
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0099	0	Certificati analisi mineralogico-composizionale (SEM-EDS)	

### 5.3 INDAGINI GEOGNOSTICHE FASE A

Sono costituite da:

- n. 16 sondaggi geognostici verticali, di cui 13 eseguiti a carotaggio continuo e 3 a distruzione di nucleo, spinti a profondità variabili (fino 40 m da p.c.). Nei fori di sondaggio sono state eseguite prove tipo SPT, prove di permeabilità di tipo Lefranc, prove pressiometriche di tipo Menard, prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati. Dei 16 sondaggi, 6 sono stati strumentati con tubo in pvc per la realizzazione di sismica in foro di tipo Cross-Hole e 10 con piezometro tipo Norton e Casagrande). Sono stati inoltre installati due Data logger per il rilievo in continuo dei livelli piezometrici;
- n. 5 sondaggi geognostici verticali eseguiti a carotaggio continuo in sede autostradale (sigla SD) spinti fino alla profondità di 10 m dal p.c. realizzati allo scopo di valutare le caratteristiche dei rilevati esistenti;
- n. 5 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPT-U), spinte a profondità variabili fino a 29.50 m dal p.c.;
- n. 8 prove con dilatometro piatto Marchetti (DMT), spinte a profondità variabili fino a 25.8 m dal p.c.;
- n. 4 prove con dilatometro piatto Marchetti (DMT) con esecuzione di prospezione sismica tipo Down-Hole S-DMT, spinte a profondità variabili fino a 27 m da p.c.;
- n. 8 pozzetti esplorativi superficiali, spinti a profondità variabile fino a 4 m da p.c., con esecuzione di prove di carico su piastra, determinazioni della densità in sito e prelievo di campioni rimaneggiati.

In affiancamento alla geognostica in sito, sui campioni prelevati dalle verticali di indagine e dai pozzetti esplorativi, sono state eseguite prove di laboratorio finalizzate alla determinazione delle caratteristiche di resistenza e di compressibilità dei litotipi attraversati oltre che analisi di tipo chimico. In particolare le prove eseguite consistono in:

- determinazione delle caratteristiche fisiche (plasticità e granulometria, peso di volume, contenuto d'acqua, peso specifico dei granuli);
- determinazione delle caratteristiche meccaniche legate ai parametri di resistenza (prove di taglio diretto, prove UU, ecc.) e prove finalizzate alla determinazione delle caratteristiche di compressibilità (prove edometriche);
- prove dinamiche (prova di taglio torsionale ciclico e prova in colonna risonante).

Su tre campioni prelevati dai sondaggi eseguiti in sede (SD), è stata valutata la presenza di varietà asbestiformi mediante microscopia ottica in luce polarizzata e mediante microscopio elettronico SEM-EDS. Per le analisi di dettaglio, si rimanda agli elaborati contenuti nella documentazione generale di progetto.

Gli elaborati di riferimento sono costituiti da:

DOCUMENTAZIONE GENERALE									
DG	GEO								
DG	GEO								<b>GEOLOGIA</b>
DG	GEO	SI000							<b>Indagini geognostiche in sito</b>
DG	GEO	SI000	00000	D	GEO	0040	1	Planimetria di ubicazione indagini geognostiche	Tav. 1/2 1:5000
DG	GEO	SI000	00000	D	GEO	0041	1	Planimetria di ubicazione indagini geognostiche	Tav. 2/2 1:5000
DG	GEO	SI000	00000	R	GEO	0049	0	FASE A	Vol. 1/3 (Technosoil) -
DG	GEO	SI000	00000	R	GEO	0050	0	FASE A	Vol. 2/3 (Technosoil) -
DG	GEO	SI000	00000	R	GEO	0051	0	FASE A	Vol. 3/3 (Technosoil) -
DG	GEO	SI000	00000	R	GEO	0052	0	Indagini geognostiche in sito pregresse e bibliografiche	-
DG	GEO	LA000							<b>Prove di laboratorio</b>
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0094	0	FASE A	Vol. 1/5 (SGL) -
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0095	0	FASE A	Vol. 2/5 (SGL) -
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0096	0	FASE A	Vol. 3/5 (SGL) -
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0097	0	FASE A	Vol. 4/5 (SGL) -
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0098	0	FASE A	Vol. 5/5 (SGL) -
DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0099	0	Certificati analisi mineralogico-composizionale (SEM-EDS)	-

## 5.4 INDAGINI PREGRESSE

Le indagini consultate riguardano i seguenti interventi:

- Bretella Prato Signa (campagne 2003, 2007);
- Interconnessione A1/A11 (campagna 1998);
- Svincolo di Peretola (campagne 1998, 2007, 2017)
- Area di Servizio Peretola Nord (campagna 2003)
- Indagini Piano Strutturale comune di Prato
- Pozzi Regione Toscana (Consorzio Lamma)

Gli elaborati di riferimento sono costituiti da:

DOCUMENTAZIONE GENERALE									
DG	GEO								
DG	GEO								<b>GEOLOGIA</b>
DG	GEO	SI000							<b>Indagini geognostiche in sito</b>
DG	GEO	SI000	00000	D	GEO	0040	1	Planimetria di ubicazione indagini geognostiche	Tav. 1/2 1:5000
DG	GEO	SI000	00000	D	GEO	0041	1	Planimetria di ubicazione indagini geognostiche	Tav. 2/2 1:5000
DG	GEO	SI000	00000	R	GEO	0052	0	Indagini geognostiche in sito pregresse e bibliografiche	-

## 6 DESCRIZIONE GEOLOGICA IN CORRISPONDENZA DELLE PRINCIPALI OPERE D'ARTE

Nell'ambito del presente capitolo si sintetizzano, procedendo da est (Firenze) verso ovest (Pistoia), le considerazioni a tema geologico ritenute di maggiore interesse per la progettazione delle opere. Sulla base delle attività svolte e di tutti i dati raccolti è stato possibile ricostruire il quadro geologico dell'area di studio ed in particolare è stata redatta una planimetria geologica (scala 1: 5.000) e profili geologici realizzati 39 metri in sinistra rispetto all'asse di tracciamento ovest (scala 5000/500 e scala 5000/5000).

La ricostruzione stratigrafica dei terreni nel tratto in progetto si basa principalmente sulle risultanze delle indagini geognostiche. Nella descrizione si fa riferimento alle planimetrie ed ai profili geologici realizzati.

Nel profilo geologico, al fine di evidenziare anche strati di spessore limitato, si è scelta una scala verticale con rapporto di 1:10 rispetto a quella orizzontale.

I litotipi distinti in profilo sono 4: litofacies prevalentemente ghiaiosa; litofacies prevalentemente sabbiosa; litofacies prevalentemente limoso – sabbiosa e litofacies prevalentemente argillosa. Questa schematizzazione è stata adottata perché la composizione granulometrica varia notevolmente anche per piccoli intervalli, si è ritenuto opportuno distinguere i livelli grossolani (sabbie più o meno limose) da quelli fini (limi ed argille, anche se sabbiosi), fornendo nel contempo un orientamento circa le caratteristiche di resistenza, compressibilità e permeabilità dei materiali.

Nella fase di interpretazione stratigrafica sono stati attribuiti vari gradi di attendibilità ai dati esaminati; in particolare sono stati considerati più attendibili i sondaggi per i quali è stato possibile effettuare osservazione diretta delle cassette catalogatrici rispetto ai sondaggi di cui sono state reperite stratigrafie (pozzi Regione Toscana, indagini pregresse).

Dal punto di vista litologico nell'area di studio sono stati identificati due gruppi principali di depositi di età Olocenica, appartenenti ai depositi alluvionali attuali e recenti e ai depositi di conoide. Al loro interno sono state distinte diverse facies in base alle caratteristiche litologiche specifiche. La conoide del fiume Bisenzio è stata intercettata in profilo nel tratto compreso tra il km 4+436 ed il km 15+738.

Le litologie presenti nell'area sono giustapposte per eteropia laterale e ciò può determinare forti variabilità orizzontali e verticali di spessore. Si precisa inoltre che la forma e l'estensione delle lenti riportate in profilo, in corrispondenza delle indagini proiettate (indicate con la lettera "P." nel riquadro di intestazione), od in assenza di indagini, deve essere assunta come indicativa.

L'analisi delle planimetrie geologiche, geomorfologiche e del profilo geologico longitudinale consente di individuare ambiti di territorio a morfologia pianeggiante ai quali si interpone la conoide del Fiume Bisenzio.

Per quanto riguarda gli elementi morfologici antropici (argini e rilevati), il profilo topografico di dettaglio mostra una lieve discrepanza rispetto alla cartografia regionale (cartografia in scala 1:10.000 restituita in progetto in scala 1:5.000) che è stata utilizzata come base topografica per gli elaborati geomorfologici. Nella realizzazione del profilo geologico i riporti sono stati rappresentati con specifica campitura in corrispondenza delle indagini.

Di seguito l'elenco degli elaborati di riferimento per questo capitolo.

DG	DOCUMENTAZIONE GENERALE								
DG	GEO							GEOLOGIA	
DG	GEO	00000	00000	R	GEO	0001	1	Relazione geologica - geomorfologica	-
DG	GEO	GL000						Geologia	
DG	GEO	GL000	00000	D	GEO	0010	1	Planimetria geologica e profilo geologico longitudinale	Tav. 1/3 1:5.000 - 1:5000/500
DG	GEO	GL000	00000	D	GEO	0011	1	Planimetria geologica e profilo geologico longitudinale	Tav. 2/3 1:5.000 - 1:5000/500
DG	GEO	GL000	00000	D	GEO	0012	1	Planimetria geologica e profilo geologico longitudinale	Tav. 3/3 1:5.000 - 1:5000/500
DG	GEO	GM000						Geomorfologia	
DG	GEO	GM000	00000	D	GEO	0020	1	Planimetria geomorfologica	Tav. 1/2 1:5.000
DG	GEO	GM000	00000	D	GEO	0021	1	Planimetria geomorfologica	Tav. 2/2 1:5.000
DG	GEO	EN000						Carte pubblicate da Enti	
DG	GEO	EN000	00000	D	GEO	0030	1	Planimetria della pericolosità da alluvione fluviale da PGF	Tav. 1/2 1:5.000
DG	GEO	EN000	00000	D	GEO	0031	1	Planimetria della pericolosità da alluvione fluviale da PGF	Tav. 2/2 1:5.000

## 6.1 GEOLOGIA

### 6.1.1 Nuovo cavalcavia Via dei Giunchi pk 1+184.70

Le opere si impostano sui depositi alluvionali attuali e recenti caratterizzati in superficie da terreni coesivi limoso - sabbiosi riscontrati in sondaggio fino ad una profondità di circa 11 da p.c. A partire da questa profondità fino a circa 24 m da p.c. si passa a terreni prevalentemente argillosi e quindi di nuovo (a circa 24 metri da p.c.) a terreni limoso sabbiosi intervallati da un livello di circa 1.5 m di sabbia limoso ghiaiosa intercettato a circa 31 m da p.c. (cfr. SB1).

In generale i colori dei terreni sono nocciola e nocciola-bruno con screziature ocracee; sono altresì presenti resti carboniosi e noduli sferici manganesiferi.

### 6.1.2 Ampliamento Ponte sul Fosso Reale e Ampliamento di Sottovia nel tratto da pk 1+895 a pk 2+022.34

Le opere si impostano sui depositi alluvionali attuali e recenti costituiti da terreni argilloso - limosi e limoso - sabbiosi attribuiti alle litofacies coesive. In particolare in corrispondenza delle prime due opere presenti nel tratto in esame (sottovia comunale Cantone e ponte sul fosso Reale), dopo un primo livello di circa 3 metri costituito la limo - sabbioso si passa fino alla profondità di circa 26 metri da p.c. a depositi argilloso - limosi e quindi ancora a depositi prevalentemente limoso - sabbiosi interpretati in profilo fino alla profondità di circa 42 metri da p.c. Procedendo verso ovest, in corrispondenza delle opere 15 e 16, la lente limoso-sabbiosa presente in superficie si assottiglia fino a scomparire e le opere si impostano direttamente sui terreni prevalentemente argilloso - limosi che si interdigitano alla profondità di circa 30 m da p.c. con la lente limoso - sabbiosa descritta in precedenza ed estesa in profilo verso ovest (cfr. sondaggi SB2, SA1, SB3 e DMT2-A). Il sondaggio SB2 realizzato in carreggiata ovest e considerato proiettato (p.) in profilo, ha intercettato per tutta la sua lunghezza, depositi prevalentemente limoso - sabbiosi.

In generale i colori dei terreni sono nocciola, sono altresì presenti concrezioni carbonatiche e noduli sabbiosi.

### 6.1.3 Nuovo Cavalcavia via Vicinale o.p. n. 26 (pk 3+338.05)

Le opere si impostano sui depositi alluvionali attuali e recenti costituiti da terreni argilloso - limosi (cfr. sondaggi SB4, DMT3-A e indagini bibliografiche). Si è altresì rilevata la presenza di concrezioni calcaree millimetriche e di rara ghiaia calcarea a varie profondità con diametro massimo pari a 3 cm.

### 6.1.4 Adeguamento Cavalcavia SV Firenze nord (pk 4+605. 50) e adeguamento Cavalcavia interconnessione A1-A11 (pk 5+003.53)

Al km 4+436 circa, si passa con un contatto di tipo eteropico, dai depositi alluvionali attuali e recenti della piana ai depositi di conoide del fiume Bisenzio. Il passaggio è segnato in superficie dalla presenza di terreni limoso - sabbiosi.

In corrispondenza del CV003 (svincolo di Firenze Nord), dopo un primo livello di circa 4 metri da p.c. costituito da terreni prevalentemente limoso - sabbiosi, si passa in profondità, per tutto il tratto indagato dalle indagini, a terreni argilloso - limosi (cfr. sondaggio SA2).

Procedendo verso ovest fino al km 5+100 le opere si impostano su depositi prevalentemente coesivi con alternanza di depositi argilloso - limosi e limoso - sabbiosi. In particolare sono evidenti due lenti, dello spessore di circa 13 metri, costituite da terreni limoso - sabbiosi intercettate dal sondaggio S4 alla profondità di 3 metri e di 19 metri circa da p.c.

In generale i colori dei terreni vanno dal nocciola al nocciola-bruno, sono presenti concrezioni carbonatiche, noduli manganesiferi e resti vegetali.

### **6.1.5 Tratto tra il km 5+700 il km 6+100 circa (Ampliamento ponticelli gora di Montalvo e nuovo Garrile, Ampliamento Ponte Marina)**

In questo tratto i terreni sono caratterizzati da depositi a comportamento prevalentemente coesivo (depositi argilloso limosi interdigitati a depositi limoso – sabbiosi) a cui si intercalano lenti granulari, generalmente discontinue, di natura ghiaioso – sabbiosa; le lenti si alterano a varie profondità con contatti di tipo eteropico. I terreni della litofacies argilloso – limosa, sono caratterizzati dalla presenza di concrezioni e ghiaie carbonatiche da millimetriche a centimetriche che se pur in percentuale variabile, non alterano mai il comportamento coesivo del terreno.

Con riferimento ai sondaggi riportati in profilo si può sintetizzare quanto segue: il sondaggio SB7 intercetta una lente limoso – sabbiosa dello spessore di circa 3 metri a 22 metri da p.c. e una lente sabbiosa di circa 3 metri a 30 m da p.c. La prova penetrometrica CPTUE-1 segnala 4 passaggi più granulari, il primo in superficie e a seguire alle profondità di circa 11.5, 13, 18 e 23 metri da p.c. Il sondaggio SB8 intercetta due lenti limoso – sabbiose dello spessore di circa 2.5 metri rispettivamente a 3 e 33 metri da p.c. e due lenti ghiaioso – sabbiose dello spessore di circa 1-2 metri rispettivamente a 18.7 e 22.6 metri da p.c. Il sondaggio SA3 intercetta una lente ghiaioso – sabbioso dello spessore di circa 2 metri a 15.4 metri da p.c. e una lente limoso – sabbiosa dello spessore di circa 4 metri a 25.6 metri da p.c.

### **6.1.6 Nuovo cavalcavia Sp8 via S. Quirico p.k. 6+696.47**

In questo tratto i terreni sono caratterizzati da depositi prevalentemente argilloso - limosi a cui si intercalano lenti, generalmente discontinue, di natura ghiaioso – sabbiosa e limoso – sabbiosa.

Il sondaggio SB9 intercetta, alle profondità di 2, 8, 16 e 29 metri da p.c., quattro lenti di natura limoso – sabbiosa di spessore variabile compreso tra 1 e 6 metri circa oltre ad una lente di natura ghiaioso – sabbiosa dello spessore di circa 2.5 metri alla profondità di 26 metri circa da p.c.

La litofacies argilloso - limosa è rappresentata da termini prevalentemente limo argillosi con percentuali modeste di sabbia fine ed è caratterizzata dalla presenza di concrezioni carbonatiche millimetriche fino a circa 10 metri di profondità. E' stata inoltre rilevata a più livelli la presenza di sostanza organica in tracce (decomposta) e come frustoli vegetali.

### **6.1.7 Ampliamento sottovia via Fibbiana e Prolungamento Ponticello pk 1+195.56 e pk 7+208.45**

In questo tratto i terreni sono caratterizzati da depositi prevalentemente argilloso - limosi a cui si intercalano lenti, generalmente discontinue, di natura limoso – sabbiosa e subordinatamente di natura ghiaioso – sabbiosa.

Il sondaggio SB10 intercetta 4 lenti di natura limoso – sabbiosa di spessore variabile compreso tra 2 e 4 metri a partire da piano campagna e alle profondità di 15, 29 e 33 metri da p.c. la lente intercettata a 29 metri è stata rappresentata in profilo in continuità con la lente intercettata a 33 metri da p.c.; a questa lente limoso – sabbiosa si interpone, alla profondità di circa 31 metri da p.c., una lente di natura ghiaioso sabbiosa dello spessore di circa 2 metri.

Colori dal nocciola avana al grigio, incluse concrezioni carbonatiche, frustoli vegetali e residui carboniosi.

### **6.1.8 Ampliamento sottovia via Fomello pk 7+822.65, Prolungamento Ponticello Gora Ciliegio pk 8+018.12, Ampliamento ponte torrente Bisenzio pk 8+369.29, Ampliamento sottovia SS 325 pk 8+423.14, Ampliamento sottovia di svincolo Prato est pk 8+557.93**

I dati geognostici a disposizione evidenziano un assetto litostratigrafico caratterizzato da una alternanza tra litofacies granulari e coesive. Vista la forte variabilità orizzontale delle lenti, con numerose eteropie di facies, di seguito si riporta una sintetica descrizione degli elementi ritenuti di maggiore interesse mentre per una più dettagliata analisi dei rapporti stratigrafici, si rimanda al profilo geologico.

Il tratto in esame è caratterizzato in superficie dalla presenza di un orizzonte di spessore compreso tra 2 e 6 metri costituito da terreni prevalentemente limoso – sabbiosi a cui si interpone, in corrispondenza del sondaggio SB12 una lente costituita da terreni ghiaioso – sabbiosi.

Nel tratto compreso tra i sondaggi S134 ed SB12, ai depositi prevalentemente argilloso – limosi si interdigitano, a diverse profondità, tre corpi granulari caratterizzati da una discreta continuità laterale; la lente più superficiale si colloca ad una profondità compresa tra il piano campagna (cfr. SB12) ed i 5 metri da p.c. e presenta spessori compresi tra 3 e 7 metri, il secondo livello è stato intercettato tra 14 e 16 metri e presenta spessori compresi tra 1 e 4 metri ed infine, il livello di base, intercettato tra i 25 ed i 26 metri da p.c. circa presenta spessori massimi dell'ordine dei 13 metri.

Spostandosi verso ovest, il livello granulare più superficiale si assottiglia e si interdigita a depositi di natura argilloso – limosa. Nel tratto compreso tra il sondaggio SE3 ed il sondaggio SE6 si osserva una fitta alternanza tra livelli granulari e livelli coesivi, le lenti granulari presentano spessori compresi tra i 3 ed i 12 metri e sono caratterizzate da ridotta continuità laterale. In questo tratto in superficie affiorano terreni limoso – sabbiosi. (cfr. SE3, SE5, SE6, SB13).

Colori nocciola avana - marrone, grigio bruno; incluse concrezioni carbonatiche, frustoli vegetali e residui carboniosi.

### **6.1.9 Ampliamento sottovia strada vicinale Maiano pk 9+228.97**

Il tracciato si avvicina al corpo centrale della conoide del fiume Bisenzio e si assiste ad un progressivo incremento della componente granulare confermata dal sondaggio SB14 dove ai depositi prevalentemente argillosi di alternano con una certa regolarità depositi granulari. In particolare il sondaggio intercetta in superficie una lente costituita da terreni prevalentemente sabbioso – limosi dello spessore di circa 6 metri e alle profondità di 6, 15 e 24.5 metri da p.c. tre lenti costituite da depositi prevalentemente ghiaiosi di spessore compreso tra i 50 cm e gli 8 metri. A 14 metri da p.c. si interpone una lente limoso - sabbiosa dello spessore di circa 1,5 metri.

Colori da nocciola a grigio; incluse concrezioni carbonatiche, frustoli vegetali, residui carboniosi e resti torbosi.

## 7 GEOTECNICA

### 7.1 CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E STRATIGRAFICHE

Alla luce dell'esame della documentazione geognostica e geotecnica a disposizione (indagini in sito e di laboratorio pregresse, indagini in sito e di laboratorio di fase A, fase B e fase E e riferimenti bibliografici) è stato possibile descrivere e compiutamente caratterizzare la natura dei terreni incontrati lungo il tracciato autostradale in ampliamento.

Il tracciato, in termini generali, interessa terreni alluvionali costituiti, da un punto di vista litologico, prevalentemente da materiali coesivi (limi-argillosi con percentuali variabili di sabbia e ghiaia) con interdigitazioni di materiali decisamente granulari (sabbie e ghiaie).

I criteri di interpretazione dei risultati delle indagini geognostiche possono essere così riassunti:

- definizione delle sequenze litostratigrafiche in corrispondenza di ogni sondaggio sulla base della descrizione litologica e delle prove di classificazione (granulometria e proprietà indice);
- definizione delle sequenze litostratigrafiche in corrispondenza delle prove CPT e CPTU sulla base delle indicazioni ottenute dalle carte di classificazione proposte da Robertson (1990), in funzione dei valori della resistenza totale alla punta, dell'attrito laterale e della pressione interstiziale;
- definizione delle sequenze litostratigrafiche in corrispondenza delle prove DMT sulla base degli abachi di classificazione proposti da Marchetti (1980) e Marchetti-Craps (1981), in funzione dei valori dell'indice e del modulo dilatometrico;
- suddivisione dei terreni indagati in macro-unità stratigrafiche caratterizzate dallo stesso tipo litologico prevalente e loro caratterizzazione in termini di parametri geotecnici di resistenza e deformabilità, ricavati da:
  - correlazioni da risultati di prove CPT;
  - correlazioni da risultati di prove SPT;
  - correlazioni da risultati di prove DMT;
  - correlazioni da risultati di prove geotecniche di laboratorio (prove di classificazione e proprietà indice, prove meccaniche di taglio diretto e triassiali consolidate isotropicamente e anisotropicamente, a rottura drenata e non drenata) eseguite sui campioni indisturbati prelevati in sito per la definizione dei parametri di resistenza;
  - correlazioni da risultati di prove geotecniche di laboratorio (prove edometriche, prove di colonna risonante) eseguite sui campioni indisturbati prelevati in sito per la definizione dei parametri di deformabilità e delle curve di decadimento dei moduli di taglio;
- interpretazione delle prove di permeabilità in sito.

Lungo il tracciato autostradale sono state individuate due unità stratigrafiche principali:

- l'unità A, costituita da terreni prevalentemente a grana fine (argille, argille limose, limi argillosi, limi sabbiosi)



- l'unità B, costituita da terreni prevalentemente grossolani (sabbia, sabbie limose e sabbie ghiaiose)

Tali unità sono state suddivise lungo il tracciato in sei macrozone, omogenee dal punto di vista della sequenza litostratigrafica; nelle tabelle seguenti sono sintetizzate le proprietà meccaniche specifiche di ciascuna unità all'interno di una macrozona.

Figura 5-1 - Caratteristiche meccaniche delle unità A nella macro-zona 1

Zona omogenea 1		da km 0 a 7+700
Unità		A
$\gamma_n$	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.2 ± 0.7
N <sub>SPT</sub>	[colpi/30cm]	8+1.1*z
$\phi'_{cv}$	[°]	26.4 ± 2.2
c'	[kPa]	0
q <sub>t</sub>	[MPa]	1.5 - 2
c <sub>u</sub>	[kPa]	30+7*z
OCR	[-]	(10 - 0.3*z) ≥ 1
k <sub>0</sub>	[-]	(1-sin $\phi'$ )·OCR <sup>0.5</sup>
M	[MPa]	10-30
c <sub>α</sub>	[%]	non disponibile
k	[m/s]	5E-07 – 1E-10
c <sub>v</sub>	[cm <sup>2</sup> /s]	non disponibile
G <sub>0</sub>	[MPa]	20+25*z <sup>0.5</sup>

Figura 5-2 - Caratteristiche meccaniche delle unità A e B nella macro-zona 2

Zona omogenea 2		da km 7+700 a 9+500
<b>Unità</b>		<b>A</b>
$\gamma_n$	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.2 ± 1
N <sub>SPT</sub>	[colpi/30cm]	5+1*z
$\phi'_{cv}$	[°]	26.7 ± 2.2
c'	[kPa]	0
q <sub>t</sub>	[MPa]	non disponibile
c <sub>u</sub>	[kPa]	30+6.5*z
OCR	[-]	(3 - 0.1*z) ≥ 1
k <sub>0</sub>	[-]	(1-sinφ')·OCR <sup>0.5</sup>
M	[MPa]	5-25
c <sub>α</sub>	[%]	0.01
k	[m/s]	4E-07– 1E-10
c <sub>v</sub>	[cm <sup>2</sup> /s]	9E-04
G <sub>0</sub>	[MPa]	20+25*z <sup>0.5</sup>
<b>Unità</b>		<b>B</b>
$\gamma_n$	[kN/m <sup>3</sup> ]	18.4 ± 0.7
N <sub>SPT</sub>	[colpi/30cm]	30
$\phi'_{cv}$	[°]	34 ± 1.5
c'	[kPa]	0
q <sub>t</sub>	[MPa]	20
D <sub>R</sub>	[kPa]	60-40
k <sub>0</sub>	[-]	(1-sinφ')
k	[m/s]	non disponibile
G <sub>0</sub>	[MPa]	100-120

Figura 5-3 - Caratteristiche meccaniche delle unità A e B nella macro-zona 3

Zona omogenea 3		da km 9+500 a 16+500
Unità		A
$\gamma_n$	[kN/m <sup>3</sup> ]	19.2 ± 0.8
N <sub>SPT</sub>	[colpi/30cm]	8+1.1*z
$\phi'_{cv}$	[°]	27 ± 1.7
c'	[kPa]	0
q <sub>t</sub>	[MPa]	1-2
c <sub>u</sub>	[kPa]	50+4*z
OCR	[-]	(4 - 0.15*z) ≥ 1
k <sub>0</sub>	[-]	(1-sin $\phi'$ )-OCR <sup>0.5</sup>
M	[MPa]	7-30
c <sub>α</sub>	[%]	0.006
k	[m/s]	2E-10
c <sub>v</sub>	[cm <sup>2</sup> /s]	1.00E-03
G <sub>0</sub>	[MPa]	20+25*z <sup>0.5</sup>
Unità		B
$\gamma_n$	[kN/m <sup>3</sup> ]	18.8 ± 0.8
N <sub>SPT</sub>	[colpi/30cm]	10+1.5*z
$\phi'_{cv}$	[°]	34 ± 1.5
c'	[kPa]	0
q <sub>t</sub>	[MPa]	9-12 per z < 15 m
D <sub>R</sub>	[kPa]	60-40
k <sub>0</sub>	[-]	(1-sin $\phi'$ )
k	[m/s]	5E-05
G <sub>0</sub>	[MPa]	30+25*z <sup>0.5</sup>

Per tutte le opere principali della tratta (ponti, viadotti, sottovia e cavalcavia) è stato elaborato uno specifico modello geotecnico, utilizzando e confrontando i risultati delle elaborazioni di tutte le prove in sito realizzate nelle immediate vicinanze dell'opera stessa e delle prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati.

Il modello geotecnico riporta, per le unità litostratigrafiche individuate nel sito in esame, i valori medi dei principali parametri geotecnici e la classificazione sismica di terreni in accordo alla Normativa vigente.

In tutti i siti analizzati i terreni sono risultati appartenere alla categoria di sottosuolo C e, sporadicamente, D.

Per il dettaglio dei modelli geotecnici, si rimanda alla relazione geotecnica generale e allo specifico allegato che le raggruppa e descrive; a corredo dei modelli sono riportate anche delle schede di sintesi contenenti i risultati delle elaborazioni di tutte le prove di sito e di laboratorio interpretate per derivare ogni modello geotecnico.

## 7.2 SUSCETTIBILITÀ A LIQUEFAZIONE

In alcune zone interessate dal tracciato non è possibile escludere la possibilità di occorrenza del fenomeno della liquefazione, a causa sia della presenza di strati di terreno sabbioso sotto falda entro i primi 20 m di profondità da p.c., sia degli elevati valori di accelerazione massima attesa.

Sono state, pertanto, condotte le verifiche di suscettibilità alla liquefazione in tutti i siti in cui sono presenti strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda entro i primi 20 m di profondità.

Il livello di rischio connesso al verificarsi del fenomeno di liquefazione è risultato basso o assente in tutti i siti analizzati.

Per il dettaglio delle verifiche si rimanda integralmente alla relazione geotecnica generale ed allo specifico allegato di dettaglio.

## 7.3 VERIFICHE DI STABILITÀ DEI RILEVATI

Le verifiche di stabilità dei rilevati (statiche e dinamiche) sono state condotte in accordo alle prescrizioni normative relative alle opere di materiali sciolti, sia a breve (condizioni non drenate) che a lungo termine (condizioni drenate).

Partendo dal presupposto che i rilevati esistenti sono stabili nelle condizioni statiche attuali, sono state eseguite le verifiche di stabilità dell'intero corpo dell'allargamento, tralasciando gli elementi corticali dello stesso.

Tutte le verifiche sono risultate soddisfatte.

Per il dettaglio delle verifiche si rimanda integralmente alla relazione geotecnica generale ed allo specifico allegato di dettaglio.

## 7.4 CALCOLO DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI

Sono state verificate agli Stati Limite di esercizio (SLE):

- la funzionalità delle opere in terra esistenti a seguito del loro progetto di ampliamento,

Per quanto riguarda gli ampliamenti, essi comportano nella maggior parte dei casi un incremento di volume abbastanza contenuto, quindi un limitato incremento dello stato tensionale attuale agente sui terreni di fondazione. I cedimenti indotti dall'ampliamento sull'esistente, pertanto, sono stati calcolati ipotizzando un terreno di fondazione come mezzo elastico equivalente. In ogni sezione di calcolo il cedimento indotto è risultato sempre inferiore a 2 cm. In considerazione della permeabilità dei terreni interessati, si può ragionevolmente ipotizzare che il cedimento indotto si esaurisca durante le fasi di costruzione del rilevato.

Per quanto riguarda le rampe di accesso ai cavalcavia, i risultati delle analisi condotte indicano che l'ampliamento dei rilevati in tutti i casi genera cedimenti compatibili con i requisiti prestazionali delle opere. Solo per i rilevati dell'opera CV002 (Cavalcavia di Via del Pantano – PK 3+338), è stato stimato che lo sviluppo dei cedimenti di consolidazione potrebbe avvenire rapidamente (pochi anni), si raccomanda pertanto il monitoraggio dei cedimenti durante i primi due anni per valutare l'effettivo andamento dei cedimenti nel tempo e valutare di conseguenza la necessità di un intervento di manutenzione straordinaria da eseguire durante i primi due anni. Per gli altri cavalcavia, in cui l'entità del cedimento è modesta o trascurabile, sarà sufficiente intervenire, laddove necessario, con interventi di manutenzione ordinaria

## 7.5 PIANI DI POSA DEI RILEVATI

In genere, il tratto di strada in oggetto è in rilevato con distanza minima (d) fra intradosso fondazione della sovrastruttura stradale e piano di posa del rilevato inferiore ai 2m. Sono presenti comunque tratti di estensione limitata in cui la distanza (d) intradosso fondazione – piano di posa del rilevato è superiore a 2m o in cui la livelletta è in trincea.

Date le caratteristiche di portanza medio-basse dei terreni di fondazione lungo la tratta in oggetto, evidenziate dalle prove di carico su piastra eseguite nei pozzetti, per garantire i livelli prestazionali richiesti dal CSA in corrispondenza del piano di posa dei rilevati (variabili in funzione della distanza d prima definita), è stato in genere necessario prevedere la realizzazione di un idoneo strato di bonifica (mediante rimozione di uno strato di terreno in sito e sua sostituzione con terreno compattato di rigidità opportuna, o mediante trattamento di stabilizzazione a calce – o a cemento, o mediante entrambe le procedure).

Il dimensionamento dello strato di bonifica è stato eseguito con riferimento al criterio del bi-strato elastico formulato da Burmister (1943).

Gli spessori di bonifica calcolati sono mediamente compresi fra 20 e 50 cm, con locali e sporadici approfondimenti fino a 80-120cm.

La preparazione del piano di posa dei rilevati prevede, inoltre, su tutta la tratta, l'esecuzione di uno strato materiale granulare con funzione di anticapillare, in relazione ai livelli freatici riscontrati, spesso a pochi metri di profondità dal piano campagna.

Ulteriori elementi e dettagli progettuali sono contenuti nella Relazione Geotecnica APE0001 e nell'elaborato APE0050.

## 7.6 CONSIDERAZIONI SUL TRATTAMENTO A CALCE / CEMENTO

Nell'ambito delle indagini sono state eseguite prove per determinare l'idoneità dei terreni superficiali al trattamento con calce per la costruzione di rilevati e per la preparazione dei piani di posa.

Dall'esame di tali prove, risultano idonei al trattamento a calce, in termini di proprietà chimiche e fisiche, i terreni presenti tra le progr. km 12+000 e 22+200, quindi nel solo Lotto 2.

Per i terreni presenti nel Lotto 1 risultano più adeguati trattamenti di stabilizzazione alternativi, quali il trattamento a cemento.

Il trattamento a calce/cemento andrà condotto in conformità alla "Procedura di stabilizzazione a calce (AMB012)", che costituisce un allegato al Piano di utilizzo delle Terre e Rocce da scavo (AMB0010), redatto ai sensi del DM 161/2012 e approvato nel corso della procedura di VIA.

## 8 IDROLOGIA E IDRAULICA

### 8.1 IDROGRAFIA

L'idrografia della zona interessata dall'intervento è tipica di un'area pianeggiante di origine alluvionale posta ai piedi delle colline appenniniche. La piana fiorentina è, infatti, sede di un reticolo idrografico molto complesso, composto sia da corsi d'acqua naturali sia da numerosi canali artificiali di bonifica che assicurano l'allontanamento delle acque dalle campagne. I canali principali sono perlopiù pensili ed assicurano il drenaggio delle acque alte, mentre una fitta rete di fossi secondari e minori, posti al livello del piano campagna, assicurano il drenaggio delle acque basse competenti alle aree maggiormente depresse.

Nel contesto in argomento, non solo molti canali artificiali ma anche parecchi corsi d'acqua di origine naturale si presentano, oggi, fortemente artificializzati e pensili, con i problemi che ne derivano sia per i manufatti di attraversamento (altezze delle strutture, luce libera, franchi) sia per il recapito a gravità delle acque derivanti dal drenaggio del corpo stradale (piattaforma e scarpate).

#### 8.1.1 Idrologia

Per i corsi d'acqua principali, le portate di progetto, relative ad un tempo di ritorno duecentennale, sono state fornite in parte dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale ed in parte dal Consorzio di Bonifica.

Le portate fornite dall'**Autorità di Bacino** derivano dalla modellazione in moto semi-bidimensionale con la quale sono state ricavate le **Fasce del PGRA**. Si tratta quindi di **portate idrauliche**, cioè, tenendo conto delle esondazioni, rappresentano l'effettiva capacità di trasporto del corso d'acqua che dipende dalla geometria dell'alveo e dall'eventuale presenza di opere che provocano restringimenti localizzati.

Per ogni corso d'acqua sono stati analizzati due scenari: quello che massimizza la portata al colmo e quello che massimizza la condizione di valle.

Le portate fornite dal **Consorzio di Bonifica 3 Medio Valdarno** sono invece quasi sempre **portate idrologiche**, cioè calcolate a partire dai parametri del bacino del corso d'acqua e dai dati di pioggia, senza però tener conto della reale geometria dell'alveo e delle eventuali esondazioni che potrebbero laminare la portata di picco. Gli unici tre corsi d'acqua le cui **portate** fornite sono **idrauliche** sono i Torrenti Marina, Marinella e Garille. Per il Fosso dell'Aeroporto, il Fosso Tomerello e la Gora del Ciliegio è stata fornita solo la portata relativa al tempo di ritorno di 50 anni. Quella duecentennale è stata quindi calcolata moltiplicando tale portata per 1.326, valore pari al rapporto tra i parametri "a" delle curve di possibilità pluviometrica relative ai due tempi di ritorno considerati.

Per gli altri corsi d'acqua, le portate sono state aggiornate sulla base delle nuove curve di possibilità pluviometrica, utilizzando tempi di ritorno centennali e considerando un tempo di corrivazione minimo pari a 15 minuti

#### 8.1.2 Interferenze idrografiche e interventi di sistemazione idraulica

Nell'ambito della progettazione degli interventi di ampliamento alla terza corsia lungo la direttrice autostradale A11 Firenze-Pisa Nord, nel tratto compreso tra Firenze e Pistoia (lotto 1), è stato eseguito uno studio idrologico e idraulico finalizzato all'analisi delle interferenze idrografiche e alla definizione degli interventi di sistemazione idraulica necessari.

I corsi d'acqua oggetto di studio sono stati classificati come principali, secondari e minori in funzione delle dimensioni delle loro opere di attraversamento e delle superfici dei bacini idrografici sottesi all'A11.

##### 8.1.2.1 Interferenze idrografiche maggiori

Di seguito si elencano i corsi d'acqua principali, secondari e minori, e la loro progressiva di intersezione con l'A11 per il presente lotto 1.

Opera	Corso d'acqua principale	Progressiva (km)
47	Torrente Marina	5+950
63	Fiume Bisenzio	8+366

Opera	Corso d'acqua secondario	Progressiva (km)
13	Fosso Reale	1+948
45	Torrente Garille Nuovo	5+798
57	Torrente Marinella	7+208
62	Gora del Ciliegio	8+019

Opera	Corso d'acqua minore	Progressiva (km)
10	Fosso dell'Aeroporto	1+792
43	Fosso Tomerello	5+489

I manufatti di attraversamento (ponti, ponticelli) sono stati previsti generalmente ampliati in modo simmetrico (a monte e a valle). Gli ampliamenti saranno realizzati in modo tale da non incrementare l'attuale grado di rischio. Tutti gli interventi previsti in progetto sono stati condivisi con gli Enti interessati, durante la fase progettuale.

#### 8.1.2.2 Interferenze idrografiche minori

Per quanto riguarda le interferenze idrografiche minori, lungo il tracciato si incontrano molteplici fossi di campagna per la bonifica e l'irrigazione tipici di un contesto pianeggiante, ampiamente sfruttato a scopo vivaistico nella parte occidentale del tracciato e fortemente urbanizzato nella parte orientale. Tali aste generalmente attraversano l'autostrada mediante tombini circolari di diametro variabile da 800 a 1200 mm ovvero manufatti scatolari a sezione rettangolare.

Il prolungamento verrà realizzato, nella maggior parte dei casi, a monte o a valle o da entrambi i lati, con la medesima sezione esistente.

#### 8.1.2.3 Interventi di sistemazione idraulica

L'ampliamento dei manufatti di attraversamento (ponti, ponticelli, tombini), posti sui corsi d'acqua principali, secondari e minori, determina la necessità di prevedere degli interventi di sistemazione e raccordo all'alveo originario a monte e a valle dell'infrastruttura. Tali interventi di sistemazione si possono riassumere in tre tipologie principali:

- risagomatura dell'alveo e sistemazione del fondo (solo ove necessario) e delle sponde mediante rivestimento in massi di cava di opportuna pezzatura, o massi piatti di protezione, eventualmente rinverdite e cementate nella parte fondazionale;
- risagomatura dell'alveo in terra, protezione con biostuoie ed inerbimento delle sponde mediante idrosemina;
- risagomatura della sezione e rivestimento del canale (fondo e sponde) in calcestruzzo, a sezione trapezia, ove già presente.

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.

Particolare attenzione verrà posta al raccordo tra la nuova struttura in calcestruzzo e gli argini dei corsi d'acqua, tramite setto di immersione in calcestruzzo nel corpo arginale, per garantire la continuità della tenuta idraulica.

Per il dettaglio degli interventi sui corsi d'acqua, si rimanda agli elaborati specifici.

## 8.2 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.

### 8.2.1 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;

### 8.2.2 Schema di drenaggio

Il sistema di drenaggio è suddiviso in tre parti fondamentali:

- Elementi di raccolta: costituiscono il sistema primario, possono essere elementi continui marginali alla carreggiata o discontinui, ad interassi dimensionati in modo da limitare i tiranti idrici in piattaforma garantendo la sicurezza degli utenti. Rientrano negli elementi di raccolta gli embrici, le canalette grigliate 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 nei corsi d'acqua naturali, nei canali irrigui, nei fossi di scolo della viabilità esistente e, ove strettamente necessario, nella rete fognaria esistente (nella zona di Prato).

Gli elementi di raccolta e convogliamento (collettori) sono stati dimensionati per un tempo di ritorno di 25 anni. Per il dimensionamento dei fossi si è invece fatto riferimento alla normativa vigente di cui al successivo paragrafo.

### 8.2.3 Criteri di progettazione

Per quanto riguarda il drenaggio di piattaforma, il progetto è stato sviluppato prestando particolare attenzione a quanto previsto dalle seguenti normative:

1. legge regionale n. 20 del 31-05-2006 (Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento) con relativo regolamento di attuazione n. 46/R dell'8 settembre 2008;



## 2. D.G.R. 12 del 2000.

Secondo la legge regionale n. 20, che impone il trattamento qualitativo delle acque provenienti dalla piattaforma autostradale, il sistema di drenaggio sviluppato è di tipo chiuso per tutta la lunghezza dell'intervento. Ciò significa che, per tutta la tratta indagata e senza distinzione tra un recapito e l'altro, l'acqua raccolta dalla piattaforma e dalle scarpate autostradali viene trattata qualitativamente prima di essere scaricata nei corsi d'acqua ricettori. Il trattamento di tipo qualitativo è costituito da sedimentazione, realizzata all'interno dei fossi autostradali nei quali la velocità dei deflussi è molto limitata, e disoleazione, effettuata tramite manufatti di restituzione dotati di lama disoleatrice. Le acque di piattaforma sono tenute separate dalle acque esterne tramite l'utilizzo di controfossi che scaricano in corrispondenza di tutti i tombini.

Il D.G.R. 12 del 2000, invece, è volto al rispetto della compatibilità idraulica del progetto. Secondo il decreto appena citato, si ha l'obbligo di realizzare dei volumi che vadano a compensare l'aumento di superficie pavimentata conseguente all'ampliamento dell'autostrada. Per tale motivo viene recuperato all'interno dei soli fossi di guardia, e non nei collettori come previsto in progetto definitivo, un volume pari a 0.1 mc per ogni mq di superficie di nuova impermeabilizzazione.

Al fine di limitare la portata massima scaricata nei ricettori, nei manufatti di restituzione si è inserita una bocca tarata in modo da laminare le portate uscenti utilizzando come invaso i fossi di compenso fino ad un riempimento dell'80%. Inoltre, vengono prolungati tutti i tombini presenti nell'intera tratta in modo che gli scarichi dalla piattaforma avvengano in modo diffuso così da non concentrare le portate e non variare l'attuale regime idraulico. I manufatti di scarico saranno dotati di soglia di troppo pieno, posta oltre l'80% di riempimento del fosso, in modo tale che anche in concomitanza di eventi superiori a quelli di progetto il fosso non esondi verso la campagna circostante.

### 8.2.4 Tipologia di drenaggio adottata

L'intervento in oggetto è caratterizzato dalla presenza diffusa di rilevati piuttosto bassi e da tombini idraulici e sottovia stradali molto superficiali. Queste due caratteristiche dall'infrastruttura autostradale ad oggi esistente hanno reso impossibile l'utilizzo diffuso del sistema di raccolta e convogliamento costituito da canaletta grigliata e collettore sottostante. La presenza di rilevati bassi - infatti - spesso impedirebbe lo scarico a gravità nei ricettori, mentre opere molto superficiali impediscono il passaggio del collettore in loro corrispondenza.

Per queste due ragioni, oltre che per motivi di natura economica, si è sviluppato un sistema di drenaggio costituito soprattutto da embrici che scaricano all'interno del fosso di guardia posto al piede del rilevato autostradale.

Negli altri casi in cui lo spazio non è sufficiente per la realizzazione del fosso di guardia, ma si hanno le quote necessarie per scaricare a gravità, e nei casi di drenaggio in centro carreggiata, si adotta il sistema di raccolta e di convogliamento costituito da canaletta grigliata continua o caditoia grigliata associata al collettore sottostante, che scaricano in un fosso di guardia non appena esso risulta realizzabile, al più attraversando entrambe le carreggiate qualora il fosso sia posizionato solo lungo una di esse.

I fossi di guardia utilizzati sono del tipo FR oppure, nei casi in cui si hanno a disposizione spazi molto esigui, di tipo CR. Si evidenzia che tutte le tipologie di fossi adottate sono impermeabili; dato che sono realizzati in calcestruzzo. Ciò garantisce che il sistema di drenaggio sia sempre di tipo chiuso, data l'impossibilità di disperdere acqua non trattata qualitativamente.

Date le ridottissime pendenza dei fossi di guardia, essi svolgono la duplice funzione di convogliamento delle portate e di sedimentatori: ciò è possibile perché al loro interno la velocità idrica si mantiene molto contenuta.

Per il dimensionamento dei fossi di guardia sono stati considerati sia i criteri di convogliamento idraulico sia la necessità del recupero dei volumi legati all'aumento del pavimentato.

A valle dei fossi di guardia saranno realizzati dei manufatti di scarico in calcestruzzo per il recapito nei corsi d'acqua ricettori. I manufatti adottati sono muniti di lama disoleatrice di bocca tarata ed - eventualmente - di valvola a clapet.

Nel caso in cui l'elemento di convogliamento in piattaforma (canaletta rettangolare o collettore) non possa scaricare nel fosso di guardia, a monte del recapito, sotto la corsia di emergenza, sono stati previsti sedimentatore e disoleatore prefabbricati, in modo da garantire anche in questi casi la realizzazione di un sistema chiuso.

## 9 RECUPERO VOLUMI SOTTRATTI ALL'ESONDAZIONE

La realizzazione dell'ampliamento autostradale nella suo complesso (lotto 1 + lotto 2) comporterà la sottrazione di volume all'esondazione dei corsi d'acqua che dovrà essere recuperato in modo da non incrementare il rischio globale.

