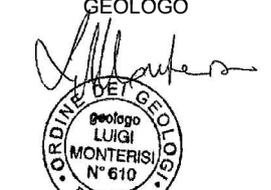


**NUOVA S.S. 341 "GALLARATESE" - TRATTO DA SAMARATE A CONFINE  
CON LA PROVINCIA DI NOVARA - TRATTO NORD**

**STRALCIO FUNZIONALE DAL KM 6+500 (SVINCOLO S.S. 336 NORD)  
AL KM 8+844 (SVINCOLO AUTOSTRADA A8)  
"BRETELLA DI GALLARATE"**

**PROGETTO ESECUTIVO**

	 <b>Ing. Valerio Bajetti</b> Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-28211	<b>ING. RENATO DEL PRETE</b>  <b>Ing. Renato Del Prete</b> Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073	 <b>Arch. Nicoletta Frattini</b> Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433	 <b>Ing. Gabriele Inecchi</b> Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102
	<b>Ing. Renato Vaira</b> (Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 4683 W)	 Società designata: <b>GA&amp;M</b>  <b>Prof. Ing. Matteo Ranieri</b> Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137	<b>SETAC</b> Srl Servizi & Engineering Trasporti Ambiente Costruzioni  <b>Prof. Ing. Luigi Monterisi</b> Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771	<b>ARKE'</b> INGEGNERIA s.r.l. Via Imperatore Traiano n.4 - 70126 Bari  <b>Ing. Gioacchino Angarano</b> Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970
<b>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b>  <b>Dott. Ing. Giancarlo LUONGO</b>	<b>RESPONSABILE INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b>  <b>Ing. Renato DEL PRETE</b>	<b>IL PROGETTISTA FIRMATARIO DELLA PRESTAZIONE</b>  <b>Ing. Valerio BAJETTI</b>	<b>GEOLOGO</b>  <b>Prof. Ing. Geol. Luigi MONTERISI</b>	<b>COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b>  <b>Ing. Gaetano RANIERI</b>

**A 003**

**A- ELABORATI GENERALI**

**RELAZIONE TECNICO GENERALE DESCRITTIVA**

<b>CODICE PROGETTO</b> PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG. <b>MI533</b> <b>E</b> <b>1801</b>		<b>NOME FILE</b> <b>A003_T00EG00GENRE02_A.dwg</b>		<b>REVISIONE</b> <b>A</b>	<b>SCALA:</b> -----
<b>CODICE ELAB.</b>		<b>T00EG00GENRE01</b>		<b>A</b>	
<b>C</b>					
<b>B</b>					
<b>A</b>	<b>EMISSIONE</b>	<b>MAGGIO 2021</b>	<b>ING. RENATO DEL PRETE</b>	<b>ING. VALERIO BAJETTI</b>	<b>ING. RENATO DEL PRETE</b>
<b>REV.</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>DATA</b>	<b>REDATTO</b>	<b>VERIFICATO</b>	<b>APPROVATO</b>

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSE</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>GEOMETRIA STRADALE</b>	<b>8</b>
<b>3.1</b>	<b>NOMENCLATURA DEGLI SVINCOLI E DEGLI ASSI</b>	<b>8</b>
<b>3.2</b>	<b>ASSI STRADALI E CLASSIFICAZIONE</b>	<b>9</b>
<b>3.3</b>	<b>SEZIONI TIPO</b>	<b>11</b>
3.3.1	ASSE PRINCIPALE TIPO B	11
3.3.2	RAMPE DI SVINCOLO	13
3.3.3	VIABILITA' DI SERVIZIO	15
3.3.4	VIABILITA' LOCALI INTERFERITE E INTERSEZIONI A RASO	16
3.3.5	LOCALITA' DOGANA	18
<b>3.4</b>	<b>CARATTERISTICHE PROGETTUALI ASSE PRINCIPALE</b>	<b>18</b>
3.4.1	ANDAMENTO PLANIMETRICO	18
3.4.2	ANDAMENTO ALTIMETRICO	26
3.4.3	VERIFICHE E DISTANZE DI VISIBILITA'	28
3.4.4	ALLARGAMENTI PER VISIBILITA'	31
3.4.5	DIAGRAMMA DI VELOCITA'	33
<b>3.5</b>	<b>CARATTERISTICHE PROGETTUALI: CORSIE SPECIALIZZATE, RAMPE DI SVINCOLO, INTERSEZIONE A ROTATORIA E CIRCOLAZIONE ROTATORIA</b>	<b>34</b>
3.5.1	CORSIE SPECIALIZZATE	34
3.5.2	RAMPE DI SVINCOLO	38
3.5.3	INTERSEZIONE A RASO DI TIPO A ROTATORIA	39
3.5.4	CIRCOLAZIONE ROTATORIA "OVALE" LOCALITA' DOGANA	42
<b>3.6</b>	<b>CARATTERISTICHE PROGETTUALI: VIABILITA' LOCALI INTERFERITE</b>	<b>44</b>
3.6.1	CONTROSTRADA SUD	44
3.6.2	VIA CADORNA	44
<b>4</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE</b>	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b>	<b>48</b>
<b>5.1</b>	<b>Inquadramento infrastrutturale</b>	<b>48</b>
<b>5.2</b>	<b>Verifica trasportistica</b>	<b>50</b>
5.2.1	Volumi di traffico indotti sulla ss 336	52
5.2.2	Effetti sulla domanda di lunga percorrenza	52
5.2.3	Conclusioni	53
<b>6</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA</b>	<b>54</b>
<b>6.1</b>	<b>UBICAZIONE E GEOMORFOLOGIA</b>	<b>54</b>
<b>6.2</b>	<b>GEOLOGIA</b>	<b>54</b>
<b>6.3</b>	<b>idrogeologia</b>	<b>55</b>
<b>7</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>56</b>
<b>8</b>	<b>OPERE D'ARTE MAGGIORI</b>	<b>57</b>
<b>8.1</b>	<b>VIADOTTO "BRETELLA DI GALLARATE"</b>	<b>57</b>

8.1.1	Generalità	57
8.1.2	La concezione strutturale	57
8.1.3	Allestimento e montaggio dell'impalcato	59
<b>8.2</b>	<b>PONTI E VIADOTTI</b>	<b>61</b>
8.2.1	DESCRIZIONE GENERALE	61
8.2.2	MATERIALI	61
<b>8.3</b>	<b>IMPALCATI</b>	<b>65</b>
8.3.1	HB – VIADOTTO VI04 IMPALCATO NORD	65
8.3.2	HC – VIADOTTO VI04 IMPALCATO SUD	66
8.3.3	HD – VIADOTTO VI07	67
8.3.4	HH – VIADOTTO VI09	68
8.3.5	HI – CAVALCAVIA CV08	69
<b>8.4</b>	<b>SOTTOSTRUTTURE</b>	<b>70</b>
8.4.1	LE PILE	70
8.4.2	LE SPALLE	70
8.4.3	I BAGGIOLI	71
<b>8.6</b>	<b>HL - SOTTOVIA ST04 - SVINCOLO SS336 - CONTROSTRADA SUD</b>	<b>72</b>
<b>8.7</b>	<b>HO - GA05 - GALLERIA ARTIFICIALE PROG. 6+840</b>	<b>74</b>
<b>8.8</b>	<b>HP - DIAFRAMMI DI IMBOCCO E DI SBOCCO GALLERIA ARTIFICIALE GA05</b>	<b>75</b>
<b>9</b>	<b>OPERE D'ARTE MINORI</b>	<b>78</b>
IA	OS70 – MURI DI SOSTEGNO – RAMO A-SVINCOLO SCIARè	78
9.1	IB – OS71 – MURI DI SOSTEGNO – RAMPA B-SVINCOLO SCIARè	80
9.2	IC – OS72 – MURI DI SOSTEGNO – via sicilia	83
9.3	ID – OS62 – MURI DI SOSTEGNO – ASSE PRINCIPALE	84
9.4	IE – OS65 – MURI DI SOSTEGNO – RAMPA D-SVINCOLO S.S. 336 NORD	89
9.5	If – OS69 – MURI DI SOSTEGNO – svincolo a8-pedemontana	90
9.6	LB 01 – TOMBINO FAUNISTICO TM01 – ASSE PRINCIPALE	95
9.7	LB 02 – TOMBINO FAUNISTICO TM02 – ASSE PRINCIPALE	96
9.8	LB 03 – TOMBINO FAUNISTICO TM03 – ASSE PRINCIPALE-SVINCOLOA8	97
<b>10</b>	<b>SEGNALETICA</b>	<b>98</b>
10.1	SEGNALETICA ORIZZONTALE	98
10.2	SEGNALETICA VERTICALE	101
<b>11</b>	<b>BARRIERE DI SICUREZZA</b>	<b>102</b>
11.1	DEFINIZIONE DEL TIPO E DELLA CLASSE DELLE BARRIERE E SCELTA DEI DISPOSITIVI DA INSTALLARE	102
11.1.1	ASSE PRINCIPALE E ZONE DI SVINCOLO	102
11.1.2	VIABILITA' SECONDARIA	104
<b>12</b>	<b>IDRAULICA</b>	<b>105</b>
12.1	ANALISI IDROLOGICHE	106
12.2	COMPATIBILITÀ DELLE OPERE IN PROGETTO CON LE VASCHE DI SPAGLIAMENTO DEI T. RILE E TENORE	107
12.2.1	VERIFICA IDRAULICA DELLE OPERE DI PROGETTO	108
12.3	SISTEMI DI DRENAGGIO DELLE ACQUE DI VERSANTE	111
12.3.1	Fossi di guardia drenanti	111
12.3.2	Sistema di protezione delle pile del viadotto VI04	112
12.3.3	BACINO DI DISSIPAZIONE DELLO SCARICO DEL TORRENTE TENORE	114

<b>12.4</b>	<b>SISTEMI DI DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA</b>	<b>115</b>
12.4.1	Sistema di drenaggio in rilevato	115
12.4.2	Sistema di drenaggio in trincea	116
12.4.3	Sistema di drenaggio su viadotti	117
12.4.4	Sistema di drenaggio in sottopasso	117
12.4.5	Sistema di drenaggio con opera di sostegno	119
12.4.6	Sistema di drenaggio viabilità secondaria via Cadorna	119
12.4.7	Vasche di raccolta e trattamento	121
12.4.8	Bacini di laminazione	124
<b>13</b>	<b>IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</b>	<b>125</b>
<b>14</b>	<b>INTERVENTI AMBIENTALI</b>	<b>127</b>
14.1	<b>OPERE DI MITIGAZIONE ACUSTICA</b>	<b>127</b>
14.2	<b>OPERE A VERDE</b>	<b>128</b>
<b>15</b>	<b>INTERFERENZE</b>	<b>131</b>
15.1	<b>INTERFERENZE CENSITE</b>	<b>131</b>
15.2	<b>STIMA DEI COSTI E TEMPI DI RISOLUZIONE</b>	<b>131</b>
<b>16</b>	<b>CANTIERIZZAZIONE</b>	<b>133</b>
16.1	<b>LOCALIZZAZIONE, DIMENSIONAMENTO E DESCRIZIONE DEI CANTIERI</b>	<b>133</b>
16.2	<b>VIABILITÀ DI ACCESSO E PISTE DI CANTIERE</b>	<b>141</b>
16.3	<b>DEVIAZIONI PROVVISORIE</b>	<b>142</b>
16.4	<b>CAVE, DISCARICHE E IMPIANTI DI RECUPERO MATERIALE INERTE</b>	<b>143</b>
<b>17</b>	<b>COSTI DELL'INTERVENTO</b>	<b>147</b>

## 1 PREMESSE

Il presente progetto esecutivo riguarda lo Stralcio funzionale della più ampia progettazione riguardante il nuovo itinerario della SS 341 "Gallaratese" per il tratto ricadente in Regione Lombardia, tratto che, compreso tra l'attraversamento del fiume Ticino fino al raccordo con la SS 336 e da qui con il nome di "Bretella di Gallarate" fino all'Autostrada A8 in direzione Varese-A26, permette l'allacciamento al futuro sistema viabilistico pedemontano, consentendo quindi sia il collegamento delle aree a nord della provincia di Milano ed a sud della provincia di Varese con l'aeroporto di Malpensa, e sia il collegamento di quest'ultimo con le aree centrali ed orientali lombarde.

Nel suo complesso il tracciato di progetto del nuovo itinerario della SS 341 "Gallaratese" si articola in due distinti tratti:

- **Tratto nord** che iniziando nel territorio comunale di Vanzaghello, per uno sviluppo complessivo di circa 6,0 km, a partire dalla bretella di Vanzaghello (sviluppandosi a partire dalla strada "Buffalora-Malpensa"), fiancheggia il centro abitato e dopo essersi riportato in sede prosegue fino alla nuova rotonda con la SP 14, avendo attraversato la SS 527 e la linea F.N.M. "Malpensea Express", e prosegue poi in variante all'abitato di Samarate fino a portarsi parallelamente all'attuale sede della SS 336 Busto-Malpensa;
- **Bretella di Gallarate** che, proseguendo dal Tratto Nord della SS 341, collega la SS 336 e l'Autostrada A8 a nord dello svincolo autostradale di Busto Arsizio, punto di convergenza della direttrice autostradale del Sistema Viabilistico Pedemontano che a sua volta costituisce una fondamentale connessione con Malpensa per le aree a nord e ad ovest di Milano.

In particolare lo Stralcio funzionale riguarda i 2,34 km finali, tratto denominato "Bretella di Gallarate".

La bretella di Gallarate è classificata come strada extraurbana principale, con piattaforma di CAT. B del D.M. 05/11/2001 (Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade), composta da due carreggiate – ciascuna con due corsie per senso di marcia, oltre all'emergenza – per una larghezza totale, esclusi gli elementi marginali, di 22,00m.

L'infrastruttura progettata facendo suo il progetto definitivo recepisce da un lato tutte le prescrizioni del CIPE e dall'altra recepisce tutti gli aggiornamenti normativi intervenuti nel periodo intercorso tra la redazione del Progetto Definitivo e la data odierna oltre agli ulteriori pareri reperiti (AIPO e ASPI).



## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La definizione e redazione del progetto e delle singole relazioni specialistiche sono state effettuate in funzione e nel rispetto delle seguenti Norme e Raccomandazioni:

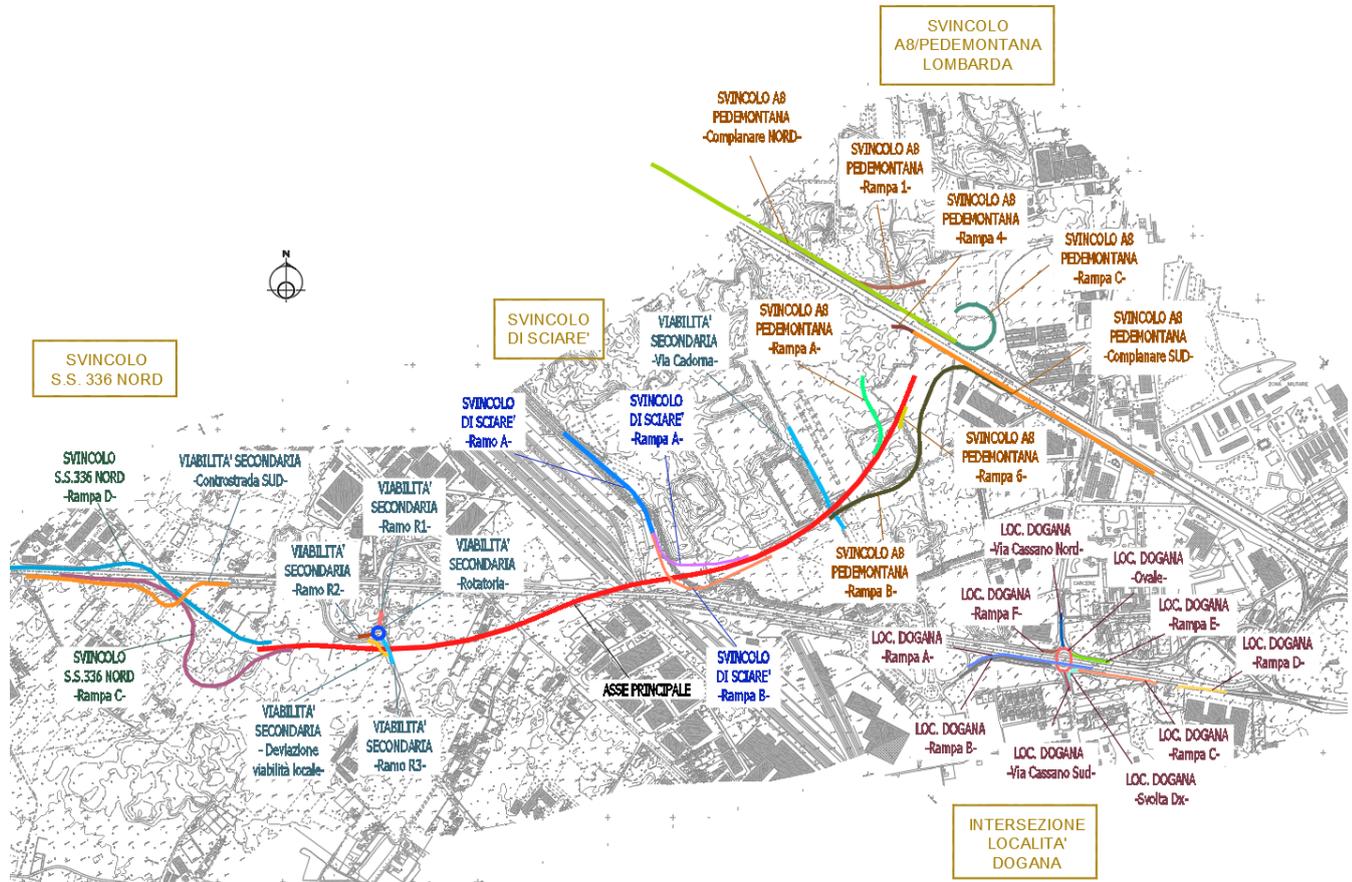
- D.P.R. 21 dicembre 1999 n. 554: "Regolamento di Attuazione della legge quadro in materia di Lavori Pubblici 11 febbraio 1994 n. 109 e s.m.i.";
- Il Nuovo Codice della Strada. D.Lgs. 30 aprile 1992, n°285. Testo aggiornato in base alla
- Legge 286/2006 del 29.11.2006. Aggiornato al D.M. 17-12-2008, (G.U. 30-12-2008, n° 303); Nuovo Codice della Strada
- Il Regolamento di esecuzione e d'attuazione del Nuovo Codice della Strada. D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495, aggiornato al D.P.R. 6 marzo 2006, n°153; Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada
- Direttiva LL.PP. 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
- D.M. 10/07/2002; Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo
- D.M. 18/02/1992 n. 223; Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza", così come recentemente aggiornato dal DM 21/06/04: "Aggiornamento delle 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
- Direttiva Min. LL.PP. 25/08/2004; Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali
- Circolare Min. Trasporti n. 000104862/RU/U 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 Min. LL.PP. 21/07/2010 n.62032; Applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali
- Circolare Min. LL.PP. 05/10/2010 n. 80173; Omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle Costruzioni stradali. Aggiornamento norme comunitarie UNI EN 1317, parti 1, 2 e 3 in ambito nazionale
- DM 05/11/2001 n.6792 e s.m.i.; Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade
- D.M. 19/04/2006; Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali
- D.M. 22/04/2004; Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- Circ. Min. LL.PP.14 Febbraio 1974, n. 11951 – Applicazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086”;
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64, recante provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- DM. Min. Il. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 "Istruzione per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- DM. Min. Il. TT. del 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n.7 "Istruzione per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- UNI EN 1990 (Eurocodice 0) – Aprile 2006: "Criteri generali di progettazione strutturale”;

- UNI EN 1991-1-1 (Eurocodice 1) – Agosto 2004 – Azioni in generale- Parte 1-1: "Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici";
- UNI EN 1991-2 (Eurocodice 1) – Marzo 2005 – Azioni sulle strutture- Parte 2: "Carico da traffico sui ponti";
- UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: "Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: "Regole generali e regole per gli edifici";
- UNI EN 1992-2 (Eurocodice 2) – Gennaio 2006: "Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: "Ponti in calcestruzzo - progettazione e dettagli costruttivi";
- UNI EN 1997-1 (Eurocodice 7) – Febbraio 2005: "Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali";
- UNI EN 1998-1 (Eurocodice 8) – Marzo 2005: "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali – Azioni sismiche e regole per gli edifici";
- UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8) – Febbraio 2006: "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti";
- UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici".
- UNI EN 1994-2 (Eurocodice 4) – Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo – Parte 2: Regole generali e regole per i ponti
- UNI EN 1993-1-9 (Eurocodice 3) – Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-9: Fatica
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale;
- UNI EN 197- 1 giugno 2001 – "Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;
- UNI EN 11104 marzo 2004 – "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità", Istruzioni complementari per l'applicazione delle EN 206-1;
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- CNR 10024/86 – Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.
- CNR 10011/97 – Costruzioni di acciaio: Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- CNR 10016/2000 – Strutture composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni.
- CNR 10030/87 – Anime irrigidite di travi a parete piena.
- Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n.163 e s.m.i. (1°, 2° e 3° decreto correttivo): "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/Ce e 2004/18/Ce";
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 14 gennaio 2008: "Approvazione delle nuove O.P.C.M. 3274 del 20 marzo 2003: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e s.m.i.;
- D.M. 9 marzo 2007 Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni.
- D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.: "Norme in materia ambientale";
- L.R. 14/1998: "Nuove norme per la disciplina della coltivazione di sostanze minerali di cava".

### 3 GEOMETRIA STRADALE

#### 3.1 NOMENCLATURA DEGLI SVINCOLI E DEGLI ASSI

Nella immagine sottostante è riportato uno stralcio planimetrico contenente la nomenclatura adottata per identificare gli assi di progetto. Per ulteriori dettagli si rimanda al relativo elaborato di progetto.



Nomenclatura degli svincoli e degli assi

### 3.2 ASSI STRADALI E CLASSIFICAZIONE

Di seguito si riporta una tabella contenente la classificazione degli assi stradali relativi al presente progetto esecutivo. La progettazione della nuova Bretella di Gallarate è stata condotta su un unico asse centrale collocato nella mezzzeria dello spartitraffico delle due carreggiate prevedendo gli opportuni allargamenti per la visibilità ove reso necessario dalle verifiche. Nella seguente tabella è presente una descrizione sintetica di tutti gli elementi progettuali costituenti il presente progetto esecutivo.

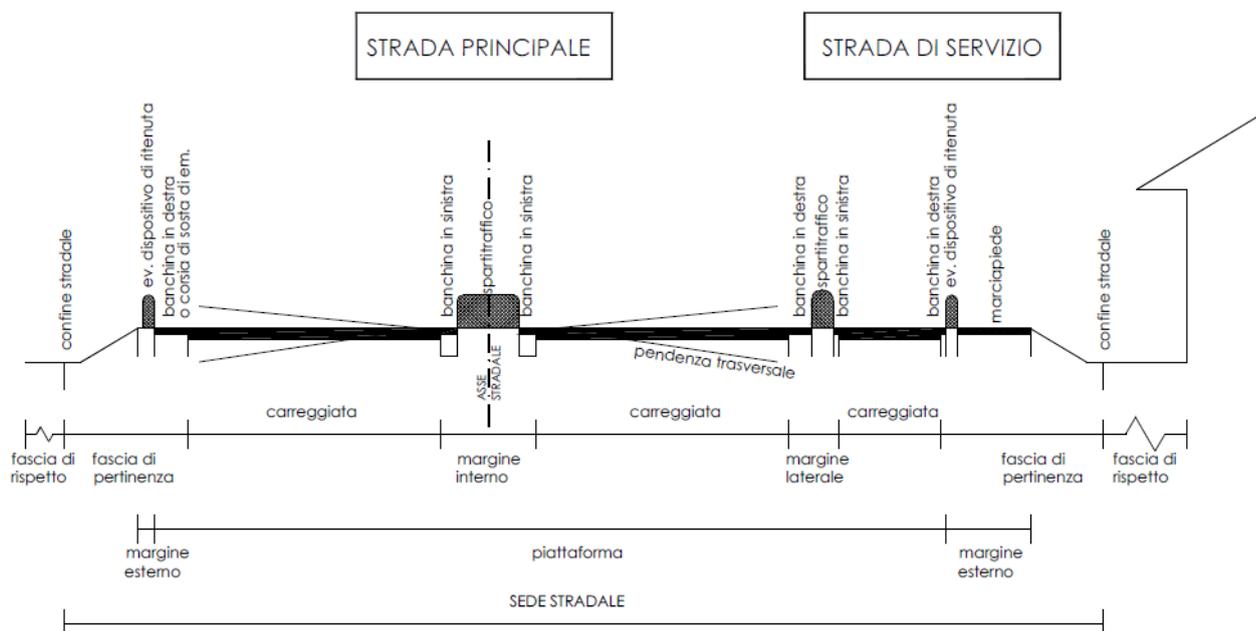
ASSE	FUNZIONE	CATEGORIA	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	
<b>ASSE PRINCIPALE</b>				
Bretella di Gallarate	Collegamento svincolo S.S. 336 Nord -Svincolo A8/Cassano Magnago, necessario a smaltire i consistenti flussi veicolari da/a l'aeroporto e quelli provenienti dallo svincolo della Pedemontana Lombarda	- extraurbana principale di categoria B (sezz. 1-131); - raccordo con autostrada A36 Pedemontana lombarda (sezz. 131--134);	D.M. 5 novembre 2001	
<b>SVINCOLI DI PROGETTO</b>				
Svincolo SS 336 Nord	-Rampa D -Rampa C	Rampa di svincolo	-Rampa monodirezionale semidiretta (Vp= 40-60 km/h) -Rampa monodirezionale semidiretta (Vp= 40-60 km/h)	D.M. 19 aprile 2006
Svincolo Sciarè	-Rampa A -Rampa B -Ramo A	Rampa di svincolo	-Rampa monodirezionale diretta (Vp= 40-60 km/h) -Rampa monodirezionale semidiretta (Vp= 40-60 km/h) -Rampa bidirezionale (Vp= 40-60 km/h)	D.M. 19 aprile 2006
Svincolo A8	-Rampa A -Rampa B -Rampa C -Rampa 1 (Ped.) -Rampa 4 (Ped.) -Rampa 6 (Ped.)	Rampa di svincolo	-Rampa monodirezionale diretta (Vp= 50-80 km/h) -Rampa monodirezionale diretta (Vp= 50-80 km/h) -Rampa monodirezionale indiretta (Vp= 30-70 km/h) -Rampa monodirezionale diretta (Vp= 50-80 km/h) -Rampa monodirezionale indiretta (Vp= 30-70 km/h) -Rampa monodirezionale semidiretta (Vp= 40-70 km/h)	D.M. 19 aprile 2006
	-Complanare Sud -Complanare Nord	Prolungamento rampa di svincolo	Strada di servizio/prolungamento rampa indiretta (Vp= 80 km/h)	D.M. 5 novembre 2001 D.M. 19 aprile 2006

<b>VIABILITA' LOCALI</b>			
Controstrada Sud	Ramo di ricucitura della viabilità esistente (Via Sicilia)	Strada locale a destinazione particolare	D.M. 5 novembre 2001
Via Cadorna	Ramo di ricucitura della viabilità esistente	Strada locale a destinazione particolare	D.M. 5 novembre 2001
-Rotatoria - Ramo R1, Ramo R2, Ramo R3 -Accesso ad uso privato - Deviazione strada esistente (tratto di Via Sicilia in immissione a Via Calatafimi)	- Razionalizzazione della intersezione stradale esistente - Rami di raccordo a intersezione a raso a rotatoria di progetto - Sistemazione viabilità esistenti (Via Sicilia)	-Rotatoria convenzionale  - Non prevista dalla normativa vigente  -Non prevista dalla normativa vigente	D.M. 19 aprile 2006 D.M. 22 aprile 2004
<b>LOCALITA' DOGANA</b>			
Ovale	Razionalizzazione della intersezione stradale esistente	Anello giratorio	D.M. 19 aprile 2006
Rampa A	Rampa di svincolo	Rampa monodirezionale diretta (Vp= 40-60 km/h)	D.M. 19 aprile 2006
Rampa B	Rampa di svincolo	Rampa monodirezionale di tipo secondario (Vp= 40-60 km/h)	D.M. 19 aprile 2006
Rampa C	Rampa di svincolo	Rampa monodirezionale diretta (Vp= 40-60 km/h)	D.M. 19 aprile 2006
Rampa D	Rampa di svincolo	Rampa monodirezionale diretta (Vp= 40-60 km/h)	D.M. 19 aprile 2006
Rampa E	Rampa di svincolo	Rampa monodirezionale diretta (Vp= 40-60 km/h)	D.M. 19 aprile 2006
Rampa F	Rampa di svincolo	Rampa monodirezionale diretta (Vp= 40-60 km/h)	D.M. 19 aprile 2006
Svolta a DX	Rampa di svincolo	Rampa monodirezionale diretta (Vp= 40-60 km/h)	D.M. 19 aprile 2006
Via Cassano Magnago	Sud	Sistemazione viabilità urbana esistente	Urbana di quartiere di categoria E D.M. 5 novembre 2001 D.M. 22 aprile 2004
	Nord	Sistemazione viabilità provinciale esistente	Extraurbana secondaria di categoria C1 D.M. 5 novembre 2001 D.M. 22 aprile 2004

### 3.3 SEZIONI TIPO

Le sezioni tipo adottate fanno riferimento al Decreto (D.M. 05.11.2001). Il Decreto stabilisce quale sia l'organizzazione della piattaforma stradale e dei suoi margini, intendendo che tale configurazione sia da intendersi come la minima prevista dal Codice della Strada, e da verificare in funzione di esigenze normative legate ad altri settori come per esempio la larghezza minima dello spartitraffico oppure gli allargamenti di piattaforma per visibilità, etc.

Gli elementi compositivi della sezione trasversale sono descritti con riferimento alla seguente figura di cui al Decreto 5 novembre 2001:



Di seguito si riporta la descrizione delle sezioni tipo stradali adottate nell'ambito del progetto.

#### 3.3.1 ASSE PRINCIPALE TIPO B

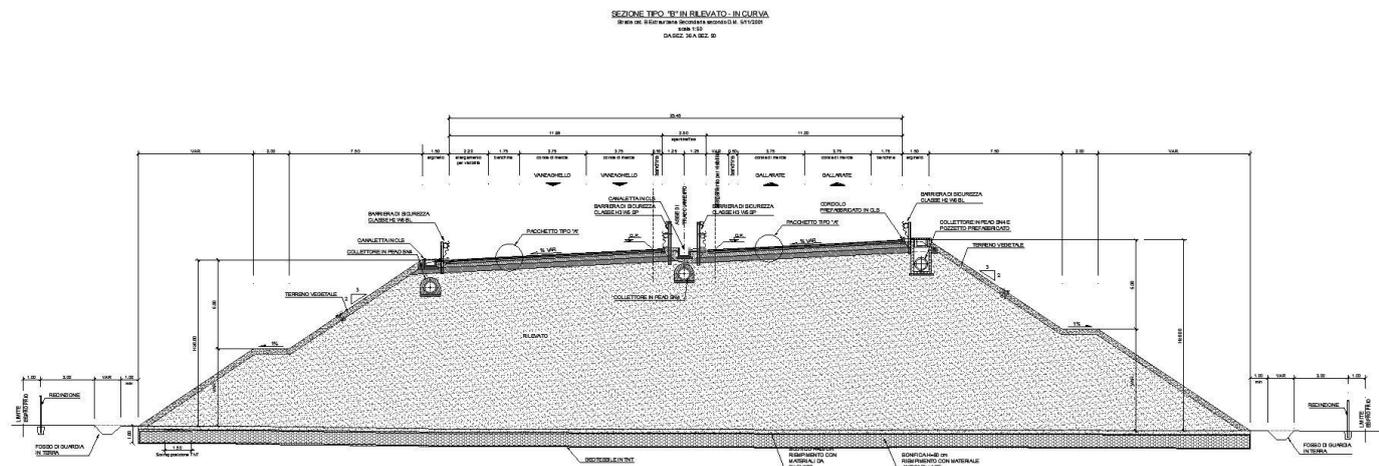
Come scritto in precedenza, la piattaforma del nuovo asse principale di progetto presenta le caratteristiche di una strada extraurbana principale di tipo "B". In rilevato come in trincea è prevista la realizzazione di scarpate con pendenza 3/2.

La piattaforma è di 22 m suddivisa in due carreggiate da uno spartitraffico centrale di 2.50 m. Ciascuna carreggiata è caratterizzata da due corsie di 3.75 m, banchina esterna di 1.75 m e banchina interna di 0.50 m.

La pendenza della piattaforma varia dal 2.5% in rettilineo fino ad un massimo del 6.2 % in curva.

**Sezione in rilevato**

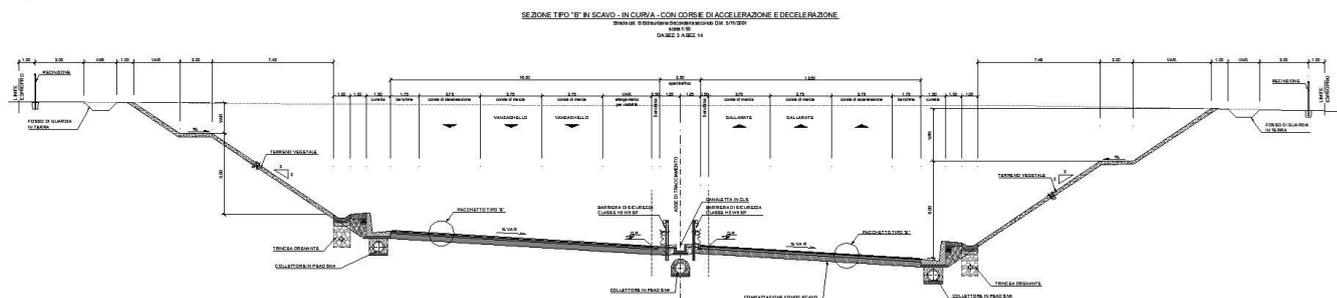
La piattaforma è completata da due arginelli in terra di larghezza pari a 1.50 m. su cui trova alloggio la barriera di sicurezza laterale di tipo metallico e il sistema chiuso di smaltimento delle acque di piattaforma consistente in canaletta in cls, cordolo prefabbricato al ciglio della carreggiata, embrice/caditoia di invito alla canaletta ed eventuale collettore sottostante la canaletta. Nello spartitraffico oltre alla barriera di sicurezza doppia, in caso di piattaforma in curva, è prevista la stessa tipologia di smaltimento delle acque come nel margine esterno. E' previsto uno spessore di scotico+bonifica pari a 1.00 m costante per tutto l'intervento. A 1.00 m minimo dal piede del rilevato è previsto il fosso di guardia in terra, a 3.00 m da quest'ultimo è prevista la recinzione e a 1.00 m da essa è fissato il limite di esproprio.



Sezione tipologica Asse Principale cat. B in rilevato

**Sezione in trincea**

La piattaforma è completata da due cunette alla francese di 1.50 m, la zona di riposo di 1.00 e la trincea a lato della zona di riposo di ampiezza di 1.00 , per un totale del margine esterno di 3.50 m su entrambi i lati. Nelle sezioni correnti viene utilizzato il cosiddetto "cunettone", il quale conserva le stesse caratteristiche idrauliche della cunetta tradizionale ma che permette di innalzare la quota per l'inserimento della trincea drenante, riducendo nel contempo il limite di esproprio; la cunetta tradizionale viene utilizzata soltanto nei casi di bassa trincea. Al di sotto del cunettone o cunetta è previsto l'eventuale collettore per lo smaltimento delle acque nel sistema chiuso. Nello spartitraffico oltre alla barriera di sicurezza doppia, in caso di piattaforma in curva, è prevista la stessa tipologia di smaltimento delle acque come nel margine esterno della sezione in rilevato. E' prevista soltanto la compattazione del fondo scavo senza ulteriori strati di bonifica. A 1.00 m minimo dal piede della trincea è previsto il fosso di guardia in terra, a 3.00 m da quest'ultimo è prevista la recinzione e a 1.00 m da essa è fissato il limite di esproprio.

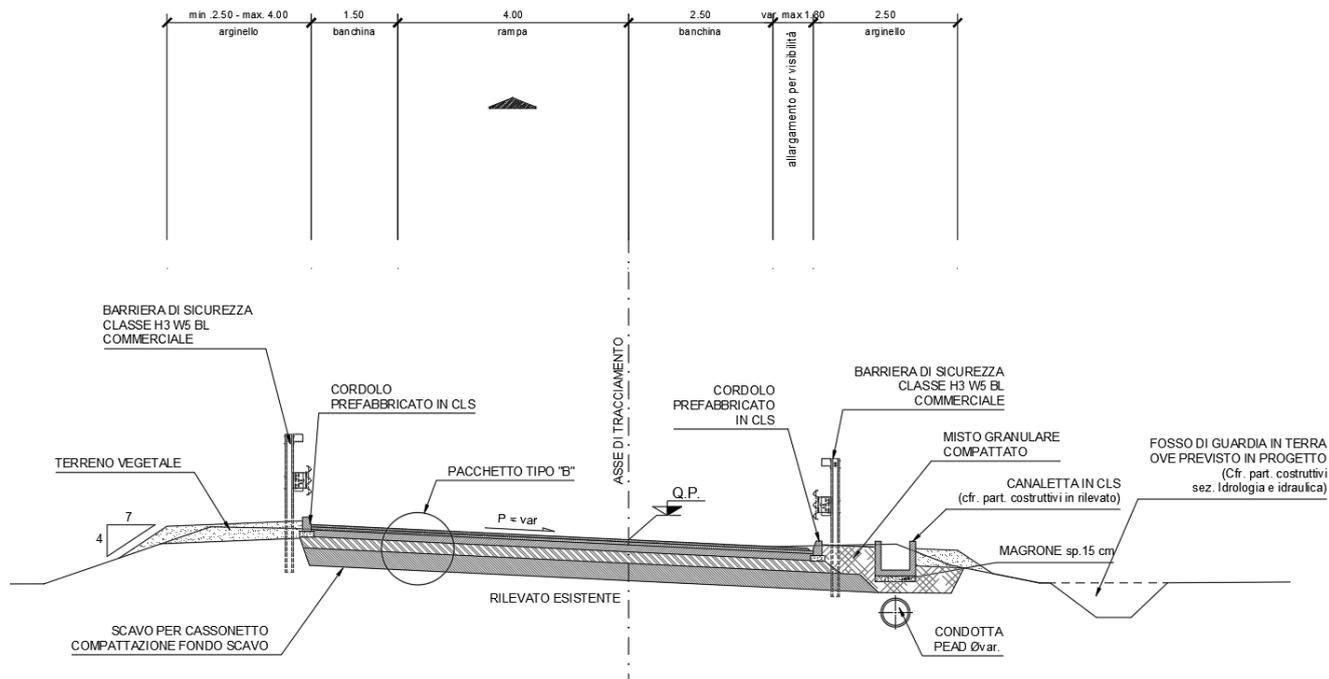


Sezione tipologica Asse Principale cat. B in sterro

Sia in sterro che in rilevato, per scarpate di altezze maggiori a 5.00 m è previsto un gradone/banca di larghezza pari a 2.00 m.



trasversale unica è pari a 2.5% verso l'esterno in rettilo sino ad un massimo del 7% nei tratti in curva. Completano la piattaforma arginelli in terra con larghezza minima pari a 2.50.



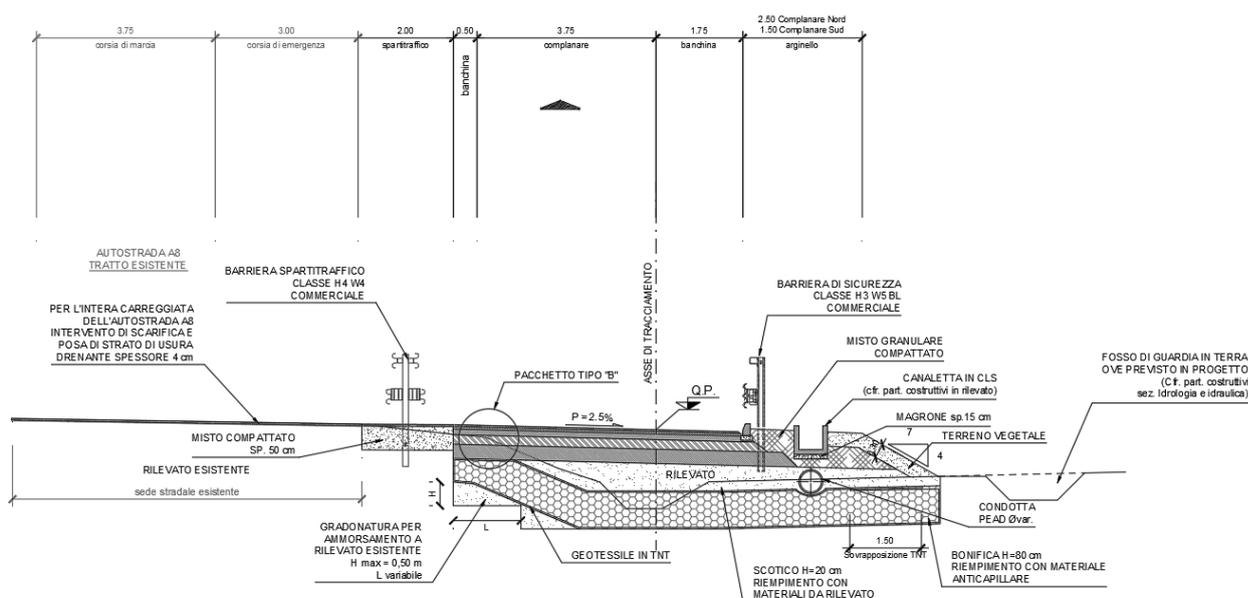
Sezione tipologica rampa di svincolo monodirezionale che si attesta a rampe esistenti

### 3.3.3 VIABILITA' DI SERVIZIO

In corrispondenza dello svincolo A8 sono presenti due viabilità di servizio, ovvero la complanare Nord e la complanare Sud che svolgono la funzione di prolungamento rispettivamente delle rampe indirette C e 4. Tali viabilità presentano una velocità di progetto pari ad 80 km/h in congruenza con le velocità che caratterizzano le rampe confluenti nelle stesse complanari (Rampa B e Rampa 1). Per tali viabilità complanari, la piattaforma pavimentata risulta avere una larghezza pari a 6.00 m costituita da banchina in sinistra pari a 0.50 m, corsia di marcia pari a 3.75 m e banchina in destra pari a 1.75 m. La pendenza trasversale corrente è pari al 2.50% verso l'esterno. La piattaforma è completata, in destra, da un arginello in terra di larghezza minima pari a 1.50 m su cui trova alloggiamento la barriera di sicurezza laterale di tipo metallico e, in sinistra, da uno spartitraffico di larghezza pari a 2.00 m su cui trova alloggiamento la barriera di sicurezza che separa le suddette complanari dall'autostrada A8.

#### SEZIONE TIPO COMPLANARI NORD E SUD IN AFFIANCAMENTO AD AUTOSTRADA A8

Rampa monodirezionale secondo D.M. 19/04/2006  
 scala 1:50



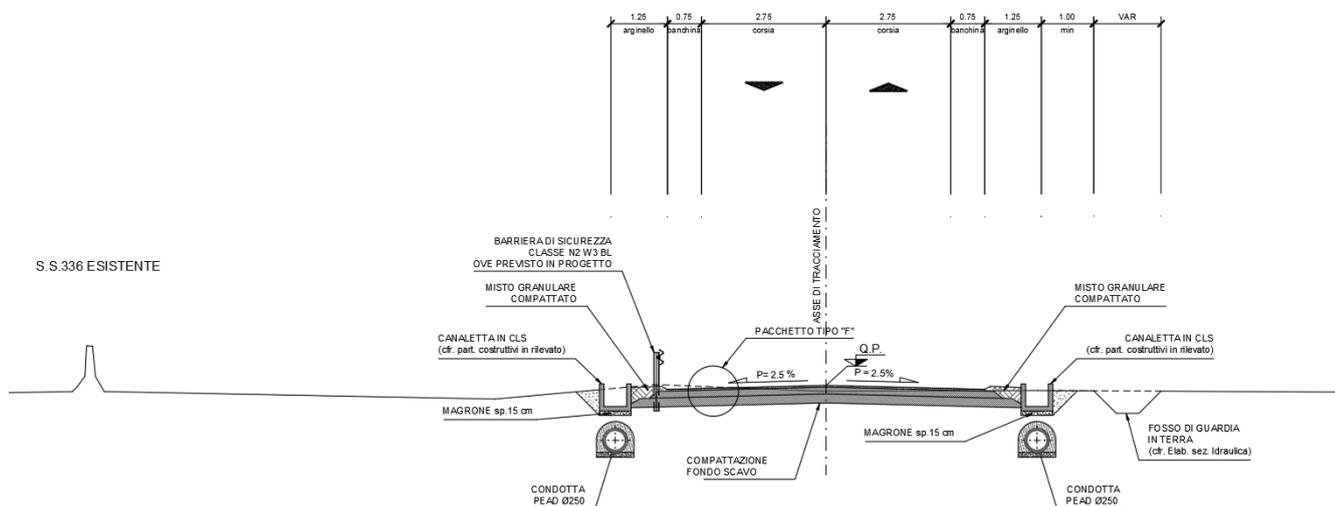
Sezione tipologica complanari Nord e Sud in affiancamento ad Autostrada A8

### 3.3.4 VIABILITA' LOCALI INTERFERITE E INTERSEZIONI A RASO

La Controstrada Sud si configura come ricucitura del tessuto viabilistico locale esistente ed è stata classificata strada locale a destinazione particolare. Tale viabilità prevede un doppio senso di marcia e ciascuna corsia presenta larghezza di 2.75 m e banchine in destra e sinistra di 0.75 m. La pendenza trasversale è pari a 2.5% in rettilineo sino ad un massimo del 3.5% nei tratti in curva. Completano la piattaforma arginelli in terra da 1.25 m.

#### SEZIONE TIPO CONTROSTRADA SUD A RASO IN RETTIFILLO IN AFFIANCAMENTO A S.S.336 ESISTENTE

Strada locale a destinazione particolare secondo D.M. 05/11/2001  
scala 1:50

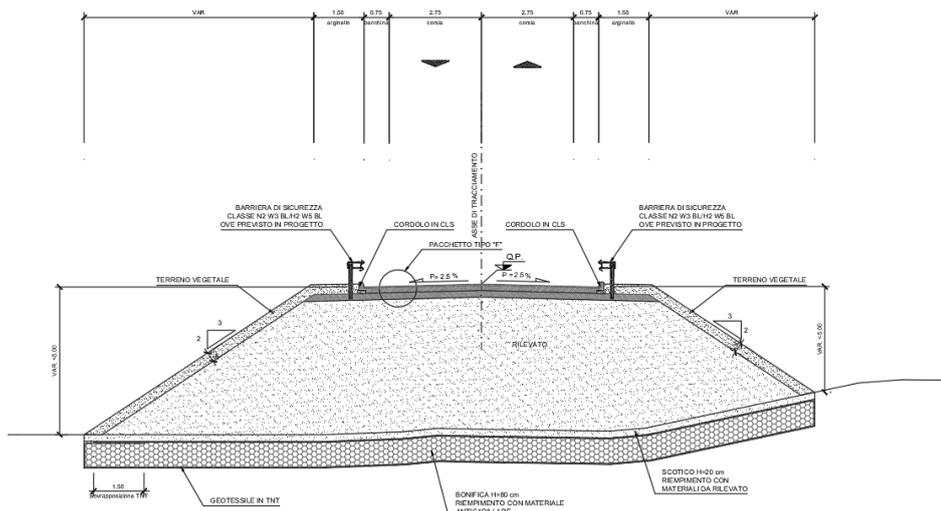


Sezione tipologica Controstrada Sud

Anche Via Cadorna si configura come ricucitura del tessuto viabilistico locale esistente ed è stata classificata strada locale a destinazione particolare. Tale viabilità prevede un doppio senso di marcia e ciascuna corsia presenta larghezza di 2.75 m e banchine in destra e sinistra di 0.75 m. La pendenza trasversale è pari a 2.5% in rettilineo sino ad un massimo del 5.3% nei tratti in curva. Completano la piattaforma arginelli in terra da 1.50 m.

#### SEZIONE TIPO VIA CADORNA IN RILEVATO IN RETTIFILLO

Strada locale a destinazione particolare secondo D.M. 05/11/2001  
scala 1:50



Sezione tipologica Via Cadorna

In merito alla sistemazione dell'intersezione esistente ubicata al di sopra della galleria di progetto GA05, è prevista una rotatoria di tipo convenzionale di diametro pari a 43 m.

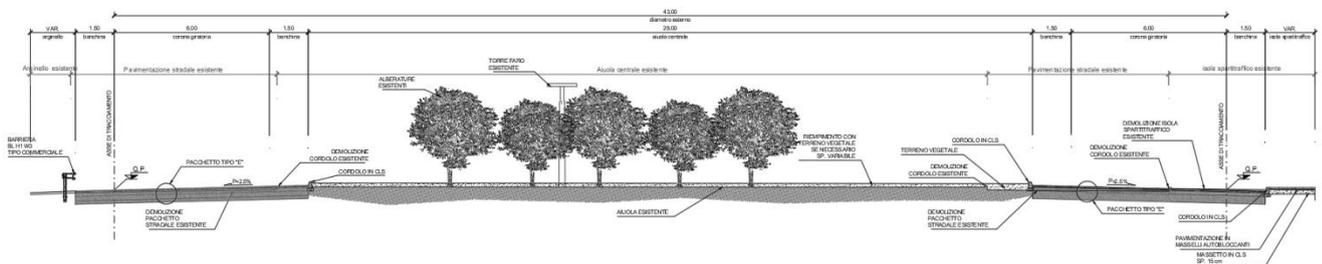
La piattaforma pavimentata ha una larghezza totale pari a 9.00 m. suddivisa in una corona rotatoria da 6.00 m. e da una banchina in sinistra e in destra ciascuna da 1.50 m. La pendenza trasversale corrente è pari al 2.50% verso l'esterno. Nel lato interno della rotatoria è prevista soltanto una sistemazione e naturalizzazione con terreno vegetale.

In basso si riporta una tabella riepilogativa contenente le principali caratteristiche della rotatoria di progetto.