Sulla base delle indicazioni dei livelli di esondazione contenuti nel PGRA, è stato sviluppato il calcolo dei volumi, utilizzando i livelli idrici duecentennali relativi alle celle mappate come P2 e P3 (in Progetto Definitivo il calcolo di tale volume era stato effettuato per le aree di intervento ricadenti nelle fasce PI4 e PI3 del PAI e per le zone I3 e I4 indicate nei Piani Strutturali dei Comuni, ove presenti ed adottati, così come indicato nel D.P.G.R. 26/R del 27 aprile 2007 e LR 01/05).

Per l'area dello Svincolo di Peretola e per la zona di Prato, nelle quali i livelli delle celle del PGRA sono inferiori alla quota terreno trattandosi di aree di transizione, si è considerato cautelativamente un battente pari a 25 cm. Tale scelta è stata condivisa con i tecnici degli Enti coinvolti.

Dai calcoli eseguiti risulta che il volume complessivo da recuperare è pari a circa **290.000 mc**.

Nella seguente tabella vengono riportati tali volumi suddivisi per comune e per fascia.

Tabella 9.1 – Tabella riassuntiva volumi da recuperare

Comune	VOLUMI TOTALI (mc)			
	VOLUME	P2	P3	TOTALE
FIRENZE - PERETOLA	16095	16095	0	24461
FIRENZE - A11	8366	8366	0	
SESTO F.NO	11723	11146	577	11723
CAMPI BISENZIO	31373	20813	10560	31373
PRATO	38162	14779	23383	38162
AGLIANA	55886	1231	54655	55886
PISTOIA	58863	9617	49246	126569
PISTOIA - SV. PT EST	67706	0	67706	
<b>TOTALI</b>	<b>288173</b>	<b>82046</b>	<b>206127</b>	<b>288173</b>

Al fine di recuperare i volumi definiti nella precedente tabella, gli interventi proposti riguardano tre corsi d'acqua e coprono per intero la zona di intervento. Nella figura che segue si evidenziano le zone di intervento previste.

Sul Torrente Brusigliano è stato proposto di spostare il tracciato del Torrente al centro dell'area interclusa tra l'attuale corso d'acqua e il corpo autostradale in modo da creare un'area golenale in cui si riuscirebbero a recuperare circa 5000 mc. Vista la ridotta estensione ed il limitato impatto sul progetto, non essendo infatti necessario un incremento degli espropri, detto intervento è inserito nel Progetto Esecutivo.

Sul Torrente Marinella è stato proposto di finanziare la realizzazione degli interventi previsti all'interno di uno studio messo a punto per il Consorzio di Bonifica Medio Valdarno. Una parte riguarda la realizzazione di opere per migliorare l'efficienza idraulica della casse di espansione Pizzidimonte e Pagnelle in modo da ridurre la portata al colmo da 50 a 33 mc/s; tali interventi sono già stati progettati e riguardano una cassa già prevista nel PGRA. La seconda parte dell'intervento, invece, prevede la progettazione e la successiva realizzazione di una nuova cassa in sinistra idraulica nel territorio del comune di Prato, non prevista nel PGRA, e avente volume di invaso pari a circa 80.000 mc.

L'intervento proposto sul Torrente Brana prevede la realizzazione di una cassa di espansione di volume compreso tra 250.000 e 500.000 mc e contestualmente lo studio della risagomatura di un tratto di corso d'acqua di lunghezza compresa tra 3.0 e 4.5 km. Tali interventi sono collegati in quanto l'alveo esistente è in grado di far transitare una portata di circa 30 mc/s a fronte di una portata di piena di oltre 120 mc/s.

Gli ultimi due interventi non sono ricompresi nel progetto di ampliamento alla terza corsia poiché dovranno necessariamente seguire un iter autorizzativo separato, ne è stato comunque previsto un importo di massima nelle Somme a disposizione del presente progetto.

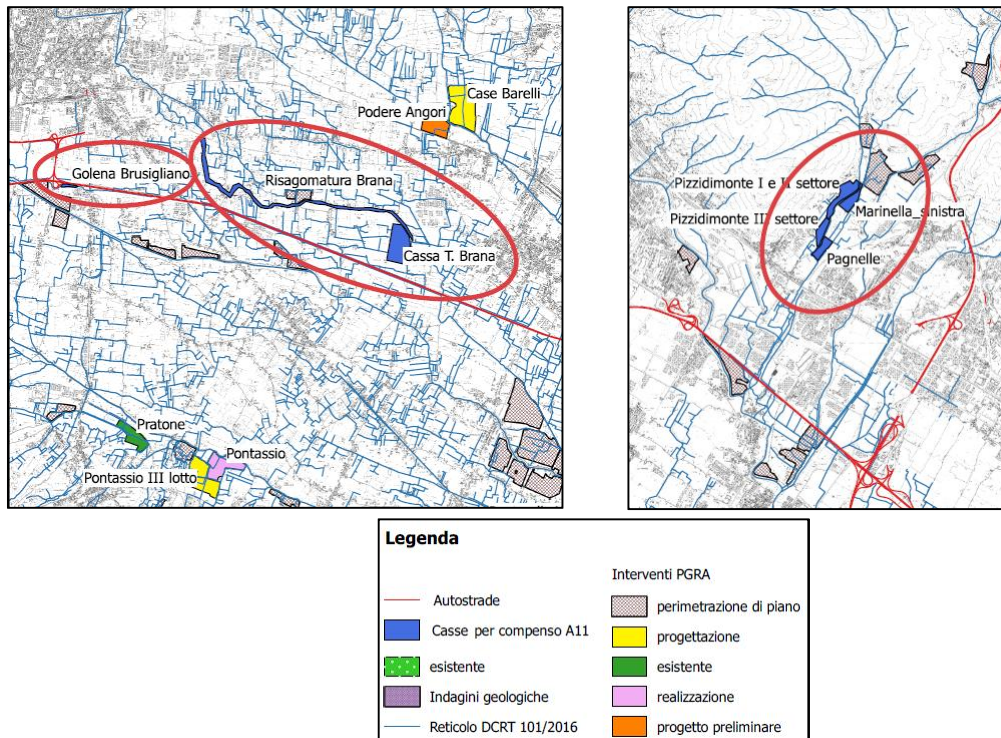


Figura 9-1 – Localizzazione delle casce di espansione

## 10 L'INFRASTRUTTURA ESISTENTE

### 10.1 ASPETTI GEOMETRICI DELL'INFRASTRUTTURA ESISTENTE

L'Autostrada A11 Firenze – Pisa Nord fu realizzata negli anni '30 (l'inaugurazione "ufficiale" si ebbe nel 1933 con l'apertura dell'ultimo tratto tra Lucca e Migliarino Pisano) ad una sola carreggiata di otto metri di larghezza. Il raddoppio degli anni '60 venne realizzato in affiancamento al tracciato della carreggiata originaria, ad esclusione del tratto nel comune di Prato tra il ponte sul Bisenzio e quello sul Calice in cui venne realizzata una variante attorno all'abitato; pertanto le principali caratteristiche geometriche dell'arteria rimangono quelle definite negli anni '30 relativamente ai due segmenti compresi tra l'origine e lo svincolo di Prato Est e tra lo svincolo di Prato Ovest e quello di Pistoia, mentre nel tratto centrale (tra Prato Est e Prato Ovest) l'infrastruttura mantiene la geometria definita dal progetto dei raddoppi del 1962.

Unica modifica significativa alla geometria d'asse successiva al raddoppio degli anni '60 è quella realizzata contestualmente all'adeguamento dello svincolo di Prato Est e volta a realizzare lo spazio necessario al piazzale, che ha comportato la trasformazione di un'unica curva circolare di raggio 1500 metri in un tratto con due curve equiverse, di raggio rispettivamente 800 e 1000 metri separate da un breve rettilo.

Nel seguito l'analisi dell'infrastruttura esistente tra l'inizio dell'intervento pk 0+621 e la pk 27+390 benché il lotto 1 oggetto della presente relazione termini in corrispondenza della pk 9+850.

#### 10.1.1 Sezione tipo esistente

L'attuale sezione tipo presenta una piattaforma pavimentata di circa 22.40 m, composta da due corsie per senso di marcia pari a 3.75 m, corsia d'emergenza di 3.00 m, margine interno di 1.40 m con barriera New-Jersey monofilare in cls, banchine interne di 0.39 m ed arginello di circa 0.50 m (vedi Figura 10-1). Tale organizzazione della piattaforma stradale differisce da quella definita in occasione del raddoppio degli anni '60 ed è dovuta ad un recente intervento di bonifica del margine interno, che ha interessato l'intera A11 Firenze – Pisa Nord, a cui ha fatto seguito l'allargamento della corsia di emergenza, portata a 3,00 metri rispetto agli originari 2,50 metri, con riduzione dello spartitraffico realizzato tramite la posa della barriera monofilare in cls, al posto delle barriere metalliche originariamente presenti su due file.

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

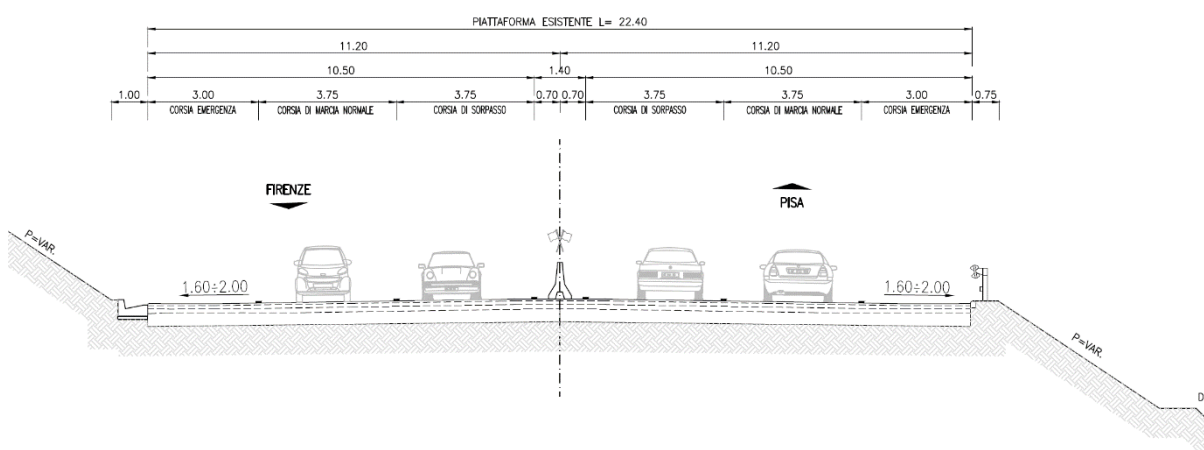


Figura 10-1 – Sezione tipo esistente

### 10.1.2 Andamento plano-altimetrico attuale

Il tracciato dell'A11 nel tratto di intervento compreso tra Firenze e Pistoia, di sviluppo complessivo pari a 26,8 km è stato ricostruito sulla base dei rilievi celerimetrici dei cigli autostradali esistenti e dei disegni di contabilità (as built) relativi ai lavori di raddoppio eseguiti a partire dal 1962.

L'asse planimetrico dell'attuale piattaforma stradale risulta sostanzialmente rettilineo con poche curve di ampio raggio e limitata deviazione angolare; in particolare, muovendosi da Est verso Ovest a partire dall'origine (prog. km 0+000), il tracciato presenta di fatto un unico lungo rettilineo - dove è ubicata al km 4+200 circa la barriera di Firenze Ovest - di sviluppo pari a circa 8,5 km per poi piegare verso sinistra all'altezza dello svincolo di Prato Est con una variazione planimetrica costituita da due curve equiverse di raggio rispettivamente 800 e 1025 metri.

Successivamente, nel tratto rappresentato dalla "variante di Prato", realizzata contestualmente al raddoppio della sede stradale, l'autostrada presenta due ampie curve destrorse intervallate da rettili di sviluppo compreso tra 900 e 2500 metri e si riporta sull'allineamento originario con una curva in sinistra di raggio 1200 metri in corrispondenza dello svincolo di Prato Ovest (km 17 circa). Proseguendo verso Pistoia, per i restanti 10 km di sviluppo si incontrano tre curve rispettivamente di raggio 1800, 1200 e 1500 metri intervallate da rettili di sviluppo compreso tra 2400 e 5500 metri.

In Tabella 10-1 vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi planimetrici che compongono l'asse autostradale. In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato (R = Rettifilo, C = Curva Circolare). In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	0.000	4,254.827	4254.827	R		
2	4,254.827	4,314.980	60.153	C	10250.00	SX
3	4,314.980	4,376.704	61.724	C	10250.00	DX
4	4,376.704	8,461.692	4084.988	R		
5	8,461.692	8,737.529	275.837	C	800.00	SX
6	8,737.529	9,156.186	418.657	R		
7	9,156.186	9,542.388	386.203	C	1025.00	SX
8	9,542.388	11,421.385	1878.997	R		
9	11,421.385	12,769.263	1347.878	C	2500.00	DX
10	12,769.263	15,368.275	2599.012	R		
11	15,368.275	16,290.976	922.701	C	2000.00	DX
12	16,290.976	17,276.344	985.369	R		
13	17,276.344	18,131.974	855.630	C	1200.00	SX
14	18,131.974	18,966.441	834.467	R		
15	18,966.441	19,155.691	189.250	C	1800.00	DX
16	19,155.691	24,659.628	5503.937	R		
17	24,659.628	24,925.904	266.276	C	1200.00	SX
18	24,925.904	27,312.207	2386.304	R		
19	27,312.207	27,743.525	431.317	C	1500.00	SX

Tabella 10-1- Riepilogo caratteristiche planimetriche

Con riferimento all'andamento altimetrico il tracciato risultata complessivamente pianeggiante con pendenza longitudinale media inferiore all'1%.

Nonostante un andamento quasi orizzontale, il profilo risulta caratterizzato da numerose variazioni di livelletta che si realizzano prevalentemente in corrispondenza di attraversamenti stradali ed idraulici attraverso una sequenza sacca – dosso – sacca, con raccordi molto ravvicinati tra loro e di raggio ridotto.

### 10.1.2.1 Analisi dello stato attuale con riferimento al DM 05.11.2001

Vengono di seguito riportati in forma tabellare i dati plano-altimetrici dell'asse autostradale esistente (carr. Ovest e carr. Est) ed i risultati delle verifiche di rispondenza alla normativa di riferimento DM 05/11/2001 prot. N° 6792, condotte sul tratto oggetto del presente intervento, con l'indicazione degli elementi non rispondenti in riferimento ai parametri di seguito descritti.

#### Criteria di Verifica delle caratteristiche planimetriche

- (a) - Raggio minimo delle curve planimetriche
- (b) - Relazione raggio della curva (R)/lunghezza del rettilo (L) che la precede
- (c) - Compatibilità tra i raggi di due curve successive
- (d) - Lunghezza massima dei rettili
- (e) - Lunghezza minima dei rettili
- (f1) - Congruenza del diagramma delle velocità nel passaggio da tratti con  $V_{p,max}$  a curve a  $V_p < V_{p,max}$
- (f2) - Congruenza del diagramma delle velocità nel passaggio fra due curve successive ( $V_{p1} > V_{p2}$ )
- (g) - Lunghezza minima delle curve circolari
- (h1) - Verifica del parametro A delle Clotoidi: Limitazione del contraccollo
- (h2) - Verifica del parametro A delle Clotoidi Sovrapendenza longitudinale delle linee di estremità
- (h3) - Verifica del parametro A delle Clotoidi : Criterio Ottico

#### Criteria di Verifica delle caratteristiche altimetriche

- (i) - Pendenze longitudinali massime
- (j) - Raccordi verticali convessi
- (k) - Raccordi verticali concavi

Come mostrato nelle seguenti tabelle, 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 (raccordi 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.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	4.254.827	4254.827	R				140.0	3080.00		NO	(d)
2	4.254.827	4.314.980	60.153	C	10250.00	SX	1.00	52.9				
3	4.314.980	4.376.704	61.724	C	10250.00	DX	1.00	59.8				
4	4.376.704	8.461.692	4084.988	R				140.0	3080.00		NO	(d)
5	8.461.692	8.737.529	275.837	C	800.00	SX	2.63	113.2				(f1) [-27.8km/h]
6	8.737.529	9.156.186	418.657	R				137.3				
7	9.156.186	9.542.388	386.203	C	1025.00	SX	4.04	127.7				
8	9.542.388	11.421.385	1878.997	R				140.0				
9	11.421.385	12.769.263	1347.878	C	2500.00	DX	1.63	115.5				(f1) [-24.5km/h]
10	12.769.263	15.368.275	2599.012	R				140.0				
11	15.368.275	16.290.976	922.701	C	2000.00	DX	1.66	115.6				(f1) [-24.4km/h]
12	16.290.976	17.276.344	985.369	R				140.0				
13	17.276.344	18.131.974	855.630	C	1200.00	SX	3.04	123.9				(f1) [-16.1km/h]
14	18.131.974	18.966.441	834.467	R				140.0				
15	18.966.441	19.155.691	189.250	C	1800.00	DX	1.60	115.1				(f1) [-24.9km/h]
16	19.155.691	24.659.628	5503.937	R				140.0	3080.00		NO	(d)
17	24.659.628	24.925.904	266.276	C	1200.00	SX	3.53	126.7				(f1) [-13.3km/h]
18	24.925.904	27.312.207	2386.304	R				140.0				
19	27.312.207	27.743.525	431.317	C	1500.00	SX	2.43	121.1				(f1) [-18.9km/h]

Tabella 10-2 – Verifica caratteristiche planimetriche\_Direzione Ovest

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	4.254.827	4254.827	R				140.0	3080.00		NO	(d)
2	4.254.827	4.314.980	60.153	C	10250.00	SX	1.00	52.9				
3	4.314.980	4.376.704	61.724	C	10250.00	DX	1.00	59.8				
4	4.376.704	8.461.692	4084.988	R				140.0	3080.00		NO	(d)
5	8.461.692	8.737.529	275.837	C	800.00	SX	2.88	114.4				
6	8.737.529	9.156.186	418.657	R				139.4				
7	9.156.186	9.542.388	386.203	C	1025.00	SX	4.71	131.1				
8	9.542.388	11.421.385	1878.997	R				140.0				
9	11.421.385	12.769.263	1347.878	C	2500.00	DX	2.13	121.2				(f1)[-18.8 km/h]
10	12.769.263	15.368.275	2599.012	R				140.0				
11	15.368.275	16.290.976	922.701	C	2000.00	DX	2.81	126.0				(f1)[-14.0 km/h]
12	16.290.976	17.276.344	985.369	R				140.0				
13	17.276.344	18.131.974	855.630	C	1200.00	SX	3.02	123.8				(f1)[-16.2 km/h]
14	18.131.974	18.966.441	834.467	R				140.0				
15	18.966.441	19.155.691	189.250	C	1800.00	DX	1.60	115.1				(f1)[-24.9 km/h]
16	19.155.691	24.659.628	5503.937	R				140.0	3080.00		NO	(d)
17	24.659.628	24.925.904	266.276	C	1200.00	SX	2.33	119.8				(f1)[-21.2 km/h]
18	24.925.904	27.312.207	2386.304	R				140.0				
19	27.312.207	27.743.525	431.317	C	1500.00	SX	2.45	121.2				(f1)[-18.8 km/h]

Tabella 10-3 – Verifica caratteristiche planimetriche\_Direzione Est

Per quanto riguarda le velocità di percorrenza, come risulta dal diagramma delle velocità riportati nel seguito, 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 Vp 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.

Nella costruzione del diagramma di velocità in corrispondenza della barriera di esazione di Firenze Ovest è stata considerata una riduzione della velocità di progetto da 140 km/h a 30 km/h.

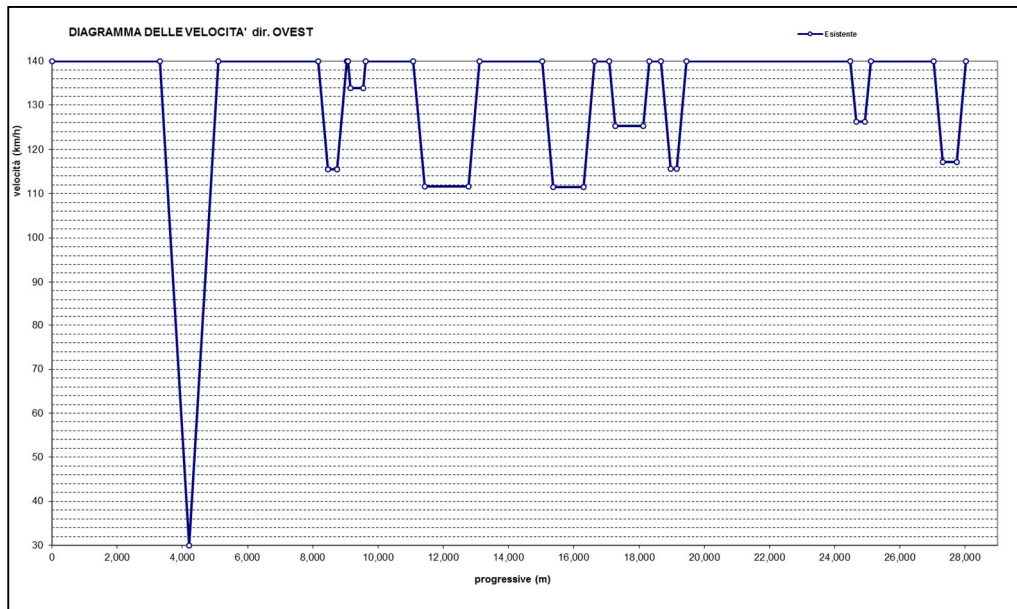


Figura 10-2 – Diagramma delle velocità carreggiata ovest



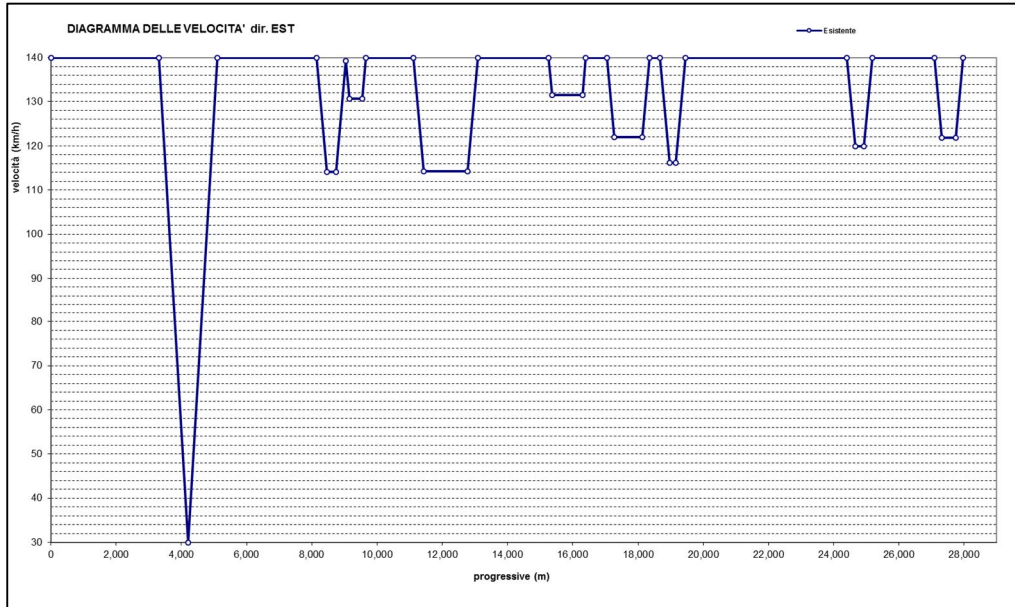


Figura 10-3 – Diagramma delle velocità carreggiate est

Con riferimento all'andamento altimetrico del tracciato, 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%.

Nelle tabelle che seguono sono riportati i risultati della verifica dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto, effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata.

In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per la velocità di 120 km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Rv	Vp	D	Rv,min	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	D	734	714	754	40.00	-0.10	-0.50	10000	120.0	176.6	-	
2	S	798	771	825	54.36	-0.50	-0.05	12000	120.0	176.5	-	
3	S	1,053	1,048	1,058	9.67	-0.05	-0.04	100000	120.0	175.9	-	
4	S	1,632	1,567	1,697	130.70	-0.04	1.97	6500	120.0	173.2	-	
5	D	1,945	1,828	2,062	234.09	1.97	-1.93	6000	120.0	175.7	8287	108.8
6	S	2,213	2,151	2,275	123.53	-1.93	-0.03	6500	120.0	178.5	-	
7	D	2,616	2,585	2,647	61.37	-0.03	-0.33	20000	120.0	176.3	-	
8	S	2,861	2,801	2,921	120.55	-0.33	-0.03	40000	120.0	176.3	-	
9	S	3,596	3,466	3,727	261.79	-0.03	0.05	300000	120.0	175.6	4326	
10	S	3,840	3,797	3,882	85.53	0.05	0.23	50000	79.5	91.7	-	
11	S	4,073	4,041	4,105	63.75	0.23	1.50	5000	49.8	48.2	867	
12	D	4,203	4,203	4,203	0.00	1.50	-1.50	0	30.0	26.4	-	
13	S	4,313	4,272	4,355	83.00	-1.50	0.16	5000	48.5	47.1	839	
14	S	4,600	4,584	4,616	32.22	0.16	0.22	50000	80.4	93.0	-	
15	S	5,070	5,053	5,087	33.78	0.22	0.39	20000	120.0	175.0	-	
16	S	5,178	5,121	5,235	114.53	0.39	2.03	7000	120.0	172.6	-	
17	D	5,383	5,298	5,467	168.51	2.03	-0.06	8050	120.0	173.2	8044	
18	S	5,612	5,539	5,686	146.82	-0.06	1.77	8000	120.0	173.5	-	
19	D	5,955	5,839	6,070	230.55	1.77	-2.07	6000	120.0	176.2	8331	108.4

20	S	6,236	6,173	6,300	126.62	-2.07	0.04	6000	120.0	178.6	683	
21	D	6,388	6,358	6,418	60.12	0.04	-0.26	20000	120.0	176.1	-	
22	S	6,644	6,577	6,710	132.48	-0.26	0.40	20000	120.0	175.6	-	
23	S	6,967	6,900	7,033	133.29	0.40	2.31	7000	120.0	172.3	-	
24	D	7,130	7,042	7,218	175.95	2.31	0.11	8000	120.0	172.6	7998	
25	D	7,576	7,538	7,613	75.01	0.11	-0.04	50000	120.0	175.7	-	
26	S	8,127	8,060	8,194	133.80	-0.04	1.29	10000	120.0	174.1	-	
27	D	8,278	8,249	8,308	58.96	1.29	0.70	10000	120.0	173.2	-	
28	D	8,375	8,342	8,408	65.71	0.63	-0.46	6000	120	175.6	993	
29	D	8,728	8,710	8,746	35.83	-0.46	-0.82	10000	113.9	162.7	-	
30	S	8,889	8,831	8,948	116.94	-1.34	-0.17	10000	120.0	177.9	-	
31	S	9,084	9,024	9,143	118.68	-0.42	-0.03	30000	120	176.4	-	
32	D	9,215	9,151	9,278	126.77	-0.03	-0.66	20000	120	176.7	-	
33	S	9,423	9,317	9,529	212.91	-0.66	-0.23	50000	120	177	4365	
34	D	9,580	9,575	9,585	9.53	-0.23	-0.33	10000	120	176.6	-	
35	S	9,690	9,669	9,711	41.58	-0.33	-0.29	100000	120.0	176.6	-	
36	S	9,826	9,806	9,847	40.80	-0.29	-0.21	50000	120.0	176.5	-	
37	S	10,081	9,990	10,173	183.18	-0.21	-0.02	100000	120.0	176.1	4339	
38	D	10,364	10,325	10,403	78.24	-0.02	-0.10	100000	120.0	176.0	-	
39	S	10,822	10,778	10,867	89.31	-0.10	-0.01	100000	120.0	176.0	-	
40	S	11,162	11,133	11,191	57.48	-0.01	0.61	9200	120.0	175.0	-	
41	D	11,463	11,374	11,552	178.1	1.75	-0.03	10000	119.3	172	7936	
42	S	11,995	11,956	12,034	78.32	-0.03	0.19	35000	115.5	164.7	-	
43	D	12,274	12,206	12,343	136.69	0.19	-1.52	8000	115.5	166.5	6730	
44	S	12,541	12,436	12,645	208.8	-1.52	-0.03	14000	115.5	166.8	4079	
45	D	12,935	12,932	12,938	5.9	-0.03	-0.09	10000	120	176	-	
46	S	12,969	12,942	12,997	54.62	-0.11	0.07	30000	120.0	175.8	-	
47	D	13,055	13,020	13,091	71.76	0.07	-0.07	50000	120.0	175.8	-	
48	S	13,236	13,211	13,262	51.16	-0.07	-0.01	90000	120.0	175.9	-	
49	D	13,516	13,458	13,574	115.54	-0.01	-0.13	100000	120.0	176.0	-	
50	S	13,661	13,657	13,664	6.75	-0.13	-0.07	11000	120.0	176.1	-	
51	D	13,806	13,758	13,853	94.86	-0.07	-0.26	50000	120.0	176.2	-	
52	S	13,922	13,880	13,964	84.01	-0.26	0.16	20000	120.0	175.9	-	
53	D	14,013	13,981	14,044	63.33	0.16	0.04	50000	120.0	175.5	-	
54	D	14,096	14,075	14,117	41.40	0.04	-0.07	40000	120.0	175.8	-	
55	S	14,278	14,223	14,332	108.44	-0.07	1.14	9000	120.0	174.4	-	
56	S	14,385	14,338	14,432	94.14	1.14	1.92	12000	120.0	171.8	-	
57	D	14,618	14,494	14,743	249.29	1.92	-2.05	6280	120.0	176.0	8308	109.9
58	S	14,783	14,769	14,797	28.52	-2.05	-1.90	20000	120.0	181.4	-	
59	S	14,881	14,826	14,937	111.07	-1.90	-0.98	12000	120.0	179.8	-	
60	S	14,981	14,941	15,021	80.06	-0.98	0.02	8000	120.0	177.1	-	
61	D	15,084	15,074	15,093	18.22	0.02	-0.07	20000	120.0	175.9	-	
62	S	15,181	15,146	15,217	71.09	-0.07	0.65	9900	120.0	175.0	-	
63	S	15,245	15,220	15,270	49.37	0.65	1.15	9800	120.0	173.4	-	
64	S	15,313	15,286	15,340	54.26	1.2	1.75	10000	120	172	-	
65	D	15,467	15,361	15,574	212.87	1.75	-1.8	6000	116.2	166.8	7463	108.6
66	S	15,789	15,701	15,876	175.19	-1.8	-0.05	10000	115.6	167.6	4100	
67	D	16,383	16,364	16,402	37.96	-0.05	-0.13	50000	120	176	-	
68	S	16,420	16,413	16,427	14.72	-0.50	-0.01	3000	120.0	176.5	-	
69	D	16,456	16,438	16,474	35.91	-0.01	-0.15	27000	120.0	176.0	-	
70	S	16,635	16,592	16,678	86.55	-0.15	0.00	60000	120.0	176.0	-	
71	S	16,835	16,764	16,906	142.60	0.00	0.28	50000	120.0	175.4	-	
72	D	16,995	16,982	17,008	26.31	0.28	0.18	25000	120.0	175.2	-	
73	S	17,043	17,031	17,056	25.01	0.18	0.68	5000	120.0	174.7	-	
74	D	17,149	17,123	17,176	52.98	0.68	0.06	8520	120.0	174.8	-	
75	S	17,333	17,217	17,450	233.05	0.12	1.67	15000	120	173.4	4265	
76	D	17,605	17,528	17,682	153.58	1.67	0.13	10000	120	173.4	6784	
77	S	17,910	17,878	17,942	63.53	0.13	0.26	50000	120	175.3	-	
78	D	18,175	18,119	18,232	112.53	0.26	-1.61	6000	120	177.6	8349	109.9
79	D	18,260	18,244	18,277	33.50	-1.48	-1.70	15800	120.0	180.2	-	
80	S	18,451	18,311	18,591	280.06	-1.70	0.93	10650	120.0	176.8	4360	
81	D	18,693	18,606	18,780	174.14	0.93	-1.67	6700	120.0	176.8	8387	109.9
82	S	18,835	18,819	18,851	32.20	-1.67	-1.02	5000	120.0	179.5	-	

83	S	18,933	18,908	18,957	49.77	-0.59	-0.09	10000	119.8	176.4	-	
84	D	19,200	19,194	19,206	12.28	-0.28	-0.64	3500	120.0	177.0	-	
85	S	19,225	19,213	19,236	23.30	-0.64	0.03	3500	120.0	176.6	-	
86	D	19,327	19,326	19,328	1.69	0.03	0.01	10000	120.0	175.7	-	
87	D	19,566	19,562	19,570	7.20	0.01	-0.01	40000	120.0	175.8	-	
88	S	20,193	20,177	20,208	30.42	-0.01	0.20	15000	120.0	175.5	-	
89	S	20,641	20,615	20,668	53.25	0.20	0.91	7500	120.0	174.3	-	
90	S	20,693	20,670	20,716	45.70	0.91	1.74	5500	120.0	172.3	-	
91	D	20,745	20,732	20,758	26.11	1.74	1.46	9500	120.0	171.6	-	
92	D	20,818	20,759	20,877	117.95	1.46	-0.11	7500	120.0	174.0	7061	
93	S	20,987	20,973	21,001	27.94	-0.11	0.00	25000	120.0	175.9	-	
94	S	21,119	21,106	21,131	24.55	0.00	0.13	20000	120.0	175.6	-	
95	D	21,158	21,131	21,185	53.66	0.13	-0.77	6000	120.0	176.7	-	
96	D	21,204	21,194	21,214	20.29	-0.77	-0.94	12000	120.0	178.1	-	
97	S	21,260	21,240	21,280	39.95	-0.94	-0.60	12000	120.0	177.9	-	
98	S	21,360	21,325	21,396	70.76	-0.60	-0.37	30000	120.0	177.1	-	
99	S	21,456	21,426	21,485	58.81	-0.37	0.12	12000	120.0	176.1	-	
100	D	21,566	21,543	21,588	44.90	0.12	-0.06	25000	120.0	175.7	-	
101	S	21,718	21,640	21,797	157.84	-0.06	0.10	100000	120.0	175.7	-	
102	S	22,004	21,966	22,042	76.47	0.10	0.18	100000	120.0	175.4	-	
103	D	22,736	22,715	22,756	40.97	0.18	0.16	300000	120.0	175.3	-	
104	S	23,817	23,782	23,853	71.05	0.16	0.23	100000	120.0	175.3	-	
105	S	24,520	24,506	24,534	28.50	0.23	0.61	7500	120.0	174.7	-	
106	D	24,560	24,552	24,569	17.97	0.61	0.30	5700	120.0	174.6	-	
107	S	24,826	24,739	24,912	172.52	0.22	1.95	10000	120	172.9	-	
108	D	25,005	24,998	25,012	14.13	2.07	1.79	5000	120.0	170.8	-	
109	D	25,234	25,138	25,330	192.15	1.79	-2.05	5000	120.0	176.2	8326	102.7
110	S	25,380	25,348	25,411	63.21	-2.05	-1.93	50000	120.0	181.4	-	
111	S	25,478	25,444	25,511	67.38	-1.93	-0.80	6000	120.0	179.6	-	
112	S	25,552	25,516	25,587	71.20	-0.80	-0.01	9000	120.0	176.9	-	
113	S	25,749	25,713	25,784	70.51	-0.01	0.27	25000	120.0	175.5	-	
114	S	26,024	25,988	26,059	71.60	0.27	0.41	50000	120.0	174.9	-	
115	D	26,146	26,121	26,171	49.35	0.41	0.31	50000	120.0	174.8	-	
116	S	26,321	26,309	26,333	24.46	0.31	0.80	5000	120.0	174.3	-	
117	D	26,353	26,335	26,371	36.76	0.80	0.19	5950	120.0	174.5	-	
118	S	26,464	26,399	26,529	129.03	0.19	1.98	7200	120.0	173.0	-	
119	D	26,801	26,700	26,902	201.56	1.98	-1.97	5100	120.0	175.8	8292	103.4
120	S	27,016	26,956	27,077	120.95	-1.97	0.04	6000	120.0	178.5	-	
121	S	27,164	27,153	27,174	20.77	0.04	0.50	4500	120.0	175.1	-	
122	D	27,229	27,216	27,242	25.72	0.50	-0.07	4500	120.0	175.2	-	
123	S	27,336	27,285	27,387	101.98	-0.07	0.60	15350	120.0	175.1	-	

Tabella 10-4- Riepilogo caratteristiche altimetriche\_Direzione Ovest

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Rv	Vp	D	Rv,min	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	D	734	710	758	48.50	-0.10	-0.58	10000	120.0	174.9	-	
2	S	813	799	827	28.17	-0.58	-0.02	5000	120.0	175.0	-	
3	S	1,631	1,566	1,697	130.57	-0.02	1.99	6500	120.0	178.5	-	
4	D	1,947	1,828	2,066	238.08	1.99	-1.98	6000	120.0	175.8	8294	108.7
5	S	2,213	2,150	2,276	126.57	-1.98	-0.03	6500	120.0	173.1	-	
6	D	2,616	2,585	2,647	61.68	-0.03	-0.34	20000	120.0	175.3	-	
7	S	2,861	2,799	2,923	123.68	-0.34	-0.03	40000	120.0	175.3	-	
8	S	3,596	3,458	3,735	276.57	-0.03	0.06	300000	120.0	175.8	4332	
9	S	3,840	3,808	3,871	62.98	0.06	0.19	50000	78.2	89.6	-	
10	S	4,070	4,035	4,105	69.80	0.19	1.58	5000	50.4	49.6	900	
11	D	4,203	4,203	4,203	0.00	1.58	-1.42	0	30.0	26.5	-	
12	S	4,320	4,281	4,360	79.10	-1.42	0.16	5000	49.1	47.5	849	
13	S	4,596	4,579	4,613	34.18	0.16	0.23	50000	80.0	92.8	-	
14	S	5,165	5,105	5,225	119.48	0.23	1.94	7000	120.0	178.8	-	
15	D	5,388	5,309	5,467	158.38	1.94	-0.04	8000	120.0	178.4	8514	114.9
16	S	5,619	5,545	5,693	148.35	-0.04	1.81	8000	120.0	178.2	-	

17	D	5,955	5,837	6,072	235.84	1.81	-2.12	6000	120.0	175.4	8254	108.9
18	S	6,229	6,166	6,292	126.61	-2.12	-0.01	6000	120.0	173.0	590	
19	D	6,388	6,364	6,413	49.42	-0.01	-0.26	20000	120.0	175.4	-	
20	S	6,644	6,578	6,709	131.71	-0.26	0.40	20000	120.0	176.0	-	
21	S	6,963	6,896	7,030	133.52	0.40	2.31	7000	120.0	179.6	-	
22	D	7,130	7,042	7,218	175.91	2.31	0.11	8000	120.0	179.1	8611	114.9
23	D	7,532	7,499	7,566	66.59	0.11	-0.02	50000	120.0	175.9	-	
24	D	7,988	7,970	8,006	35.11	-0.02	-0.37	10000	120.0	175.3	-	
25	S	8,027	8,007	8,047	39.38	-0.37	0.02	10000	120.0	175.3	-	
26	D	8,052	8,049	8,056	7.08	0.02	-0.05	10000	120.0	175.8	-	
27	S	8,131	8,067	8,194	127.29	-0.05	1.36	9000	120.0	177.6	-	
28	D	8,257	8,222	8,292	69.66	1.36	0.90	15000	120.0	178.9	-	
29	D	8,364	8,323	8,406	82.73	0.91	-0.46	6000	120	176.4	5986	
30	D	8,729	8,711	8,746	35.83	-0.46	-0.82	10000	115	162.3	-	
31	S	8,846	8,812	8,880	67.81	-0.95	-0.27	10000	120.0	174.2	-	
32	S	9,095	9,050	9,141	91.09	-0.39	-0.09	30000	120	175.1	-	
33	D	9,223	9,162	9,285	123.07	-0.09	-0.5	30000	120	175	-	
34	S	9,618	9,597	9,639	41.45	-0.5	-0.29	20000	120	174.7	-	
35	S	9,847	9,819	9,875	55.91	-0.26	-0.21	100000	120.0	175.2	-	
36	S	10,081	9,999	10,164	164.40	-0.21	-0.04	100000	120.0	175.5	-	
37	D	10,364	10,334	10,395	60.65	-0.04	-0.10	100000	120.0	175.6	-	
38	S	10,772	10,735	10,809	74.20	-0.10	-0.03	100000	120.0	175.6	-	
39	S	11,170	11,124	11,216	92.04	-0.03	0.99	9000	120.0	177.1	-	
40	D	11,470	11,389	11,552	163.01	1.59	-0.04	10000	120	177.9	7806	
41	S	11,995	11,939	12,052	113.33	-0.04	0.19	50000	120	176	-	
42	D	12,290	12,208	12,371	162.51	0.19	-1.72	8500	120	173.8	7983	
43	S	12,526	12,424	12,628	204.21	-1.72	-0.02	12000	120	173.5	4266	
44	D	12,811	12,810	12,811	0.69	-0.02	-0.02	50000	120	175.7	-	
45	S	12,971	12,962	12,979	16.35	-0.07	-0.01	30000	120.0	175.7	-	
46	D	13,235	13,207	13,263	55.83	-0.01	-0.07	100000	120.0	175.7	-	
47	S	13,394	13,361	13,427	66.31	-0.07	0.00	100000	120.0	175.7	-	
48	D	13,510	13,493	13,527	34.02	0.00	-0.10	35000	120.0	175.7	-	
49	D	13,764	13,755	13,772	17.42	-0.10	-0.15	35000	120.0	175.5	-	
50	S	13,948	13,926	13,970	43.67	-0.15	0.14	15000	120.0	175.8	-	
51	D	14,087	14,065	14,109	44.62	0.14	-0.08	20000	120.0	175.9	-	
52	S	14,288	14,213	14,362	149.69	-0.08	1.42	10000	120.0	177.6	-	
53	S	14,406	14,392	14,420	28.65	1.42	1.89	6000	120.0	180.4	-	
54	D	14,612	14,497	14,727	229.19	1.89	-1.93	6000	120.0	175.8	8289	108.7
55	S	14,871	14,814	14,927	112.65	-1.93	-0.99	12000	120.0	172.0	-	
56	S	14,984	14,934	15,034	99.64	-0.99	0.00	10100	120.0	174.5	-	
57	S	15,188	15,158	15,219	61.59	0.00	0.77	8000	120.0	176.8	-	
58	S	15,248	15,235	15,261	25.97	0.77	1.14	7000	120.0	178.4	-	
59	S	15,305	15,299	15,311	12.35	1.38	1.69	4000	120	180.1	-	
60	D	15,471	15,364	15,578	214.53	1.69	-1.89	6000	120	175.5	8267	108.8
61	S	15,786	15,656	15,916	260.17	-1.89	-0.03	14000	120	173.3	4260	
62	D	16,341	16,300	16,382	81.8	-0.03	-0.11	100000	120	175.6	-	
63	S	16,398	16,389	16,406	16.26	-0.11	-0.08	50000	120	175.5	-	
64	S	16,424	16,415	16,433	18.01	-0.33	-0.03	6000	120.0	175.3	-	
65	D	16,482	16,465	16,500	35.28	-0.03	-0.17	25000	120.0	175.5	-	
66	S	16,613	16,575	16,651	76.30	-0.17	-0.02	50000	120.0	175.5	-	
67	S	16,815	16,750	16,880	130.46	-0.02	0.24	50000	120.0	176.1	-	
68	S	17,044	17,033	17,055	22.28	0.24	0.73	4500	120.0	177.1	-	
69	D	17,141	17,116	17,165	49.27	0.73	0.04	7100	120.0	176.8	-	
70	S	17,344	17,222	17,465	243.13	0.13	1.75	15000	120	178.4	4403	
71	D	17,596	17,516	17,677	161.86	1.75	0.13	10000	120	178.4	7818	
72	S	17,910	17,751	18,069	317.7	0.13	0.26	250000	120	176.3	4346	
73	D	18,178	18,098	18,257	158.59	0.26	-1.63	8400	120	174	7976	
74	D	18,278	18,265	18,291	26.31	-1.38	-1.90	5010	120.0	171.5	-	
75	S	18,437	18,295	18,579	284.47	-1.90	0.91	10115	120.0	174.5	4294	
76	D	18,603	18,597	18,610	12.30	0.91	0.72	6500	120.0	178.0	-	
77	D	18,678	18,619	18,737	118.18	0.72	-1.10	6500	120.0	175.3	8009	113.9
78	D	18,762	18,743	18,782	39.25	-1.10	-1.75	6000	120.0	172.1	-	
79	S	18,814	18,799	18,830	31.56	-1.75	-1.44	10000	120.0	171.7	-	

80	S	18,861	18,840	18,881	40.55	-1.44	-0.63	5000	120.0	173.1	-	
81	S	18,926	18,908	18,943	34.87	-0.59	-0.09	7000	119.8	174.4	-	
82	S	19,221	19,209	19,233	23.88	-0.53	0.15	3500	120.0	175.3	-	
83	D	19,281	19,244	19,318	74.04	0.15	0.00	50000	120.0	176.0	-	
84	D	19,552	19,535	19,568	32.65	0.00	-0.03	100000	120.0	175.8	-	
85	S	19,766	19,747	19,786	38.73	-0.03	0.01	100000	120.0	175.8	-	
86	S	20,222	20,194	20,250	55.58	0.01	0.19	30000	120.0	176.1	-	
87	S	20,632	20,611	20,652	41.30	0.19	0.88	6000	120.0	177.3	-	
88	S	20,687	20,663	20,711	48.46	0.88	1.69	6000	120.0	179.4	-	
89	D	20,803	20,740	20,865	125.44	1.69	-0.10	7000	120.0	178.0	8258	114.9
90	S	20,990	20,972	21,009	37.36	-0.10	0.02	30000	120.0	175.7	-	
91	S	21,089	21,077	21,100	23.34	0.02	0.08	40000	120.0	175.9	-	
92	D	21,170	21,141	21,199	58.74	0.08	-0.90	6000	120.0	174.7	-	
93	S	21,261	21,245	21,278	32.56	-0.90	-0.63	12000	120.0	173.8	-	
94	S	21,359	21,326	21,392	65.62	-0.63	-0.36	25000	120.0	174.5	-	
95	S	21,448	21,425	21,471	45.82	-0.36	0.09	10000	120.0	175.4	-	
96	D	21,536	21,521	21,550	28.98	0.09	-0.15	12000	120.0	175.7	-	
97	S	21,594	21,583	21,605	22.16	-0.15	-0.04	20000	120.0	175.5	-	
98	S	21,694	21,664	21,724	60.60	-0.04	0.08	50000	120.0	175.9	-	
99	S	21,948	21,903	21,993	90.60	0.08	0.17	100000	120.0	176.1	-	
100	S	24,118	24,090	24,147	56.93	0.17	0.23	100000	120.0	176.3	-	
101	S	24,504	24,481	24,527	45.98	0.23	0.54	15000	120.0	176.8	-	
102	S	24,826	24,740	24,912	171.78	0.25	1.96	10000	119.8	178.3	-	
103	D	25,001	24,992	25,009	17.13	1.96	1.77	9000	120	181	-	
104	D	25,227	25,129	25,324	194.55	1.81	-1.93	5200	120.0	175.6	8279	103.9
105	D	25,425	25,420	25,429	9.41	-1.93	-2.02	10000	120.0	170.7	-	
106	S	25,471	25,435	25,506	70.74	-2.02	-0.88	6200	120.0	172.0	-	
107	S	25,560	25,516	25,604	88.31	-0.88	0.00	10000	120.0	174.6	-	
108	S	25,765	25,708	25,822	113.52	0.00	0.33	35000	120.0	176.2	-	
109	S	26,317	26,306	26,329	23.54	0.33	0.72	6000	120.0	177.2	-	
110	D	26,351	26,335	26,368	33.23	0.72	0.17	6000	120.0	177.0	-	
111	S	26,455	26,393	26,517	124.81	0.17	1.95	7000	120.0	178.7	-	
112	D	26,796	26,692	26,900	208.47	1.95	-1.84	5500	120.0	175.9	8307	104.9
113	D	26,929	26,907	26,950	43.09	-1.84	-2.06	20000	120.0	170.8	-	
114	S	27,015	26,956	27,074	118.10	-2.06	0.09	5500	120.0	173.2	852	
115	S	27,158	27,132	27,184	51.99	0.09	0.48	13400	120.0	176.6	-	
116	D	27,225	27,213	27,238	25.83	0.48	-0.04	5000	120.0	176.4	-	
117	S	27,352	27,306	27,397	90.29	-0.04	0.67	12800	120.0	176.7	-	

Tabella 10-5 – Riepilogo caratteristiche altimetriche\_Direzione Est

## 11 IL PROGETTO DI AMPLIAMENTO ED AMMODERNAMENTO

### 11.1 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.

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 presente progetto.

Per una più completa descrizione dei criteri progettuali utilizzati per l'adeguamento delle intersezioni esistenti si rimanda allo specifico paragrafo contenuto nel proseguo della presente relazione e al documento A1-PRS-GE000-00000-R-STD0100-0.

### 11.2 ASSE AUTOSTRADALE

Le scelte progettuali alla base dell'intervento di ampliamento alla terza corsia sono state fortemente orientate dalle caratteristiche del tracciato attuale, che si distingue principalmente per la presenza di

lungi tratti rettilinei, di cui due molto lunghi: il primo di circa 8.5 km, da Firenze a Prato e interrotto solo dalla barriera di esazione di Firenze Ovest, termina con una curva da 817 metri di raggio, il secondo di circa 5.3 km raccordato prima e dopo da curve rispettivamente di raggio 1200 e 1800 a deviazione minima, a cui si aggiungono altri tre rettili di lunghezza superiore ad 1 km (rispettivamente 1,6 km, 2,3 km, 2,2 km).

Conseguentemente il progetto ha generalmente previsto il mantenimento del tracciato in asse rispetto all'esistente (ampliamento simmetrico), tenuto conto anche della presenza lungo il tracciato di alcuni punti di passaggio obbligato (cavalcavia e sottovia già predisposti alla 3<sup>a</sup> corsia nell'ipotesi di ampliamento simmetrico).

Il presente progetto ha previsto tre eccezioni in cui è previsto l'intero ampliamento su un unico lato (ampliamento asimmetrico). La prima è rappresentata dal tratto iniziale, in cui il progetto si raccorda con un flesso costituito da due curve di raggio 10250 metri all'intervento di adeguamento dello svincolo urbano a raso di Firenze Peretola, all'interno del quale l'ampliamento alla terza corsia del tratto compreso tra la progr. 0+000 e la progr. 0+621 è previsto in asimmetrico lato carreggiata Est per la presenza dall'aeroporto A. Vespucci confinante con la carreggiata ovest (direz. Pisa).

La seconda eccezione è rappresentata dal tratto in corrispondenza dello svincolo di Prato Est, dove la presenza del piazzale in carreggiata ovest, ubicato immediatamente a nord dell'autostrada, e la presenza di una linea di alta tensione in carreggiata est ha richiesto un ampliamento asimmetrico lato carreggiata est sulla prima curva da 817 m di raggio ed un ampliamento asimmetrico lato carreggiata ovest sulla curva successiva di raggio pari a 1000 m.

Ultima eccezione è rappresentata dalla curva di raggio 2616 m, al km 12+000, la possibilità di salvaguardare una abitazione civile ha portato ad introdurre questo ulteriore tratto di ampliamento asimmetrico rispetto alla fase di progettazione precedente.

Con riferimento all'andamento altimetrico il progetto ha previsto il mantenimento del profilo longitudinale esistente nei tratti di rettilifo.

Il progetto prevede infine l'adeguamento della pendenza trasversale della piattaforma nei tratti in curva dove è stata adeguata secondo quanto indicato dalla normativa con pendenza massima pari al 7%, nei tratti in rettilifo 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.

### 11.3 PIATTAFORMA STRADALE

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.

In generale per lo spartitraffico è stato adottato un dispositivo di ritenuta bifilare NJ in cls; per il tratto dal km 4+450 al km 4+793 è stata adottata una barriera metallica monofilare bifacciale, in ragione degli spazi ridotti in corrispondenza del cavalcavia dell'A1, non oggetto di riqualifica (franco esistente 4.52m).

Limitatamente alla curva di raggio 800 m in corrispondenza dello svincolo di Prato Est, dove è necessario limitare l'innalzamento dei cigli stradali per effetto della variazione delle pendenze trasversali, è stato previsto uno sfalsamento tra le due carreggiate e conseguentemente è stato previsto l'utilizzo di 2 barriere bordo ponte NJ in cls su muro.

Complessivamente rispetto all'attuale piattaforma viene realizzato, nella configurazione di ampliamento simmetrico, un allargamento di 5.05 metri per lato, a cui si aggiungono gli adeguamenti di arginelli (larghezza di progetto pari a 1.30 metri) e scarpate, a cui sono associate pendenze più dolci rispetto alle esistenti (pendenza di progetto 4/7).

Il maggiore ingombro del solido stradale rispetto all'esistente risulterà conseguentemente superiore rispetto a quanto precedentemente dichiarato per la sola piattaforma.

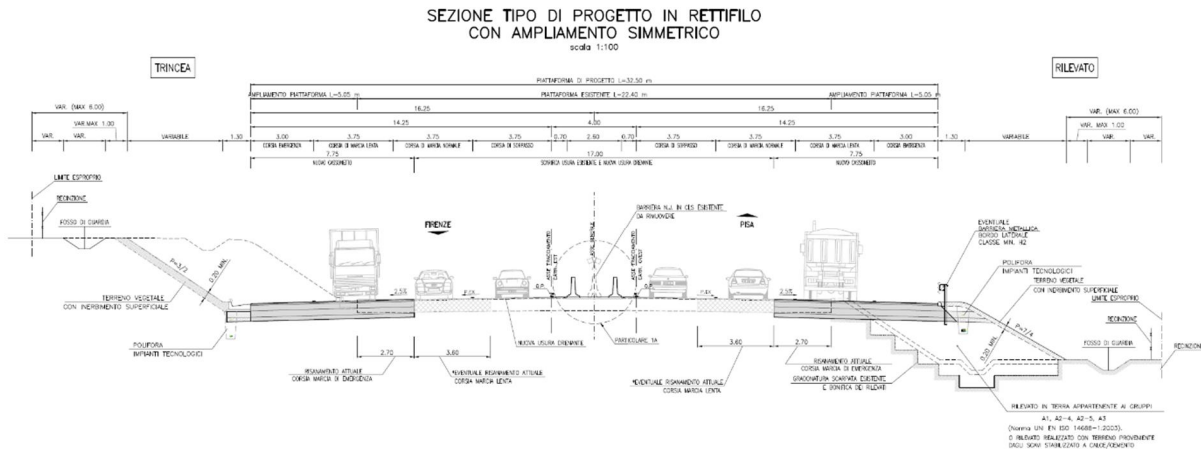


Figura 11-1 - Sezione tipo in ampliamento simmetrico

Tenuto conto che lungo l'intera tratta, in entrambe le carreggiate, sono presenti edifici, viabilità ed aree che ospitano attività produttive posti a distanza ravvicinata rispetto all'autostrada, sono state inserite in progetto numerose opere di sostegno con la funzione prevalente di limitare il nuovo ingombro e di conseguenza la fascia di esproprio. In alcuni casi tale soluzione non è risultata sufficiente e pertanto è stata prevista la demolizione, totale o parziale degli edifici interessati e lo spostamento delle viabilità parallele all'autostrada stessa.

In corrispondenza del tratto tra la barriera di Firenze Ovest e l'interconnessione con l'autostrada A1 (da progr. km 4+205 al km 5+127) vista la presenza del cavalcavia esistente dell'autostrada A1 (progr. km 4+929) la cui campata centrale ha una luce di 27 m e la cui sezione trasversale ha una larghezza di circa 33 m, il progetto ha previsto di ridurre la piattaforma a tre corsie da 3.50 m per ciascuna carreggiata, margine interno di 2.50 m (vedi Figura 11-2) e banchine esterne pari a 0.70 m. In questo tratto la corsia di emergenza sarà sostituita da una corsia di servizio esterna.

In carreggiata Ovest tale corsia di servizio risulta in complanare e separata dall'autostrada da un dispositivo di ritenuta da spartitraffico. La sezione trasversale di tale corsia è così articolata, 0.60 m di banchina in affiancamento all'autostrada (in modo da garantire il corretto funzionamento della barriera spartitraffico prevista, installata in un margine interno di 2.10 m), 3.00 m di corsia e 0.50 m di banchina esterna, per una larghezza pavimentata pari a 4.10 m.

Sul lato opposto (carreggiata Est) l'itinerario di servizio sarà realizzato prevedendo il collegamento con un tratto di nuova realizzazione delle corsie di svincolo esistenti tra A1 ed A11 esistenti (rampa di svincolo per i veicoli provenienti da Pisa sull'A11 e diretti a Milano sull'A1 e rampa di svincolo per i veicoli provenienti da Roma sull'A1 e diretti a Firenze sull'A11).

In caso di incidente e blocco della circolazione i mezzi di soccorso potranno intervenire sia dalla A1 (sfruttando le rampe di interconnessione) che dalla A11 tramite le corsie di servizio e raggiungere i mezzi incidentati per prestare soccorso (contromano essendo il traffico bloccato).

Nel caso di incidente ma senza blocco della circolazione si ricade nel caso in cui l'intervento possa avvenire in modo diretto dall'autostrada.

Tale scelta progettuale è stata dettata dall'impossibilità di intervenire sullo scavalco della A1 il cui franco esistente su A11 è pari a 4.52 m ma il cui rifacimento avrebbe comportato un inevitabile innalzamento dell'autostrada A1 stessa, come diretta conseguenza dell'incremento dell'ampiezza delle luci o per il passaggio dell'opera dalle attuali 3 luci ad una luce singola, con evidenti difficoltà tecniche trattandosi di una direttrice di importanza strategica per i collegamenti.



SEZIONE TIPO DI PROGETTO  
CV004  
scala 1:100

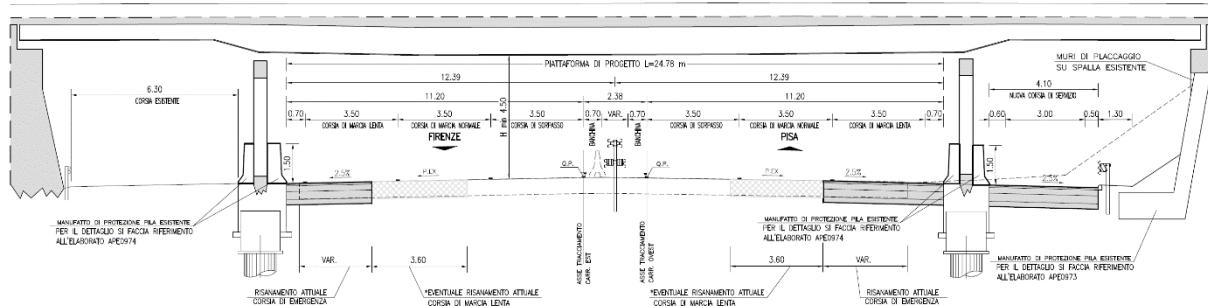


Figura 11-2 - Sezione tipo con corsie ridotte in corrispondenza del cavalcavia Autostrada A1 al km 4+929

In corrispondenza degli svincoli, per la presenza delle corsie specializzate di immissione e diversione, la piattaforma viene allargata di una corsia da 3,75 m affiancata sul ciglio esterno da una banchina di larghezza pari a 2.50 m.

### 11.4 ANDAMENTO PLANIMETRICO E DIAGRAMMA DI VELOCITÀ

Nella tabelle sottostanti vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi planimetrici che compongono l'asse autostradale. In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C = Curva Circolare
- AT = Clotoide di Transizione
- AF = Clotoide di Flesso
- AC = Clotoide di Continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa), in colonna (8) il valore di pendenza trasversale, mentre in colonna (9) è riportato per ogni elemento il valore massimo della velocità di progetto dedotto dal diagramma delle velocità.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	621.256	844.014	222.758	C	10250.00	DX	2.50	140.0
2	844.014	1,067.604	223.590	C	10254.00	SX	2.50	140.0
3	1,067.604	4,250.164	3182.560	R	0.00			140.0
4	4,250.164	4,349.089	98.925	C	10250.00	SX	2.50	47.7
5	4,349.089	4,462.395	113.306	C	10250.00	DX	2.50	61.6
6	4,462.395	4,915.123	452.728	R	0.00			116.8
7	4,915.123	4,977.614	62.491	C	50000.00	SX	2.50	124.4
8	4,977.614	8,365.686	3388.072	R	0.00			140.0
9	8,365.686	8,519.939	154.253	AT	355.00	SX		140.0
10	8,519.939	8,617.187	97.247	C	817.00	SX	7.00	130.7
11	8,617.187	8,771.440	154.253	AT	355.00	SX		140.0
12	8,771.440	9,036.151	264.711	R	0.00			140.0
13	9,036.151	9,154.938	118.787	AT	345.00	SX		140.0
14	9,154.938	9,399.887	244.949	C	1002.00	SX	6.83	140.0
15	9,399.887	9,620.347	220.460	AT	470.00	SX		140.0
16	9,620.347	11,244.303	1623.956	R	0.00			140.0
17	11,244.303	11,536.305	292.002	AT	874.00	DX		140.0
18	11,536.305	12,654.722	1118.418	C	2616.00	DX	3.70	140.0
19	12,654.722	12,946.724	292.002	AT	874.00	DX		140.0
20	12,946.724	15,255.374	2308.650	R	0.00			140.0

21	15,255.374	15,477.708	222.333	AT	666.50	DX		140.0
22	15,477.708	16,177.152	699.445	C	1998.00	DX	4.39	140.0
23	16,177.152	16,399.486	222.333	AT	666.50	DX		140.0
24	16,399.486	17,202.672	803.187	R	0.00			140.0
25	17,202.672	17,346.313	143.640	AT	415.52	SX		140.0
26	17,346.313	18,061.008	714.695	C	1202.00	SX	6.08	140.0
27	18,061.008	18,204.648	143.640	AT	415.52	SX		140.0
28	18,204.648	18,918.068	713.420	R	0.00			140.0
29	18,918.068	19,006.908	88.840	AT	399.67	DX		140.0
30	19,006.908	19,109.021	102.113	C	1798.00	DX	4.70	140.0
31	19,109.021	19,197.861	88.840	AT	399.67	DX		140.0
32	19,197.861	24,580.767	5382.906	R	0.00			140.0
33	24,580.767	24,734.597	153.830	AT	429.97	SX		140.0
34	24,734.597	24,847.441	112.845	C	1201.80	SX	6.08	140.0
35	24,847.441	25,001.273	153.832	AT	429.97	SX		140.0
36	25,001.273	27,004.139	2002.866	R	0.00			140.0
37	27,004.139	27,116.231	112.092	C	10250.00	SX	2.50	140.0
38	27,116.231	27,170.276	54.045	C	4920.00	DX	2.50	140.0
39	27,170.276	27,267.577	97.301	R	0.00			136.2
40	27,267.577	27,360.662	93.085	AT	370.57	SX		128.5
41	27,360.662	27,389.574	28.912	C	1475.20	SX	2.43	121.1

*Tabella 11-1 – Riepilogo caratteristiche planimetriche carreggiata ovest  
(in grigio la parte afferente al lotto 2 non oggetto del presente appalto)*

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	621.256	844.101	222.845	C	10254.00	DX	2.50	140.0
2	844.101	1,067.603	223.503	C	10250.00	SX	2.50	140.0
3	1,067.603	4,297.818	3230.214	R	0.00			140.0
4	4,297.818	4,392.846	95.028	C	10250.00	DX	2.50	53.2
5	4,392.846	4,473.493	80.647	C	10250.00	SX	2.50	62.9
6	4,473.493	4,881.904	408.410	R	0.00			112.8
7	4,881.904	4,960.819	78.916	C	4820.00	SX	2.50	122.3
8	4,960.819	5,115.827	155.008	C	10250.00	DX	2.50	140.0
9	5,115.827	8,327.685	3211.858	R	0.00			140.0
10	8,327.685	8,499.923	172.237	AT	415.01	SX		140.0
11	8,499.923	8,635.519	135.597	C	1000.00	SX	6.84	140.0
12	8,635.519	8,807.757	172.237	AT	415.01	SX		140.0
13	8,807.757	8,987.644	179.887	R	0.00			140.0
14	8,987.644	9,200.139	212.495	AT	460.21	SX		140.0
15	9,200.139	9,365.356	165.217	C	996.70	SX	6.85	140.0
16	9,365.356	9,647.186	281.830	AT	530.00	SX		140.0
17	9,647.186	11,240.390	1593.204	R	0.00			140.0
18	11,240.390	11,532.613	292.223	AT	875.00	DX		140.0
19	11,532.613	12,652.966	1120.353	C	2620.00	DX	3.69	140.0
20	12,652.966	12,945.189	292.223	AT	875.00	DX		140.0
21	12,945.189	15,253.618	2308.428	R	0.00			140.0
22	15,253.618	15,476.173	222.556	AT	667.50	DX		140.0
23	15,476.173	16,177.241	701.068	C	2002.00	DX	4.39	140.0
24	16,177.241	16,399.797	222.556	AT	667.50	DX		140.0
25	16,399.797	17,170.373	770.576	R	0.00			140.0
26	17,170.373	17,379.048	208.676	AT	499.83	SX		140.0
27	17,379.048	18,025.280	646.232	C	1197.20	SX	6.10	140.0
28	18,025.280	18,233.956	208.676	AT	499.83	SX		140.0
29	18,233.956	18,914.827	680.871	R	0.00			140.0
30	18,914.827	19,003.765	88.938	AT	400.33	DX		140.0

31	19,003.765	19,106.205	102.440	C	1802.00	DX	4.69	140.0
32	19,106.205	19,195.143	88.938	AT	400.33	DX		140.0
33	19,195.143	24,561.280	5366.137	R	0.00			140.0
34	24,561.280	24,748.566	187.287	AT	473.56	SX		140.0
35	24,748.566	24,826.979	78.412	C	1197.40	SX	6.10	140.0
36	24,826.979	25,014.265	187.287	AT	473.56	SX		140.0
37	25,014.265	27,001.306	1987.041	R	0.00			140.0
38	27,001.306	27,124.391	123.085	C	10250.00	DX	2.50	140.0
39	27,124.391	27,183.228	58.837	C	4920.00	SX	2.50	140.0
40	27,183.228	27,255.194	71.966	R	0.00			135.7
41	27,255.194	27,365.594	110.400	AT	403.28	SX		130.0
42	27,365.594	27,385.722	20.128	C	1473.10	SX	2.45	121.2

Tabella 11-2 – Riepilogo caratteristiche planimetriche carreggiata est  
(in grigio la parte afferente al lotto 2 non oggetto del presente appalto)

Da un punto di vista planimetrico, il tracciato prevede quindi un raggio di curvatura minimo  $R_{\min} = 817$  m e uno massimo  $R_{\max} = 10254$  m.

Come già anticipato, da un punto di vista altimetrico il progetto ha previsto il mantenimento del profilo longitudinale esistente lungo i rettili, e l'adeguamento del profilo medesimo lungo le curve ove viene adeguata la pendenza trasversale. Per la descrizione delle caratteristiche geometriche si rimanda alla relazione specialistica STD 0050.

In Figura 11-3 e Figura 11-4 si riportano i diagrammi delle velocità determinati come previsto al punto 5.4 del D.M. n. 6792/2001. In corrispondenza della barriera di esazione di Firenze Ovest si è considerata una riduzione della velocità di progetto da 140 km/h a 40 km/h.

Nelle medesime figure è riportato, per pronto riferimento, anche l'andamento delle curvatures planimetriche.

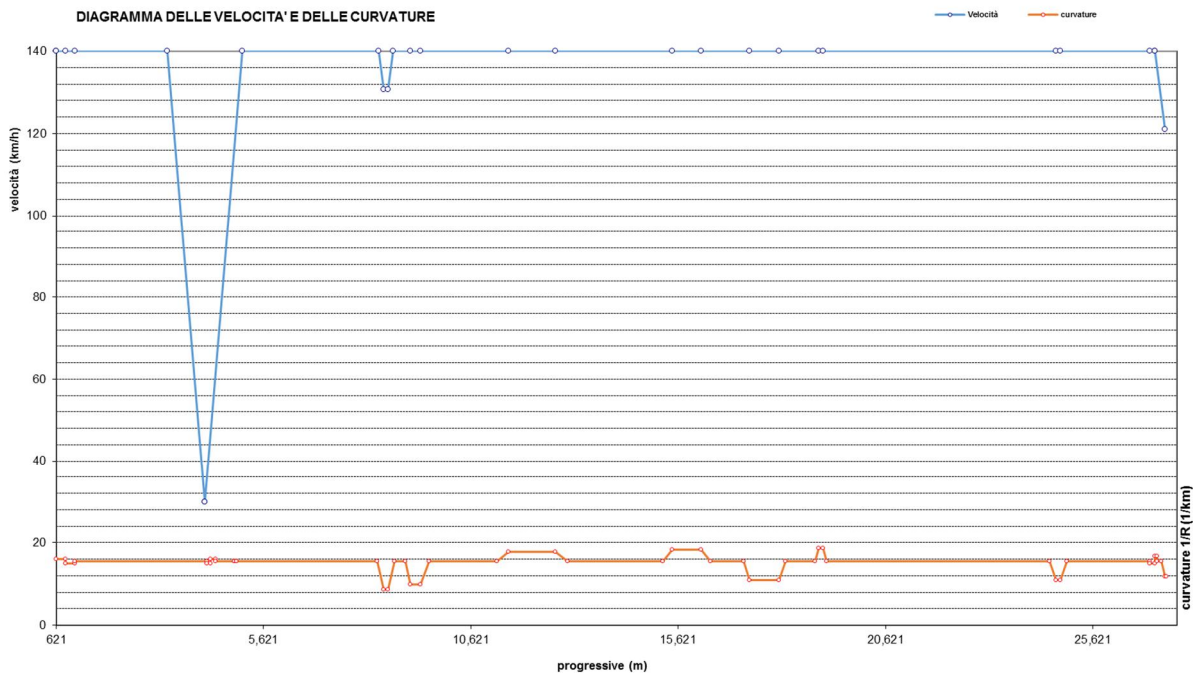


Figura 11-3 – Diagramma delle velocità e delle curvature carreggiata ovest  
(riferimento ad analisi del tracciato tra pk 0+621 e 27+390)

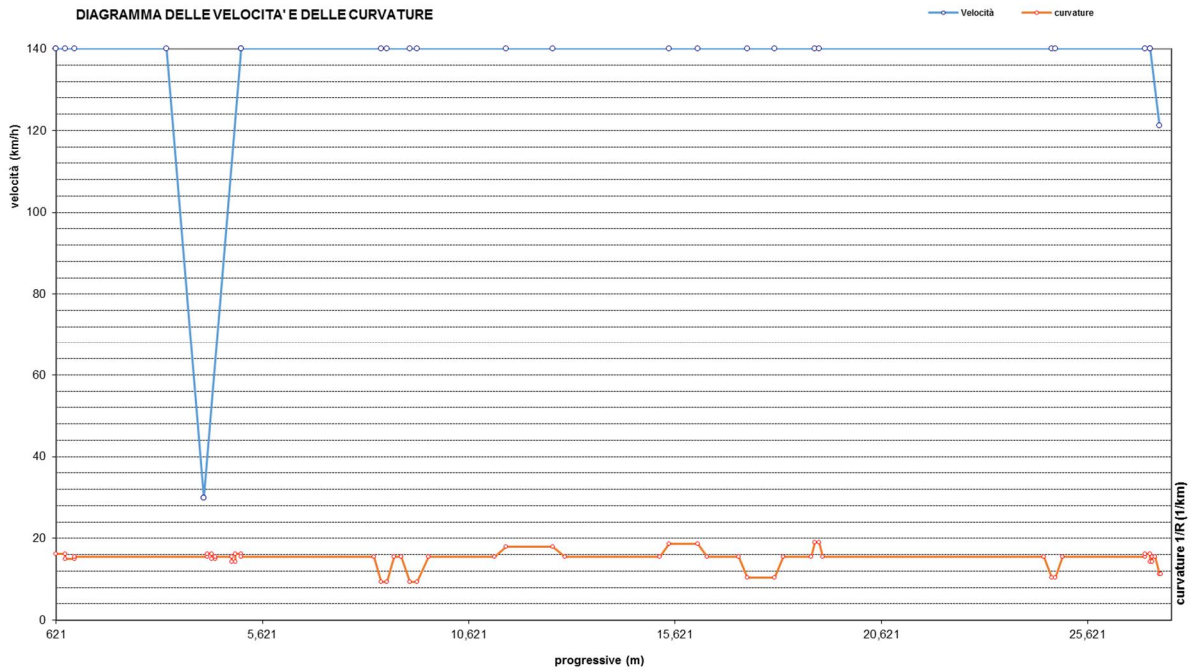


Figura 11-4 – Diagramma delle velocità e delle curvature carreggiata est (riferimento ad analisi del tracciato tra pk 0+621 e 27+390)

## 11.5 ANDAMENTO ALTIMETRICO

In Tabella 11-3 e Tabella 11-4 rispettivamente per carreggiata ovest ed est vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi altimetrici che compongono l'asse autostradale. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7) e (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio di progetto.

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Rv
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	D	734	714	754	40.00	-0.10	-0.50	10000
2	S	798	771	825	54.36	-0.50	-0.05	12000
3	S	1,053	1,048	1,058	9.67	-0.05	-0.04	100000
4	S	1,632	1,567	1,697	130.70	-0.04	1.97	6500
5	D	1,945	1,828	2,062	234.09	1.97	-1.93	6000
6	S	2,213	2,151	2,275	123.53	-1.93	-0.03	6500
7	D	2,616	2,585	2,647	61.37	-0.03	-0.33	20000
8	S	2,861	2,801	2,921	120.55	-0.33	-0.03	40000
9	S	3,596	3,466	3,727	261.79	-0.03	0.05	300000
10	S	3,840	3,797	3,882	85.53	0.05	0.23	50000
11	S	4,073	4,041	4,105	63.75	0.23	1.50	5000
12	D	4,203	4,203	4,203	0.00	1.50	-1.50	0
13	S	4,313	4,272	4,355	83.00	-1.50	0.16	5000
14	S	4,600	4,584	4,616	32.22	0.16	0.22	50000
15	S	5,070	5,053	5,087	33.78	0.22	0.39	20000
16	S	5,178	5,121	5,235	114.53	0.39	2.03	7000
17	D	5,383	5,298	5,467	168.51	2.03	-0.06	8050

18	S	5,612	5,539	5,686	146.82	-0.06	1.77	8000
19	D	5,955	5,839	6,070	230.55	1.77	-2.07	6000
20	S	6,236	6,173	6,300	126.62	-2.07	0.04	6000
21	D	6,388	6,358	6,418	60.12	0.04	-0.26	20000
22	S	6,644	6,577	6,710	132.48	-0.26	0.40	20000
23	S	6,967	6,900	7,033	133.29	0.40	2.31	7000
24	D	7,130	7,042	7,218	175.95	2.31	0.11	8000
25	D	7,576	7,538	7,613	75.01	0.11	-0.04	50000
26	S	8,127	8,060	8,194	133.80	-0.04	1.29	10000
27	D	8,278	8,249	8,308	58.96	1.29	0.70	10000
28	D	8,412	8,342	8,481	139.34	0.70	-0.69	10000
29	S	8,645	8,601	8,689	87.97	-0.69	0.29	9000
30	D	8,760	8,690	8,829	138.62	0.29	-1.34	8500
31	S	8,889	8,831	8,948	116.94	-1.34	-0.17	10000
32	S	9,021	8,975	9,067	91.88	-0.17	0.29	20000
33	D	9,179	9,139	9,218	79.21	0.29	-0.59	9000
34	D	9,282	9,253	9,311	58.04	-0.59	-1.08	12000
35	S	9,339	9,314	9,364	49.82	-1.08	-0.66	12000
36	S	9,534	9,509	9,559	49.90	-0.66	-0.33	15000
37	S	9,690	9,669	9,711	41.58	-0.33	-0.29	100000
38	S	9,826	9,806	9,847	40.80	-0.29	-0.21	50000
39	S	10,081	9,990	10,173	183.18	-0.21	-0.02	100000
40	D	10,364	10,325	10,403	78.24	-0.02	-0.10	100000
41	S	10,822	10,778	10,867	89.31	-0.10	-0.01	100000
42	S	11,162	11,133	11,191	57.48	-0.01	0.61	9200
43	S	11,256	11,194	11,318	124.33	0.61	1.85	10050
44	D	11,474	11,376	11,572	195.59	1.85	-0.11	9980
45	S	11,973	11,895	12,050	155.40	-0.11	0.15	60000
46	D	12,287	12,208	12,367	158.21	0.15	-1.67	8700
47	S	12,520	12,422	12,618	195.75	-1.67	-0.04	12000
48	D	12,790	12,784	12,796	12.14	-0.04	-0.05	100000
49	D	12,901	12,873	12,930	56.87	-0.05	-0.11	100000
50	S	12,969	12,942	12,997	54.62	-0.11	0.07	30000
51	D	13,055	13,020	13,091	71.76	0.07	-0.07	50000
52	S	13,236	13,211	13,262	51.16	-0.07	-0.01	90000
53	D	13,516	13,458	13,574	115.54	-0.01	-0.13	100000
54	S	13,661	13,657	13,664	6.75	-0.13	-0.07	11000
55	D	13,806	13,758	13,853	94.86	-0.07	-0.26	50000
56	S	13,922	13,880	13,964	84.01	-0.26	0.16	20000
57	D	14,013	13,981	14,044	63.33	0.16	0.04	50000
58	D	14,096	14,075	14,117	41.40	0.04	-0.07	40000
59	S	14,278	14,223	14,332	108.44	-0.07	1.14	9000
60	S	14,385	14,338	14,432	94.14	1.14	1.92	12000
61	D	14,618	14,494	14,743	249.29	1.92	-2.05	6280
62	S	14,783	14,769	14,797	28.52	-2.05	-1.90	20000
63	S	14,881	14,826	14,937	111.07	-1.90	-0.98	12000
64	S	14,981	14,941	15,021	80.06	-0.98	0.02	8000
65	D	15,084	15,074	15,093	18.22	0.02	-0.07	20000
66	S	15,181	15,146	15,217	71.09	-0.07	0.65	9900
67	S	15,245	15,220	15,270	49.37	0.65	1.15	9800
68	S	15,300	15,280	15,320	39.72	1.15	1.82	6000
69	D	15,468	15,360	15,576	215.77	1.82	-1.93	5760
70	D	15,608	15,603	15,613	9.59	-1.93	-2.09	6000
71	S	15,637	15,622	15,652	30.51	-2.09	-1.77	9400
72	S	15,709	15,698	15,719	21.57	-1.77	-1.54	9500
73	S	15,750	15,724	15,775	50.31	-1.54	-0.70	6000
74	S	15,855	15,800	15,911	111.25	-0.70	-0.05	17000

75	S	16,073	16,060	16,086	25.47	-0.05	0.01	50000
76	D	16,221	16,184	16,258	74.36	0.01	-0.12	60000
77	D	16,397	16,391	16,403	11.57	-0.12	-0.50	3000
78	S	16,420	16,413	16,427	14.72	-0.50	-0.01	3000
79	D	16,456	16,438	16,474	35.91	-0.01	-0.15	27000
80	S	16,635	16,592	16,678	86.55	-0.15	0.00	60000
81	S	16,835	16,764	16,906	142.60	0.00	0.28	50000
82	D	16,995	16,982	17,008	26.31	0.28	0.18	25000
83	S	17,043	17,031	17,056	25.01	0.18	0.68	5000
84	D	17,149	17,123	17,176	52.98	0.68	0.06	8520
85	S	17,357	17,288	17,426	137.24	0.06	1.71	8300
86	D	17,606	17,548	17,664	115.86	1.71	0.21	7750
87	S	17,920	17,868	17,973	104.12	0.21	0.49	37150
88	D	18,117	18,027	18,207	180.14	0.49	-1.48	9100
89	D	18,260	18,244	18,277	33.50	-1.48	-1.70	15800
90	S	18,451	18,311	18,591	280.06	-1.70	0.93	10650
91	D	18,693	18,606	18,780	174.14	0.93	-1.67	6700
92	S	18,835	18,819	18,851	32.20	-1.67	-1.02	5000
93	S	18,902	18,880	18,925	45.62	-1.02	0.05	4250
94	S	18,967	18,961	18,974	13.68	0.05	0.19	10000
95	D	19,021	19,001	19,040	38.40	0.19	-0.13	12000
96	D	19,115	19,108	19,122	13.76	-0.13	-0.28	9000
97	D	19,200	19,194	19,206	12.28	-0.28	-0.64	3500
98	S	19,225	19,213	19,236	23.30	-0.64	0.03	3500
99	D	19,327	19,326	19,328	1.69	0.03	0.01	10000
100	D	19,566	19,562	19,570	7.20	0.01	-0.01	40000
101	S	20,193	20,177	20,208	30.42	-0.01	0.20	15000
102	S	20,641	20,615	20,668	53.25	0.20	0.91	7500
103	S	20,693	20,670	20,716	45.70	0.91	1.74	5500
104	D	20,745	20,732	20,758	26.11	1.74	1.46	9500
105	D	20,818	20,759	20,877	117.95	1.46	-0.11	7500
106	S	20,987	20,973	21,001	27.94	-0.11	0.00	25000
107	S	21,119	21,106	21,131	24.55	0.00	0.13	20000
108	D	21,158	21,131	21,185	53.66	0.13	-0.77	6000
109	D	21,204	21,194	21,214	20.29	-0.77	-0.94	12000
110	S	21,260	21,240	21,280	39.95	-0.94	-0.60	12000
111	S	21,360	21,325	21,396	70.76	-0.60	-0.37	30000
112	S	21,456	21,426	21,485	58.81	-0.37	0.12	12000
113	D	21,566	21,543	21,588	44.90	0.12	-0.06	25000
114	S	21,718	21,640	21,797	157.84	-0.06	0.10	100000
115	S	22,004	21,966	22,042	76.47	0.10	0.18	100000
116	D	22,736	22,715	22,756	40.97	0.18	0.16	300000
117	S	23,817	23,782	23,853	71.05	0.16	0.23	100000
118	S	24,520	24,506	24,534	28.50	0.23	0.61	7500
119	D	24,560	24,552	24,569	17.97	0.61	0.30	5700
120	S	24,853	24,721	24,985	263.55	0.30	2.07	14850
121	D	25,005	24,998	25,012	14.13	2.07	1.79	5000
122	D	25,234	25,138	25,330	192.15	1.79	-2.05	5000
123	S	25,380	25,348	25,411	63.21	-2.05	-1.93	50000
124	S	25,478	25,444	25,511	67.38	-1.93	-0.80	6000
125	S	25,552	25,516	25,587	71.20	-0.80	-0.01	9000
126	S	25,749	25,713	25,784	70.51	-0.01	0.27	25000
127	S	26,024	25,988	26,059	71.60	0.27	0.41	50000
128	D	26,146	26,121	26,171	49.35	0.41	0.31	50000
129	S	26,321	26,309	26,333	24.46	0.31	0.80	5000
130	D	26,353	26,335	26,371	36.76	0.80	0.19	5950
131	S	26,464	26,399	26,529	129.03	0.19	1.98	7200

132	D	26,801	26,700	26,902	201.56	1.98	-1.97	5100
133	S	27,016	26,956	27,077	120.95	-1.97	0.04	6000
134	S	27,164	27,153	27,174	20.77	0.04	0.50	4500
135	D	27,229	27,216	27,242	25.72	0.50	-0.07	4500
136	S	27,336	27,285	27,387	101.98	-0.07	0.60	15350

Tabella 11-3 – Riepilogo caratteristiche altimetriche carreggiata ovest  
(in grigio la parte afferente al lotto 2 non oggetto del presente appalto)

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Rv
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	D	734	710	758	48.50	-0.10	-0.58	10000
2	S	813	799	827	28.17	-0.58	-0.02	5000
3	S	1,631	1,566	1,697	130.57	-0.02	1.99	6500
4	D	1,947	1,828	2,066	238.08	1.99	-1.98	6000
5	S	2,213	2,150	2,276	126.57	-1.98	-0.03	6500
6	D	2,616	2,585	2,647	61.68	-0.03	-0.34	20000
7	S	2,861	2,799	2,923	123.68	-0.34	-0.03	40000
8	S	3,596	3,458	3,735	276.57	-0.03	0.06	300000
9	S	3,840	3,808	3,871	62.98	0.06	0.19	50000
10	S	4,070	4,035	4,105	69.80	0.19	1.58	5000
11	D	4,203	4,203	4,203	0.00	1.58	-1.42	0
12	S	4,320	4,281	4,360	79.10	-1.42	0.16	5000
13	S	4,596	4,579	4,613	34.18	0.16	0.23	50000
14	S	5,165	5,105	5,225	119.48	0.23	1.94	7000
15	D	5,388	5,309	5,467	158.38	1.94	-0.04	8000
16	S	5,619	5,545	5,693	148.35	-0.04	1.81	8000
17	D	5,955	5,837	6,072	235.84	1.81	-2.12	6000
18	S	6,229	6,166	6,292	126.61	-2.12	-0.01	6000
19	D	6,388	6,364	6,413	49.42	-0.01	-0.26	20000
20	S	6,644	6,578	6,709	131.71	-0.26	0.40	20000
21	S	6,963	6,896	7,030	133.52	0.40	2.31	7000
22	D	7,130	7,042	7,218	175.91	2.31	0.11	8000
23	D	7,532	7,499	7,566	66.59	0.11	-0.02	50000
24	D	7,988	7,970	8,006	35.11	-0.02	-0.37	10000
25	S	8,027	8,007	8,047	39.38	-0.37	0.02	10000
26	D	8,052	8,049	8,056	7.08	0.02	-0.05	10000
27	S	8,131	8,067	8,194	127.29	-0.05	1.36	9000
28	D	8,257	8,222	8,292	69.66	1.36	0.90	15000
29	D	8,382	8,328	8,436	108.45	0.90	-0.31	9000
30	S	8,470	8,449	8,491	41.86	-0.31	0.11	10000
31	D	8,585	8,527	8,644	117.12	0.11	-0.95	11000
32	S	8,846	8,812	8,880	67.81	-0.95	-0.27	10000
33	S	9,003	8,965	9,041	76.31	-0.27	0.11	20000
34	D	9,187	9,155	9,220	64.48	0.11	-0.54	10000
35	D	9,273	9,245	9,300	54.37	-0.54	-1.08	10000
36	S	9,339	9,313	9,365	51.95	-1.08	-0.56	10000
37	S	9,544	9,531	9,557	26.61	-0.56	-0.33	11700
38	D	9,597	9,585	9,608	22.59	-0.33	-0.56	10000
39	S	9,653	9,631	9,676	44.78	-0.56	-0.26	15000
40	S	9,847	9,819	9,875	55.91	-0.26	-0.21	100000
41	S	10,081	9,999	10,164	164.40	-0.21	-0.04	100000
42	D	10,364	10,334	10,395	60.65	-0.04	-0.10	100000
43	S	10,772	10,735	10,809	74.20	-0.10	-0.03	100000
44	S	11,170	11,124	11,216	92.04	-0.03	0.99	9000
45	S	11,266	11,227	11,305	77.66	0.99	1.83	9300
46	D	11,468	11,371	11,565	193.67	1.83	-0.11	10000
47	S	11,955	11,878	12,032	153.84	-0.11	0.15	60000

48	D	12,284	12,208	12,360	151.99	0.15	-1.64	8500
49	S	12,521	12,433	12,609	176.27	-1.64	-0.04	11000
50	D	12,713	12,702	12,725	23.25	-0.04	-0.07	75000
51	S	12,971	12,962	12,979	16.35	-0.07	-0.01	30000
52	D	13,235	13,207	13,263	55.83	-0.01	-0.07	100000
53	S	13,394	13,361	13,427	66.31	-0.07	0.00	100000
54	D	13,510	13,493	13,527	34.02	0.00	-0.10	35000
55	D	13,764	13,755	13,772	17.42	-0.10	-0.15	35000
56	S	13,948	13,926	13,970	43.67	-0.15	0.14	15000
57	D	14,087	14,065	14,109	44.62	0.14	-0.08	20000
58	S	14,288	14,213	14,362	149.69	-0.08	1.42	10000
59	S	14,406	14,392	14,420	28.65	1.42	1.89	6000
60	D	14,612	14,497	14,727	229.19	1.89	-1.93	6000
61	S	14,871	14,814	14,927	112.65	-1.93	-0.99	12000
62	S	14,984	14,934	15,034	99.64	-0.99	0.00	10100
63	S	15,188	15,158	15,219	61.59	0.00	0.77	8000
64	S	15,248	15,235	15,261	25.97	0.77	1.14	7000
65	S	15,299	15,278	15,320	42.12	1.14	1.84	6000
66	D	15,466	15,359	15,573	213.97	1.84	-1.91	5700
67	D	15,609	15,602	15,615	12.88	-1.91	-2.07	8200
68	S	15,638	15,630	15,646	15.66	-2.07	-1.77	5200
69	S	15,741	15,705	15,777	71.61	-1.77	-0.67	6500
70	S	15,862	15,792	15,931	138.59	-0.67	-0.02	21500
71	D	16,216	16,206	16,227	21.61	-0.02	-0.12	22540
72	D	16,392	16,383	16,401	17.15	-0.12	-0.33	8000
73	S	16,424	16,415	16,433	18.01	-0.33	-0.03	6000
74	D	16,482	16,465	16,500	35.28	-0.03	-0.17	25000
75	S	16,613	16,575	16,651	76.30	-0.17	-0.02	50000
76	S	16,815	16,750	16,880	130.46	-0.02	0.24	50000
77	S	17,044	17,033	17,055	22.28	0.24	0.73	4500
78	D	17,141	17,116	17,165	49.27	0.73	0.04	7100
79	S	17,354	17,286	17,422	135.49	0.04	1.71	8135
80	D	17,605	17,548	17,662	114.54	1.71	0.22	7700
81	S	17,913	17,856	17,970	114.09	0.22	0.47	45950
82	D	18,111	18,035	18,186	151.39	0.47	-1.38	8200
83	D	18,278	18,265	18,291	26.31	-1.38	-1.90	5010
84	S	18,437	18,295	18,579	284.47	-1.90	0.91	10115
85	D	18,603	18,597	18,610	12.30	0.91	0.72	6500
86	D	18,678	18,619	18,737	118.18	0.72	-1.10	6500
87	D	18,762	18,743	18,782	39.25	-1.10	-1.75	6000
88	S	18,814	18,799	18,830	31.56	-1.75	-1.44	10000
89	S	18,861	18,840	18,881	40.55	-1.44	-0.63	5000
90	S	18,908	18,899	18,916	17.01	-0.63	0.04	2550
91	S	18,963	18,955	18,971	16.69	0.04	0.21	9800
92	D	19,017	18,998	19,037	39.18	0.21	-0.14	11145
93	D	19,113	19,104	19,121	16.70	-0.14	-0.33	9000
94	D	19,195	19,190	19,200	10.27	-0.33	-0.53	5000
95	S	19,221	19,209	19,233	23.88	-0.53	0.15	3500
96	D	19,281	19,244	19,318	74.04	0.15	0.00	50000
97	D	19,552	19,535	19,568	32.65	0.00	-0.03	100000
98	S	19,766	19,747	19,786	38.73	-0.03	0.01	100000
99	S	20,222	20,194	20,250	55.58	0.01	0.19	30000
100	S	20,632	20,611	20,652	41.30	0.19	0.88	6000
101	S	20,687	20,663	20,711	48.46	0.88	1.69	6000
102	D	20,803	20,740	20,865	125.44	1.69	-0.10	7000
103	S	20,990	20,972	21,009	37.36	-0.10	0.02	30000
104	S	21,089	21,077	21,100	23.34	0.02	0.08	40000



105	D	21,170	21,141	21,199	58.74	0.08	-0.90	6000
106	S	21,261	21,245	21,278	32.56	-0.90	-0.63	12000
107	S	21,359	21,326	21,392	65.62	-0.63	-0.36	25000
108	S	21,448	21,425	21,471	45.82	-0.36	0.09	10000
109	D	21,536	21,521	21,550	28.98	0.09	-0.15	12000
110	S	21,594	21,583	21,605	22.16	-0.15	-0.04	20000
111	S	21,694	21,664	21,724	60.60	-0.04	0.08	50000
112	S	21,948	21,903	21,993	90.60	0.08	0.17	100000
113	S	24,118	24,090	24,147	56.93	0.17	0.23	100000
114	S	24,504	24,481	24,527	45.98	0.23	0.54	15000
115	D	24,589	24,570	24,609	38.60	0.54	0.31	17000
116	S	24,829	24,727	24,931	203.02	0.31	1.81	13500
117	D	25,227	25,129	25,324	194.55	1.81	-1.93	5200
118	D	25,425	25,420	25,429	9.41	-1.93	-2.02	10000
119	S	25,471	25,435	25,506	70.74	-2.02	-0.88	6200
120	S	25,560	25,516	25,604	88.31	-0.88	0.00	10000
121	S	25,765	25,708	25,822	113.52	0.00	0.33	35000
122	S	26,317	26,306	26,329	23.54	0.33	0.72	6000
123	D	26,351	26,335	26,368	33.23	0.72	0.17	6000
124	S	26,455	26,393	26,517	124.81	0.17	1.95	7000
125	D	26,796	26,692	26,900	208.47	1.95	-1.84	5500
126	D	26,929	26,907	26,950	43.09	-1.84	-2.06	20000
127	S	27,015	26,956	27,074	118.10	-2.06	0.09	5500
128	S	27,158	27,132	27,184	51.99	0.09	0.48	13400
129	D	27,225	27,213	27,238	25.83	0.48	-0.04	5000
130	S	27,352	27,306	27,397	90.29	-0.04	0.67	12800

Tabella 11-4 – Riepilogo caratteristiche altimetriche carreggiata est  
(in grigio la parte afferente al lotto 2 non oggetto del presente appalto)

Per maggiori dettagli riguardanti i criteri e i risultati della verifica di rispondenza a norma si rimanda all'elaborato A1-PRS-GE000-00000-R-STD0100-0.