*Ulteriori dimensioni degli elementi che compongono la rotatoria di progetto*

Nome	Ubicazione	Tipologia	Diametro esterno [m]	Larghezza corona giratoria [m]	Banchina interna ed esterna [m]	Braccio di ingresso [m]	Braccio di uscita [m]
Rotatoria	Intersezione tra Via Calatafimi e le rampe di ingresso/uscita della S.S.336	Convenzionale	43.00	6.00	1.50	3.50	4.50

SEZIONE TIPO ROTATORIA VIA CALATAFIMI  
Rotatoria convenzionale secondo D.M. 19/04/2008 - De=43,00 m  
scala 1:50

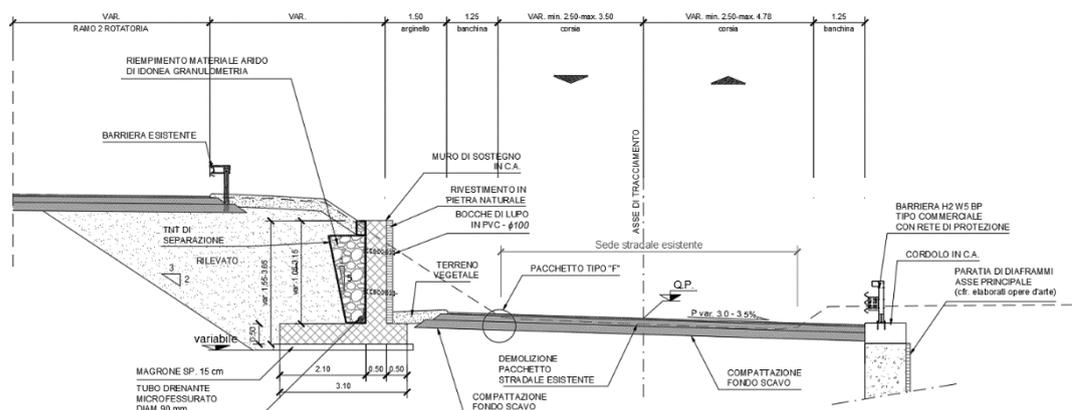


Sezione tipologica Rotatoria

I tre rami di raccordo alla rotatoria di progetto presentano larghezza dell'ingresso pari a 3.50 m e larghezza dell'uscita pari a 4.50 m e si sviluppano per raccordarsi alla viabilità esistente.

In questa zona è previsto il rifacimento di un tratto di Via Sicilia in immissione su Via Calatafimi. Per tale tratto di viabilità locale è stata prevista una carreggiata costituita da due corsie di marcia ciascuna di larghezza pari a 3.50 m e banchina destra e sinistra pari a 1,25 m. Completano la piattaforma arginelli in terra da 1.50 m.

SEZIONE TIPO VIA SICILIA  
Strada locale a destinazione particolare secondo D.M. 05/11/2001  
Da sez. LOC-1 a sez. LOC-6 - scala 1:50



### 3.3.5 LOCALITA' DOGANA

Per quanto concerne le sezioni tipo degli assi dello Svincolo Località Dogana, per le rampe monodirezionali si sono adottate le stesse sezioni tipo adottate per le rampe degli altri svincoli di progetto afferenti all'asse principale.

In merito alla sistemazione dell'ovale esistente ubicato al di sotto della S.S. 336 esistente, è stato previsto un sistema a circolazione rotatoria.

La piattaforma pavimentata ha una larghezza totale pari a 8.50 m. suddivisa in una corona rotatoria da 6.00 m., da una banchina in sinistra da 1.00 m e da una in destra da 1.50 m. La pendenza trasversale corrente è pari al 2.50% verso l'esterno. Nel lato interno della rotatoria è prevista soltanto una sistemazione e naturalizzazione con terreno vegetale.

In basso si riporta una tabella riepilogativa contenente le principali caratteristiche dell'ovale di progetto.

Nome	Ubicazione	Tipologia	Larghezza corona giratoria [m]	Banchina esterna [m]	Banchina interna [m]	Braccio di ingresso [m]	Braccio di uscita [m]
Ovale	Intersezione tra Via Cassano Magnago e le rampe B, C, E ed F	Circolazione rotatoria	6.00	1.50	1.00	3.50	4.50

*Ulteriori dimensioni degli elementi che compongono l'ovale di progetto*

I rami di raccordo all'ovale di progetto presentano larghezza dell'ingresso pari a 3.50 m e larghezza dell'uscita pari a 4.50 m e si sviluppano per raccordarsi alla viabilità esistente.

Si rimanda alle tavole delle sezioni tipo per i dettagli.

### 3.4 CARATTERISTICHE PROGETTUALI ASSE PRINCIPALE

Il tracciamento dell'asse principale è stato mantenuto unico ed in asse allo spartitraffico della strada e sono stati adottati i parametri progettuali e gli standard geometrici plano-altimetrici relativi ad una strada extraurbana principale tipo B.

#### 3.4.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO

Il tracciato è stato progettato con un unico asse di tracciamento, con le progressive crescenti in direzione Gallarate e con rotazione di sagoma sui cigli pavimentati interni.

Le verifiche effettuate (sulla base del D.M. 2001) si riferiscono all'analisi di congruenza delle seguenti caratteristiche del progetto :

#### Verifica delle caratteristiche planimetriche

A) Lunghezza massima dei rettifili

Tale adozione è dovuta alle esigenze di evitare il superamento delle velocità da Codice della Strada, la monotonia, la difficile valutazione delle distanze e per ridurre l'abbagliamento nella guida notturna; tale valore si calcola con la formula:

$$L_r = 22 \times V_{p\ Max} \text{ [m]} \text{ eq. 1}$$

che per una strada tipo B con  $V_{p,max}=120$  km/h risulta pari a 2640 m.

Questa condizione per tutto il tracciato è sempre rispettata.

*B) Lunghezza minima dei rettifili*

Un rettifilo, per poter esser percepito come tale dall'utente, deve avere una lunghezza non inferiore ai valori riportati nella seguente tabella

Velocità [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Lunghezza min [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

*Lunghezza minima dei rettifili DM 05/11/2001*

Questa condizione per tutto il tracciato è sempre rispettata.

*C) Raggio minimo delle curve circolari*

Per una strada tipo B il raggio planimetrico minimo risulta pari a 178 m.

Nel presente progetto sono stati utilizzati archi circolari con valore del raggio sempre  $\geq 804$ m.

*D) Lunghezza minima delle curve circolari*

Una curva circolare, per essere correttamente percepita, deve avere uno sviluppo corrispondente ad un tempo di percorrenza di almeno 2,5 secondi valutato con riferimento alla velocità di progetto della curva.

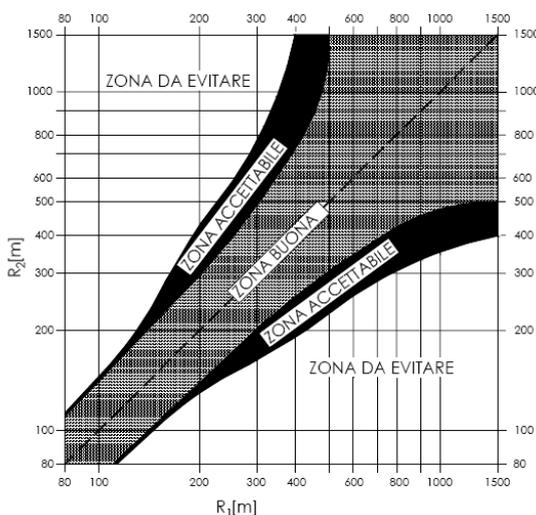
Di seguito si riportano le velocità di percorrenza di tutte le curve di progetto con l'esito delle verifiche in esame:

Curva n.	Raggio [m]	Velocità di progetto [m/s]	Sviluppo minimo [m]	Sviluppo della curva di progetto	Esito verifica
R1	850	33.33	83.33	594.60	ok
R2	1100	33.33	83.33	393.62	ok
R3	1100	33.33	83.33	144.26	ok
R4	804	33.33	83.33	689.06	ok
R5 (Esistente)	844.50	32.22	80.56	615.41	ok

Verifica sviluppo minimo delle curve di progetto DM 05/11/2001

*E) Compatibilità tra i raggi di due curve successive*

I rapporti tra i raggi R1 e R2 di due curve circolari successive sono regolati dall'abaco riportato nella figura seguente



Compatibilità raggi di curve successive DM 05/11/2001

In particolare per le strade di tipo B detto rapporto deve collocarsi nella "zona buona"  
 In tutti i casi di progetto il rapporto tra i raggi successivi rientrano nella "zona buona".

*F) Relazione tra il raggio della curva R e la lunghezza del rettillo L*

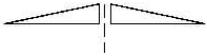
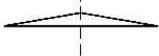
Tra un rettillo di lunghezza  $L_r$  ed il raggio più piccolo fra quelli delle due curve collegate al rettillo stesso, anche con l'interposizione di una curva a raggio variabile, deve essere rispettata la relazione:

$$\begin{array}{ll}
 R > LR & \text{per } LR < 300 \text{ m} \\
 R \geq 400 \text{ m} & \text{per } LR \geq 300 \text{ m}
 \end{array}$$

Queste condizioni per tutto il tracciato sono sempre rispettate.

*G) Pendenze trasversali nei rettili e nelle curve circolari*

La pendenza minima trasversale in rettilineo è pari al valore 2,5% per l'esigenza di allontanamento dell'acqua superficiale e le carreggiate presenti nel progetto rispettano l'orientamento come da figura seguente:

STRADE TIPO	PIATTAFORMA	PENDENZE TRASVERSALI
A, B, D a due o più corsie per carreggiata		
E a quattro corsie		
altre strade		

Pendenze trasversali DM 05/11/2001

In curva invece la carreggiata viene inclinata verso l'interno e il valore di pendenza trasversale è mantenuto costante su tutta la lunghezza dell'arco di cerchio.

Il valore massimo per una strada tipo B è pari al 7%, che non viene mai superato lungo l'intervento.

La relazione matematica che regola il valore di pendenza trasversale alla velocità di progetto e al raggio di curvatura della curva è espressa dalla seguente formula:

$$q = \frac{V_p^2}{R \cdot 127} - f_t \quad \text{eq.2}$$

dove:

$V_p$  = velocità di progetto della curva [km/h];

$R$  = raggio della curva [m];

$q$  = pendenza longitudinale /100;

$f_t$  = quota parte del coeff. di aderenza impegnato trasversalmente.

Per la quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile trasversalmente  $f_t \max$ , valgono i valori della normativa di seguito riportati. Tali valori tengono conto, per ragioni di sicurezza, che una quota parte dell'aderenza possa essere impegnata anche longitudinalmente in curva.

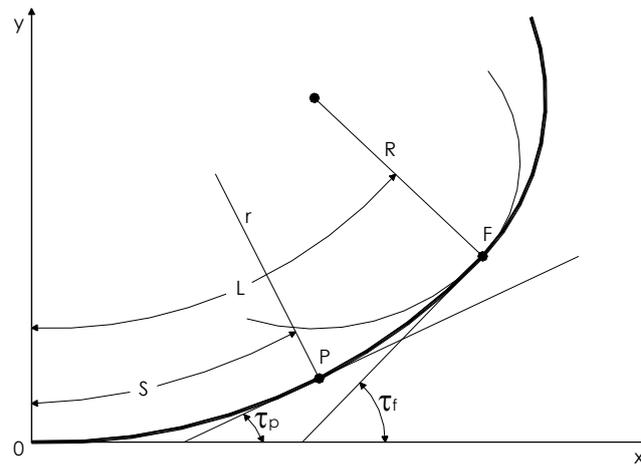
Velocità km/h	25	40	60	80	100	120	140
aderenza trasv. max imp. $f_t \max$ per strade tipo A, B, C, F extraurbane, e relative strade di servizio	-	0,21	0,17	0,13	0,11	0,10	0,09
aderenza trasv. max imp. $f_t \max$ per strade tipo D, E, F urbane, e relative strade di servizio	0,22	0,21	0,20	0,16	-	-	-

Valori del coefficiente di aderenza in funzione della velocità DM 05/11/2001

Per velocità intermedie fra quelle indicate si è provveduto all'interpolazione lineare.

Assegnata quindi la velocità di progetto esiste un valore di raggio minimo che corrisponde al valore calcolato con la formula precedente fissando la velocità al valore inferiore dell'intervallo e imponendo la pendenza trasversale massima (rispettivamente i valori 70 km/h e 0,07): per la tipo B tale valore risulta 178 m.





costruzione geometrica clotoide DM 05/11/2001

Le motivazioni legate all'inserimento lungo il tracciato di tali elementi a curvatura costante sono quelle di garantire:

- una variazione di accelerazione centrifuga non compensata (contraccolpo) contenuta entro valori accettabili;
- una limitazione della pendenza (o sovrappendenza) longitudinale delle linee di estremità della piattaforma;
- la percezione ottica corretta dell'andamento del tracciato.

Di seguito sono descritti in dettaglio i criteri di dimensionamento del parametro A delle curve di transizione a curvatura variabile:

1) *Curve a raggio variabile: criterio di limitazione del contraccolpo*

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{v^3}{c} - \frac{g \cdot v \cdot R}{c} |q_f - q_i|} \quad \text{eq.4}$$

con  $q_f$  e  $q_i$  le pendenze trasversali in valore assoluto alla fine e all'inizio della clotoidi;  
 c è valore del contraccolpo;  
 v è la velocità in m/s.

Ponendo il valore limite per il contraccolpo pari a:

$$c_{\max} = \frac{50,4}{V} \quad \text{eq.5}$$

si ottiene:

$$A \geq 0,021 \cdot V^2 \quad \text{eq.6}$$

con  $V$  in km/h

J) *Curve a raggio variabile: Criterio di sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata*

nel caso in cui il raggio iniziale sia di valore infinito (rettilineo o punto di flesso), il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{R}{\Delta i_{\max}} \times 100 \times B_i (q_i + q_f)} \quad \text{eq.7}$$

nel caso in cui anche il raggio iniziale sia di valore finito (continuità) il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{B_i (q_f - q_i)}{\left(\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_f}\right) \times \frac{\Delta i_{\max}}{100}}} \quad \text{eq.8}$$

dove:

$R_i$  e  $R_f$  sono i raggi iniziali e raggi finali della clotoide;

$B_i$  sono le distanze fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile

$\Delta i_{\max}$  è la sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano  $B_i$  dall'asse di rotazione.

$$\Delta i_{\max} = 18 \frac{B_i}{V} \quad \text{eq.9}$$

Va allo stesso tempo garantita una pendenza longitudinale minima dell'estremità della carreggiata, in modo che nei tratti in cui la pendenza trasversale risulta minore del 2,5 l'acqua possa essere smaltita velocemente senza che ristagni.

Tale valore minimo è:

$$\Delta i_{\min} = 0,1 \cdot B_i \quad \text{eq.10}$$

K) *Curve a raggio variabile: Criterio ottico*

Per garantire la percezione ottica del raccordo deve essere verificata la relazione

$$A \geq R/3 \quad (R_i / 3 \text{ in caso di continuità})$$

Inoltre, per garantire la percezione dell'arco di cerchio alla fine della clotoide, deve essere:

$$A \leq R \quad (R_s \text{ in caso di continuità})$$

Dove:

$R_i$  è il raggio maggiore dei due cerchi da raccordare

$R_s$  è il raggio minore dei due cerchi da raccordare

L'inserimento delle curve a raggio variabile deve soddisfare oltre ai criteri di dimensionamento della singola curva sopra esposti, anche le regole dettate dalla successione di più elementi vicini a formare casi particolari come:

- la transizione di una curva circolare con clotoidi con parametri diversi ai due lati;
- il flesso tra curve circolari di verso opposto senza interposizione di un rettilifo;
- la continuità nella successione di curve circolari di verso uguale senza rettilifi intermedi;
- il raccordo tra due cerchi secanti mediante cerchio ausiliario.

Tali casi sono rappresentati nella figura sottostante.

TIPOLOGIA	LIMITI
	$A_1 > A_{min}$ $A_2 > A_{min}$ $\frac{R_2}{3} < A_1 < R_1$ $\frac{R_1}{3} < A_2 < R_2$ $\frac{2}{3} < \frac{A_1}{A_2} < \frac{3}{2}$
	$R_2 < R_1$ $A_1 > A_{min}$ $A_2 > A_{min}$ FLESSO ASIMMETRICO $A_1 \neq A_2$ $\frac{R_1}{3} < A_1 < R_1$ $\frac{R_2}{3} < A_2 < R_2$ $\frac{2}{3} < \frac{A_1}{A_2} < \frac{3}{2}$ FLESSO SIMMETRICO $A_1 = A_2 = A$ $\frac{R_1}{3} < A < R_2$
	$R_2 < R_1$ $R_2$ all'interno di $R_1$ ma non concentrico $A_{min} < A$ $\frac{R_1}{3} < A < R_2$
	$A_1 > A_{min}$ $A_2 > A_{min}$ $\frac{R_2}{3} < A_1 < R_1$ $\frac{R_1}{3} < A_2 < R_2$ $\frac{2}{3} < \frac{A_1}{A_2} < \frac{3}{2}$
<b>CASI DA EVITARE</b>	

Casi più importanti di inserimento curve a raggio variabile DM 05/11/2001

Nella tabella seguente si riporta in dettaglio tutte le curve circolari presenti lungo il tracciato e le relative clotoidi:

Curva n.	Raggio [m]	Tipologia		Progressiva iniziale	Progressiv a finale	Sviluppo	Clotoidi		
							$A_{prec}$	$A_{succ}$	
R1	850	Flesso	Flesso	6+055,741	6+650,343	594.60	310.000	310.000	
R2	1100			Flesso	6+887,857	7+281,476	393.62	370.001	370.001
R3	1100			Flesso	7+530,385	7+674,648	144.26	370.001	370.001
R4	804	Transi z.	Flesso	7+977,51	8+666,57	689.06	378.737	303.581	
R5 (Esistente)	844.50	Transi z.		8+901,60	9+517,00	615.41	318.866	470.000	

I parametri riportati in tabella soddisfano a pieno le verifiche normative precedentemente illustrate sia riguardo il dimensionamento singolo degli elementi e sia in merito alla successione di più elementi (transizione e flessi).

### 3.4.2 ANDAMENTO ALTIMETRICO

Anche per l'andamento altimetrico il tracciato è stato progettato con un unico profilo longitudinale e le verifiche sono state condotte sempre per una strada di tipo di cat. B.

Le verifiche effettuate (sulla base del D.M. 2001) si riferiscono all'analisi di congruenza delle seguenti caratteristiche del progetto:

#### A) Pendenze longitudinali massime

Per una strada classificata come "B – Extraurbana principale" la pendenza massima adottabile risulta pari al valore 6%. Inoltre, in corrispondenza di gallerie, al fine di contenere le emissioni di sostanze inquinanti e di fumi, per questa tipologia di strade non si deve superare la pendenza del 4%.

Le livellette di progetto hanno pendenza massima pari a 5,64%, mentre nella galleria di progetto GA05 si ha una pendenza massima pari a circa 3,84%, quindi tali valori risultano inferiori ai suddetti limiti imposti dalla normativa.

#### B) Raggio minimo dei raccordi verticali concavi e convessi

I raccordi verticali minimi sono funzione della distanza di visuale libera da garantire, pari almeno a quella di arresto (funzione della velocità), e dalla differenza  $\Delta_i$  fra le pendenze longitudinali, il cui sviluppo viene calcolato con l'espressione

$$L = R_v \times \frac{\Delta_i}{100} \quad [m]$$

eq.11

dove:

- $\Delta_i$  è la variazione di pendenza percentuale delle livellette da raccordare;
- $R_v$  è il raggio del cerchio osculatore, nel vertice della parabola.

Il calcolo delle distanze è stato eseguito facendo sempre riferimento al D.M. n° 6792 del 5/11/01 adottando le formule valide per i raccordi sia concavi sia convessi verificando i casi sia di  $D_v > L$  sia di  $D_v < L$  con  $L$  = sviluppo del raccordo verticale :

#### RACCORDI CONVESSI (DOSSO)

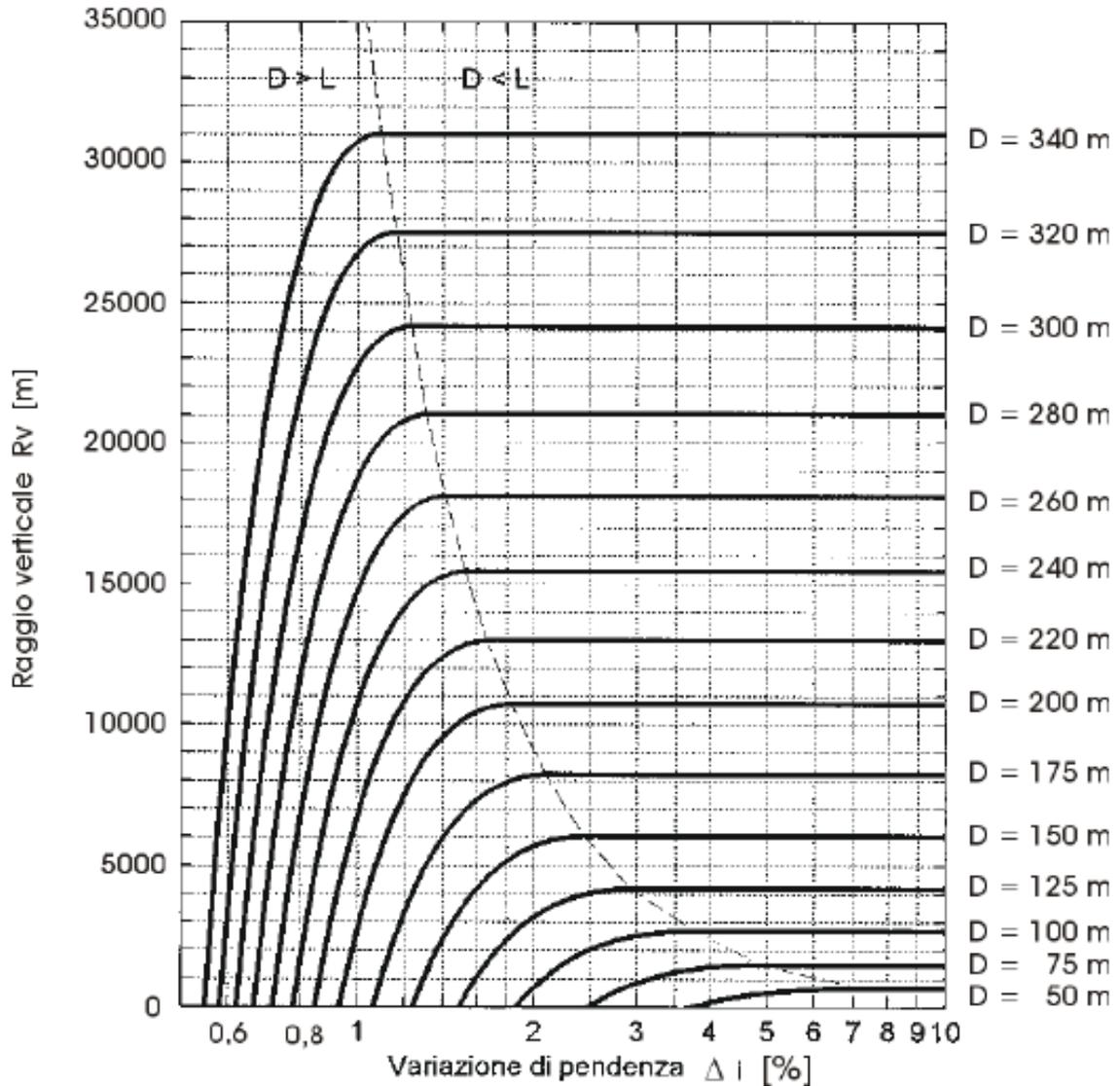
Eq.12  $D < L$

$$R_v = \frac{D^2}{2 \times \left( h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2} \right)}$$

$$R_v = \frac{2 \times 100}{\Delta i} \left[ D - 100 \frac{h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2}}{\Delta i} \right]$$

 $D > L$ 

eq.13



Variazione del raggio del cerchio osculatore al variare della distanza  $D$  e della variazione di pendenza longitudinale per i raccordi convessi – fig. 5.3.3.a

RACCORDI CONCAVI

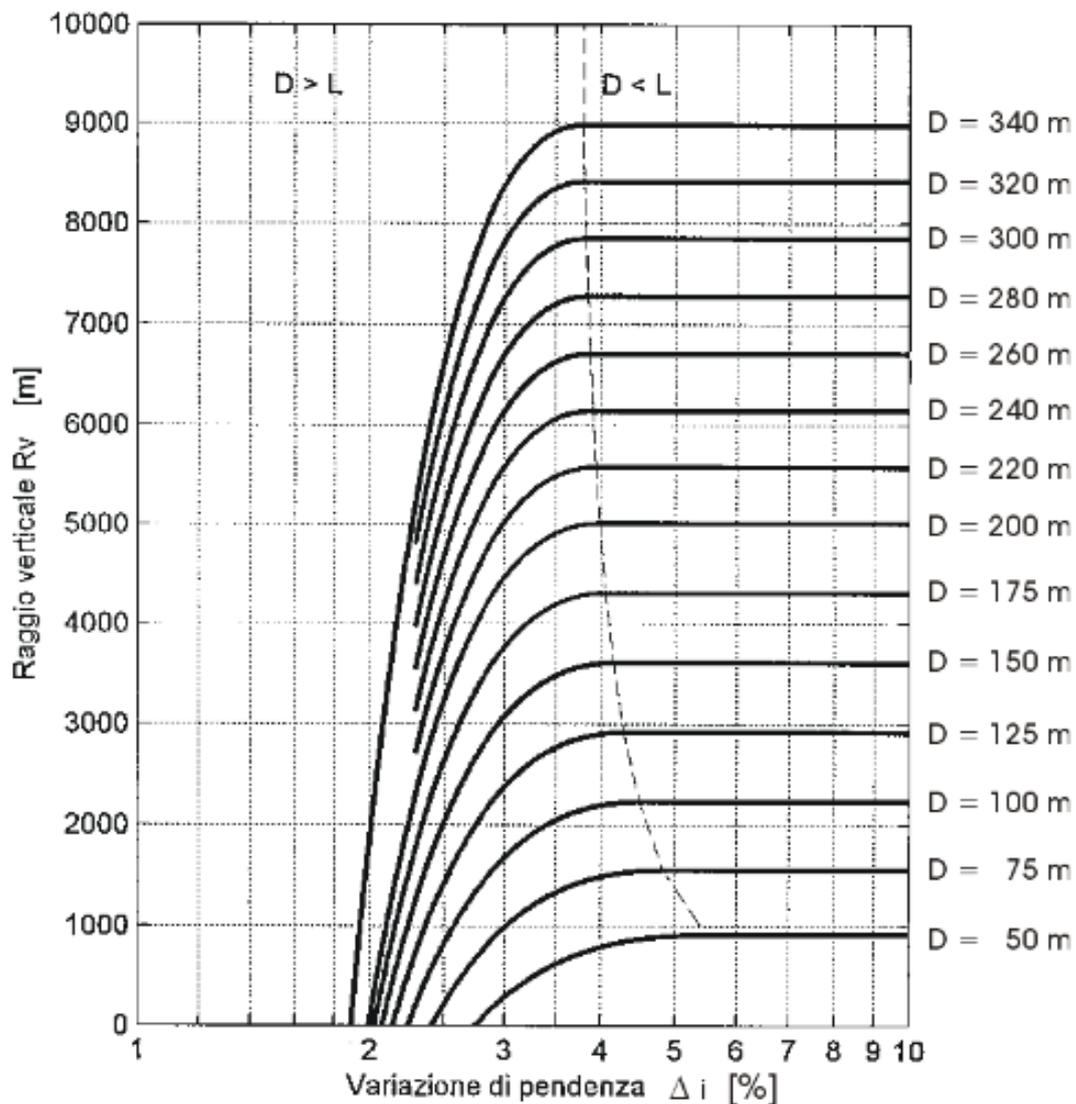
(SACCHE)

$$R_v = \frac{D^2}{2(h + D \sin \vartheta)}$$

 $D < L$ 

$$R_v = \frac{2 \times 100}{\Delta i} \left[ D - \frac{100}{\Delta i} (h + D \times \sin \vartheta) \right]$$

 $D > L$



Variation of the radius of the osculating circle as a function of the distance  $D$  and the variation of longitudinal slope for concave curves – fig. 5.3.4.a

considerando :

- l'altezza dal piano stradale dell'occhio del conducente  $h_1=1.10\text{m}$
- l'altezza dal piano stradale dell'ostacolo  $h_2=0.10\text{m}$
- l'altezza del centro dei fari dal piano stradale  $h=0.50\text{m}$
- massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto all'asse del veicolo  $\vartheta = 1^\circ$

Nel progetto in esame i raggi verticali presentano dei valori sempre superiori ai minimi riportati in normativa e determinati in funzione della distanza di arresto e delle pendenze delle livellette da raccordare, in particolare:

- raggio convesso minimo - 9600 m;
- raggio concavo minimo - 5000 m;

### 3.4.3 VERIFICHE E DISTANZE DI VISIBILITA'

L'esistenza di opportune visuali libere costituisce primaria ed inderogabile condizione di sicurezza della circolazione.

Per distanza di visuale libera si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

Lungo il tracciato stradale in esame la distanza di visuale libera deve essere confrontata con le seguenti distanze:

- Distanza di visibilità per l'arresto: è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto;
- Distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia: è pari alla lunghezza del tratto di strada occorrente per il passaggio da una corsia a quella ad essa adiacente nella manovra di deviazione in corrispondenza di punti singolari (intersezioni, uscite, ecc.).

#### A) Distanza di visibilità per l'arresto

La relazione di calcolo della distanza di visibilità per l'arresto si calcola con la formula integrale:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[ f_l(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV \quad [m]$$

eq.16

dove:

- $D_1$  = spazio percorso nel tempo  $\tau$
- $D_2$  = spazio di frenatura
- $V_0$  = velocità del veicolo all'inizio della frenatura, pari alla velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma delle velocità [km/h]
- $V_1$  = velocità finale del veicolo, in cui  $V_1 = 0$  in caso di arresto [km/h]
- $i$  = pendenza longitudinale del tracciato [%]
- $\tau$  = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]
- $g$  = accelerazione di gravità [ $m/s^2$ ]
- $R_a$  = resistenza aerodinamica [N]
- $m$  = massa del veicolo [kg]
- $f_l$  = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura
- $r_0$  = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

La resistenza aerodinamica  $R_a$  si valuta con la seguente espressione:

$$R_a = \frac{1}{2 \times 3,6^2} \rho C_x S V^2 \quad [N]$$

eq.17

dove:

- $C_x$  = coefficiente aerodinamico
- $S$  = superficie resistente [ $m^2$ ]
- $\rho$  = massa volumica dell'aria in condizioni standard [ $kg/m^3$ ]

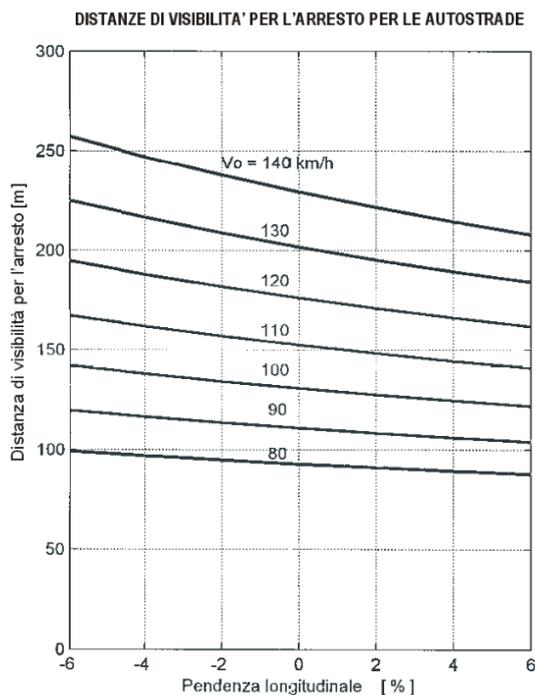
Per  $f_l$  la normativa dà i seguenti valori (compatibili anche con superficie stradale leggermente bagnata con spessore del velo idrico di 0,5 mm):

VELOCITA' km/h	25	40	60	80	100	120	140
$f_l$ Autostrade	-	-	-	0.44	0.40	0.36	0.34
$f_l$ Altre strade	0,45	0.43	0.35	0.30	0.25	0.21	-

Valori del coeff. di aderenza longitudinale al variare delle velocità e della tipologia di strada

Come indicato dalla stessa normativa i valori di  $f_l$  riferiti alle autostrade possono essere adottati per le strade extraurbane principali (tipo B) qualora le qualità del piano viabile risultino paragonabili a quelle delle strade di tipo A e siano mantenute tali nel tempo. Nel progetto in esame, in relazione all'asse principale, sono stati considerati i valori di  $f_t$  relativi alle viabilità autostradali.

Le figure seguenti riportano le distanze di visibilità per l'arresto calcolate come sopra, in funzione di una pendenza longitudinale costante. In caso di variabilità di tale pendenza (raccordi verticali), si può assumere per essa il valore medio.



Andamento delle distanze di arresto per le autostrade – fig. 5.1.2.b del [5]

Le verifiche delle visibilità per l'arresto sono state condotte su tutta la nuova viabilità di progetto, sia in corsia di marcia che su quella di sorpasso. L'esito positivo delle verifiche viene riportato negli elaborati grafici di riferimento (codice sintetico DA021-036) a cui si rimanda per i dettagli e negli allegati in coda alla relazione tecnica stradale.

#### B) Distanza di visibilità per il cambio corsia

Questa distanza valuta lo spazio necessario all'utente a comprendere i tempi necessari per percepire e riconoscere la situazione e per la decisione ed effettuazione della manovra di cambiamento di una sola corsia (4 secondi). La formula empirica risulta:

$$D_c = 9,5 \times v = 2,6V \quad [m] \quad eq.18$$

dove:

- $v$  = velocità del veicolo in [m/s];
- $V$  in [km/h]

essendo  $v$ ,  $V$  desunte puntualmente dal diagramma delle velocità.

La verifica in oggetto è stata applicata nei "punti singolari", intendendo questi come le zone in prossimità degli svincoli (tronco di manovra delle corsie di uscita), dove la manovra di diversione in uscita comporta la possibilità del cambio di corsia da quella di sorpasso a quella di marcia.

In particolare, tale verifica è stata condotta in relazione alla corsia di decelerazione della carreggiata Nord (progressiva di inizio ca. 7+000,000). Questa verifica è stata effettuata sia planimetricamente che altimetricamente, con esito positivo, come si evince dall'elaborato grafico di riferimento (codice sintetico DA037).

### 3.4.4 ALLARGAMENTI PER VISIBILITA'

L'allargamento in curva per visibilità, su indicazione dell'ANAS viene realizzata sempre mediante l'allargamento della banchina esterna della carreggiata per i tratti di curva in destra, della banchina interna della carreggiata per i tratti di curva in sinistra.

Seguono tabelle in cui sono dettagliati gli allargamenti previsti lungo il tracciato divisi per carreggiata.

ALLARGAMENTI DELLA PIATTAFORMA NECESSARI A GARANTIRE LA VISIBILITA'						
CATEGORIA B (EXTRAURBANA PRINCIPALE) $70 < V_p < 120$ km/h						
CARREGGIATA SUD DIREZIONE SVINCOLO A8						
N° Curva	Progr.in	Progr.fin.	Raggio [m]	Verso	Allargamento (Valore Max) [m]	Causa
R1	6+055,7 41	6+650,34 3	850	dx	1.50	Visibilità per l'arresto
R2	6+887,8 57	7+281,47 6	1100	sx	1.25	Visibilità per l'arresto
R3	7+530,3 85	7+674,64 8	1100	dx	0.25	Visibilità per l'arresto
R4	7+977,5 1	8+666,57	804	sx	3.50	Visibilità per l'arresto
CARREGGIATA NORD DIREZIONE SVINCOLO S.S.336 NORD						
R4	8+666,5 7	7+977,51	804	dx	2.05	Visibilità per l'arresto
R3	7+674,6 48	7+530,38 5	1100	sx	1.50	Visibilità per l'arresto
R2	7+281,4 76	6+887,85 7	1100	dx	6.75	Visibilità per l'arresto e visibilità per cambio corsia
R1	6+650,3 43	6+055,74 1	850	sx	3.0	Visibilità per l'arresto

*Allargamenti per visibilità banchina interna e banchina esterna*

In alcune curve gli allargamenti non risultano materializzati per l'intero sviluppo delle stesse, in quanto inglobati nella larghezza delle corsie specializzate di ingresso, di uscita o di scambio degli svincoli di progetto.

Nel presente progetto esecutivo sebbene le verifiche di visibilità per l'arresto risultino soddisfatte secondo i dettami del DM 05/11/2001, nel merito della variabilità della piattaforma è stata posta particolare attenzione a garantire adeguati tratti di transizione fino a raggiungere l'allargamento

massimo calcolato, in modo da gestire in sicurezza i possibili disassamenti negli elementi geometrici di tracciamento della carreggiata opposta ed eventuali difetti di traiettoria nelle manovre degli utenti. Nella fattispecie, tale criticità è stata rilevata per alcuni tratti in cui è richiesto un ingente allargamento del margine interno, la cui variabilità non può essere destinata al solo sviluppo dei raccordi clotoidici, in quanto si possono generare punti angolosi nella segnaletica orizzontale e conseguenti manovre insicure dell'utenza in marcia. Pertanto al fine di garantire un maggior standard di sicurezza intrinseco dell'infrastruttura, in riferimento a quanto riportato dal N.C.d.S. relativamente ai tratti di raccordo, di cui all'art.142 del Regolamento DPR n. 495/92 (art.40 Cod.Str.) si è effettuata una verifica della lunghezza dei tratti di transizione, garantendo una massima pendenza della striscia di raccordo inferiore al 2% raccomandato, come riportato nelle risultanze di seguito distinte per le due carreggiate.

CARREGGIATA NORD								
TRATTI VARIABILI DEGLI ALLARGAMENTI								
N.	Progr. iniziale [km]	Progr. finale [km]	Valore massimo D [m]	Lunghezza clotoide associata [m]	Estensione longitudinale min. Art. 142 DPR n. 495/92 [m]	Verifica di visibilità (DM 05/11/2001)	Estensione longitudinale Progetto Esecutivo [m]	VERIFICA
1	6+600,33	6+808,51	3	113	150	SODDISFATTA	208	OK
2	7+405,93	7+530,39	1,5	124	75	SODDISFATTA	124	OK
3	7+674,65	7+799,10	1,5	124	75	SODDISFATTA	124	OK
4	8+781,20	8+901,60	2,05	120	102,5	SODDISFATTA	120	OK

CARREGGIATA SUD								
TRATTI VARIABILI DEGLI ALLARGAMENTI								
N.	Progr. iniziale [km]	Progr. finale [km]	Valore massimo D [m]	Lunghezza clotoide associata [m]	Estensione longitudinale min. Art. 142 DPR n. 495/92 [m]	Verifica di visibilità (DM 05/11/2001)	Estensione longitudinale Progetto Esecutivo [m]	VERIFICA
5	6+763,40	6+887,86	1,25	124	62,5	SODDISFATTA	124	OK
6	7+281,48	7+405,93	1,25	124	62,5	SODDISFATTA	124	OK
7	7+799,10	7+977,51	3,5	178	175	SODDISFATTA	178	OK
8	8+666,57	8+843,98	3,5	114	175	SODDISFATTA	178	OK

*Sviluppo allargamenti banchine interne*

I tratti di transizione adottati nel presente progetto soddisfano la verifica suddetta: l'eventuale deficit di lunghezza rispetto allo sviluppo della clotoide è stato previsto nei tratti in rettilineo. Si evidenzia inoltre che in corrispondenza di situazioni più critiche, vale a dire in cui è richiesto un ingente allargamento del margine interno per deficit di visibilità, si è ritenuto opportuno a favore di sicurezza un'ulteriore verifica (evidenziati in verde). Nello specifico dei casi in cui la variabilità del margine interno della piattaforma risulta molto pronunciata, si è fatto riferimento a quanto previsto in letteratura per il dimensionamento dei tratti di raccordo, desumibile dal testo "Giannini, F.M. La Camera, Marchionna – Appunti di costruzioni di strade, ferrovie e aeroporti", di cui la formulazione seguente per determinare l'estesa del tratto di transizione:

$$L [m] = V [km/h] * \text{rad(ALL)} [m] \quad \text{eq. 19}$$

Resta inteso che per la curva finale di attacco al sedime esistente (n.7-8) tali accorgimenti risultano vincolati dal mantenimento delle opere d'arte recentemente realizzate nella Pedemontana Lombarda; la lunghezza adottata risulta conforme a quanto indicato nell'art.40 del N.C.d.S. e saranno da considerarsi interventi mitigativi di rafforzamento della segnaletica orizzontale e verticale.

### 3.4.5 DIAGRAMMA DI VELOCITA'

Per il tracciato in esame, come prescritto dal D.M. 5/11/2001, è stato redatto il diagramma delle velocità per ogni senso di circolazione, in particolare:

- Bretella di Gallarate – Sez. tipo B (Da prog. 6+500.00 a prog. 8+843.89) – Direz. nord
- Bretella di Gallarate – Sez. tipo B (Da prog. 8+843.89 a prog. 6+500.00) – Direz. Sud

I suddetti diagrammi di velocità sono stati redatti secondo le seguenti ipotesi:

- in rettilineo, sugli archi di cerchio con raggio non inferiore a R2,5, e nelle clotoidi, la velocità di progetto tende al limite superiore dell'intervallo; gli spazi di accelerazione conseguenti all'uscita da una curva circolare, e quelli di decelerazione per l'ingresso a detta curva, ricadono soltanto negli elementi considerati (rettilineo, curve ampie con  $R > R2,5$  e clotoidi);
- la velocità è costante lungo tutto lo sviluppo delle curve con raggio inferiore a R2,5, e si determina dagli abachi 5.2.4.a e 5.2.4.b del D.M. 05/11/2001;
- i valori dell'accelerazione e della decelerazione restano determinati in 0.8 m/s<sup>2</sup>;
- si assume che le pendenze longitudinali non influenzino la velocità di progetto.

Nel tracciato in esame, per ogni senso di circolazione ed all'interno delle suddette progressive, la velocità di progetto risulta costante e pari a 120 km/h, rispettando quanto previsto nel par. 5.4 del D.M. 05/11/2001.

### 3.5 CARATTERISTICHE PROGETTUALI: CORSIE SPECIALIZZATE, RAMPE DI SVINCOLO, INTERSEZIONE A ROTATORIA E CIRCOLAZIONE ROTATORIA

Per quanto concerne la redazione delle corsie specializzate di immissione/uscita, delle rampe di svincolo e delle intersezioni a rotatoria o a circolazione rotatoria, è necessario richiamare quanto già esplicitato nel paragrafo 3 della presente relazione tecnica stradale. Nello specifico, in base all'art. 2 del DM 19/04/2006, quest'ultima norma non è cogente per il progetto in esame in quanto il relativo progetto preliminare (di legge obiettivo) è stato approvato prima dell'entrata in vigore del citato D.M. 19/04/2006. Tuttavia, tale norma, è stata presa a riferimento, per quanto possibile, nell'impianto sia del progetto definitivo che del presente progetto esecutivo.

#### 3.5.1 CORSIE SPECIALIZZATE

Nel presente progetto esecutivo sono presenti n.3 corsie specializzate di decelerazione, ovvero:

- corsia di decelerazione ad ago in uscita dalla S.S. 336 Svincolo Nord;
- corsia di decelerazione parallela in uscita dalla Bretella di Gallarate - Carreggiata Nord - (prog. iniziale ca 7+000.00);
- corsia di decelerazione parallela in ingresso alla rampa B dello svincolo Località Dogana.

Inoltre sono presenti n.7 corsie specializzate di accelerazione, ovvero:

- corsia di accelerazione in ingresso alla S.S. 336 Svincolo Nord;
- corsia di accelerazione in ingresso alla Bretella di Gallarate - Carreggiata Sud – Svincolo S.S. 336 Nord;
- corsia di accelerazione in ingresso alla complanare Sud, Svincolo A8;
- corsia di accelerazione in ingresso alla carreggiata Sud dell'autostrada dei Laghi, Svincolo A8
- corsia di accelerazione in ingresso alla complanare Nord, Svincolo A8;
- corsia di accelerazione in ingresso alla carreggiata Nord dell'autostrada dei Laghi, Svincolo A8;
- corsia di accelerazione in uscita dalla rampa A, Svincolo Località Dogana;
- corsia di accelerazione che si diparte dalla rampa C, Svincolo Località Dogana.

Infine, nel presente progetto esecutivo sono presenti n.2 tronchi di scambio:

- Rampa B Sciarè- Rampa B Svincolo A8
- Rampa A Sciarè- Rampa A Svincolo A8

Per quanto riguarda l'esplicitazione dettagliata dei criteri adottati per il dimensionamento delle suddette corsie specializzate si rimanda al paragrafo 9.1 della relazione tecnica stradale (DA001\_P00PS00TRARE01). In linea generale, le corsie specializzate sono state dimensionate seguendo i criteri riportati nel D.M. 19/04/2006 (corsie di uscita, tratti di accelerazione e raccordo delle corsie di immissione), i criteri riportati nel G.Da Rios "Progetto di intersezioni stradali", UTET, 2002 (dimensionamento del tratto di immissione delle corsie di immissione), i criteri dell'HCM (dimensionamento delle corsie di immissione sull'A8 e tronchi di scambio).

In basso si riportano delle tabelle riepilogative contenenti le caratteristiche geometriche delle suddette corsie di progetto.

CORSIA DI USCITA		Tipo	Lunghezze minime di calcolo [m] relative al D.M. 19/04/2006		Lunghezze di progetto adottate [m]	
			L <sub>m,u</sub>	L <sub>d,u</sub>	L <sub>m,u</sub>	L <sub>d,u</sub>
Svincolo S.S. 336 Nord	S.S.336 -Carreggiata Sud	Ad ago	75	57,87	76,07	63,48
	Bretella di Gallarate - Carreggiata Nord	Parallela	90	153,03	90	379
Svincolo Località Dogana	In ingresso rampa B	Parallela	40	0	40	24,12

Confronto dati di calcolo e dati di progetto delle corsie di uscita di progetto

CORSIA DI IMMISSIONE		Lunghezze minime di calcolo relative al D.M. 19/04/2006 [m]			Lunghezze di progetto adottate [m]		
		L <sub>a,e</sub>	L <sub>i,e</sub>	L <sub>v,e</sub>	L <sub>a,e</sub>	L <sub>i,e</sub>	L <sub>v,e</sub>
Svincolo S.S. 336 Nord	S.S.336 - Carreggiata Nord	61,11	35,00	75	61.21	96.13	75
	Bretella di Gallarate - Carreggiata Sud	216,67	206	75	217	286,87	75
Svincolo Località Dogana	Uscita Rampa A su S.S. 336	61,11	174,80	75	61,33	180,00	75
	Da rampa C su S.S. 336	61,57	155,38	75	62,00	170,00	75
Svincolo A8	Complanare Sud	53,70	-	50	80	80	50
	Complanare Nord	-	-	50	87	120	50

Confronto dati di calcolo e dati di progetto delle corsie di immissione di progetto

**DIMENSIONAMENTO DELLE CORSIE SPECIALIZZATE DI IMMISSIONE NELL'AUTOSTRADA A8**

Per quanto concerne il dimensionamento delle corsie specializzate in immissione sull'Autostrada A8, di seguito si riportano i calcoli effettuati sia con il metodo funzionale che con quello probabilistico.

**METODO FUNZIONALE (DA RIOS)**

Corsia di immissione		Input				Lunghezze minime di calcolo [m] relative al D.M. 19/04/2006		
		V1 [km/h]	V2 [km/h]	a [m/s <sup>2</sup> ]	Q1 [veic/h]	L <sub>a,e</sub> [m]	L <sub>i,e</sub> [m]	L <sub>v,e</sub> [m]
Carreggiata Sud Autostrada dei Laghi	80	112	1	1071	237,04	115,42	75	
					352,46			
Carreggiata Nord Autostrada dei Laghi	80	112	1	1054,45	237,04	110,27	75	
					347,31			

*Confronto dati di calcolo e dati di progetto delle corsie di immissione di progetto*

**METODO PROBABILISTICO (S.CANALE, N. DISTEFANO)**

Per quanto concerne il dimensionamento della corsia specializzata di immissione in carreggiata Sud dell'Autostrada A8, considerando il traffico sulla corsia di marcia pari a 1071 veic/h (cfr. par. 7.5 della presente relazione tecnica) ed una velocità di percorrenza del tronco di attacco pari a 70 km/h, la lunghezza del tronco stesso risulta pari a 360 m, come possibile desumete dalla tabella seguente.

Per quanto concerne il dimensionamento della corsia specializzata di immissione in carreggiata Nord dell'Autostrada A8, considerando il traffico sulla corsia di marcia pari a 1054, veic/h (cfr. par. 7.5 della presente relazione tecnica) ed una velocità di percorrenza del tronco di attacco pari a 70 km/h, la lunghezza del tronco stesso risulta pari a 360 m, come possibile desumete dalla tabella seguente.

Tab. 6.9 - Lunghezze del tronco di attacco in funzione del volume di traffico sulla corsia destra della strada principale (percentile del tempo di attesa = 90%)

Q <sub>p</sub> (Veic/h)	VELOCITÀ DI PERCORRENZA DEL TRONCO DI ATTACCO - V <sub>E</sub>							
	110 km/h	100 km/h	90 km/h	80 km/h	70 km/h	60 km/h	50 km/h	40 km/h
	LUNGHEZZA DEL TRONCO DI ATTACCO - L <sub>E</sub> (m) Pr(τ ≥ T) = 90%							
1200	-	-	-	-	380	290	210	150
1100	-	-	-	-	360	270	200	140
1000	-	-	-	-	340	260	190	130
900	-	-	-	400	310	240	180	120
800	-	-	-	380	300	230	170	120
700	-	-	-	350	280	220	160	110
600	-	-	-	330	260	200	150	110
500	-	-	370	310	250	190	140	110
400	-	-	360	300	230	180	130	100
300	-	380	350	290	220	170	130	90
200	-	360	330	260	200	150	110	90
100	380	340	300	240	180	130	90	60

*"Lunghezza del tronco di attacco in funzione del volume di traffico sulla corsia destra della strada principale riferita ad un percentile di tempo di attesa pari al 90%" - Tab. 6.9 del testo Progettare le intersezioni di S.Canale, N.Distefano, S. Leonardi, G. Pappalardo.*

Confrontando i due metodi di calcolo si evince che quello probabilistico è maggiormente cautelativo, per cui si sceglie di adottare quest'ultimo per il dimensionamento delle corsie specializzate di immissione nell'autostrada A8.