## 12 OPERE D'ARTE

Le opere d'arte (ponti, sottovia, viadotti) per cui si prevede una parziale conservazione dell'esistente sono state suddivise in opere maggiori e opere minori. Le opere minori presenti nel tratto oggetto di ampliamento alla terza corsia A11 – Firenze Pistoia sono quelle caratterizzate da una luce netta dell'impalcato non superiore ai 6m. Per sole le opere minori di cui si sono constatate l'integrità strutturale e il buono stato di conservazione, stante l'assenza di modifiche significative di pavimentazione, si prevedono nel Progetto Esecutivo opere di ampliamento con struttura simile all'esistente omettendo la verifica dell'esistente. Questa scelta non influenza il grado di sicurezza sismica dell'opera. Per le restanti opere si è previsto l'adeguamento sismico di cui al paragrafo §8.4.1 delle NTC2008, quindi al di là degli obblighi stabiliti dalla Normativa Vigente, con la sola eccezione del Ponte sul Fiume Bisenzio (PO004). La scelta fatta concordata con la committente, Autostrade per l'Italia, riflette la strategia correntemente adottata per i progetti di ampliamento di opere infrastrutturali in Italia.

### 12.1 OPERE D'ARTE MAGGIORI

Il presente ed i successivi paragrafi sono relativi agli interventi di ampliamento alla terza corsia previsti per le opere d'arte maggiori ricadenti nel tratto Firenze - Pistoia dell'autostrada A11 Firenze - Pisa Nord.

Si evidenzia che vengono catalogate come "maggiori" tutte le opere in generale di luce maggiore o uguale a 6.00 m. Fra esse, molte risalgono ad un primo impianto degli anni '30, successivamente ammodernato ed ampliato nella configurazione attuale negli anni '60. Fanno eccezione quelle ricadenti nel tratto della "variante di Prato (compreso tra gli svincoli di Prato Est e Prato Ovest), realizzate per intero negli anni '60 e quelle ubicate in ambiti dove, come detto in premessa, si è intervenuti in anni recenti, modificando ulteriormente la configurazione originaria.

#### 12.1.1 Criteri progettuali

In questa fase, le soluzioni d'intervento sono state determinate, per ciascuna opera, sulla scorta dell'esperienza maturata nello sviluppo di interventi simili.

Si evidenzia che in alcuni casi è stata prevista la demolizione dell'impalcato esistente e/o di alcune sottostrutture. Tale soluzione si è resa necessaria principalmente per:

- ampliamento asimmetrico, in presenza di impalcati di luce differente per le due carreggiate (affiancamento della struttura anni '30 e della struttura anni '60);
- impossibilità di rotazione dell'impalcato per aggiornare la pendenza trasversale;
- eccessiva complessità delle lavorazioni dovuta alla sovrapposizione dei vari interventi subiti dall'opera;
- impossibilità di ricondurre l'opera nel suo complesso ad uno schema statico funzionale;
- deficit strutturali delle opere esistenti tali da rendere improponibili eventuali interventi di rinforzo.

Per tutti gli altri casi si opera nel mantenimento della struttura originaria, provvedendo all'aggiornamento della pendenza mediante rotazione della sovrastruttura di impalcato e realizzazione in affiancamento della struttura d'ampliamento, opportunamente solidarizzata con le preesistenze.

Si opera sulla base delle seguenti linee generali sintetizzate di seguito.

##### 12.1.1.1 Impalcati

In linea generale, la porzione in ampliamento avrà caratteristiche simili all'impalcato originale, in modo da ridurre al minimo le problematiche connesse alla differente deformabilità della porzione preesistente e della porzione di nuova realizzazione.

Per le opere del presente tratto, che presentano in tutti i casi una luce di calcolo inferiore a 28.0 m, si prevede di realizzare l'ampliamento con travi in c.a.p. e soletta collaborante; per le luci più basse ( $\cong$  10.0 m) si adotteranno travi in c.a.p. accostate, completate con getto in opera della soletta in c.a.; particolare attenzione è stata posta nel selezionare altezze di trave che garantiscano il mantenimento,

per quanto possibile, dei franchi originari, predisponendo in alcuni casi travi di altezza ridotta ed interasse più ravvicinato.

Le strutture di ampliamento realizzate a travi e soletta verranno solidarizzate collegando le solette; per gli impalcati a solettone si agirà in maniera analoga, salvo i casi in cui la tipologia delle travi esistenti e/o nuove consenta anche la solidarizzazione della zona di intradosso.

Laddove il soddisfacimento delle verifiche statiche connesse all'applicazione dei nuovi carichi stradali da normativa si dimostri particolarmente gravoso per impalcati di luce inferiori a 30.0m sia nei riguardi della sollecitazione flettente, sia nei riguardi della sollecitazione di taglio si predisporranno opportuni interventi di rinforzo.

#### **12.1.1.2 Pile**

La carpenteria delle pile intermedie viene determinata con l'obiettivo di soddisfare, per quanto possibile il criterio di uniformità delle resistenze, replicando la carpenteria delle pile esistenti.

#### **12.1.1.3 Spalle**

Le spalle relative alle strutture in ampliamento vengono realizzate a prolungamento delle spalle esistenti mantenendo, per quanto possibile, la medesima sagoma esterna.

In generale, per le spalle di altezza maggiore di 4.0 m, si prevede l'adozione sistematica di almeno un ordine di tiranti passivi. A completamento dell'intervento di rinforzo, si prevede la realizzazione di un placcaggio frontale in c.a., chiodato alla struttura esistente, avente la duplice funzione di rinforzo strutturale del paramento, e di creare un adeguato ancoraggio per i tiranti passivi. Tale tipo di intervento si rende possibile unicamente nel caso in cui non vi siano problemi di franco orizzontale dell'opera scavalcata (strada o canale). Altro tipo d'intervento progettato è stato quello di prevedere il rinforzo della spalla esistente con micropali verticali.

Si provvederà inoltre alla realizzazione del muro paraghiaia, e del relativo giunto trasversale di dilatazione per tutte le spalle esistenti che ne risultano sprovviste all'origine.

#### **12.1.1.4 Fondazioni**

Si prevede di fondare le strutture d'ampliamento su micropali o pali di medio diametro; le zattere di fondazione verranno solidarizzate a quelle esistenti utilizzando barre trasversali inghisate.

Per le spalle, le fondazioni verranno in generale dimensionate in modo da sopperire ad eventuali deficienze statiche della struttura esistente.

#### **12.1.1.5 Sistema di vincolo**

La quasi totalità delle opere prevede un sistema di vincolo elementare, costituito da cuscinetti di appoggio in neoprene armato. Dal momento che tale sistema di vincolo non risulta collegato mediante piastre agli elementi a contatto (travi-pulvini), esso non è in grado di trasferire alle sotto strutture le azioni di taglio. Per questo motivo verranno realizzati dei ritegni in c.a. di fine corsa longitudinale e trasversale, o in alternativa, mensole metalliche fissate all'intradosso delle travi che trovano riscontro sui paramenti delle sottostrutture.

Nei paragrafi seguenti si sintetizzano le principali caratteristiche delle opere in esame e delle relative soluzioni di intervento.

### **12.1.2 Ponte sul Fosso Reale – PO001**

#### **Struttura esistente**

La struttura è formata da un doppio impalcato a campata unica con una forte inclinazione rispetto all'asse autostradale costituito da travi prefabbricate e soletta collaborante per una altezza totale pari a 1,25 m; la luce netta misurata ortogonalmente alle spalle risulta pari a 14,49 m. Le due carreggiate sono individualmente sostenute dal proprio impalcato che poggia su spalle massicce in calcestruzzo non armato. Le fondazioni sono di tipo indiretto su pali di piccolo diametro.

#### **Ampliamento.**

Si prevede un ampliamento di tipo simmetrico.

### Rinforzo struttura esistente

L'adeguamento statico della struttura esistente prevede i seguenti interventi:

- Collegamento al centro degli impalcati previa demolizione dei cordoli, rototraslazione e realizzazione di una nuova soletta in c.a. come prolungamento di quelle attuali.
- Rinforzo a taglio delle attuali travi principali.
- Adeguamento delle spalle e delle fondazioni mediante ricostruzione della parte sommitale, e realizzazione di nuovi paraghiaia, tiranti passivi e placcaggio frontale.
- Aggiunta di una trave intermedia e rifacimento della soletta spartitraffico di collegamento tra gli impalcati delle due carreggiate.
- Realizzazione di ritegni di fine corsa longitudinali e trasversali.
- Sostituzione appoggi e giunti.

### Struttura in ampliamento

La struttura posta a supporto dell'ampliamento stradale prevede i seguenti interventi:

- Realizzazione di nuovi impalcati a travi prefabbricate in c.a.p e soletta collaborante contenuti negli stessi spessori dell'esistente. I due impalcati laterali avranno come elemento di collegamento a quelli esistenti la soletta gettata in opera.
- Realizzazione di spalle tradizionali in c.a., solidali a quelle esistenti attraverso collegamenti armati, con fondazioni indirette su micropali.
- Realizzazione di ritegni di fine corsa longitudinali e trasversali.
- Posizionamento di nuovi appoggi e giunti.
- Realizzazione di nuovi diaframmi di immorsamento negli argini esistenti.

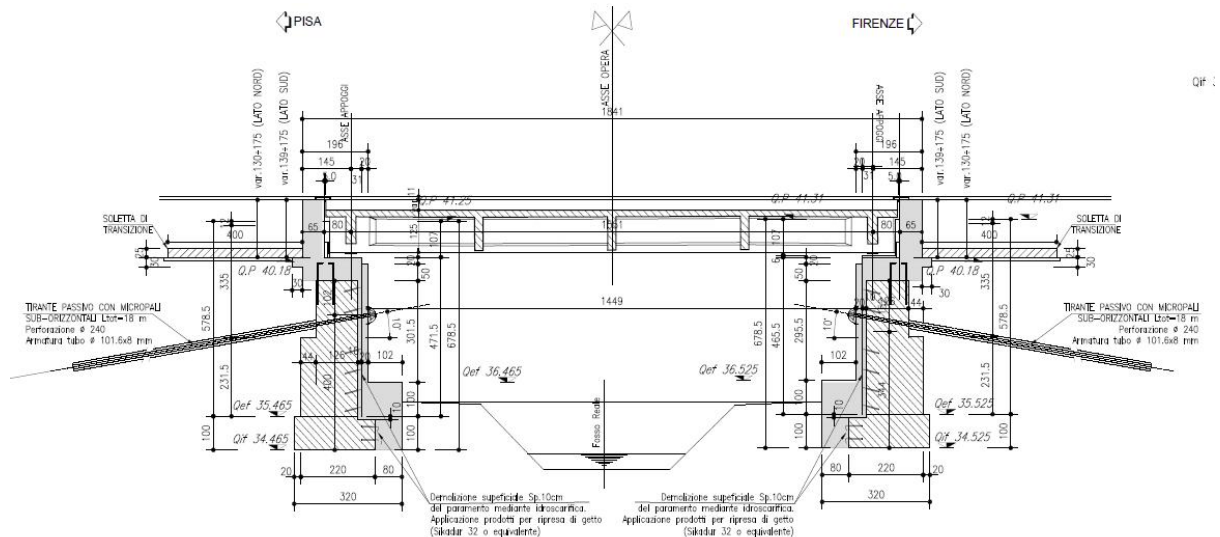


Figura 12-1 - Ponte sul F. Reale. Sezione longitudinale.

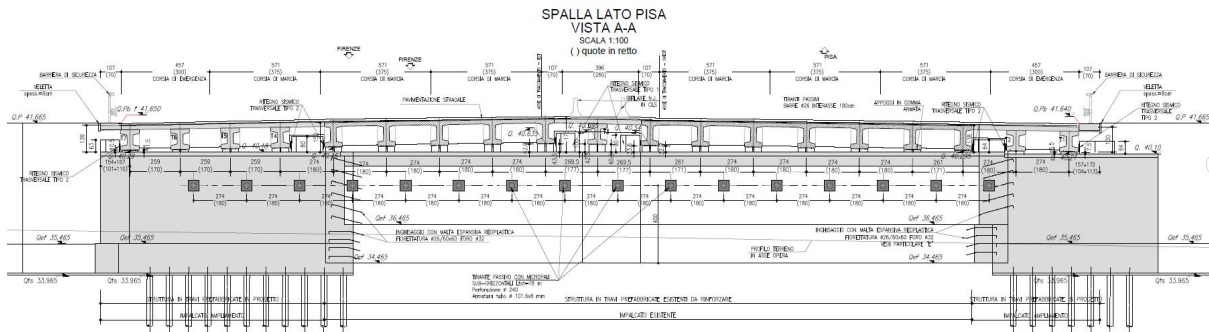


Figura 12-2 - Ponte sul F. Reale. Sezione trasversale.

### 12.1.3 Ponte sul Torrente Marina – PO002

#### Struttura esistente

Il Ponte, che presenta una forte inclinazione rispetto all'asse autostradale, è formato da due impalcati strutturalmente indipendenti a supporto di ciascuna carreggiata. Quella in direzione Pisa presenta una doppia campata con interposizione di una pila in alveo; quella in direzione Firenze presenta un'unica campata. La luce misurata ortogonalmente alle spalle, allineate per le due carreggiate, misura 18.10 m. L'impalcato a supporto della carreggiata ovest è realizzato mediante travi prefabbricate in c.a. e soletta gettata in opera per uno spessore complessivo pari a 1.05 m; quello in direzione est è costituito da travi prefabbricate in c.a.p. e soletta gettata in opera per uno spessore totale pari a 1.25m.

L'attuale impalcato in direzione ovest presenta già due interventi di successivo allargamento. Se ne prevede comunque la completa demolizione unitamente alla pila centrale. Le spalle su entrambe le carreggiate risultano di tipo massiccio in calcestruzzo non armato. Le fondazioni sono di tipo indiretto su pali di piccolo diametro.

#### Ampliamento.

Si prevede un ampliamento di tipo simmetrico.

#### Struttura esistente

L'adeguamento statico della struttura esistente comporta:

- Demolizione della pila e dell'impalcato anni '30 e sua ricostruzione mediante travi prefabbricate in c.a.p e soletta collaborante.
- Adeguamento delle spalle e delle fondazioni mediante tiranti passivi, integrato da una struttura di placcaggio frontale, congiunta alla realizzazione di una nuova struttura di appoggio dell'impalcato.
- Rototraslazione e adeguamento dell'impalcato della carreggiata direzione Firenze, con ricostruzione dei testa spalla;
- Realizzazione di ritegni di fine corsa longitudinali e trasversali.
- Sostituzione appoggi e giunti.

#### Struttura in ampliamento

La struttura posta a supporto dell'ampliamento stradale prevede i seguenti interventi:

- Realizzazione di nuovi impalcati a travi prefabbricate in c.a.p e soletta collaborante per uno spessore complessivo pari a 1.25 m. La nuova struttura riguarderà i tratti in ampliamento vero

e proprio nonché il tratto di impalcato demolito a supporto dell'attuale carreggiata direzione Pisa. Gli impalcati di nuova realizzazione e quello rinforzato saranno collegati attraverso la nuova soletta di carreggiata.

- Realizzazione di spalle tradizionali in c.a., solidali a quelle esistenti attraverso collegamenti armati, con fondazioni indirette su micropali, con tiranti passivi in continuità con quelli previsti sulle spalle esistenti.
- Realizzazione di ritegni di fine corsa longitudinali e trasversali.
- Posizionamento di nuovi appoggi e giunti.

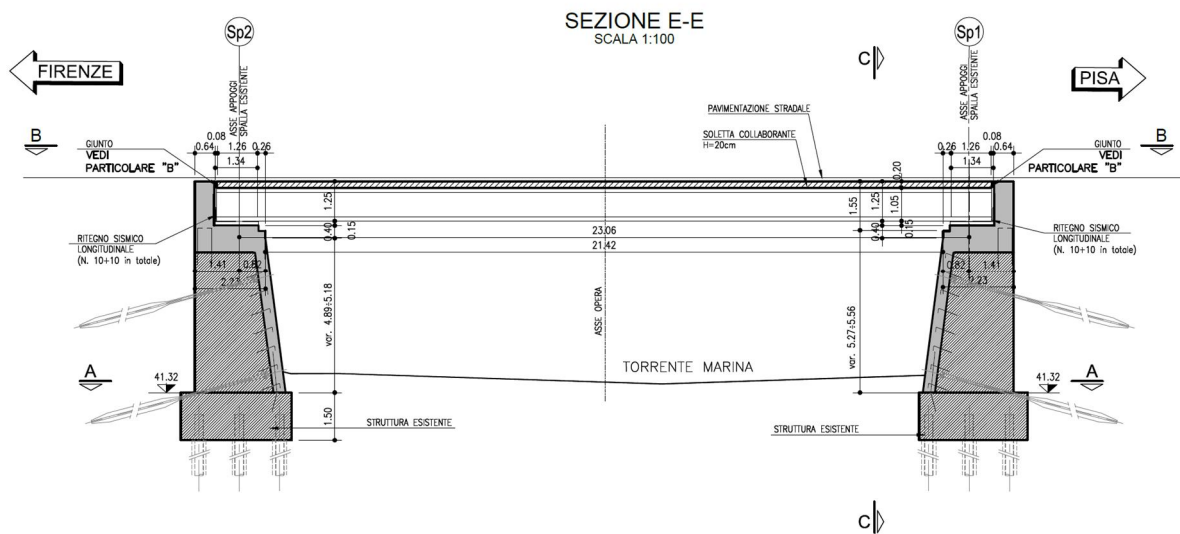


Figura 12-3 - Ponte sul T. Marina. Sezione longitudinale.

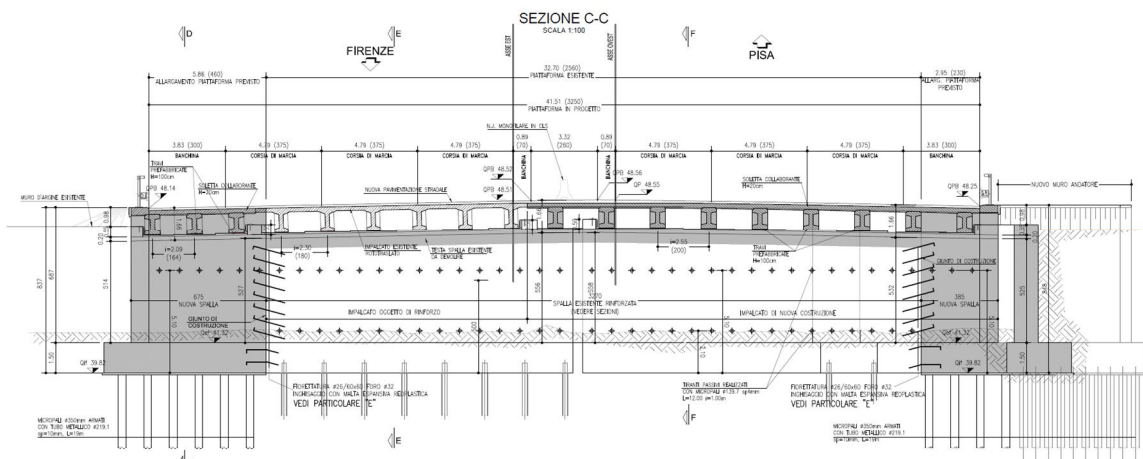


Figura 12-4 - Ponte sul T. Marina. Sezione trasversale.

### 12.1.4 Ponte sul Torrente Bisenzio – PO004

Il manufatto in oggetto, ubicato nel comune di Prato, consta di una struttura principale in calcestruzzo armato costituita da un arco della luce di circa 25.50 m (in retto), realizzata a partire dagli anni 1930 a scavalcare l'alveo del Torrente Bisenzio.

## Struttura esistente

Il ponte sul torrente Bisenzio si compone attualmente di tre parti principali affiancate tra loro e realizzate in epoche differenti.

Una prima edificazione risale agli anni 1930, consta di una struttura ad arco in calcestruzzo armato gettata in opera, incastrata alle imposte su spalle massicce anch'esse in calcestruzzo armato.

Successivamente, negli anni 1960, sono state realizzate due strutture della medesima tipologia, in allargamento all'esistente ed alla stessa aderenti sia lato sud, sia a nord.

Il manufatto realizzato negli anni '30 presenta un'inclinazione delle spalle e della sezione di imposta di 11 gradi circa rispetto all'asse stradale, pari a quella dell'allargamento lato nord.

L'allargamento esistente lato sud ha invece un'inclinazione di circa 25°.

La larghezza complessiva trasversale (in retto) misura 24.80 m, di cui 10.30 m competono alla carreggiata Firenze, 11.75 m a quella in direzione Pisa.

## Ampliamento

L'ampliamento del piano viabile interessa l'intera lunghezza del manufatto a singola campata.

Le opere in progetto, che prevedono ulteriori allargamenti sia verso sud (larghezza in retto  $L=10.30$  m circa), sia verso nord ( $L=12.90$  m circa), hanno una inclinazione delle spalle e delle sezioni di imposta rispetto all'asse stradale pari a 11° circa (lato nord) e 45° circa (lato sud); la larghezza complessiva d'impalcato risulta, a fine intervento, pari a circa 21.35 m a sud e 25.35 m lato nord.

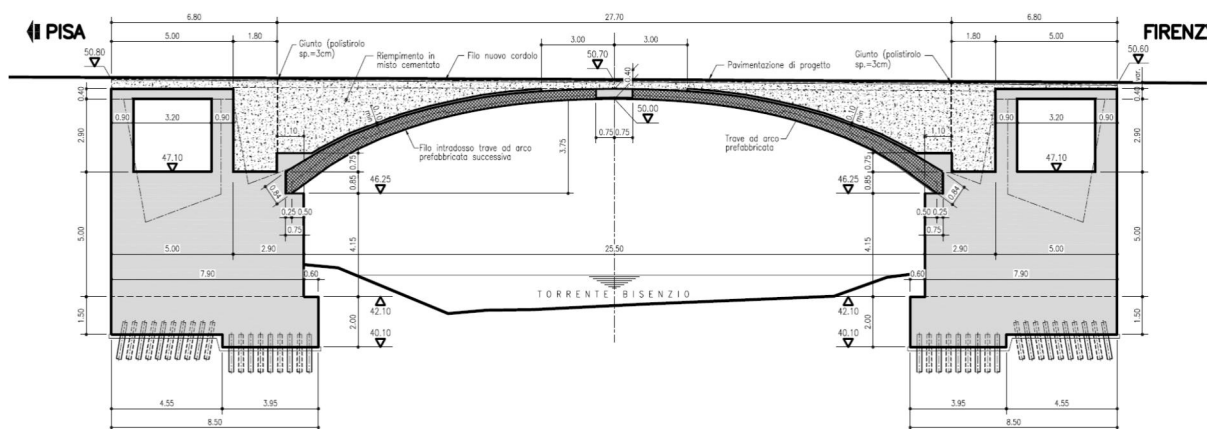


Figura 12-5 - Sezione longitudinale dell'allargamento, lato nord

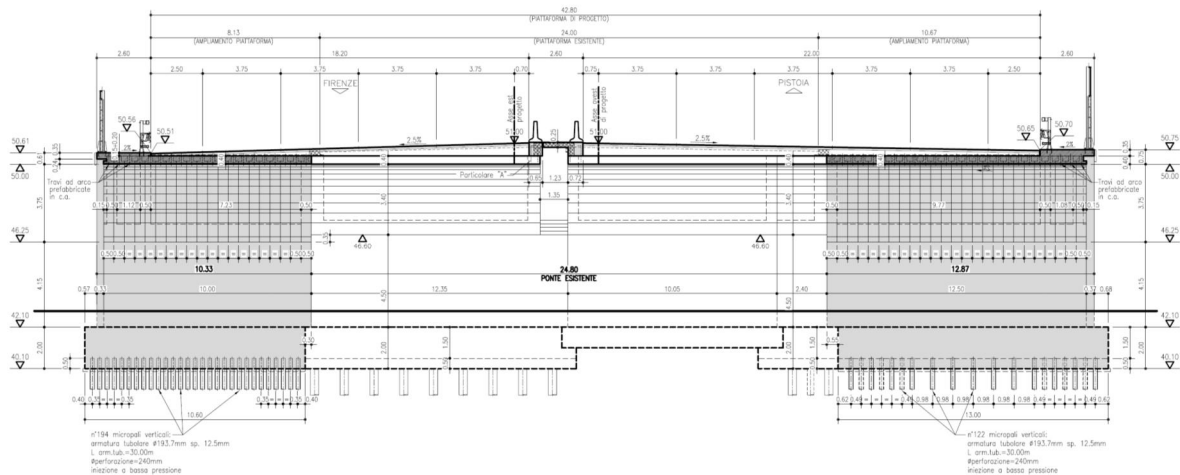


Figura 12-6 - Sezione trasversale dell'impalcato allargato

La realizzazione degli archi avverrà a mezzo di archi prefabbricati a sezione a T e staffe passanti in estradosso (soluzione mantenuta dal PD).

La sezione resistente, costituita dalla collaborazione delle travi prefabbricate e del getto in opera, realizza la struttura dell'arco monolitico, incastrato nelle sezioni di imposta con le spalle.

Lateralmente, rispetto alla sezione trasversale, si realizzano tre setti in calcestruzzo ad altezza variabile e di spessore 0.50 m, che fungono da contenimento del materiale di riempimento da posizionarsi superiormente all'arco e fino alla quota del piano di posa del pacchetto stradale.

A tale scopo si utilizzerà del misto cementato alleggerito avente  $\gamma = 16$  kN/mc circa.

In corrispondenza al lato esterno degli allargamenti, in cui è prevista la realizzazione di due marciapiedi di larghezza 2.60 m, si getteranno in opera a diretto contatto col misto cementato due solette di connessione tra i setti verticali.

Le spalle in allargamento e le relative fondazioni sono realizzate su sistemi di micropali.

Le spalle, massicce e realizzate con getti in opera di calcestruzzo armato, presentano una cella cava superiore, delimitata da setti verticali sui quattro lati e da una soletta superiore di spessore 0.40 m, gettata su predalles autoportanti in calcestruzzo.

Non sono previsti interventi sulle opere esistenti che risultano strutturalmente non connesse a quelle in progetto.

## 12.1.5 Sottovia Strada Comunale Cantone – SP001

### Struttura esistente

La struttura è formata da un impalcato su due campate isostatiche realizzate mediante una soletta in c.a. di spessore pari a 50 cm e luci nette di circa 5 m. La pila centrale e le due spalle sono costituite da strutture massicce in calcestruzzo non armato. Le fondazioni sono di tipo diretto.

### Ampliamento.

Si prevede un ampliamento di tipo simmetrico.

### Rinforzo struttura esistente

L'adeguamento statico della struttura esistente prevede i seguenti interventi:



- Demolizione e ricostruzione dell'impalcato mediante una struttura a travi prefabbricate solidarizzate con soletta di completamento (20cm) che consente di rispettare il franco esistente
- Adeguamento delle spalle e delle fondazioni mediante tiranti passivi, integrato da una struttura di placcaggio frontale congiunta alla realizzazione di una nuova struttura di appoggio dell'impalcato (paraghiaia e pulvino).
- Realizzazione di ritegni di fine corsa longitudinali e trasversali.
- Sostituzione appoggi e giunti

### Struttura in ampliamento

La struttura posta a supporto dell'ampliamento stradale prevede i seguenti interventi:

- Realizzazione di nuovi impalcati mediante un getto in opera di spessore pari a 60 cm per la formazione delle due campate isostatiche successive. Gli impalcati verranno collegati trasversalmente mediante cuciture armate.
- Realizzazione di spalle e pile tradizionali in c.a., riprendendo le geometrie di quelle esistenti, solidarizzate a queste attraverso collegamenti armati, con fondazioni indirette su micropali.
- Realizzazione di ritegni di fine corsa longitudinali.
- Posizionamento di nuovi appoggi e giunti.

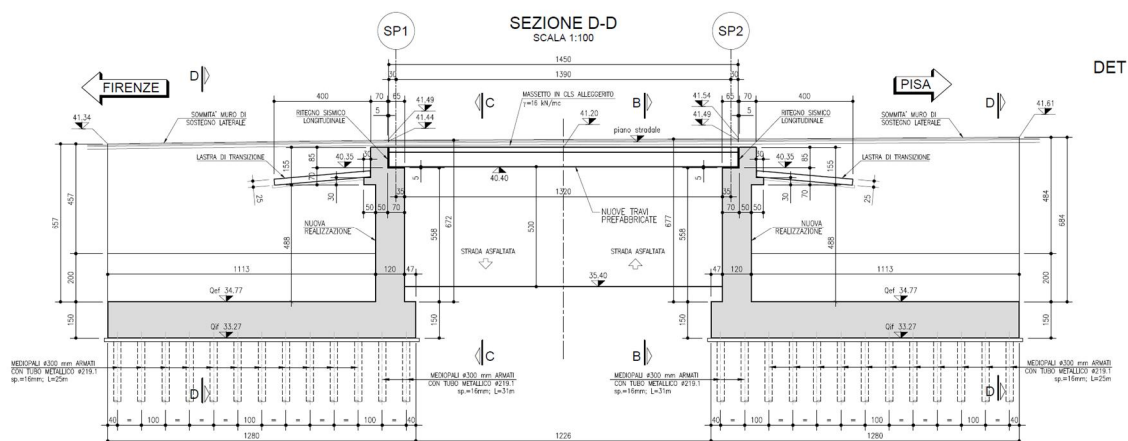


Figura 12-7 Sottovia Cantone. Sezione longitudinale sull'ampliamento

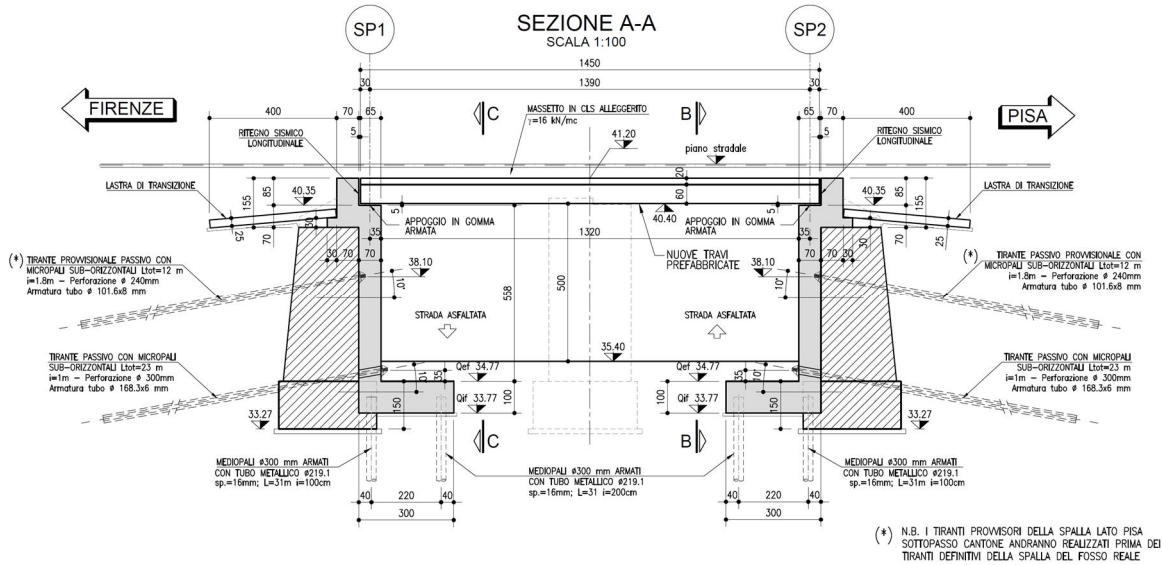


Figura 12-8 Sottovia Cantone. Sezione longitudinale sull'esistente

### 12.1.6 Sottovia di Via Limite – SP002

Il sottovia consiste in un intervento di ampliamento su un manufatto esistente di luce molto modesta inferiore ai 6m che non viene modificato nelle parti esistenti. Si prevede una semplice ricarica del tappeto di usura.

Per ragioni di franco la struttura in ampliamento viene realizzata con un portale in c.a. la cui soletta è realizzata in continuità con l'esistente con un intradosso costituito da una predalle fondo cassero.

La parte esistente invece non viene modificata ma sarà comunque solidarizzata alla nuova nelle parti in ampliamento tramite l'inghisaggio di barre di acciaio.

Le fondazioni sono su micropali nelle parti in ampliamento e sono mantenute di tipo diretto nella parte esistente.

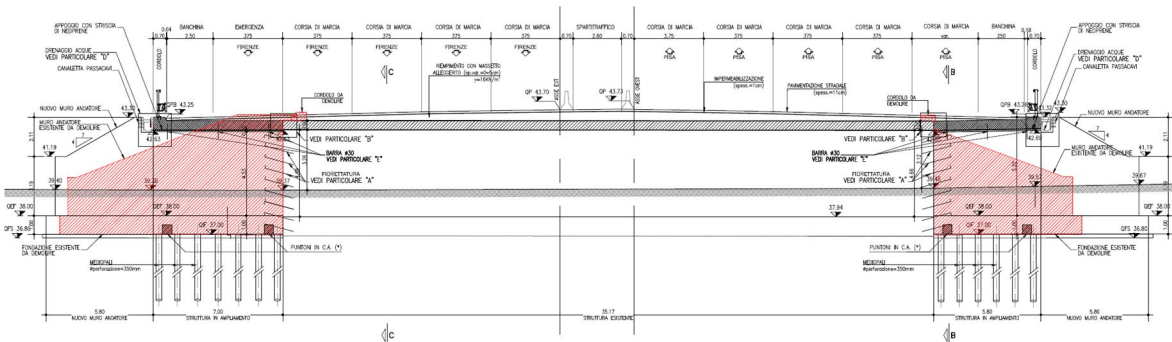


Figura 12-9 Sottovia Via Limite. Sezione trasversale sull'ampliamento

### 12.1.7 Sottovia di Via Fornello – SP003

Il sottovia consiste in un intervento di ampliamento su un manufatto esistente di luce molto modesta inferiore ai 6m che non viene modificato nelle parti esistenti si prevede una semplice ricarica del tappeto di usura.

Per ragioni di franco la struttura in ampliamento viene realizzata con un portale in c.a. la cui soletta è realizzata in continuità con un intradosso costituito da una predalle fondo cassero.

La parte esistente invece non viene modificata ma sarà comunque solidarizzata alla nuova nelle parti in ampliamento tramite l'inghisaggio di barre di acciaio.

Le fondazioni sono su micropali nelle parti in ampliamento e sono mantenute di tipo diretto nella parte esistente.

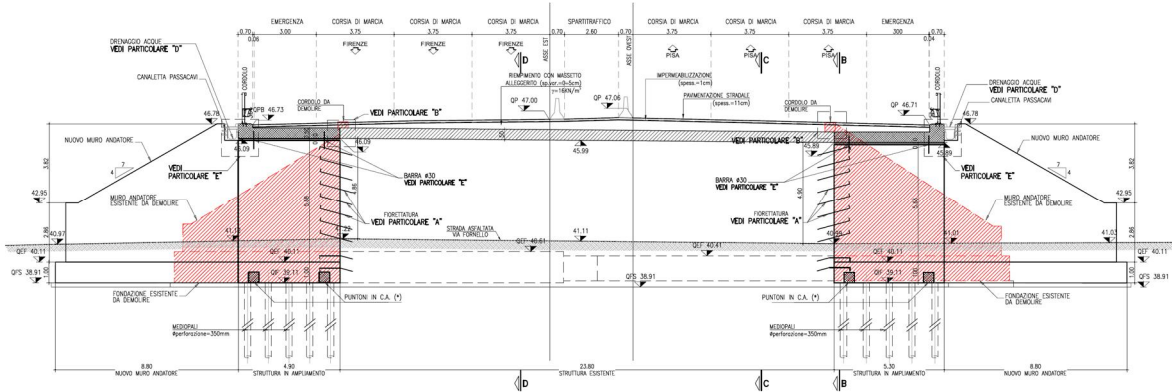


Figura 12-10 Sottovia Via Fornello. Sezione trasversale sull'ampliamento

### 12.1.8 Sottovia di Via Pantano – SP004

Il sottovia consiste in un intervento di ampliamento su un manufatto esistente di luce molto modesta inferiore ai 6m che non viene modificato nelle parti esistenti si prevede una semplice ricarica del tappeto di usura.

Per ragioni di franco la struttura in ampliamento viene realizzata con un portale in c.a. la cui soletta è realizzata in continuità con un intradosso costituito da una predalla fondo cassero.

La parte esistente invece non viene modificata ma sarà comunque solidarizzata alla nuova nelle parti in ampliamento tramite l'inghisaggio di barre di acciaio.

Le fondazioni sono su micropali nelle parti in ampliamento e sono mantenute di tipo diretto nella parte esistente.

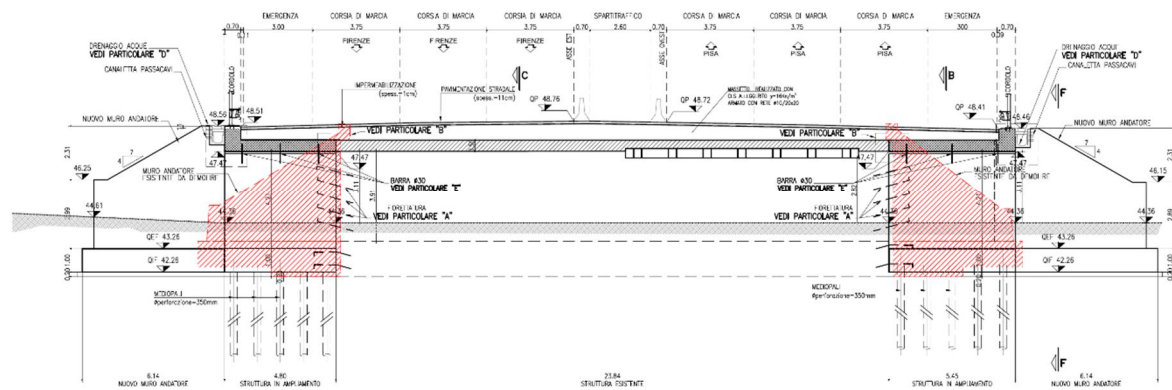


Figura 12-11 Sottovia Via Pantano. Sezione trasversale sull'ampliamento

### 12.1.9 Sottovia SS325 – SP005

#### Struttura esistente

La struttura ha uno schema statico in semplice appoggio per entrambe le carreggiate. In particolare in direzione Firenze si individua una campata di luce 22.2 m, mentre in direzione Pistoia si individua una campata di luce minore di 12.0 m che si collega con una struttura scatolare in c.a..

Le scansioni dei due impalcati sono funzionali allo scavalco sia di una strada denominata SS 325 Lucchese e sia di un fosso denominato Gora di Prato. Entrambe le luci vengono scavalcate da travate in c.a.p. per entrambe le carreggiate. L'opera ha subito un intervento di ampliamento negli anni '60 e la carreggiata in direzione Pistoia, costruita negli anni '30, è stata dotata di un impalcato in c.a.p.. Contemporaneamente è stata realizzata anche la campata che ospita la via di corsa direzione Firenze.

Le spalle sono in calcestruzzo semplice a gravità mentre le fondazioni sono di tipo superficiale. Le spalle individuate nella carreggiata direzione Firenze sono costituite da un paramento verticale e una zattera di fondazione impostata su pali presumibilmente tipo SCAC, mentre le spalle della carreggiata direzione Pistoia sono in calcestruzzo a gravità.

Le larghezze delle carreggiate sono pari a 10.11 m in direzione Firenze e 11.36 m in direzione Pistoia.

### **Ampliamento**

L'intervento di riqualifica del tratto autostradale prevede sia un ampliamento della struttura esistente che la realizzazione di un nuovo impalcato.

L'intervento di ampliamento viene effettuato nella carreggiata direzione Firenze ed è costituito realizzando un nuovo impalcato con travi in c.a.p. di altezza pari a 0.8 m di luce 21.8 m. La soletta di spessore 0.25 m viene collegata alla soletta esistente mediante opportuna armatura. L'impalcato esistente su questa carreggiata viene rototraslato e poggiato sulla parte sommitale delle spalle che viene ricostruita.

Le spalle in ampliamento sono previste in c.a. a paramento verticale e fondate su micropali in acciaio. Esse vengono collegate alle spalle esistenti mediante apposita armatura in modo da irrobustire quelle esistenti.

Le spalle sono state oggetto dei seguenti interventi: rifacimento paraghiaia, realizzazione di un placcaggio del paramento di spessore 0.4 m e realizzazione di tiranti passivi.

L'intervento sulla carreggiata direzione Pistoia invece è stato previsto ricostruendo sia l'impalcato che le spalle. La soluzione prevista è la medesima descritta per la carreggiata direzione Firenze ad eccezione delle spalle che in direzione Pistoia esse sono state previste con pali di grosso diametro ( $\Phi = 1200$  mm) collegati ad un pulvino sommitale.

La soletta di spessore 0.25 m viene realizzata solo sulle travi in modo che le campate sede delle due corsie risultano strutturalmente indipendenti.

Le spalle in ampliamento sono previste in c.a. a paramento verticale e fondate su micropali con armatura costituita da tubolare in acciaio. Esse vengono collegate alle spalle esistenti mediante apposita armatura in modo da irrobustire quelle esistenti. Inoltre esse sono state dotate anche di tiranti passivi.

Le larghezze delle carreggiate sono pari a 18.2 m in direzione Firenze e di 18.65 in direzione Pistoia. La sede stradale risulta essere tale da dover prevedere le vie di corsa per le rampe di entrata ed uscita dello svincolo di Prato est. La delimitazione delle carreggiate è costituita da semplici cordoli che allocano le barriere di sicurezza anti-svio e all'esterno degli impalcati è previsto un cordolo di 2.5 m che riporta sulla sua estremità la barriera FOA.

Le apparecchiature di appoggio esistenti presumibilmente sono di tipo in neoprene. In funzione del grado di invecchiamento del materiale, si è previsto la sostituzione con appoggi in neoprene armato; si prevede inoltre l'adozione di ritegni sismici realizzati in c.a. sulle spalle. Inoltre è stato previsto anche la sostituzione dei giunti adottando la tipologia di giunti a tampone.

Le figure seguente riportano la configurazione finale dell'opera

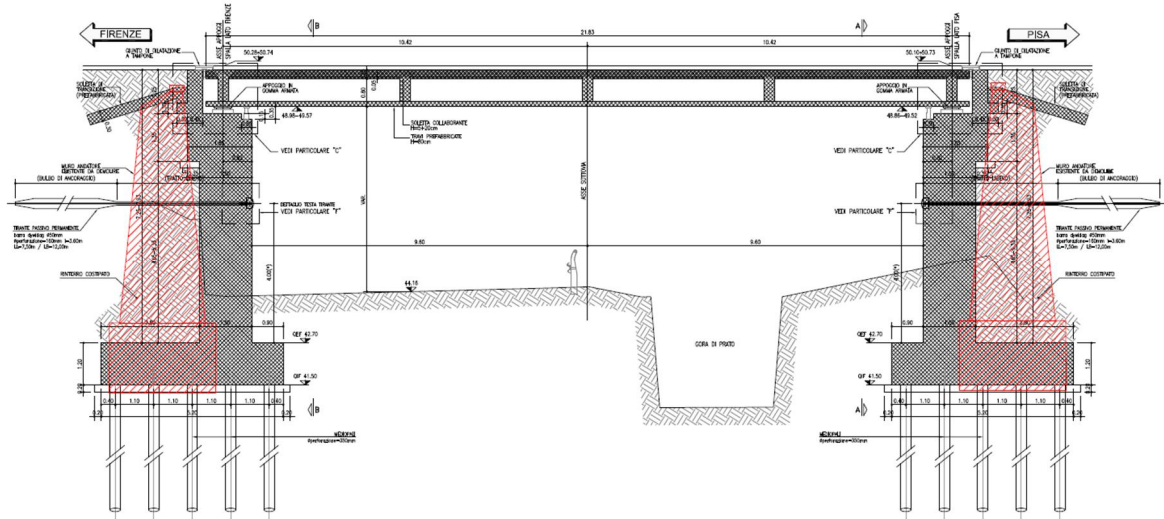


Figura 12-12 Sezioni longitudinale impalcato con spalle

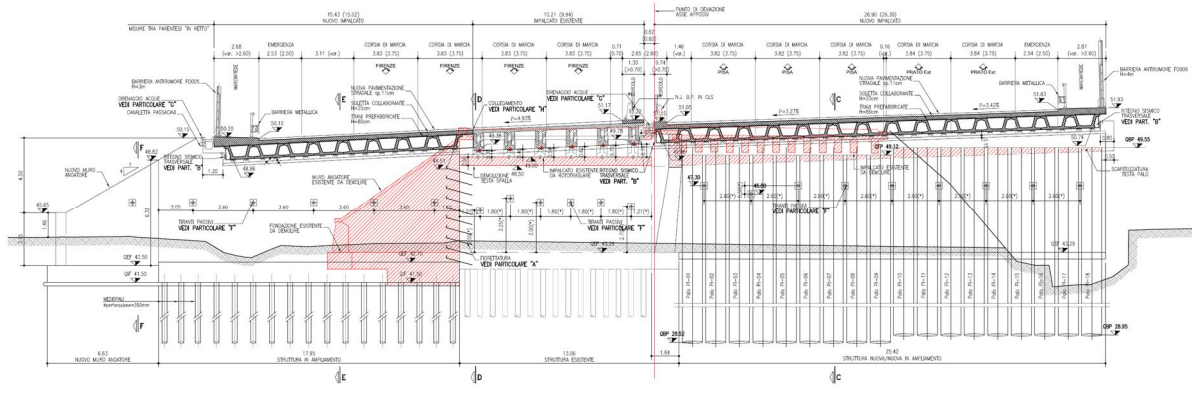


Figura 12-13 Sezione trasversale impalcato in ampliamento

### 12.1.10 Sottovia di svincolo Prato Est – SP006

#### Struttura esistente

La struttura è formata da un impalcato a campata unica di luce netta pari a 14.30 m costituito da un solettone alleggerito precompresso di spessore pari a 0.60 m. Le spalle sono a struttura massiccia in calcestruzzo non armato. Le fondazioni sono di tipo indiretto su pali di piccolo diametro.

#### Ampliamento.

Si prevede un ampliamento di tipo asimmetrico funzionale anche alla corsia di accelerazione in direzione Firenze dello svincolo di Prato est.

#### Soluzione progettuale

Il progetto di adeguamento prevede pertanto:

- l'ampliamento del sottovia in direzione trasversale all'asse autostradale, mediante realizzazione di nuove strutture in affiancamento in corrispondenza della carreggiata dir. FI, costituite da un tratto aggiuntivo di sottopasso (Intervento 01) e nuovi muri andatori (Intervento 03);
- l'allargamento del sottovia in direzione parallela all'asse trasversale, mediante la realizzazione di nuove strutture portanti tergo spalla (Intervento 02) e la completa dismissione delle strutture

esistenti (spalle, impalcati e muri andatori), oltre che la ricostruzione dei muri andatori lato carreggiata dir. PI (Intervento 03).

Le nuove strutture in affiancamento (muri andatori e spalle) sono progettate come opere ordinarie in c.a. con plinto di fondazione su micropali; le strutture di allargamento sottovia esistente sono invece realizzate tramite paratie di pali di grande diametro (1.20m) e interasse 1.4m, con paramento interno in c.a. realizzato a valle della demolizione delle spalle esistenti. I nuovi impalcati, progettati in semplice appoggio su luce  $L=21.7m$  ed aventi funzione di contrasto orizzontale in testa paratia, sono realizzati con travi prefabbricate in c.a.p. e soletta in opera.

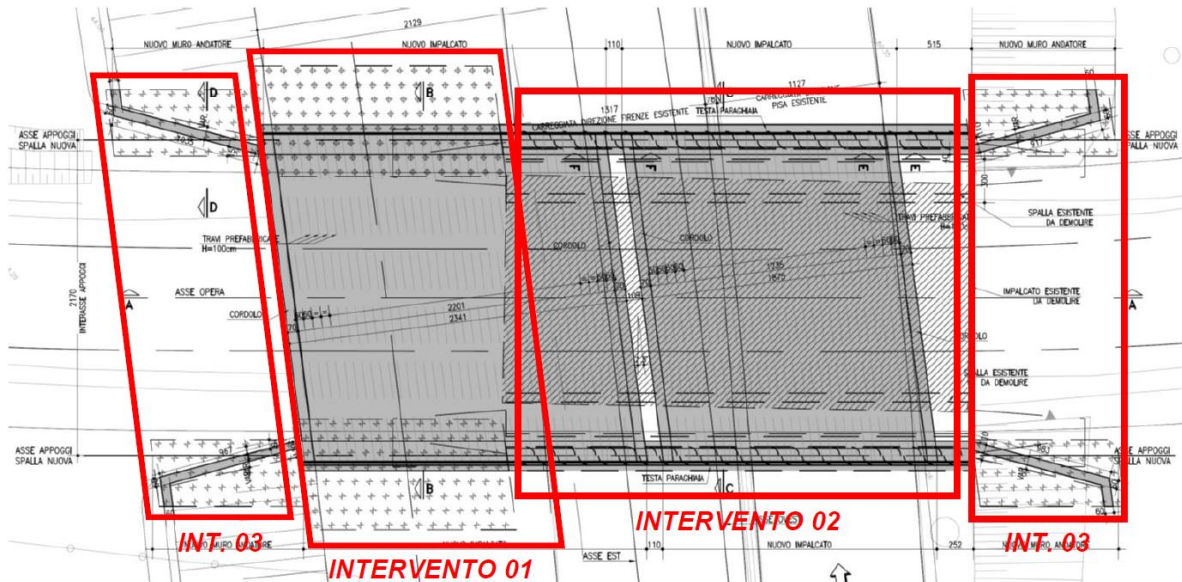


Figura 12-14 Planimetria interventi.

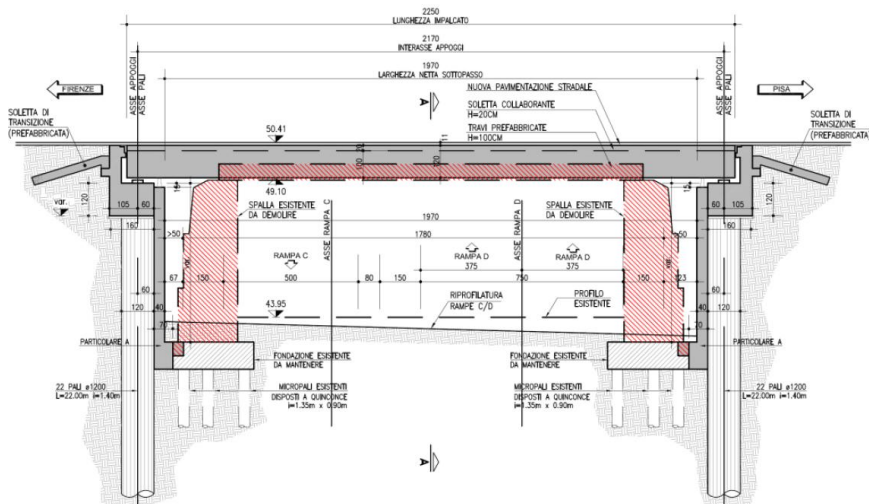


Figura 12-15 Sottovia di svincolo Prato est. Sezione longitudinale.

## 12.2 CAVALCAVIA

### 12.2.1 Generalità e inquadramento tipologie

Lo schema statico previsto per quasi tutti i cavalcavia è quello del ponte appoggiato in corrispondenza delle pile e delle spalle. Le strutture, nel loro complesso vengono calcolate sulla base dei nuovi criteri progettuali contenuti nelle Norme Tecniche sulle Costruzioni allegate 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.

Per la realizzazione dei nuovi cavalcavia, previsti nell'ambito dell'intervento di ammodernamento del tratto Firenze - Pistoia della autostrada A11, si prevede l'adozione di impalcati in sezione composta acciaio - calcestruzzo.

Per i cavalcavia a tre luci sono state previste 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;

Le campate laterali in caso di luce centrale pari a 38.0 m risultano pari a 24.0 m, ove la luce centrale sia da 45.50 m le campate laterali risulteranno pari a 28.50 m.

Ciascun cavalcavia, come evidenziato nella tabella seguente, presenta differenti larghezze di piattaforma, in funzione della categoria di strada interferita e degli elementi marginali utilizzati.

Il quadro riepilogativo delle varie tipologie adottate, in termini di numero e luci campate e larghezza, nonché soprattutto di tipologia di intervento è riportata di seguito.

VIABILITÀ	Posizione [km]	Sezione da tipologico ASPI	Luci	Larghezza
CV001 - Via dei Giunchi	1+175	1.90+6.00+1.90	3 Luci 38 m	9.8m
CV002 - Via vicinale Pantano	3+338	1.90+6.00+1.90	3 Luci 45.50	9.8m
CV007 - SP8 Via S. Quirico	6+696	1.90+10.50+1.90	3 Luci 38 m	14.3m

Tabella 9-1 – Quadro riepilogativo dei cavalcavia

Da notare che per i cavalcavia predisposti, tutti con spalla di tipo passante, per permettere il passaggio di una strada di servizio è necessario prevedere dei muri di placcaggio ai lati delle spalle stesse, in modo da poter scavare la scarpata di rilevato davanti ad esse.

### 12.2.2 Sovrastruttura d'impalcato

Le travate saranno realizzate mediante coppie di travi metalliche realizzate in composizione saldata. Esse sono connesse trasversalmente da traversi formati da travi metalliche a doppio T. In corrispondenza delle spalle e delle eventuali pile saranno presenti traversi pieni dimensionati anche per le fasi di sollevamento propedeutiche alla sostituzione/manutenzione delle apparecchiature di appoggio.

Le travi metalliche degli impalcati presentano altezza variabile secondo un andamento sinusoidale, con massimo situato in corrispondenza degli appoggi intermedi.

La soletta in c.a. viene prevista di spessore complessivo pari a 30.0 cm; essa sarà realizzata con l'ausilio di cospelle metalliche dello spessore di 4mm. La luce degli sbalzi è variabile in funzione della tipologia di larghezza prescelta.

Tutte le giunzioni di assemblaggio delle travi principali sono previste mediante bulloni ad attrito mentre quelle dei traversi mediante bulloni a taglio.

### 12.2.3 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 al piano appoggi. Le fondazioni sono previste su pali  $\phi$  1.2 collegati da un plinto di spessore 1.50 m.

Le spalle degli impalcati a tre luci saranno in generale del tipo "passante", mentre le spalle della tipologia a luce singola viene dimensionata come spalla "classica", avente pertanto anche la funzione di contenimento delle spinte del rilevato d'approccio.

### 12.2.4 Sistema di vincolo

L'impalcato risulta incastrato in corrispondenza del piano spalla. Sulle pile intermedie sono previsti isolatori elastomerici ad elevato smorzamento ( $\xi=15\%$ ). Gli appoggi dovranno essere sostituibili, con sollevamento compatibile con la presenza dei punti fissi laterali.

Le figure seguenti riportano la sezione trasversale tipica del cavalcavia, ricavata in corrispondenza della spalla e delle pile intermedie, e la vista laterale della tipologia a tre luci ed a una luce.

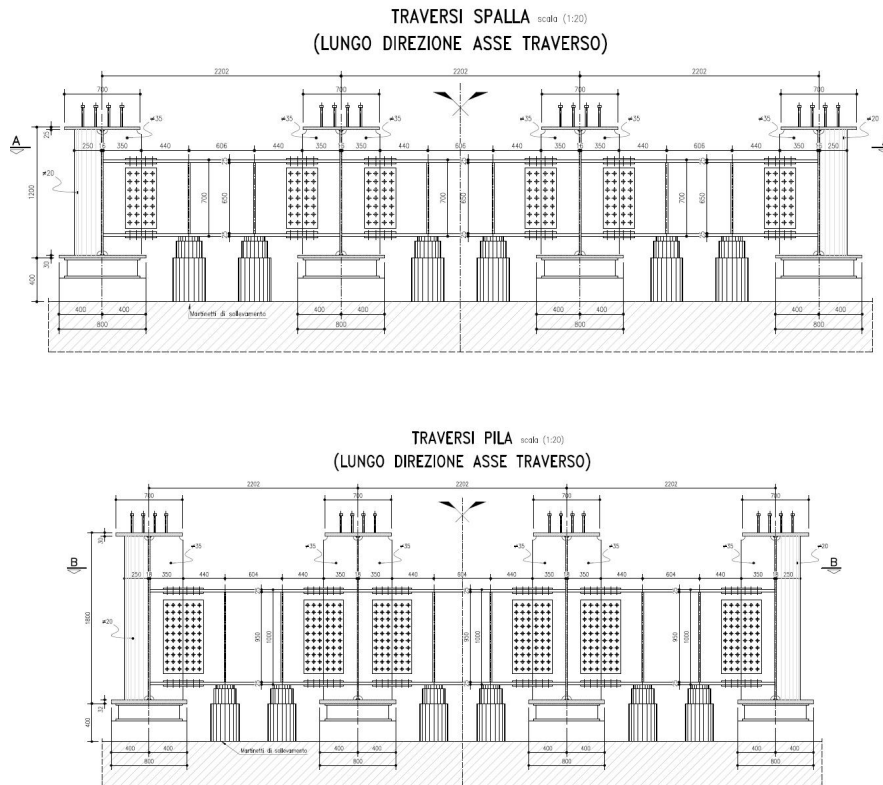


Figura 12-16 – Vista trasversale spalla e pila

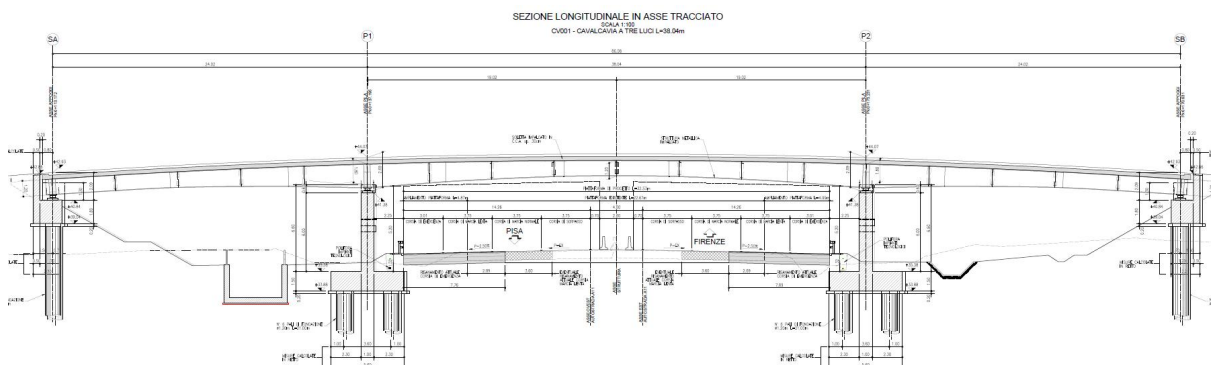


Figura 12-17 – Sezione longitudinale cavalcavia a tre luci

### 12.3 OPERE D'ARTE MINORI

Le opere minori sono quelle con luci uguali o inferiori ai 6 metri. Per esse, in linea di principio e ove non sussistessero condizioni al contorno particolari, poiché gli abbassamenti dell'impalcato sottoposto ai carichi accidentali, in valore assoluto, sono molto limitati, si è deciso di non collegare strutturalmente l'opera di ampliamento con la parte esistente.



Ne consegue che siamo in presenza di un giunto longitudinale sull'impalcato, che viene gestito sotto pavimentazione e non ha riflessi sull'agibilità del traffico per le non significative differenze di inflessione fra la nuova e la vecchia struttura.

Per contro questo permette di non verificare le strutture esistenti, che praticamente non vengono interessate dall'ampliamento e quindi non subiscono modifiche del loro status. Il tutto in accordo a quanto riportato nel capitolo riguardante la verifica delle opere esistenti delle nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni allegate al D.M. 14 Gennaio 2008 e relativa circolare.

Il presente ed i successivi paragrafi descrivono sinteticamente brevemente gli interventi relativi alle seguenti tipologie di opere:

1. Ponticelli con travi;
2. Ponticelli e/o scatolari a soletta piana in c.a.;
3. Tombini tubolari in calcestruzzo;

Si anticipa che la tipologia strutturale più utilizzata è quella con la soletta in continuità materiale con i piedritti ma senza solettone di chiusura (struttura ad omega)

### 12.3.1 Sottovia L= 4,00 – SP020

L'ampliamento trasversale della carreggiata prevede la realizzazione di nuove spalle su mediopali aventi una sezione classica costituita da plinto di fondazione, elevazione con filo interno in continuità d'ingombro con l'esistente, e paraghiaia superiore per l'installazione dei giunti. Il nuovo impalcato sarà della tipologia con soletta in c.a. gettata in opera. I muri d'imbocciano poggiano su fondazioni superficiali. In sommità alle spalle esistenti si realizzano nuovi paraghiaia ad esse solidarizzati con inghisaggio di barre d'acciaio.

L'allargamento dell'attuale struttura è previsto solamente in carreggiata direzione Firenze.

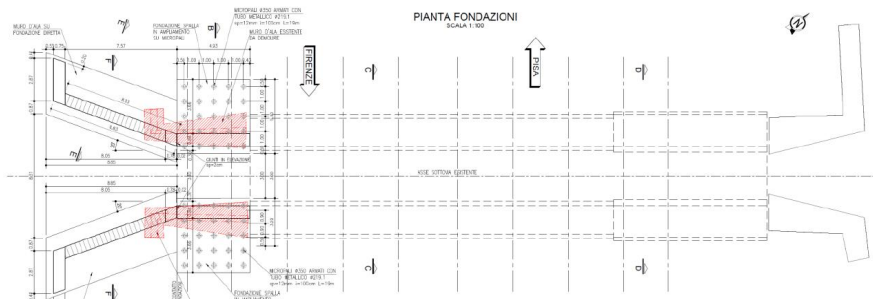


Figura 12-18 – Planimetria del sottovia

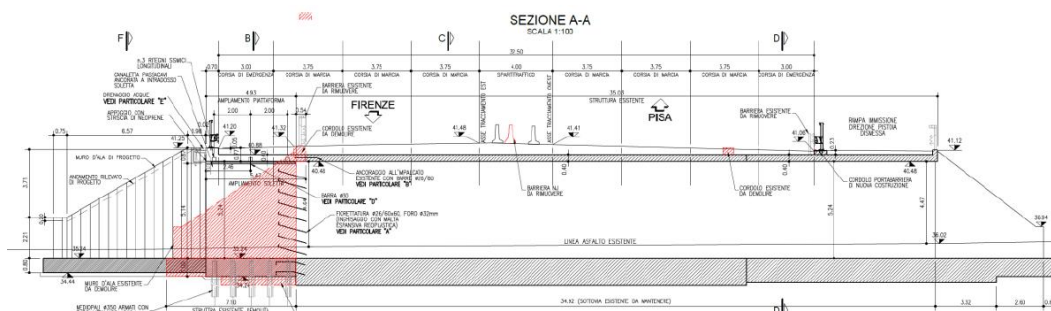


Figura 12-19 – Sezione trasversale del sottovia

### 12.3.2 Sottovia strada vicinale Lunga – SP021

L'ampliamento trasversale della carreggiata prevede la realizzazione di nuove spalle su mediopali aventi una sezione classica costituita da plinto di fondazione, elevazione con filo interno in continuità d'ingombro con l'esistente, e paraghiaia superiore per l'installazione dei giunti. Il nuovo impalcato sarà

della tipologia con soletta in c.a. gettata in opera. L'opera si pone in affiancamento al ponticello PO008 con cui condivide le opere fondazionali per la parte in ampliamento. I muri d'imboccatura poggiano su fondazioni superficiali. In sommità alle spalle esistenti si realizzano nuovi paraghiaia ad esse solidarizzati con inghisaggio di barre d'acciaio.

L'allargamento dell'attuale struttura è previsto sia in carreggiata direzione Pisa che in carreggiata direzione Firenze.

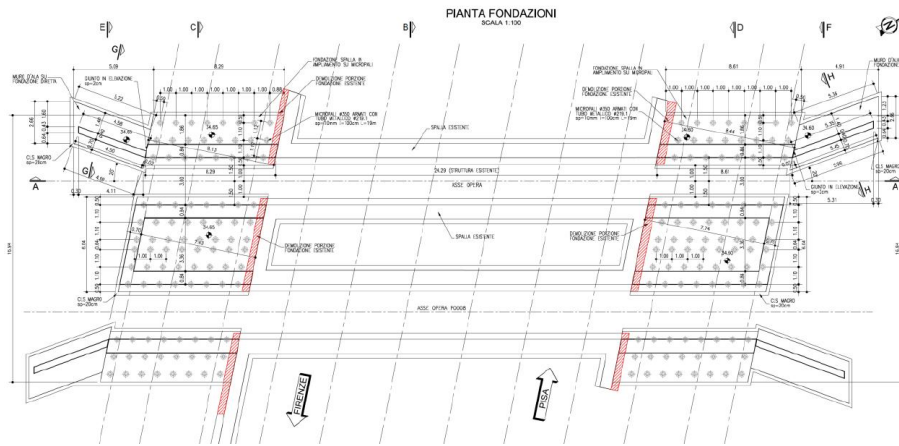


Figura 12-20 – Planimetria del sottovia

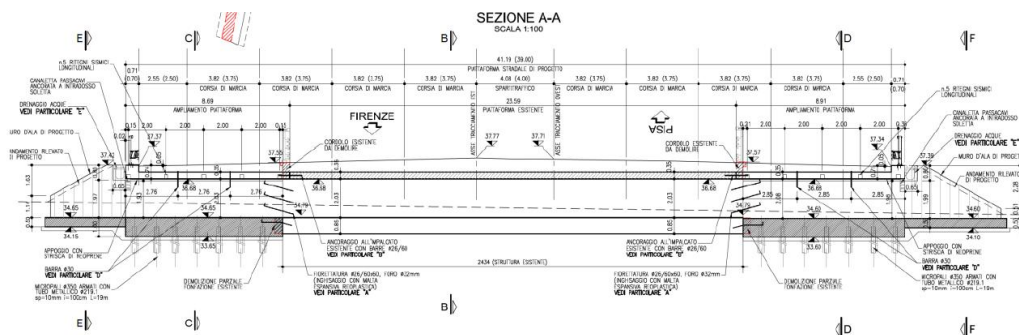


Figura 12-21 – Sezione trasversale del sottovia

### 12.3.3 Ponticello L=4.00m – SP022

L'ampliamento trasversale della carreggiata prevede la realizzazione di nuove spalle su mediopali aventi una sezione classica costituita da plinto di fondazione, elevazione con filo interno in continuità d'ingombro con l'esistente, e paraghiaia superiore per l'installazione dei giunti. Il nuovo impalcato sarà della tipologia con soletta in c.a. gettata in opera. I muri d'imbocco poggiano su fondazioni superficiali. In sommità alle spalle esistenti si realizzano nuovi paraghiaia ad esse solidarizzati con inghisaggio di barre d'acciaio.

L'allargamento dell'attuale struttura è previsto solamente in carreggiata direzione Pisa.



Figura 12-22 – Planimetria del sottovia

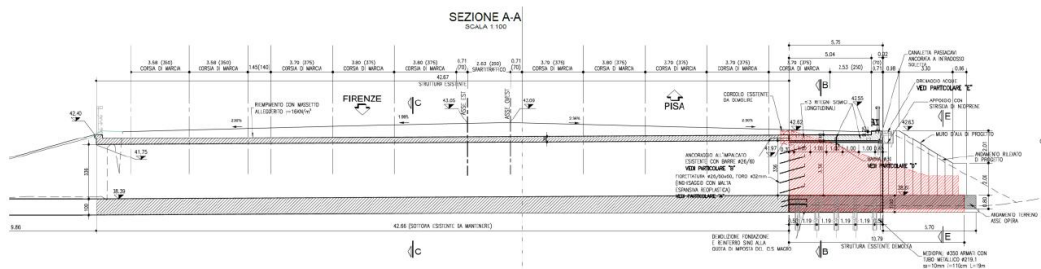


Figura 12-23 – Sezione trasversale del sottovia

### 12.3.4 Sottovia di via Fibbiana – SP023

Il sottovia consiste in un intervento di ampliamento su un manufatto esistente di luce molto modesta inferiore ai 6m che non viene modificato nelle parti esistenti si prevede una semplice ricarica del tappeto di usura.

Per ragioni di franco la struttura in ampliamento viene realizzata con un portale in c.a. la cui soletta è realizzata in continuità con un intradosso costituito da una predalla fondo cassero. La parte esistente invece non viene modificata ma sarà comunque solidarizzata alla nuova nelle parti in ampliamento tramite l'inghisaggio di barre di acciaio. L'opera si pone in adiacenza al ponte PO003 (Ponte Marinella), con cui condivide le opere fondazionali per la parte in ampliamento.

Le fondazioni sono su micropali nelle parti in ampliamento e sono mantenute di tipo diretto nella parte esistente. I muri d'imboccamento poggiano su fondazioni superficiali. In sommità alle spalle esistenti si realizzano nuovi paraghiaia ad esse solidarizzati con inghisaggio di barre d'acciaio.

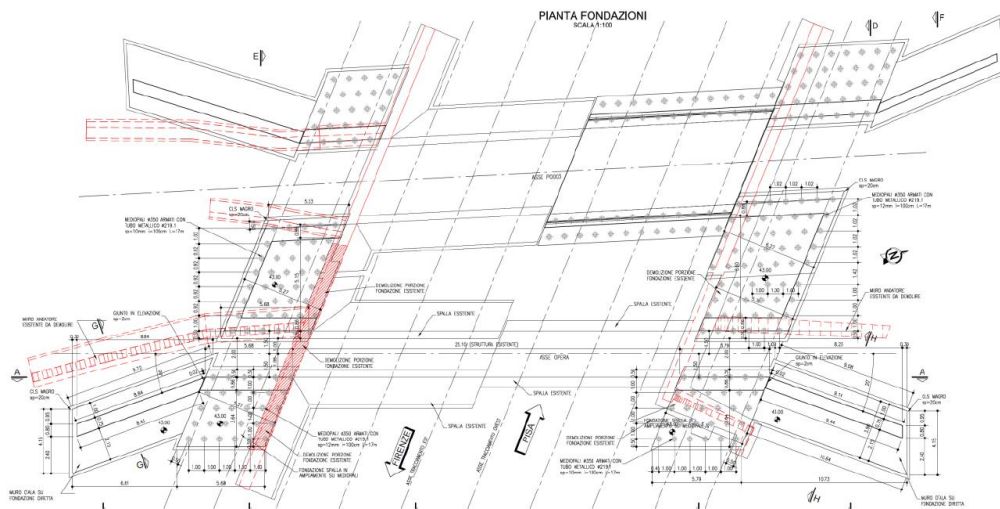


Figura 12-24 – Planimetria del sottovia

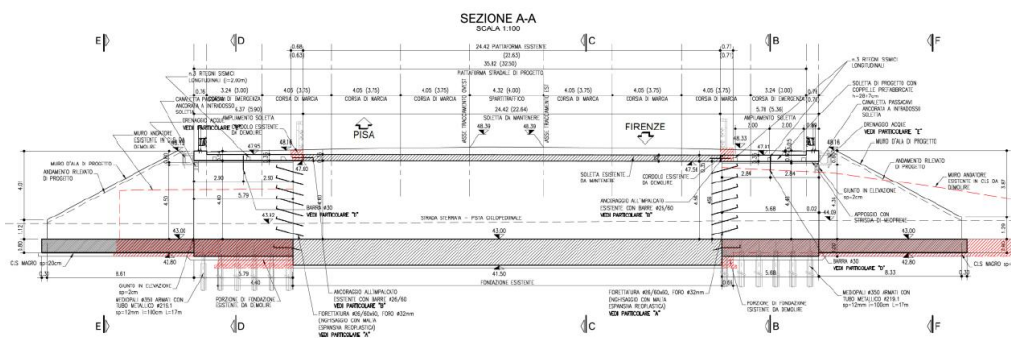


Figura 12-25 – Sezione trasversale del sottovia

### 12.3.5 Sottovia di via Fomello – SP024

Il sottovia consiste in un intervento di ampliamento su un manufatto esistente di luce molto modesta inferiore ai 6m che non viene modificato nelle parti esistenti si prevede una semplice ricarica del tappeto di usura.

Per ragioni di franco la struttura in ampliamento viene realizzata con un portale in c.a. la cui soletta è realizzata in continuità con un intradosso costituito da una predalles fondo cassero per uno spessore complessivo di 35cm massimo. L'allargamento dell'attuale struttura è previsto sia in carreggiata direzione Pisa che in carreggiata direzione Firenze. In sommità alle spalle esistenti si realizzano nuovi paraghiaia ad esse solidarizzati con inghisaggio di barre d'acciaio.

La parte esistente invece non viene modificata ma sarà comunque solidarizzata alla nuova nelle parti in ampliamento tramite l'inghisaggio di barre di acciaio.

Le fondazioni sono su micropali nelle parti in ampliamento e sono mantenute di tipo diretto nella parte esistente.

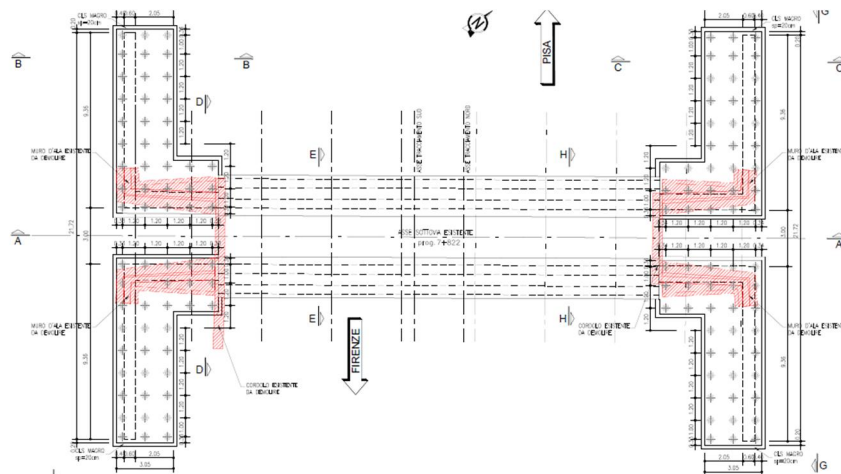


Figura 12-26 – Planimetria del sottovia

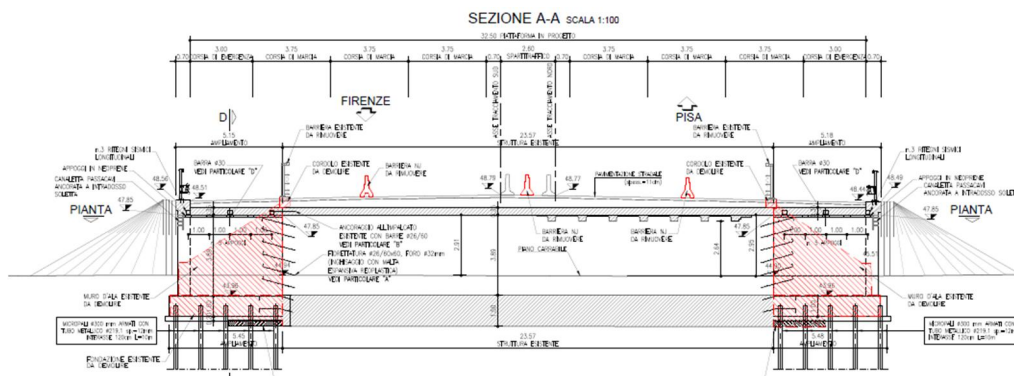


Figura 12-27 – Sezione trasversale del sottovia

### 12.3.6 Sottovia di via Maiano – SP025

Per questa struttura esistente gli as built a disposizione non rappresentano la situazione reale; infatti l'opera risulta completamente rifatta durante gli anni '90, ma ad oggi non si hanno a disposizione i disegni di carpenteria e di armatura.

Per la struttura in ampliamento si adotta una soluzione di tipo scatolare. Per quella esistente a lato dell'ampliamento, che sarà caratterizzata da una cospicua ricarica (circa 60cm), si propone di rimuovere l'intero ricoprimento esistente e realizzare una nuova soletta (circa 30cm) appoggiata a quella esistente,

che sarà considerata cassero a perdere. Questa nuova soletta è stata dimensionata in modo da sopportare i nuovi carichi stradali. Il muro di sbocco lato PISA è previsto come prolungamento del sottovia, mentre quello lato FIRENZE è raccordato al muro di sostegno MS006.

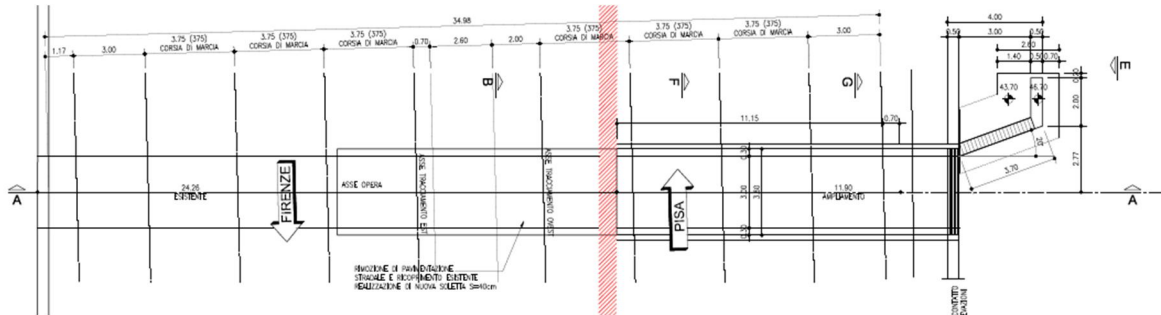


Figura 12-28 – Planimetria del sottovia

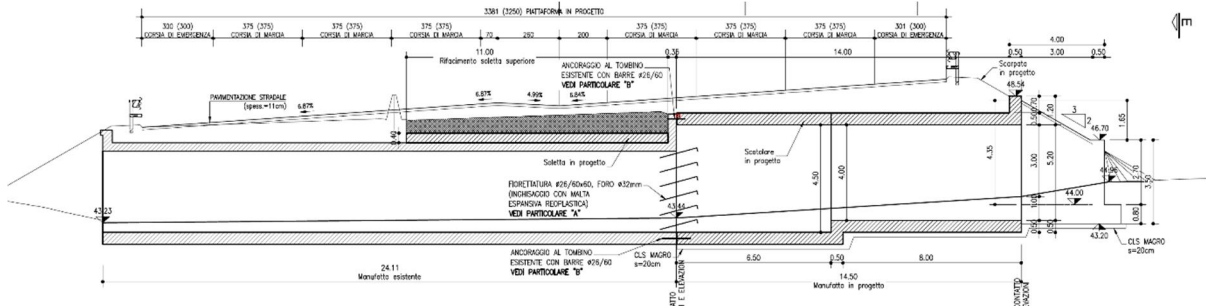


Figura 12-29- Sezione trasversale del sottovia

### 12.3.7 Sottovia Ciclopedonale – SP036

Il sottopasso ciclo-pedonale SP036 è sito nel Comune di Campi Bisenzio (FI) lungo il tratto dell'Autostrada Firenze -Pistoia realizzato con manufatti prefabbricati in c.a.v. a sezione rettangolare scatolare avente le dimensioni interne pari a 300x300cm, spessore pari a 25cm e di profondità pari a 150cm per una lunghezza complessiva di 45m, predisposti alla post-tesatura al fine di poter garantire una solidarizzazione in senso longitudinale di tutti gli elementi prefabbricati.

Verranno eseguiti due ordini di post-tesatura, una che lega blocchi di 3 o 6 blocchi e una che lega tutto il manufatto da inizio a fine.

La struttura in oggetto è poste alla progressiva 5+430.12km: sviluppo complessivo pari a 45m.

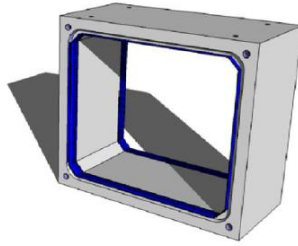
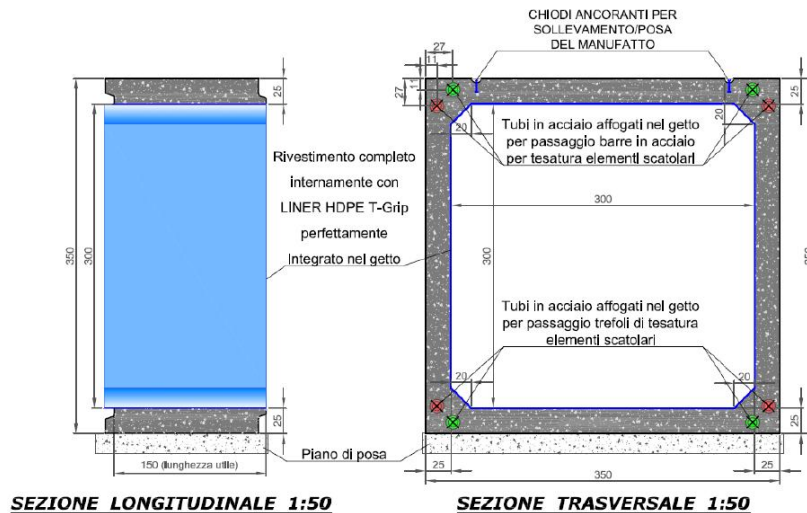


Figura 2-1: Render del singolo conco



### 12.3.8 Ponte sul Torrente Marinella – PO003

Il sottovia consiste in un intervento di ampliamento su un manufatto esistente di luce molto modesta inferiore ai 6m che non viene modificato nelle parti esistenti si prevede una semplice ricarica del tappeto di usura.

Per ragioni di franco la struttura in ampliamento viene realizzata con un portale in c.a. la cui soletta è realizzata in continuità con un intradesso costituito da una predalles fondo cassero.

L'impalcato realizzato negli anni '30 per l'attuale carreggiata direzione Pisa viene demolito in considerazione del cattivo stato di conservazione e della geometria della carpenteria che, come riportato dimostrato in sede di conferenza di servizi (vedasi relazione IDR8000), impedisce l'efficace deflusso della portata di piena. In particolare si prevede la completa demolizione e ricostruzione dell'impalcato esistente, sostituito con una soletta in c.a. gettata in opera. La nuova soletta poggia sulla parte sommitale delle spalle, che viene demolita e ricostruita realizzando i nuovi paraghiaia, poggianti su micropali disposti a cavalletto che garantiscono la stabilità delle spalle, ne incrementano la resistenza strutturale e incrementano la capacità portante delle fondazioni superficiali delle spalle esistenti.

La restante parte dell'impalcato non viene modificata ma sarà comunque solidarizzata alla nuova nelle parti in ampliamento tramite l'inghisaggio di barre di acciaio.

L'opera è in adiacenza al sottovia SP023 le cui opere di ampliamento poggiano sulle zattere di fondazione su micropali dell'ampliamento del PO003.

I muri d'imbocco poggiano su fondazioni superficiali. In sommità alle spalle esistenti (carreggiata direzione Firenze) si realizzano nuovi paraghiaia ad esse solidarizzati con inghisaggio di barre d'acciaio.

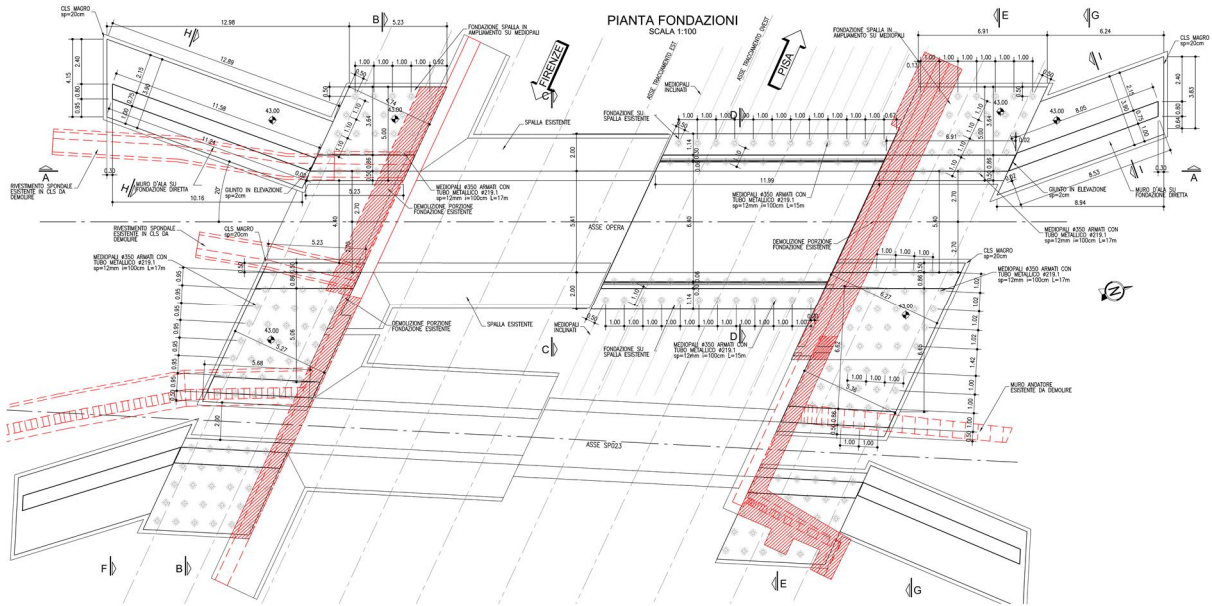


Figura 12-30 – Planimetria del sottovia

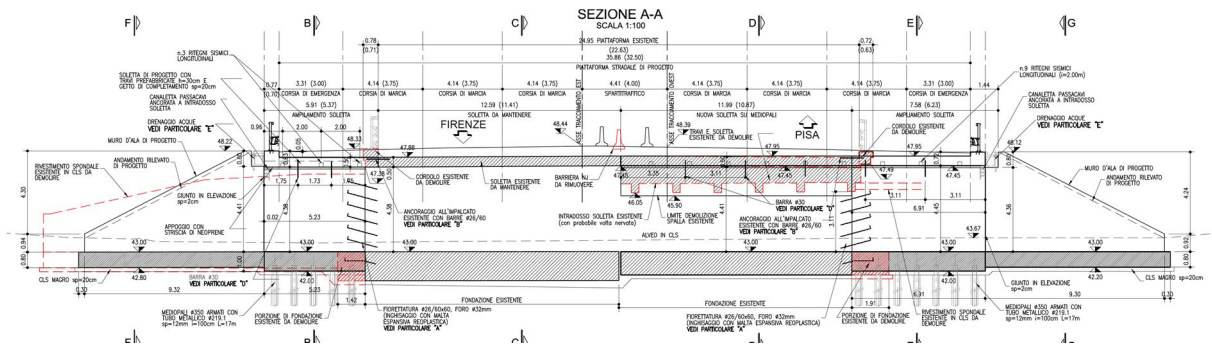


Figura 12-31 – Sezione longitudinale del sottovia

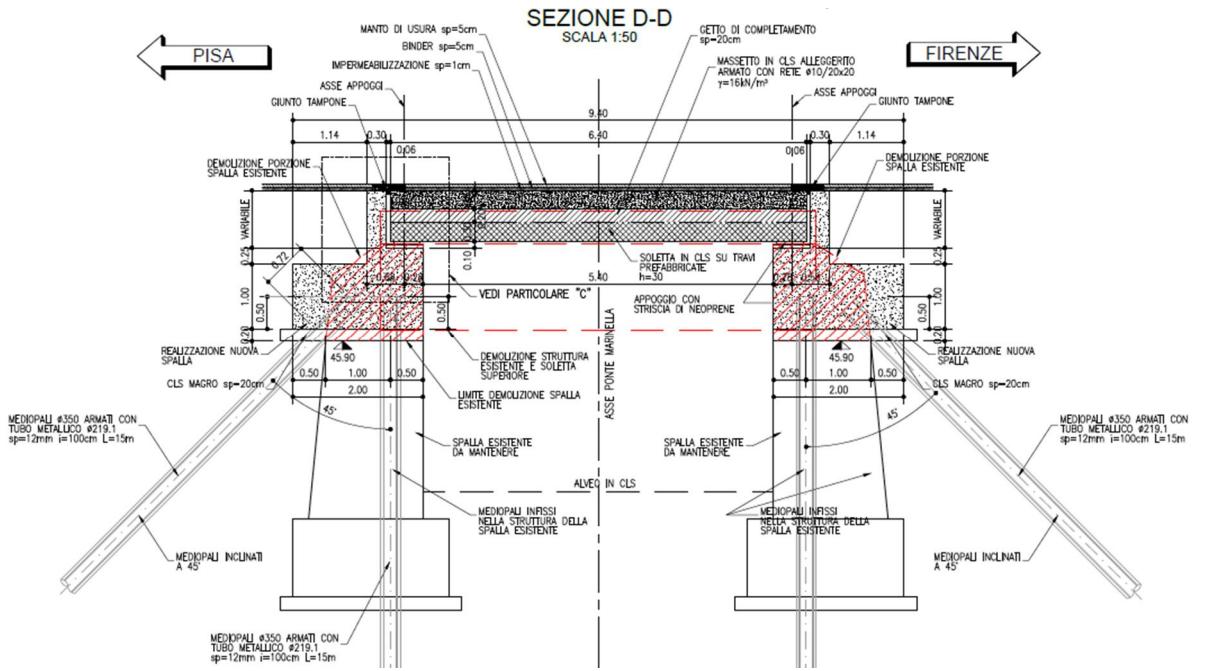


Figura 12-32 - Sezione trasversale esistente

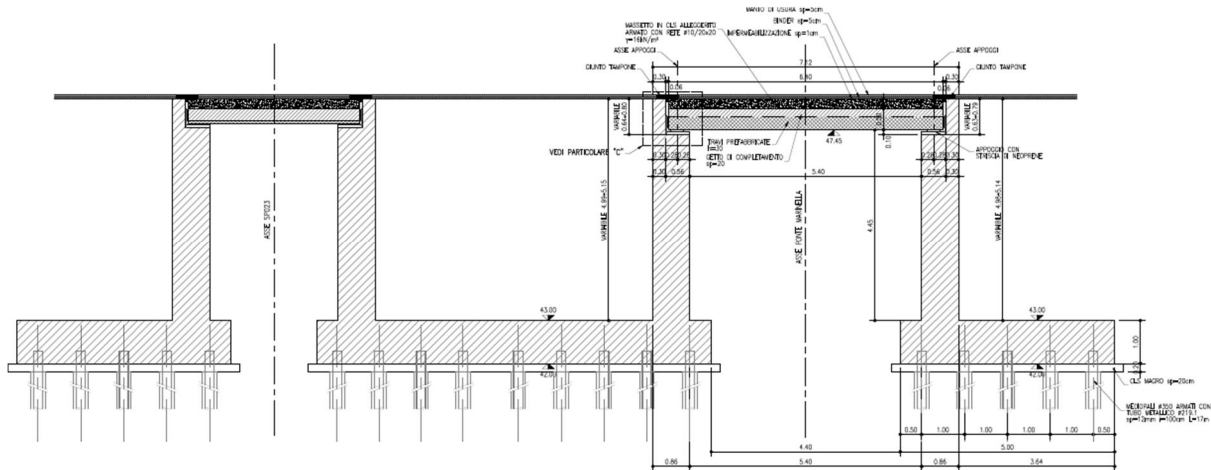


Figura 12-33 - Sezione trasversale ampliamento

### 12.3.9 Ponticello L=2,50 m – PO007

Il ponticello km 2+375 comporta un intervento di ampliamento su un manufatto esistente di luce molto modesta inferiore ai 2m che non viene modificato nelle parti esistenti.

L'ampliamento trasversale della carreggiata prevede la realizzazione di una nuova struttura sottovia avente sezione corrente di forma rettangolare ed è realizzato da una soletta di fondazione su cui si innestano i piedritti, costituiti da setti continui in cemento armato a spessore costante e sui quali si realizzerà la soletta di copertura, costituita da una piastra in calcestruzzo armato gettata in opera, anch'essa a spessore costante.

La struttura è prevista in c.a. gettato in opera.

L'allargamento dell'attuale struttura è previsto per entrambe le carreggiate, sia direzione Firenze che direzione Pisa.

### 12.3.10 Ponticello L=2,00 m – PO009

Il ponticello km 3+706 comporta un intervento di ampliamento su un manufatto esistente di luce molto modesta inferiore ai 2m che non viene modificato nelle parti esistenti.

L'ampliamento trasversale della carreggiata prevede la realizzazione di una nuova struttura sottovia avente sezione corrente di forma rettangolare ed è realizzato da una soletta di fondazione su cui si innestano i piedritti, costituiti da setti continui in cemento armato a spessore costante e sui quali si realizzerà la soletta di copertura, costituita da una piastra in calcestruzzo armato gettata in opera, anch'essa a spessore costante.

La struttura è prevista in c.a. gettato in opera.

L'allargamento dell'attuale struttura è previsto per entrambe le carreggiate, sia direzione Firenze che direzione Pisa.

### 12.3.11 Ponticelli L=2,50 m – PO010

Il ponticello km 5+708 comporta un intervento di ampliamento su un manufatto esistente di luce molto modesta inferiore ai 3m che non viene modificato nelle parti esistenti.

L'ampliamento trasversale della carreggiata prevede la realizzazione di una nuova struttura sottovia avente sezione corrente di forma rettangolare. La struttura scatolare è prevista in c.a. gettato in opera (spessore solette 40cm; spessore piedritti 30cm).



I muri di sbocco poggiano su fondazioni superficiali. In sommità alle spalle esistenti si realizzano nuovi paraghiaia ad esse solidarizzati con inghisaggio di barre d'acciaio.

L'allargamento dell'attuale struttura è previsto per entrambe le carreggiate, sia direzione Firenze che direzione Pisa.