Dai calcoli effettuati, il minimo valore del tronco di attesa per le due corsie di immissione, in relazione ai flussi di traffico, è pari a 360 m. Dunque, il tronco di attesa della corsia di immissione in carreggiata Sud, è stato proposto di valore pari a 368 m, tenendo conto del valore minimo relativo ai suddetti calcoli e delle condizioni locali (distanza minima da garantire con la successiva corsia di uscita dello svincolo Busto Arsizio). Invece, il tronco di attesa della corsia di immissione in carreggiata Nord, è stato proposto pari a 386 m, tenendo conto del valore minimo relativo ai suddetti calcoli, delle condizioni locali e dello spazio necessario ad effettuare il raccordo geometrico con la relativa complanare Nord.

Il basso si riporta uno stralcio del parere di ASPI in relazione al suddetto dimensionamento, espresso nella nota protocollo n. 6495 del 14/04/2021:

"entrambe le corsie specializzate dovrebbero avere uno sviluppo che raggiunga il valore massimo indicato dall'HCM, pari a 450 m, e quindi essere prolungate di 100 m".

Dunque, rispetto ai precedenti calcoli, entrambe le corsie specializzate sono state prolungate di 100 m, ottenendo i seguenti valori finali:

- Corsia di immissione in carreggiata Sud: tronco di attacco di 468 m + tratto di manovra 75m
- Corsia di immissione in carreggiata Nord: tronco di attacco di 486 m + tratto di manovra 75m

### 3.5.2 RAMPE DI SVINCOLO

Gli elementi di tracciamento plano-altimetrico delle rampe di svincolo sono stati progettati facendo riferimento alle tab. 7 e tab. 8 del D.M. 19/04/2006. In particolare, la progettazione delle rampe di svincolo è stata effettuata considerando, per ciascuna tipologia di rampa, il corrispondente intervallo di velocità di progetto desunto dalla seguente tabella, pur tuttavia indipendentemente dalle velocità che scaturirebbero dal diagramma delle velocità.

Tipi di rampe	Intersezioni Tipo 1 (fig.3), escluse B/B, D/D, B/D, D/B.		Intersezioni Tipo 2 (fig.3), e B/B, D/D, B/D, D/B.	
<b>Diretta</b>	50-80 km/h		40-60 km/h	
<b>Semidiretta</b>	40-70 km/h		40-60 km/h	
<b>Indiretta</b>	in uscita da A	40 km/h	in uscita dalla strada di livello ger. superiore	40 km/h
	in entrata su A	30 km/h	in entrata sulla strada di livello ger. superiore	30 km/h

Velocità di progetto per le varie tipologie di rampe Tab. 7 del D.M. 19/04/2006

Velocità di progetto	(km/h)	30	40	50	60	70	80
<b>Raggio planimetrico minimo</b>	(m)	25	45	75	120	180	250
<b>Pendenza max in salita</b>	(%)	10	7,0	5,0			
<b>Pendenza max in discesa</b>	(%)	10	8,0	6,0			
<b>Raggi minimi verticali convessi</b>	(m)	500	1000	1500	2000	2800	4000
<b>Raggi minimi verticali concavi</b>	(m)	250	500	750	1000	1400	2000
<b>Distanza di visuale minima</b>	(m)	25	35	50	70	90	115

Caratteristiche planoaltimetriche delle rampe Tab. 8 del D.M. 19/04/2006

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	<b>A</b>	3,75	2.50	-
	<b>B</b>	3,75	1.75	-
Rampe monodirezionali	<b>A</b>	1 corsia: 4,00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3,50		
	<b>B</b>	1 corsia: 4,00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3,50		
Rampe bidirezionali	<b>A</b>	1 corsia: 3,50	1.00	-
	<b>B</b>	1 corsia: 3,50	1.00	-

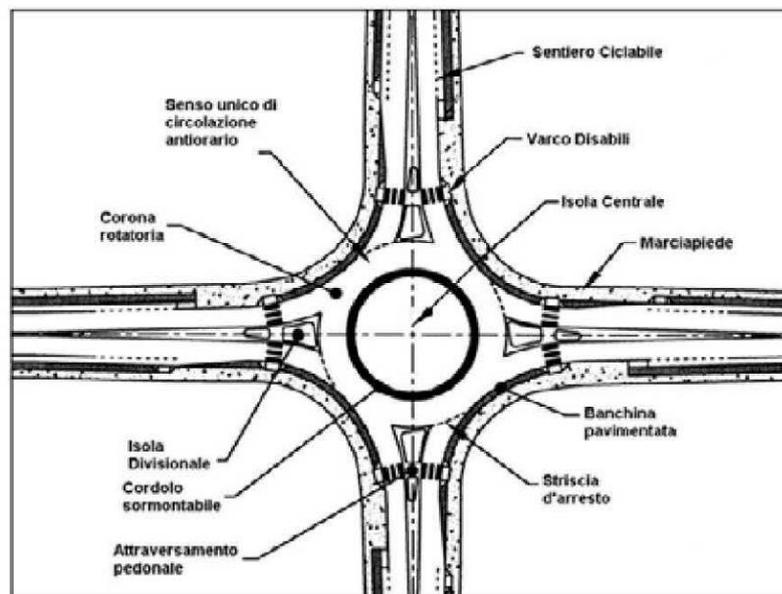
Strade urbane				
elemento modulare	Tipo di strada principale	Larghezza corsie (m)	Larghezza banchina in destra (m)	Larghezza banchina in sinistra (m)
Corsie specializzate di uscita e di immissione	<b>A</b>	3,75	2.50	-
	<b>D</b>	3,25	1.00	-
Rampe monodirezionali	<b>A</b>	1 corsia: 4,00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3,50		
	<b>D</b>	1 corsia: 4,00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3,50		
Rampe bidirezionali	<b>A</b>	1 corsia: 3,50	1.00	-
	<b>D</b>	1 corsia: 3,50	1.00	-

Larghezze minime degli elementi modulari degli svincoli Tab. 9 del D.M. 19/04/2006

Per maggiori dettagli circa le caratteristiche plano-altimetriche delle rampe di svincolo e le relative verifiche normative, si rimanda al paragrafo 9.3 della relazione tecnica stradale (DA001\_P00PS00TRARE01).

### 3.5.3 INTERSEZIONE A RASO DI TIPO A ROTATORIA

In corrispondenza della galleria artificiale GA05 è prevista la sistemazione della intersezione esistente tra Via Calatafimi e le rampe di ingresso /uscita della S.S. 336 e dei relativi rami interferenti. In particolare, tale intersezione, è stata progettata riferendosi al D.M. 19/04/2006. In basso si riporta lo schema tipologico di una rotatoria tipo presente nel suddetto Decreto Ministeriale.



*Schematizzazione elementi caratterizzanti una intersezione a raso a rotatoria*

La rotatoria di progetto presenta un diametro esterno di 43.00 m, rientrando nella tipologia delle rotatorie convenzionali secondo la definizione riportata nel D.M. 19/04/2006 che considera tre tipologie fondamentali di rotatorie in base al diametro della circonferenza esterna, ovvero:

- Rotatorie convenzionali con diametro esterno compreso tra 40 e 50 m;
- Rotatorie compatte con diametro esterno compreso tra 25 e 40 m;
- Mini rotatorie con diametro esterno compreso tra 14 e 25 m.

Inoltre il suddetto Decreto Ministeriale definisce le larghezze degli elementi modulari delle rotatorie come segue.

Elemento modulare	Diametro esterno della rotatoria (m)	Larghezza corsie (m)
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi ad una corsia	≥ 40	6,00
	Compreso tra 25 e 40	7,00
	Compreso tra 14 e 25	7,00 - 8,00
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi a più corsie	≥ 40	9,00
	< 40	8,50 - 9,00
Bracci di ingresso (**)		3,50 per una corsia 6,00 per due corsie
Bracci di uscita (*)	< 25	4,00
	≥ 25	4,50

(\*) deve essere organizzata sempre su una sola corsia.

(\*\*) organizzati al massimo con due corsie.

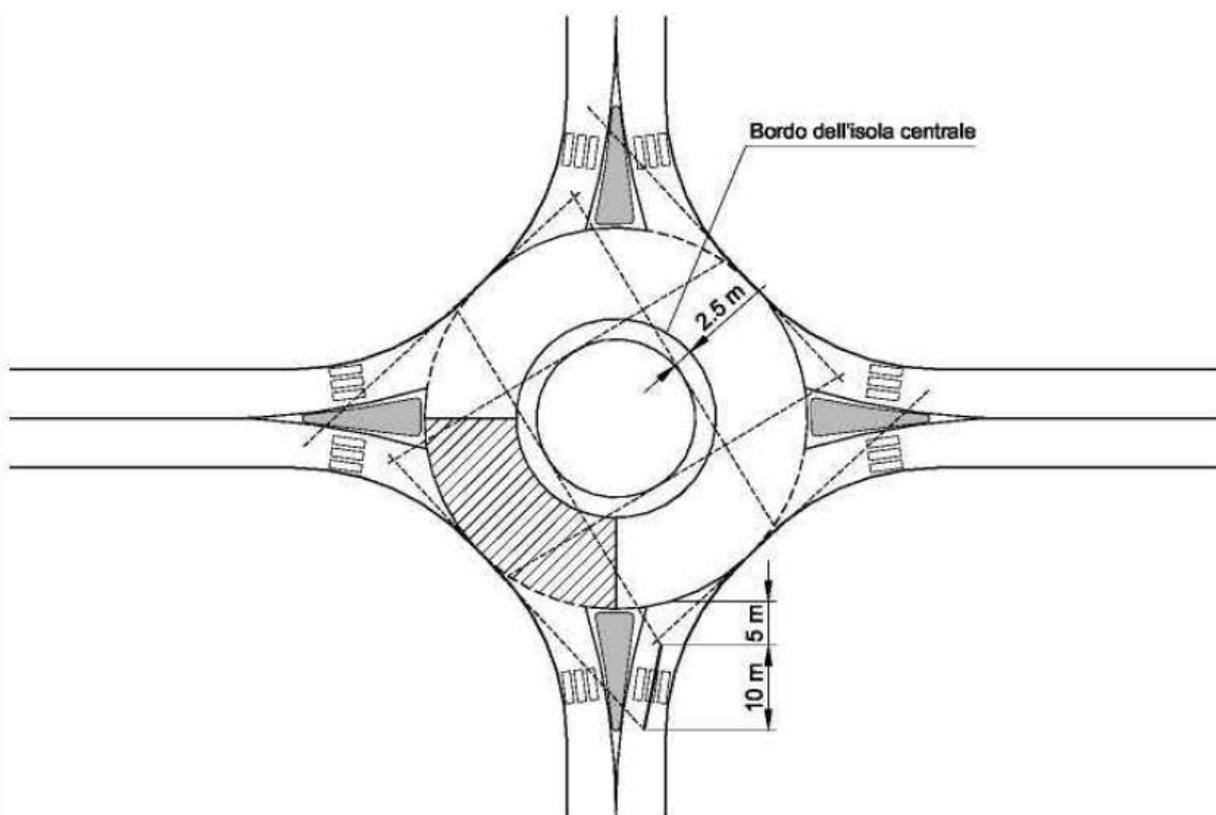
*Larghezza degli elementi modulari delle rotatorie – tab. 6 del D.M. 19/04/2006*

In basso si riporta una tabella riepilogativa contenente le principali caratteristiche della rotatoria di progetto.

Nome	Ubicazione	Tipologia	Diametro esterno [m]	Larghezza corona giratoria [m]	Braccio di ingresso [m]	Braccio di uscita [m]
Rotatoria	Intersezione tra Via Calatafimi e le rampe di ingresso/uscita della S.S.336	Convenzionale	43.00	6.00	3.50	4.50

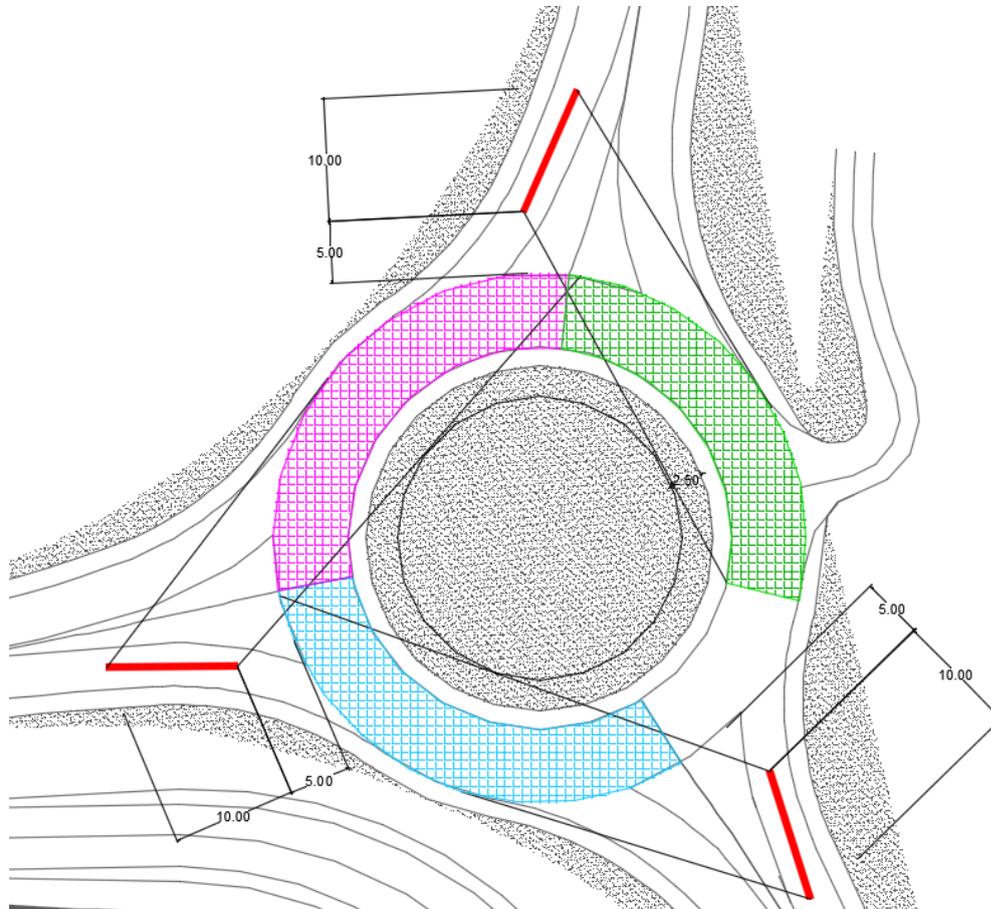
*Ulteriori dimensioni degli elementi che compongono la rotatoria di progetto*

Il D.M. del 19 Aprile del 2006 prevede che negli incroci a rotatoria, i conducenti che si approssimano alla rotatoria devono vedere i veicoli che percorrono l'anello centrale al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi; sarà sufficiente una visione completamente libera sulla sinistra per un quarto dello sviluppo dell'intero anello, secondo la costruzione geometrica riportata nella figura seguente, posizionando l'osservatore a 15 metri dalla linea che delimita il bordo esterno dell'anello giratorio.



*Campi di visibilità in incrocio a rotatoria – fig. 12 del D.M. 19/04/2006*

Per ciascun braccio di ingresso è stata verificata la sussistenza della disponibilità di un idoneo triangolo di visibilità come illustrato nella figura in basso.



*Campi di visibilità in incrocio a rotatoria RT01*

### 3.5.4 CIRCOLAZIONE ROTATORIA "OVALE" LOCALITA' DOGANA

La razionalizzazione dei flussi confluenti nello svincolo della Località Dogana avviene attraverso la trasformazione della rotatoria esistente in un ovale, definito dal D.M. 19/04/2006 come una "circolazione rotatoria". In particolare, tale intersezione, è stata progettata riferendosi al D.M. 19/04/2006. In basso si riporta una tabella riepilogativa contenente le principali caratteristiche dell'ovale di progetto, definite in base alla tab. 6 del D.M. 19/04/2006.

Nome	Ubicazione	Tipologia	Diametro esterno [m]	Larghezza corona giratoria [m]	Braccio di ingresso [m]	Braccio di uscita [m]
Ovale	Intersezione tra Via Cassano Magnago e le rampe B,C,E ed F	Circolazione rotatoria	Rmin 50	6.00	3.50	4.50

*Ulteriori dimensioni degli elementi che compongono l'asse di progetto*

Il D.M. del 19 Aprile del 2006 prevede che negli incroci a raso le verifiche vengano sviluppate secondo il criterio dei triangoli di visibilità relativi ai punti di conflitto di intersezione generati dalle correnti veicolari.

Il lato maggiore del triangolo di visibilità viene rappresentato dalla distanza di visibilità principale D, data dall'espressione:

$$D = v \times t$$

In cui: v = velocità di riferimento [m/s], pari al valore della velocità di progetto caratteristica del tratto considerato o, in presenza di limiti impositivi di velocità, dal valore prescritto dalla segnaletica;

t = tempo di manovra pari a:

- In presenza di manovre regolate da precedenza: 12 s
- In presenza di manovre regolate da Stop: 6 s

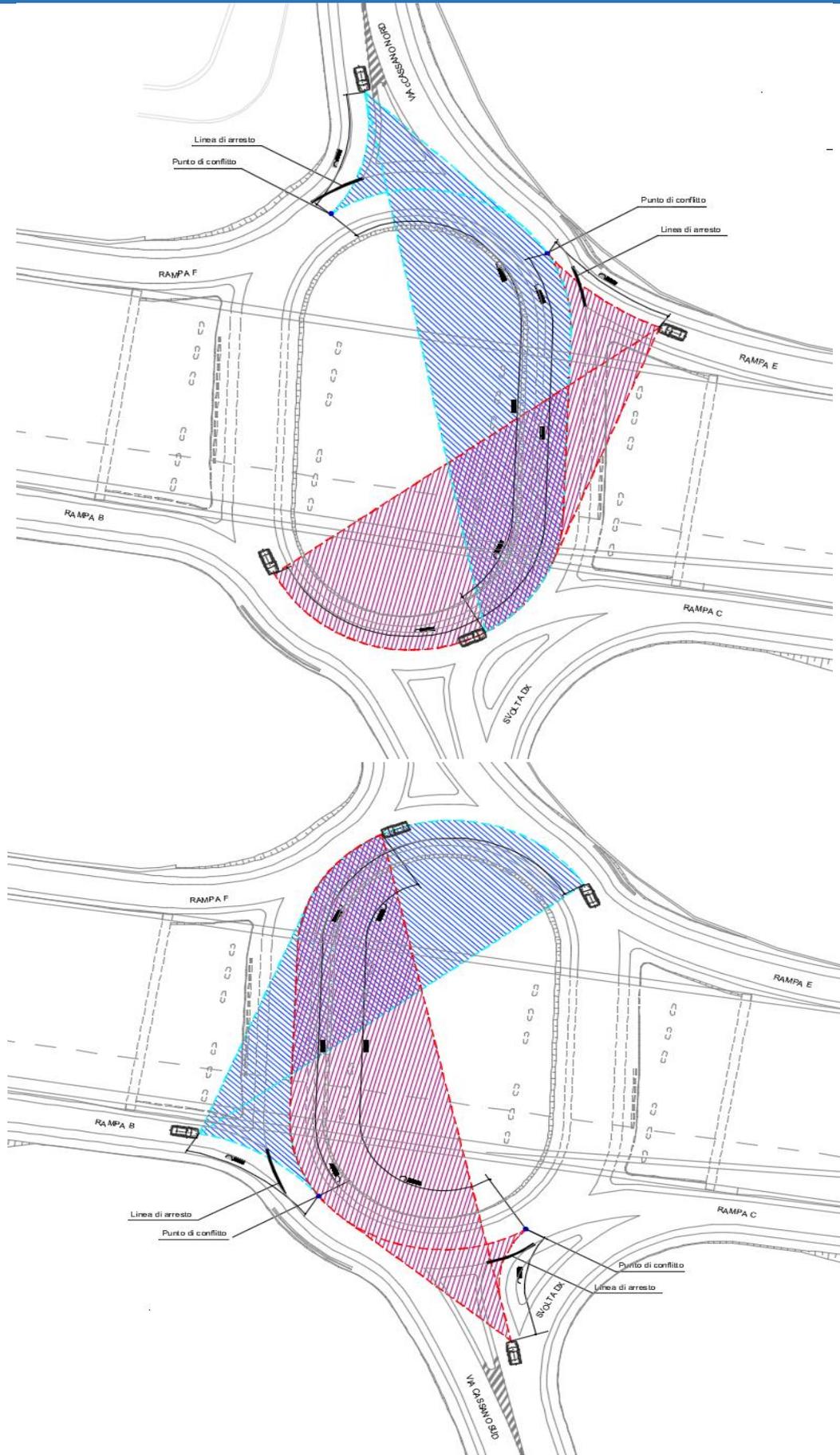
Tali valori devono essere incrementati di un secondo per ogni punto percentuale di pendenza longitudinale del ramo secondario superiore al 2%.

Il lato minore del triangolo di visibilità sarà commisurato ad una distanza di 20 m dal ciglio della strada principale, per le intersezioni regolate da precedenza, e di 3 m dalla linea di arresto, per quelle regolate da Stop.

All'interno del triangolo di visibilità non devono esistere ostacoli alla continua e diretta visione reciproca dei veicoli afferenti al punto di intersezione considerato. Si considerano ostacoli per la visibilità oggetti isolati aventi la massima dimensione planimetrica superiore a 0.8 m.

Nel caso in esame, la velocità di riferimento, come da segnaletica, è pari a 30 km/h, corrispondenti a 8,3 m/s. Il tempo di manovra è pari a 12s, in quanto le manovre sono regolate dal segnale di dare precedenza, di conseguenza la distanza di visibilità principale D è pari a 100m. I triangoli di visibilità saranno quindi composti dal lato maggiore di 100m e dal lato minore di 20m.

Per ciascun ramo afferente all'ovale è stata verificata la sussistenza di un idoneo triangolo di visibilità, come illustrato dalle figure in basso.



Campi di visibilità in incrocio a Ovale

### 3.6 CARATTERISTICHE PROGETTUALI: VIABILITA' LOCALI INTERFERITE

#### 3.6.1 CONTROSTRADA SUD

L'asse di progetto Controstrada Sud si configura come ricucitura di Via Sicilia ed è stata classificata come strada locale a destinazione particolare secondo quanto previsto nel [5]. Tale viabilità, nello scenario di progetto, sottopassa le rampe C e D dello svincolo S.S. 336 Nord al fine di interconnettere due tratti della complanare sud della S.S. 336.

L'intero asse è stato progettato con una velocità di progetto pari a 40 km/h.

Sull'asse di progetto sono stati inseriti degli allargamenti della corsia interna al fine di agevolare l'iscrizione dei veicoli, nello specifico:

- -curva di raggio pari a 100m: allargamento per iscrizione dei veicoli pari a 0.45m
- -curva di raggio pari a 45m: allargamento per iscrizione dei veicoli pari a 1.00m
- -curva di raggio pari a 50m: allargamento per iscrizione dei veicoli pari a 0.90.

Inoltre, sono stati inseriti degli allargamenti della banchina al fine di garantire il soddisfacimento della verifica di visibilità per l'arresto in entrambe le direzioni di marcia. In particolare, è stato inserito un allargamento di 1.20m in corrispondenza della curva di 45m e un allargamento di 0.80m in prossimità della curva di raggio pari a 50m.

#### 3.6.2 VIA CADORNA

L'asse di progetto Via Cadorna si configura come ricucitura di una viabilità locale esistente ed è stata classificata come strada locale a destinazione particolare secondo quanto previsto nel [5]. Tale viabilità, nello scenario di progetto, scavalca il tratto in deviazione del torrente Tenore e sottopassa la S.S.341 di progetto in prossimità della progr. 8+350.00

L'intero asse è stato progettato con una velocità di progetto pari a 40 km/h.

Sull'asse di progetto sono stati inseriti degli allargamenti della corsia interna al fine di agevolare l'iscrizione dei veicoli, nello specifico:

- curva di raggio pari a 120m: allargamento per iscrizione dei veicoli pari a 0.375m
- curva di raggio pari a 70m: allargamento per iscrizione dei veicoli pari a 0.64m
- curva di raggio pari a 180m: allargamento per iscrizione dei veicoli pari a 0.25m.

#### 4 DIMENSIONAMENTO DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE

Il calcolo delle pavimentazioni ha come finalità il dimensionamento degli spessori dei diversi strati che costituiscono la sovrastruttura stradale atti a garantire un adeguato indice di efficienza del manto stradale e di prevederne, in via teorica, i relativi limiti di durata temporale.

Il metodo di calcolo utilizzato nel progetto definitivo e riproposto nel presente progetto esecutivo, trattandosi di pavimentazione flessibile, è l'AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).

I pacchetti di sovrastruttura stradale carrabile adottati in questo progetto esecutivo, sono stati differenziati in base alla funzionalità della strada ed alle condizioni caratteristiche di scavo o rilevato, presenza di viadotti o gallerie, etc.

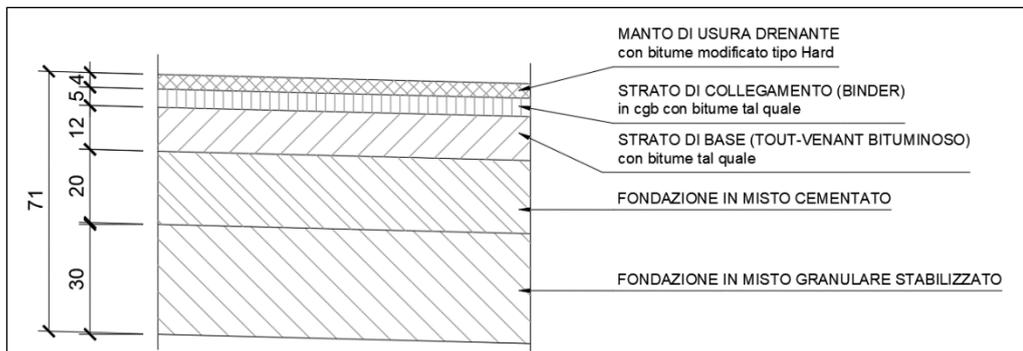
In particolare, in basso si riportano tutti i pacchetti stradali adottati ed una tabella riassuntiva che associa le viabilità di progetto ai relativi pacchetti adottati.

PACCHETTO STRADALE	ASSE ASSOCIATO
Pacchetto A	Bretella di Gallarate SS 341, Rampe C e D ( Svincolo SS 336 Nord), Rampe A e B, Ramo A (Svincolo Sciarè) Rampe A e B, (Svincolo A8) Rampe A , B , C, D, E e F(Svincolo Località Dogana)
Pacchetto B	Rampa C, Complanare Nord, Rampa 1, Rampa 4, Rampa 6, Complanare Sud
Pacchetto C	IN CORRISPONDENZA DI VIADOTTI  Bretella di Gallarate SS 341, Rampa D Svincolo SS 336 Nord, Rampe A e B Svincolo Sciarè, Via Cadorna, Rampa B Svincolo A8, Rampa 1 Svincolo A8
Pacchetto D	IN CORRISPONDENZA DELLA GALLERIA GA 05  Bretella di Gallarate SS 341
Pacchetto E	Rotatoria Via Calatafimi e relativi rami di raccordo, Ovale svincolo località Dogana, Viabilità Cassano Magnago Nord e Sud Svincolo località Dogana,
Pacchetto F	Controstrada Sud, Via Sicilia, Via Cadorna

*Pacchetti stradali adottati*

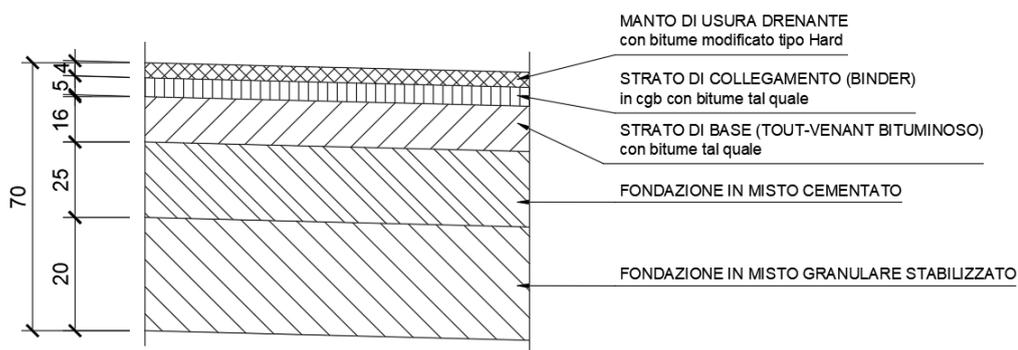
In basso si riportano i particolari costruttivi dei vari pacchetti adottati:

**PACCHETTO A**



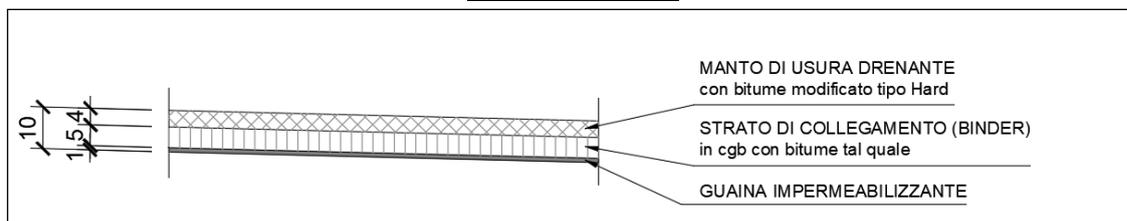
*Pacchetto A con spessore totale di 71 cm*

**PACCHETTO B**



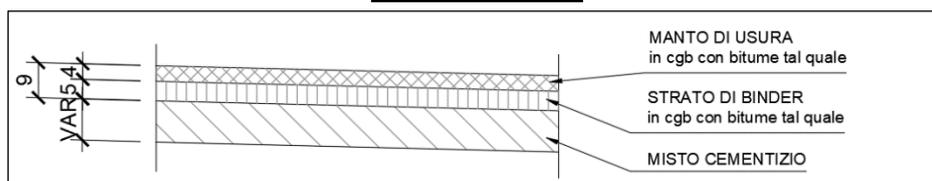
*Pacchetto B con spessore totale di 70 cm*

**PACCHETTO C**



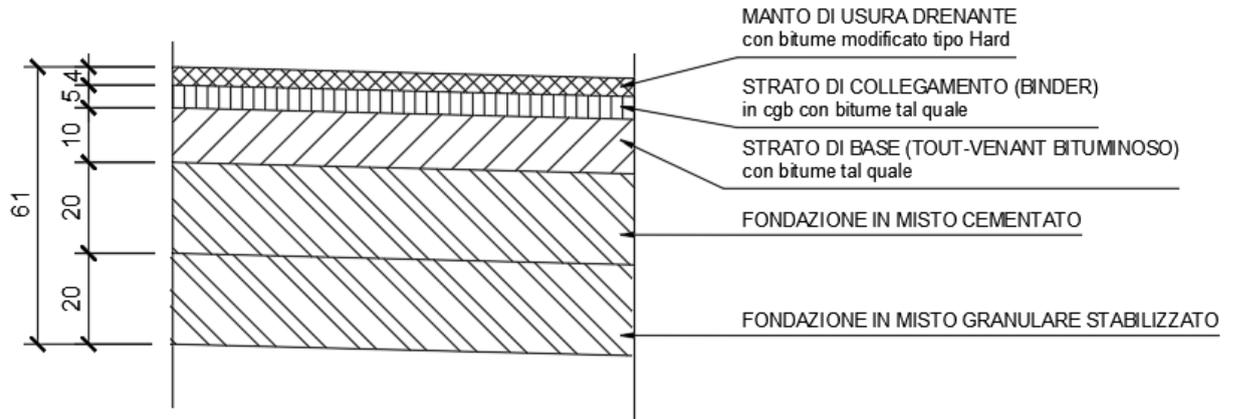
*Pacchetto C in viadotto con spessore totale di 10 cm*

**PACCHETTO D**



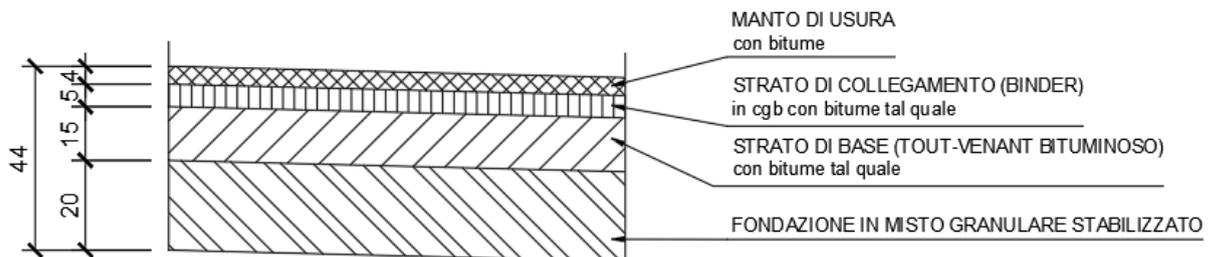
*Pacchetto D in galleria con spessore totale di 9 cm*

**PACCHETTO E**



*Pacchetto E relativo alle viabilità extraurbane secondarie con spessore totale di 61 cm*

**PACCHETTO F**



*Pacchetto F relativo alle viabilità locali con spessore totale di 44 cm*

## 5 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

In tale paragrafo si fa riferimento all'inquadramento territoriale del progetto del nuovo itinerario della SS 341 "Gallaratese", nella sua globalità.

### 5.1 INQUADRAMENTO INFRASTRUTTURALE

L'esigenza di prevedere lo sviluppo infrastrutturale nel territorio a nord-ovest di Milano è conseguenza diretta della scelta del potenziamento dell'aeroporto di Malpensa individuandolo quale secondo Hub nazionale in grado di far concorrenza agli altri aeroporti intercontinentali del nord Europa.

Per governare lo sviluppo di una delle aree più produttive ma anche più antropizzate della pianura padana è stato a suo tempo predisposto un Piano Territoriale d'Area per potere avere una visione di sviluppo territoriale più coordinata ed adeguata alle nuove esigenze.

Il Piano Territoriale d'Area Malpensa sottolinea quanto il successo del Progetto Malpensa dipenda soprattutto dalla possibilità di garantire un'accessibilità sia stradale che ferroviaria di livello elevato. La rete infrastrutturale esistente, infatti, già fortemente congestionata, non è assolutamente in grado di reggere la domanda aggiuntiva di traffico generata dallo sviluppo dell'aeroporto.

L'esigenza di sostenere lo sviluppo del nuovo Hub potenziando la rete infrastrutturale lungo itinerari alternativi a quelli attuali in condizioni di saturazione viene pertanto colta come occasione di riordino complessivo del sistema delle relazioni in un'area già interessata da rilevanti carenze nell'offerta di trasporto.

In quest'ottica, il 3 marzo 1999 con la sottoscrizione dell'Accordo di Programma Quadro

"Realizzazione di un sistema integrato di accessibilità ferroviaria e stradale all'aeroporto di Malpensa 2000" la Regione e il Governo hanno identificato il quadro delle opere necessarie allo sviluppo dell'hub lombardo di Malpensa, in attuazione dell'Intesa Istituzionale di Programma contestualmente siglata, in cui sono ricompresi, insieme al collegamento Boffalora-Malpensa, il "collegamento SS 11 "Padana Superiore" (Magenta)-Tangenziale Ovest di Milano, variante di Abbiategrasso sulla SS 494 e adeguamento in sede del tratto Abbiategrasso fino al ponte sul Ticino", la "variante alla SS 33" e la "variante alla SS 341".

Con l'Accordo di Programma Quadro per Malpensa gli interventi di potenziamento della grande rete di mobilità vengono ad assumere un ruolo strategico anche rispetto allo scenario di sviluppo complessivo della viabilità primaria regionale andando a soddisfare non solo le esigenze del nuovo aeroporto, ma anche del territorio in cui l'aeroporto è inserito e delle comunità locali che vi risiedono.

Il disegno infrastrutturale nasce, come primo obiettivo, dalla necessità di garantire una accessibilità alternativa alla rete esistente (Autostrada dei Laghi (A8) e Superstrada SS 336) che riguardasse soprattutto l'ambito a ovest di Milano.

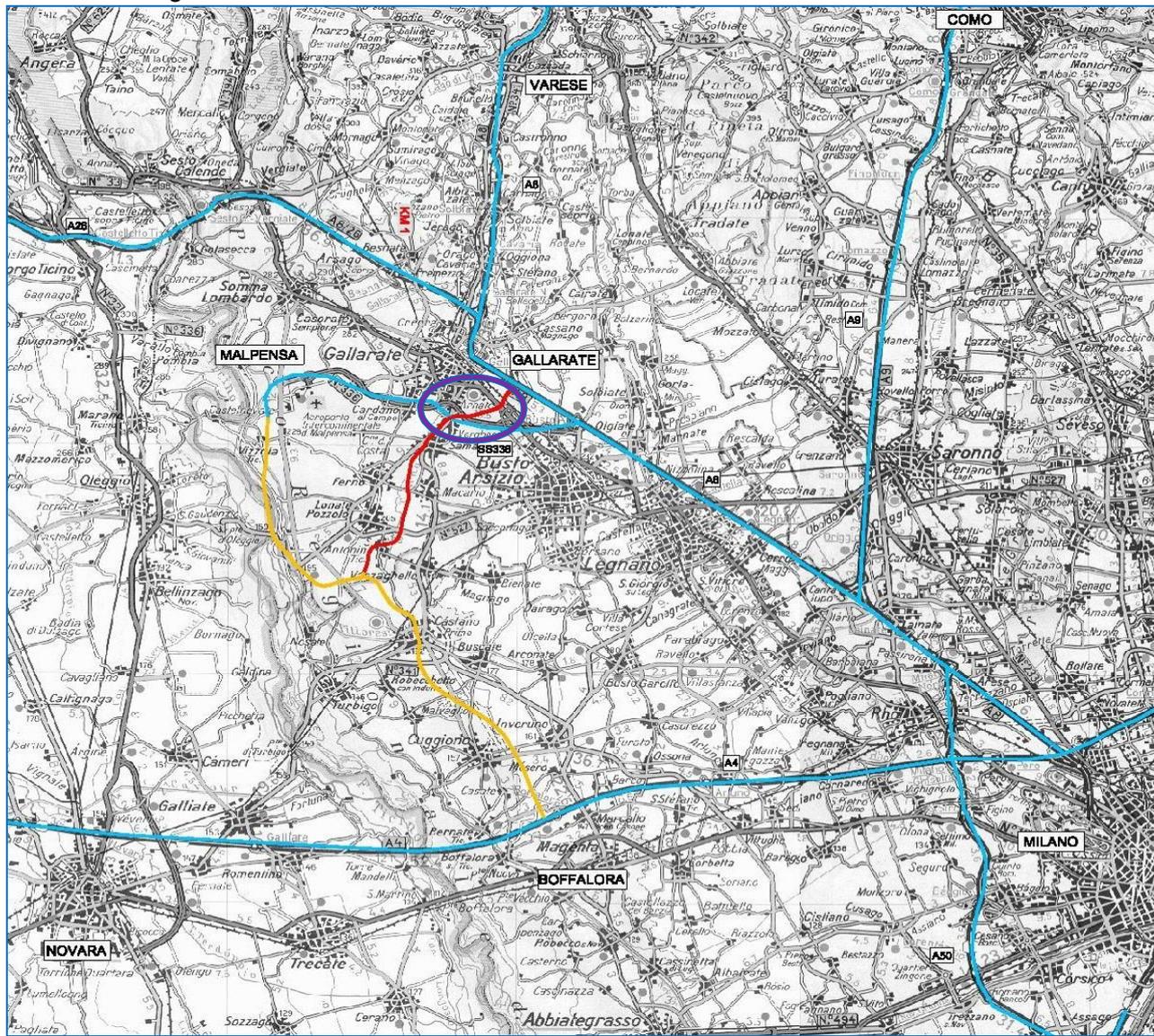
In particolare, il collegamento Boffalora-Malpensa venne programmato in tale ottica garantendo la connessione con l'Autostrada Milano-Torino (A4).

La prosecuzione a sud dell'intervento sopra citato (percorso Magenta-Abbategrasso-Tangenziale ovest di Milano) viene ad assumere il ruolo di una connessione alternativa all'aeroporto per la città di Milano e per le aree a sud della metropoli, mentre la tangenziale di Abbiategrasso (con il progetto del nuovo ponte sul Ticino) viene previsto quale ulteriore miglioramento dei collegamenti su Malpensa dalla Lomellina e da Pavia.

La variante alla SS 341 viene invece ad assumere il ruolo di connessione ulteriore tra la Boffalora-Malpensa e l'autostrada A8 al fine di meglio indirizzare i flussi di traffico nell'area di Malpensa che invece congestionavano la SS 336. Pertanto l'anello viario intorno all'aeroporto costituito dalla SS 336 e dalla nuova SS 341 viene pensato come modalità di ripartizione ottimale dei flussi di accessibilità a Malpensa fra le due principali direttrici di collegamento con l'area metropolitana (A8 e Boffalora-Malpensa). Su tale anello sarà poi fatta convergere anche la

direttrice autostradale del Sistema Viabilistico Pedemontano che a sua volta costituisce una fondamentale connessione con Malpensa per le aree a nord e a ovest di Milano. In questo contesto, lo Stralcio Funzionale rappresenta la "fase 1" di tale connessione nella quale la Pedemontana Lombarda si innesta direttamente sulla SS 336 per Malpensa.

La variante alla SS 33 assume invece una valenza più locale quale miglioramento delle relazioni territoriali generate dall'aeroporto ma anche da tutti gli altri insediamenti logistici-produttivi-residenziali indotti dalle nuove infrastrutture. Obiettivo principale di tale opera viaria è quello di riordinare i flussi di traffico sulla viabilità minore drenando quote di traffico dalla SS 33 storica altamente e continuamente congestionata e di conseguenza migliorando anche la situazione lungo la A8.



## 5.2 VERIFICA TRASPORTISTICA

La nuova SS n°341, con le previsioni infrastrutturali in atto, viene a svolgere il ruolo di completamento e collegamento tra la nuova Pedemontana Lombarda e la Superstrada BoffaloraMalpensa, raccogliendo potenzialmente le relazioni delle direttrici verso Como (A9) e Varese (A8) con le direttrici servite dal lato piemontese dell'A4. Inoltre la nuova infrastruttura assume pure la funzione di viabilità di apporto alla prevista variante della statale del Sempione SS n°33.

Per una corretta progettazione dell'infrastruttura, in relazione in particolare alla funzionalità degli svincoli e agli interventi di mitigazioni degli impatti di inquinamento acustico, è necessario, aggiornando il quadro previsionale delle infrastrutture di trasporto nell'area, poter disporre di stime "attendibili" della domanda potenziale per l'infrastruttura.

Rispetto alle valutazioni di impatto acustico ed atmosferico del Progetto preliminare del 2003 ed alle simulazioni modellistiche del 2005 dello studio di integrazione alla Valutazione d'Impatto Ambientale dell'accessibilità all'Aeroporto di Malpensa, è stata quindi aggiornata la domanda all'orizzonte temporale di realizzazione della infrastruttura. Tale attività è stata condotta, mediante una analisi semplificata ma rigorosa che, prescindendo dall'impiego dei classici strumenti di simulazione e quindi dalla ridefinizione dell'insieme di modelli del sistema di trasporto, consente di stimare e valutare le differenze sulla distribuzione dei flussi indotte da variazioni della offerta e/o domanda di trasporto rispetto a quelle oggetto delle precedenti stime.

Tale scelta è conseguente ad una serie di valutazioni che, attesa la validità dei risultati delle simulazioni precedenti (2003 e 2005) e considerato il livello della progettazione a cui si è giunti (progettazione definitiva), hanno confermato l'opportunità di adottare una metodologia di stima semplificata che sia però tale da non pregiudicare l'affidabilità dei risultati conseguibili e che possa essere considerata sufficientemente robusta dal punto di vista metodologico.

La stima del traffico veicolare prevede, sulla base di quanto prima esposto e secondo un processo logico di analisi critica dei diversi elementi a disposizione, attraverso le seguenti fasi:

- validazione e verifica delle stime di traffico precedentemente effettuate;
- verifica della consistenza e della congruenza dell'offerta infrastrutturale rispetto agli studi precedenti;
- stima del traffico sulle diverse tratte della infrastruttura in progettazione.

In particolare, la prima fase può essere condotta solo con l'ausilio di una serie di dati derivati da conteggi del traffico in situ che consentano di disporre di una base dati, sufficientemente affidabile, sulla quale impostare le valutazioni di merito sulla capacità delle stime precedenti di riprodurre il carico di traffico sulla rete in esame. Per procedere con queste valutazioni, i dati derivanti dai rilievi eseguiti nell'ambito del monitoraggio acustico (paragrafo I.1.14.3) sono stati integrati con dati di altra fonte e in grado di rappresentare un ambito territoriale di area vasta (rilievi di traffico resi disponibili dalla Regione Lombardia nell'ambito del progetto di monitoraggio della circolazione stradale extraurbana nel territorio regionale avviato nel 2001 e dati relativi al traffico registrato sulla viabilità autostradale nell'area di studio A8 e A9, collegamento A8-A26). L'analisi delle serie storiche risultanti consente quindi la determinazione di un indicatore della crescita della domanda di mobilità nel periodo fino al 2010. E' stato possibile osservare che le stime dello studio di traffico del 2005 rimangono sostanzialmente coerenti e presentano solamente una sovrastima, d'altronde difficilmente prevedibile, del tasso di crescita con cui il traffico era stato proiettato all'orizzonte futuro. In funzione di tale osservazione. Pertanto l'aggiornamento delle stime del 2005 risulta dovuto, per questo aspetto, alla chiara esistenza di un differenziale tra i tassi di crescita utilizzati e quelli osservati in questi ultimi anni.

In relazione alla seconda fase, sulla base della configurazione dell'offerta di trasporto assunta come riferimento per il 2012 nello studio di integrazione alla VIA per l'accessibilità all'Aeroporto di Malpensa, è stata svolta una analisi di dettaglio tesa a valutare l'orizzonte temporale nel quale tale configurazione possa essere considerata valida alla luce dei ritardi nella realizzazione delle diverse

opere rispetto a quanto previsto nello studio del 2005 e delle modifiche agli strumenti di pianificazione e programmazione delle opere pubbliche successivamente intervenuti. Pertanto è stata eseguita una verifica di congruenza fra la configurazione infrastrutturale oggetto delle precedenti simulazioni e quella più probabile relativa all'effettivo orizzonte temporale di entrata in esercizio dell'infrastruttura in corso di progettazione. Al fine di ottenere risultanze sufficientemente affidabili, la configurazione previsionale è stata dedotta dall'esame di documentazione ufficiale quanto più aggiornata ed in coerenza con i vigenti strumenti di pianificazione territoriale di vario livello. E' stato quindi possibile osservare che il quadro di riferimento infrastrutturale alla base del citato studio di traffico del 2005 è sostanzialmente coerente con la situazione che va a delinearsi oltre il 2015 e che, con ragionevole probabilità, costituirà lo scenario di riferimento per l'anno di avvenuta realizzazione della nuova SS341. E' possibile ipotizzare che, rispetto alla distribuzione dei flussi sui diversi archi del grafo, i risultati dello studio del 2005 conservano la loro validità, in quanto non si osservano modifiche sostanziali del quadro infrastrutturale di riferimento tali da indurre variazioni significative nella assegnazione della domanda sulla rete di trasporto dovute al processo di scelta del percorso. In virtù di tale ipotesi, l'aggiornamento delle stime di traffico dello studio del 2005 risulta dovuto non ad una diversa scelta dei percorsi, ma solo alle variazioni nella entità complessiva della domanda dovute alla traslazione dell'orizzonte temporale di previsione e all'andamento della crescita del traffico di veicoli leggeri e pesanti.

Rispetto al processo di aggiornamento delle stime di traffico, il punto nodale è pertanto costituito dalla stima dell'impatto delle eventuali differenze emergenti dalle varie fasi di confronto fra i dati alla base delle stime del 2005 e quanto risultante dalla configurazione previsionale di sistema (domanda e offerta) ragionevolmente ipotizzabile allo stato attuale. Tale stima di impatto è stata condotta in termini quali-quantitativi valutando la capacità delle citate differenze di indurre una redistribuzione dei flussi di traffico e/o la variazione della loro entità prendendo in esame quali elementi cardine l'evoluzione temporale dello stesso traffico la quota costituita dai veicoli pesanti.

Le due fasi precedenti hanno evidenziato che non sussistono differenze sostanziali emergenti fra i dati alla base delle stime del 2005 e quanto risultante dalla configurazione previsionale di sistema (domanda e offerta) ragionevolmente ipotizzabile allo stato attuale. L'aggiornamento delle stime di traffico è stato quindi condotto mediante correzione della sovrastima riscontrata incrociando il vecchio dato di traffico con il rallentamento osservato negli ultimi anni (periodo 2008-2010) computando sia la flessione rispetto allo stato attuale sia la crescita meno accentuata per la proiezione all'orizzonte temporale di entrata in esercizio della nuova infrastruttura. I risultati di questo procedimento di correzione sono riportati, per ciascuna tratta principale della nuova infrastruttura nella tabella seguente nella quale si evidenzia l'aggiornamento dell'entità complessiva del traffico mentre è stato mantenuto invariato il peso delle due componenti veicolari considerate (veicoli leggeri e pesanti) così come il peso dell'ora di punta rispetto al traffico giornaliero complessivo.

**Traffico stimato sulla nuova SS341 dallo studio di traffico del 2005 (fonte: Accessibilità all'Aeroporto di Malpensa – Analisi Trasportistica – Integrazioni per la procedura VIA a cura di Trasporti e Territorio Srl).**

<i>Tratta</i>	<i>Traffico orario bidirezionale</i>		<i>TGM veic. equivalenti</i>
	<i>Veicoli Leggeri</i>	<i>Veicoli Pesanti</i>	
A8- Strada Malpensa	3.316	224	51.100
Strada Malpensa- Variante SS33	1.649	112	25.500
Variante SS33-Malpensa Boffalora	566	55	9.000

**Aggiornamento delle stime del traffico sulla nuova SS341.**

<i>Tratta</i>	<i>TGM veic. equivalenti</i>
A8- Strada Malpensa	45.800
Strada Malpensa- Variante SS33	22.800
Variante SS33-Malpensa Boffalora	8.450

### 5.2.1 VOLUMI DI TRAFFICO INDOTTI SULLA SS 336

Relativamente alla stima del volume di traffico indotto sul tratto di S.S. n. 336 compreso tra lo svincolo della Dogana e il collegamento della medesima S.S. n. 336 con la A8 "Milano Laghi", anche in relazione sia all'ampliamento dello scalo intermodale Hupac - recentemente approvato - sia alla realizzazione di tutte le nuove infrastrutture previste nell'area (variante S.S. n. 33, Malpensa - Boffalora - Abbiategrasso - Milano, Sistema Viabilistico Pedemontano, ecc.), è opportuno evidenziare che in occasione della redazione del progetto definitivo è stato attentamente valutato l'impatto, in termini di redistribuzione dei flussi veicolari, prodotto dalla realizzazione dell'opera in progetto sulle infrastrutture esistenti e su quelle previste nell'area. In particolare, la configurazione infrastrutturale prevista nell'area tra l'autostrada A8 e i centri di Gallarate e Busto Arsizio risulta modificata innanzitutto dalla presenza dell'infrastruttura oggetto del progetto (bretella di Gallarate) e dalla realizzazione del Sistema Viabilistico Pedemontano. Tale configurazione dovrebbe sicuramente indurre lo spostamento sulla bretella di Gallarate di una parte del traffico che attualmente utilizza il primo tratto della SS 336 subito dopo l'allacciamento con la autostrada A8 in quanto questa permette un migliore collegamento tra l'autostrada A8 e molte aree della città di Gallarate. Quindi è ragionevole ritenere che l'apertura di questa nuova infrastruttura non induca spostamenti rilevanti di traffico anche sulla SS 336, per lo meno nel suo primo tratto fino alla svincolo della Dogana. In particolare, si può stimare come il traffico indotto sulla SS 336 sia praticamente nullo (quindi costanza dei flussi con e senza la nuova Samaratese) in direzione della A8 sia per i veicoli leggeri che per i pesanti mentre, nella direzione opposta, si osserva una modesta crescita della sola componente veicoli leggeri (circa 100 veh/h).

Bisogna inoltre segnalare che il progetto definitivo ha studiato e migliorato la connessione tra la SS336 e l'autostrada A8 in considerazione dei flussi veicolari provenienti anche dalla SP n. 20 e SP. n. 2. oltre che dallo svincolo proveniente dal terminal Intermodale Hupac in quanto richiesti come interventi di compensazione.

### 5.2.2 EFFETTI SULLA DOMANDA DI LUNGA PERCORRENZA

In relazione ai i nuovi assetti della domanda di lunga percorrenza determinati dalla realizzazione del collegamento, è possibile osservare che tali componenti di lunga percorrenza sono assolutamente ridotte così come indicato anche in analisi trasportistiche dedicate ad altre infrastrutture di maggiore importanza che interessano l'area di studio (si faccia riferimento per esempio alla "Analisi trasportistica generale ed approfondimenti sui nodi di connessione con la viabilità esterna – progetto definitivo del Sistema Viabilistico Pedemontano Lombardo" del 2009).

Queste considerazioni sono sicuramente ragionevoli in quanto: a) la domanda di mobilità tra le aree a nord di Milano fino al confine con la Svizzera e le aree del Piemonte Orientale è di modesto valore; b) esistono infrastrutture sicuramente di maggiore funzionalità e prestazioni per soddisfare queste componenti di domanda (collegamento autostradale A8-A26).

### 5.2.3 CONCLUSIONI

Sulla base di quanto osservato in precedenza, l'aggiornamento ha riguardato solo l'entità complessiva del traffico mentre è stato mantenuto invariato il peso delle due componenti veicolari considerate (veicoli leggeri e pesanti) così come il peso dell'ora di punta rispetto al traffico giornaliero complessivo.

La nuova stima risulta congruente e compatibile, a prescindere dal diverso orizzonte temporale considerato, con altri studi di traffico condotti nell'area di studio negli ultimi anni (vedi in particolare Analisi trasportistica generale ed approfondimenti sui nodi di connessione con la viabilità esterna – progetto definitivo del Sistema Viabilistico Pedemontano Lombardo a cura di Franco Righetti Ingegnere – febbraio 2009).

## 6 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA

I caratteri geologico-geotecnici dell'area di studio sono stati definiti ed approfonditi nel corso delle diverse fasi di progettazione sia attraverso l'acquisizione di informazioni già disponibili presso i vari enti preposti alla gestione del territorio sia attraverso l'esecuzione di specifiche campagne geognostiche. L'analisi di tutte le informazioni disponibili ha consentito di descrivere i fenomeni geomorfologici in atto valutandone l'eventuale pericolosità in relazione alle opere, di delineare uno schema della circolazione idrica sotterranea e di ricostruire in dettaglio il modello geologico-geotecnico con particolare attenzione alle zone interessate dalle opere più significative (viadotti, galleria artificiale, sottovia).

### 6.1 UBICAZIONE E GEOMORFOLOGIA

Il settore di progetto è collocato in un contesto di media pianura caratterizzata da morfologie legate a deposizione fluvio-glaciale e fluviale di età quaternaria. L'assetto morfologico del territorio risulta omogeneo, essendo costituito principalmente dall'estesa piana fluvio-glaciale che si è formata nel Pleistocene medio-superiore durante il ritiro del Ghiacciaio del Verbano. Il territorio sub pianeggiante è caratterizzato da scarse evidenze morfologiche, anche per l'assenza di un reticolo idrografico particolarmente sviluppato, rappresentate da lievi ondulazioni e superfici rilevate di origine antropica (rilevati stradali, argini, ecc). Le pendenze degradano dolcemente da Nord verso Sud; la quota massima, di circa 250 m s.l.m., viene raggiunta all'altezza dello svincolo sull'Autostrada A8, mentre in prossimità dell'abitato di Vanzaghello si raggiungono quote minime di circa 200 m s.l.m., con un gradiente medio attorno allo 0,6%.

In conclusione, i processi di modellamento dell'area in esame sono principalmente legati all'attività antropica. Le dinamiche naturali (reticolo idrografico) sono marginali e pertanto si è ritenuto di integrare le informazioni relative alla geomorfologia nella Carta Geologica con elementi di Geomorfologia (cfr. elaborato P00.GE00.GEO.CG.01).

### 6.2 GEOLOGIA

Il tronco stradale in progetto ricade all'interno della porzione settentrionale dell'alta Pianura Padana lombarda. Quest'ultima è costituita da una successione plio-quaternaria di sedimenti di ambiente marino e continentale, con spessori dell'ordine delle migliaia di metri, che ricoprono in discordanza un substrato deformato, costituito da rocce carbonatiche e terrigene di età mesozoica e eocenica e da depositi oligo-miocenici.

L'area in oggetto ricade nel Foglio 44 "Novara" della Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000, a metà dell'allineamento Gallarate-Busto Arsizio, ed è caratterizzata dalla presenza in affioramento di depositi quaternari, principalmente di età Pleistocenica, costituiti da alluvioni fluvio-glaciali ghiaiose (fgw - Wurm-Riss), localmente molto grossolane, con paleosuolo argilloso giallo-rossiccio di ridotta potenza. Localmente affiorano litotipi di età Olocenica costituiti da depositi eolici fini di colore giallastro (Loess - lo).

L'analisi delle stratigrafie dei sondaggi realizzati durante le tre campagne di indagini (2010, 2018 e 2019) e gli altri elementi raccolti hanno permesso, a partire dalle conoscenze generali lito-stratigrafiche, di produrre una cartografia geologica sufficientemente dettagliata per le esigenze progettuali. I sondaggi realizzati lungo il tracciato, con relative prove di laboratorio, e i dati preesistenti hanno permesso di realizzare un profilo geologico dettagliato in scala 1:2000/1:200 (cfr. elaborati P00GE00GEOFP01/02) che riporta la distribuzione in profondità dei differenti litotipi distinti nell'area di studio.

In particolare, è stato possibile ricostruire una sequenza stratigrafica caratterizzata dalla presenza, dal basso verso l'alto, di tre differenti unità:

- Unità delle Argille (non attraversata dai sondaggi meccanici);
- Unità delle alternanze argille-ghiaie;

- Unità delle ghiaie e sabbie.

L'infrastruttura stradale in progetto interessa unicamente l'Unità delle sabbie e ghiaie. All'interno di tale Unità sono stati distinti nel Profilo geologico (P00.GE00.GEO.FP.01/02) tre litotipi principali, in rapporti eteropici, in funzione delle loro caratteristiche granulometriche ricavate dalle analisi di laboratorio:

- Il litotipo predominante (GCS nel profilo geologico) è costituito da ghiaie eterometriche, poligeniche, sub arrotondate con ridotto contenuto in ciottoli e blocchi; la matrice è generalmente abbondante costituita da sabbia e subordinati limo e argilla;
- Come litotipo subordinato (SG nel profilo geologico) sono state riconosciute delle sabbie limose, debolmente argillose, con ghiaia e subordinati ciottoli; le sabbie con ghiaia sono presenti generalmente a profondità superiori a 7-10 m;
- Infine, nel profilo geologico sono stati distinti inoltre degli orizzonti costituiti da ghiaia con ciottoli e blocchi in matrice sabbiosa-argillosa (GSA nel profilo geologico).

### 6.3 IDROGEOLOGIA

Gli impatti idrogeologici dell'opera, nonché il modello idrogeologico di riferimento, deducibile sulla base delle caratteristiche litologiche (desunte dalle stratigrafie dei pozzi e dei sondaggi disponibili), sulla base dei risultati delle prove di permeabilità (realizzate per il progetto definitivo ed esecutivo), e sulla base dell'interpretazione dei dati piezometrici, è presentato graficamente nella Carta Idrogeologica (P00.GE00.GEO.CI.01/02) alla scala 1:2.000.

Nell'area di studio si possono distinguere nel sottosuolo tre principali unità idrogeologiche, distinguibili per la loro omogeneità di costituzione (granulometria) e di continuità orizzontale e verticale, corrispondenti alle tre principali unità litotecniche distinte nel paragrafo precedente.

Dal basso verso l'alto sono distinguibili le seguenti unità idrogeologiche:

- Unità delle Argille;
- Unità delle alternanze argille-ghiaie;
- Unità delle ghiaie e sabbie.

Le opere in progetto interesseranno unicamente l'Unità idrogeologica delle ghiaie e sabbie. Tale unità è costituita da depositi di origine continentale costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie con ridotto contenuto in limo ed argilla, caratterizzate da permeabilità da media a localmente bassa in funzione del contenuto in materiale fine (valore di permeabilità compreso tra circa  $1E-07$  m/s e  $1E-04$  m/s).

## 7 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti lungo il tracciato stradale è stata effettuata a partire dai risultati delle prove geotecniche di laboratorio ed in sito svolte per il progetto definitivo e per il progetto esecutivo. Nelle varie campagne di indagini geognostiche realizzate (2010,2018 e 2019) sono state eseguiti numerosi sondaggi meccanici a rotazione a carotaggio continuo, prove penetrometriche statiche, prospezioni sismiche in foro (Down Hole) e da superficie, pozzetti geognostici ecc..

L'ubicazione dei punti di indagine è riportata nelle planimetrie e nei profili specifici (cui si rimanda per i dettagli: tavole P00GE00GEOCG01÷03).

Infine, per gli aspetti più strettamente geotecnici, sono state effettuate numerose prove geotecniche di laboratorio, che, unitamente ai risultati delle prove geotecniche in sito, hanno consentito di caratterizzare i terreni presenti lungo il tracciato stradale.

Dal complesso delle indagini svolte è stato possibile ricostruire il modello geologico del sottosuolo che, integrato con le informazioni geotecniche, ha consentito di ricostruire il modello geotecnico del terreno (cfr. Profili geotecnici elaborati T00GE00GETFP01÷08).

Gli studi e le calcolazioni geotecniche sono contenuti nella Relazione Geotecnica Generale (elaborato 00GE00GETRE01) e nei suoi allegati: T00GE00GETRE02 (relazione sulle Verifiche di stabilità dei rilevati), T00GE00GETRE03 (relazione di calcolo dei Cedimenti dei rilevati), ecc.

Per quanto attiene al modello geotecnico, dal complesso delle indagini geognostiche e delle prove geotecniche di laboratorio ed in sito, si evince che il sottosuolo dell'opera in progetto può essere suddiviso, sotto il profilo geotecnico, in cinque unità geotecniche fondamentali:

1. Depositi di origine antropica (R).
2. Ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa o sabbioso-limosa (Ug1); all'interno di tale unità è stata distinta la sub-unità delle Ghiaie alterate con sabbia (Ug1a) che corrisponde all'orizzonte di alterazione superficiale dell'Ug1.
3. Sabbia e sabbia limosa con ghiaia (Ug2).
4. Limi argillosi e argille-limose con rara ghiaia (Ug3).
5. Ghiaie in matrice limoso-argillosa (Ug4).

La prima unità R non è interessata dalle opere stradali. Le unità geotecniche Ug3 ed Ug4, dal momento che sono presenti a partire da profondità superiori ai 45 m, non saranno interessate direttamente dalle opere in progetto, neppure dove è prevista la realizzazione di fondazioni profonde su pali. Gli scavi interessano principalmente i litotipi appartenenti alle unità Ug1a, Ug1 e Ug2 (cfr. Profilo geotecnico in scala 1:2000/200).

Si faccia riferimento agli elaborati della sezione BB-Geotecnica di questo progetto esecutivo per tutti i dettagli.

## 8 OPERE D'ARTE MAGGIORI

### 8.1 VIADOTTO "BRETELLA DI GALLARATE"

#### 8.1.1 GENERALITÀ

Nel seguito sono delineate le caratteristiche generali dell'impalcato in acciaio/cls. del Viadotto "Bretella di Gallarate", risolvente lo scavalco della S.S. 336, della linea ferroviaria MI-VA e del parco ferroviario del Centro Intermodale HUPAC.

Il viadotto in questione si compone di due carreggiate affiancate e separate di strada di cat. B (D.M. 05/11/2001, n° 6792); il tracciato planimetrico risulta in un tratto centrale a curvatura costante di raggio 1100 m, per uno sviluppo di circa 145 m, simmetricamente raccordato a due curve di transizione; altimetricamente il tracciato è caratterizzato da un raccordo convesso di raggio 9650 m il cui vertice è posto a circa 200 m dalla spalla A, lato Vanzaghello.

Le campate, misurate in asse ai due impalcati e riferite agli appoggi sulle spalle e sulle pile, risultano: per la carreggiata nord del viadotto (dir. Vanzaghello) sei campate di luci 65, 110, 120, 120, 120 e 75 m, per un totale di 610 m e per la carreggiata sud (dir. Gallarate - A8) sei campate di luci 80, 120, 120, 120, 100 e 61.50 m, per un totale di 601.50 m.

#### 8.1.2 LA CONCEZIONE STRUTTURALE

La molteplicità e la rilevanza dei vincoli infrastrutturali a terra, con particolare riferimento all'attraversamento fortemente obliquo della S.S. 336, hanno portato a modulare una struttura con respiro assai ampio, avendo ottimizzato in 120 m la luce delle campate centrali del viadotto.

Il ridotto angolo di incidenza (circa 20°) dello scavalco della S.S. 336 ha, inoltre, obbligato ad uno sfalsamento longitudinale delle pile dei due impalcati.

In sede di impostazione progettuale si rendevano, tuttavia, implicite le contrapposte istanze di elevata trasparenza delle opere, fondamentale subordinata ad ingombri strutturali contenuti, e di razionalizzazione costruttiva attraverso geometrie stilizzate e ricorrenti.

Si è, pertanto, assunto l'impegno di perseguire, prioritariamente, alcuni presupposti progettuali: contenere al massimo, pur nella grande rilevanza delle luci, l'altezza strutturale degli impalcati (anche in rapporto alla modesta altezza dal suolo) e ricondurre, comunque, pesi, dimensioni e spessori delle singole membrature metalliche di impalcato entro standards ancora consueti e gestibili, richiedenti l'impiego di attrezzature ancora moderate.

Di qui la configurazione statica elaborata per l'opera, la quale contempla che gli impalcati, di altezza costante, vengano ad incidere sulle pile per il tramite di strutture ausiliarie in acciaio conformate a forcilla ampiamente divaricata, da allestirsi preventivamente in appoggio sulle pile.

Tale soluzione consente, pur nella obbligata dislocazione a terra dei sostegni, una significativa riduzione delle luci libere di campata ed offre, prospetticamente, un'immagine di innegabile eleganza formale.

Ciascun braccio delle forcelle si compone di una coppia di puntoni inclinati sull'orizzontale di circa 21°, tra loro robustamente diaframmati, che si attestano superiormente alle due flange inferiori delle travi dell'impalcato, in corrispondenza di adeguati traversi. I punti medi di confluenza, all'intradosso d'impalcato, dei due bracci delle forcelle si pongono ad una distanza di 30 m mentre l'altezza delle forcelle risulta pari a 7 m.

I quattro puntoni di ciascuna forcilla confluiscono al piede, contrapposti a coppie, in corrispondenza dei due apparecchi di appoggio; i due nodi di confluenza risultano interconnessi, trasversalmente, da una rigida trave metallica di controventamento e ripartizione, predisposta, altresì, per future esigenze di sollevamento dell'impalcato.

Gli impalcati delle due vie, come già detto, sono previsti organizzati a travata continua a sezione scatolare monocellulare, aperta inferiormente; il carattere torsionalmente rigido è assicurato da diaframmi di profilati orditi nel piano intradossale, con interasse di 5 m.

Le due travi portanti di fiancata del cassone metallico presentano una altezza costante di 3.50 m e corrono parallelamente sempre allineate in quota, al fine di assicurare, oltre alla simmetria e alla costanza geometrica della sezione scatolare e, conseguentemente, alla costanza di assetto dei diaframmi trasversali, anche una vantaggiosa semplificazione operativa tanto nella costruzione dei singoli conci quanto nella loro aggregazione reciproca.

Le anime delle travi risultano simmetricamente inclinate del 12,5 % rispetto alla verticale, rastremando verso il basso l'ingombro del cassone, la cui sezione trapezia, larga superiormente 8.125 m, si stringe inferiormente a 7,25 m.

Negli stessi piani convergenti delle anime ricadono gli orditi dei puntoni delle sottostanti forcelle di sostegno, determinando un interesse trasversale degli apparecchi di appoggio sulle pile pari a 5.50 m.

La soletta collaborante in c.a. è prevista in assetto "basculante" sul cassone per coniugarsi con la variabilità della pendenza trasversale di carreggiata dettata dal tracciato stradale.

A sostentamento del campo interno di soletta, sull'interasse di 8.125 m tra le briglie superiori delle travi, è prevista una trave metallica rompitratta, di altezza moderata (0,40 m), poggiante sui diaframmi trasversali distanziati di 5,00 m e resa anch'essa collaborante con la soletta medesima. Ciascun impalcato ospita una carreggiata unidirezionale costituita da una corsia di marcia e da una corsia di sorpasso, entrambe da 3,75 m, da una banchina in destra da 1,75 m e da uno spazio tecnico variabile da 0.50 m a 2.00 m in sinistra, lato sorpasso, in considerazione dei requisiti normativi di visibilità in curva.

La soletta d'impalcato, larga complessivamente 11.25÷12.75 m si protende simmetricamente a sbalzo dalle travi; in corrispondenza del parco ferroviario HUPAC si ha un ulteriore allargamento sul lato esterno di 1.05 m, per una larghezza totale di 13.80 m.

La piattaforma stradale è delimitata dal lato interno da un cordolo di 0.75 m di larghezza, corredato da barriera metallica di sicurezza a bordo carreggiata; dal lato esterno si evidenziano diverse situazioni:

a) Lato nord:

- in corrispondenza dell'attraversamento della S.S. 336, per un'estesa di circa 140 m: cordolo di 0.75 m di larghezza corredato a bordo carreggiata da barriera metallica di sicurezza con integrata rete antiproiezione di 2 m di altezza;
- in corrispondenza dell'attraversamento della linea ferroviaria MI-VA e del parco ferroviario HUPAC, per un'estesa di circa 105 m: cordolo di 1.80 m di larghezza corredato a bordo carreggiata da barriera metallica di sicurezza con integrata rete antiproiezione di 3.50 m di altezza e parapetto esterno;
- tratti iniziale e finale: cordolo di 0.75 m di larghezza corredato a bordo carreggiata da barriera metallica di sicurezza.

b) Lato sud:

- in corrispondenza dell'attraversamento della linea ferroviaria MI-VA e del parco ferroviario HUPAC, per un'estesa di circa 90 m: cordolo di 1.80 m di larghezza corredato a bordo carreggiata da barriera metallica di sicurezza e barriera antifonica esterna di 3 m di altezza;
- tratti iniziale e finale: cordolo di 0.75 m di larghezza corredato a bordo carreggiata da barriera metallica di sicurezza integrata con barriera antifonica di 3 m di altezza.

Su ognuna delle pile e spalle sono disposte coppie di appoggi in acciaio/teflon, dei quali uno multi-direzionale e uno uni-direzionale longitudinale.

Riguardo gli aspetti sismici, l'impalcato è isolato longitudinalmente con la disposizione sulla spalla B (lato Gallarate) di una coppia di dispositivi elastici costituiti da una serie di dischi in elastomero armato (buffers) con comportamento bi-direzionale.

### 8.1.3 ALLESTIMENTO E MONTAGGIO DELL'IMPALCATO

La carpenteria metallica delle travate d' impalcato è prevista frazionata per conci di lunghezza massima di 12,50 m.

La composizione della carpenteria metallica è prevista attuata a piè d'opera ed il montaggio dell'impalcato, per tratte costituite da più conci preassemblati, è pensato risolto mediante autogrù, considerata la moderata altezza dal suolo dell'opera.

E', altresì, prevista la preventiva realizzazione di sostegni provvisori costituiti da torri tubolari in acciaio, attrezzate, in sommità, con martinetti, per l'appoggio stabile delle singole tratte d'impalcato, per la loro calibrata collocazione in quota (nel rispetto della livelletta di tracciato e delle monte di costruzione) e per la successiva giunzione alle tratte adiacenti.

La finale rimozione delle torri provvisionali consentirà, anche per le azioni di peso proprio, l'instaurarsi di un sistema sollecitante sostanzialmente riconducibile allo schema di travata continua.

La giunzione longitudinale delle travi portanti d'impalcato tra i singoli conci, a piè d'opera, è sistematicamente prevista mediante saldatura di testa su lembi preparati su una sequenza di conci in modo da formare cosiddetti "macro-conci"; tipicamente, per le campate da 120 m, i macro-conci di campata riuniscono 7 conci per una lunghezza di 77.50 m e i macro-conci di pila riuniscono 4 conci per una lunghezza di 42.50 m.

La realizzazione dei diaframmi e dei controventi di piano è invece risolta mediante giunzioni ad attrito, con bulloni ad alta resistenza.

Una volta poste in opera le forcelle in acciaio sulle pile, si procederà alla loro stabilizzazione provvisoria mediante puntellazioni a doppio effetto ancorate al plinto di fondazione; successivamente, sarà varato, con autogrù, il macro-concio d'impalcato, costituito dall'aggregazione di quattro conci elementari; e questo sarà posto in appoggio sulle due torri provvisionali e, quindi, calibratamene abbassato per portarsi a collimazione con la sommità dei quattro puntoni della forcella, cui si conetterà mediante giunzione bullonata ad attrito.

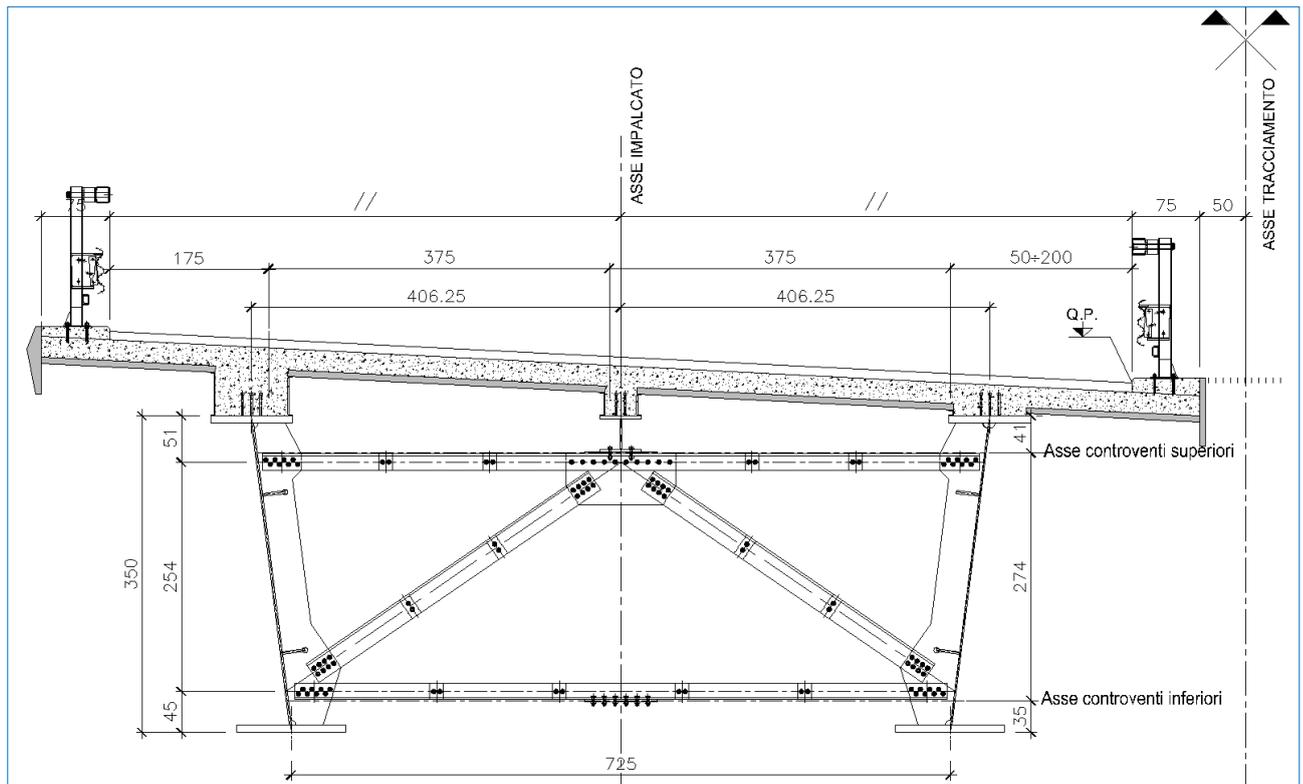
Si procederà, poi, alla posa dei macro-conci di campata, sempre in appoggio sulle torri provvisionali, per il completamento della travata; i macro-conci vengono tra loro collegati da giunzioni bullonate ad attrito.

Per quanto riguarda il varo della travata centrale di scavalco della linea ferroviaria MI-VA e del parco ferroviario HUPAK verrà utilizzato un sistema di varo in avanzamento per conci con l'utilizzo di gru tipo derrick.

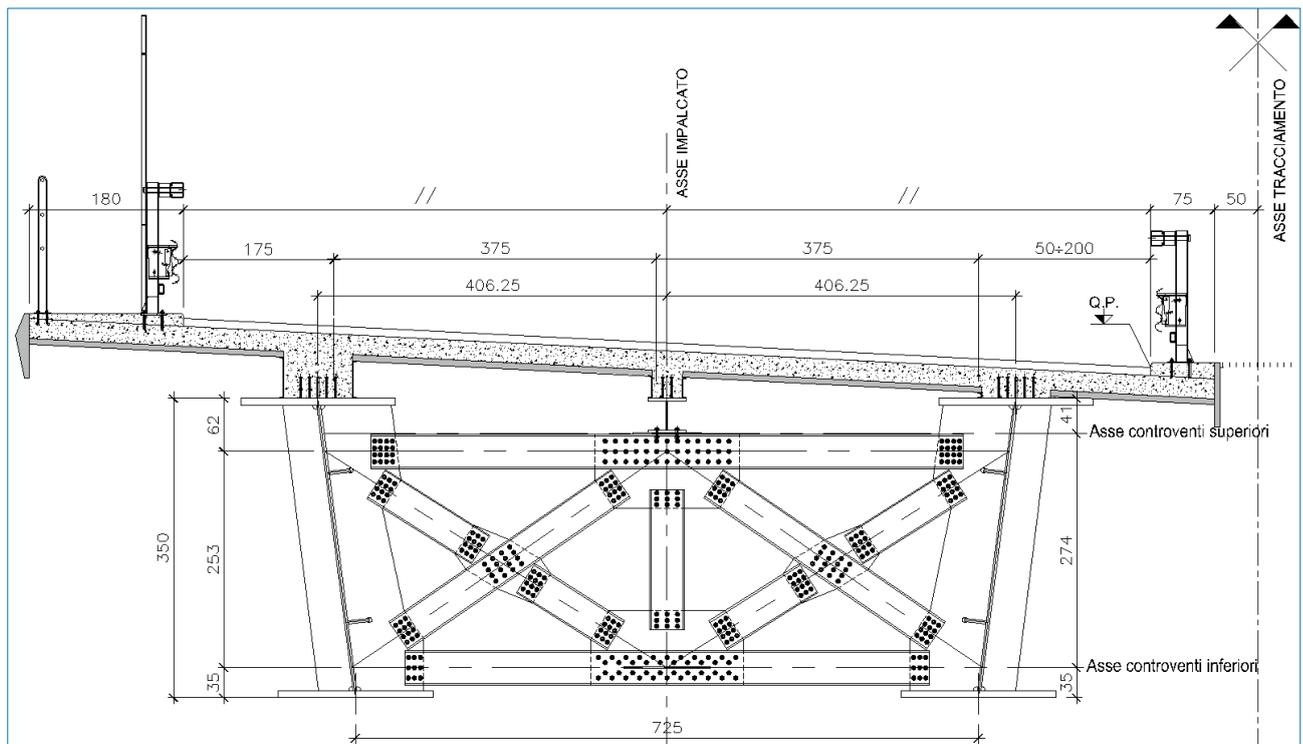
Indicativamente le dimensioni e i pesi da movimentare con autogrù sono i seguenti:

- sostegni a V: L = 35 m, H = 7 m, T ≤ 9.05 m, P ≈ 2700 kN
- macro-concio di campata L=77.50, H = 3.50 m, T ≤ 9.55 m, P ≈ 4300 kN
- macro-concio di pila L=45 m, H = 3.50 m, T ≤ 9.95 m, P ≈ 3100 kN

Seguono figure esemplificative dell'impalcato.



Sezione tipica impalcato - diaframma intermedio



Sezione impalcato su parco ferroviario - diaframma su sostegni a V

## 8.2 PONTI E VIADOTTI

### 8.2.1 DESCRIZIONE GENERALE

Il progetto in esame comprende la realizzazione di numerosi ponti e viadotti, tutti realizzata a struttura mista acc-cls, con sistema di isolamento sismico, caratterizzati (a differenza del ponte appena descritto) da luci e spessori di dimensioni più tradizionali. Più in particolare:

- VI04 costituito da due ponti separati uno per ciascuna via di corso
- VI07 costituito da un'unica carreggiata
- VI08 costituito da tre opere separate e fra loro giuntate, di cui 2 fra loro parallele (una per ciascuna carreggiata) e una divergente lungo la rampa di immissione
- VI09 costituito da un'unica carreggiata
- CV08 costituito da un'unica carreggiata

### 8.2.2 MATERIALI

#### Calcestruzzo per pali di fondazione (UNI 11104-2016)

Per i pali di fondazione è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C25/30** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C25/30	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck}$	<b>30,00</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck}$	<b>24,90</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	$f_{cm}$	<b>32,90</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd}$	<b>14,11</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza media a trazione	$f_{ctm}$	<b>2,56</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk}$	<b>1,79</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd}$	<b>1,19</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico istantaneo	$E_c$	<b>31.220,19</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico medio	$E_{cm}$	<b>30.440,77</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]

- Classe di esposizione: **XC2**
- Classe di consistenza: **S4**
- Rapporto minimo acqua / cemento: **0,60**
- Contenuto minimo di cemento: **300 kg/mc**
- Diametro massimo degli inerti: **30 mm**
- Copriferro netto minimo: **60 mm**

#### Calcestruzzo per strutture di fondazione (UNI 11104-2016)

Per le strutture di fondazione è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C32/40** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

**CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018**

Classe di resistenza del calcestruzzo	C32/40		
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck}$	<b>40,00</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck}$	<b>33,20</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	$f_{cm}$	<b>41,20</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd}$	<b>18,81</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza media a trazione	$f_{ctm}$	<b>3,10</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk}$	<b>2,17</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd}$	<b>1,45</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico istantaneo	$E_c$	<b>36.049,97</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico medio	$E_{cm}$	<b>32.811,24</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]

- Classe di esposizione: **XC2**
- Classe di consistenza: **S4**
- Rapporto minimo acqua / cemento: **0,60**
- Contenuto minimo di cemento: **300 kg/mc**
- Diametro massimo degli inerti: **30 mm**
- Copriferro netto minimo: **40 mm**

**Calcestruzzo per strutture in elevazione (UNI 11104-2016)**

Per le strutture in elevazione è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C32/40** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

**CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018**

Classe di resistenza del calcestruzzo	C32/40		
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck}$	<b>40,00</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck}$	<b>33,20</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	$f_{cm}$	<b>41,20</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd}$	<b>18,81</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza media a trazione	$f_{ctm}$	<b>3,10</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk}$	<b>2,17</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd}$	<b>1,45</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico istantaneo	$E_c$	<b>36.049,97</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico medio	$E_{cm}$	<b>32.811,24</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]

- Classe di esposizione: **XF2**
- Classe di consistenza: **S4**
- Rapporto minimo acqua / cemento: **0,50**
- Contenuto minimo di cemento: **340 kg/mc**
- Diametro massimo degli inerti: **20 mm**
- Copriferro netto minimo: **40 mm**
- Contenuto minimo in aria: **3,0%**

**Calcestruzzo per baggioli di appoggio (UNI 11104-2016)**

Per i baggioli di appoggio è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C35/45** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

**CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018**

Classe di resistenza del calcestruzzo	C35/45		
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck}$	<b>45,00</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck}$	<b>37,35</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	$f_{cm}$	<b>45,35</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd}$	<b>21,17</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza media a trazione	$f_{ctm}$	<b>3,35</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk}$	<b>2,35</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd}$	<b>1,56</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico istantaneo	$E_c$	<b>38.236,76</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico medio	$E_{cm}$	<b>33.877,87</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]

- Classe di esposizione: **XC3/XF1**
- Classe di consistenza: **S4**
- Rapporto minimo acqua / cemento: **0,50**
- Contenuto minimo di cemento: **340 kg/mc**
- Diametro massimo degli inerti: **25 mm**
- Copriferro netto minimo: **40 mm**

**Acciaio per armatura lenta**

Per le armature lente è stato previsto un acciaio del tipo **B450C**, con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- $f_{t,k} = 540,00$  N/mm<sup>2</sup> (resistenza caratteristica a rottura)
- $f_{y,k} = 450,00$  N/mm<sup>2</sup> (tensione caratteristica di snervamento)
- $f_{y,d} = 391,30$  N/mm<sup>2</sup> (resistenza di calcolo –  $\gamma_s=1,15$ )
- $E_s = 210.000,00$  N/mm<sup>2</sup> (modulo elastico istantaneo)

**Acciaio per elementi in carpenteria metallica**

Per gli elementi in carpenteria metallica sono state previste le seguenti tipologie di acciaio in relazione allo spessore delle lamiere di assemblaggio:

- $t < 20$  mm → **Acciaio S355J0W**
- $20$  mm  $\leq t \leq 40$  mm → **Acciaio S355J2W**
- $t > 40$  mm → **Acciaio S355K2W**

Tutte le tipologie di acciaio indicate presentano le seguenti caratteristiche meccaniche:

- $f_{t,k} = 510,00$  N/mm<sup>2</sup> (resistenza caratteristica a rottura)
- $f_{y,k} = 355,00$  N/mm<sup>2</sup> (tensione caratteristica di snervamento)
- $f_{y,d} = 338,09$  N/mm<sup>2</sup> (resistenza di calcolo –  $\gamma_s=1,05$ )
- $E_s = 210.000,00$  N/mm<sup>2</sup> (modulo elastico istantaneo)

**Piolature tipo Nelson**

Per le piolature tipo Nelson è stato previsto un acciaio del tipo **S235J2 + C450**, con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- $f_{t,k} = 360,00$  N/mm<sup>2</sup> (resistenza caratteristica a rottura)
- $f_{y,k} = 235,00$  N/mm<sup>2</sup> (tensione caratteristica di snervamento)
- $f_{y,d} = 223,80$  N/mm<sup>2</sup> (resistenza di calcolo –  $\gamma_s=1,05$ )
- $E_s = 210.000,00$  N/mm<sup>2</sup> (modulo elastico istantaneo)

**Bullonature e dadi**

Le bullonerie sono state previste in acciaio zincato a caldo con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- **Classe 10.9 UNI EN ISO 898-1:2001**
- $f_{t,b} = 1.000,00 \text{ N/mm}^2$  (tensione caratteristica di rottura)
- $f_{y,d} = 900,00 \text{ N/mm}^2$  (tensione caratteristica di snervamento)

I dadi sono previsti di **Classe 10 UNI EN ISO 898-1:2001**.

### Classe di esecuzione

La classe di esecuzione della carpenteria metallica è EXC3. La classe di tolleranza geometrica è pari a "1".

### 8.3 IMPALCATI

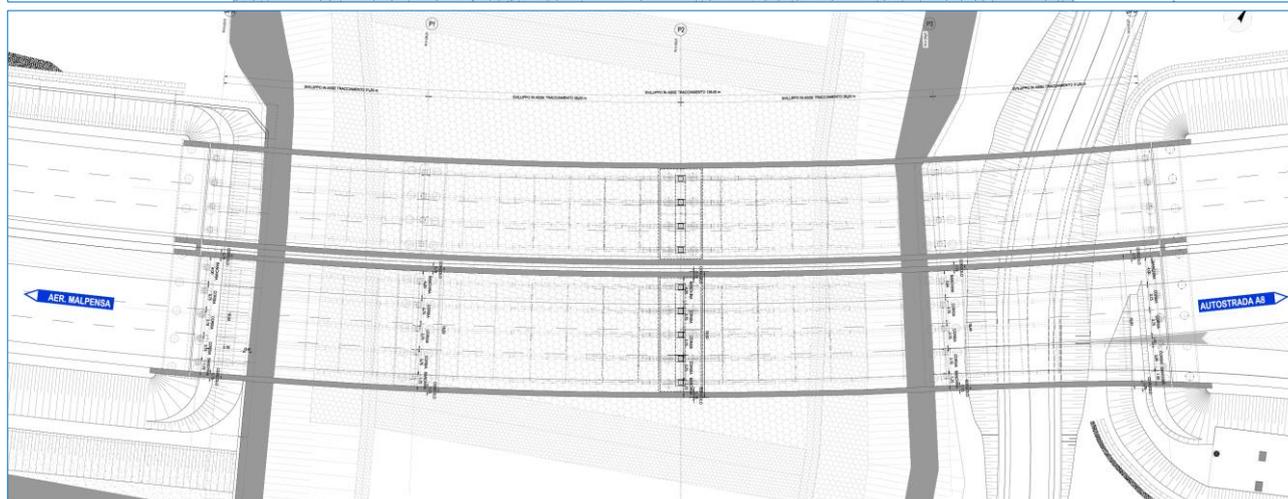
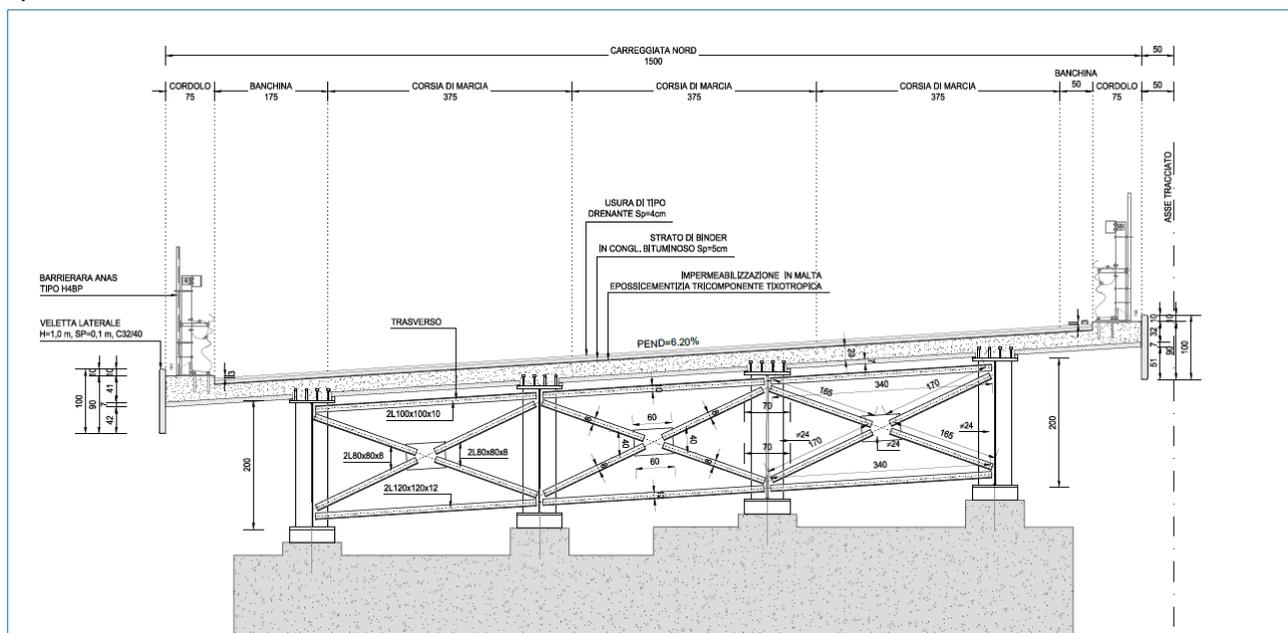
#### 8.3.1 HB - VIADOTTO VI04 IMPALCATO NORD

L'impalcato del Viadotto VI04 carreggiata nord si articola in quattro campate con schema di trave continua con luci da 30.7m + 2\*37.6m + 30.7m, a cui si somma il retratrave da 80 cm alle due estremità, per una lunghezza complessiva dell'impalcato di circa 138.2m.

La struttura è prevista in soluzione mista acciaio-calcestruzzo in cui sono presenti cinque travi principali con sezione trasversale a doppio T connesse alla soletta superiore in calcestruzzo armato mediante connettori tipo Nelson. L'altezza delle travi è pressochè costante ed è pari a 1.0m tranne per i conci di pila che, possiedono un'altezza variabile linearmente da 1.0m a 2.0m, in asse di appoggio.

Trasversalmente le travi principali sono poste 3.5m e collegate mediante dei traversi intermedi di tipo reticolare (ogni asta è costituita da una coppia di angolari accoppiati di spalla) mentre in appoggio, sono presenti dei diaframmi pieni realizzati in composizione saldata con sezione a doppio T di 1.00/2.00m, a seconda dell'asse di appoggio. I traversi sono posti ad una distanza compresa tra 5.0m e 5.3m, in campata, e circa 3.0m in zona appoggio.

La soletta in calcestruzzo possiede una altezza costante di 30cm composta da una lastra prefabbricata in calcestruzzo di spessore pari a 7cm e la restante parte in calcestruzzo gettata in opera.



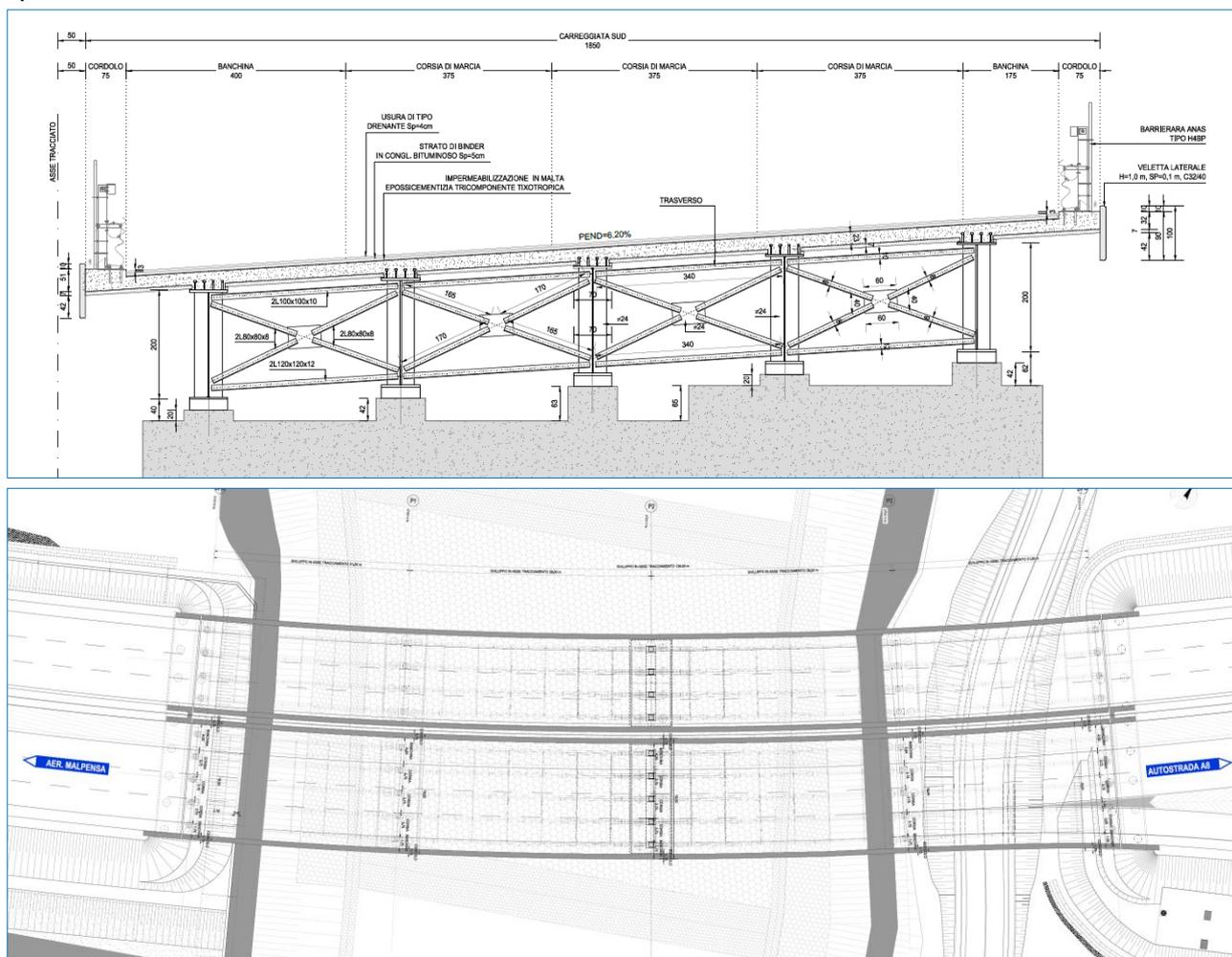
### 8.3.2 HC - VIADOTTO VI04 IMPALCATO SUD

L'impalcato si articola in quattro campate con schema di trave continua con luci da 31.4m + 2\*38.5m + 31.4m, a cui si somma il retratrave da 80 cm alle due estremità, per una lunghezza complessiva dell'impalcato di circa 141.4m.

La struttura è prevista in soluzione mista acciaio-calcestruzzo in cui sono presenti cinque travi principali con sezione trasversale a doppio T connesse alla soletta superiore in calcestruzzo armato mediante connettori tipo Nelson. L'altezza delle travi è pressochè costante ed è pari a 1.0m tranne per i conci di pila che, possiedono un'altezza variabile linearmente da 1.0m a 2.0m, in asse di appoggio.

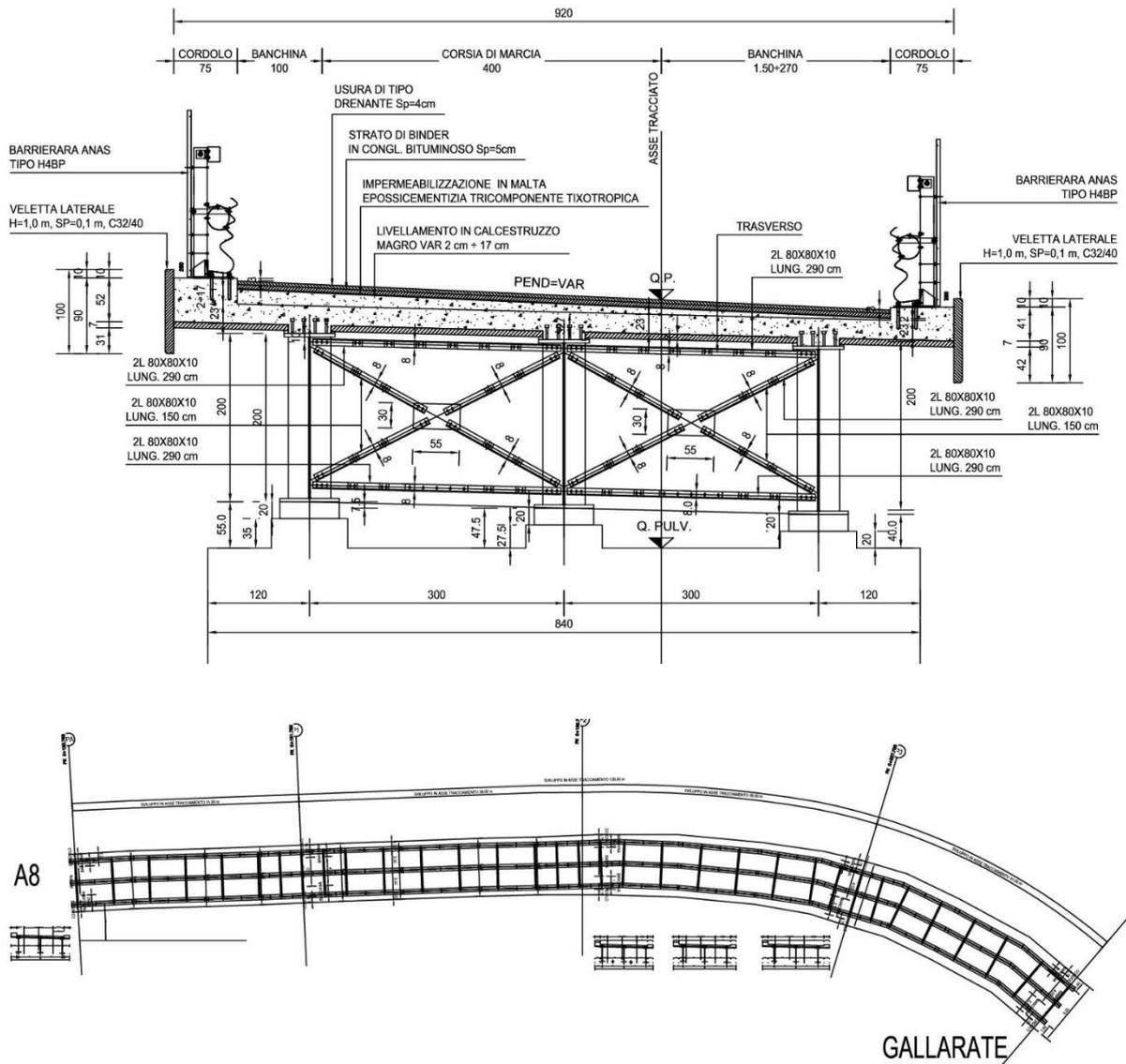
Trasversalmente le travi principali sono poste 3.5m e collegate mediante dei traversi intermedi di tipo reticolare (ogni asta è costituita da una coppia di angolari accoppiati di spalla) mentre in appoggio, sono presenti dei diaframmi pieni realizzati in composizione saldata con sezione a doppio T di 1.00/2.00m, a seconda dell'asse di appoggio. I traversi sono posti ad una distanza compresa tra 5.0m e 5.3m, in campata, e circa 3.0m in zona appoggio.