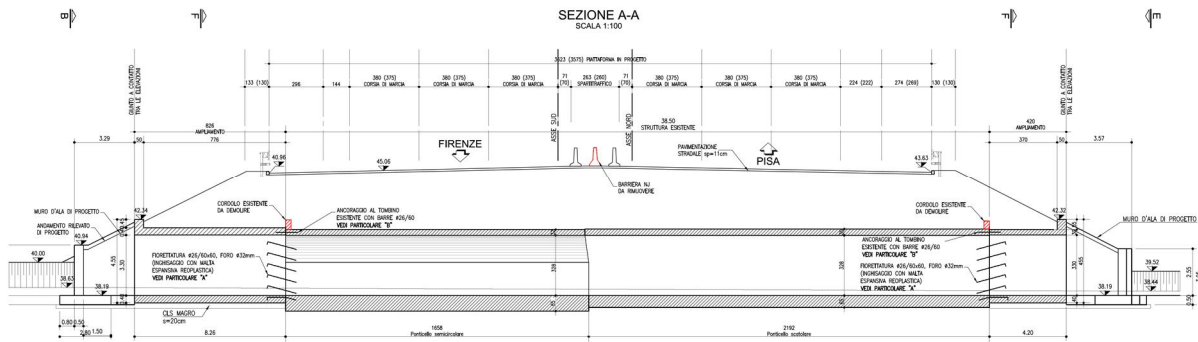


Figura 12-34 - Sezione longitudinale del sottovia

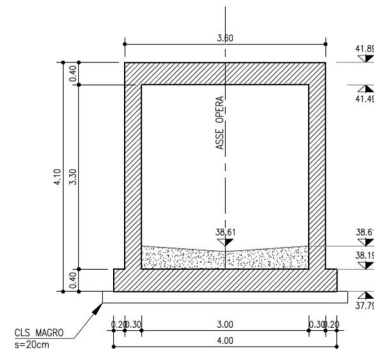


Figura 12-35 - Sezione trasversale ampliamento

### 12.3.12 Ponticello L=2,50 m – PO011

Il ponticello km 5+798 comporta un intervento di ampliamento su un manufatto esistente di luce molto modesta inferiore ai 5m che non viene modificato nelle parti esistenti.

L'ampliamento trasversale della carreggiata prevede la realizzazione di una nuova struttura sottovia avente sezione corrente di forma rettangolare. La struttura scatolare è prevista in c.a. gettato in opera (spessore 60 cm).

I muri di sbocco poggiano su fondazioni superficiali. In sommità alle spalle esistenti si realizzano nuovi paraghiaia ad esse solidarizzati con inghisaggio di barre d'acciaio.

L'allargamento dell'attuale struttura è previsto per entrambe le carreggiate, sia direzione Firenze che direzione Pisa.

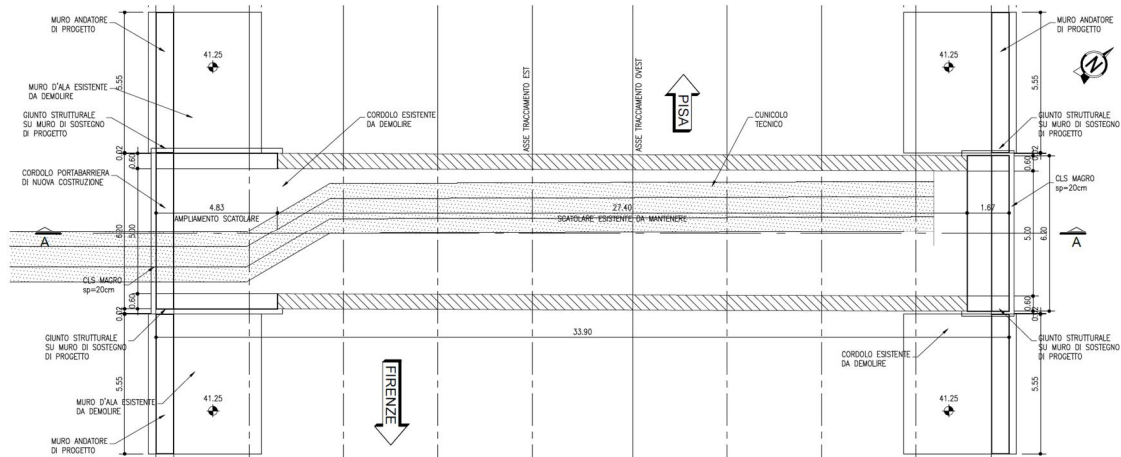


Figura 12-36 - Planimetria del sottovia

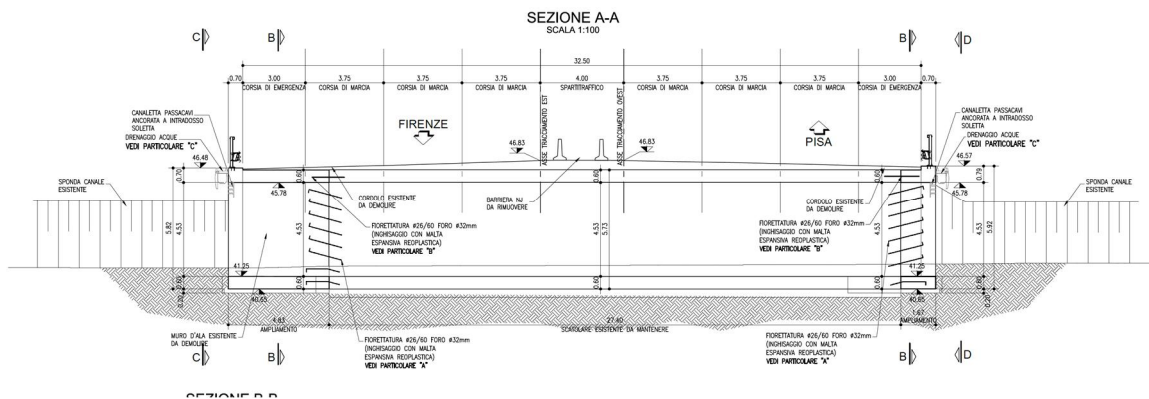


Figura 12-37 - Sezione trasversale ampliamento

### 12.3.13 Ponticello Gora Gattinella – PO012

L'ampliamento trasversale della carreggiata prevede la realizzazione di una nuova struttura sottovia avente sezione corrente di forma rettangolare ed è realizzato da una soletta di fondazione su cui si innestano i piedritti, costituiti da setti continui in cemento armato a spessore costante e sui quali si realizzerà la soletta di copertura, costituita da una piastra in calcestruzzo armato gettata in opera, anch'essa a spessore costante.

La struttura è prevista in c.a. gettato in opera.

L'allargamento dell'attuale struttura è previsto per entrambe le carreggiate, sia direzione Firenze che direzione Pisa.

### 12.3.14 Ponticello Gora Ciliegio – PO013

Il ponticello km 8+019 comporta un intervento di ampliamento su un manufatto esistente di luce molto modesta inferiore ai 4m che non viene modificato nelle parti esistenti.

L'ampliamento trasversale della carreggiata prevede la realizzazione di una nuova struttura sottovia avente sezione corrente di forma rettangolare. La struttura scatolare è prevista in c.a. gettato in opera (spessore 40cm).

I muri di sbocco poggiano su fondazioni superficiali. In sommità alle spalle esistenti si realizzano nuovi paraghiaia ad esse solidarizzati con inghisaggio di barre d'acciaio.

L'allargamento dell'attuale struttura è previsto per entrambe le carreggiate, sia direzione Firenze che direzione Pisa.

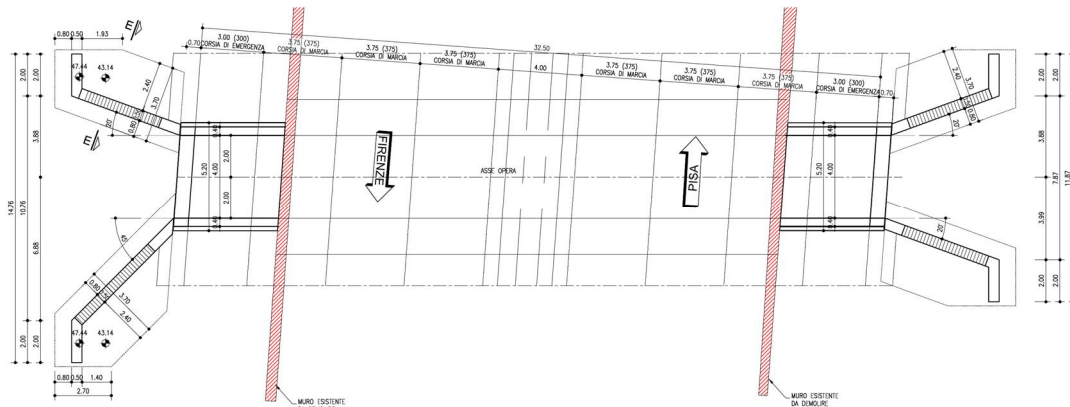


Figura 12-38 - Planimetria del sottovia

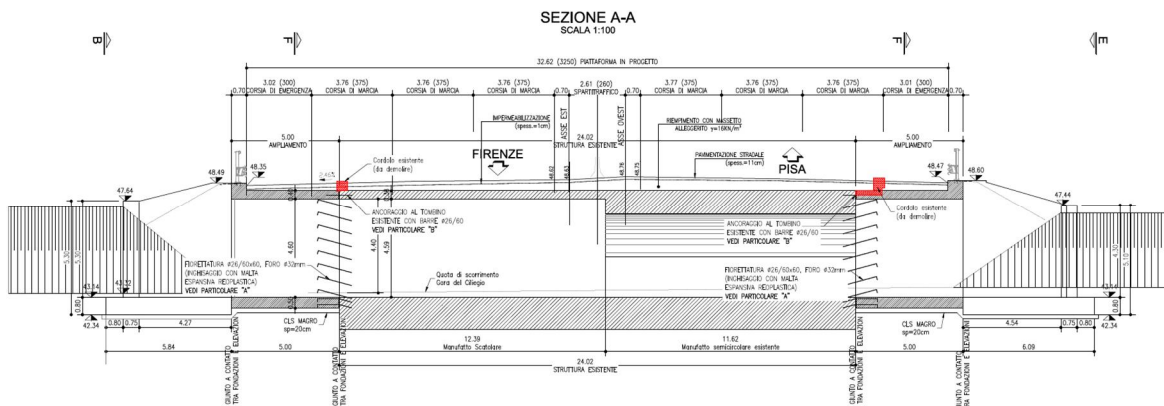


Figura 12-39 - Sezione longitudinale del sottovia

## 12.4 TOMBINI CIRCOLARI 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 fiorettate lungo tutta la superficie di contatto.

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

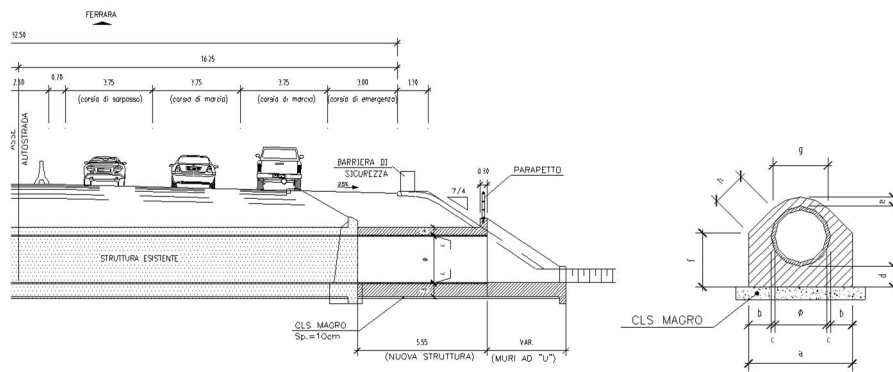


Figura 12-40 - Sezione longitudinale e trasversale tombino tubolare

## 12.5 OPERE DI SOSTEGNO PROVVISORIE E DEFINITIVE

### 12.5.1 Muri di sostegno

Le opere di sostegno definitive previste, sono generalmente costituite da muri in c.a. gettato in opera. L'ubicazione e le caratteristiche geometriche delle opere sono rappresentate all'interno delle planimetrie di progetto e dei profili longitudinali e riportate in sintesi nella tabella che segue. I muri di sostegno sono stati inseriti in progetto con la funzione prevalente di limitare la fascia di esproprio laddove nelle immediate vicinanze della piattaforma sono presenti edifici, viabilità ed aree che ospitano attività produttive. Di conseguenza per la buona parte di questi è prevista la contemporanea presenza di barriere acustiche (FOA). In questo caso il muro risulterà allineato rispetto alla barriera, dovendo svolgere anche la funzione di supporto di quest'ultima, e quindi posizionato in sezione trasversale con il paramento esterno ad una distanza di 2,60 metri dal limite della piattaforma stradale.

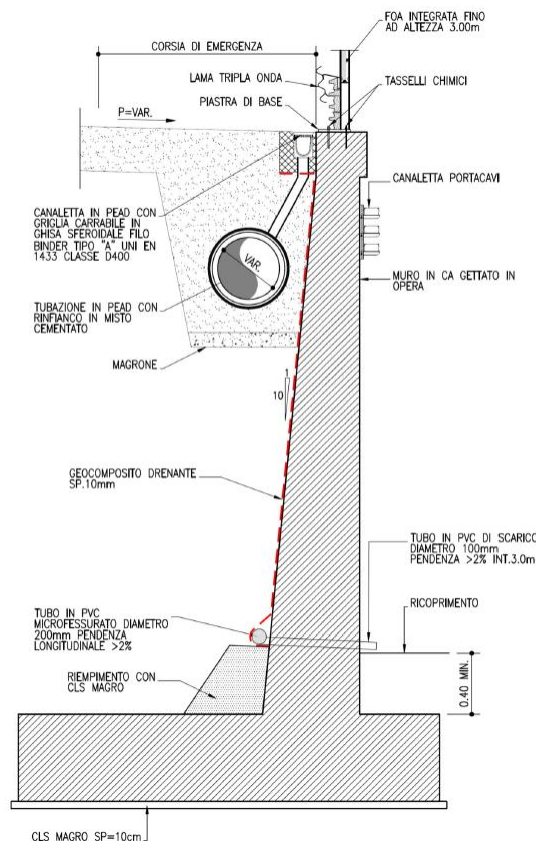


Figura 12-41 – Sezione tipologica del muro di sostegno

I dimensionamenti interni dei muri di sostegno sono stati organizzati per sezioni tipologiche, sviluppando le verifiche per diverse classi di altezza e per differenti stratigrafie di riferimento, in relazione all'elemento marginale di completamento previsto in sommità al muro stesso.

Per i dettagli delle tipologie analizzate si rimanda alla Relazione di calcolo specifica.

OPERA	progr. km inizio	progr. km fine	L (m)	Hmedia (m)
MS003	7+005,97	7+094,11	88.14	2.90
MS004	7+280,84	7+418,44	137.60	4.20
MS005	8+451,39	8+535,760	84.37	6.25
MS006	9+061,99	9+216,09	154.10	4.30

MS034	8+376,65	8+404,56	27.19	5.00
MS035	8+394,68	8+415,05	20.37	5.60
MS044	8+609,30	8+810,10	200.8	4.60
MS045	1+909,15	1+939,15	30	4.0

**Tabella 12-3 – Muri di sostegno**

### 12.5.2 Paratie definitive

In corrispondenza dei cavalcavia parzialmente predisposti di Svincolo Firenze Nord (CV003, pk 4+605) e di Via Salvador Allende (CV006, pk 5+248), i nuovi muri d'ala saranno costituiti da paratie di micropali e pali di medio diametro.

In particolare, la paratia definitiva del CV006 sarà realizzata con pali di medio diametro collegati in testa da un cordolo:

- pali  $\phi$ 800mm, interasse 1m e lunghezza compresa tra 11m e 16m;
- pali  $\phi$ 1000mm, interasse 1.2m e lunghezza compresa tra 17.5m e 19m.

La paratia definitiva del CV003 sarà costituita da una berlinese che lungo il proprio sviluppo vedrà l'impiego di micropali aventi le seguenti caratteristiche:

- diametro di perforazione 240mm, armatura tubolare  $\phi$ 168.3mm e spessore 10mm, interasse 250mm e lunghezza pari a 12m; dotata di micropali sub-verticali di lunghezza pari a 17m ed interasse 1m;
- diametro di perforazione 240mm, armatura tubolare  $\phi$ 168.3mm e spessore 12.5mm, interasse 250mm e lunghezza pari a 10m; dotata di micropali sub-verticali di lunghezza pari a 10m ed interasse non superiore a 2m;
- diametro di perforazione 240mm, armatura tubolare  $\phi$ 168.3mm e spessore 10mm, interasse 250mm e lunghezza pari a 8m; dotata di micropali sub-verticali di lunghezza pari a 8m ed interasse non superiore a 1.75m;
- diametro di perforazione 220mm, armatura tubolare  $\phi$ 139.7mm e spessore 10mm, interasse 400mm e lunghezza pari a 6m.

I micropali aventi funzione di tiranti passivi avranno un diametro di perforazione 220mm, armatura tubolare  $\phi$ 139.7mm e spessore 10mm e saranno eseguiti mediante iniezioni IGU.

Entrambe le paratie saranno dotate di muri in c.a. di rivestimento.

### 12.5.3 Opere di sostegno provvisorie

Il progetto delle opere di sostegno è stato elaborato consentendo di:

- proteggere e mantenere attivo l'esercizio dell'infrastruttura esistente;
- ridurre l'estensione degli scavi provvisori previsti;
- garantire gli opportuni livelli di sicurezza durante le operazioni di scavo soprattutto in relazione alla vicinanza di canali e corsi d'acqua.

Si prevede di realizzare opere di sostegno provvisorie costituite da:

- berlinesi di micropali tirantate (con tiranti attivi) e palancolate metalliche per la protezione del traffico in esercizio;
- dune o argini provvisori di protezione in relazione alle condizioni locali in vicinanze di corsi d'acqua.

Le opere provvisorie sono costituite principalmente da berlinesi provvisori come di seguito descritte:

### TIPO 0

Si tratta di una berlinese provvisoria di micropali disposti su una sola fila, con la presenza di tirantatura passiva mediante micropali inclinati.

I micropali verticali hanno le seguenti caratteristiche: tubo di armatura di diametro 139.7 e spessore 10 mm, diametro di perforazione 220, lunghezza di 7 m, interasse 0.40 m e iniezione a gravità. I micropali della tirantatura passiva, hanno le seguenti caratteristiche: tubo di armatura di diametro 139.7 e spessore 10 mm, diametro di perforazione 220, lunghezza di 15 m, interasse 1.60 m e inclinazione di 70° sull'orizzontale. I tiranti passivi vengono iniettati a gravità per la loro intera lunghezza, ma si considera non efficace il tratto iniziale di 5 m.

I micropali sono collegati in testa mediante un cordolo in c.a. di dimensioni 0.80x0.50 m. Davanti ai micropali è previsto uno strato di spritz-beton di spessore 10 cm armato con rete elettrosaldata.

Questa soluzione è applicabile per altezza di scavo non superiori a 2.5 m in presenza di sovraccarico da traffico stradale.

### TIPO 1

Si tratta di una berlinese provvisoria di micropali disposti su una sola fila, tirantata con un ordine di tiranti attivi.

I micropali hanno le seguenti caratteristiche: tubo di armatura di diametro 139.7 e spessore 10 mm, diametro di perforazione 220, lunghezza di 9 m, interasse 0.40 m e iniezione a gravità. I micropali sono collegati in testa mediante un cordolo in c.a. di dimensioni 0.50x0.50 m.

I tiranti sono del tipo a trefoli e disposti su 1 ordine, alla quota di -1.50 m da testa trave; essi hanno le seguenti caratteristiche:

- numero di trefoli: 3
- inclinazione: 20° rispetto all'orizzontale
- diametro di perforazione: 160mm
- interasse orizzontale: 1.60m

Come trave di ripartizione dei tiranti sono state adottate N° 2 travi HEB 180.

Questa soluzione è applicabile per altezza di scavo non superiori a 4.0 m in presenza di sovraccarico da traffico stradale.

### TIPO 2

Si tratta di una berlinese provvisoria di micropali disposti su una sola fila, tirantata con due ordini di tiranti attivi.

I micropali hanno le seguenti caratteristiche: tubo di armatura di diametro 139.7 e spessore 10 mm, diametro di perforazione 220, lunghezza di 12 m, interasse 0.40 m e iniezione a gravità. I micropali sono collegati in testa mediante un cordolo in c.a. di dimensioni 0.50x0.50 m.

I tiranti sono del tipo a trefoli e disposti su 2 ordini, alle quote di -1.50 m e -4.00 m da testa trave; essi hanno le seguenti caratteristiche:

#### 1° ordine

- numero di trefoli: 3
- inclinazione: 20° rispetto all'orizzontale
- diametro di perforazione: 160mm

interasse orizzontale: 1.60m

#### 2° ordine

numero di trefoli: 3

inclinazione: 20° rispetto all'orizzontale

diametro di perforazione: 160mm

interasse orizzontale: 1.60m

Come trave di ripartizione dei tiranti sono state adottate N° 2 travi HEB 180.

Questa soluzione è applicabile per altezza di scavo maggiore di 4.0 m e non superiore a 5.50 m in presenza di sovraccarico da traffico stradale.

#### *TIPO 3*

Si tratta di una berlinese provvisoria di micropali disposti su una sola fila, tirantata con tre ordini di tiranti attivi.

I micropali hanno le seguenti caratteristiche: tubo di armatura di diametro 139.7 e spessore 10 mm, diametro di perforazione 220, lunghezza di 14 m, interasse 0.40 m e iniezione a gravità. I micropali sono collegati in testa mediante un cordolo in c.a. di dimensioni 0.50x0.50 m.

I tiranti sono del tipo a trefoli e disposti su 3 ordini, alle quote di -1.50 m, -4.00 m e -6.00 da testa trave; essi hanno le seguenti caratteristiche:

#### 1° ordine

numero di trefoli: 3

inclinazione: 20° rispetto all'orizzontale

diametro di perforazione: 160mm

interasse orizzontale: 1.60m

#### 2° ordine

numero di trefoli: 3

inclinazione: 20° rispetto all'orizzontale

diametro di perforazione: 160mm

interasse orizzontale: 1.60m

#### 3° ordine

numero di trefoli: 3

inclinazione: 20° rispetto all'orizzontale

diametro di perforazione: 160mm

interasse orizzontale: 1.60m

Come trave di ripartizione dei tiranti sono state adottate N° 2 travi HEB 180.

Questa soluzione è applicabile per altezza di scavo maggiore di 5.5 m e non superiore a 7.0 m in presenza di sovraccarico da traffico stradale.

## 13 OPERE COMPLEMENTARI

### 13.1 BARRIERE DI SICUREZZA

Lungo il tracciato autostradale sarà prevista la posa di dispositivi di contenimento rispondenti alle prescrizioni contenute nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione" (D.M. n° 223 del 18.2.1992 e successive modificazioni ed integrazioni).

Per definire le soluzioni tecniche alla base del presente progetto, il Progettista ha preso a riferimento le principali tipologie di barriere, installabili secondo normativa vigente, presenti sul mercato. Quanto rappresentato negli elaborati del progetto delle barriere di sicurezza rappresenta pertanto una esemplificazione atta a definire compiutamente il progetto. L'Appaltatore dovrà, presentando ai sensi di legge il relativo progetto, individuare ed utilizzare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, barriere installabili secondo quanto previsto dalla normativa vigente (ai sensi del D.M. 28.06.2011 (Gun. 233 del 06.10.2011), dovranno essere installate barriere marcate CE) che possano garantire prestazioni analoghe secondo i criteri definiti nel progetto delle barriere di sicurezza. In conseguenza, tutti i disegni e i dettagli costruttivi dovranno, in fase costruttiva, essere adeguati alle caratteristiche delle barriere effettivamente utilizzate.

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

La definizione delle classi minime di barriere da adottare in progetto è stata operata, secondo quanto previsto dal D.M. 21.06.2004, con riferimento alla classe funzionale a cui appartiene la strada, alla classe di traffico e alla destinazione delle protezioni. Nello specifico, l'infrastruttura in oggetto è un'autostrada classe A secondo il D.Lgs. n.285 del 30 Aprile 1992 "Nuovo Codice della Strada", e con classe di traffico di tipo III in quanto negli scenari di traffico di progetto sono attese percentuali di veicoli pesanti superiori al 15% e TGM bidirezionali di molto superiore a 1000 veicoli/giorno.

Il D.M. 21.06.2004 definisce le classi minime da adottare per le barriere di sicurezza nelle diverse destinazioni (spartitraffico, bordo laterale e bordo ponte) in funzione del livello di traffico, come riportato nella tabella seguente relativamente alle sole autostrade e strade extraurbane principali.

Tipo di strada	Traffico	Destinazione barriere		
		Barriere spartitraffico a	Barriere bordo laterale b	Barriere bordo ponte c
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H3-H4

**Classi minime di barriere per autostrade e strade extraurbane principali**

Per quanto riguarda le installazioni in spartitraffico, i dispositivi di sicurezza dovranno avere caratteristiche di deformazioni tali da garantire il contenimento del dispositivo durante l'urto all'interno del margine interno. Con riferimento ai dispositivi da bordo laterale, questi dovranno avere caratteristiche di deformazione compatibili con il posizionamento degli elementi di arredo funzionale, quali barriere acustiche, pali di illuminazione, montanti di segnaletica verticale, e altri ostacoli lungo i bordi laterali.

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



### 13.1.1 Barriere da spartitraffico

I dispositivi impiegati dovranno essere preferibilmente caratterizzati da classe di severità A, potranno essere adottate barriere con livello di severità d'urto B nel caso in cui non risultino disponibili dispositivi della classe di contenimento e del materiale previsti nonché con caratteristiche di deformazione compatibili con i requisiti progettuali, rientranti nella classe di severità A.

La sezione trasversale tipologica di progetto prevede l'impiego di un margine interno di larghezza 4.00 metri, associato a uno spartitraffico costante di 2.60m protetto mediante un dispositivo costituito da due filari di barriere in cls da spartitraffico di classe H4, appoggiate sulla pavimentazione e con distanza netta tra i filari di 1,36 metri.

Nei tratti a carreggiate sfalsate, dove la pendenza dello spartitraffico è superiore al 3.85%, è stato previsto in progetto l'impiego di barriere in cls di tipo bordo ponte di classe H4 installate su cordoli in c.a. lato carreggiata alta, mentre lato carreggiata bassa di barriere in cls da spartitraffico di classe H4 appoggiate direttamente sulla pavimentazione.

Sulle opere d'arte principali ad impalcati sperati, è previsto in progetto l'impiego di barriere in cls di tipo bordo ponte di classe H4 in configurazione bifilare installate su cordoli in c.a.

Relativamente al tratto tra le pk 4+470 e 4+950 (tratto compreso tra barriera di Firenze Ovest e l'interconnessione con l'autostrada A1), vista la presenza del margine interno di larghezza ridotta è stato previsto in progetto l'impiego di dispositivi metallici monofilari bifacciali con classe di contenimento H4.

Per quanto concerne il margine laterale di separazione tra l'autostrada e le nuove corsie di emergenza (con funzione di corsie di servizio) è prevista, in carreggiata Ovest l'impiego di una barriera metallica monofilare bifacciale di classe di contenimento H4, ed in carreggiata Est un sistema di protezione costituito da due filari di barriere metalliche di classe H4 da bordo laterale.

L'impostazione progettuale è congruente con quanto previsto dal D.M. 21.06.2004, che per strade di classe A e condizioni di traffico III prevede l'adozione di barriere in spartitraffico con classe di contenimento H3 o H4.

Infine, in corrispondenza delle pile in spartitraffico dei cavalcavia esistenti sarà prevista la protezione mediante dei manufatti speciali in c.a., dotati di opportune transizioni con i dispositivi di ritenuta (in cls o metallici) in approccio ai tratti a monte e a valle della pila, in grado di evitare che le barriere ad esso adiacenti si spostino esponendo al traffico il bordo trasversale rigido del manufatto stesso.

### 13.1.2 Barriere da bordo laterale

La tipologia delle barriere per bordo laterale è quella di barriere metalliche a nastri e a paletti infissi, caratterizzate da un livello di severità di classe A. Dovranno essere impiegati dispositivi con nastro longitudinale principale a tripla onda, in modo da favorire il collegamento tra barriere di diversa tipologia. I dispositivi metallici a paletti infissi dovranno avere una larghezza totale del dispositivo non inferiore a 30cm, per consentirne la corretta installazione in relazione alla presenza sul margine stradale di cordolature ed altri elementi facenti parte del sistema di smaltimento idraulico delle acque di piattaforma. Per le barriere di sicurezza metalliche di tipo infisso da doversi installare su bordo rilevato dovranno essere impiegati dispositivi con infissione minima pari a 90 cm.

Le barriere per bordo laterale dovranno rispettare quanto prescritto dalla normativa per strade di classe A (autostrada) secondo il D.L.vo 285/92 e condizioni di traffico III. Di conseguenza, ai sensi del citato DM 21.06.2004, le classi di contenimento per le barriere da installare saranno H2 o H3. I criteri per la scelta delle barriere, tra le due classi indicate dalla norma (H2 o H3), sono riassunti nella tabella seguente, in relazione all'adozione in progetto di scarpate con pendenza 4/7.

Pendenza delle scarpate	Altezza del rilevato (m)	Classe barriera
4/7	≤ 3	nessuna protezione <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>
4/7	> 3	min H2 <sup>(2)</sup>

(1) In presenza di strade, ferrovie, edifici, fiumi, canali, ecc. ad una distanza dal confine stradale compresa tra 12 m e 60 m (fascia di rispetto) deve essere sempre prevista una barriera di classe H2.

(2) In presenza di strade, ferrovie, edifici, fiumi, canali, ecc. ad una distanza dal confine stradale minore di 12 m deve essere sempre prevista una barriera di classe H3.

(3) Al fine di evitare continue discontinuità nella protezione del margine laterale, anche i tratti in rilevato non richiedenti la protezione secondo i criteri indicati in tabella, dovranno comunque essere protetti se di sviluppo inferiore a 100 m.

**Criteri di scelta per barriere bordo laterale – Autostrade - Classe di traffico III.**

### 13.1.3 Barriere per i margini di ponti, viadotti e sottovia

La tipologia delle barriere su opera d'arte è quella di barriere metalliche a nastri, dovranno essere impiegati dispositivi con nastro longitudinale principale a tripla onda, in modo da favorire il collegamento tra barriere di diversa tipologia.

Tutte le barriere bordo ponte, dovranno essere preferibilmente caratterizzate da classe di severità A. Potrà essere adottata una barriera con livello di severità d'urto B nel caso in cui non risultino disponibili dispositivi della classe e del materiale previsti e con le caratteristiche di deformazione compatibili con le larghezze dei cordoli previsti in progetto (ovvero con la distanza da eventuali ostacoli) rientrante nella classe A.

Le barriere per i bordi delle opera d'arte devono essere quelle prescritte dalla normativa per strade di classe A e condizioni di traffico III, di conseguenza, le classi di contenimento, ai sensi del D.M. 21.06.2004 sono, H2, H3 o H4.

I criteri per la scelta della classe delle barriere, tra quelle consentite dalla norma, sono riassunte nella tabella seguente.

Luce libera complessiva (m)	Insedimenti abitativi o industriali al margine / scavalcamenti su strade, ferrovie	Classe
≤ 10	NO	classe prevista per l'adiacente bordo laterale (H2 o H3)
≤ 10	SI	H3
> 10 <sup>(1)</sup>	NO	min H3 <sup>(2)</sup>
> 10 <sup>(1)</sup>	SI	H4

(1) Per quanto attiene al dimensionamento ed alle verifiche dello sbalzo sulle opere d'arte, si farà riferimento, in ogni caso, alla più gravosa tra le due protezioni previste;

(2) La scelta tra la classe H3 o H4 verrà effettuata dal progettista sulla base delle seguenti considerazioni: livello di incidentalità, percentuale di veicoli pesanti, andamento planoaltimetrico del tracciato (rettifilo o curva, tratti in forte pendenza), altezza delle pile, vulnerabilità ambientale del fiume attraversato.

**Criteri di scelta per barriere da bordo opera d'arte – Autostrade - Classe di traffico III**

Per la definizione dei livelli di contenimento della protezione in corrispondenza dei muri di sostegno si sono previsti gli stessi criteri utilizzati per la protezione del bordo laterale, analogamente a quanto fatto per le opere di luce inferiore a 10 m.

Per la protezione dei cavalcavia sarà da prevedersi sempre, indipendentemente dal rango della viabilità sovrappassante, l'impiego di barriere di classe H3, ritenendo prioritario il contenimento dei veicoli in relazione al rischio di caduta di questi in autostrada.

### 13.1.4 Barriere in corrispondenza delle viabilità interferite

Il progetto stradale comprende anche la sistemazione delle viabilità interferite limitatamente ai tratti in cui è necessaria la modifica dell'attuale assetto plano-altimetrico. Si tratta di viabilità, che corrono parallelamente all'autostrada, o costituite da assi viari di attraversamento autostradale in cavalcavia e in sottovia, riconducibili a molteplici categorie: strade extraurbane secondarie (tipo C), strade urbane di quartiere (tipo E), strade locali in ambito urbano e extraurbano (tipo F) e strade a destinazione particolare. Tali viabilità sono in gran parte con velocità di progetto inferiore a 70 km/h (eccezion fatta per le viabilità in ambito extraurbano tipo C e F) e, pertanto, secondo quanto previsto dall'art. 2 del D.M.223/92 e come ribadito dalla recente Circolare Esplicativa del 21.07.2010 (doc. in rif. A9), ricadenti fuori dal campo di applicazione del suddetto decreto.

Anche per queste viabilità, laddove ritenuto opportuno si è comunque prevista l'installazione di dispositivi di ritenuta, soprattutto per garantire adeguata protezione all'autostrada nel caso di viabilità sovrappassanti (cavalcavia).

In questo ultimo caso (viabilità in cavalcavia) il criterio di scelta delle zone da proteggere e dei relativi livelli di protezione è stato determinato, indipendentemente dal rango della strada, dall'opportunità di garantire un adeguato contenimento dei veicoli in relazione al rischio che questi possano finire in autostrada, è stato quindi di conseguenza previsto l'impiego di barriere con livello di contenimento di classe H3.

Per i restanti casi, per la definizione delle classi minime dei dispositivi, si è fatto riferimento ai livelli di contenimento previsti per ciascuna tipologia di strada dal D.M. 21.06.2004 in condizioni di traffico di tipo III, come riportato nelle tabelle seguenti:

Tipo di strada	Traffico	Destinazione barriere		
		Barriere spartitraffico a	Barriere bordo laterale b	Barriere bordo ponte c
Strade extraurbane secondarie (C) e strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3

**Classi minime di barriere per strade extraurbane secondarie (C) e strade urbane di scorrimento (D)**

Tipo di strada	Traffico	Destinazione barriere		
		Barriere spartitraffico a	Barriere bordo laterale b	Barriere bordo ponte c
strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

**Classi minime di barriere per strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)**

### 13.2 SEGNALETICA

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

### 13.2.1 Segnaletica verticale

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

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

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

#### 13.2.1.1 Marcatura CE per la segnaletica verticale

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

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

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

#### 13.2.1.2 Pellicole e Garanzie

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

Le caratteristiche colorimetriche ed il fattore di luminanza  $\beta$  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 micropismi.

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 micropismi.

#### 13.2.1.3 Strutture di sostegno

I sostegni per cartelli e targhe di superficie inferiore a 6 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> 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.

#### 13.2.1.4 Staffe per fissaggio ai sostegni

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

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

### 13.2.2 Segnaletica verticale

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

In particolare, "i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali antisdrucchiolevoli e non devono sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione". Di seguito si da 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".

#### 13.2.2.1 Requisiti e livelli prestazionali

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

Retroriflettenza: coefficiente di luminanza retro riflessa per visibilità notturna in condizioni d'illuminazione artificiale del segnale asciutto,  $RL \geq 150 \text{ mcdxm}^2\text{lx}^{-1}$  (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).

#### 13.2.2.2 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;
- Freccie 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 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".

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

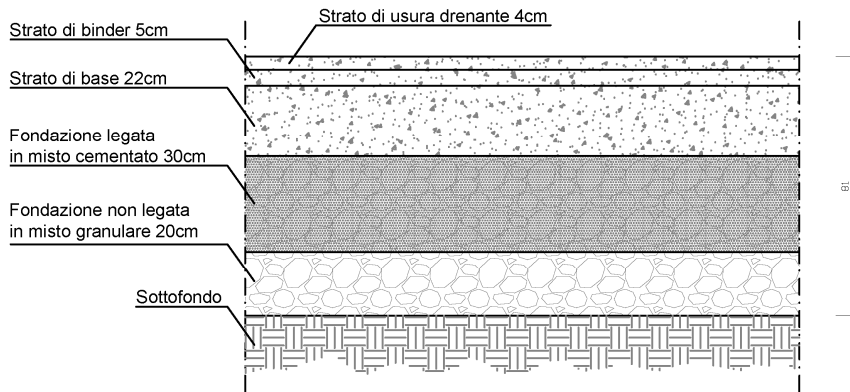
- termoplastico:
  - per la realizzazione di strisce longitudinali per la delimitazioni delle corsie in autostradale
  - per la doppia striscia bianca di svincolo
  - per le corsie di entrata e uscita:
- pittura a freddo con microsfere di vetro premiscelate e post-spruzzate:
  - segnaletica interna agli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

### 13.3 PAVIMENTAZIONI

#### 13.3.1 Pavimentazioni su nuovo sedime

Il progetto delle pavimentazioni per le nuove corsie di marcia lenta (in seguito alla completa demolizione della sovrastruttura dell'attuale emergenza) e di emergenza ha previsto l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 81 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 22 cm;
- Fondazione legata in misto cementato di 30 cm;
- Fondazione non legata in misto granulare di 20 cm.



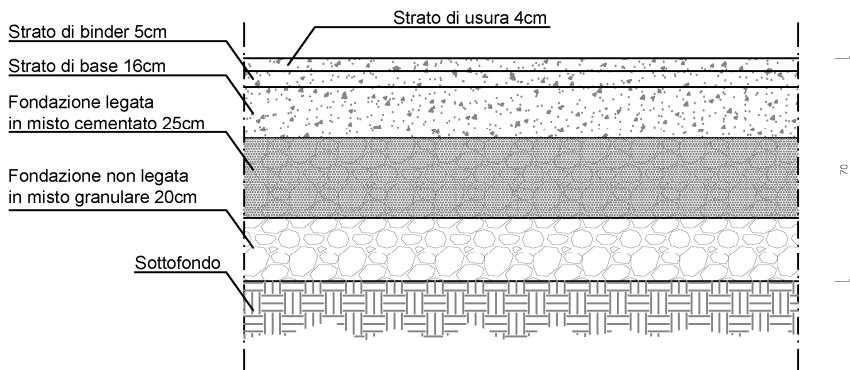
Composizione della sovrastruttura di progetto\_Intervento TIPO 1A-1B

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

Per l'adeguamento delle rampe degli svincoli esistenti è previsto l'impiego della sovrastruttura da 81 cm adottata per l'ampliamento della piattaforma autostradale.

Per le nuove rampe dello svincolo di Prato Est è previsto l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 70 cm (TIPO 1D) con una sovrastruttura così composta:

- Usura in conglomerato bituminoso (CB) di tipo chiuso 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 16 cm;
- Fondazione legata in misto cementato di 25 cm;
- Fondazione non legata in misto granulare di 20 cm.



Composizione della sovrastruttura di progetto\_Intervento TIPO 1D

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).

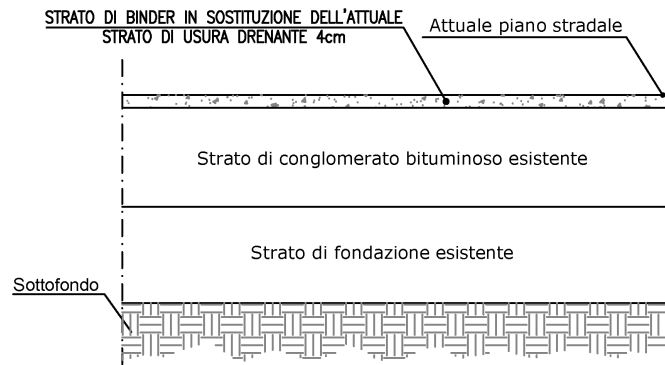
Per i tratti su impalcato è prevista la stesa dei soli strati di binder e usura drenante/chiusa con l'interposizione tra la soletta e la pavimentazione di uno strato di impermeabilizzazione di spessore pari a 1 cm.

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

### 13.3.2 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.

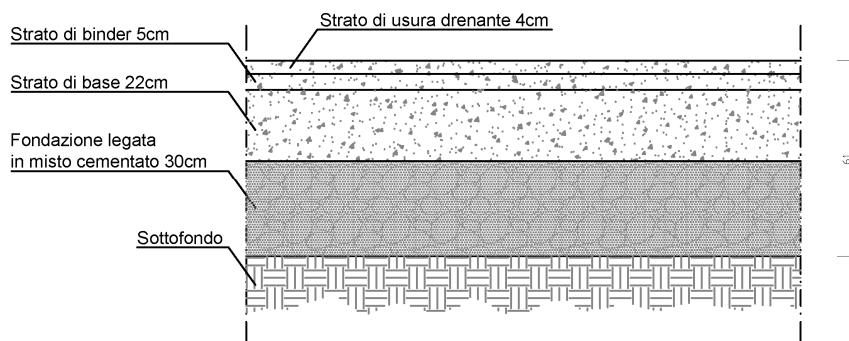


*Intervento TIPO 0*

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).

Sono inoltre previsti interventi di risanamento profondo delle attuali corsie specializzate (TIPO 2A – RP) su cui, nella configurazione di progetto, transiterà il traffico circolante sulla corsia di marcia lenta e sulle quali, al fine di garantire l'esercizio dello svincolo durante la cantierizzazione dei lavori, non è possibile realizzare l'intervento di nuova pavimentazione (TIPO 1A-1B). In tali ambiti l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 61 cm 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 22 cm;
- Fondazione legata in misto cementato di 30 cm.



*Composizione della sovrastruttura di progetto\_ Intervento TIPO 2A-RP*



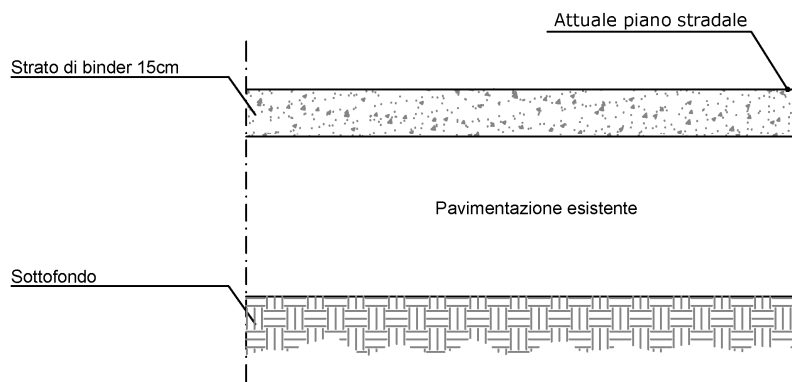
Per maggiori dettagli relativi all'ubicazione degli interventi di risanamento all'interno della piattaforma esistente si rimanda agli specifici elaborati grafici allegati al progetto.

### 13.3.3 Riqualifica dello spartitraffico

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

#### Sovrastruttura TIPO 2B – 2C – 2D Ampliamento simmetrico:

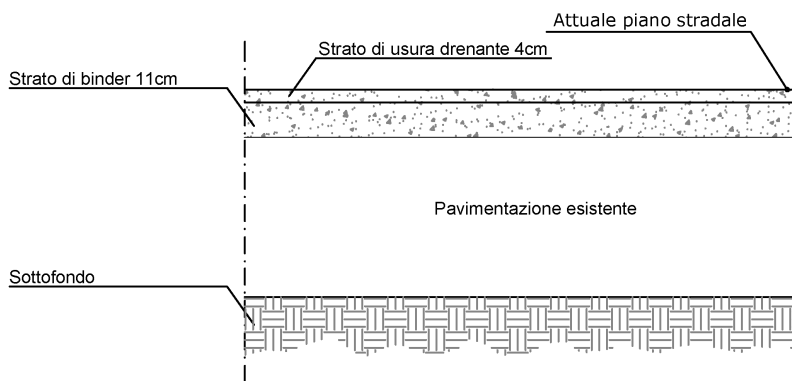
- Fresatura per uno spessore di 15cm;
- Stesa strato di binder in CB con bitumi modificati tipo Hard di 15 cm.



Composizione della sovrastruttura di progetto\_Intervento TIPO 2B

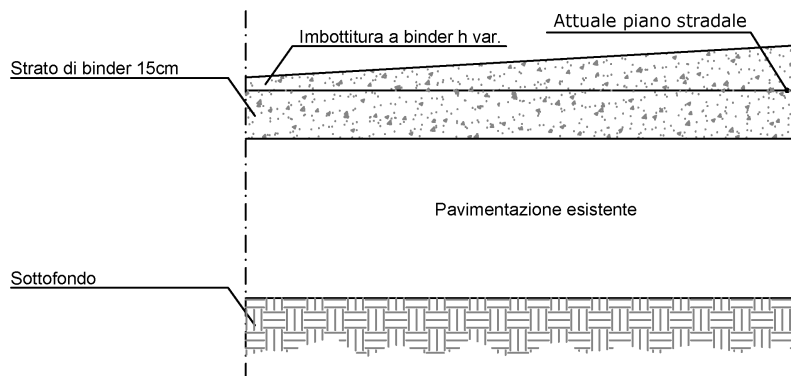
La sovrastruttura TIPO 2C si differenzia dalla TIPO 2B nel tratto compreso tra le pk 4+456 e pk 5+545 dove la quota progetto coincide con la quota esistente.

- Fresatura per uno spessore di 15cm;
- Stesa strato di binder in CB con bitumi modificati tipo Hard di 11 cm;
- Stesa usura drenante in CB con bitumi modificati tipo Hard di 4 cm.



Composizione della sovrastruttura di progetto\_Intervento TIPO 2C

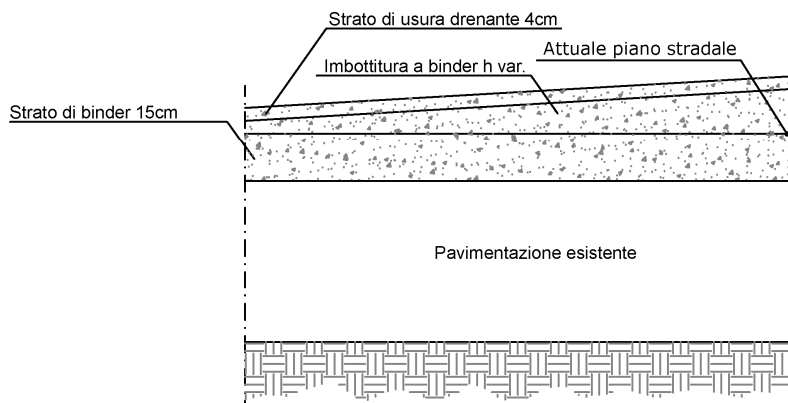
La sovrastruttura TIPO 2D si differenzia dalla TIPO 2C per la presenza dell'imbottitura in conglomerato bituminoso nei tratti in curva ai fini dell'adeguamento delle pendenze trasversali.



Composizione della sovrastruttura di progetto\_Intervento TIPO 2D

Sovrastruttura TIPO 2E Ampliamento asimmetrico:

- Fresatura per uno spessore di 15cm;
- Stesa strato di binder in CB con bitumi modificati tipo Hard di 15 cm;
- Imbottitura in CB (h=var.)
- Stesa usura drenante in CB con bitumi modificati tipo Hard di 4 cm.