La soletta in calcestruzzo possiede una altezza costante di 30cm composta da una lastra prefabbricata in calcestruzzo di spessore pari a 7cm e la restante parte in calcestruzzo gettata in opera.



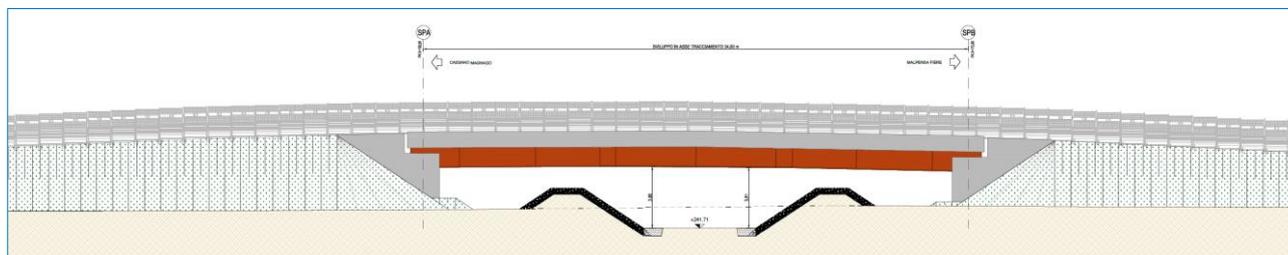
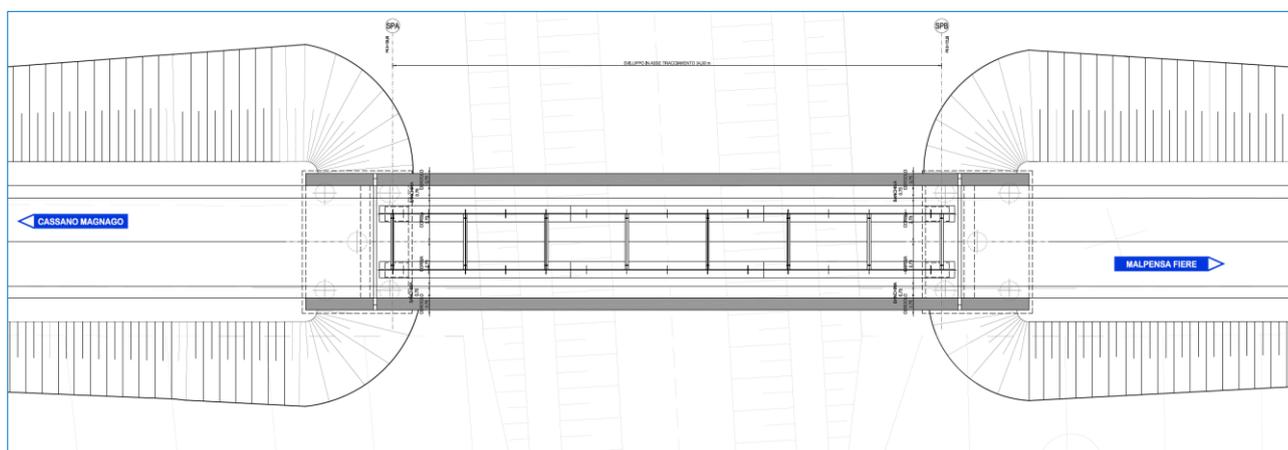
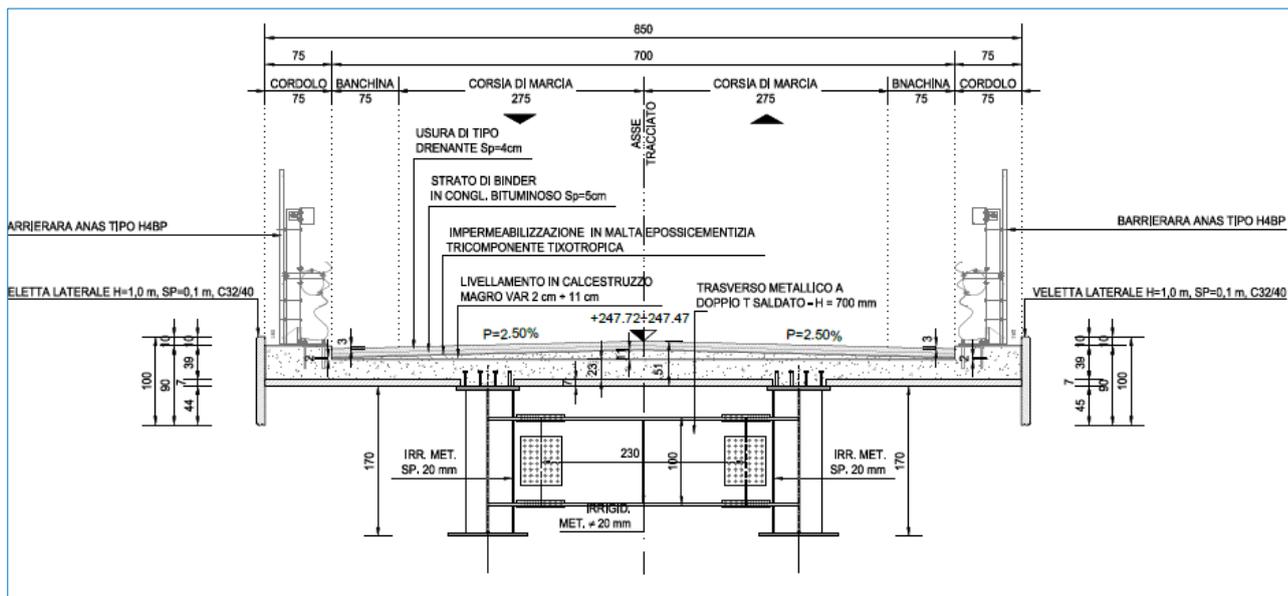
### 8.3.3 HD - VIADOTTO VI07

L'impalcato del viadotto VI07 Viadotto Rampa A sullo svincolo SCIARÈ presenta uno schema statico di trave continua su 4 campate aventi luci tra gli assi di appoggio pari a 31+38+38+31 m di cui le prime due campate su tratto rettilineo mentre le ultime due in curva con raggio pari a 100m. L'impalcato è composto, per ogni via di corsa, da 3 travi continue in acciaio a doppio T ad altezza variabile sostenenti la soletta di scorrimento stradale in calcestruzzo armato ordinario. In riguardo agli aspetti sismici, l'impalcato è isolato alla sommità delle pile e spalle mediante isolatori elastomerici armati.



### 8.3.4 HH - VIADOTTO VI09

L'impalcato del viadotto VI09 si sviluppa su un'unica campata, con schema di trave a campata unica semplicemente appoggiata agli estremi con luce pari a 34,00 m, a cui si somma il retrotrave da 80 cm alle due estremità, per una lunghezza complessiva dell'impalcato di circa 35,60 m. La struttura è prevista in soluzione mista acciaio-calcestruzzo in cui sono presenti due travi principali con sezione trasversale a doppio T connesse alla soletta superiore in calcestruzzo armato mediante connettori tipo Nelson. L'altezza delle travi è costante ed è pari a 1,70 m. Trasversalmente le travi principali sono poste a 3,50 m e collegate mediante dei traversi di tipo a "doppio T" di altezza pari a 100 cm. I traversi sono posti ad una distanza compresa tra 5,0 m. La soletta in calcestruzzo possiede una altezza costante di 30 cm composta da una lastra prefabbricata in calcestruzzo di spessore pari a 7 cm e la restante parte in calcestruzzo gettata in opera.



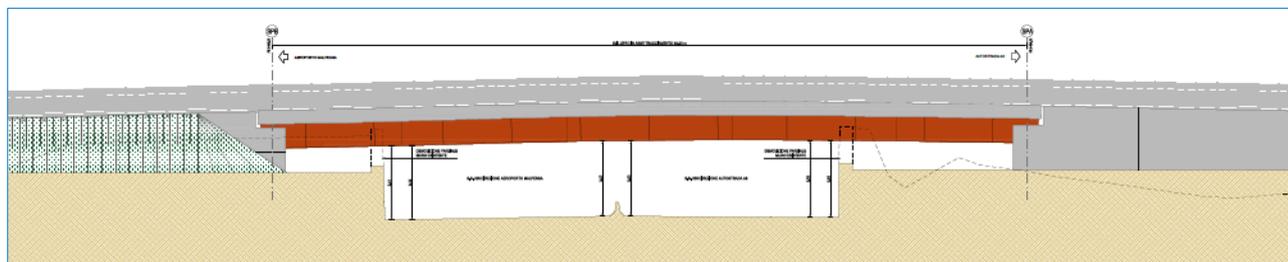
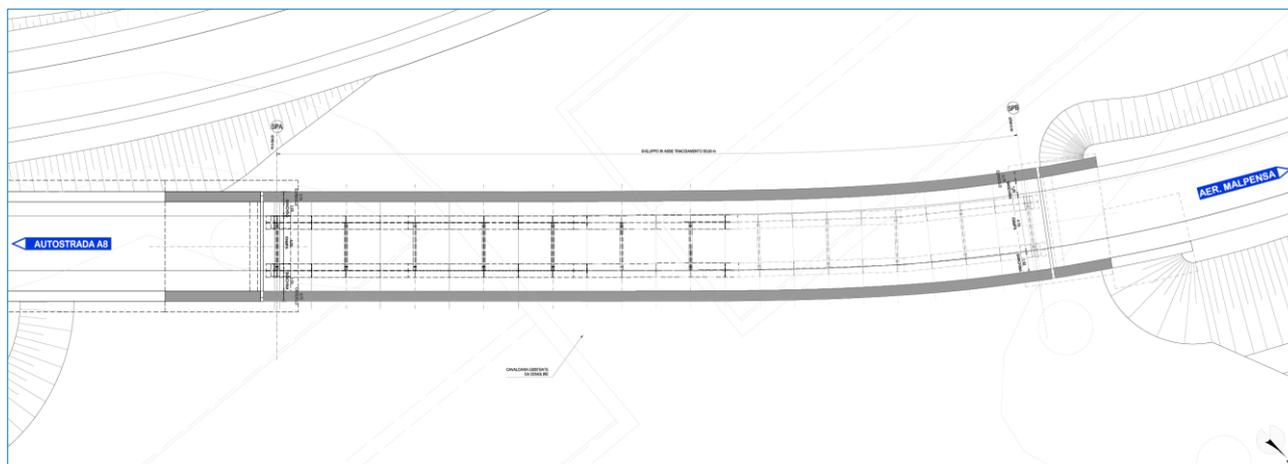
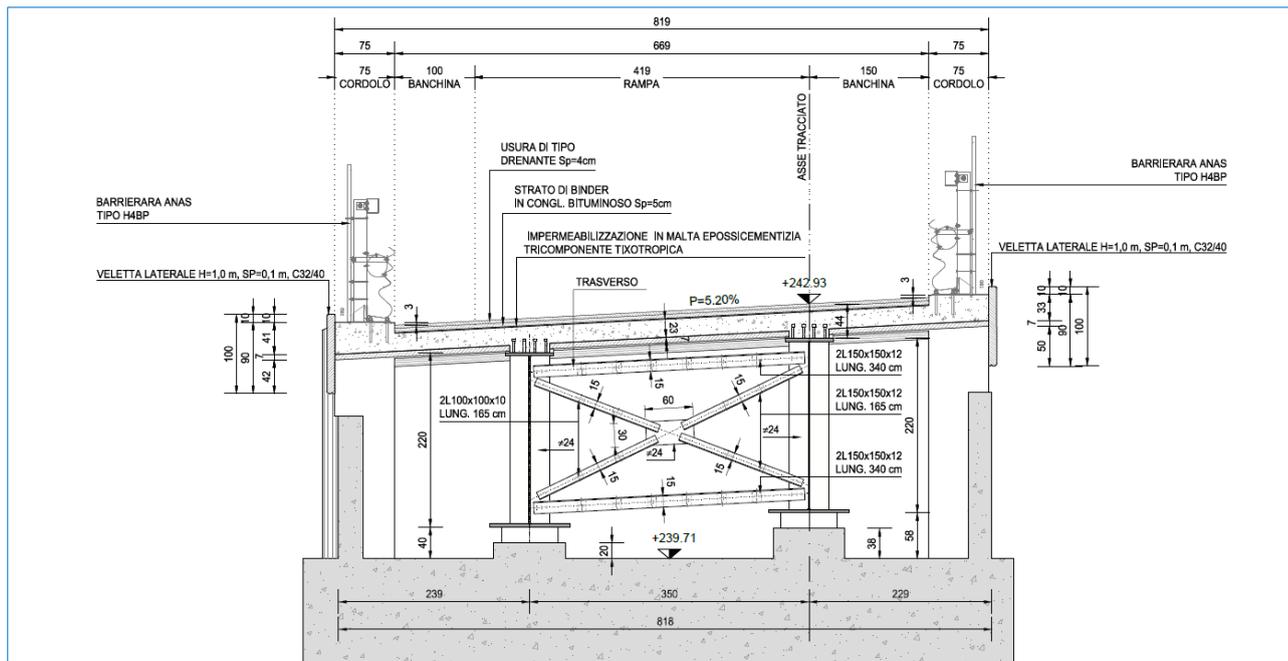
### 8.3.5 HI - CAVALCAVIA CV08

L'impalcato del CV08 si sviluppa su un'unica campata, con schema di trave a campata unica semplicemente appoggiata agli estremi con luce pari a 55,00 m, a cui si somma il retrotrave da 80 cm alle due estremità, per una lunghezza complessiva dell'impalcato di circa 56,60 m.

La struttura è prevista in soluzione mista acciaio-calcestruzzo in cui sono presenti due travi principali con sezione trasversale a doppio T connesse alla soletta superiore in calcestruzzo armato mediante connettori tipo Nelson. L'altezza delle travi è costante ed è pari a 2,20 m.

Trasversalmente le travi principali sono poste a 3,50 m e collegate mediante dei traversi di tipo reticolare (ogni asta è costituita da una coppia di angolari accoppiati di spalla). I traversi sono posti ad una distanza compresa tra 5,0 m.

La soletta in calcestruzzo possiede una altezza costante di 30 cm composta da una lastra prefabbricata in calcestruzzo di spessore pari a 7 cm e la restante parte in calcestruzzo gettata in opera.

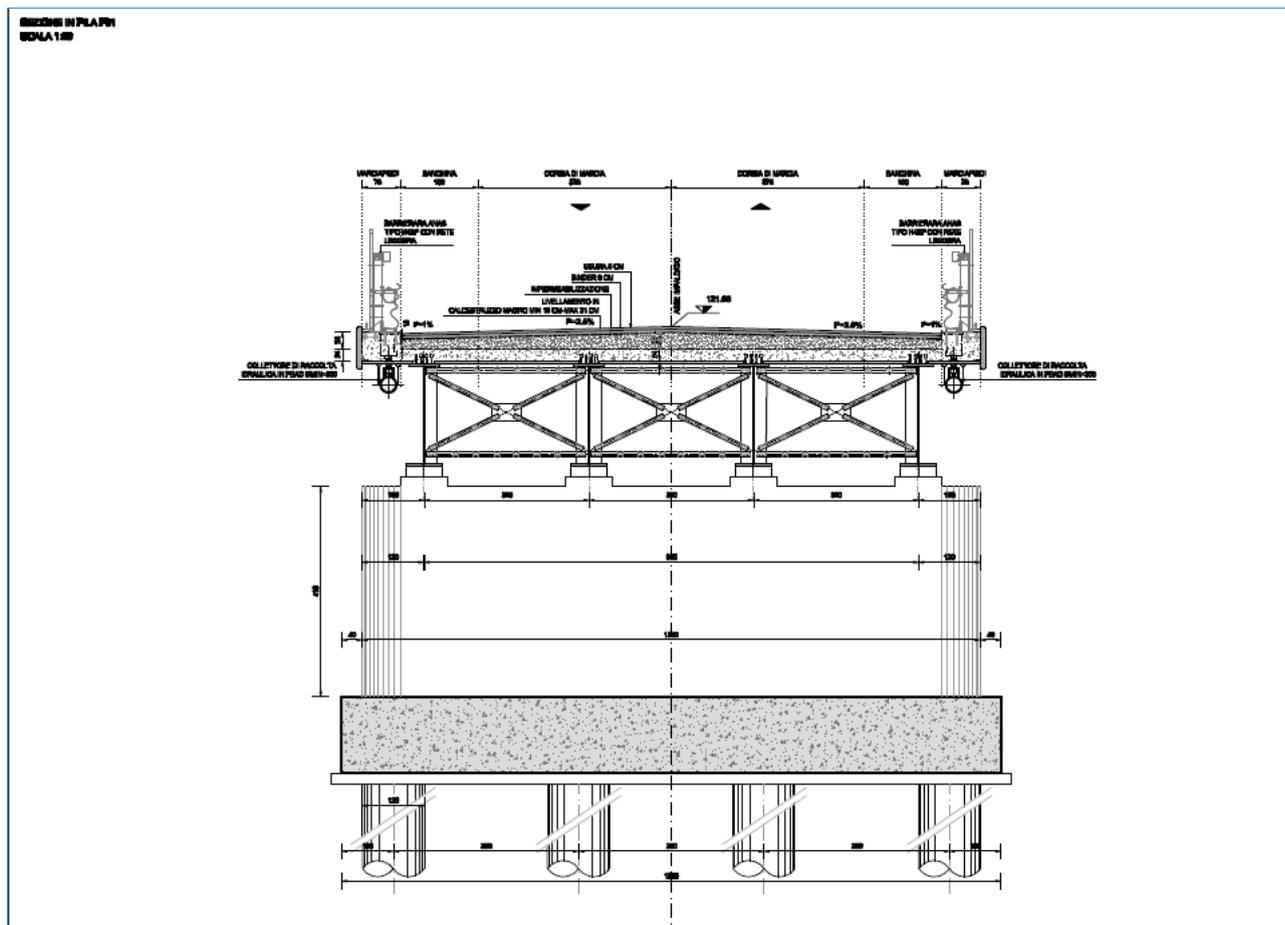


## 8.4 SOTTOSTRUTTURE

### 8.4.1 LE PILE

Le pile dei viadotti, ove presenti, sono state progettate come veri e propri setti di spessore pari a 150cm fondate su apposita zattera di fondazione. Lateralmente è previsto un raccordo semi-circolare.

L'opera è fondata profondamente su pali del  $\varnothing 1200$  (8 per sottostruttura).



### 8.4.2 LE SPALLE

Le spalle sono state progettate ovunque possibile come spalle a "cuscino", fondate su di un'unica fila di pali di grande diametro  $\varnothing 1200$ . I piani di imposta delle pile sono previsti in sommità al rilevato stradale così da minimizzare le azioni di spinta e le azioni sismiche su queste strutture nonché al fine di contenere i costi dell'opera.

Per la realizzazione dei pali è stato previsto il ricorso ad apposita tecnologia. In particolare si prevede di realizzare pali con morsa con pareti degli scavi sostenuti da apposito tuboforma.

Da quota intradosso spalle su rilevato a quota -2,0m circa dal piano campagna è stata prevista inoltre l'infissione di un apposito lamierino volto a eliminare qualsivoglia problema realizzativo (franamento delle pareti di scavo ad esempio) e soprattutto ad eliminare azioni sui pali legate al cedimento dei rilevati (attrito negativo).

### 8.4.3 I BAGGIOLI

I baggioli sono stati progettati a tutta larghezza (150cm) per consentire il futuro alloggiamento dei martinetti per il sollevamento dell'impalcato.

Tra quota estradosso pila e quota intradosso travi è comunque stato fissato uno spazio minimo (baggio + apparecchio di isolamento) pari a 40cm.

Alla sommità delle pile e spalle sono disposti apparecchi di appoggio antisismici costituiti da isolatori elastomerici armati, costituiti da strati alternati di lamiera di acciaio ed elastomero, collegati mediante vulcanizzazione.

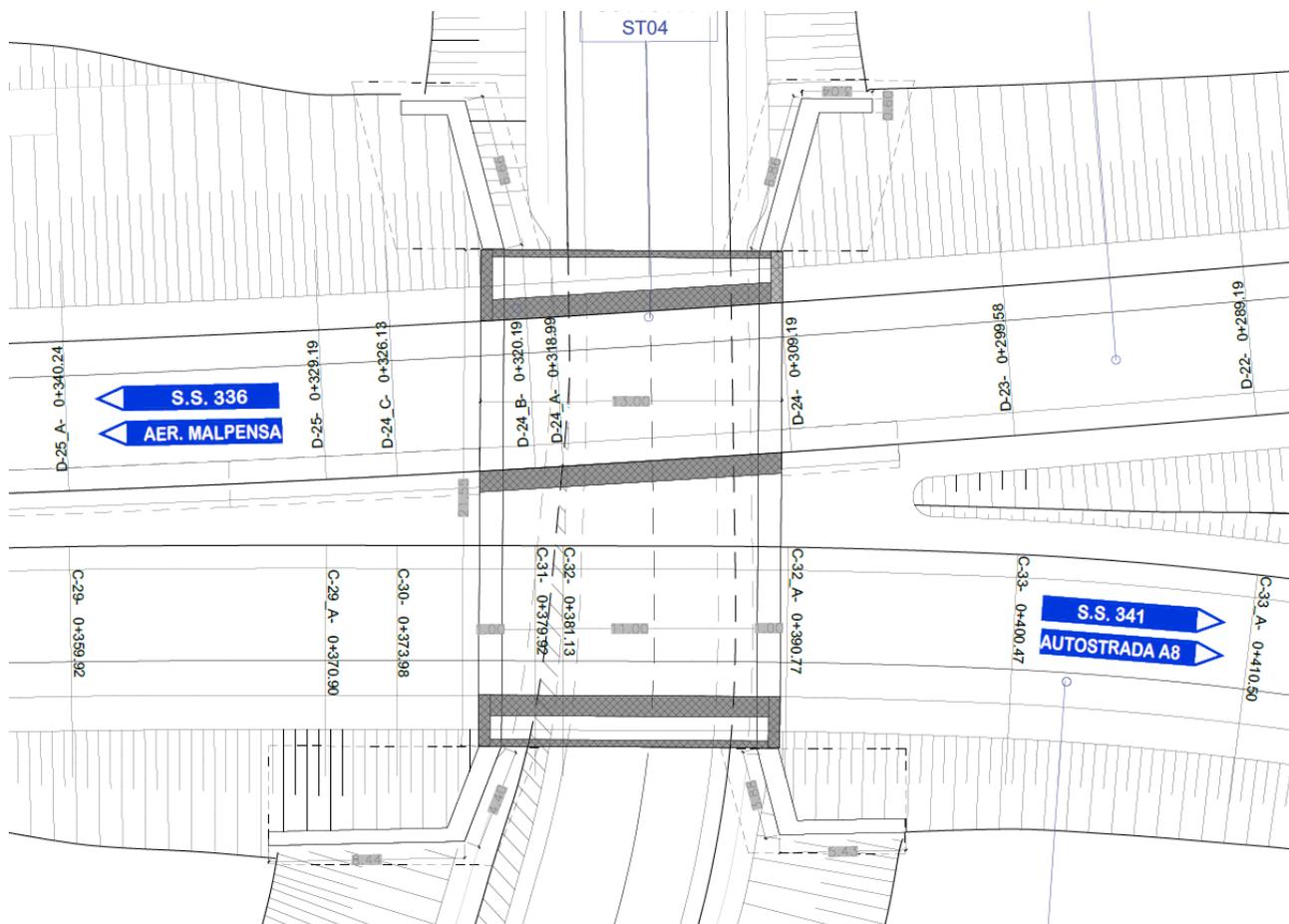
## 8.6 HL - SOTTOVIA ST04 - SVINCOLO SS336 - CONTROSTRADA SUD

L'opera HL-SOTTOVIA ST04 dello SVINCOLO S.S. 336, in cemento armato ordinario, fa parte del progetto esecutivo nell'ambito dei lavori inerenti la Nuova S.S. 341 "Gallaratese" nel tratto da Samarate a confine con la provincia di Novara.

L'opera consente il passaggio della Controstrada Sud che rimarrebbe interclusa dalla realizzazione dell'Asse Principale. La sezione trasversale del sottovia misura internamente 11.00x6.60 m e si sviluppa complessivamente per 21.55 m.

Il traverso ha uno spessore di 1.20 m, i piedritti hanno spessore pari a 1.00 m e la soletta di fondazione ha uno spessore di 1.10 m con due mensole di fondazione da 0.20 m.

L'altezza media di ricoprimento, assunta anche ai fini del calcolo della struttura, è pari a 1.60 m. Dati gli esigui spessori di ricoprimento sull'estradosso del sottovia, dovendo garantire la presenza di guard rail in corrispondenza del sovrastante Asse Principale, sono stati definiti n.3 cordoli ad altezza variabile, ammortati al traverso del sottovia, aventi funzione di porta-barriera bordo ponte.



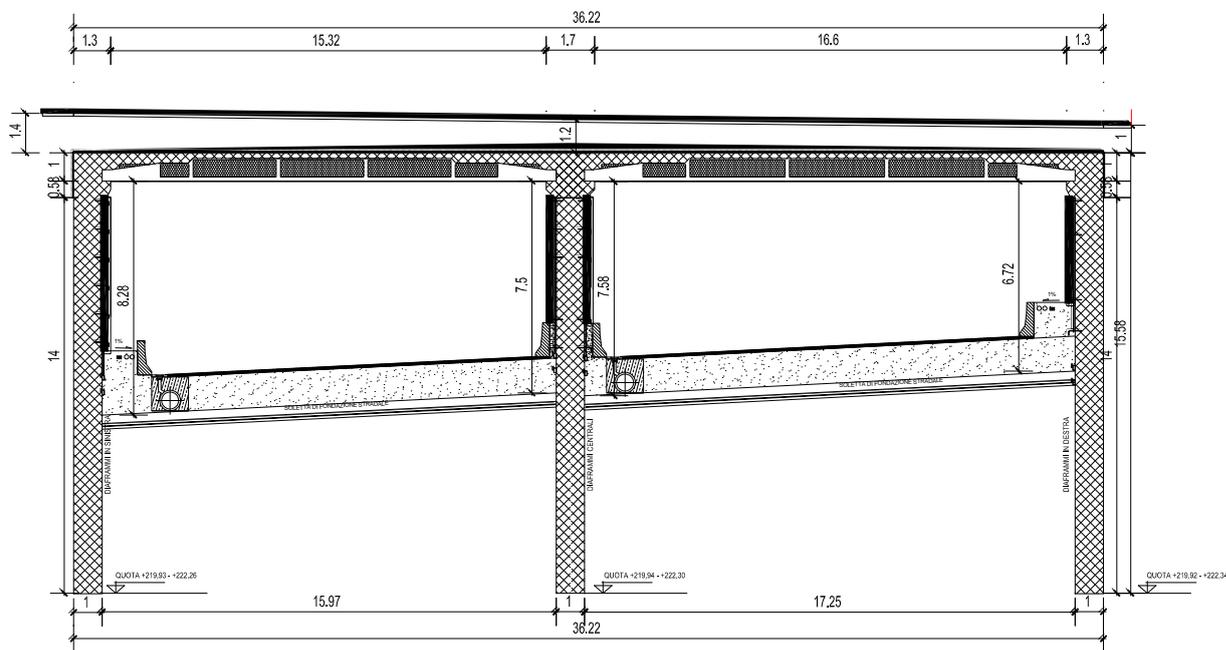
Planimetria Sottovia ST04



## 8.7 HO - GA05 - GALLERIA ARTIFICIALE PROG. 6+840

L'opera HL-SOTTOVIA ST04 dell'ASSE PRINCIPALE fa parte del progetto esecutivo nell'ambito dei lavori inerenti la Nuova S.S. 341 "Gallaratese" nel tratto da Samarate a confine con la provincia di Novara.

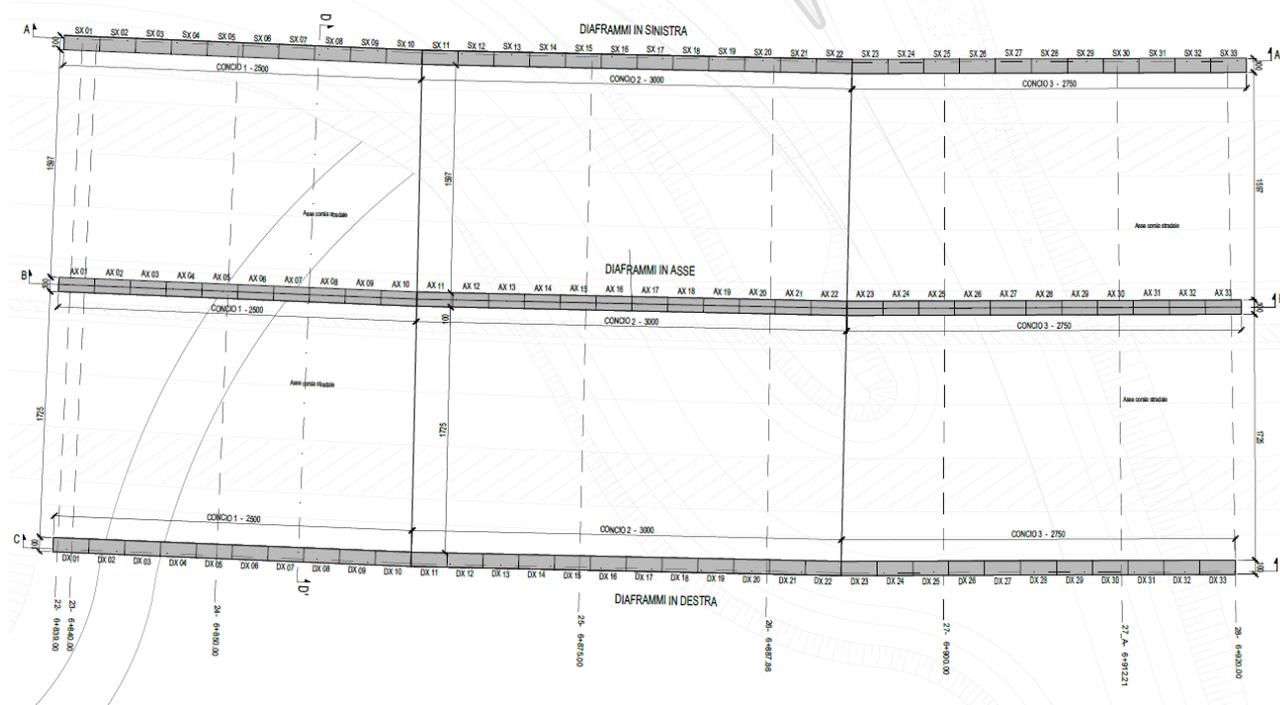
L'opera la cui sezione trasversale misura per la prima canna 16.07x7.08m e 17.35x6.33m e si sviluppa complessivamente per 79.90m. L'altezza media di ricoprimento assunta ai fini del calcolo della struttura è pari a 1,20m.



Sezione trasversale Galleria Artificiale GA05

La struttura è formata da un triplo diaframma laterale/centrale da 100cm, sui cui poggia l'impalcato di copertura, realizzato prima di abbassare la quota di scavo tra le pareti, con metodo top-down. Questa tipologia costruttiva permette il rispetto dei limiti strutturali e consente di avere sempre un vincolo alla sommità delle paratie; inoltre garantisce una maggiore sicurezza in fase realizzativa. Il metodo di costruzione scelto, ovvero dall'alto verso il basso, permette di portare a termine in breve tempo la parte a livello del piano di campagna, generando nel breve tempo spazi fruibili anche per l'organizzazione di cantiere.

Tale tratto di galleria artificiale è realizzata tra la pk 6+838.20 e la pk 6+920.70.



Planimetria Galleria Artificiale GA05

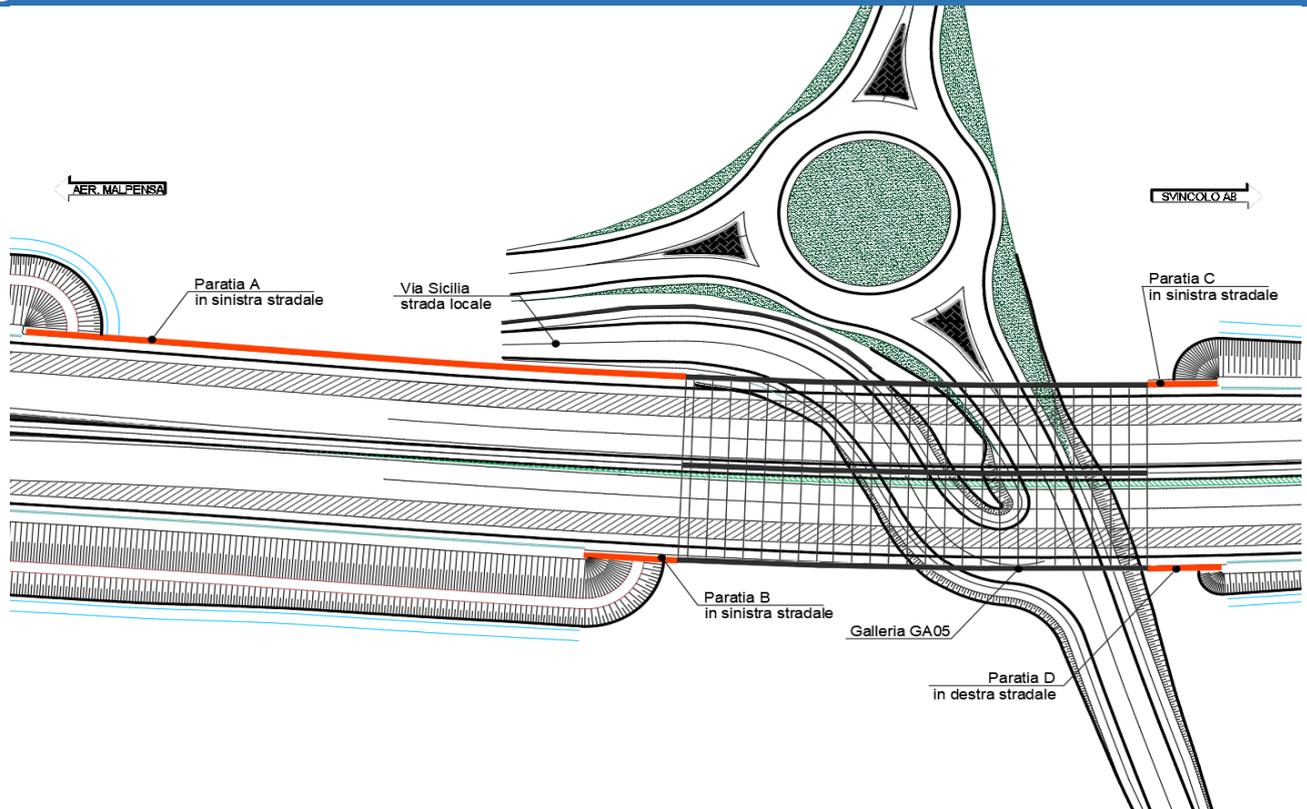
La galleria artificiale in progetto è a doppia carreggiata. Poiché l'opera deve essere inserita in una zona con presenza di strade, è stata progettata in modo che le sue fasi costruttive e le sue dimensioni, sottoposte ai carichi generati dalle opere esistenti, non generino alcun cedimento o deformazione considerevole alle opere già presenti.

### 8.8 HP - DIAFRAMMI DI IMBOCCO E DI SBOCCO GALLERIA ARTIFICIALE GA05

L'opera HN-DIAFRAMMI DI IMBOCCO E DI SBOCCO della GALLERIA GA05 fa parte del progetto esecutivo nell'ambito dei lavori inerenti la Nuova S.S. 341 "Gallaratese" nel tratto da Samarate a confine con la provincia di Novara.

L'opera è costituita da paratie di diaframmi collocate in approccio all'imbocco e sbocco dalla galleria GA05:

- imbocco della galleria, in sinistra stradale direzione Malpensa □ Svincolo A8 - paratia con estensione pari a 115 m. L'altezza dei diaframmi si mantiene pari a 18,5m per uno sviluppo di 102,5 m, i restanti 12,5m si presentano ad altezza variabile, per seguire la transizione altimetrica tra la paratia e la scarpata della sezione stradale in sterro, che precede l'opera.
- imbocco della galleria, in destra stradale direzione Malpensa □ Svincolo A8 - paratia con estensione pari a circa 17,5 m. L'altezza dei diaframmi varia lungo lo sviluppo della paratia, al fine di seguire la transizione altimetrica tra l'estradosso della galleria e la scarpata della sezione stradale in sterro che precede l'opera.
- sbocco della galleria, in sinistra stradale direzione Malpensa □ Svincolo A8 - paratia con estensione pari a circa 12,5m; L'altezza dei diaframmi varia lungo lo sviluppo della paratia, al fine di gestire la transizione altimetrica tra l'estradosso della galleria e la scarpata della sezione stradale successiva all'opera in esame.
- sbocco della galleria, in destra stradale direzione Malpensa □ Svincolo A8 - paratia con estensione pari a circa 12,5 m. L'altezza dei diaframmi varia lungo lo sviluppo della paratia, per seguire la transizione altimetrica tra l'estradosso della galleria e la scarpata della sezione stradale successiva all'opera in esame.

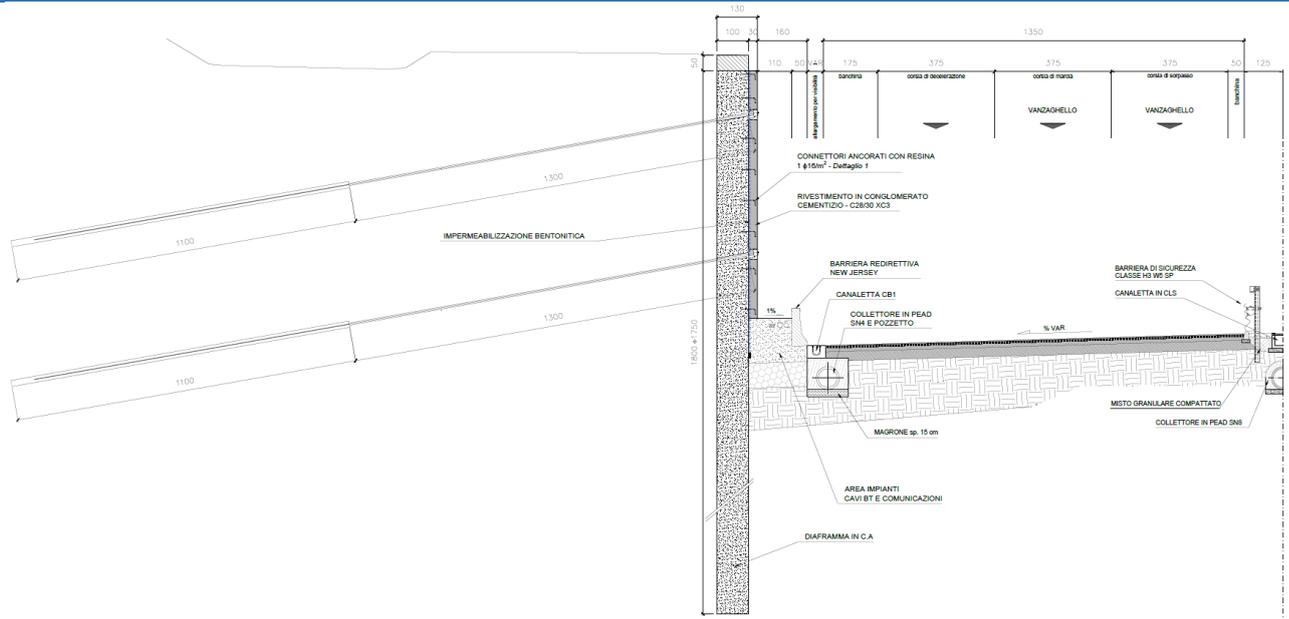


*Planimetria paratie in approccio all'imbocco e sbocco della Galleria GA05*

I diaframmi sono formati da un'alternanza di conci primari e secondari di 2,50 m di lunghezza e 1,00 m di spessore. Le strutture presentano differenti lunghezze di infissione dimensionate in base al relativo piano di scavo.

L'opera consta delle seguenti n.4 tipologie di paratie:

- Diaframmi di  $L=18,50\div 18,00$  m di lunghezza, per uno sbalzo massimo di 9,80 m con due ordini di tiranti;
- Diaframmi di  $L=15,00\div 14,50$  m di lunghezza, per uno sbalzo massimo di 7,00 m con due ordini di tiranti;
- Diaframmi di  $L=12,00\div 10,50$  m di lunghezza, per uno sbalzo massimo di 5 m con un ordine di tiranti;
- Diaframmi di  $L= 8,00$  m di lunghezza, per uno sbalzo massimo di 2,70 m.



Sezione trasversale Galleria GA05 – Diaframma con due ordini di tiranti

## 9 OPERE D'ARTE MINORI

### IA – OS70 – MURI DI SOSTEGNO – RAMO A-SVINCOLO SCIARÈ

L'opera OS70 MURO DI SOSTEGNO del RAMO A - SVINCOLO DI SCIARÈ, in cemento armato ordinario, fa parte del progetto esecutivo nell'ambito dei lavori inerenti la Nuova S.S. 341 "Gallaratese" nel tratto da Samarate a confine con la provincia di Novara.

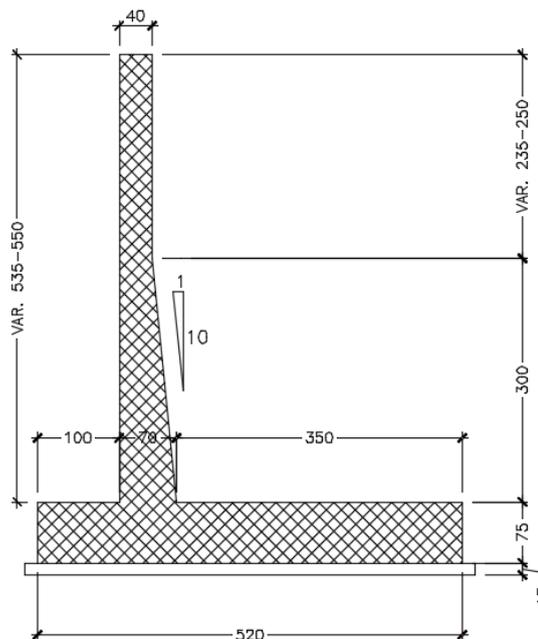
L'opera si estende per 77 m, consiste in una struttura a mensola in c.a gettato in opera, suddiviso in n.7 conci con paramento verticale ad altezza variabile:

- Il concio A, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 4.70m a un massimo di 4.95m;
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.20 m, di cui 1.00 m lato valle e 3.50 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.75 m.
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.70 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
  
- Il concio B, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 4.95m a un massimo di 5.20m;
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.20 m, di cui 1.00 m lato valle e 3.50 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.75 m;
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.70 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
  
- Il concio C, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 5.20m a un massimo di 5.35m;
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.20 m, di cui 1.00 m lato valle e 3.50 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.75 m;
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.70 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
  
- il concio D, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - altezza del paramento variabile da 5.35 m a 5.50 m;
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.20 m, di cui 1.00 m lato valle e 3.50 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.75 m;
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.70 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
  
- il concio E, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 5.50m a un massimo di 5.70;
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.55 m, di cui 1.25 m lato valle e 3.50 m lato monte;

- spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.85 m.
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.80 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- il concio F, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
    - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 5.70m a un massimo di 5.90m;
    - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.55 m, di cui 1.25 m lato valle e 3.50 m lato monte;
    - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.85 m.
    - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.80 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
  - il concio G, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
    - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 6.00m a un massimo di 6.40m;
    - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.55 m, di cui 1.25 m lato valle e 3.50 m lato monte;
    - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.85 m.
    - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.80 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.

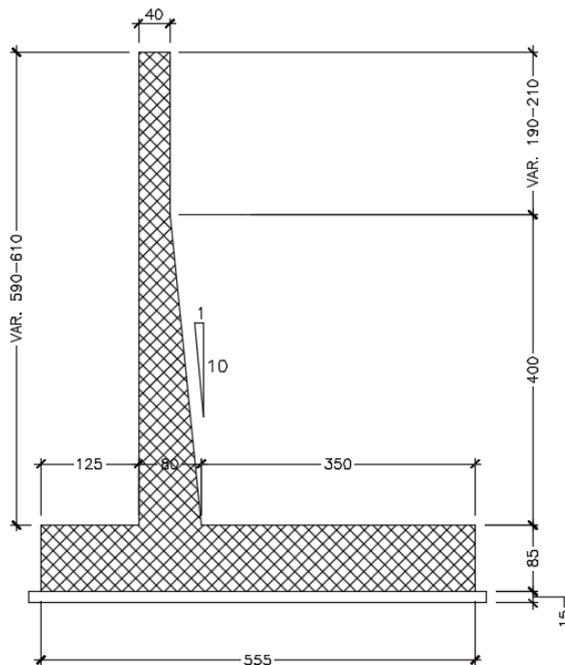
Le verifiche strutturali sono state eseguite sulle sezioni:

- del concio D a maggiore elevazione (altezza del paramento pari a 5.50 m), in quanto risulta essere la più sollecitata tra i conci con uguale sezione trasversale tipologica (conci A,B,C,D);



Sezione trasversale concio D

- del concio G a maggiore elevazione (altezza del paramento pari a 6.1 m), in quanto risulta essere la più sollecitata tra i conci con uguale sezione trasversale tipologica (conci E, F, G).



Sezione trasversale concio G

### 9.1 IB – OS71 – MURI DI SOSTEGNO – RAMPA B-SVINCOLO SCIARÈ

L'opera OS71 MURO DI SOSTEGNO della RAMPA B - SVINCOLO DI SCIARÈ, in cemento armato ordinario, fa parte del progetto esecutivo nell'ambito dei lavori inerenti la Nuova S.S. 341 "Gallaratese" nel tratto da Samarate a confine con la provincia di Novara.

L'opera si estende per 75.5 m, consiste in una struttura a mensola in c.a gettato in opera, suddiviso in n.8 conci con paramento verticale ad altezza variabile:

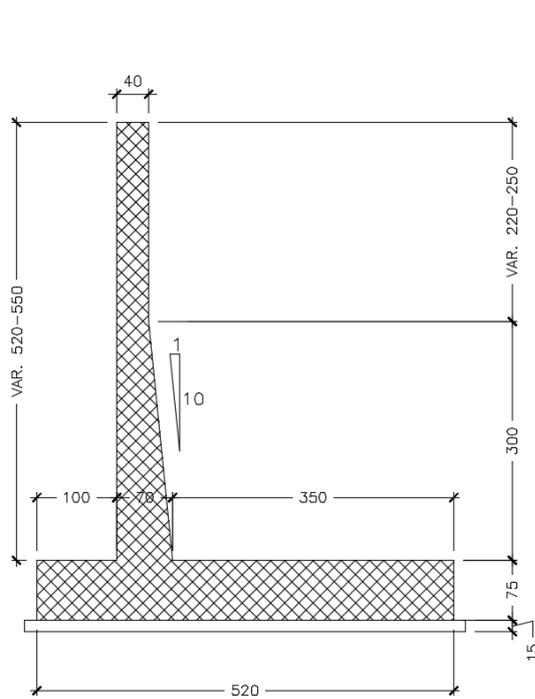
- Il concio A, di lunghezza pari a 8.5 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 4.90m a un massimo di 4.95m;
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.20 m, di cui 1.00 m lato valle e 3.50 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.75 m.
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.70 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- Il concio B, di lunghezza pari a 10 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 4.95m a un massimo di 5.20m;
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.20 m, di cui 1.00 m lato valle e 3.50 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.75 m;
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.70 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- Il concio C, di lunghezza pari a 10 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 5.20m a un massimo di 5.50m;

- larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.20 m, di cui 1.00 m lato valle e 3.50 m lato monte;
- spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.75 m;
- spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.70 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- il concio D, di lunghezza pari a 8 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 4.90m a un massimo di 4.95m;
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.20 m, di cui 1.00 m lato valle e 3.50 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.75 m.
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.70 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- il concio E, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 5.50m a un massimo di 6.00m;
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.55 m, di cui 1.25 m lato valle e 3.50 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.85 m.
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.80 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- il concio F, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 6.00m a un massimo di 6.40m;
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.55 m, di cui 1.25 m lato valle e 3.50 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.85 m.
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.80 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- il concio G, di lunghezza pari a 10 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 6.35m a un massimo di 6.80m;
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 6.00 m, di cui 1.50 m lato valle e 3.60 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 1.00 m;
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.90 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- il concio H, di lunghezza pari a 8 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 5.50m a un massimo di 5.80m;
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.55 m, di cui 1.25 m lato valle e 3.50 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.85 m.
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.80 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.

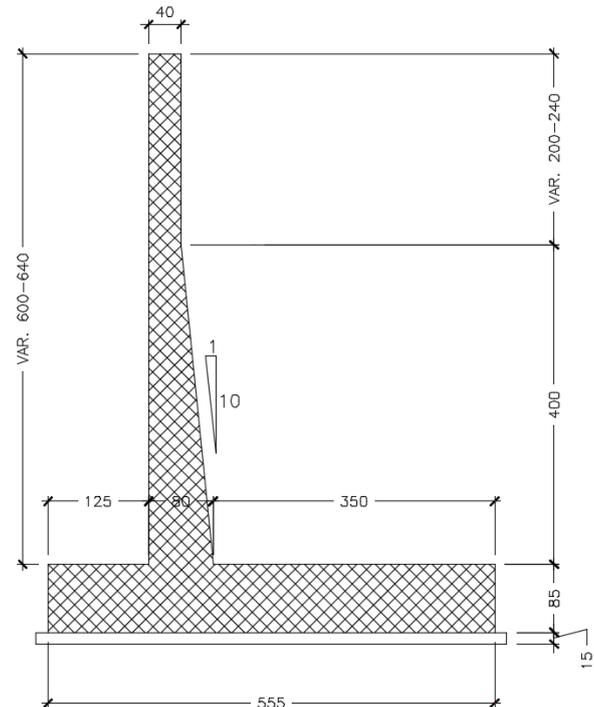
Le verifiche strutturali sono state eseguite sulle sezioni:

- del concio C a maggiore elevazione (altezza del paramento pari a 5.50 m), in quanto risulta essere la più sollecitata tra i conci con uguale sezione trasversale tipologica (conci A,B,C,D);

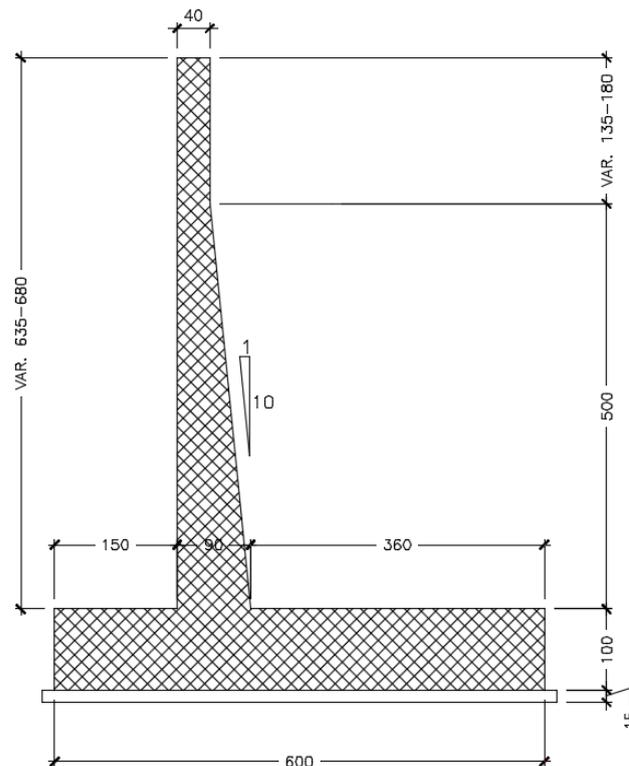
- del concio F a maggiore elevazione (altezza del paramento pari a 6.40 m), in quanto risulta essere la più sollecitata tra i conci con uguale sezione trasversale tipologica (conci E,F);
- del concio G a maggiore elevazione (altezza del paramento pari a 6.80 m), in quanto risulta essere la più sollecitata tra i conci con uguale sezione trasversale tipologica (conci G,H).



Sezione trasversale concio C



Sezione trasversale concio F



Sezione trasversale concio G

## 9.2 IC – OS72 – MURI DI SOSTEGNO – VIA SICILIA

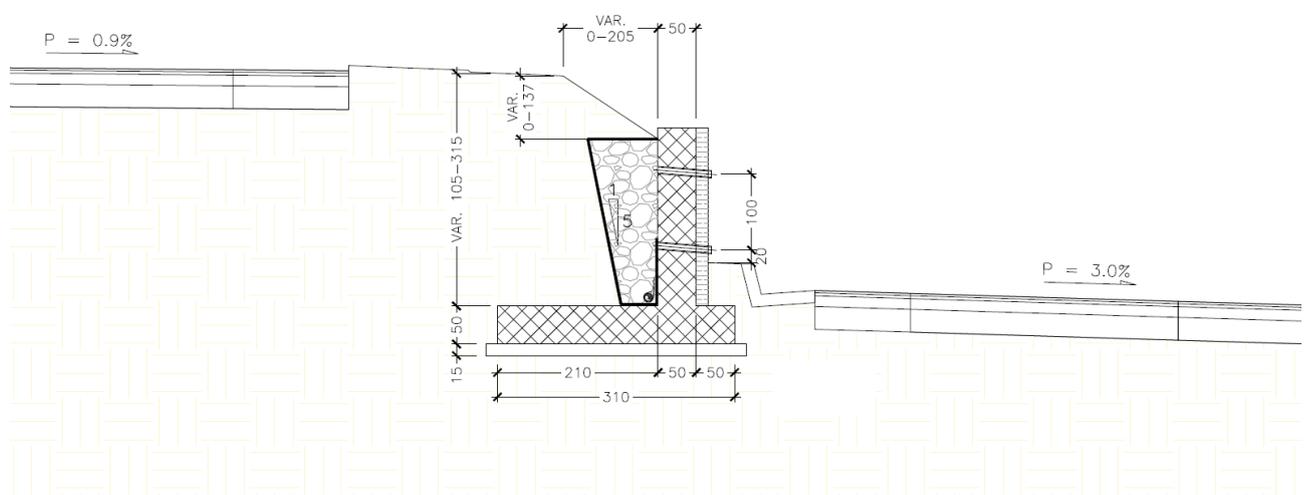
L'opera OS72 MURO DI SOSTEGNO di VIA SICILIA, in cemento armato ordinario, fa parte del progetto esecutivo nell'ambito dei lavori inerenti la Nuova S.S. 341 "Gallaratese" nel tratto da Samarate a confine con la provincia di Novara.

L'opera si estende per 66.5 m, consiste in una struttura a mensola in c.a gettato in opera, suddiviso in n.8 conci con paramento verticale ad altezza variabile:

- Il concio A, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 3.10 m, di cui 0.50 m lato valle e 2.10 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.50 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 1.35 m a un massimo di 1.75m;
  - spessore del paramento pari a 0.50 m.
- Il concio B, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 3.10 m, di cui 0.50 m lato valle e 2.10 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.50 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 1.75 m a un massimo di 2.20m;
  - spessore del paramento pari a 0.50 m.
- Il concio C, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 3.10 m, di cui 0.50 m lato valle e 2.10 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.50 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 2.20m a un massimo di 2.55m;
  - spessore del paramento pari a 0.50 m.
- il concio D, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 3.10 m, di cui 0.50 m lato valle e 2.10 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.50 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 2.55 m a un massimo di 3.15m;
  - spessore del paramento pari a 0.50 m.
- il concio E, di lunghezza pari a 5.5 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 3.10 m, di cui 0.50 m lato valle e 2.10 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.50 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 2.80m a un massimo di 2.90m;
  - spessore del paramento pari a 0.50 m.
- il concio F, di lunghezza pari a 5.5 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 3.10 m, di cui 0.50 m lato valle e 2.10 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.50 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 2.60m a un massimo di 2.80m;

- spessore del paramento pari a 0.50 m.
- il concio G, di lunghezza pari a 6 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 3.10 m, di cui 0.50 m lato valle e 2.10 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.50 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 1.85m a un massimo di 2.40m;
  - spessore del paramento pari a 0.50 m.
- il concio H, di lunghezza pari a 5.5 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 3.10 m, di cui 0.50 m lato valle e 2.10 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.50 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 1.05 m a un massimo di 1.75m;
  - spessore del paramento pari a 0.50 m.

Le verifiche strutturali sono state eseguite su ciascun concio in corrispondenza delle sezioni a maggiore elevazione, in quanto risultano essere le sezioni più sollecitate.



Sezione trasversale - muro di sostegno OS72

### 9.3 ID – OS62 – MURI DI SOSTEGNO – ASSE PRINCIPALE

L'opera OS62 MURO DI SOSTEGNO dell'ASSE PRINCIPALE, in cemento armato ordinario, fa parte del progetto esecutivo nell'ambito dei lavori inerenti la Nuova S.S. 341 "Gallaratese" nel tratto da Samarate a confine con la provincia di Novara.

L'opera si estende per circa 163 m, consiste in una struttura a mensola in c.a gettato in opera, suddiviso in n.15 conci con paramento verticale ad altezza variabile:

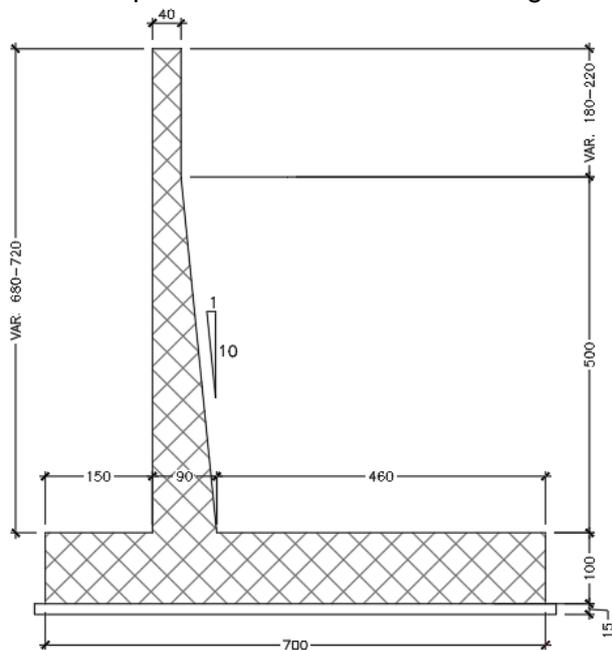
- Il concio A, di lunghezza pari a 11.75 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 7.00m, di cui 1.50 m lato valle e 4.60 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 1.00 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 6.50 m a un massimo di 7.20m;
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.90 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- Il concio B, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 7.00 m, di cui 1.50 m lato valle e 4.60 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 1.00 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 6.50m a un massimo di 6.80m;
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.90 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- Il concio C, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 6.50 m, di cui 1.30 m lato valle e 4.40 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.85 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 6.15m a un massimo di 6.35m;
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.80 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- il concio D, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 6.50 m, di cui 1.30 m lato valle e 4.40 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.85 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 5.95m a un massimo di 6.15m;
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.80 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- il concio E, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.30 m, di cui 1.00 m lato valle e 3.70 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.65 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 3.70m a un massimo di 3.90m;
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.60 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- il concio F, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.30 m, di cui 1.00 m lato valle e 3.70 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.65 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 3.90m a un massimo di 4.00m;

- spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.60 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- il concio G, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.30 m, di cui 1.00 m lato valle e 3.70 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.65 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 4.05m a un massimo di 4.20m;
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.60 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- il concio H, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.30 m, di cui 1.00 m lato valle e 3.70 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.65 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 4.20m a un massimo di 4.35m;
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.60 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- Il concio I, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.30 m, di cui 1.00 m lato valle e 3.70 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.65 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 4.35m a un massimo di 4.50m;
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.60 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- Il concio L, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.60 m, di cui 1.10 m lato valle e 3.80 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.75 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 4.55m a un massimo di 4.65m;
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.70 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- il concio M, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.60 m, di cui 1.10 m lato valle e 3.80 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.75 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 4.45m a un massimo di 4.55m;
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.70 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- il concio N, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.60 m, di cui 1.10 m lato valle e 3.80 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.75 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 4.45m a un massimo di 4.55m;

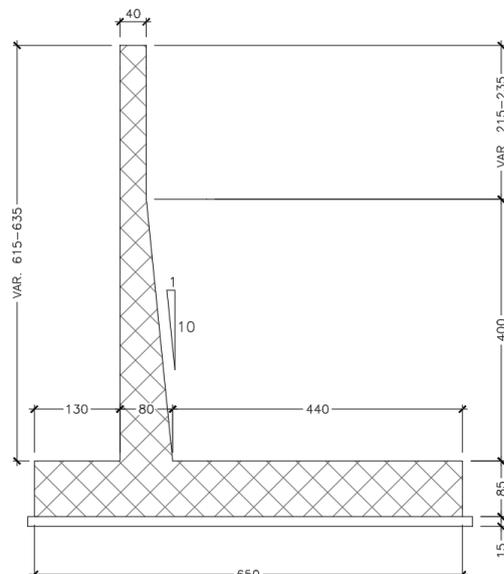
- spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.70 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- il concio O, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.30 m, di cui 1.00 m lato valle e 3.70 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.65 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 4.35m a un massimo di 4.45m;
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.60 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- il concio P, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.30 m, di cui 1.00 m lato valle e 3.70 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.65 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 4.35m a un massimo di 4.45m;
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.60 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- il concio Q, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.30 m, di cui 1.00 m lato valle e 3.70 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.65 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 4.35m a un massimo di 4.45m;
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.60 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.
- il concio R, di lunghezza pari a 15.10 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 5.30 m, di cui 1.00 m lato valle e 3.70 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.65 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 2.70 m a un massimo di 4.20m;
  - spessore del paramento in elevazione variabile da un minimo di 0.40 m a un massimo di 0.60 m, in corrispondenza della sezione di innesto alla fondazione.

Le verifiche strutturali sono state eseguite sulle sezioni:

- del concio A a maggiore elevazione (altezza del paramento pari a 7.20 m), in quanto risulta essere la più sollecitata tra i conci con uguale sezione trasversale tipologica (conci A,B);
- del concio C a maggiore elevazione (altezza del paramento pari a 6.35 m), in quanto risulta essere la più sollecitata tra i conci con uguale sezione trasversale tipologica (conci C,D);

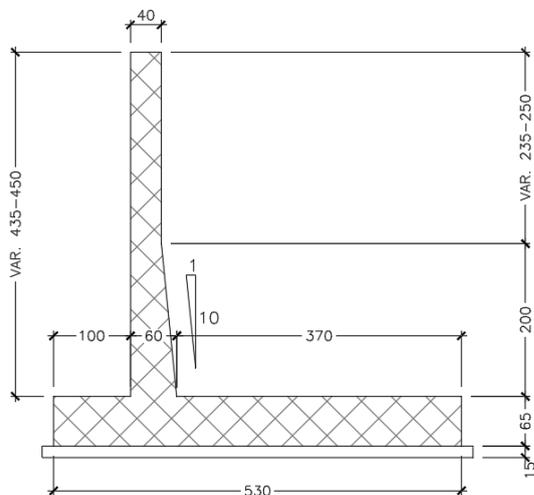


Sezione trasversale concio A

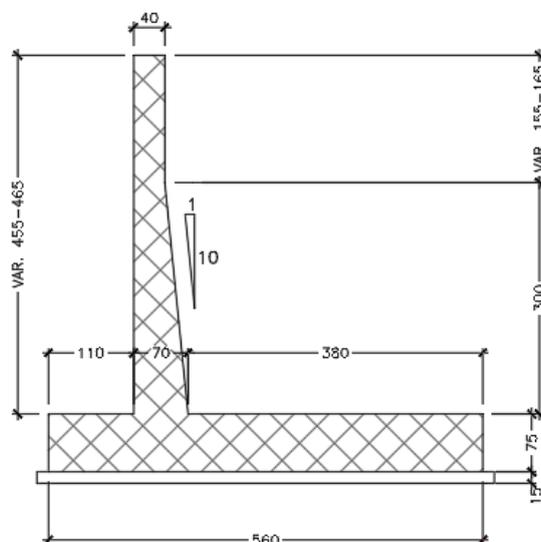


Sezione trasversale concio C

- del concio I a maggiore elevazione (altezza del paramento pari a 4.50 m), in quanto risulta essere la più sollecitata tra i conci con uguale sezione trasversale tipologica (conci E,F,G,H,I,O,P,Q,R);
- del concio L a maggiore elevazione (altezza del paramento pari a 4.65 m), in quanto risulta essere la più sollecitata tra i conci con uguale sezione trasversale tipologica (conci L,M,N).



Sezione trasversale concio I



Sezione trasversale concio L

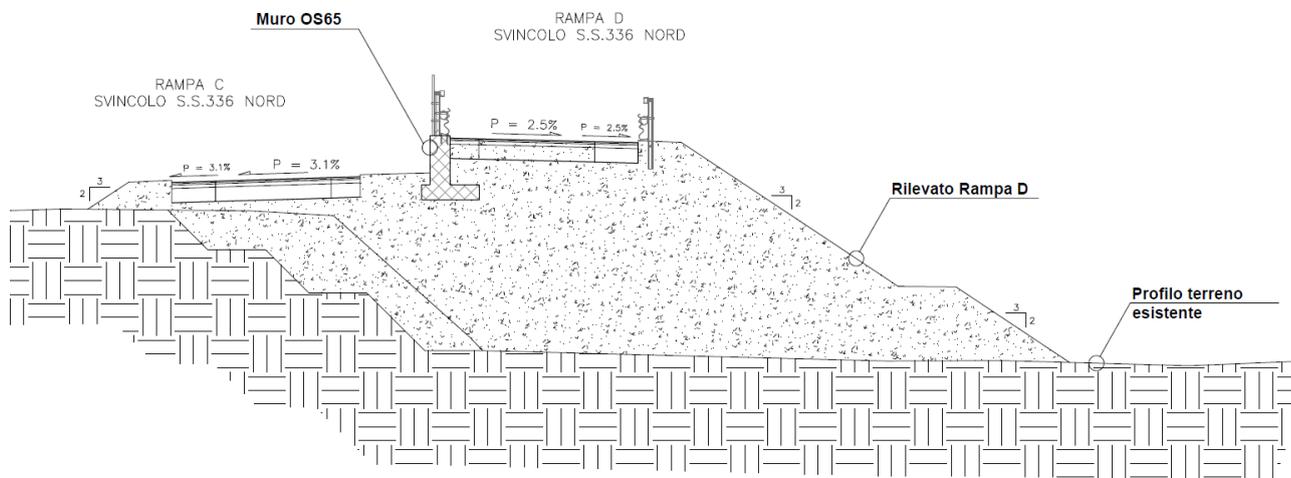
#### 9.4 IE – OS65 – MURI DI SOSTEGNO – RAMPA D-SVINCOLO S.S. 336 NORD

L'opera OS65 MURO DI SOSTEGNO della RAMPA A – SVINCOLO S.S.336 NORD, in cemento armato ordinario, fa parte del progetto esecutivo nell'ambito dei lavori inerenti la Nuova S.S. 341 "Gallaratese" nel tratto da Samarate a confine con la provincia di Novara.

L'opera si estende per circa 48 m, interrotto solamente in corrispondenza del sottovia della Controstrada Sud. Il muro di sostegno consta di una struttura a mensola in c.a gettato in opera, suddiviso in n.5 conci con paramento verticale ad altezza variabile, con guard rail in corrispondenza della testa del muro:

- Il concio A, di lunghezza pari a 9.80 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 2.00 m, di cui 0.30 m lato valle e 1.00 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.50 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 1.45 m a un massimo di 1.71m;
  - spessore del paramento pari a 0.70 m.
- Il concio B, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 2.00 m, di cui 0.30 m lato valle e 1.00 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.50 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 1.30 m a un massimo di 1.65m;
  - spessore del paramento pari a 0.70 m.
- Il concio C, di lunghezza pari a 11 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 2.00 m, di cui 0.30 m lato valle e 1.00 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.50 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 1.19 m a un massimo di 1.60m;
  - spessore del paramento pari a 0.70 m.
- il concio D, di lunghezza pari a 10.8 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 2.00 m, di cui 0.30 m lato valle e 1.00 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.50 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 1.10 m a un massimo di 1.49m;
  - spessore del paramento pari a 0.70 m.
- il concio E, di lunghezza pari a 5.25 m, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 2.00 m, di cui 0.30 m lato valle e 1.00 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0.50 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 1.15 m a un massimo di 1.35m;
  - spessore del paramento pari a 0.70 m.

Le verifiche strutturali sono state eseguite sulla sezione del concio A a maggiore elevazione (altezza del paramento pari a 1.71 m), in quanto risulta essere la più sollecitata tra i conci che compongono il muro OS65.



Sezione trasversale muro di sostegno OS65

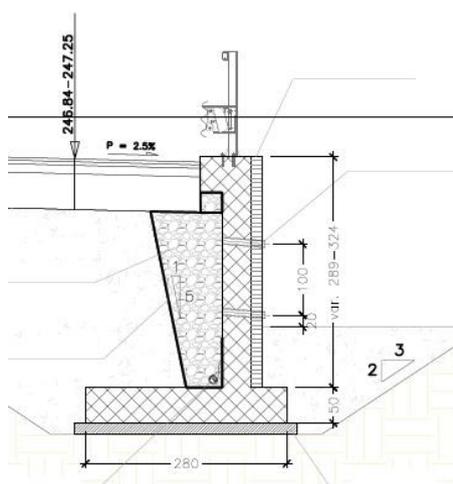
## 9.5 IF – OS69 – MURI DI SOSTEGNO – SVINCOLO A8-PEDEMONTANA

L'opera OS69 MURO DI SOSTEGNO dello SVINCOLO A8 di PEDEMONTANA, in cemento armato ordinario, fa parte del progetto esecutivo nell'ambito dei lavori inerenti la Nuova S.S. 341 "Gallaratese" nel tratto da Samarate a confine con la provincia di Novara.

L'opera si estende per circa 477 m, consiste in una struttura a mensola in c.a gettato in opera, suddiviso in n.23 conci con paramento verticale ad altezza variabile, sormontato da un cordolo porta barriera di dimensione 0,50 x 0,70 m:

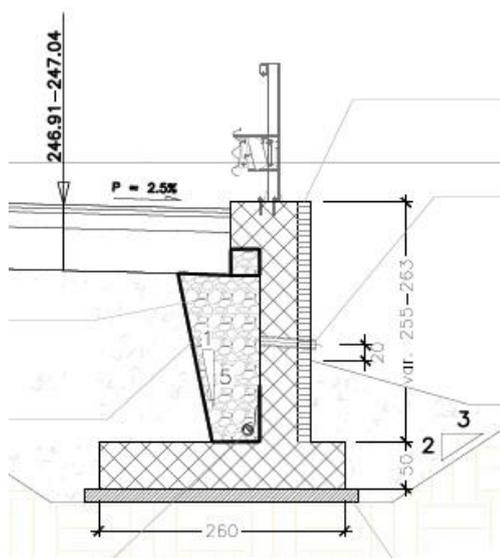
- concio A – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 3,18 m a 3,24 m;
- concio B – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 3,15 m a 3,18 m;
- concio C – lunghezza pari a 22,00 m e altezza del paramento variabile da 3,05 m a 3,13 m;
- concio D – lunghezza pari a 24,00 m e altezza del paramento variabile da 3,02 m a 3,05 m;
- concio E – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 3,02 m a 3,08 m;
- concio F – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 3,05 m a 3,08 m;
- concio G – lunghezza pari a 9,87 m e altezza del paramento variabile da 3,02 m a 3,05 m;
- concio H – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 3,02 m a 3,07 m;
- concio I – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 3,02 m a 3,07 m;
- concio J – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 2,94 m a 3,02 m;
- concio K – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 2,90 m a 2,90 m;
- concio L – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento pari a 2,55 m;
- concio M – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 2,55 m a 2,63 m;
- concio N – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 2,62 m a 2,63 m;
- concio O – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 2,16 m a 2,29 m;
- concio P – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 1,98 m a 2,00 m;
- concio Q – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento pari a da 2,00 m;
- concio R – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 1,95 m a 2,00 m;
- concio S – lunghezza pari a 15,00 m e altezza del paramento variabile da 2,89 m a 2,95 m;
- concio T – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 3,68 m a 3,79 m;
- concio U – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento pari 3,68 m;

- concio V – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 3,69 m a 3,80 m;
  - concio Z – lunghezza pari a 21,00 m e altezza del paramento variabile da 3,65 m a 3,69 m;
- Le verifiche strutturali sono state eseguite sulle sezioni:
- del concio A a maggiore elevazione (altezza del paramento pari a 3,24 m), in quanto risulta essere la sezione più sollecitata tra i conci da A a K e S, i quali presentano una sezione tipologica caratterizzata dalla stessa geometria trasversale:
    - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 2,80 m, di cui 0,50 m lato valle e 1,90 m lato monte;
    - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0,50 m.
    - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 2,89 m a un massimo di 3,24 m;
    - spessore del paramento pari a 0,40 m.
    - cordolo porta barriera di sezione pari a 0,50 x 0,70 m.



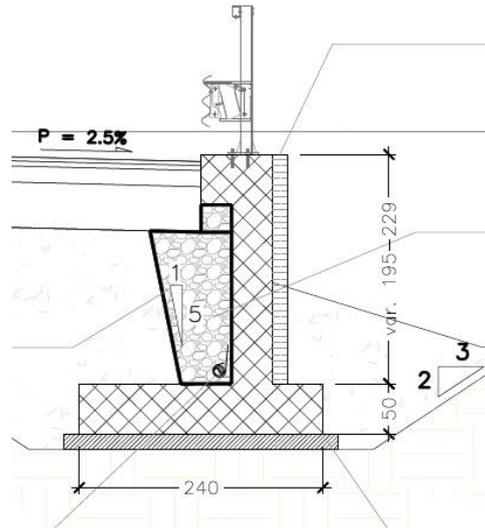
Sezione trasversale conci da A a K, S

- del concio N a maggiore elevazione (altezza del paramento pari a 2.63 m), in quanto risulta essere la sezione più sollecitata tra i conci da L a M, i quali presentano una sezione tipologica caratterizzata dalla stessa geometria trasversale:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 2,60 m, di cui 0,50 m lato valle e 1,70 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0,50 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 2,55 m a un massimo di 2,63 m;
  - spessore del paramento pari a 0,40 m.
  - cordolo porta barriera di sezione pari a 0,50 x 0,70 m.



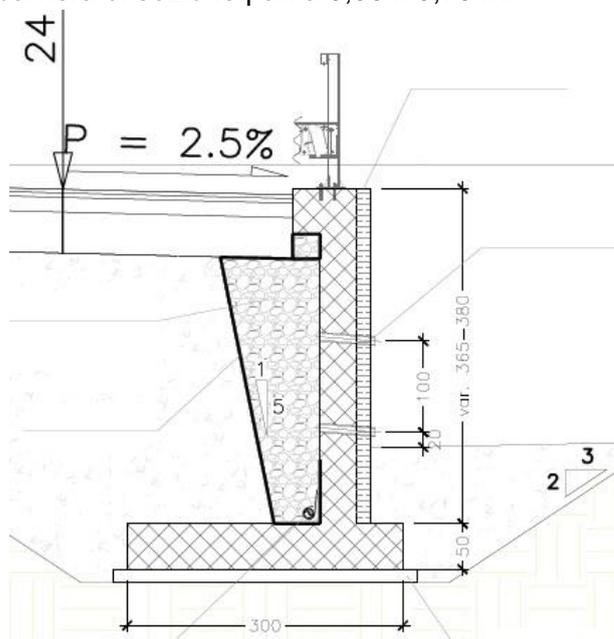
Sezione trasversale conci da L a M

- del concio O a maggiore elevazione (altezza del paramento pari a 2.29 m), in quanto risulta essere la sezione più sollecitata tra i conci da O a R, i quali presentano una sezione tipologica caratterizzata dalla stessa geometria trasversale:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 2,40 m, di cui 0,50 m lato valle e 1,50 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0,50 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 1,95 m a un massimo di 2,29 m;
  - spessore del paramento pari a 0,40 m.
  - cordolo porta barriera di sezione pari a 0,50 x 0,70 m.



Sezione trasversale conci da O a R

- del concio V a maggiore elevazione (altezza del paramento pari a 3.80 m), in quanto risulta essere la sezione più sollecitata tra i conci da T a Z, i quali presentano una sezione tipologica caratterizzata dalla stessa geometria trasversale:
  - larghezza della ciabatta di fondazione pari a 3,00 m, di cui 0,50 m lato valle e 2,10 m lato monte;
  - spessore della ciabatta di fondazione pari a 0,50 m.
  - altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 3,65 m a un massimo di 3,80 m;
  - spessore del paramento pari a 0,40 m.
  - cordolo porta barriera di sezione pari a 0,50 x 0,70 m.



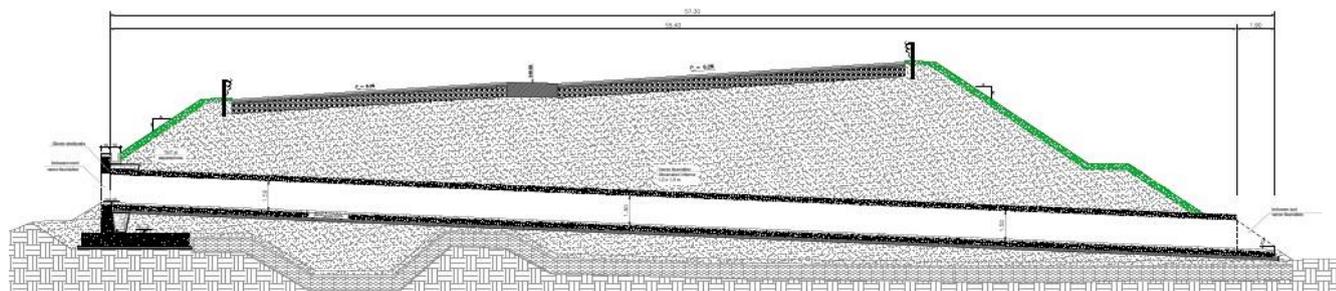
Sezione trasversale conci da T a Z

## 9.6 LB 01 – TOMBINO FAUNISTICO TM01 – ASSE PRINCIPALE

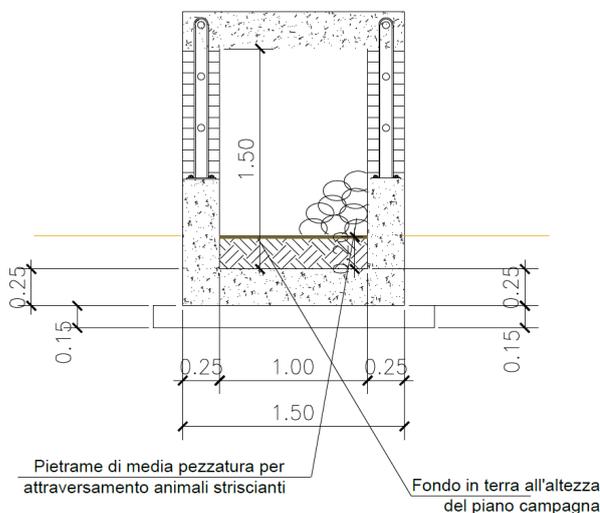
L'opera LB01 TOMBINO FAUNISTICO TM01 situato alla progr. 8+108.97 dell'ASSE PRINCIPALE, fa parte del progetto esecutivo nell'ambito dei lavori inerenti la Nuova S.S. 341 "Gallaratese" nel tratto da Samarate a confine con la provincia di Novara.

Il tombino consiste in una struttura scatolare in c.a gettato in opera, di dimensioni interne 1,00 x 1,50 m e spessore costante pari a 0,25 m; per l'imbocco nord, in interferenza con l'opera di sostegno OS69, è previsto un giunto strutturale con l'opera stessa, mentre l'imbocco sud è caratterizzato dalla presenza di muri di invito ad U, ad altezza variabile.

Il tombino ha una lunghezza complessiva di 57,30 m; si riportano, di seguito, l'inquadramento planimetrico ed il profilo dell'opera.



Sezione longitudinale - Sottopasso faunistico TM01



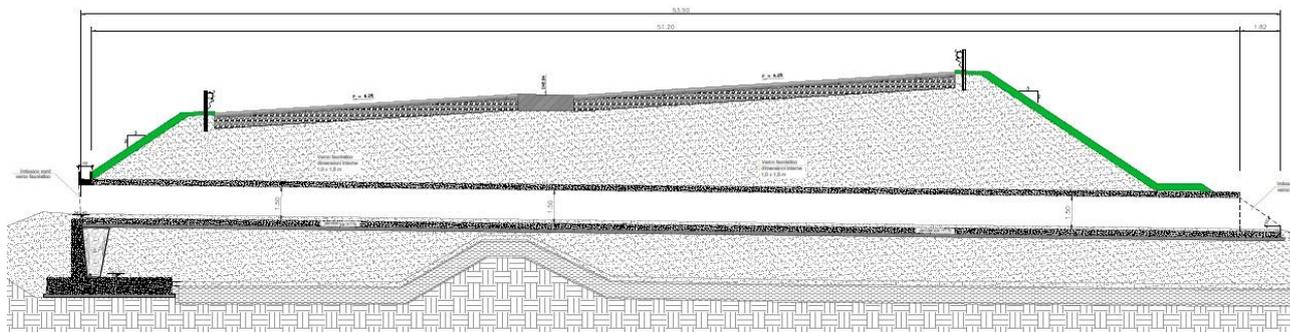
Sezione trasversale - Sottopasso faunistico TM01

### 9.7 LB 02 – TOMBINO FAUNISTICO TM02 – ASSE PRINCIPALE

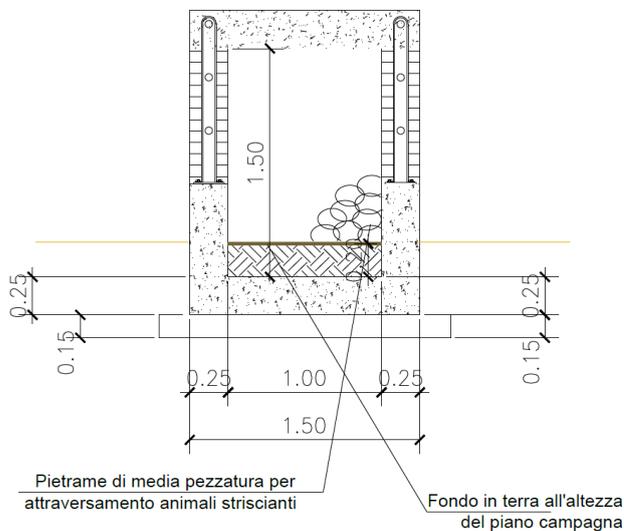
L'opera LB01 TOMBINO FAUNISTICO TM02 situato alla progr. 8+168.96 dell'ASSE PRINCIPALE, fa parte del progetto esecutivo nell'ambito dei lavori inerenti la Nuova S.S. 341 "Gallaratese" nel tratto da Samarate a confine con la provincia di Novara.

Il tombino consiste in una struttura scatolare in c.a gettato in opera, di dimensioni interne 1,00 x 1,50 m e spessore costante pari a 0,25 m; per l'imbocco nord, in interferenza con l'opera di sostegno OS69, è previsto un giunto strutturale con l'opera stessa, mentre l'imbocco sud è caratterizzato dalla presenza di muri di invito ad U, ad altezza variabile.

Il tombino ha una lunghezza complessiva di 53,50 m; si riportano, di seguito, l'inquadramento planimetrico ed il profilo dell'opera.



Sezione trasversale - Sottopasso faunistico TM02



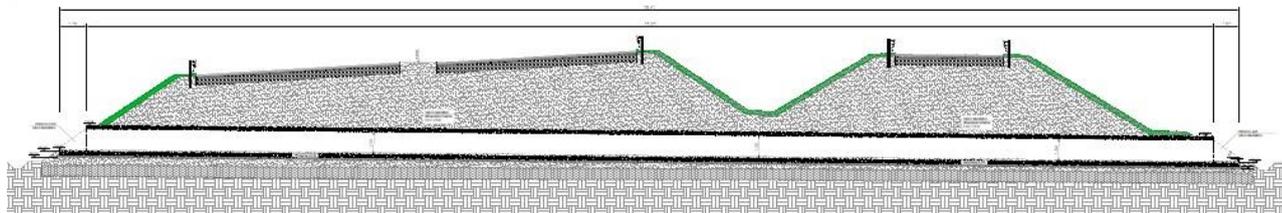
Sezione trasversale - Sottopasso faunistico TM02

**9.8 LB 03 – TOMBINO FAUNISTICO TM03 – ASSE PRINCIPALE-SVINCOLOA8**

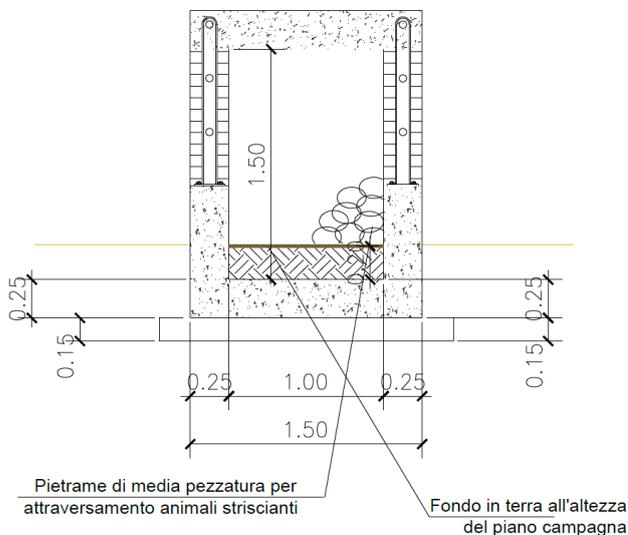
L'opera LB01 TOMBINO FAUNISTICO TM03 situato alla progr. 8+430.99 dell'ASSE PRINCIPALE, fa parte del progetto esecutivo nell'ambito dei lavori inerenti la Nuova S.S. 341 "Gallaratese" nel tratto da Samarate a confine con la provincia di Novara.

Il tombino consiste in una struttura scatolare in c.a gettato in opera, di dimensioni interne 1,00 x 1,50 m e spessore costante pari a 0,25 m; sia l'imbocco nord (ASSE PRINCIPALE) che l'imbocco sud (RAMPA B – A8 PEDEMONTANA) sono caratterizzati dalla presenza di muri di invito ad U, ad altezza variabile.

Il tombino ha una lunghezza complessiva di 78,41 m; si riportano, di seguito, l'inquadramento planimetrico ed il profilo dell'opera.



Sezione trasversale - Sottopasso faunistico TM03



Sezione trasversale - Sottopasso faunistico TM02

## 10 SEGNALETICA

Nel presente capitolo sono descritti i criteri del progetto della segnaletica stradale in particolare rispetto alla installazione dei dispositivi verticali ed orizzontali. Tale progetto è redatto con l'obiettivo di elevare la sicurezza stradale e la qualità di guida.

Il progetto di segnalamento fa riferimento alla normativa vigente:

- il Nuovo Codice della Strada. D.Lgs. 30 aprile 1992, n°285. Testo aggiornato in base alla Legge 286/2006 del 29.11.2006. Aggiornato al D.M. 17-12-2008, (G.U. 30-12-2008, n° 303); indica gli strumenti che l'Ente proprietario della strada deve utilizzare per un funzionale e corretto intervento sulla viabilità;
- il Regolamento di esecuzione e d'attuazione del Nuovo Codice della Strada. D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495, aggiornato al D.P.R. 6 marzo 2006, n°153; determina le regole per la realizzazione e la posa dei segnali;
- il Disciplinare Tecnico (D.M. 31 marzo 1995); determina invece gli standard qualitativi e tecnici delle pellicole rifrangenti che si devono obbligatoriamente utilizzare per la produzione della segnaletica verticale.

Il progetto della segnaletica è stato rappresentato negli elaborati grafici allegati. La scala di rappresentazione adottata è adeguata ai fini dell'esatta interpretazione della tipologia del segnale raffigurato e degli eventuali pannelli integrativi, ma soprattutto della ubicazione dello stesso che comprende anche l'orientamento rispetto al palo di sostegno.

### 10.1 SEGNALETICA ORIZZONTALE

La segnaletica orizzontale comprende le strisce di margine e di separazione dei sensi di marcia e di corsia, le isole di traffico con relative zebraure e tutti i simboli sulla pavimentazione in genere. Lo scopo della segnaletica orizzontale è di fornire una guida ottica del tracciato e deve soddisfare a precise richieste comportamentali e prestazionali in funzione del suo posizionamento.

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. Per l'art.137 del Regolamento: *"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"* ed inoltre *"le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di antiscivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, nonché i metodi di misura di dette caratteristiche, sono stabiliti da apposito disciplinare tecnico approvato con decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti, da pubblicare sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica"*. A tale proposito si rimanda alle norme UNI EN 1436: 2008 e UNI 11154: 2006.

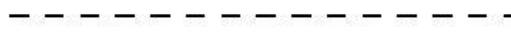
Per quanto riguarda il tracciato di progetto, la carreggiata, le corsie e gli svincoli dell'asta principale saranno delimitate con segnaletica orizzontale in termo spruzzato plastico con striscia longitudinale centrale discontinua e con strisce laterali continue di colore bianco, come specificato nello schema successivo.

Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche e di resistenza al derapaggio dovranno essere conformi alle prescrizioni generali previste dalla norma UNI EN 1436/98 e a quanto riportato nelle norme tecniche del capitolato speciale d'appalto.

I colori di fornitura delle pitture devono rispondere alle seguenti tinte della scala R.A.L. (Registro colori 840 HR) e corrispondenti coordinate cromatiche:

- bianco: RAL 9016 [  $x = 0,46$  ;  $y = 0,41$ ; illuminante = A; angolo di osservazione =  $10^\circ$  (secondo specifiche CIE COLORIMETRY seconda edizione, Pubblicazione 15.2.1986 ) ]
- giallo: RAL 1007 [  $x = 0,53$  ;  $y = 0,43$ ; illuminante = A; angolo di osservazione =  $10^\circ$  (secondo specifiche CIE COLORIMETRY seconda edizione, Pubblicazione 15.2.1986 ) ].

La pittura non deve contenere alcun elemento colorante organico e non deve scolorire al sole.

<b>STRISCE LONGITUDINALI</b>				
Art.138/142-Reg. C.d.S. (dPR 495/92)				
<b>ASTA PRINCIPALE:</b> STRISCE DI MARGINE: 25 cm STRISCE DI CORSIA: 15 cm				
<b>RAMPE:</b> STRISCE DI MARGINE: 15 cm				
<b>VIABILITÀ SECONDARIE:</b> STRISCE DI MARGINE: 15 cm STRISCE DI SEPARAZIONE DEI SENSI DI MARCIA: 12 cm STRISCE DI CORSIA: 12 cm				
Fig. II 415 Art.138-Reg. C.d.S. (dPR 495/92)				
N.RIF.	TIPOLOGIA STRISCE DISCONTINUE	TRATTO	INTERVALLO	AMBITO DI APPLICAZIONE
a		4,5 m	7,5 m	Per separazione dei sensi di marcia e delle corsie di marcia - V > 110 km/h
b		3,0 m	4,6 m	Per separazione dei sensi di marcia e delle corsie di marcia - V comprese tra 60 e 110 km/h Per separazione dei sensi di marcia e delle corsie di
c		3,0 m	3,0 m	marcia - V < 50 km/h e in galleria
d		4,5 m	1,5 m	Per strisce di preavviso all'approssimarsi di una striscia continua
e		3,0 m	3,0 m	Per delimitare le corsie di accelerazione e decelerazione
f		1,0 m	1,0 m	Per strisce di margine, per interruzione di linee continue in corrispondenza di accessi laterali o di passi carrabili
g		1,0 m	1,5 m	Per strisce di guida sulle intersezioni
h		4,5 m	3,0 m	Per strisce di separazione delle corsie reversibili
				CONTINUA
				CONTINUE
				CONTINUA E DISCONTINUA

*Strisce longitudinali Dpr 495/92*

La piattaforma stradale della SS 341 di progetto presenta degli allargamenti necessari al fine di garantire la visibilità per l'arresto o di cambio corsia. I suddetti allargamenti risultano, in alcuni casi, di notevoli dimensioni per cui, al fine di evitare che l'utente della strada sia indotto incautamente ad utilizzare tali spazi per il transito, sono stati predisposti alcuni accorgimenti progettuali, ovvero:

- In corrispondenza dei suddetti allargamenti, lungo le strisce di margine, verranno predisposte delle "rumble strips" al fine di contenere i veicoli in carreggiata. Il rumore e le vibrazioni prodotti dal passaggio del pneumatico sulle rumble strip avvisano l'utente distratto, stanco o eccessivamente veloce del superamento del limite di corsia.

- La pavimentazione relativa all'allargamento, oltre ad essere zebraata, sarà realizzata con una finitura più chiara della pavimentazione prevista sull'intero tracciato.
- L'installazione di delineatori di margine (Fig. II.463 Art. 173 Regolamento di esecuzione del C.d.S.) con interasse 25 m, con il duplice scopo di consentire una migliore visualizzazione dell'andamento della corsia e di scoraggiare il transito dei veicoli. I delineatori normali di margine devono essere collocati al limite esterno della banchina e comunque a non meno di 50 cm dal bordo esterno della carreggiata.

L'altezza fuori terra del delineatore deve essere compresa fra 70 e 110 cm.



*Esempio di realizzazione degli interventi previsti*

I medesimi accorgimenti sono stati impiegati, inoltre, in corrispondenza delle zone di transizione tra la strada di categoria B e le rampe D e C dello Svincolo S.S.336 Nord. In particolare sulla carreggiata Nord, direzione "Aeroporto di Malpensa" al fine di consentire agli utenti una graduale riduzione della velocità, sono stati collocati, oltre alla consueta segnaletica verticale prescritta dal C.d.S., delle bande ottiche di rallentamento e sono stati riprodotti sulla corsia i limiti di velocità imposti mediante segnaletica verticale. I limiti di velocità saranno realizzati in termospruzzato plastico.

## 10.2 SEGNALETICA VERTICALE

La segnaletica verticale comprende segnali di pericolo, prescrizione ed indicazione ai quali è affidata la comunicazione con gli utenti della strada con il fine di scongiurare condotte scorrette ed andamenti incerti e pericolosi. A tal fine la progettazione di ogni singolo segnale stradale in termini di posizione, orientamento, materiali e simbologia deve tener conto di:

- lo spazio di avvistamento necessario per individuare il segnale, in relazione alla presenza di ostacoli od altri elementi che ostacolano il raggio visuale come, ad esempio, altra segnaletica;
- lo larghezza operativa delle barriere di sicurezza;
- la presenza di barriere acustiche;
- il posizionamento dei sostegni in punti singolari che ingenerino pericolo in caso di svio.

Con il presente progetto della segnaletica sono stati previsti pannelli a messaggio variabile come da regolamento:

*"al fine di preavvisare i conducenti delle reali condizioni della strada per quanto concerne situazioni della circolazione, meteorologiche o altre indicazioni di interesse dell'utente i segnali verticali possono essere realizzati in modo da visualizzare di volta in volta messaggi diversi, comandati localmente o a distanza mediante idonei sistemi di controllo. Tali segnali, detti a "messaggio variabile", anche se impiegati a titolo di preavviso e di informazione, devono essere realizzati facendo uso di figure e scritte regolamentari e cioè riproducenti integralmente per forme, dimensioni, colori e disposizione le figure e gli alfabeti prescritti nei segnali verticali di tipo non variabile. Il passaggio da un messaggio all'altro deve avvenire in maniera rapida per non ingenerare confusione o distrazione nell'utente".*

Nella seguente tabella sono state riportate le posizioni dei PMV rispetto alle possibilità di uscita nei due sensi di marcia.

	Direzione progressive crescenti	Direzione progressive decrescenti
Progressiva 6+955	precede l'uscita dello svincolo con l'autostrada A8	precede la transizione tra la SS 341 e la SS 336
Progressiva 8+400	sulla transizione con l'autostrada Pedemontana	precede l'uscita dello svincolo di Sciarè

Posizionamento PMV

## 11 BARRIERE DI SICUREZZA

### 11.1 DEFINIZIONE DEL TIPO E DELLA CLASSE DELLE BARRIERE E SCELTA DEI DISPOSITIVI DA INSTALLARE

#### 11.1.1 ASSE PRINCIPALE E ZONE DI SVINCOLO

La definizione della classe minima di barriere nelle diverse situazioni è fissata dal D.M. 21.6.2004 in funzione della tipologia di strada e del livello di traffico.

La strada in oggetto si sviluppa per una lunghezza di poco più di 2 Km. La sezione tipo adottata per l'asta principale è di categoria B, ambito extraurbano, secondo la classificazione del D.M. 5/11/2001, a due corsie per senso di marcia, della larghezza di m. 3.75 ciascuna, oltre alla banchina della larghezza di m. 1.75. La larghezza complessiva della piattaforma è di 22.00 m. e

Tabella A – Barriere longitudinali

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte <sup>(1)</sup>
Autostrade (A) e strade extraurbane principali(B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 <sup>(2)</sup>	H2-H3 <sup>(2)</sup>	H3-H4 <sup>(2)</sup>
Strade extraurbane secondarie(C) e Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali(F).	III	H2	H2	H3
	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

(1) Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale

(2) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista

l'organizzazione delle carreggiate risulta essere la seguente:

- banchina esterna : 2 \* m 1.75 3.50
- corsie di marcia : 4 \* m 3.75 15.00
- banchina interna: 2 \* m 0.50 1.00
- spartitraffico : 1 \* m 2.50 2.50

Sulla base dei dati di traffico risultanti dal progetto definitivo (TGM= 58440 veic/h) e sulla base delle percentuali di veicoli pesanti (in entrambi i casi è stata presa la situazione più cautelativa per l'arco temporale 2018-2038) pari a 6,31%, si desume che la strada di progetto è caratterizzata da un traffico di tipo II.

Tipo di traffico	TGM	% Veicoli con massa >3,5 t
I	≤1000	Qualsiasi
I	>1000	≤ 5
II	>1000	5 < n < 15
III	>1000	> 15

Sulla base della tabella A del D.M. 2367 del 21/06/2004, riportata di seguito, si sintetizzano successivamente le tipologie di barriere minime prescritte dalla normativa.

BARRIERE LONGITUDINALI E ATTENUATORI MINIMI PREVISTI DALLA NORMA				
DATI DI INPUT		BARRIERE SPARTITRAFFICO	BARRIERE BORDO LATERALE	BARRIERE BORDO PONTE
Tronco	6+500-8+844	H3	H2	H3
Tipologia di strada	B			
TGM (veic-eq)	58446			
% veicoli pesanti	6,31			
Tipologia di traffico	II			
Velocità del sito da proteggere	120	CLASSE ATTENUATORI	80	

Sulla base della tabella A del D.M. 2367 del 21/06/2004, la barriera corrente sull'asta principale sarà del tipo bordo rilevato H2 e H3 spartitraffico di tipo Anas, mentre per opere d'arte di luce superiore a 10 m dovrebbe essere del tipo bordo ponte H3 di tipo Anas.