Composizione della sovrastruttura di progetto\_Intervento TIPO 2E

### 13.4 BARRIERE ACUSTICHE

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

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

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

Nelle planimetrie di progetto sono quindi indicate le localizzazioni e le dimensioni delle mitigazioni acustiche previste. Nel seguito sono riportate le barriere acustiche previste:

WBS BARRIERA ACUSTICA	COMUNE	Carreggiata	Chilometrica Autostrada		Caratteristiche intervento		
			DA	A	Lungh. [m]	Altez. [m]	Tipologia
FO080	Firenze	Ovest	km 0+970,53	km 1+122,57	152.2	3	Trasparente
FO081	Firenze	Est	km 1+028,35	km 1+140,00	113	4	Opaca
FO001	Campi Bisenzio	Ovest	km 6+139,24	km 6+297,44	158.2	3	Trasparente
FO002	Campi Bisenzio	Ovest	km 6+744,06	km 6+934,06	190	5	Opaca
FO03A	Campi Bisenzio	Est	km 6+936,61	km 7+025,21	88.6	5	Opaca
FO03B	Campi Bisenzio	Est	km 7+025,21	km 7+094,11	68.9	3	Opaca
FO004	Campi Bisenzio	Est	km 7+280,84	km 7+418,44	137.6	3	Opaca
FO005	Campi Bisenzio/Prato	Est	km 8+376,65	km 8+429,51	52.57	3	Trasparente
FO006	Prato	Ovest	km 8+394,68	---	177.32	4	Trasparente
FO020	Prato	Piazzale	---	---	136.5	2m muro+3 m Foa	Opaca
FO007	Prato	Ovest	km 9+589,90	km 9+743,07	153.2	3	Trasparente

Tabella 10-5 – Riepilogo mitigazioni acustiche

L'obiettivo primario del contenimento delle emissioni acustiche 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.

In particolare la tipologia di barriera che si prevede di utilizzare presenta le pannellature fonoassorbenti in corten con la parte sommitale (per barriere oltre i 3.50 m di altezza) in materiale trasparente (PMMA).

Per ogni altezza possibile prevista, verrà individuata la quota parte di PMMA, quindi di lastra trasparente collocata nella parte alta superiormente ai pannelli fonoassorbenti, con caratteristiche dimensionali compatibili con le dimensioni standard esistenti sul mercato e ottimali rispetto alle esigenze di inserimento ambientale ed in funzione del livello di assorbimento acustico richiesto (in generale pari al 25%).

Al fine di garantire il più possibile la godibilità dal percorso dell'autostrada del paesaggio circostante in particolare nei tratti tutelati ai sensi del D.Lgs.42/2004 e s.m.i. sono state introdotte barriere acustiche trasparenti (PMMA).

Per le tipologie utilizzate si rimanda agli elaborati progettuali specifici.

## 13.5 OPERE A VERDE

Le opere a verde hanno l'obiettivo di inserire l'infrastruttura autostradale nell'ambiente attraversato, di riqualificare gli ambiti marginali interessati dai lavori e di recuperare, dal punto di vista ambientale, le aree utilizzate nella fase di cantierizzazione.

Le tipologie di sistemazione a verde hanno tenuto conto principalmente delle problematiche inerenti la visibilità paesaggistica dell'opera, l'impatto sulla componente vegetazionale e faunistica in termini di habitat sottratto e la morfologia del territorio.

L'analisi quindi di questi elementi ha permesso di individuare le aree maggiormente sensibili all'impatto dell'opera e di definire le idonee sistemazioni a verde in termini di specie floristiche impiegate e di localizzazione.

### 13.5.1 Riferimenti normativi per la progettazione delle opere a verde

I criteri per la progettazione degli interventi vegetazionali tengono conto in primo luogo dei vincoli normativi rappresentati principalmente dai testi ufficiali della Regione Toscana per gli aspetti inerenti la conservazione del patrimonio forestale, quali la LR 39/2000 "*Legge forestale della Toscana*" e s.m.i., la DPGR Toscana 48R/2003 "*Regolamento forestale della Toscana*", la Delibera N. 781 del 04/08/2003 "*Aggiornamento allegato A della LR 39/00 "Legge forestale della Toscana - Elenco degli alberi e arbusti costituenti la vegetazione forestale della Toscana, nonché i manuali e le linee guida APAT e le "Linee guida per capitoli speciali per interventi di ingegneria naturalistica e lavori di opere a verde"*" del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Oltre a tali riferimenti sono state considerate le norme relative alla distanza delle alberature dalla strada e dalle proprietà private indicate nel Nuovo Codice della Strada e nel relativo Regolamento di attuazione (D.Lgs. 30/04/1992 e s.m.i.), e nel Codice Civile.

### 13.5.2 Descrizione degli interventi a verde previsti

Sulla scorta dei rilievi fitosociologici e fisionomici eseguiti e sulle caratteristiche stazionali presenti sono state quindi individuate le specie vegetali autoctone ed alcune con caratteristiche ornamentali, per la realizzazione di filari alberati e arbustivi con necessità ecologiche ed agronomiche ottimali alle caratteristiche dell'area d'intervento.

La scelta della vegetazione, al fine di garantire una continuità con le aree naturali esterne all'area, ricade su specie autoctone con altezze e habitus vegetativi conformi alle restrizioni imposte dalle normative in fatto di distanze dalla infrastruttura autostradale.

Le mitigazioni ambientali sono essenzialmente di due tipologie, i filari arborei e le siepi arbustive, con l'aggiunta di alcuni alberi isolati ornamentali. Nelle planimetrie di progetto (a cui si rimanda per una maggiore chiarezza data la grande scala delle opere a verde) sono individuate le sistemazioni ambientali.

Di seguito si riporta una sintesi delle specie vegetali di tipo lineare in relazione al sesto di impianto previsto.

SPECIE ARBOREE	DIMENSIONE ALL'IMPIANTO	SESTO DI IMPIANTO
<i>Acer campestre</i>	vaso circ. 18-20 cm	5 x 5 m
<i>Morus nigra</i>	zolla circ. 16-18 cm	5 x 5 m
<i>Pyrus pyraster</i>	vaso circ. 10-12 cm	5 x 5 m
<i>Sorbus torminalis</i>	zolla circ. 16-18 cm	5 x 5 m
<i>Morus alba</i>	zolla circ. 16-18 cm	5 x 5 m
<i>Malus sylvestris</i>	zolla circ. 18-20 cm	5 x 5 m
<i>Sorbus domestica</i>	vaso circ. 12-14 cm	5 x 5 m
<i>Prunus avium</i>	vaso circ. 18-20 cm	10 x 10 m
<i>Quercus robur</i>	vaso circ. 18-20 cm	10 x 10 m
<i>Populus alba</i>	zolla circ. 18-20 cm	10 x 10 m
<i>Tilia cordata</i>	zolla circ. 18-20 cm	10 x 10 m
<i>Carpinus betulus</i>	zolla circ. 18-20 cm	10 x 10 m
SPECIE ARBUSTIVE		
<i>Sambucus nigra</i>	vaso 3	2 x 2 m
<i>Crataegus monogyna</i>	zolla circ. 14-16 cm	2 x 2 m
<i>Crataegus oxyacantha</i>	zolla circ. 14-16 cm	2 x 2 m
<i>Philadelphus coronarius</i>	vaso 9	2 x 2 m
<i>Cornus sanguinea</i>	vaso 10	2 x 2 m
<i>Prunus spinosa</i>	vaso 3	2 x 2 m
<i>Rosa canina</i>	vaso 15	2 x 2 m
<i>Laurus nobilis</i>	vaso 15	2 x 2 m
<i>Cotonaster lacteus</i>	vaso 18	2 x 2 m
<i>Spartium junceum</i>	vaso 18	2 x 2 m
<i>Ligustrum vulgare</i>	vaso 18	2 x 2 m

Figura 42 – Ambito del corpo autostradale | Opere a verde di tipo lineare

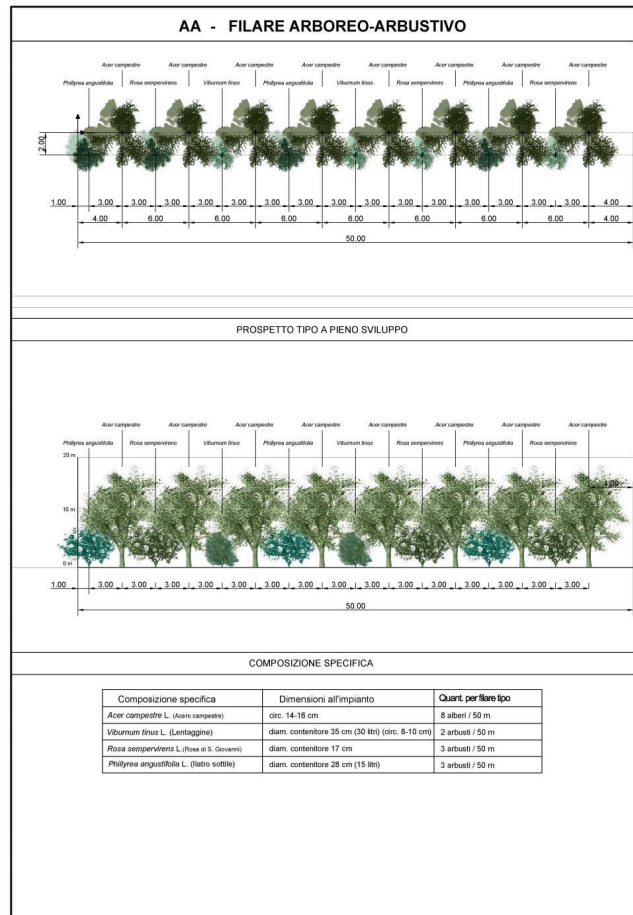


Figura 43 – Ambito di via casello | Opere a verde AA-Filare arboreo-arbustivo

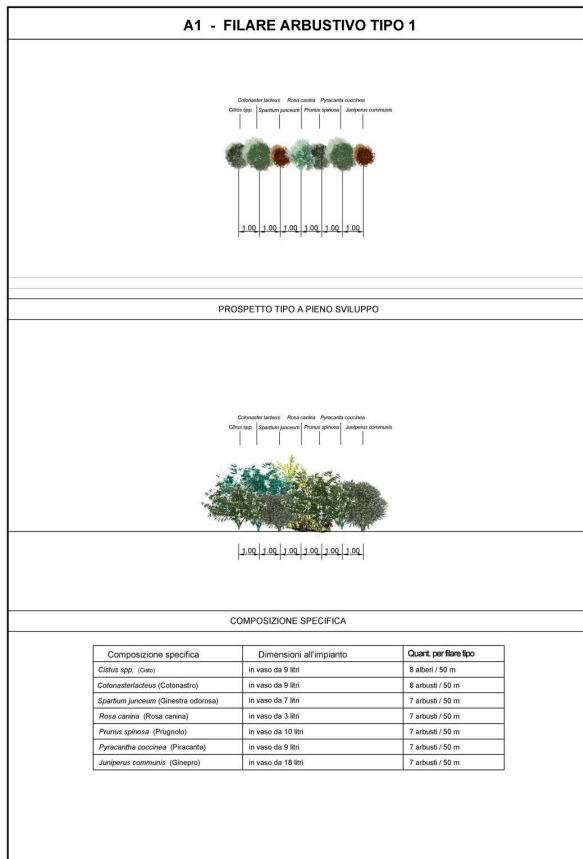


Figura 44 – Ambito di via casello | Opere a verde A1 - Filare arbustivo tipo 1

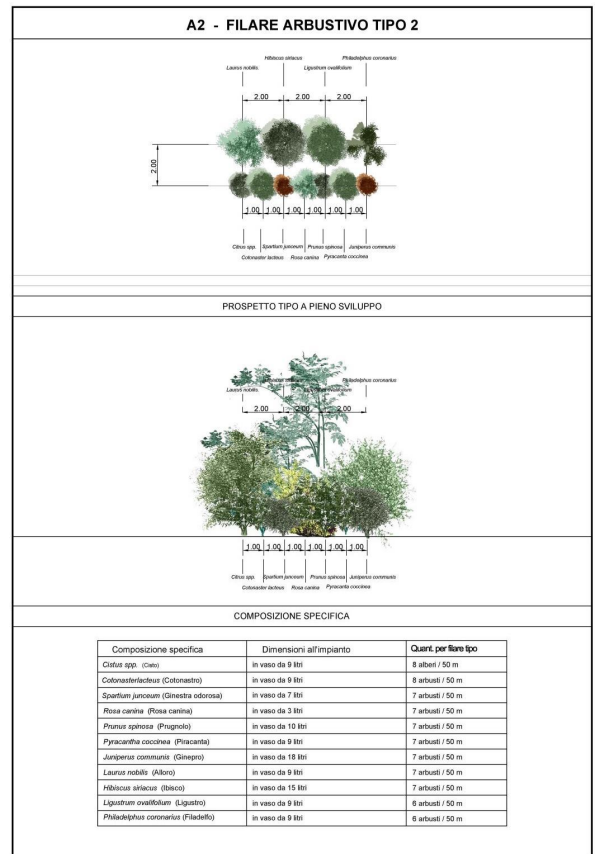


Figura 45 - Ambito di via casello | Opere a verde A2 - Filare arbustivo tipo 2

Dal punto di vista faunistico, si evidenzia che nell'area in esame non risultano presenti popolazioni di ungulati, o mammiferi di grossa taglia. Di conseguenza, non sono previste recinzioni faunistiche anti-attraffamento per l'intervento in progetto.

Considerando poi le soluzioni progettuali scelte per le opere d'arte minori, in particolare, relativamente alle sezioni e alla densità delle opere in rapporto alle caratteristiche faunistiche dell'area e morfologiche del terreno, queste sono risultate sufficienti a permettere la permeabilità dell'infrastruttura nei confronti di eventuali movimenti della fauna minore, per cui non sono previsti ulteriori misure mitigative.

Sono, inoltre, presenti attraversamenti a sezione molto ampia, quali ponti e viadotti, che permettono il passaggio anche alle specie più esigenti, in merito ai varchi, per spostarsi.

Per quanto riguarda il recupero ambientale delle aree di cantiere si deve prevedere il recupero del suolo agrario al fine di restituire un terreno adatto alla coltivazione.

Gli interventi di ricostruzione del suolo necessario alle fasi di recupero ambientale, considerando anche le modalità di asportazione, accantonamento e conservazione del suolo rimosso durante le prime fasi di predisposizione del cantiere, sono descritte dettagliatamente nella relazione tecnico-specialistica (cfr. elaborato SUA0100).

## 14 SVINCOLI ED AREE DI SERVIZIO

Nell'ambito dell'intervento, sono presenti i seguenti svincoli / aree di servizio:

- Sesto Fiorentino (tipologia a semi quadrifoglio in regime aperto – progr. km 1+895);
- Area di Servizio Peretola (progr. km 3+000).
- Interconnessione con l'Autostrada A11 Milano – Napoli e casello di Firenze Nord (schema di svincolo complesso – progr. km 4+930);
- Prato Est (tipologia a trombetta – progr. km 8+556);

Il progetto di ampliamento a tre corsie della A11 prevede l'adeguamento geometrico delle rampe e delle corsie specializzate di immissione e diversione per detti svincoli e per l'area di servizio esistenti, resosi necessario in relazione alla mutata larghezza della piattaforma autostradale, a standard progettuali più moderni, in grado di offrire migliori condizioni di deflusso e sicurezza.

Il progetto ha previsto l'adeguamento del nodo urbano di Peretola a inizio lotto per la quale si rimanda alla specifica relazione, dando di seguito una breve descrizione dell'intervento.

### 14.1 ADEGUAMENTO NODO URBANO DI PERETOLA

Per la sua specificità e per il fatto che comunque l'ente gestore dell'opera sarà il Comune di Firenze, si è ritenuto opportuno mantenere le impostazioni di PD tenendo separato l'adeguamento del nodo urbano di Firenze Peretola dall'intervento di ampliamento autostradale.

Obiettivo della nuova sistemazione del nodo è di interconnettere in modo fluido e senza interferenze i principali flussi di traffico ivi confluenti, assorbendo traffici primari che oggi impropriamente percorrono viabilità secondarie, o addirittura locali, aumentando, nel contempo, la capacità di ricevere e smistare in particolare i flussi maggiori da/per l'Autostrada A11 e da/per Viadotto dell'Indiano verso il centro di Firenze.

In tal senso si è proceduto alla realizzazione di nuovi assi viari e alla razionalizzazione dei percorsi esistenti cercando, trattandosi di una zona fortemente urbanizzata, di limitare al massimo il consumo di territorio utilizzando, ove possibile, porzioni di viabilità esistenti, sia pure con gli adeguamenti necessari.

I tracciati plano-altimetrici risultano necessariamente vincolati a tale impostazione progettuale, nonché alle numerose infrastrutture presenti e ai sottoservizi (rete fognaria).

In particolare la presenza dell'aeroporto "Amerigo Vespucci", situato a Nord dell'autostrada A11, del viadotto ferroviario della linea Firenze-Pisa, che taglia l'area di Peretola da Est a Ovest, e dell'incompiuto viadotto dell'Indiano hanno rappresentato dei vincoli plano-altimetrici imprescindibili.

L'intervento consiste nell'adeguamento e potenziamento dell'esistente intersezione di Peretola ed è stato sviluppato prendendo a riferimento il DM del 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" come previsto dall'articolo 2 comma 3 del decreto medesimo.

Data la singolarità dell'intervento, dettata dalla presenza di 23 assi di svincolo, alcuni dei quali già in parte esistenti, e considerato che questo si realizza in ambito urbano, le sezioni tipo sono state omogeneizzate assimilando gli assi di svincolo a sezioni tipo E/D da DM 5/11/2001.

In considerazione di quanto sopra esposto, l'intersezione è stata sviluppata per un intervallo di velocità compreso tra 40 e 60 km/h, anche in relazione al fatto che essendo in ambito urbano è vigente un limite di 50 km/h.

Per quanto riguarda le opere d'arte principali figurano il viadotto Palagio e i due viadotti dell'Indiano, tutti realizzati in acciaio, e tre sottovia in cemento armato.

Particolare cura è stata rivolta al progetto del sistema di smaltimento delle acque meteoriche dovendo questo integrarsi con la rete fognaria esistente; in particolare si sono previste delle vasche di laminazione allo scopo di regolare la portata d'acqua proveniente dalla nuova piattaforma stradale prima che essa venga riversata interamente nelle fognature o nei canali esistenti.

Per una trattazione di dettaglio si rimanda alla relazione generale del nodo (S0-GEN-00000-00000-R-GEN1100-0).

## 14.2 PROGETTAZIONE DELLE INTERSEZIONI

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 cogenza 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 sono state definite a partire dagli intervalli di velocità indicati nella tabella 7 del paragrafo 4.7.1 della norma e riportati per completezza nella tabella seguente:

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

Tabella 14-1 – Velocità di progetto per le varie tipologie di rampe

Per le rampe indirette il valore indicato in tabella rappresenta la velocità minima di progetto mentre la velocità di progetto massima è assunta pari a quella della corrispondente rampa semidiretta.

## 14.3 CRITERI PROGETTUALI

La normativa, di riferimento per l'adeguamento delle intersezioni esistenti e cogente per interventi di nuova realizzazione, richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

- 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.

Per quanto riguarda l'analisi delle distanze di visibilità e il dimensionamento delle corsie specializzate si rimanda ai relativi paragrafi nel seguito della presente relazione.

Per quanto riguarda le larghezze degli elementi modulari si è fatto riferimento alle indicazioni contenute alla 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.

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	-

Tabella 14-2 – Larghezze degli elementi modulari

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", di seguito sono riportate le verifiche prese in considerazione:

- a) raggi minimi planimetrici;
- b) parametri minimi e massimi delle clotoidi;
- c) pendenze longitudinali massime;
- d) raggi altimetrici minimi (raccordi concavi);
- e) raggi altimetrici minimi (raccordi convessi).

*(a) Raggio minimo delle curve planimetriche.*

Le curve circolari devono aver un raggio superiore al raggio minimo previsto dal DM 19/04/2006 che risulta funzione della velocità minima dell'intervallo di progetto (vedi Tabella 14-3).

Velocità di progetto minima	(km/h)	30	40	50	60	70	80
Raggio planimetrico minimo	(m)	25	45	75	120	180	250

Tabella 14-3 – Raggi minimi delle rampe in funzione della velocità di progetto minima

*(b) Parametro A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)*

Per l'inserimento di curve a raggio variabile, si è fatto riferimento ai criteri contenuti nel D.M. 5/11/2001.

*(c) Pendenze longitudinali massime*

La pendenza massima delle livellette, consentita dal DM 19/04/2006, è funzione della velocità di progetto come riportato in Tabella 14-4.

Velocità di progetto minima	(km/h)	30	40	50	60	70	80
Pendenza massima in salita	(%)	10	7.0		8.0		
Pendenza massima in discesa	(%)	10	8.0		6.0		

Tabella 14-4 – Pendenze massime delle rampe

*(d) Raccordi verticali convessi*

Per l'inserimento di raccordi verticali convessi si è fatto riferimento ai criteri contenuti nel D.M. 5/11/2001

*(e) Raccordi verticali concavi*

Per l'inserimento di raccordi verticali concavi si è fatto riferimento ai criteri contenuti nel D.M. 5/11/2001

## 14.4 CRITERI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE CORSIE SPECIALIZZATE

Il dimensionamento delle corsie specializzate di immissione e diversione è stato effettuato con riferimento ai criteri contenuti nelle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. 19.04.2006).

### 14.4.1 Corsie di immissione (o di entrata)

Con riferimento allo schema di Figura 14-1 la lunghezza del tratto di accelerazione  $L_{a,e}$  è calcolata mediante la seguente espressione:

$$L_{a,e} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a}$$

dove:

- $L_{a,e}$  (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- $v_1$  (m/s) è la velocità all'inizio del tratto di accelerazione (per  $v_1$  si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di entrata);
- $v_2$  (m/s) è la velocità alla fine del tratto di accelerazione, pari a  $0,80 \cdot v_p$  (velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette, desunta dal diagramma di velocità)
- $a$  (m/s<sup>2</sup>) è l'accelerazione assunta per la manovra pari a  $1 \text{ m/s}^2$ .

Il tratto di raccordo  $L_{v,e}$  ha una lunghezza pari a 75 metri per velocità di progetto, della strada su cui la corsia si immette, superiori a 80 km/h ( $L_{v,e} = 50$  metri per velocità di progetto minori o uguali a 80 km/h).

La zona di immissione 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.

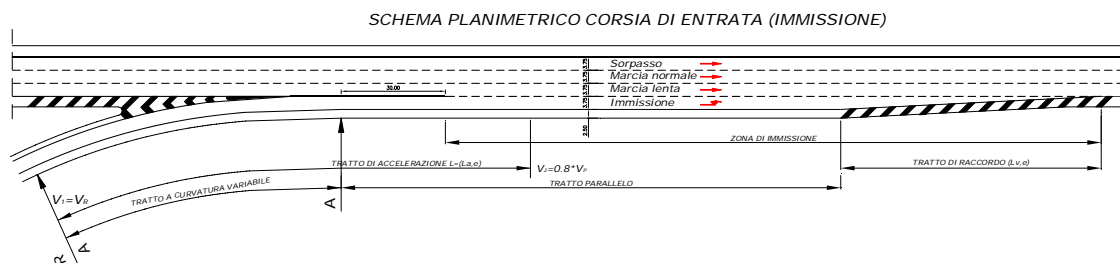


Figura 14-1 – Schema planimetrico corsia di immissione

### 14.4.2 Corsie di diversione (o di uscita)

Con riferimento al caso di configurazione parallela (Figura 14-2), la lunghezza del 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) è correlata alla diminuzione di velocità longitudinale tra quella del ramo da cui provengono i veicoli in uscita e quella ammissibile con il raggio di curvatura della rampa.

La lunghezza del tratto di decelerazione  $L_{d,u}$  viene calcolata pertanto mediante criterio cinematico utilizzando la seguente espressione:

$$L_{d,u} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2a}$$

dove:

- $L_{d,u}$  (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- $v_1$  (m/s) è la velocità di ingresso nel tronco di decelerazione pari alla velocità di progetto del ramo da cui provengono i veicoli in uscita (velocità di progetto desunta dal diagramma di velocità);
- $v_2$  (m/s) è la velocità di uscita dal tronco di decelerazione (per  $v_2$  si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di uscita);
- $a$  (m/s<sup>2</sup>) è la decelerazione assunta per la manovra pari a 3 m/s<sup>2</sup> per le strade tipo A, B e 2,0 m/s<sup>2</sup> per le altre strade.

Il tratto di manovra  $L_{m,u}$  ha una lunghezza pari a 90 m per velocità di progetto del tratto di strada dal quale si dirama la corsia superiori ai 120 km/h.

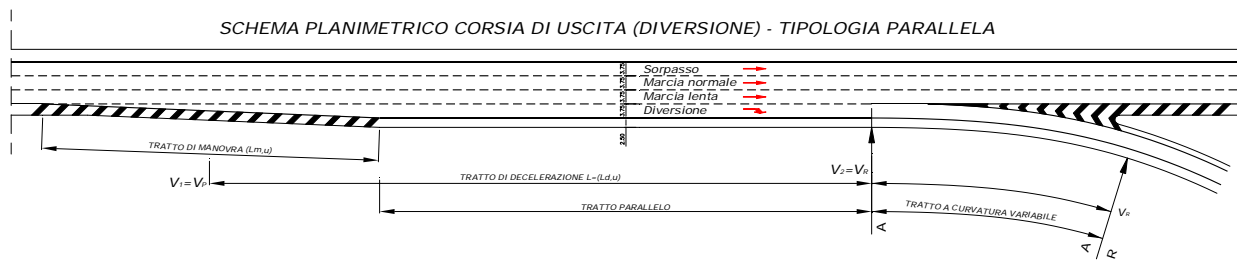


Figura 14-2 - Schema planimetrico corsia di uscita (diversione) - tipologia parallela

## 15 VIABILITA' INTERFERITE

Il progetto di ampliamento alla terza corsia prevede il ripristino funzionale delle viabilità interferite, generalmente suddivisibili in due categorie principali:

- strade che attraversano l'autostrada in cavalcavia o in sottovia;
- strade che corrono parallelamente all'asse autostradale ad una distanza tale da essere coinvolte dall'intervento di ampliamento alla terza corsia.

Le prime riguardano gli assi viari di attraversamento autostradale. Gli attraversamenti trasversali dell'autostrada sono serviti da infrastrutture (cavalcavia e sottovia); pertanto, il ripristino funzionale di tali relazioni è subordinato all'adeguamento delle strutture suddette. Per le opere di attraversamento in cavalcavia, la cui struttura a tre campate e lunghezza pari a 45.00 metri (27+9+9), non è adeguata all'allargamento autostradale, si è prevista la demolizione e la ricostruzione; l'adeguamento degli attraversamenti in sottovia sarà invece realizzato di norma tramite prolungamento, ad eccezione e di quelle opere per le quali si è resa necessaria la demolizione dell'impalcato esistente e/o di alcune sottostrutture per la presenza di impalcati di luce differente per le due carreggiate (affiancamento della struttura anni '30 e della struttura anni '60) e per l'eccessiva complessità delle lavorazioni diversamente necessarie dovute alla sovrapposizione dei vari interventi subiti.

Le seconde sono generalmente ripristini di viabilità che corrono parallelamente all'autostrada e che è necessario spostare al di fuori della futura recinzione autostradale a seguito dell'ampliamento alla 3° corsia.

Le fasi di esecuzione delle lavorazioni sono state individuate nel rispetto dell'obiettivo di permettere la realizzazione della 3° 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.

In tabella 15-1 si elencano i cavalcavia presenti lungo la tratta in oggetto, con indicazione delle principali caratteristiche sia dell'opera esistente sia dell'opera nuova e della categoria stradale di riferimento, individuata a partire dalle caratteristiche delle viabilità esistenti o su esplicita indicazione degli Enti interessati.

PK.	DESCRIZIONE	STATO	CATEGORIA STRADALE
1+175	L=4,50 via dei Giunchi	Da demolire e ricostruire	Dest. particolare
3+338	via Vicinale Pantano L=4.50 m	Da demolire e ricostruire	Dest. particolare
4+605	Svincolo Firenze Nord	Parzialmente predisposto	-
4+929	Autostrada A1	Parzialmente predisposto	-
5+002	interconnessione A1-A11 L=7,50	Parzialmente predisposto	-
5+248	via Salvador Allende	Parzialmente predisposto	-
6+681	L=7,50 via S.Quirico (SP8)	Da demolire e ricostruire	Categoria C1

Tabella 15-1 – elenco strade scavalcanti l'autostrada

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 previsto l'adeguamento fuori sede per i seguenti cavalcavia:

- Via dei Giunchi (assenza di percorsi alternativi).
- Strada Provinciale SP8 (percorsi alternativi poco funzionali in relazione al rango della strada);

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.

Per una trattazione specifica delle principali viabilità interferite dall'ampliamento autostradale si rimanda alla relazione specifica (IN-GEN-00000-00000-R-STD1900-0) ed agli elaborati grafici allegati al presente progetto.

## 16 IMPIANTI

I lavori oggetto dell'intervento consistono nella realizzazione delle seguenti opere:

- impianto d'illuminazione esterna per le corsie specializzate di accelerazione in entrata e decelerazione in uscita dall'asse autostradale;
- realizzazione delle nuove infrastrutture longitudinali di comunicazione;
- riqualificazione ed implementazione degli impianti tecnologici di esercizio in itinere interferenti con l'allargamento in sede del tracciato;

Per la definizione puntuale delle consistenze e caratteristiche realizzative, si dovrà fare riferimento agli elaborati progettuali prodotti per tipologia di intervento come da precedente elenco.

### 16.1 ILLUMINAZIONE ESTERNA

Questi impianti comprendono sia l'impianto di illuminazione per le aree di conflitto individuate in corrispondenza delle corsie specializzate (accelerazione/decelerazione), sia l'impianto di segnalazione a guida ottica antinebbia.

L'impianto di illuminazione verrà realizzato mediante lo standard Autostrade per l'Italia per posa di corpi illuminanti con lampada LED su pali in acciaio con altezza fuori terra di 10 mt. ed interdistanza di posa pari a 37 mt.

Gli impianti sono progettati nel rispetto dei requisiti illuminotecnici minimi definiti dalla vigente norma UNI 11248-2016.

L'impianto antinebbia sarà realizzato mediante la posa di moduli delineatori a led fissati alle barriere di sicurezza con passo di posa pari a circa 9 m.; tali componenti potranno in seguito essere utilizzati con funzionalità di lampeggio del flusso luminoso o diffusione continua dello stesso.

La funzionalità di tale impianto è prevista attraverso apposita centralina di gestione che ne garantirà l'accensione in caso di rilevazione presenza nebbia tramite sensore.

### 16.2 INFRASTRUTTURE LONGITUDINALI DI TELECOMUNICAZIONE

Contestualmente alle opere di allargamento in sede si procederà allo spostamento delle infrastrutture longitudinali esistenti per il transito cavi di telecomunicazione e telecontrollo.

Attualmente risultano installate le reti in rame 7bcp (carreggiata Ovest direzione Pisa) e fibra ottica a 50 f.o. in convezione con Telecom Italia Mobile (carreggiata Est direzione Firenze).

Nell'esecuzione delle opere di ampliamento piattaforma alla terza corsia si procederà ai seguenti interventi di riqualificazione della rete di telecomunicazione:

Carreggiata Ovest direzione Pisa	Carreggiata Est direzione Firenze
Rimozione infrastruttura e cavo dell'esistente rete in rame 7 bi-coppie	Risoluzione interferenza cavo f.o. TIM in convenzione con Autostrade per l'italia, mediante spostamento posizione provvisoria e successivamente definitiva al termine delle opere di ampliamento piattaforma
Predisposizione di infrastrutture e rete in cavo WAN/LAN a 48 f.o. ad uso esclusivo Autostrade per l'Italia	Predisposizione di infrastrutture e rete in cavo WAN/LAN a 48 f.o. ad uso esclusivo Autostrade per l'Italia
Predisposizione di infrastruttura per posa cavi f.o ad uso Nuovi Operatori Telefonici	
Predisposizione attraversamenti trasversali per realizzazione anelli di richiusura delle reti WAN/LAN 48 f.o. e derivazioni rete f.o. TIM/ASPI alle aree di svincolo ed edifici tecnologici presenti sul tracciato	

Al termine delle lavorazioni la nuova rete di telecomunicazioni gravante sul tracciato risulterà così armonizzata:

- Carreggiata Ovest direzione Pisa:
  - **Rete WAN 48 fibre ottiche** realizzata con microcavo posato all'interno di tubo durapack, (sezionato da pozzetti da 1250x800 con interasse circa 500-700 m) con terminazioni alle estremità del tratto realizzate presso lo shelter inizio tratto Peretola e lo svincolo di Pistoia Ovest.  
Terminazioni intermedie eseguita all'interno di locali tecnici ASPI DG Firenze ed edifici tecnologici di barriera Firenze Ovest, svincolo Prato Est, svincolo Prato Ovest e nuovo svincolo di Pistoia Est. Derivazioni per richiusura ad anello su carreggiata Ovest (direzione Firenze) in asse al locale tecnico ASPI DG Firenze, barriera Firenze Ovest, svincolo Prato Est, svincolo Prato Ovest, svincolo Pistoia Est e svincolo Pistoia Ovest. Terminazioni intermedie eseguite negli shelter relativi alle postazioni PMV di itinere (n.4 postazioni).
  - **Infrastruttura Nuovi Operatori Telefonici** (secondo Direttiva UE 61/2014 e recepimento nel D.lgs. 33/2016 recante misure volte a ridurre i costi dell'installazione di reti di comunicazione elettronica ad alta velocità) realizzata con tubo durapack sezionato da pozzetti da 800x800 con interasse circa 500 m.
- Carreggiata Est direzione Firenze:
  - **Rete fibra ottica in convenzione TIM / ASPI** ricollocata in nuova sede di posa all'interno di tritubo PE con derivazioni intermedie presso gli svincoli di Pistoia Ovest, Pistoia Est, Prato Ovest, Prato Est, barriera di Firenze Ovest, locali tecnici ASPI DG Firenze, Area di Servizio Peretola Nord e shelter inizio tratto Peretola.
  - **Rete WAN 48 fibre ottiche** realizzata con microcavo posato all'interno di infrastruttura durapack; derivazioni trasversali e terminazioni in carreggiata Ovest (direzione Pisa) realizzati in barriera Firenze Ovest, svincoli Prato Est, Prato Ovest, Pistoia Est e Pistoia Ovest, locale tecnico ASPI DG Firenze e terminazione, barriera Firenze Ovest, svincoli Prato Est, Prato Ovest, Pistoia Est e Pistoia Ovest. Derivazioni per richiusura ad anello su carreggiata Ovest (direzione Firenze) in prossimità di locale tecnico ASPI DG Firenze, barriera Firenze Ovest, Prato Est, Prato Ovest, Pistoia Est e Pistoia Ovest.

### 16.3 RICOLLOCAMENTO IMPIANTI DI ITINERE ESISTENTI

Lungo l'asse, come evidenziato dalle planimetrie di rilievo interferenze, sono posizionati impianti puntuali (quali colonnine SOS, stazioni meteo, pannelli a messaggio variabile (PMV), telecamere di itinere, strutture trasversali a cavalletto per supporto apparati sperimentali di rilevamento ad uso della Committente) che interferiscono con i nuovi limiti di carreggiata. In questi casi si procederà alla rimozione riposizionamento degli apparati e relative strutture interessati.

Le opere impiantistiche prevedono il ripristino funzionale dei seguenti impianti rimossi mediante installazione dei nuovi componenti e strutture accessorie:

- Impianto SOS in tecnologia GSM composto da colonnine di chiamata soccorso poste sulle carreggiate ad interdistanza di circa 2000 m all'interno di piazzole di sosta per emergenza;
- Impianto di informatizzazione elettronica, realizzato con portali PMV a sbalzo posti in carreggiata all'interno di piazzole tecniche di esercizio, completi ognuno di
  - monoblocco shelter per alloggiamento apparati di alimentazione e telecontrollo
  - impianto di videosorveglianza a circuito chiuso di itinere
  - impianto di rilevamento dati traffico ed analisi tempi di percorrenza
  - impianto di rilevamento dati meteorologici
- Nuove strutture meccaniche trasversali a sbalzo per il ripristino funzionale delle apparecchiature sperimentali di rilevamento ad uso della Committente (esclusa l'installazione delle apparecchiature)

## 17 CANTIERIZZAZIONE

Per la gestione ambientale della cantierizzazione degli interventi è stato predisposto il Capitolato Ambientale (MAM0001). Il documento costituisce un allegato al Contratto, e definisce l'insieme di disposizioni a cui l'Appaltatore dovrà rigorosamente attenersi nel corso dell'esecuzione dei lavori, per ogni attività di cantiere e per le operazioni di ripristino dei luoghi, che sono integrative rispetto alla normativa vigente e basate sul concetto di prevenzione dell'inquinamento ambientale, nonché derivanti dalle prescrizioni contenute nel Decreto VIA (D.M. n°134 del 20/05/2016) e nei verbali della Conferenza di Servizi approvativa del Progetto Definitivo con le sedute del 20/09/2017 e 08/11/2017 e successivo Decreto di intesa Stato Regione del 07/06/2018.

Fatte salve le responsabilità civili e penali previste dalla vigente normativa in caso di illecito ambientale, con particolare riferimento all'inquinamento ambientale, al fine di prevenire al massimo le possibilità di incorrere in tali situazioni eventualmente connesse alle attività dei cantieri, l'Appaltatore sarà tenuto ad attuare tutti gli adempimenti nel rispetto della normativa ambientale e ad acquisire tutte le autorizzazioni necessarie allo svolgimento delle attività, rispettando le prescrizioni contenute negli atti autorizzativi.

L'Appaltatore dovrà usare la massima diligenza nella verifica della legittimità amministrativa delle proprie scelte organizzative in ogni momento nel corso dei lavori, curando a proprie spese tutti i necessari adempimenti verso gli Enti Competenti.

L'Appaltatore, inoltre, dovrà attenersi a tutte le disposizioni vigenti per la prevenzione e tutela all'inquinamento emanate dagli Enti Competenti.

### 17.1 AREE DI CANTIERE

In funzione delle attività e del personale medio presente in cantiere sono stati individuati, dopo una attenta analisi del territorio:

- Campo Base (CB001)
- Cantiere Operativo (CB001)
- Aree di deposito temporaneo materiali provenienti dagli scavi (CB001)
- Cantiere Operativo e Aree di deposito temporaneo materiali provenienti dagli scavi pk.3+200 (CO001)
- N.3 Aree di Supporto Nodo di Peretola (AD001-002-003)

Il campo base CB001 è stato localizzato a Nord dello Svincolo di Prato Ovest, lato carreggiata dir. Pistoia dell'autostrada alla progr.17+100, sul territorio del comune di Prato. Il cantiere è raggiungibile direttamente dalla viabilità locale e all'occorrenza è possibile accedere direttamente all'autostrada in carr.dir. Pistoia.

Il cantiere CO001 è stato localizzato a Nord dell'Area di servizio di Peretola dir.Firenze, sul territorio del comune di Sesto Fiorentino. L'area è raggiungibile dalla viabilità locale.

Le tre aree di supporto del Nodo di Peretola sono state localizzate tutte nelle vicinanze dello svincolo di Peretola stesso, rispettivamente:

AD001 a sud dell'autostrada A11 all'altezza della pk.0+200;

AD002 in adiacenza a viale Giovanni Luder;

AD003 in adiacenza a via di Carraia.

Tutte le tre aree di supporto sono accessibili direttamente dalla viabilità locale.

#### Campo Base (CB001)

Il campo base, di superficie pari a 9.300 mq, ospita: gli uffici, i dormitori, i parcheggi, tettoie ed eventuale mensa.

#### Cantiere Operativo (CB001)

Il cantiere operativo, di superficie pari a 12.600 mq, ospita: area di stoccaggio all'aperto, uffici, parcheggi e tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.



Aree di deposito temporaneo materiali provenienti dagli scavi (CB001)

L'area è adibita al deposito temporaneo materiali provenienti dagli scavi, la superficie totale è di circa 5.100 mq.

Cantiere Operativo e Aree di deposito temporaneo materiali provenienti dagli scavi pk.3+200 (CO01)

L'area è adibita a cantiere operativo e ad area di deposito temporaneo materiali provenienti dagli scavi, la superficie totale è di circa 25.200 mq. All'interno dell'area sono previsti: un'area di stoccaggio all'aperto, uffici e parcheggi e tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.

Aree Nodo di Peretola (AD001-002-003)

Le tre aree hanno superficie di 3.100 mq l'AD001, 5.100 mq l'AD002 e 10.500 mq l'AD003, all'interno delle tre aree sono previste aree di stoccaggio all'aperto e wc chimici.

### 17.1.1 Ripristini aree di cantiere

Lo stato attuale dei luoghi è stato rilevato nella campagna di indagine carto-topografica allegata al progetto esecutivo (GCT0002).

La presenza di vegetazione da rimuovere, ed eventualmente compensare come da specifiche normative, è stata rilevata tramite lo specifico censimento della vegetazione (SUA0010-SUA0016, SUA0028-0033).

Si evidenzia peraltro che lo stato ambientale dei cantieri è stato affrontato nell'ambito delle procedura di Valutazione di Impatto Ambientale a cui è stato sottoposto il progetto, con esito positivo.

Al termine dei lavori è previsto il ripristino delle aree di cantiere che saranno tutte restituite alla destinazione d'uso attuale.

Le modalità di ripristino sono specificate nel progetto delle Opere a verde (SUA0100). Sono inoltre previste specifiche attività di verifica di tali ripristini come previsto nel Capitolato Ambientale (MAM0001).

Infine Piano di Monitoraggio Ambientale (MAM0005) prevede il monitoraggio post operam degli interventi a verde realizzati.

## 17.2 FASIZZAZIONE DEI LAVORI

### TRATTA A

L'infrastruttura esistente ha una sezione tipo con piattaforma da 22,42 m, con due corsie per senso di marcia da 3,50 m, corsie d'emergenza da 3,00 m e spartitraffico new jersey monofilare da 0,62 m con due banchine da 0,90 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 7,10 m, atta a mantenere due 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.

In linea generale sono previste tre fasi principali, ossia:

1. Riduzione della larghezza delle corsie di entrambe le carreggiate, occupazione col cantiere della corsia d'emergenza della carreggiata est e mantenimento della corsia di emergenza in carreggiata ovest.  
Ampliamento del corpo stradale della carreggiata est e ampliamento del corpo stradale della carreggiata ovest fino all'intradosso del pacchetto di pavimentazione;
2. Mantenimento della riduzione della larghezza delle corsie della carreggiata ovest, occupazione col cantiere della corsia d'emergenza della carreggiata ovest e mantenimento della corsia di emergenza in carreggiata est con due corsie di marcia della larghezza di 3,75m ciascuna.  
Completamento del corpo stradale della carreggiata ovest;
- 2Bis. Mantenimento della riduzione della larghezza delle corsie della carreggiata ovest, soppressione della corsia di emergenza in ovest e mantenimento della corsia di emergenza in carreggiata est. Spostamento del traffico in carreggiata ovest sull'ampliamento completato in fase 2.  
Rifacimento zona spartitraffico.

Oltre alle fasi principali sono previste delle fasi secondarie necessarie per effettuare le ricariche sulle carreggiate, la realizzazione di opere singolari e le rotazioni degli impalcati delle opere che necessitano tale attività, queste fasi sono rappresentate nelle tavole relative alle fasizzazioni dei lavori.

#### ADEGUAMENTO NODO TERMINALE URBANO DI PERETOLA

Di seguito sono descritte le fasi realizzative del nodo di Peretola, tali fasi sono state studiate in maniera tale che lo svolgimento dei lavori garantiscano una circolazione veicolare funzionale durante tutta la realizzazione dell'intervento.

0. In questa fase verranno effettuate le deviazioni propedeutiche alla realizzazione delle lavorazioni da realizzare in fase 1.
- 1a-b. In questa fase verranno realizzate tutte le attività non interferenti col traffico esistente, le opere principali che verranno realizzate sono il completamento del viadotto dell'indiano e il viadotto Palagio e verrà realizzata parzialmente il nuovo sottovia sull'asse M.
2. Deviato il traffico sui due nuovi viadotti, in questa fase verranno completati i nuovi assi I e M, compreso il sottovia iniziato nella fase precedente, e verrà realizzato l'asse E e i due sottovia Sp101 e Sp102.
- 3-4. Queste fasi sono due fasi secondarie in cui vengono completate le attività che non si sono riuscite a completare nelle fasi precedenti.

Oltre alle fasi principali sono previste delle fasi notturne necessarie a realizzare le attività che necessitano di chiusure delle viabilità interferenti con i lavori, tutte le fasi sono rappresentate nelle tavole relative alle fasizzazioni dei lavori.

### 17.3 TEMPI

Le tempistiche di realizzazione del lotto e le relazioni temporali tra le varie attività sono riportate nell'elaborato "CAP0001-Diagramma dei lavori", i tempi totali della realizzazione dell'opera sono di 36 mesi.

### 17.4 GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO

Per lo sviluppo di questo argomento si rimanda alla relazione specifica inerente il "Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo ai sensi del D.M.161/2012 (AMB0010)", approvato con parere positivo in data 24.07.2013 con DVA 2013-0017407.

La gestione dei materiali da scavo segue i criteri dettati dal Regolamento, adottato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), di concerto con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, con il Decreto Ministeriale n.161 del 10 agosto 2012. La procedura stabilisce, sulla base delle condizioni previste dall'art. 184bis, comma 1 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., l'esclusione dal regime normativo dei rifiuti e la gestione delle terre da scavo come sottoprodotti ai sensi dell'art. 183, comma 1, lett. qq) del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i..

Il Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo approvato nel corso della procedura VIA viene inoltre confermato anche a seguito del regime transitorio di cui all'art. 27, comma 1 del DPR 120/2017, secondo il quale i piani ed i progetti approvati prima dell'entrata in vigore del decreto stesso rimangono disciplinati dalla relativa normativa previgente, così come le loro modifiche e aggiornamenti.

La procedura di gestione delle terre e dei materiali da scavo è descritta e contenuta nel Piano di Utilizzo, redatto secondo le indicazioni di cui all'Allegato 5 del Regolamento, Questo documento descrive le modalità di gestione dei materiali da scavo derivanti dalla realizzazione dell'intervento stradale, con le informazioni necessarie ad appurare che i materiali di scavo rispondano alla qualifica di sottoprodotto ai sensi dall'art. 184bis, secondo le indicazioni del citato D.M. 161/2012. Il Piano di Utilizzo inoltre è stato aggiornato nella Procedura del trattamento a calce dei materiali, condivisa e stabilita con ARPAT nel 2015.

Si evidenzia che è previsto l'approvvigionamento da cava con materiale geotecnicamente più idoneo all'utilizzo in rilevato, per soddisfare il fabbisogno con quantità di inerti pregiati e non pregiati, necessarie per il completamento di alcune opere e la realizzazione dei rilevati.

#### 17.4.1 Bilancio terre

##### 17.4.1.1 PRINCIPALI SITI DI PRODUZIONE TERRE

I siti di produzione dei materiali da scavo sono costituiti essenzialmente da opere all'aperto e sono caratterizzate esclusivamente dalla produzione di terreno vegetale e di materiale riutilizzabile a rilevato, costituito principalmente da depositi prevalentemente limo argillosi.