Per quanto concerne le barriere bordo ponte, in corrispondenza del viadotto VI03 che sovrasta tra l'altro anche il fascio ferroviario a servizio dello HUPAC, si è scelto di impiegare una barriera del tipo H4.

Le tipologie di barriera H4 si differenziano in funzione dell'interferenza superata dal viadotto e in funzione delle barriere acustiche previsto dallo studio.

La collocazione dettagliata delle varie tipologie è riportata nelle planimetrie allegate, le tipologie sono le seguenti:

- H4b W4/VI04 BP;
- H4b W5/VI05 BP con rete integrata H=2.00 m;
- H4b W4/VI04 BP con rete integrata H=3.50 m;
- H4a W6/VI06 BP con barriera acustica integrata H=3.00 m ed elemento rifrattore.

Riguardo il tratto di galleria artificiale tra le progressive al Km 6+840 e al km 6+920, nonostante la normativa sui dispositivi di sicurezza non prescriva alcun tipo di dispositivo, si è fatto riferimento a quanto riportato al paragrafo 4.1.2 del D.M. 6792 del 05/11/2001, inserendo un profilo redirettivo testato in classe H2 con la norma europea UNI EN 1317 parti 1-2-3-4 e 5 in corrispondenza delle banchine interna ed esterna di entrambe le carreggiate.

Sulla base dello studio di inquinamento acustico e della planimetria delle opere di mitigazione acustica previste, la barriera bordo laterale H2 prevista tra le progressive al Km 7+000 e 7+300, sarà del tipo H2 con barriera acustica integrata H=3.50 m con elemento rifrattore, da reperirsi sul mercato.

Per quanto concerne le zone di svincolo, si ipotizza, relativamente alle rampe di uscita e di ingresso, la stessa composizione di traffico dell'asse principale e, conseguentemente, le stesse tipologie, anche in relazione al fatto che, essendo dotate di corsie di accelerazione e decelerazione, è opportuno avere la continuità della barriera adottata sul tratto parallelo che si sviluppa sull'asse principale.

In corrispondenza dello svincolo con l'autostrada A8, sulle rampe e sulle complanari sono state previste barriere classe H3 bordo laterale del tipo commerciale, in continuità con le rampe già realizzate dello stesso svincolo e con l'autostrada A8, a gestione ASPI. In particolare sulle rampe è prevista una barriera H3 bordo rilevato classe W5, in corrispondenza dei muri è stata prevista una barriera H3 bordo ponte W5, mentre sulle complanari Nord e Sud in affiancamento con l'autostrada, sullo spartitraffico di larghezza 2,00 m, è stata prevista una barriera metallica spartitraffico monofilare bifacciale classe H4 W4.



## 12 IDRAULICA

Nel presente capitolo si affrontano gli aspetti idraulici della "Nuova S.S. n°341 "Gallaratese" – tratto da Samarate a confine con la Provincia di Novara – Tratto Nord Stralcio Funzionale dal km 6+500 (Svincolo 336 Nord) al km 8+844 (Svincolo Autostrada A8)".

Lo studio e l'attività complessiva consta delle seguenti parti:

- 1) Inquadramento generale idrologico, idrogeologico ed idraulico e studio idrologico dei bacini Tenore e Rile allo scopo di definire gli idrogrammi di piena con assegnato tempo di ritorno (pari a 20, 100 e 200 anni) da utilizzare nella modellazione idraulica bidimensionale. Le analisi sono state effettuate in ottemperanza a quanto disposto dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici in merito alle seguenti prescrizioni riportate nella delibera CIPE 27\_2018:
  - Appare opportuno sia l'aggiornamento delle valutazioni idrologiche sulla base dei dati attualmente disponibili sia le verifiche idrauliche in moto permanente bidimensionale (Consiglio superiore dei lavori pubblici);
  - Si chiede di rideterminare la portata di massima piena con un tempo di ritorno bicentenario (Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici);
- 2) Analisi idraulica, con simulazione in moto vario al fine di individuare e descrivere le opere in progetto che rendono compatibile l'intervento con la presenza delle vasche di spagliamento dei T. Rile e Tenore in comune di Cassano Magnano, Gallarate e Busto Arsizio. A tal proposito sono state condotte specifiche simulazioni in diverse configurazioni di progetto con le metodologie di Horton ed SCS (cfr. WBS di progetto FD) condivise con AIPO nel corso della riunione del 13/09/2019, a valle della quale si è individuata la soluzione progettuale definitiva;
- 3) Progettazione integrale del sistema di drenaggio delle acque di piattaforma (calcolate con tempo di ritorno  $Tr=25$  anni) con la separazione delle acque di prima pioggia attraverso un impianto di raccolta e collettamento dedicato, trattamento in manufatti di separazione, laminazione in successivi bacini (calcolati con tempo di ritorno  $Tr=50$  anni) con e successivo recapito in corsi d'acqua di idonea capacità idraulica. Altresì è stata analizzata la viabilità di accesso alle vasche, evidenziando in qualche caso l'esigenza di strade dedicate;

## 12.1 ANALISI IDROLOGICHE

Le curve di possibilità pluviometrica rappresentative dell'area in esame permetteranno di valutare con il metodo afflussi-deflussi le portate di progetto con le quali eseguire le analisi idrauliche.

Le curve di possibilità pluviometrica sono stimate mediante elaborazione statistica delle piogge massime annue di fissata durata 1,3,6,12 e 24 ore. Il loro utilizzo, quindi, è da limitarsi a tempi di pioggia superiori ad un'ora.

La curva che fornisce, per un fissato tempo di ritorno ( $T_R$ ), l'altezza di pioggia ( $h$ ) in funzione della durata ( $t$ ) dell'evento pluviometrico è definita secondo l'equazione:

$$h = a t^n$$

dove i coefficienti  $a$  e  $n$ , utilizzati nella progettazione, sono riportati nel successivo paragrafo 3.1.

Per piogge intense di durata inferiore ad un'ora, le massime altezze di pioggia sono state ricavate a partire dalle altezze massime di durata oraria, prendendo a riferimento studi effettuati in altre località italiane.

Le curve di possibilità pluviometrica relative agli scrosci saranno utilizzate anche per la progettazione delle opere di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma dell'infrastruttura stradale in progetto.

Per tutti i dettagli dello studio idrologico si rimanda alla Relazione Idrologica (Allegato F002).

Le curve di possibilità pluviometrica impiegate, ricavate dallo studio idrologico e dettagliate nella relazione idrologica, sono state determinate sulla base della suddivisione suggerita dall'AdB Po e distinta in funzione di celle di riferimento:

- Da progressiva km 6+500 a progressiva Km 6+800 la cella di riferimento è la CO74;
- Da progressiva km 6+900 a progressiva Km 8+800 la cella di riferimento è la CP73.

Nella tabella seguente si riportano i valori dei parametri delle curve di pioggia per durate superiori e inferiori all'ora per la relazione altezza/durata utilizzata:

$$h = a t^n$$

cella	a	$n_2 > 1h$	$n_1 < 1h$
CO74	68.38	0.22	0.352
CP73	69.43	0.22	0.345

Tabella 1 - Parametri delle curve di pioggia

## 12.2 COMPATIBILITÀ DELLE OPERE IN PROGETTO CON LE VASCHE DI SPAGLIAMENTO DEI T. RILE E TENORE

I Torrenti Rile e Tenore sono dotati di fasce fluviali e costituiscono un sistema di tipo endoreico, ossia senza recapito finale, che ha funzionato storicamente attraverso lo spaglio delle portate su vaste aree nei tratti finali del loro corso e lo smaltimento delle stesse tramite l'infiltrazione in falda in terreni di natura alluvionale.

I Torrenti Rile e Tenore appartengono al reticolo idrico principale della Regione Lombardia di competenza dell'AIPO.

La superficie del bacino del torrente Rile è pari a 8.63 Km<sup>2</sup>, di cui 1.07 Km<sup>2</sup> del bacino del torrente Rio Freddo, il principale affluente.

La superficie del bacino idrografico del torrente Tenore è di 18.74 Km<sup>2</sup>.

I Bacini sono riportati in allegato FD003 e nella successiva figura 1, in cui si riporta anche il reticolo idrografico ed il Modello Digitale del Terreno estratti dal Geoportale della Lombardia.

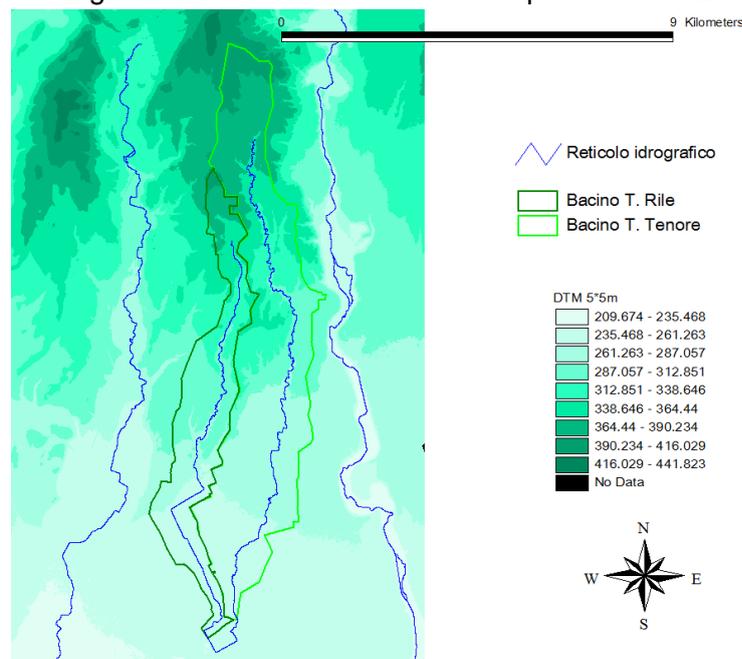


Figura 1. Bacini idrografici dei Torrenti Rile e Tenore.

Come riportato nel progetto definitivo, le vasche di laminazione e spagliamento hanno i seguenti volumi:

- il bacino R alimentato dal torrente Rile; volume d'invaso: 90 000 m<sup>3</sup>;
- il bacino T alimentato dal torrente Tenore; volume d'invaso: 85 000 m<sup>3</sup>;
- il bacino RT costituito dalle vasche R<sub>tm1</sub>, R<sub>tm2</sub> alimentabile dalle vasche R e T; volume d'invaso: 8 000 m<sup>3</sup>;
- il bacino R<sub>tp</sub> alimentato per sfioro dai bacini R e T; volume d'invaso: 190 000 m<sup>3</sup>.
- il volume totale disponibile di tali vasche risulta dunque essere pari a 373 000 m<sup>3</sup>.

Poiché i volumi delle vasche sopra indicati non sono sufficienti a contenere i volumi della piena centenaria di Torrenti Rile e Tenore, è stata individuata una estesa area per l'accumulo temporaneo ed il disperdimento in falda del volume di piena eccedente la capacità di invaso delle attuali vasche.

## 12.2.1 VERIFICA IDRAULICA DELLE OPERE DI PROGETTO

Nel presente progetto esecutivo, è stata sviluppata una soluzione che, attraverso la realizzazione di un viadotto, consente di minimizzare le interferenze con il deflusso idrico nell'area di spagliamento.

Le elaborazioni idrologiche ed idrauliche poste alla base della presente relazione sono state effettuate coerentemente alle indicazioni contenute nella "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B", in ottemperanza alle disposizioni del PAI riportate all'art. 19, 1° comma, delle N.T.A. e secondo le metodologie di studio contenute negli Allegati 3 e 4 alla D.G.R. del 29 ottobre 2001, n. VII/6645.

L'area in studio è delimitata a sud dall' **argine HUPAC** la cui quota nominale risulta pari o superiore a 244.70 m s.l.m.. La **funzione di questo manufatto è quella di contenere la piena centenaria dei corsi d'acqua Rile e Tenore**, proteggendo le aree di valle e consentendo l'infiltrazione nel sottosuolo del volume accumulato a tergo dell'argine.

Dalle simulazioni idrauliche effettuate assumendo l'andamento altimetrico attuale dell'argine, è risultato che lo stesso sarebbe sormontato in occasione della piena ventennale (il cui volume è pari a circa 1,5 Mm<sup>3</sup>), pur essendo stato progettato per contenere la piena centenaria. È evidente, pertanto, che il manufatto dovrà essere oggetto di interventi di manutenzione straordinaria che ne riportino l'intero coronamento alla quota nominale prima citata.

Alla luce di tali considerazioni, le simulazioni significative sono le seguenti:

- **Situazione ANTE OPERAM:** Modellazione effettuata sia con le quote reali attuali dell'argine (da rilievo) che con quella nominale (coronamento a quota uniforme pari a 244,70 m s.l.m.).
- **SITUAZIONE POST OPERAM:** si è assunto che sia ripristinata la quota nominale di coronamento dell'argine, e le modellazioni sono state effettuate considerando diverse soluzioni progettuali.

**Ai fini della verifica della invarianza idraulica, l'unico confronto che ha un significato fisico è quello tra la situazione ante operam con argine a quota nominale e tutte quelle post operam.**

Le verifiche idrauliche con ipotesi di moto bidimensionale sono state effettuate mediante l'utilizzo del modello HEC-RAS in regime di moto vario.

**Per le modellazioni condotte è stato utilizzato il rilievo lidar fornito dal Geoportale Nazionale, integrato con il rilievo aggiornato effettuato in fase di progettazione esecutiva;** pertanto **è stato necessario adeguare il lidar di partenza** sia per le modellazioni Ante-operam (adeguamento agli ultimi rilievi ricevuti) che per le modellazioni Post-operam (adeguamento allo stato di progetto).

Nelle figure che seguono si riportano le risultanze della modellazione applicata ante-operam e post operam; queste ultime sono state effettuate sia in presenza che in assenza della vasca di laminazione compensativa.

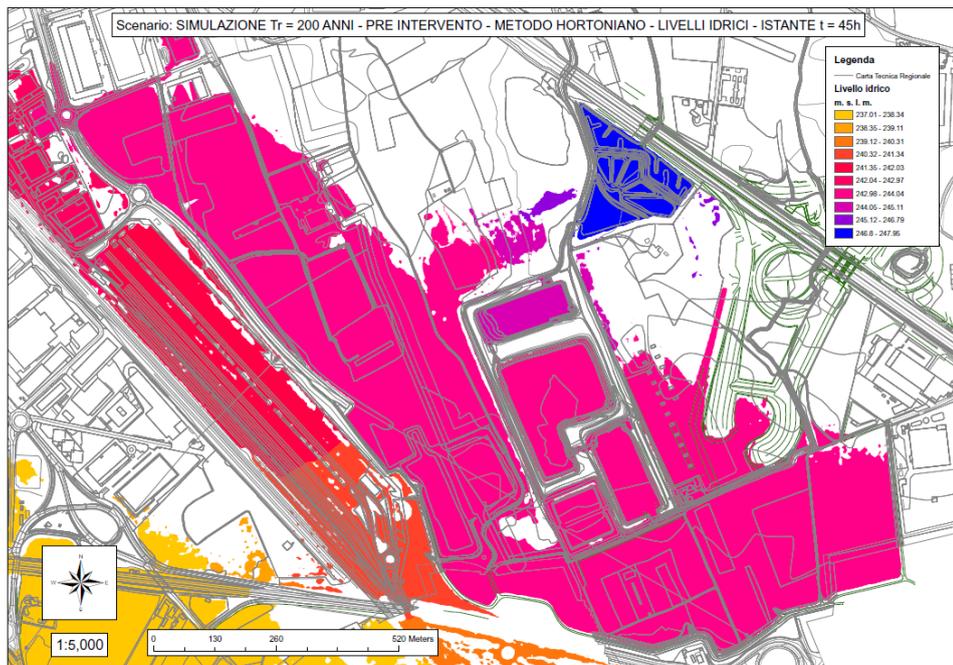


Figura 1. Simulazioni ante-operam: quota arginale pari alla quota nominale: Mappa dei tiranti idrici dopo 45 ore di simulazione.

La configurazione di progetto prevede la realizzazione di un viadotto di più modeste dimensioni e, conseguentemente, da un rilevato stradale di maggior volume. La capacità della vasca di laminazione risulta pari a 142.000 m<sup>3</sup>.

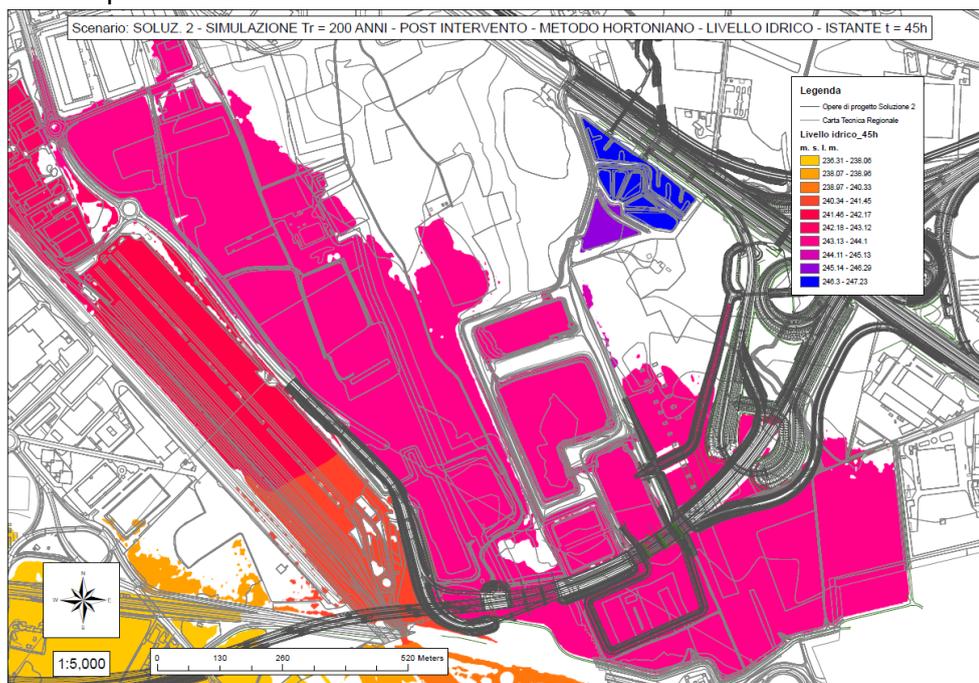


Figura 1. Simulazione post-operam: 2° soluzione alternativa con viadotto aggiuntivo e vasca di laminazione compensativa che prevede un prolungamento verso sud della vasca T: Mappa dei tiranti idrici dopo 45 ore di simulazione.

La vasca si riempie dopo circa 18h30min ore dall'inizio della simulazione, mentre dopo 29h dall'inizio della simulazione ha inizio la fase di sfioro in corrispondenza della rotatoria tra viale dell'unione Europea e via Gran Bretagna; il livello idrico raggiunto in prossimità dell'argine all'istante di sfioro risulta pari a 243.36 m.s.l.m.

Si riporta di seguito il confronto tra i livelli idrici pre e post-operam effettuato in prossimità dell'argine; si riporta nella stessa immagine l'istante temporale corrispondente al riempimento della vasca di compensazione e quello corrispondente allo sfioro dalla rotatoria nella condizione post-operam.



Figura 1. Andamento temporale nella condizione pre e post intervento dei livelli idrici in prossimità dell'argine

L'incremento di livello idrico in prossimità dell'argine avviene prima nella condizione ante-operam (in azzurro); infatti nella condizione post-operam (in rosso) il livello idrico comincia ad aumentare solo dopo il riempimento della vasca che avviene dopo circa 18h30min dall'inizio della simulazione.

In fase di regime, in cui l'effetto dello sfioro dalla vasca svanisce, **livelli idrici convergono dimostrando una sostanziale invarianza idraulica, anche oltre l'istante di attivazione (29 ore dopo l'inizio della simulazione circa) dello sfioro dalla rotatoria.**

**Si osserva quindi una sostanziale invarianza idraulica fino allo sfioro dalla 2° rotatoria;** il leggero incremento o decremento di livello idrico nel post-intervento si ritiene dovuto prevalentemente all'effetto transitorio generato prima dal riempimento e dopo dalla tracimazione dalla vasca di compensazione.

**Occorre notare che tale configurazione non determina significative variazioni di livello idrico sull'argine rispetto alla configurazione ottenuta senza il prolungamento della vasca a T e, di conseguenza, rispetto alla configurazione con la presenza del singolo viadotto.**

## 12.3 SISTEMI DI DRENAGGIO DELLE ACQUE DI VERSANTE

La progettazione del sistema idraulico posto a presidio del tratto in oggetto è coerente con quanto previsto nel progetto definitivo.

### 12.3.1 FOSSI DI GUARDIA DRENANTI

Per la protezione delle opere della sede stradale di progetto e dei rilevati si prevede la realizzazione di fossi di guardia per l'intercettazione e l'allontanamento delle acque di versante proveniente dalle zone limitrofe all'infrastruttura.

La tipologia del manufatto dipende dal tipo di opera da proteggere e dalla superficie del bacino scolante a monte dell'opera stessa. I fossi di guardia vengono posizionati al piede delle scarpate stradali e sulla sommità delle trincee.

Sono previsti in terra di forma trapezia con tre diverse tipologie dimensionali:

- FS1: 0,50 m di base per 0,50 m di altezza, con pendenza delle scarpate 1:1;
- FS2: 1,00 m di base per 0,50 m di altezza, con pendenza delle scarpate 1:1;
- FS3: 1,50 m di base per 1,00 m di altezza, con pendenza delle scarpate 1:1.

In particolare, si prevede, al di sotto del canale in terra, un riempimento con pietrame di spessore pari a 70 cm, di cui:

- i primi 20 cm costituiti da ghiaia avente pezzatura pari a 8/10 cm oppure 15/20 cm per pendenze comprese tra 3 e 5%;
- i sottostanti 50 cm costituiti da ghiaia avente pezzatura pari a 5/8 cm;
- un setto in c.a. di altezza pari a 40 cm posti con un passo di 20 m.

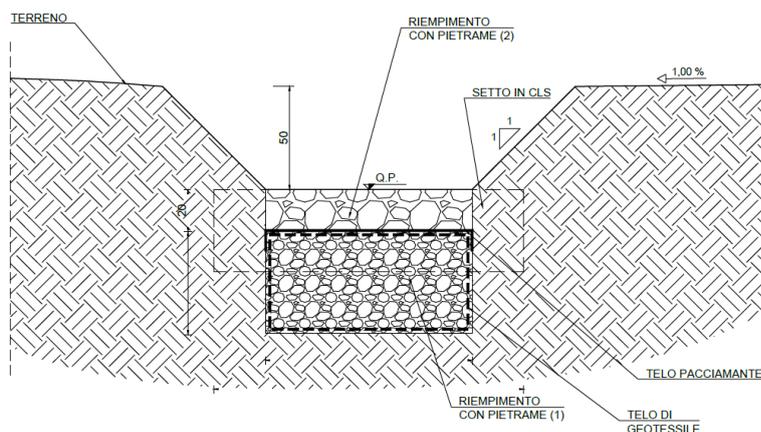


Figura 1 – Sezione tipo del fosso di guardia disperdente.

Nei casi in cui le pendenze siano maggiori del 5 % si prevede che il fondo abbia una pendenza massima del 5 % e vengano realizzati setti in c.a., di altezza pari a 60 cm, con passo variabile (cfr. tabella e figura seguente):

Pendenza (%)	Altezza setto (m)	Passo (m)
< 5,00	0.40	20
5,01 ÷ 6,00	0.60	20
6,01 ÷ 7,00	0.60	10
7,01 ÷ 9,00	0.60	5
9,01 ÷ 12,00	0.60	3
> 12,01	0.60	2

Tabella 2 – Definizione dell'altezza e del passo dei setti in c.a..

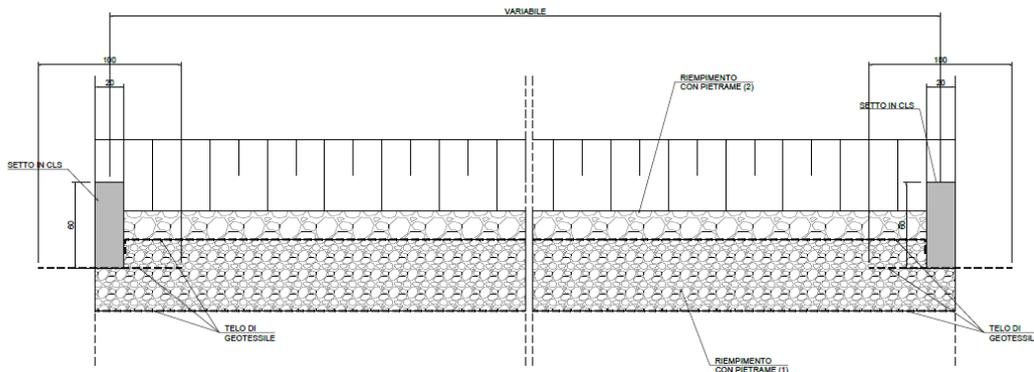


Figura 2 – Sezione longitudinale tipo del fosso di guardia disperdente.

### 12.3.2 SISTEMA DI PROTEZIONE DELLE PILE DEL VIADOTTO VI04

Il tracciato stradale dell'asse principale interseca le vasche di laminazione in corrispondenza del viadotto VI04 ubicato alla progressiva km 8+298.

Dalle analisi svolte si evince che i deflussi idrici, relativi alle portate di piena duecentennali, sono sempre contenuti all'interno degli argini e ampiamente distanti dal tracciato stradale. Tuttavia è necessario effettuare la verifica nei riguardi delle pile del viadotto agli effetti dello scalzamento eventuali durante gli eventi di piena.

La verifica dello scalzamento è stata eseguita per le pile previste nelle vasche di laminazione in corrispondenza della progressiva km 8+298. Le pile del viadotto VI04 sono identificate con la seguente denominazione:

- P1 (progr. Km 8+260,00);
- P2 (progr. Km 8+298,00);

Inoltre, dato che le pile del viadotto sono ravvicinate tra loro, a gruppi di due, la verifica è stata effettuata sulla pila di monte in quanto sulle pile di valle si ha una riduzione dello scalzamento, così come citato in letteratura.

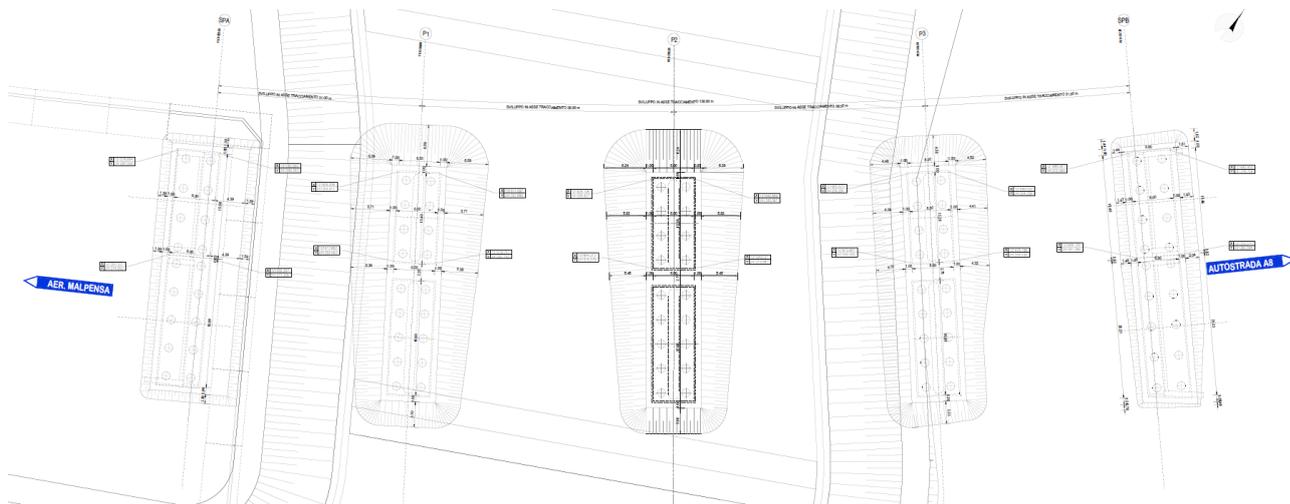


Figura 3 - Inquadramento delle pile del viadotto "VASCHE DI SPAGLIO - VI04".

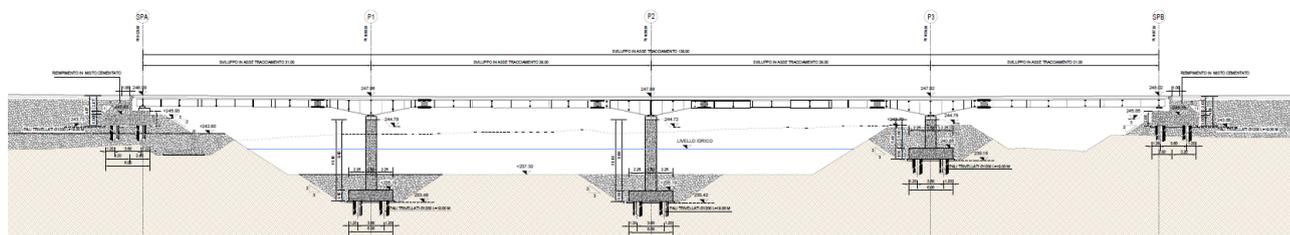


Figura 4 – Sezione longitudinale delle pile del viadotto "VASCHE DI SPAGLIO - VI04".

Le pile degli attraversamenti in progetto hanno forma ellissoidale, di larghezza pari a 1,50 m e lunghezza pari a 13,20 m, allineate tra loro secondo un interasse pari a 38 m.

Dalla figura seguente si riscontra che:

- il terreno, in corrispondenza delle pile, si attesta alla quota +237,30 m;
- la base della pila si attesta alla quota +235,19 m (-2,11 m dal p.c.);
- la base della pila si attesta alla quota +235,80 m (-3,61 m dal p.c.).

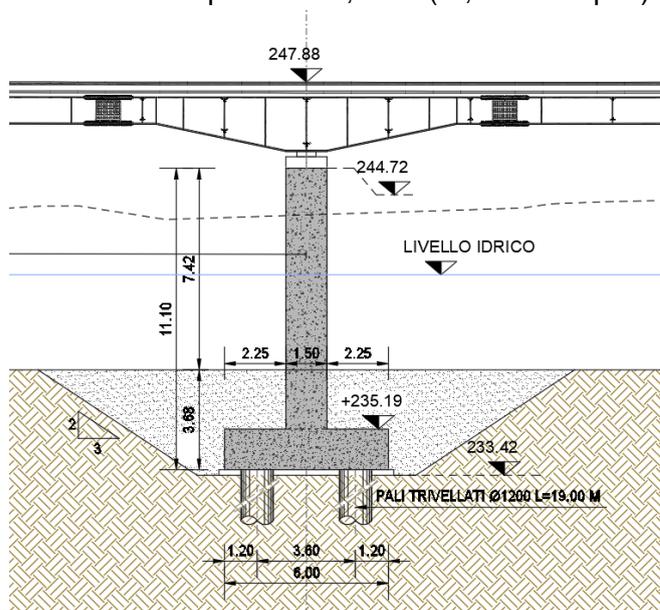


Figura 5 – Sezione di posa della pila P1 e P2 del viadotto "VASCHE DI SPAGLIO - VI04".

Alla luce dei risultati ottenuti si prevede di intervenire con opportune opere di protezione idraulica al fine di garantire la sicurezza e la stabilità delle opere in occasione di eventi di piena.

In particolare, **a protezione delle pile dei ponti saranno posti massi di diametro pari a 30 cm**, come indicato nella tabella precedente, **per uno spessore pari a 1 m dalla base delle stesse al fine di garantire la opportuna protezione del plinto da fenomeni di scalzamento localizzati**. Pertanto, **le opere di protezione previste garantiscono ampi margini di sicurezza idraulica per le opere di progetto** (cfr. All. FA.005).

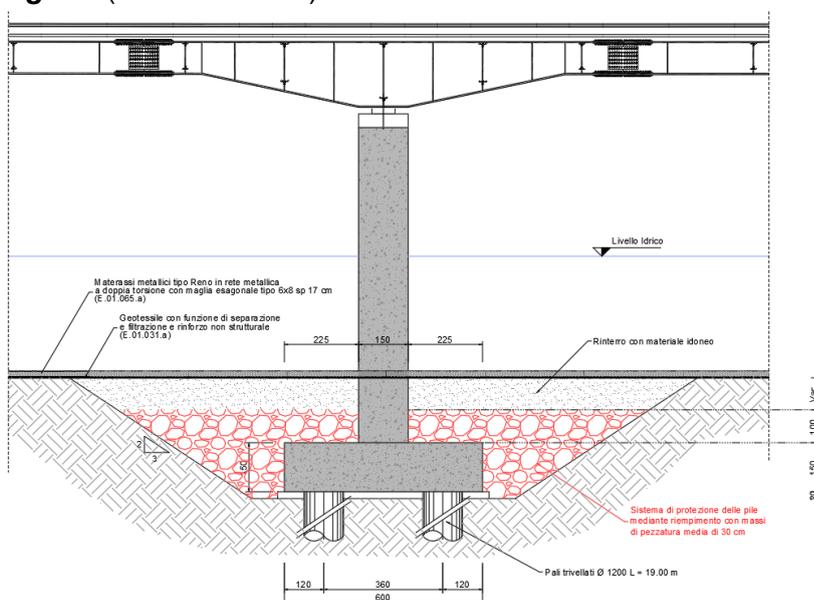


Figura 6 – Sezione di posa della pila P1 e P2 del viadotto "VASCHE DI SPAGLIO - VI04" con l'inserimento delle opere di protezione.

### 12.3.3 BACINO DI DISSIPAZIONE DELLO SCARICO DEL TORRENTE TENORE

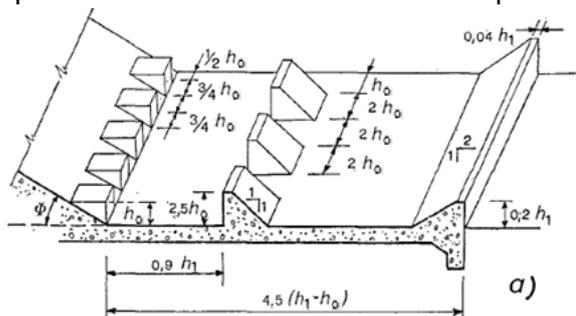
L'opera di dissipazione posta a valle del Torrente Tenore ha lo scopo di evitare le possibili erosioni dell'alveo a valle per effetto della velocità elevata che possono avere le correnti idriche all'uscita dell'opera di scarico.

L'obiettivo è quello di proteggere la vasca di spagliamento fino alla sezione in cui la corrente è diventata lenta tramite un risalto oppure fino ad una distanza dallo scarico tale da rendere le eventuali erosioni non pericolose per la sicurezza dell'opera.



Figura.7 – Ubicazione dell'opera di dissipazione a valle del Torrente Tenore.

Sulla base di tali intervalli dei parametri fondamentali è suggerito l'utilizzo di un bacino di "Tipo III", che garantisce buon funzionamento anche per velocità maggiori della corrente, situazione che potrebbe determinarsi in occasione di accidentali asimmetrie del campo di moto indotte da fenomeni locali e temporanei, ed inoltre, garantisce una minore agitazione turbolenta in uscita dal bacino ed una migliore espulsione del materiale solido che tende certamente a depositarsi all'interno del bacino di dissipazione in occasione del deflusso di portate di modesta entità.



La **portata** di dimensionamento del bacino di dissipazione è quella con **tempo di ritorno di 200 anni**.

Rispetto al tale valore di progetto della portata che è pari a **51,79 mc/s** si sono dedotti i valori riportati nell'ultima riga della tabella precedente e si sono quindi assunti i seguenti valori di progetto del bacino di dissipazione:

- **Bacino di tipo III**
- **Soglie al piede dello scivolo di altezza 0,75 m, larghezza 0,56 m e lunghezza 2,88 m**, poste a distanza di 0,38 m l'una dall'altra;
- **Gradino intermedio a una sagoma:** per una larghezza di 1,50 m il gradino ha forma di **triangolo rettangolo (altezza 1,87 m e base 1,87 m)**, per una larghezza di 0,60 m il gradino ha forma di **trapezio isoscele (base maggiore 2,02 m, base minore 0,15 m e altezza 1,87 m)**, tra due sagome consecutive si lascia uno spazio libero di 1,50 m;
- **Gradino terminale a una sagoma:** per una larghezza di 8,25 m il gradino ha forma di **triangolo rettangolo (altezza 0,75 m e base 1,50 m)**;

- **Lunghezza complessiva del bacino di dissipazione** (dal piede dello scivolo all'estremità di valle del gradino terminale) **pari a 13,00 m.**

La sagoma del bacino e dei suoi elementi costruttivi è riportata negli allegati grafici di dettaglio che compongono il progetto definitivo (cfr. All. FD.005).

## 12.4 SISTEMI DI DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA

La progettazione del sistema idraulico posto a presidio del tratto in oggetto è coerente con quanto previsto nel progetto definitivo.

Il sistema prevede il collettamento delle acque meteoriche con canalette a sezione rettangolare, cunette alla francese e una rete di collettori; esse convogliano le acque di piattaforma nelle vasche di trattamento, dislocate lungo il tracciato stradale, che assolveranno la funzione di trattamento delle acque di prima pioggia e di protezione dagli sversamenti accidentali.

### 12.4.1 SISTEMA DI DRENAGGIO IN RILEVATO

Le acque di piattaforma vengono convogliate, mediante appositi imbocchi disposti longitudinalmente con un interasse di circa 10 m, in una canaletta a pelo libero ubicata all'esterno della barriera di protezione; essa provvede a scaricare le acque in una tubazione sub-parallela in PEAD, del DN variabile a seconda della portata effluente, mediante caditoie della dimensione di 500x500 mm.

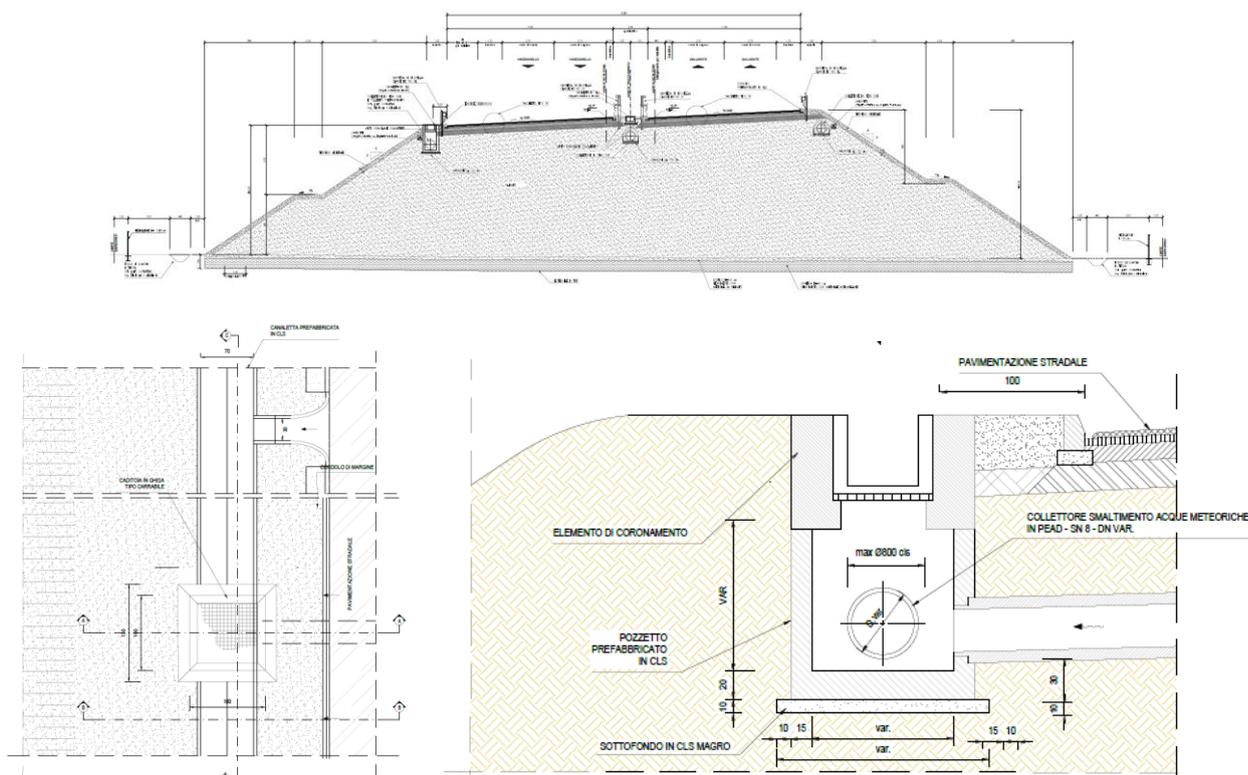


Figura 8 - Tipologico della canaletta di margine rilevato

**12.4.2 SISTEMA DI DRENAGGIO IN TRINCEA**

Le acque meteoriche convergono presso una cunetta alla francese posizionata in corrispondenza del ciglio stradale con muretto di controripa del tipo "alto" o "basso"; da questa sede, le acque vengono scaricate in una tubazione sub-parallela in PEAD mediante griglie.

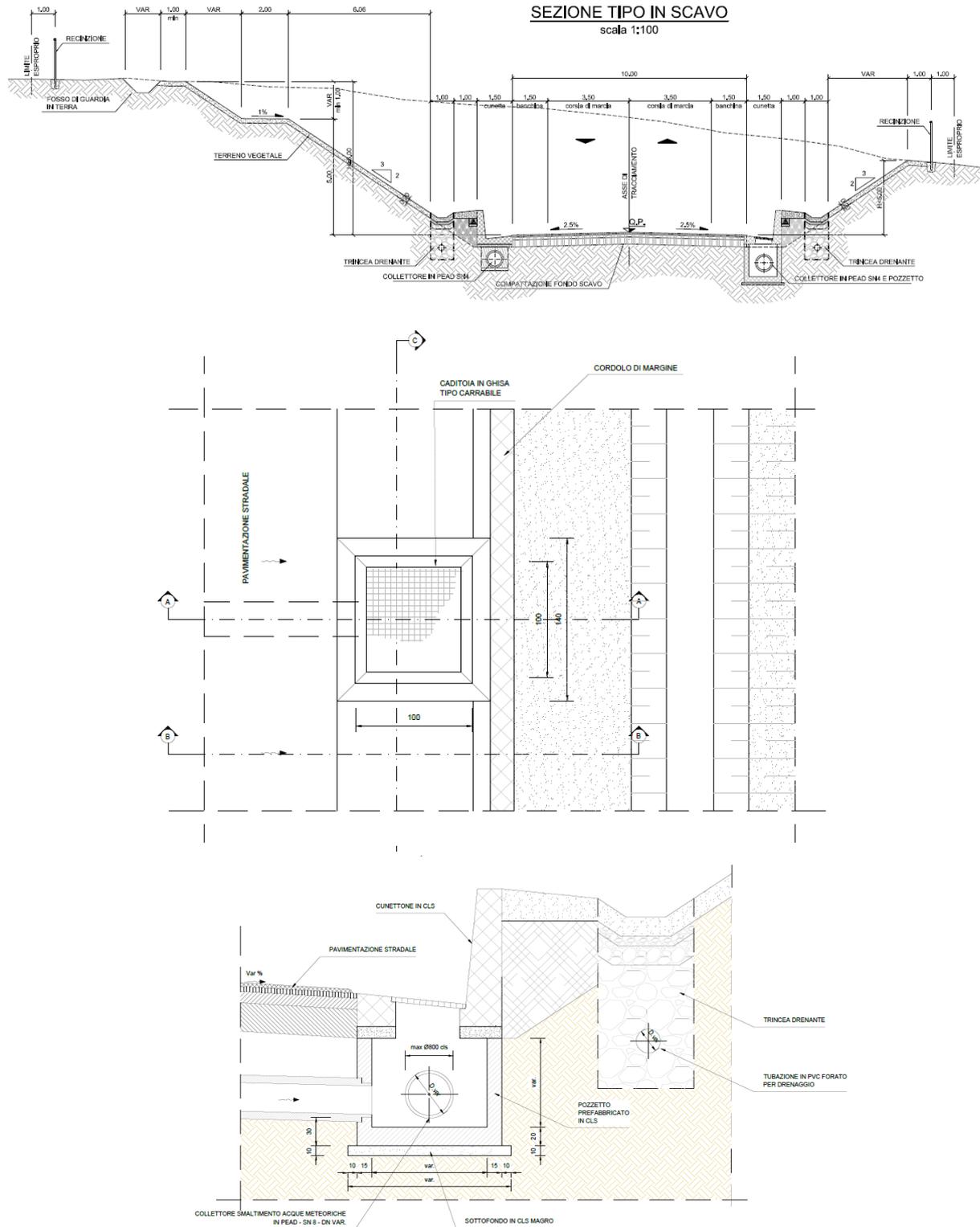


Figura 9 - Tipologico della canaletta di margine trincea

### 12.4.3 SISTEMA DI DRENAGGIO SU VIADOTTI

Le acque vengono raccolte mediante caditoie che scaricano in collettori in acciaio posizionati al di sotto dell'impalcato. Dalla caditoia, l'acqua viene scaricata nelle tubazioni in acciaio ancorate sotto l'impalcato.

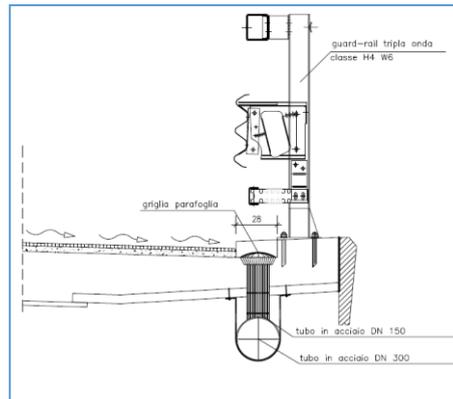


Figura 10 - Raccolta sui viadotti

### 12.4.4 SISTEMA DI DRENAGGIO IN SOTTOPASSO

Il tracciato stradale è caratterizzato dalla presenza di un sottopasso lungo la Controstrada in corrispondenza della sezione CS-52 alla progressiva 0+517,43 Km.

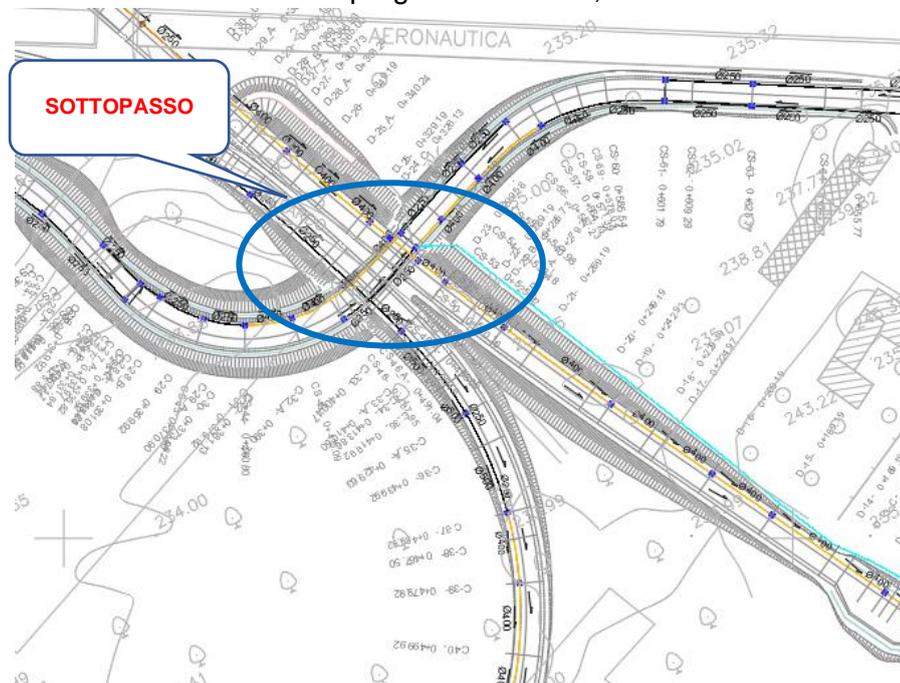


Figura.11 – Ubicazione del sottopasso.

Lo schema concettuale delle opere di presidio idraulico prevede che le acque di dilavamento vengano collettate con canalette carrabili, di idonea classe (cfr. figura 6), che confluiranno verso il pozzetto di ispezione posto in corrispondenza della sezione CS-52.

L'allontanamento delle acque meteoriche dalla galleria verrà effettuato con una tubazione in PEAD del DN400 che, a partire dal pozzetto della sezione CS-52, sottopassa dapprima il rilevato stradale e il fosso di guardia della Rampa D per poi scaricare le acque nel pozzetto di ispezione posto sul ciglio destro della sezione D10 alla progressiva 0+109,19 Km.



**12.4.5 SISTEMA DI DRENAGGIO CON OPERA DI SOSTEGNO**

Per i tratti in cui è prevista un'opera di sostegno, è prevista una canaletta carrabile di idonea classe, che scarica le acque drenate al collettore in PEAD sottostante.

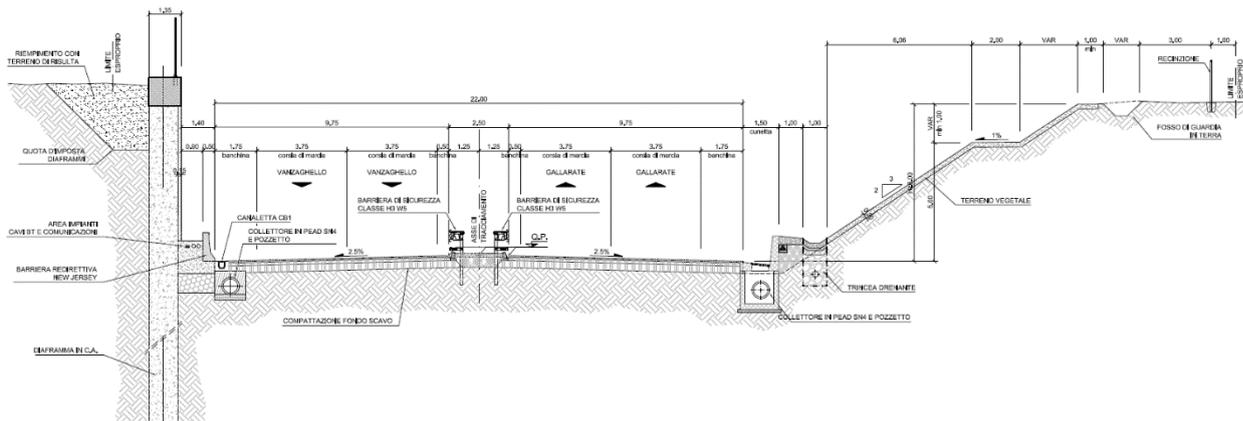


Figura 13 – Raccolta con muro di sostegno

Per i tratti in cui è previsto un muro di sostegno, è prevista una canaletta carrabile di idonea classe, che scarica le acque drenate al collettore in PEAD sottostante.