Il volume escavato complessivo previsto dal progetto risulta essere pari a circa **657.497 mc**. Questo volume è composto da (sono indicate le codifiche delle voci indicate nell'elaborato "Bilancio terre", CCP0025):

- scotico vegetale, pari a **65.352,09 mc (T1e)**;
- gli scavi in terreni naturali (al di sotto dello scotico), pari a **365.599,64 mc (T1a)**;
- gli scavi relativi alle sistemazioni idrauliche, pari a **27.822,02 mc (T1b)**;
- altri scavi prevalentemente di sbancamento, pari a **87.806,69 mc (T1c)**;
- le perforazioni, pari a **19.628,82 mc (T1d)**;
- gli scavi relativi alla realizzazione e dismissione dei cantieri, **pari a 45.165 mc e 46.121,92 mc rispettivamente (C1a+C1b e C1e)**;

In riferimento alle voci sopra riportate si evidenzia che i materiali da scavo derivanti dalla dismissione dei cantieri (pari a 46.122 mc) non vengono riutilizzati per motivi gestionali legati al fatto che la fase di dismissione si realizza al termine dei lavori senza possibilità di ulteriore riutilizzo nell'ambito dell'intervento.

I materiali da scavo appartenenti alle classi A2-6, A2-7, A6 e A7 (secondo la classificazione CNR UNI 10006 sostituita dalla UNI EN 11531-1) saranno stabilizzati mediante trattamento a calce.

Complessivamente saranno stabilizzati a calce i volumi riutilizzati indicati alla voce T.8 del Bilancio terre (CCP0025) pari a 308.678 mc. La stabilizzazione a calce verrà applicata anche per la bonifica in sito del piano di posa, i cui volumi indicati nella voce T.2d del Bilancio terre CCP0025 (pari 46.027 mc) non sono considerati nel bilancio terre in quanto l'operazione avviene in sito senza rimozione del terreno.

Lo scotico superficiale escavato dalle aree di cantiere sarà riutilizzato alla conclusione delle lavorazioni per la sistemazione definitiva delle medesime aree, con un limitato movimento di materiali.

Si evidenzia che i volumi derivanti dalle demolizioni di opere, pavimentazioni ed edifici preesistenti (voci da T.4a a T.4f del Bilancio terre CCP0025) non rientrano nella gestione delle terre e rocce da scavo

ma devono essere considerati rifiuti e gestiti come tali secondo le procedure previste in allegato al Capitolato Ambientale.

#### 17.4.1.2 SITI DI DEPOSITO INTERMEDIO

Nell'ambito della cantierizzazione, sono stati individuati all'interno delle aree di cantiere i depositi intermedi per il materiale di scavo in attesa di utilizzo. Questi depositi sono localizzati:

- Aree di deposito temporaneo materiali provenienti dagli scavi (CB001)
- Cantiere Operativo e Aree di deposito temporaneo materiali provenienti dagli scavi pk.3+200 (CO001)

#### 17.4.1.3 PRINCIPALI SITI DI UTILIZZO TERRE

I siti di utilizzo sono coincidenti con i siti di produzione. Nei siti di utilizzo, la cui ubicazione è riportata nella planimetria allegata, vengono utilizzati i materiali già caratterizzati provenienti direttamente dai siti di produzione o dall'area di deposito in attesa di utilizzo.

Il progetto prevede il riutilizzo di **486.011 mc** di materiali di scavo, così articolati:

- scotico vegetale, pari a **35.425 mc**. Il riutilizzo è pari al 100% del fabbisogno per il ricoprimento dei nuovi rilevati e aree intercluse. Il fabbisogno risulta inferiore alle quantità prodotte, quindi la parte di scotico eccedente (**29.927 mc**) è destinata a smaltimento come rifiuto;
- scavi in terreni naturali (al di sotto dello scotico), pari **405.421 mc**. Poiché le produzioni eccedono i fabbisogni si prevede di non riutilizzare i materiali derivanti dalle perforazioni di qualsiasi diametro (**19.628 mc**) e una quota parte delle terre scavate (**29.659 mc**), che quindi sono destinati a smaltimento come rifiuto assieme al materiale scavato nei rilevati esistenti nelle tratte in cui sono state rilevate pietre verdi (**46.148 mc**);
- scavi relativi alla realizzazione dei cantieri, **pari a 45.165 mc**. Il materiale dello scavo per la realizzazione dei cantieri è riutilizzato tal quale nello stesso sito di escavazione al termine delle lavorazioni per la sistemazione definitiva; mentre il materiale espantato al termine dei lavori dalle aree di cantiere non può essere riutilizzato ed è destinato a smaltimento come rifiuto (**46.122 mc**).

#### 17.4.1.4 BILANCIO MATERIALI DI SCAVO TRA SITI DI PRODUZIONE E SITI DI UTILIZZO

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.

Il progetto prevede di massimizzare il riutilizzo dei materiali scavati, infatti le lavorazioni considerano un riutilizzo complessivo di 486.011 mc provenienti direttamente dalle operazioni di scavo per la realizzazione degli interventi in oggetto, comprensive delle operazioni di impianto dei cantieri.

Tabella 17-1 Bilancio delle terre di progetto – Lotto 1

RIEPILOGO MOVIMENTI TERRE (m3)	CORPO AUTOSTRADALE	CORPO AUTOSTRADALE VEGETALE	CANTIERI	TOTALE
PRODUZIONI TOTALI	500.857	65.352	91.287	657.497
FABBISOGNI TOTALI	495.602	35.425	91.287	622.314
- di cui A1/A3, alleggerito, anticapillare	90.181			90.181
RIUTILIZZI TOTALI	405.421	35.425	45.165	486.011
FONTI ESTERNE TOTALI	90.181	0	46.122	136.303
DESTINAZIONI DISCARICA/IMPIANTO TERRE TOTALI	95.437	29.927	46.122	171.486
- di cui potenzialmente amiantifero	46.148			46.148

Per coprire i fabbisogni complessivi del progetto è previsto l'approvvigionamento da fonti esterne di circa 90.181 mc di terre per i rilevati, tutte con specifiche caratteristiche tecniche (categorie A1/A3, materiale per anticapillare e alleggerito), e 46.122 mc per l'installazione dei cantieri.

I volumi di approvvigionamento esterno e quelli smaltiti in discarica, o destinati ad impianto di recupero autorizzato non sono oggetto del Piano di Utilizzo.

Pertanto gli scavi in banco oggetto del Piano di utilizzo sono pari agli scavi totali depurati dagli scavi nelle tratte amiantifere (46.148,47 mc), dagli scavi dei pali di qualsiasi diametro (19.628,82 mc) e dagli scavi di espianco dei cantieri (46.122 mc) e complessivamente risultano pari a **545.597 mc**.

#### 17.4.2 Cave e discariche

E' stato aggiornato il censimento delle cave e discariche/impianti di recupero, per ogni impianto è stata predisposta una scheda in cui sono riportate le seguenti informazioni, per le schede di dettaglio si rimanda all'elaborato CAP0102:

- numero identificativo del sito;
- nominativo impresa;
- ubicazione;
- nominativi e contatti dei referenti;
- autorizzazione all'escavazione;
- distanza nel percorso stradale e autostradale;
- tipologia materiale estratto;
- potenzialità complessiva del sito, capacità e tipologie di produzione;
- fasi di lavorazione successive (frantumazione, vagliatura, miscelazione);
- impianti a disposizione;
- ubicazione, itinerario di collegamento e stralcio planimetrico;
- documentazione fotografica esplicativa del sito.

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

CAVE

TABULATO RIEPILOGATIVO

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	Cava dei Renai	SIGNA (FI)			500 000,00				2 000,00			8
2	Cava Poma	MARZABOTTO (BO)	310 000,00	90 000,00			1 000,00	300,00				74
3	Impianto Zanardi	BOLOGNA		10 000,00	20 000,00			500,00	1 500,00			95
4	Cava Le Scaglie	CAVRIGLIA (AR)	200 000,00	300 000,00	700 000,00		200,00	300,00	700,00			71
5	Cava Corniolo	FIRENZUOLA (FI)	299 430,00	1 500,00			1 500,00	1 500,00				50
6	Cava Carlone	SCARPERA SAN PIERO (FI)	350 000,00	700 000,00			700,00	500,00				28
7	CVA srl	SAN MARCELLO PISTOIESE (PT)	120 000,00	75 000,00	80 000,00		600,00	1 000,00	400,00			55
8	Bi.Bru	MONTAIONE (FI)	150 000,00	75 000,00	100 000,00		750,00	1 000,00	500,00			58
9	Cave Pedogna	PESAGLIA (LU)	1 000 000,00	1 000 000,00	4 200 000,00		300,00	300,00	1 400,00			62
10	Varia Costruzioni	LUCCA		192 000,00				640,00				54
11	Cava Bosco Laurea	MONTECCHIA DI CROSARA (VR)				2 100 000,00				1 000,00		252
12	Cava "Il Cornale"	CASTEL VISCARDO (TR)				5 500 000,00				4 000,00		189
13	Cava Bartolina	GAVORRANO (GR)			400 000,00					700,00		179
14	Cava AcquaFREdda	CASTIGLIONE CHIAVARESE (GE)			100 000,00					1 000,00		172
TOTALE			2 429 430,00	2 251 500,00	5 792 000,00	8 100 000,00	5 050,00	5 400,00	7 140,00	6 700,00		

17.4.3 Discariche

Il presente elaborato contiene il censimento dei siti di conferimento dei materiali di risulta attivi nel raggio di circa 80 km dall'intervento. Per ogni impianto è stata predisposta una scheda in cui sono riportate le seguenti informazioni per le schede di dettaglio si rimanda all'elaborato CAP0103:

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

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

IMPIANTI DI RECUPERO MATERIALE - STOCCAGGIO - DISCARICHE

TABULATO RIEPILOGATIVO

N	Sito	Comune	MATERIALI CONFERIBILI TOTALI (mc)					MATERIALI CONFERIBILI GIORNALIERI (mc)					Distanza dal baricentro del lotto (- 5 km ai soli fini contabili)		
			Presato d'asfalto codice CER 17.03.02	Terre e rocce contenenti sostanze pericolose codice CER 17.05.03	Terre e rocce codice CER 17.05.04	Cemento codice CER 17.01.01	Ferro e acciaio codice CER 17.04.05	Fanghi di drenaggio codice CER 17.05.06	Presato d'asfalto codice CER 17.03.02	Terre e rocce contenenti sostanze pericolose codice CER 17.05.03	Terre e rocce codice CER 17.05.04	Cemento codice CER 17.01.01		Ferro e acciaio codice CER 17.04.05	Fanghi di drenaggio codice CER 17.05.06
1	IMPIANTO A.R.E.A.	CASCINA (RI)	78 000,00	62 000,00				10 000,00	375,00			375,00			71,40
2	IMPIANTO VARIA VERSUS AMBIENTE SRL	PIETRASANTA (LU)	55 620,00	18 870,00	88 750,00			1 250,00	400,00			400,00			91,70
3	IMPIANTO PUCETTI SPA	LUCCA	620,00	29 870,00	620,00			187,50	3 120,00	312,50					63,00
4	IMPIANTO VANGI INERTI	CALENZANO (FI)	3 200,00	37 000,00				50,00	110,00						4,60
5	IMPIANTO C.I.R.I. SRL	LIVORNO	30 000,00	30 000,00	30 000,00			700,00	700,00						80,40
6	C.A.P. SRL	INCISA (PO)	9 370,00					370,00	600,00						134,00
7	ITALBUILD SRL	RIGNANO SULL'ARNO (FI)		12 500,00	25 000,00				562,50	750,00					40,10
8	LE ROSE SRL	PONTERERA (PI)	13 100,00	22 500,00				1 900,00	76,00	131,00					63,20
9	LE ROSE SRL	LEVANE (AR)	21 900,00	37 500,00				3 100,00	70,00	131,00					66,60
10	DEL DEBBIO SPA	MARLA (LU)	21 670,00	18 700,00	6 200,00			93,70	83,20	27,50					90,50
11	OMOGGI RIMATTIMENTI SRL	PONTASSIEVE (FI)				15 000,00					1 131,20				36,80
12	SERAVALLE AMBIENTE SRL	SERAVALLE PISTOIESE (PT)		1 100 000,00							800,00				29,40
13	SERAVALLE S.p.A.	SERAVALLE PISTOIESE (PT)	150 000,00	150 000,00	150 000,00	50 000,00		500,00	500,00	500,00	500,00	500,00			24,70
14	IMPIANTO RIFIUTI PERICOLOSI	MONTALE (PT)		150 000,00							500,00				13,20
TOTALE			340 500,00	150 000,00	1 883 200,00	357 620,00	165 000,00	66 250,00	2 781,20	500,00	6 815,70	3 400,00	1 631,20		1 287,00

17.4.4 Rischio ritrovamento amianto

Nella Piano di Utilizzo delle terre da scavo AMB0010 citato, è illustrata la campagna di indagini conoscitiva che ha portato a definire come potenzialmente costituite da materiali amiantiferi alcune tratte di rilevato autostradale e più precisamente con riferimento al presente lotto:

- carreggiata dir. Firenze: dalla prog. km 5+000 alla prog. km 9+850, per una lunghezza complessiva di 4,85 km circa;

- carreggiata dir. Pistoia: dalla prog. km 8+000 alla prog. km 9+850, per una lunghezza complessiva di 1,85 km circa.

Sulla base dei risultati analitici riportati nel Piano di utilizzo nel corso del Progetto Definitivo è stato ipotizzato che solo un 30% del terreno scavato nei tratti perimetrati abbia concentrazioni di fibre amiantifere tali da dover essere classificato come rifiuto pericoloso contenente amianto: dei 6 campioni di terreno analizzati per la misura del contenuto di minerali fibrosi amiantiferi solo 2, infatti, hanno registrato il superamento dei limiti imposti dalla legislazione vigente (D.Lgs. 152/2006, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 5, Tabella 1).

Nel corso della progettazione esecutiva è stata mantenuta invariata l'ipotesi del progetto definitivo relativa alla quota di terreno scavato potenzialmente contenente fibre amiantifere tali da dover essere classificato come rifiuto pericoloso, ma si è adottato un approccio maggiormente cautelativo e più deterministico in riferimento alla gestione dei materiali operando in questo modo:

- in primo luogo nelle tratte caratterizzate da presenza di minerali amiantiferi è stato distinto lo scavo nei rilevati (scotico e gradonature per ammorsamento nuovi rilevati), dove è accertata la presenza di pietre verdi, dallo scavo nell'attuale piano campagna che invece non presenta minerali amiantiferi;
- è stato stabilito che il 100% degli scavi che interessano i rilevati esistenti verrà gestito come rifiuto pericoloso e smaltito in apposite discariche, senza prevederne il riutilizzo, inserendo i relativi oneri nel quadro economico dell'intervento.

Nel caso in cui, a seguito delle specifiche caratterizzazioni preventive previste nel Piano di utilizzo venga accertata la presenza di materiali amiantiferi saranno attivate una serie di procedure, riportate nel Piano di Sicurezza e Coordinamento SIC0001, per la fase di scavo e in particolare nella gestione dei depositi temporanei dei terreni escavati.

## 18 IL PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO

Il Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) è redatto ai sensi dell'art. 100, c. 1, del D.Lgs. N. 81/08 e s.m.i. in conformità a quanto disposto dall'all. XV punto 2 e s.m.i dello stesso decreto.

La stima dei costi della sicurezza, è stata redatta in conformità a quanto disposto dall'allegato XV punto 4 e s.m.i. del D.Lgs. 81/08. e s.m.i.

Il PSC è costituito dai seguenti elaborati:

- SIC0001 Piano di sicurezza e coordinamento,
- SIC0002 Fascicolo tecnico dell'opera
- SIC0003 Valutazione delle spese prevedibili per le singole parti del piano
- SIC0100 Planimetria Campi e cantieri - Fasi di cantierizzazione piattaforma autostradale
- da SIC0101 a SIC0107 Tavole di cantierizzazione: tali elaborati sono suddivisi secondo le medesime pk riportate negli elaborati STD0180-STD0195
- da SIC0117 al SIC0118: riepilogo degli schemi segnaletici utilizzati
- SIC0200 Planimetria Campi e cantieri - Tavola fattori di rischio
- da SIC0201 a SIC0206 Tavole di fattori di rischio: tali elaborati sono suddivisi secondo le medesime pk riportate negli elaborati STD0180-STD0195
- da SIC0300 a SIC0329 Tipologici realizzazione opere d'arte

L'elaborato **SIC0001** del PSC si compone delle seguenti sezioni principali:

- Sezione A denominata "Indici e tavole" contiene: indice del documento, riepilogo delle tavole esplicative di progetto relative agli aspetti della sicurezza, riepilogo dei documenti progettuali citati all'interno del PSC e comunque necessari per comprendere gli aspetti relativi alla sicurezza del progetto, elenco dei documenti allegati al PSC;
- Sezione B denominata "Ruoli, responsabilità e procedure generali" contiene: definizioni degli argomenti richiamati all'interno del PSC, l'individuazione delle figure rilevanti e delle responsabilità pertinenti a quanto riportato nel documento;
- La Sezione C denominata "Descrizione dell'opera e analisi delle aree", con riferimento al D.Lgs. 81/08, titolo IV, art 100 comma1 e allegato XV, punto 2.1.2. lett. a) e b) e s.m.i., riporta l'identificazione, la descrizione dell'opera e l'identificazione dei soggetti con compiti di sicurezza. Contiene inoltre un'analisi dettagliata delle informazioni graficizzate nelle "Tavole di cantierizzazione e dei fattori di rischio", ovvero:
  - un elenco delle scelte progettuali ed organizzative, delle procedure, delle misure preventive e protettive, in riferimento all'area di cantiere ai sensi dei punti 2.2.1.a (presenza nell'area di cantiere di linee elettriche aeree e condutture sotterranee), 2.2.1.b (lavori stradali ed autostradali al fine di garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori impiegati nei confronti dei rischi derivanti dal traffico circostante, al rischio di annegamento), e 2.2.1.c.(transito e mezzi per il cantiere, rumore, vibrazioni, rifiuti e scarichi in acque superficiali, polveri, vapori o nebbie...)



Per quanto concerne i rischi che le lavorazioni possono comportare per l'ambiente circostante, si precisa che è stata prevista la presenza delle vasche lavaggio ruote e dell'innaffiamento delle piste/aree di cantiere quale sistema di abbattimento polveri.

- un elenco delle scelte progettuali ed organizzative, delle procedure, delle misure preventive e protettive, in riferimento all'organizzazione di cantiere ai sensi dei punti 2.2.2

Il dimensionamento delle dotazioni di cantiere viene condotto su base parametrica, utilizzando il numero relativo alla presenza media presunta dei lavoratori in cantiere.

Per il progetto in esame, a fronte di un importo dei lavori a base d'asta, è stata calcolata una entità del lavoro espressa in uomini giorno pari a 174.219 UXG e una presenza media di 225 lavoratori.

Il dimensionamento degli apprestamenti presenti all'interno del campo base CB001 è stato condotto secondo le modalità descritte nella Istruzione tecnica **SPEA IT/PPR2/001 "Indicazioni per la redazione del piano di sicurezza e coordinamento)**.

A servizio del cantiere sono previste le seguenti dotazioni logistico-assistenziali:

- un locale riposo e ricovero, di superficie pari a 1,20 mq/lav.;
- spogliatoi ed elementi prefabbricati contenenti wc/lavabo/docce/lavandini;

Inoltre poiché per i lavori in oggetto è stata calcolata una entità del lavoro espressa in uomini giorno **superiore a 25.000 UxG, una presenza media di 225 lavoratori e una durata dei lavori superiore a 36 mesi**, è prevista anche l'installazione di:

- dormitori;
- locale mensa
- locale infermeria

All'interno del Campo base, è prevista l'installazione di:

- dormitori;
- locale mensa
- locale infermeria
- elementi spogliatoio prefabbricati contenenti wc/lavabo/docce/lavandini e armadietti;

All'interno dei Cantieri operativi dislocati lungo il Lotto 1 oggetto dei lavori è prevista l'installazione di:

- locale riposo e ricovero, di superficie pari a 1,20 mq/lav.;
- locale refettorio per il consumo dei pasti;
- elementi spogliatoio prefabbricati contenenti wc/lavabo/docce/lavandini e armadietti;

Lungo i corpi stradali oggetto di ampliamento e in corrispondenza delle opere d'arte è stata prevista l'installazione di:

- locali riposo e ricovero;
- wc chimici con lavandino

Si precisa inoltre che, poichè è probabile la presenza di rinvenimenti amiantiferi nei rilevati tra le pk 5+000÷ 20+000 dir. Firenze e pk 8+000÷ 19+500 dir. Pistoia, è necessaria l'installazione di apprestamenti igienico assistenziali relativi alla gestione di tale materiale. In particolare è prevista l'installazione di: boxes di decontaminazione a tre vani specifici per uso in cantiere di bonifica amianto, sistema di nebulizzazione utile a mantenere umidi i cumuli di terra amiantifera (tale sistema sarà realizzato in maniera tale da non creare fenomeni di ruscellamento).

La tratta oggetto dei lavori sarà soggetta interamente a stabilizzazione a calce. Per tale motivo sono stati compensati i costi relativi ai DPI quali mascherine e kit lavaocchi (da tenere in ciascun locale riposo e ricovero installato).

Gli apprestamenti igienico-assistenziali del Campo base (elementi prefabbricati contenenti armadietti spogliatoio/wc/lavabi/docce, mensa, dormitori ed infermeria) previsti nel campo base e/o nei cantieri operativi nonché i boxes di decontaminazione per lavori in presenza di amianto dislocati lungo la tratta oggetto di ampliamento devono:

- disporre di un sistema di riscaldamento e raffrescamento il cui impianto e i costi devono essere riconosciuti all'interno dell'elaborato SIC0003 C.3.3.5. Rischi derivanti da terreni contaminati;
- essere mantenuti puliti (secondo la *Nota del Ministero del lavoro e delle politiche Sociali del 19/08/2010 Prot. 15/VI/0017549/MA001.A007*) e i relativi costi devono essere riconosciuti all'interno dell'elaborato SIC0003

Campo base, cantieri operativi, aree di intervento lungo le tratte risultano delimitati e segnalati mediante recinzione e cartellonistica di cantiere.

- La Sezione D denominata "Analisi delle fasi, lavorazioni e misure di prevenzione e protezione" contiene, con riferimento al D.Lgs. 81/08, titolo IV, art 100 comma1 e allegato XV e s.m.i., l'elenco dei rischi possibili derivanti dall'esecuzione dei lavori distinguendo tra rischi specifici (pittogramma fondo bianco) la cui valutazione delle misure preventive e protettive è in capo al Datore di Lavoro dell'impresa esecutrice e i rischi aggiuntivi/interferenziali (pittogramma fondo giallo) e le relative misure preventive e protettive da applicare per ridurre/eliminare il rischio la quale è il capo al Coordinatore in fase di progettazione. L'analisi dettagliata dei rischi specifici e aggiuntivi/interferenziali, viene graficizzata all'interno degli elaborati identificati dal titolo "Tipologici realizzazione opere d'arte". In questi elaborati viene evidenziata la suddivisione in fasi e sottofasi di lavoro, l'analisi dei rischi aggiuntivi, rispetto a quelli specifici propri dell'attività delle imprese esecutrici e dei lavoratori autonomi e

le misure preventive e protettive da applicare (secondo il punto 2.2.3 e 2.2.4. dell'All. XV D.Lgs. 81/2008).

Per quanto concerne l'analisi delle interferenze tra le lavorazioni e il loro coordinamento (punto 2.3 dell'All. XV D.Lgs. 81/2008), al fine di eliminare eventuali interferenze non previste legate alla presenza in cantiere di più imprese esecutrici vengono compensati i costi relativi alle riunioni di cooperazione coordinamento che è necessario svolgere all'ingresso di ogni nuova impresa e periodicamente durante la durata del cantiere. A tali riunioni partecipano sia i rappresentanti dell'impresa appaltatrice sia quelli delle imprese esecutrici.

Inoltre, sempre con la finalità di gestire le interferenze tra le lavorazioni dovute alla presenza di più imprese, vengono compensati i costi relativi all'utilizzo di vestiario alta visibilità di classe 3 a tutte le maestranze presenti in cantiere.

- La Sezione E denominata "Riepilogo economico" con riferimento al D.Lgs. 81/08, titolo IV, art 100 comma1 e allegato XV punto 4 e s.m.i., contiene il riepilogo della stima dei costi della sicurezza analizzata nel dettaglio nell'elaborato SIC003 Valutazione delle spese prevedibili per l'attuazione del Piano.
- La Sezione F denominata "Questionari" riporta i modelli di questionari relativi agli infortuni e al mancato infortunio che si può verificare in cantiere.

L'elaborato **SIC0003** riporta la valutazione delle spese prevedibili per l'attuazione del PSC relativo alla realizzazione delle opere afferenti l'ampliamento alla terza corsia dell'Autostrada A11 Firenze-Pisa Nord, tratto Firenze-Pistoia tra la pk 0+621÷ 9+850 circa e nodo di Peretola.

Sono stati compensati i costi derivanti dalle chiusure/parzializzazioni della piattaforma autostradale e delle viabilità interessate dagli interventi, come da analisi del Cronoprogramma contrattuale (elaborato CAP0001), ovvero:

- costi per apposizione schemi segnaletici tratti dal D.M. 10/07/2002 "Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo"; costi per apposizione schemi segnaletici tratti dal "Disciplinare per l'installazione, conduzione e rimozione dei cantieri di lavoro sulla rete di Autostrade per l'Italia - ed. Giugno 2017" tenendo conto anche dell'eventuale presenza di Aree di servizio e rami di svincolo e relative pertinenze (barriere di esazione);
- costi per l'installazione di delimitazioni di cantiere costituite da barriere tipo new jersey in cls e mascheramento;
- costi relativi all'installazione della preseghnaletica integrativa di comunicazione in aggiunta a quanto previsto dal "Disciplinare per l'installazione, conduzione e rimozione dei cantieri di lavoro sulla rete di Autostrade per l'Italia" ed. Giugno 2017;
- costi derivanti dall'apposizione di segnaletica temporanea utile alla realizzazione della segnaletica che deve essere mantenuta in efficienza durante l'esecuzione dei lavori (ad esempio: per la posa/movimentazione della delimitazione costituita da new jersey in cls in

corrispondenza della corsia di emergenza, è necessario chiudere anche la corsia di marcia al fine di garantire una corsia di franco per la sicurezza dell'utenza);

Gli elaborati grafici da **SIC0100 a SIC0107** "Tavole di cantierizzazione" riportano:

- Tabelle riepilogative in cui sono riportate le seguenti informazioni:
  - fasi di cantierizzazione, come da cronoprogramma;
  - schema segnaletico, riferimento alla tavola del disciplinare ministeriale per la segnaletica (codificata TXX) o dello schema segnaletico emesso da ASPI (codificata SYY), da adottare come segnalazione delle aree di lavoro;
  - tipo e quantità di recinzione/delimitazione;
- L'ubicazione di campi e cantieri operativi e una tabella riepilogativa degli apprestamenti riconosciuti e delle recinzioni;
- Le modalità organizzative dell'area di lavoro, secondo il D.Lgs. 81/08, all. XV, cap. 2.2.2. (le modalità da seguire per la recinzione del cantiere, gli accessi e le segnalazioni; i servizi igienico-assistenziali; la viabilità principale di cantiere; gli impianti di alimentazione e reti principali di elettricità, acqua, gas ed energia di qualsiasi tipo; gli impianti di terra e di protezione contro le scariche atmosferiche;
- le eventuali modalità di accesso dei mezzi di fornitura dei materiali; la dislocazione degli impianti di cantiere; la dislocazione delle zone di carico e scarico; le zone di deposito attrezzature e di stoccaggio materiali e dei rifiuti; le eventuali zone di deposito dei materiali con pericolo d'incendio o di esplosione

Gli elaborati **SIC0118-SIC0119** costituiscono raccolta degli schemi segnaletici utilizzati in riferimento al Disciplinare per l'installazione, conduzione e rimozione dei cantieri di lavoro sulla rete di Autostrade per l'Italia (Ed. Giugno 2017) e il "Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada da adottare per il segnalamento temporaneo" D.M. del 10/07/2002.

Gli elaborati grafici da **SIC0200 a SIC0206** "Tavole fattori di rischio" riportano:

- La planimetria di progetto con l'individuazione delle interferenze impiantistiche;
- tabelle riepilogative contenenti l'analisi dei fattori di rischi del cantiere verso l'esterno e viceversa;
- tabella riepilogativa delle aree soggette a bonifica da ordigni bellici.

Negli elaborati grafici da **SIC0300 a SIC0329** denominati "Tipologici", per ogni tipologia di opera vengono riportati le fasi rilevanti delle lavorazioni con riferimento al D.Lgs. 81/08, titolo IV, art 100 comma1 e allegato XV e s.m.i. e le misure preventive e protettive da applicare. Nello specifico sono riportate:

- a. la suddivisione in fasi e sottofasi di lavoro

- b. l'analisi dei rischi aggiuntivi, rispetto a quelli specifici propri dell'attività delle imprese esecutrici e dei lavoratori autonomi, secondo il punto 2.2.3 e 2.2.4.

## 19 ESPROPRI E INTERFERENZE

### 19.1 ESPROPRI E STIMA DELLE INDENNITA'

Le principali Leggi in materia espropriativa di cui è stato fatto riferimento:

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

Il presente progetto esecutivo 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, con la sovrapposizione della 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 sono state conteggiate le somme necessarie agli espropri con le seguenti modalità: determinate le superfici necessarie alla realizzazione dell'opera, sono stati eseguiti dei sopralluoghi sui siti interessati, atti ad identificare l'attuale destinazione dei beni immobili, provvedendo a distinguere, con successive indagini relative alle destinazioni urbanistiche, l'effettivo valore riferito alla specifica attribuzione di aree non edificabili, aree edificate ed a potenzialità edificatoria legale.

Le aree interessate dalle opere ricadono nei Piani Regolatori vigenti principalmente in ambiti di non edificabili, agricoli, e marginalmente in ambiti urbani consolidati ed industriali.

Come sopra citato dalle indagini si è provveduto ad eseguire i conteggi economici delle indennità di esproprio secondo i criteri indicati dal D.P.R. 327 del 8 giugno 2001 e s.m.i. – Testo Unico in materia di espropriazione che comprendono oltre alle indennità per il trasferimento immobiliare anche delle seguenti in indennità aggiuntive:

- 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;
- frazionamento della proprietà e limitazione del suo diritto;
- asservimenti;
- costi tecnici per la procedura espropriativa ed imposte.

Per maggiori dettagli si rimanda alla specifica relazione sulle espropriazioni e stima delle indennità (cfr. elaborato SD-ESP-00000-00000-R-ESC-0200-1).

## 19.2 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 in progetto e che dovranno essere adeguati.

Una volta individuate le reti esistenti, si è provveduto a verificarne le caratteristiche principali delle linee presso i gestori. Dal censimento successivamente sono stati redatti gli opportuni elaborati progettuali, planimetrie di censimento interferenze, schede di risoluzione e relazione giustificativa dei costi di risoluzione, con indicati i referenti dai quali sono state reperite le notizie generali ed avute le indicazioni per effettuare gli adeguamenti necessari e le modalità di risoluzione temporanea.

I costi occorrenti per l'adeguamento degli impianti tecnologici sono stati determinati secondo le indicazioni fornite dagli Enti gestori degli stessi impianti o secondo l'esperienza del progettista.

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

Il presente progetto 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 sono state conteggiate le somme necessarie agli espropri con le seguenti modalità: determinate le superfici necessarie alla realizzazione dell'opera, sono stati 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 o 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 contemperato 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.

## 20 SOMME A DISPOSIZIONE

### 20.1 ESPROPRI E INDENNIZZI

Il riferimento normativo è il DPR 327/2001 e s.m.i. - Testo Unico delle Espropriazioni. L'indennità di esproprio è stimata:

- Per i terreni applicando l'effettivo valore riferito alla specifica attribuzione di aree agricole o edificate o a potenzialità edificatoria legale;
- Per i fabbricati l'indennità è stata determinata con il giusto prezzo in libera contrattazione di compravendita ai sensi dell'art. 38 del T.U.

Quadro riepilogativo delle superfici interessate da occupazioni permanenti/temporanee e servitù:

COMUNI	PRATICHE N°DITTE	OCCUPAZIONE PERMANENTE	OCCUPAZIONE TEMPORANEA	SERVITU'	SUPERFICI TOTALI
Firenze - Peretola	57	62274	62289	1694	126257
Firenze - A11	19	15042	3125	51	18218
Sesto Fiorentino	45	61225	55697	7295	124217
Campi Bisenzio	66	57532	26870	6904	91306
Prato	42	11449	3277	7002	21728
<b>Totale</b>	<b>229</b>	<b>207522</b>	<b>151258</b>	<b>22946</b>	<b>381726</b>

Tabella 20-1 -Riepilogo esproprio per Comune

I costi delle espropriazioni sono stati determinati mediante computo metrico estimativo delle superfici individuate.

### 20.2 SOTTOSERVIZI E INTERFERENZE

Il progetto è caratterizzato dalla presenza di un elevato numero di interferenze tecnologiche con sottoservizi indicizzate in tabella per Ente Gestore. Trattasi di 79 sottoservizi che necessitano una risoluzione.

Il progetto è completo di tutte le schede di risoluzione delle suddette interferenze.

Per formulare la stima sono stati impiegati i preventivi forniti dagli Enti gestori (in loro assenza è stata condotta una stima preliminare).

Ente Gestore	Impianti gestiti
Comune di Campi Bisenzio	Linee di illuminazione pubblica
Consiag gas	Gasdotti-Metanodotti
Consiag Net	Infrastruttura fibre ottica
Consiag Servizi	Linee di illuminazione pubblica
Enel Distribuzione S.p.A.	Linee elettriche in bassa/media tensione
Eni S.p.a.	Oleodotti
Fastweb S.p.a.	Infrastruttura fibre ottica
Firenze Parcheggi S.p.a.	Parcheggi
Publiacqua S.p.a.	Fognature - Acquedotti
Sconosciuto	Tubazioni generiche interne a opere in linea



Ente Gestore	Impianti gestiti
Snam Rete Gas S.p.a.	Metanodotti alta pressione
Telecom Italia S.p.A.	Infrastruttura fibre ottica - Linee telefoniche
Terna Rete Italia S.p.a.	Linee elettriche alta tensione
Tintoria Fiorentina sas	Acquedotti
Toscana Energia S.p.a.	Gasdotti bassa/media pressione
Wind Tre S.p.a.	Infrastruttura fibre ottica

Tabella 20-2 Risoluzione interferenze per ente gestore

### 20.3 SPOSTAMENTO FIBRA OTTICA (CAVO CONDIVISO ASPI-TELECOM)

La fibra ottica istituzionale, posta in trincea ai margini della carreggiata direzione Firenze (carreggiata Est) è sottesa a convenzione vigente tra la committente Autostrade per l'Italia e l'operatore telefonico nazionale Telecom Italia Mobile; la peculiarità dell'intervento e la presenza di importanti sistemi di mitigazione acustica lungo il tracciato non consentono il recupero dell'attuale infrastruttura, occorre pertanto procedere con la realizzazione di una nuova infrastruttura che potrà essere realizzata con interventi previsti in fase provvisoria (compatibilmente con la cantierizzazione del tratto) e successivamente con collocazione in posizione definitiva nel rispetto degli ambiti di ampliamento della carreggiata.

### 20.4 FORNITURE ASPI

Data la specificità di alcune apparecchiature presenti sull'intera rete autostradale, essendo le caratteristiche tecniche di alcuni apparati fondamentali al fine di una corretta gestione e manutenzione degli impianti, ASPI si riserva di fornire direttamente quegli apparati che rientrano in tali categorie e che sono dettagliati nella seguente tabella riepilogativa.

La loro valutazione economica è basata, sulla scorta della pregressa esperienza della committente medesima, sulle indicazioni da loro fornite in merito a precedenti procedure di acquisizione diretta implementando tali valori delle percentuali relative a spese generali (per la gestione delle gare di fornitura) ed utili di impresa.

- 1) **Shellter di itinere**
  - a. Shelter 3,5x2,5m completo di impianti e CDZ
  - b. Quadro elettrico di alimentazione utenza
  - c. UPS
- 2) **Apparati di gestione traffico**
  - a. TVCC IP
  - b. Boe TdP
  - c. Sensori RT
  - d. Quadri elettrici gestione rilevamento traffico
- 3) **Stazioni meteo**
  - a. Stazione meteo integrata
  - b. Stazione meteo full con sensori al suolo
- 4) **PMV**
  - a. Pittogramma led full color itinere e sistema lampeggio
  - b. Matrice alfanumerica 3x20 itinere
  - c. Matrice alfanumerica 4x15 entrata
  - d. Quadri elettrici gestione PMV itinere ed ingresso
- 5) **Colonnine SOS**
  - a. Colonnina in vetroresina
  - b. Segnaletica verticale

- c. Fittone
- d. Scheda elettronica parla/ascolta con trasmissione in tecnologia GSM

**6) Rete dati**

- a. Nodi rete in monoblocchi shelter itinere
- b. Nodi rete richiusura terminale anello TLC fibra ottica
- c. Nodi rete Area di Servizio Peretola Nord e Sud
- d. Parti comuni rete TLC presso svincoli di tratto
- e. Apparati gestione provvisoria "hiperlan"

**20.5 RETE TLC PROPRIETARIA F.O. ASPI**

Ai fini dell'ampliamento della rete di telecomunicazione ad uso esclusivo della committente Autostrade per l'Italia, è prevista la realizzazione di nuova infrastruttura in microtecnologia (cavo in fibra ottica blow in e tubazione durapack DN 50) in grado di realizzare una serie di anelli fisico di trasmissione per rete WAN e LAN ad esclusivo utilizzo della committente.

La rete sarà composta da:

- Carreggiata Est (direzione Firenze)
  - Infrastruttura di posa cavi fibra ottica costituita da n.1 tubo durapack PE DN50 attrezzato con n.7 tubetti DN12/10
  - Pozzetti di sezionamento infrastruttura ed alloggiamento giunti di linea e di derivazione delle dimensioni di 1250x800 mm con chiusino in ghisa lamellare D400 ad apertura frazionata (n.4 settori)
  - Cavo fibra ottica "blow in" a 48 fibre ottiche SMR

In affiancamento alla succiata verrà inoltre realizzata una nuova infrastruttura disponibile per il transito di reti lunga distanza ad uso di Operatori Telefonici che ne richiedessero successivamente l'utilizzo mediante sottoscrizione di convenzione nel rispetto della Direttiva UE 61/2014 e recepimento nel D.lgs. 33/2016 recante misure volte a ridurre i costi dell'installazione di reti di comunicazione elettronica ad alta velocità.

Tale infrastruttura sarà composta da:

- Infrastruttura di posa cavi fibra ottica costituita da n.1 tubo durapack PE DN50 attrezzato con n.7 tubetti DN12/10
- Pozzetti di sezionamento infrastruttura delle dimensioni di 800x800 mm con chiusino in ghisa lamellare D400 ad apertura frazionata (n.2 settori)
- Carreggiata Ovest (direzione Pisa)
  - Infrastruttura di posa cavi fibra ottica costituita da n.1 tubo durapack PE DN50 attrezzato con n.7 tubetti DN12/10
  - Cavo fibra ottica "blow in" a 48 fibre ottiche SMR
  - Pozzetti di sezionamento infrastruttura ed alloggiamento giunti di linea e di derivazione delle dimensioni di 1250x800 mm con chiusino in ghisa lamellare D400 ad apertura frazionata (n.4 settori)
  - Cavo fibra ottica "blow in" a 48 fibre ottiche SMR

A seguito degli interventi sopra elencati, la committente procederà, nell'ambito delle opere di riqualificazione, alla rimozione nel tratto dell'esistente rete in cavo a 7 bi-coppie 9/10 ed al ribaltamento funzionale degli stessi sulla nuova rete di telecomunicazione in fibra ottica.

**20.6 ONERI VARI ALLACCI ENERGIA PRIMARIA**

Essendo il titolare degli impianti l'unico soggetto autorizzato ad avanzare richieste di connessione, ed essendo inoltre necessario procedere al parziale ricollocamento ed incremento energia contrattuale di alcune consegne già in essere, sono state previsti degli importi nel presente capitolo.

## 20.7 INTERVENTI DIRETTI SUI RICETTORI

Sulla base delle simulazioni acustiche di progetto, sono stati considerati gli edifici per i quali potrebbe esserci necessità di un intervento diretto e sono stati inseriti gli importi in questo capitolo.

## 20.8 COMPENSAZIONE TAGLIO ALBERI

Per la stima della compensazione degli alberi interferiti dal progetto, da abbattere, si rimanda alla relazione allegata al progetto. Gli oneri sono stati inseriti nelle Somme a disposizione.

## 20.9 REALIZZAZIONE CASSE PER VOLUMI SOTTRATTI ALL'ESONDAZIONE

Si rimanda a quanto detto relativamente allo stesso argomento nei "criteri progettuali e caratteristiche di progetto", annotando che gli importi per la realizzazione delle predette casse viene inserito nelle Somme a disposizione.

## 20.10 BONIFICA ORDIGNI BELLICI

Le attività di Bonifica da Ordigni Bellici dei siti interessati dalle lavorazioni (aree oggetto di occupazione, temporanea o definitiva) da eventuali ordigni inesplosi, al fine di consentire la realizzazione dei lavori in massima sicurezza, saranno svolte propedeuticamente ai lavori e non sono quindi oggetto dell'appalto dei lavori. A tale titolo viene inserito l'importo nelle Somme a Disposizione.

## 20.11 SORVEGLIANZA E SAGGI ARCHEOLOGICI

In ottemperanza alle prescrizioni 1-6 della sezione B del D.M. n. 0000134 del 20.05.2016 (DEC.VIA), ed a seguito dell'avvenuto "Accordo ex articolo 25, comma 14 del D. Lgs. 50/2016 concernente le attività di verifica preventiva dell'interesse archeologico e le forme di divulgazione delle indagini", siglato tra ASPI e la Soprintendenza sono stati inseriti i relativi importi nelle Somme a disposizione.

## 20.12 MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il piano di monitoraggio ambientale prevede l'esecuzione di indagini sui settori ambientali:

1. Antropico;
2. Idrico;
3. Naturale.

Sono previste tre fasi di indagini: Ante operam (della durata di 12 mesi), in corso d'opera (estesa all'intera durata dei lavori) e Post Operam (della durata di 12 mesi a partire dalla conclusione dei lavori).

Durante la procedura di Valutazione d'Impatto Ambientale è stata prescritta l'istituzione di un Osservatorio Ambientale i cui costi sono considerati separatamente rispetto al monitoraggio.

Per alcune componenti inoltre è stato richiesto di estendere il monitoraggio post operam di ulteriori 24 rispetto a quanto già previsto e per la componente atmosferica è stato richiesto di installare centraline fisse con misurazione in continuo rispetto a quelle mobili con campionamenti scadenzati.

Per il monitoraggio ambientale è stato redatto il computo metrico estimativo delle attività previste da Piano di Monitoraggio Ambientale. L'importo complessivo è stato inserito nelle Somme a disposizione.

### 20.13 MONITORAGGIO GEOTECNICO

Per il monitoraggio geotecnico sono stati computati i costi di fornitura e posa in opera per l'installazione della strumentazione prevista dal piano ed i costi per la gestione e manutenzione degli stessi.

### 20.14 POZZETTI DI MONITORAGGIO ADS PERETOLA

Le opere in progetto interferiscono con due piezometri di monitoraggio esistenti, denominati PM6 e PM7, e con il tubo di scarico che si ricollega al fosso di raccolta esistente. Tali situazioni andranno verificate puntualmente preliminarmente all'avvio dei lavori nelle aree interessate, mentre la loro risoluzione è carico della stazione appaltante.

L'ADS Peretola Nord: risulta in procedura di bonifica da prima del 2003.

Nel tempo, le attività di bonifica, hanno portato all'installazione di numerosi impianti:

- nel 2013 un impianto di Pump & Treat per la rimozione dei contaminanti in falda;
- nel 2014 un impianto di Multi Phase Extraction per la separazione e la rimozione del surnatante riscontrato in falda;
- nel 2016 un impianto di Soil Vapor Extraction per la rimozione della contaminazione adsorbita nel terreno.

Benché tali impianti non risultino, sulla base della documentazione fornitaci, interferenti con le opere del futuro allargamento, ma la procedura non risulta ancora conclusa si ritiene necessario effettuare verifiche puntuali preliminarmente all'avvio dei lavori nelle aree interessate.

A tale titolo viene inserito un importo nelle Somme a Disposizione.

### 20.15 COMPENSAZIONE AUMENTO COSTI MATERIALI DA COSTRUZIONE

La compensazione da riconoscere alle imprese per l'aumento repentino dei costi di alcuni dei materiali da costruzione più significativi è prevista e disciplinata dalla normativa appalti, che dispone che la compensazione venga determinata applicando la metà della percentuale di variazione che eccede il 10% al prezzo dei singoli materiali da costruzione impiegati nelle lavorazioni. A tale titolo viene inserito l'importo nelle Somme a Disposizione.

### 20.16 OSSERVATORIO AMBIENTALE

I costi per l'osservatorio ambientale sono stati determinati considerando i seguenti importi:

- Per il Presidente e i 12 membri dell'osservatorio un gettone di presenza per 4 incontri al mese per un periodo di 88 mesi;
- I costi per le spese del presidente e dei membri, per l'affitto dei locali e per la segreteria sono state valutate considerando un valore unitario mensile per un periodo di 88 mesi;
- Le spese di ufficio, utenza e rappresentanza sono state valutate a corpo.

L'importo afferente al lotto in esame è stato riproporzionato sull'importo dei lavori ed a tale titolo viene inserito l'importo nelle Somme a Disposizione.

### **20.17 CONVENZIONE TRA ASPI E AZIENDA USL TOSCANA CENTRO**

La convenzione ha il principale scopo di provvedere alla regolamentazione degli oneri per la realizzazione di un sistema di soccorso dedicato ai lavoratori impegnati nell'esecuzione delle opere di progetto tramite l'attivazione di un'infermeria di cantiere, comprensiva di personale e mezzi, e del coordinamento interno del sistema di soccorso per la gestione delle emergenze. Inoltre è previsto un contributo a copertura dei maggiori oneri indotti sul Servizio Sanitario Regionale per garantire alle maestranze ed ai tecnici impegnati in cantiere l'assistenza medica di base fuori dalla propria residenza.

### **20.18 PROVE SUI MATERIALI**

Ai sensi dell'art. 16 comma 1b-11 del DPR n. 207 del 5/10/2010 e dell'art. 15 comma 7 del DM 145/00, è stata inserita una quota pari all' 1,00% delle voci "Lavori a base d'asta (comprensivi di oneri per la sicurezza)".

### **20.19 IMPREVISTI**

Gli imprevisti sono stati stimati nella misura del 5,00% dell'importo delle voci "Lavori a Base d'Asta (comprensivi di oneri per la sicurezza)".

### **20.20 ACCORDI BONARI**

Ai sensi dell'art. 12 del DPR n. 207 del 5/10/2010 è stata inserita una quota pari al 3,00% delle voci "Lavori a Base d'Asta (comprensivi di oneri per la sicurezza)".

### **20.21 SPESE GENERALI**

Per le Spese Generali è stata inserita una quota pari al 9,00% delle voci "Lavori a Base d'Asta (comprensivi di oneri per la sicurezza)".