**12.4.6 SISTEMA DI DRENAGGIO VIABILITÀ SECONDARIA VIA CADORNA**

Il tracciato stradale è collocato in sinistra idraulica del sistema di vasche costituenti il bacino endoreico, che funge da recapito finale, dei T. Rile e Tenore.



Figura.14 – Planimetria con individuazione della viabilità secondaria via Cadorna.

Analizzando il profilo di progetto di Via Cadorna, si riscontra che la strada di progetto dopo aver superato la deviazione del T.Tenore con un ponte approfondisce la livelletta, per un tratto di circa 100 m e con un dislivello massimo di circa 2,30 m rispetto al piano campagna, al fine di superare l'asse principale.

RELAZIONE TECNICA GENERALE



Figura.15 – Profilo longitudinale della viabilità secondaria via Cadorna.

Come detto precedentemente, **la viabilità secondaria di via Cadorna rientra all'interno dell'area di spagliamento AIPO; tale area funge da recapito finale dei T. Rile e Tenore e, quindi, è soggetta ad allagamenti con tempi di ritorno maggiore dei 2 anni.**

Qualunque sistema di drenaggio delle acque di piattaforma non avrebbe alcun'utilità in quanto si solleverebbero le acque provenienti dai due torrenti.

Pertanto, si prevede uno scarico di fondo della trincea stradale mediante la realizzazione di griglie trasversali, da collocarsi nel punto di minimo della stessa, e un collettore che le convogli all'interno della vasca interrata di progetto (scavata sotto il piano campagna) che ha quota di fondo inferiore a quella della viabilità di via Cadorna (cfr. figura seguente). Lo scarico sarà munito di clapet in modo tale da evitare, in fase di riempimento della vasca, che la strada si allaghi prima della esondazione degli argini.

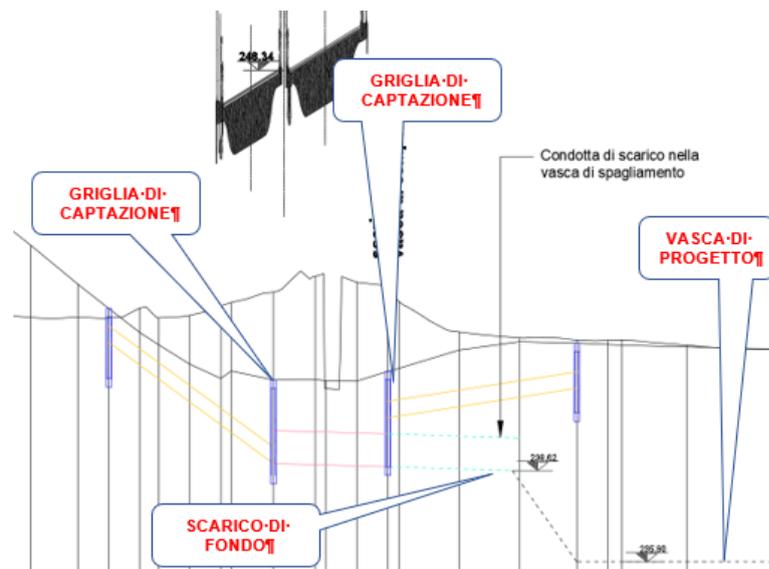


Figura 16 – Raccolta in galleria artificiale

### 12.4.7 VASCHE DI RACCOLTA E TRATTAMENTO

Ciascuna rete di fognatura pluviale delle acque di piattaforma confluisce in una vasca di trattamento dotata di grigliatura e dissabbiatura.

Le vasche di raccolta e trattamento delle acque di piattaforma stradale, in numero pari a 7, sono state distribuite in modo uniforme lungo tutto il tracciato e posizionate planimetricamente in modo da seguire la naturale pendenza dei collettori fognari di progetto.

**In tal modo non è necessario inserire impianti di sollevamento.**

Tutti i bacini di competenza delle acque di piattaforma, afferiscono a sezioni di chiusura coincidenti con le vasche di trattamento (in totale 7); all'interno di esse verranno effettuati i processi depurativi delle acque di pioggia della piattaforma, prima del rilascio nei recapiti finali individuati nel suolo (Bacini di laminazione) e/o bacino endoreico.

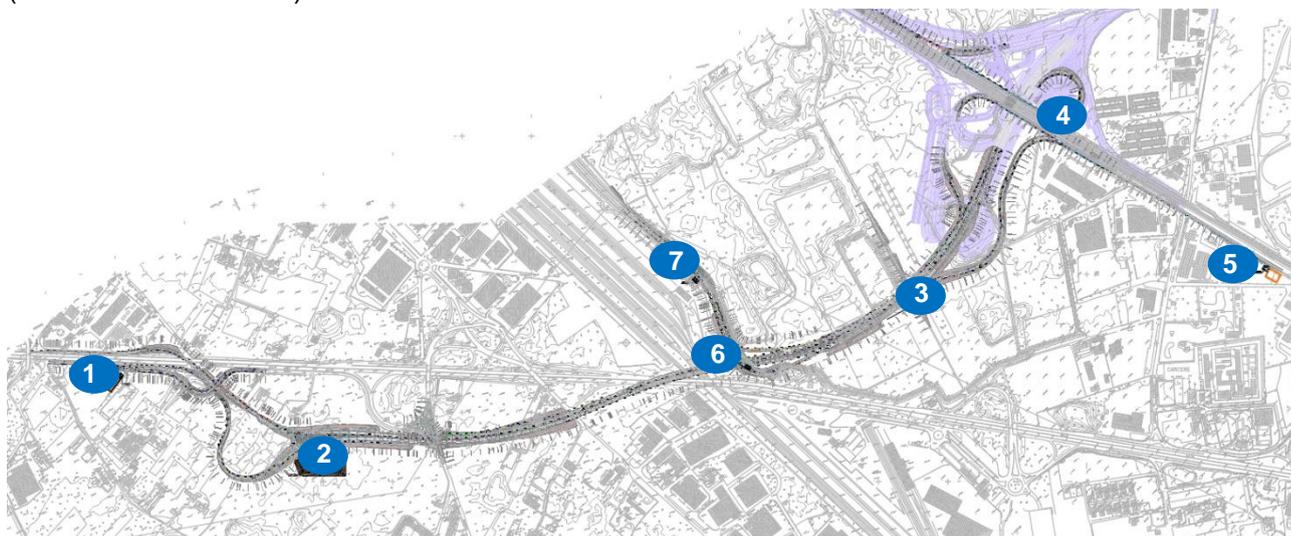


Figura.17 – Vasca di prima pioggia: Pianta

ID	Ubicazione	Recapito finale
VT1	Controstrada Sud	Vasca di laminazione
VT2	Rampa C	Vasca di laminazione
VT3	Cadorna	Bacino endoreico
VT4	Rampa C- Svincolo Pedemontana	Vasca di laminazione
VT5	Complanare Sud	Vasca di laminazione
VT6	Rampa B – Svincolo Sciarè	Bacino endoreico
VT7	Rampa B – Svincolo Sciarè	Bacino endoreico

Tabella 3 – Ubicazione delle vasche di trattamento.

Lo studio delle caratteristiche della risorsa idrica unitamente ad una approfondita analisi della situazione idrogeologica del territorio oggetto dell'intervento hanno consigliato l'ubicazione dei presidi ambientali a servizio dell'intera viabilità in progetto fatta eccezione per il lato nord della "viabilità secondaria via Cadorna", le cui acque saranno scaricate direttamente sulla viabilità esistente.

Con riferimento ai pozzi ad uso idropotabile, si evidenzia che il sistema di drenaggio/smaltimento della piattaforma stradale e le relative aree di dispersione non interferiscono in alcun modo con le fasce di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile (cfr. figura seguente).



Figura.18 – Sovrapposizione delle fasce di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile con i sistemi di smaltimento.

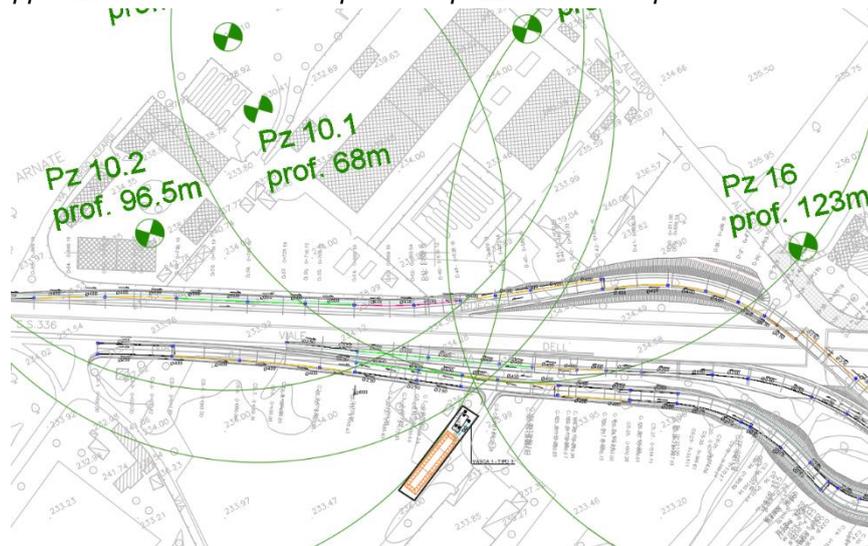


Figura.19 – Inserimento della vasca VT1 nel contesto ambientale in modo da essere posizionate all'esterno delle fasce di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile.

La lunghezza delle vasche, quindi, deve essere impostata con una dimensione maggiore di quella di calcolo in modo da garantire la completa sedimentazione dei solidi trasportati.

Tipologia Vasca P.P.	Portata di progetto	Altezza utile occupata dall'acqua	Larghezza vano sedimentazione	Lunghezza sedimentazione	Lunghezza singolo vano	Volume di prima pioggia
	l/s	m	m	m	m	
1	1000	2.00	3.00	25.00	12.50	150.00
2	1700	2.00	4.00	32.00	16.00	256.00
3	250	2.00	1.50	12.50	6.25	37.50

Tabella 4 – Vasche di trattamento: Dati geometrici.

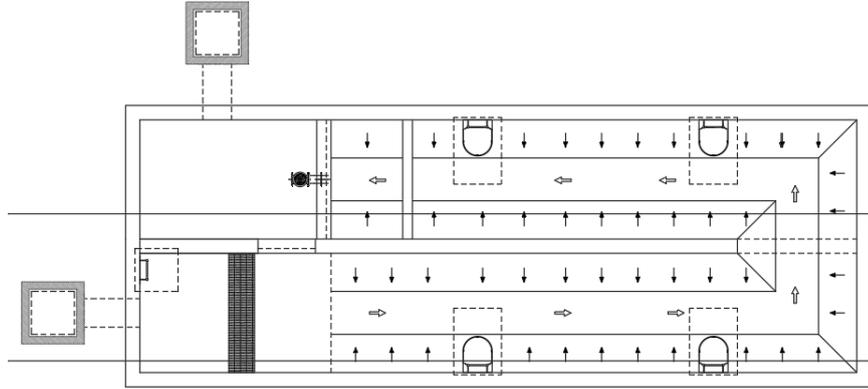


Figura 20 – Vasca tipo di prima pioggia: Pianta

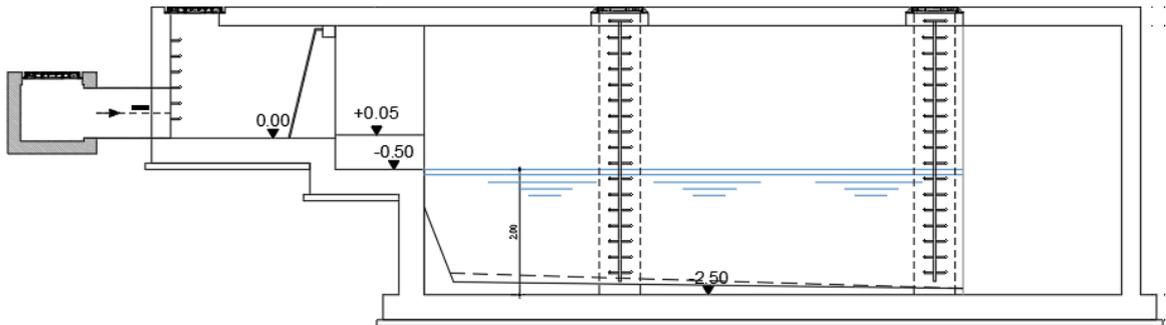


Figura 21 – Vasca tipo di prima pioggia: Sezione

### 12.4.8 BACINI DI LAMINAZIONE

Lo smaltimento delle acque pluviali avviene mediante infiltrazione sul suolo. Infatti, le acque di pioggia, dopo essere stata sottoposte ai processi di grigliatura, sedimentazione e disoleazione, previsti nelle vasche di trattamento a monte, vengono smaltite negli strati superficiali del suolo attraverso l'adozione di un'apposita vasca di restituzione dimensionata come descritto di seguito. Nell'immagine seguente, si riporta l'ubicazione delle vasche di laminazione.

ID	Ubicazione
VL1	Controstrada Sud
VL2	Rampa C
VL4	Rampa C (A8)
VL5	Complanare Sud (A8)

Tabella 5 – Ubicazione delle vasche di trattamento



Figura.22 – Ubicazione delle vasche di laminazione.

Per quanto concerne l'infiltrazione delle acque della vasca VL4, si precisa che, coerentemente con le previsioni del progetto definitivo, lo scarico trattato verrà recapitato in una vasca di spagliamento esistente, avente una capacità stimata in 11.000 m<sup>3</sup>, collocata all'interno dello svincolo della Rampa C; come precisato nel progetto definitivo, la vasca di spagliamento, in sede di progettazione della Pedemontana, risulta essere dimensionata per le acque della rampa. Lo smaltimento della portata pluviale avviene mediante infiltrazione sul suolo e, eccezionalmente, negli strati superficiali del sottosuolo.

Di seguito si riportano le caratteristiche geometriche delle vasche di laminazione:

ID	Ubicazione	Superficie Bacino idrografico	Volume invasato	FONDO VASCA: Lato minore	FONDO VASCA: Lato maggiore	Altezza utile della vasca	Volume vasca di progetto
			m <sup>3</sup>	m	m	m	m <sup>3</sup>
VL1	Controstrada Sud	4573	337	4.00	35.00	1.50	350
VL2	Rampa C	38637	3355	20.00	77.00	3.00	3490
VL4	Rampa C (A8)	11406**	1110**	Vasca esistente			11000*
		9781***	881***				
VL5	Complanare Sud (A8)	19610	2694	22.00	52.00	2.00	2760

Tabella 6 – Vasche di laminazione: Dati geometrici. N.B. \* Capacità stimata della vasca di spagliamento esistente; \*\* Contributo aggiuntivo derivante dalla realizzazione della rampa C; \*\*\* Contributo derivante dalla esistente Autostrada A8.

### 13 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA

Per i tratti stradali si è valutata l'utilizzazione di un'armatura stradale a tecnologia LED costituita da un gruppo ottico antinquinamento luminoso di tipo Cut-Off, con distribuzione simmetrica in senso longitudinale e distribuzione asimmetrica (altamente performante) in senso trasversale.

L'alimentazione elettrica è di 230V, 50Hz con isolamento di Classe II.

La scelta della tecnologia a LED è dovuta ad una ottima efficienza luminosa (lm/W), pari a 142,5, nonché un'ottima resa cromatica IRC>80, oltre ed una buona durata della componentistica. La temperatura del colore, per questo tipo di sorgente luminosa, è di 4000 °K, con un indice di resa cromatica di IRC > 80. I valori di resa cromatica e temperatura del colore, in caso di manutenzione, dovranno sempre essere rispettati oppure migliorati, qualora la tecnologia lo permettesse, senza ridurre l'efficienza luminosa della lampada, per non compromettere la guida visiva.

I calcoli di verifica illuminotecnica sono stati eseguiti con software professionale, utilizzando i corpi illuminanti precedentemente descritti.

Come fattore di manutenzione è stato utilizzato un valore pari 0,80, essendo l'impianto soggetto ad un ciclo di manutenzione standard.

Si rimanda alla tavola specifica di progetto per ulteriori dettagli.

Per la progettazione e dimensionamento dell'impianto di illuminazione pubblica si è fatto riferimento ai seguenti parametri:

- disposizione dei centri luminosi: unilaterale;
- altezza dei centri luminosi (h palo fuori terra): 9,0m;
- sbraccio di avanzamento di 2,5m;
- distanza tra i centri luminosi: 35m lungo i rettilinei, lungo i tratti curvi, variabile a seconda del raggio di curvatura;
- posizionamento del palo a bordo stradale: 1,8m dal limite esterno della banchina.

Il posizionamento dei pali nel progetto illuminotecnico verifica i requisiti della Legge Regione Lombardia n. 31 del 05 Ottobre 2015 in materia di inquinamento luminoso.

Inoltre ciascun apparecchio installato, compresi quelli di rinforzo alle piste ciclabili nei sottopassi, saranno dotati, come richiesto dal DECRETO 22 febbraio 2011: "Adozione dei criteri ambientali minimi da inserire nei bandi gara della Pubblica amministrazione per l'acquisto dei seguenti prodotti: tessili, arredi per ufficio, illuminazione pubblica, apparecchiature informatiche", di dispositivo CLO – COSTANT LIGHT OUTPUT, per la riduzione della potenza assorbita da ciascun apparecchio durante la fase iniziale di esercizio.

Le sezioni di impianto di nuova realizzazione saranno alimentate, per ciascuno svincolo, rotatoria o intersezione, direttamente dall'Ente Distributore di energia elettrica in bassa tensione. Ciascun sistema elettrico sarà quindi di tipo TT. L'alimentazione dell'impianto avverrà in corrente alternata a 50 Hz, con tensione nominale di alimentazione pari a 400 V.

Dal Quadro Generale di rotatoria o svincolo saranno alimentati, per mezzo di contattori comandati dagli interruttori crepuscolari/orari, gli organi illuminanti, suddivisi su più circuiti trifase. I singoli corpi illuminanti saranno alimentati ad una tensione nominale pari a 230 V e distribuiti lungo le tre fasi, in modo da rappresentare un carico complessivamente equilibrato.

Le condutture delle linee di alimentazione saranno costituite da cavi in ALLUMINIO isolati in gomma di qualità G7 e con guaina in PVC, di tipo ARG7R 0,6/1kV, viaggianti in cavidotti di tipo 450 o 750 di diametro DN 160 ed interrati ad una profondità superiore a 0,8m su letto di sabbia vagliata.

La distribuzione nei sottopassi sarà a vista in canale metallico 100x75mm con coperchio, IPX4, da cui saranno derivate mediante cassetta in metallo e tubazione flessibile TAZ le alimentazioni ai singoli apparecchi illuminanti.

Lungo il tracciato sono presenti sia impianti di trattamento acqua che impianti di sollevamento e rilancio acqua piovana asserviti ai tre sottopassi presenti.

Tali impianti saranno alimentati dal quadro elettrico di svincolo o rotatoria.

Gli impianti di sollevamento asserviti ai sottopassi, unitamente alle utenze di controllo allagamento sottopassi saranno alimentati in "riserva" da Gruppi Elettrogeni indipendenti per ciascuna sezione di impianto. Ciascun gruppo elettrogeno, cassonato per installazione da esterno, sarà dotato a bordo di centralina automatica di commutazione rete-gruppo. Nel quadro elettrico sarà comunque previsto una coppia di interruttori di by-pass per permettere la manutenzione del gruppo stesso. Ciascun GE sarà collegato equipotenzialmente al dispersore di terra predisposto per ciascun quadro generale. La protezione dai contatti indiretti sarà assicurata da interruttore automatico differenziale posto a valle del GE, quale generale della sezione "riserva" nel quadro elettrico.

La fornitura delle lampade (sia della parte esterna che delle gallerie) è esclusa dall'appalto dei lavori e prevista invece nelle SAD a cura della stazione Appaltante che provvederà con proprio appalto o mediante Accordi Quadro. Premesso che gli apparecchi in progetto rispettano tutti i requisiti dei Criteri Ambientali Minimi sarà cura della Stazione Appaltante introdurre nella procedura di appalto per la fornitura delle apparecchiature i requisiti richiesti dai Criteri ambientali minimi per Acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica" approvati con D.M. Ambiente 27.09.2017

## 14 INTERVENTI AMBIENTALI

### 14.1 OPERE DI MITIGAZIONE ACUSTICA

Si prevede la realizzazione di 7 tratti di barriera acustica, descritti nel prospetto che segue.

Barriera acustica	Tipologia	Altezza m.	Lunghezza m.	Lato	Da progr. Km	A progr. km
1	Legno	2 - 4	96	Sx	6+933	7+030
2	Metallica integrata bordo rilevato	3,5	258	Sx	7+025	7+285
3	Legno	2 - 4	96	Dx	6+932	7+025
4	Metallica integrata bordo rilevato	3,5	282	Dx	7+019	7+297
5	Metallica integrata bordo ponte	3,5	345	Dx	7+297	7+644
6	Metallica	3,5	90+1,5+1,5	Dx	7+644	7+734
7	Metallica integrata bordo ponte	3,5	93	Dx	7+734	7+827

*Quadro riepilogativo delle barriere di prevista realizzazione*

Le tipologie base di intervento sono le seguenti:

- barriera antirumore in legno;
- barriera antirumore metallica, con elemento diffrattore, integrata con barriera di sicurezza;
- barriera antirumore metallica, con elemento diffrattore, arretrata rispetto alla barriera di sicurezza

Le barriere 1 e 3 sono previste in legno. Dette barriere sono previste localizzate in corrispondenza del tratto in trincea di raccordo in uscita dalla galleria artificiale ed hanno altezza variabile tra 1,5 e 4 metri.

La trincea su cui è localizzata la barriera 1 presenta una maggiore altezza; tenendo conto di questo fatto la barriera presenta un'altezza variabile tra 1,5 e 2,5 metri. La barriera 3 presenta invece un'altezza variabile tra 1,5 e 4 metri. L'estensione dei tratti di diversa altezza in cui si suddividono le due barriere oltre a corrispondere a criteri acustici si propone anche di offrire un'immagine coordinata dei due fronti stradali.

Nel tratto iniziale, prossimo alla galleria, dove la trincea ha maggior altezza, esse costituiscono un raccordo tra il tratto di protezione acustica e la protezione al disopra dell'imbocco. Nell'estremità opposta, le due barriere si raccordano dimensionalmente alle successive barriere metalliche integrate previste nel tratto successivo con un breve tratto di sovrapposizione.

Le barriere devono assicurare prestazioni acustiche corrispondenti alla categoria B3 di fonoisolamento ed alla categoria A3 di fonoassorbimento e soddisfare tutte le specifiche tecniche di cui alla voce di elenco prezzi ANAS G.05.005.

Le barriere n. 2, 4, 5, 7 sono previste del tipo integrato, con elemento diffrattore. L'altezza complessiva delle barriere è pari a circa 3,5 m; al piede della barriera è previsto un pannello in cls mentre i restanti pannelli sono in alluminio.

Le barriere devono assicurare prestazioni acustiche corrispondenti alla categoria B3 di fonoisolamento e almeno alla categoria A3 di fonoassorbimento e soddisfare tutte le specifiche tecniche di cui alla voce di elenco prezzi ANAS G.05.040.

Il diffrattore acustico deve assicurare prestazioni acustiche corrispondenti alla categoria B3 di fonoisolamento e soddisfare tutte le specifiche tecniche di cui alla voce di elenco prezzi ANAS G.05.034.

I pannelli metallici devono essere dotati, alle due estremità di ciascun pannello, di cavetti per sistema anticaduta cautelativamente dimensionati.

Le barriere sono collocate parte su rilevato e parte su viadotto; in tal senso varia la categoria di barriera di sicurezza ad esse integrata: H2 su rilevato e H4a su viadotto; per il tratto di viadotto di scavalco della ferrovia la soluzione di progetto è diversa ed è descritta di seguito.

I pannelli delle barriere metalliche sono previsti con colori coordinati, RAL 1024 e RAL 6009, con le barriere in legno.

La barriera n. 6, metallica, è separata dalla barriera di sicurezza. La scelta progettuale è dettata dal fatto che, allo stato attuale, non risulta disponibile una barriera antirumore integrata con barriera di sicurezza H4b (categoria, quest'ultima, richiesta per lo scavalco della ferrovia).

Si prevede pertanto di realizzare, nel tratto indicato, una barriera di sicurezza della suddetta categoria in continuità con i tratti contigui di barriera antirumore integrata, arretrando per quanto necessario la barriera antirumore.

Quest'ultima è dotata di elemento diffrattore ed è prevista con le stesse caratteristiche dimensionali, tecniche e cromatiche, dei tratti di barriera integrata.

Alle estremità della barriera n. 6 sono previsti due brevi tratti di raccordo a quelli contigui.

#### 14.2 OPERE A VERDE

Gli interventi a verde di inserimento paesaggistico e ambientale comprendono estesi interventi di rivegetazione e di miglioramento forestale lungo l'intero tracciato.

Gli interventi a verde di nuova messa a dimora ripropongono la fisionomia della vegetazione locale, un tempo maggiormente diffusa, mediante l'uso di specie autoctone e la creazione di formazioni boscate, filari e siepi naturaliformi in grado, una volta affermatasi, di risultare non distinguibili dalla vegetazione naturale locale.

Gli interventi di miglioramento forestale sono indirizzati alla riqualificazione delle formazioni boscate attualmente presenti in prossimità del tracciato mediante diradamenti selettivi della vegetazione alloctona e rinfoltimento tramite specie arboree e arbustive autoctone.

Gli interventi a verde in progetto, con la propria funzione di rifunionalizzazione degli elementi della rete ecologica locale e di attrattore faunistico, svolgeranno un importante ruolo, insieme ai varchi faunistici in analogamente in progetto e agli ampi passaggi dei viadotti, nel conferire all'infrastruttura in progetto un elevato livello di permeabilità faunistica, evitando l'effetto di potenziale barriera nei confronti degli spostamenti animali.

La progettazione degli interventi a verde e dei varchi faunistici (ecodotti) è partita dall'analisi della Rete ecologica regionale che ha fornito, per l'area in oggetto, le indicazioni necessarie per ottimizzare l'ubicazione e le caratteristiche degli interventi qui proposti, con l'intento di:

- evitare le interferenze con gli elementi di pregio (quale il **biotopo "HUPAC"** non interessato dal tracciato come avveniva in una precedente fase progettuale);
- incrementare la funzionalità degli elementi esistenti della rete stessa mediante l'incremento della presenza di vegetazione naturale che svolgerà la funzione di tratto di corridoio ecologico di nuova formazione (rinverdimento diffuso lungo l'intero tracciato), area di attrazione e sosta faunistica (interventi di rimboschimento di rilevanti dimensioni e interventi compensativi di miglioramento forestale) e di corridoi ecologici discontinui di nuova formazione (insieme degli interventi a verde proposti, specialmente quelli che si estendono a maggiore distanza dal tracciato).

Sono riportate di seguito le tipologie d'intervento a verde unitamente al bilancio delle superfici d'intervento (confrontate con le superfici di prevista interferenza per evidenziare il bilancio ambientale positivo dell'intervento):

- Aree boscate e vegetate interferite:
  - Trasformazione di bosco totale: 12,3 Ha.
  - Trasformazione temporanea di bosco totale: 2,9 Ha.
- Interventi di mitigazione arboreo-arbustiva

## RELAZIONE TECNICA GENERALE

- Tipologico 06 – Rimboschimento planiziale: 10,00 Ha;
- Tipologico 07 – Rimboschimento in scarpata: 0,25 Ha
- Tipologico 09 – Fascia arbustiva in scarpata: 0,80 Ha;
- Tipologico 10 – Sottopiantagione arbustiva: 0,61 Ha
- Tipologico 11 – Ricostituzione orlo boschivo: 0,33 Ha;
- Tipologico 12 – Filare arboreo: 0,04 Ha;
- Estensione totale interventi arboreo-arbustivi di mitigazione ambientale: 12,03 Ha.
- Interventi di compensazione:
  - Tipologico 16 – Protezione di versante con elementi anti-erosivi: 0,21 Ha;
  - Tipologico 17 – Diradamento e rinfoltimento in bosco: 6,32 Ha;
  - Tipologico 18 – Diradamento e rinfoltimento in bosco di neo-formazione: 2,74 Ha.
  - Estensione totale interventi di compensazione ambientale: 9,27 Ha.
- Riepilogo
  - Trasformazione di bosco totale: 12,40 Ha;
  - Trasformazione temporanea di bosco totale: 2,9 Ha.
  - Totale interventi di mitigazione e compensazione ambientale: 21,30 Ha.

Per quanto riguarda i citati ecodotti, il progetto prevede:

- Tombino circolare con diametro interno pari a 1,2 m alla progressiva km 7+100, per mettere in comunicazione i due estesi ambiti di rimboschimento derivanti dal recupero ambientale di una delle aree di cantiere;
- Tombino scatolare con dimensioni interne pari a 1,0 m di base e 1,5 m di altezza alla progressiva km 8+110, per garantire la massima permeabilità faunistica (unitamente ai tratti in viadotto descritti di seguito) in vicinanza del Biotopo "HUPAC" e di un esteso intervento di miglioramento forestale in progetto;
- Tombino scatolare con dimensioni analoghe al precedente, alla progressiva km 8+100, la vicinanza dei due varchi permetterà l'incremento della probabilità di utilizzo perché fornendo, sempre unitamente ai tratti in viadotto, più possibilità vicine di attraversamento eviterà la situazione di passaggio obbligato tendenzialmente evitata dalla fauna in quanto potenziale punto di appostamento da parte dei predatori;
- Tombino scatolare con dimensioni analoghe ai due precedenti alla progressiva km 8+430, nella zona dello svincolo A8 e in grado di fornire possibilità di transito faunistico oltrepassando il tracciato in vicinanza del citato Biotopo "HUPAC", dell'intervento di miglioramento forestale in progetto, la funzionalità del passaggio è completata dalla presenza del ponte VI-09 in progetto che permetterà, a lato dell'alveo, il transito in direzione e dal citato intervento di miglioramento forestale;
- Tombino circolare con diametro interno pari a 1,2 m in corrispondenza della bretella di collegamento alla viabilità locale in adiacenza del perimetro del terminal intermodale HUPAC, alla progressiva km 0+163 della bretella, il varco consente la messa in comunicazione di interventi di rimboschimento.

I varchi faunistici, progettati in funzione dei taxa potenziali fruitori, sono dotati di misure di allestimento faunistico per massimizzare le probabilità di utilizzo e verranno realizzati in prossimità di estesi interventi a verde in progetto con funzione, come detto, di attrattore faunistico e di potenziamento degli elementi della rete ecologica locale persistenti in campo, allo stato attuale, spesso solo come corridoi ecologici potenziali e discontinui.

Oltre a quanto detto il progetto prevede, sempre in vicinanza del Biotopo "HUPAC" la presenza di due tratti in viadotto, anch'essi assimilabili a varchi faunistici, nelle vicinanze dei quali sono previsti interventi a verde arboreo-arbustivi con funzione di attrattore faunistico e invito al transito: miglioramenti forestali con rinfoltimento arboreo di specie autoctone, ricostituzione di orlo boschivo, filari arborei, rimboschimenti in scarpata.

## 15 INTERFERENZE

Nel progetto è presente il capitolo "O - Interferenze" che analizza le interferenze tra le reti e i sottoservizi con il tracciato di progetto della nuova S.S.341 "Gallaratese" "Tratto da Samarate a confine con la provincia di Novara. Stralcio funzionale dal km 6+500 (svincolo SS n. 336 nord) al km 8+844 (svincolo autostrada A8) – "Bretella di Gallarate".

Il progetto ricade completamente nella provincia di Varese in particolare nei comuni di:

- Gallarate dalla progressiva di progetto Km 6+500 a Km 7+770 circa;
- Busto Arsizio dalla progressiva di progetto Km 7+770 a Km 8+100 circa;
- Cassano Magnago dalla progressiva di progetto Km 8+100 a fine progetto.

Per ciascuna tipologia, i sottoservizi censiti sono stati riportati in planimetria, individuando univocamente ciascuno di essi con un numero progressivo conservando la numerazione adottata nel progetto definitivo, per cui, partendo dall'inizio dell'intervento, al Km 6+500,00, saranno considerati tutti i sottoservizi compresi dalla progressiva chilometrica indicata fino alla fine dell'intervento.

Tali sottoservizi talvolta costeggiano o si sviluppano parallelamente alla strada statale e talvolta la attraversano trasversalmente sia per via aerea che sottotraccia.

Nei successivi paragrafi ogni sottoservizio (interferente e non) sarà descritto sulla base di informazioni di carattere generale riguardante l'ente, società o comune competente; l'ubicazione con progressiva di progetto e numero progressivo individuativo che inquadrano univocamente il sottoservizio.

Tutte le interferenze rilevate sono riportate nei due elaborati planimetrici di individuazione delle interferenze T00 IN00 INT PL 01-02 ("Planimetria delle interferenze") e nelle planimetrie suddivise per Ente negli elaborati T00 IN01-08 INT CS 01-02.

### 15.1 INTERFERENZE CENSITE

Sono stati censiti i sottoservizi relativi a:

- linee elettriche aeree in Bassa/Media e Alta Tensione e Cabine;
- impianti di pubblica illuminazione;
- linee elettriche alta, media e bassa tensione;
- linee telefoniche quali fibre ottiche e cavi in rame;
- rete gas in media e bassa pressione;
- acquedotti;
- rete ferroviaria.

Si riporta di seguito l'elenco degli Enti interferenti con le opere in progetto:

- E-Distribuzione S.p.A.
- Enel Sole s.r.l.
- Terna S.p.A.
- RFI
- Tim S.p.A.
- AMSC S.p.A.
- Metroweb S.p.A. divenuto Open fiber S.p.A.

### 15.2 STIMA DEI COSTI E TEMPI DI RISOLUZIONE

La tempistica più critica sono i 12 mesi necessarie a SNAM S.p.A. per la risoluzione dell'interferenza n.2G.

La stima complessiva per la risoluzione delle interferenze, attualizzata secondo la variazione dell'indice generale del costo di costruzione di un fabbricato (ISTAT) tra giugno 2013 (data di emissione del progetto definitivo - base 2010: 106,1) e gennaio 2021 (ultimo mese disponibile alla data di redazione della presente revisione del progetto esecutivo - base 2015: 104,7 dato

provvisorio), è pari a € 5.040.472,08 x 1,05 = € 5.292.495,69 oltre IVA. A questi si devono sommare i costi relativi alle eventuali interferenze presenti nell'area del terminal HUPAC che si stimano in € 100.000,00: € 5.292.495,69 + € 100.000,00 = di € 5.392.495,69 oltre IVA (22%), per un totale ivato di € 6 578 844,74.

Per tutti i dettagli si rimanda alla lettura della relazione specifica sulle interferenze. In ogni caso, sarà cura del Responsabile Unico del Procedimento perfezionare il concordamento della risoluzione delle interferenze in parola con gli Enti Gestori interessati. Prima di iniziare i lavori sarà cura dell'impresa appaltatrice individuare l'esatta posizione e la profondità delle linee dei Pubblici Servizi interferiti, mediante specifici sopralluoghi con in tecnici dei vari enti proprietari e/o gestori delle linee.

## 16 CANTIERIZZAZIONE

Per la realizzazione delle opere è prevista l'installazione di diversi cantieri di supporto alle lavorazioni posizionati lungo il tracciato, attinenti principalmente a due differenti tipologie:

- **Cantiere Base:** ospita i box prefabbricati e le attrezzature necessarie per il controllo, la direzione dei lavori, gli alloggi ed i servizi di supporto agli operai oltre a svolgere la funzione di cantiere-appoggio per alcune lavorazioni;
- **Cantieri Operativi:** svolge la funzione di cantiere-appoggio per i mezzi di cantiere, i materiali e permettendo inoltre la realizzazione di attività di servizio per le lavorazioni;

Le sistemazioni delle aree di cantiere sono rappresentate nelle tavole T00CA00CANPL04 - T00CA00CANPL05 - T00CA00CANPL06 - T00CA00CANPL07 - T00CA00CANPL08 - T00CA00CANPL09 - T00CA00CANPL10.

### 16.1 LOCALIZZAZIONE, DIMENSIONAMENTO E DESCRIZIONE DEI CANTIERI

Le aree di cantiere che interessano la fase realizzativa della nuova infrastruttura sono state individuate seguendo sia criteri funzionali legati alla realizzazione dell'opera, che per minimizzare gli impatti delle stesse sul territorio circostante, sia allo scopo di salvaguardare la salute pubblica, sia per limitare eventuali impatti ambientali. Per tali motivi sono state scelte prevalentemente aree distanti dalle residenze e in terreni non interessati né da coltivazioni né da vegetazione boschiva.

I siti di cantiere sono stati impostati secondo i seguenti criteri generali:

- Gerarchizzazione funzionale dei cantieri in Cantieri Base e Cantieri Operativi.
- Attribuzione, per quanto possibile, di un Cantiere Operativo dedicato alle opere o tratti d'opera più significativi (gallerie artificiali, viadotti e svincoli).
- Verifica ed ottimizzazione della posizione dei siti di cantiere sia in rapporto alla localizzazione delle opere interessate e sia in rapporto alle risultanze delle analisi territoriali ed ambientali ed in particolare con il sistema insediativo.
- Verifica ed ottimizzazione della posizione dei cantieri rispetto alle problematiche idrogeologiche, geomorfologiche ed idrauliche.
- Dimensionamento delle aree ottimizzato in rapporto alle specifiche esigenze d'opera ed all'effettiva disponibilità di spazio nell'ambito territoriale interessato;
- Ripristino e rinaturalizzazione delle aree alla fine della fase realizzativa.

Sarà quindi installato il Cantieri Base e sei Cantieri Operativi, in particolare essi sono:

- **Cantiere Base – CB01.** Il cantiere è localizzato nel Comune di Gallarate e risulta diviso in due parti dal sedime della nuova viabilità. In particolare, la parte posta a nord rispetto alla nuova S.S. 341 ha una superficie di circa 21.100 mq, mentre la porzione a sud ha una superficie di circa 22.600 mq. Il cantiere base nel complesso sarà il centro logistico e direzionale per le attività dell'intero appalto;

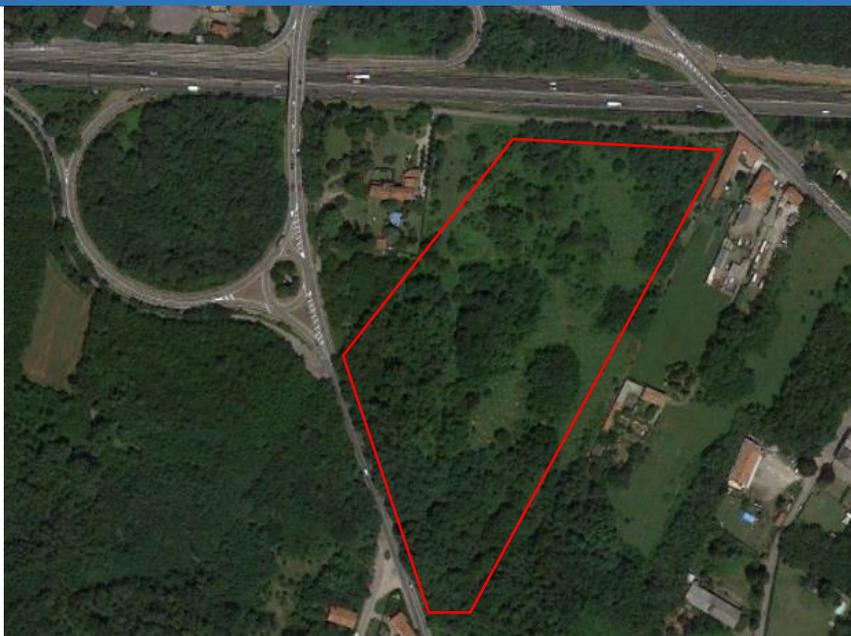


Figura 1 - Area cantiere base CB01

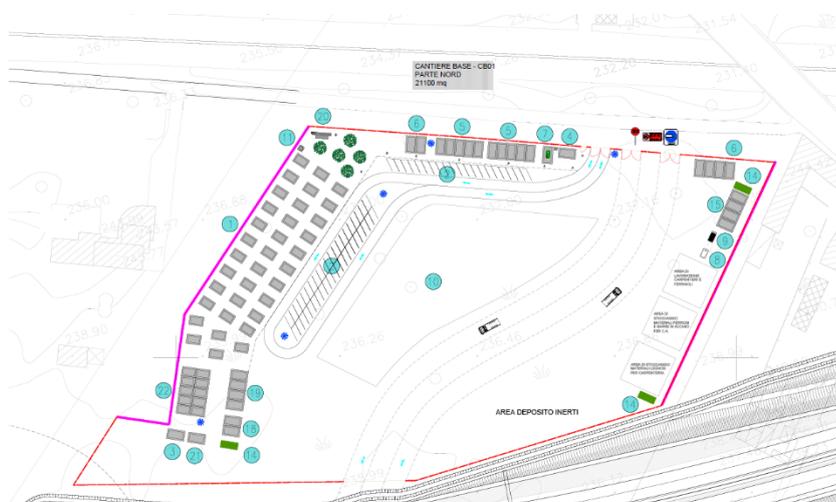


Figura 2 - Layout di cantiere base CB01 - parte nord

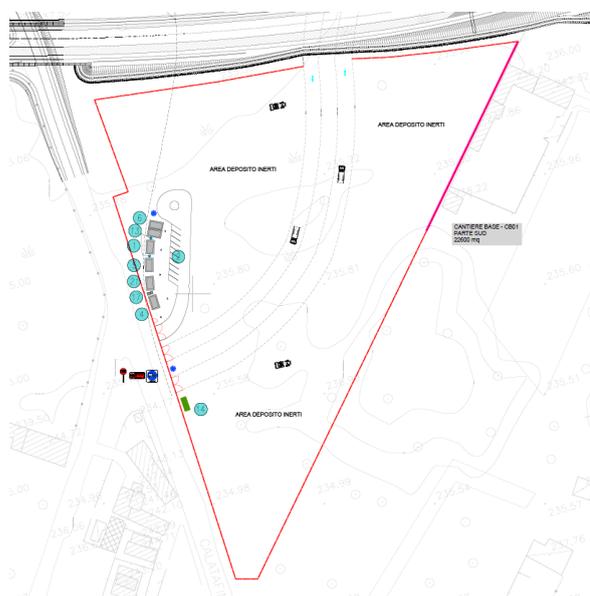


Figura 3 - Layout di cantiere base CB01 - parte sud

- **Cantiere Operativo - CO01.** Il cantiere è localizzato nel Comune di Gallarate al confine con il Comune di Busto Arsizio, presenta un'area di circa 19.360 m<sup>2</sup> ed è dotato degli apprestamenti necessari per dare supporto a tutte le attività di costruzione. In particolare in prossimità del viadotto VI03, nella zona prospiciente tale opera è prevista una apposita pista per permettere la movimentazione della gru preposta al varo degli impalcati, inoltre sarà allestita una specifica area dedicata al montaggio dei conci e delle travi per gli impalcati.



Figura 4 - Area cantiere operativo CO01

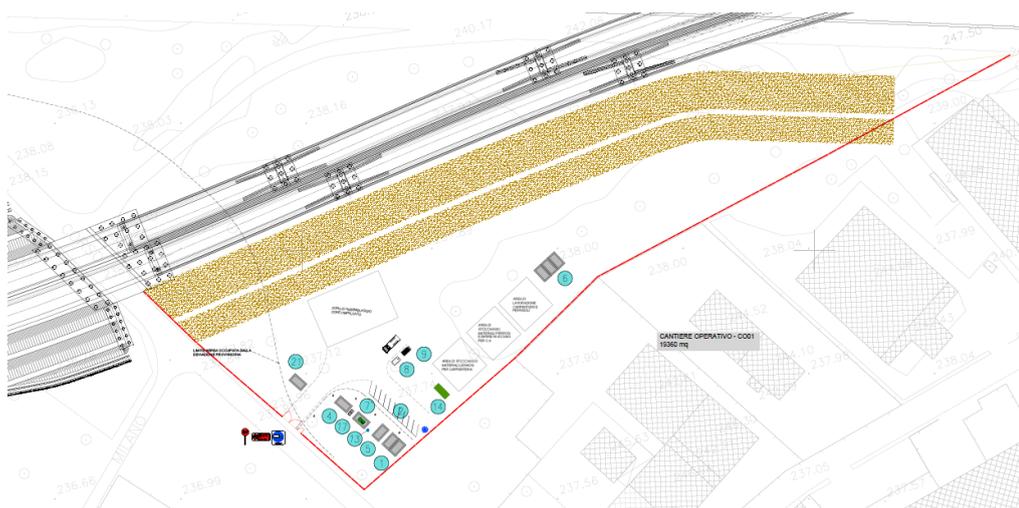


Figura 5 - Layout cantiere operativo CO01

- **Cantiere Operativo - CO02.** Il cantiere è localizzato nel Comune di Gallarate e presenta una superficie di circa 3.500 mq. Esso darà supporto alla realizzazione delle opere di inizio lotto (rampa C, rampa D, controstrada sud e le relative opere ad esse collegate);



Figura 6 - Area cantiere operativo CO02

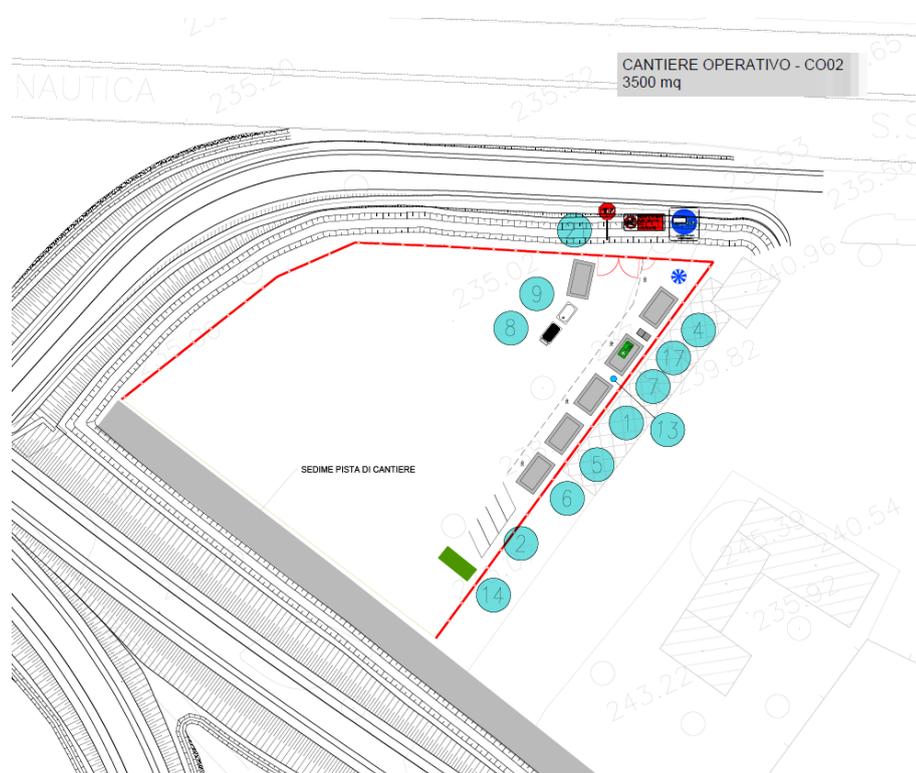


Figura 7 - Layout cantiere operativo CO02

- **Cantiere Operativo - CO03.** Il cantiere è localizzato nel Comune di Gallarate occupando una superficie di circa 2.500 m<sup>2</sup>. Il cantiere è dedicato specificatamente alla realizzazione delle sole opere per il viadotto VI03;

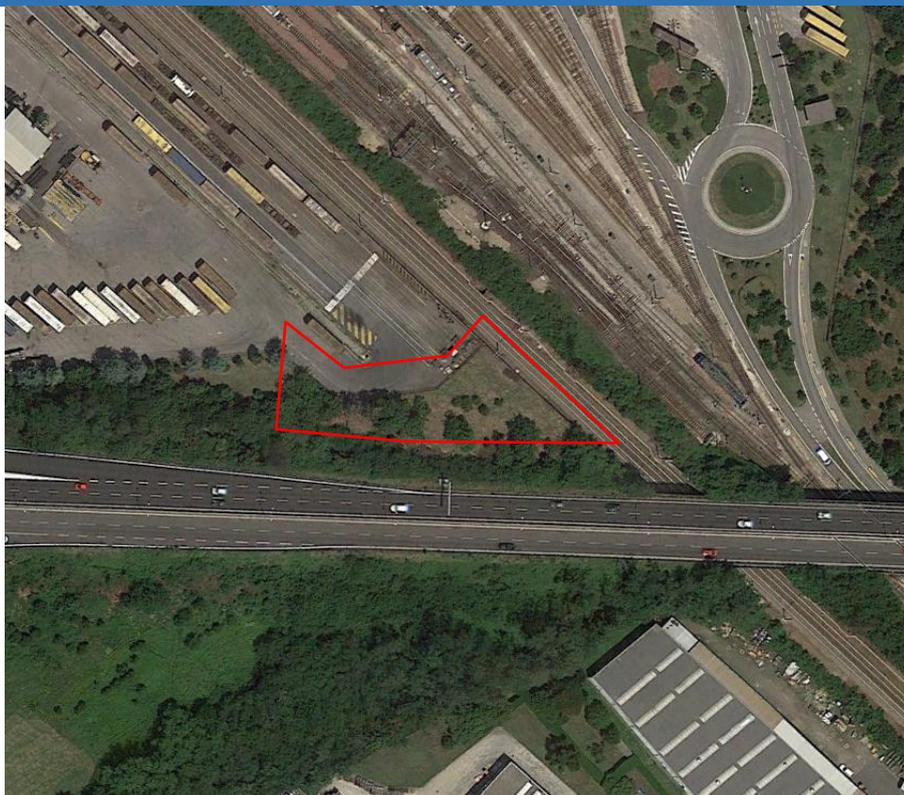


Figura 8 - Cantiere operativo CO03

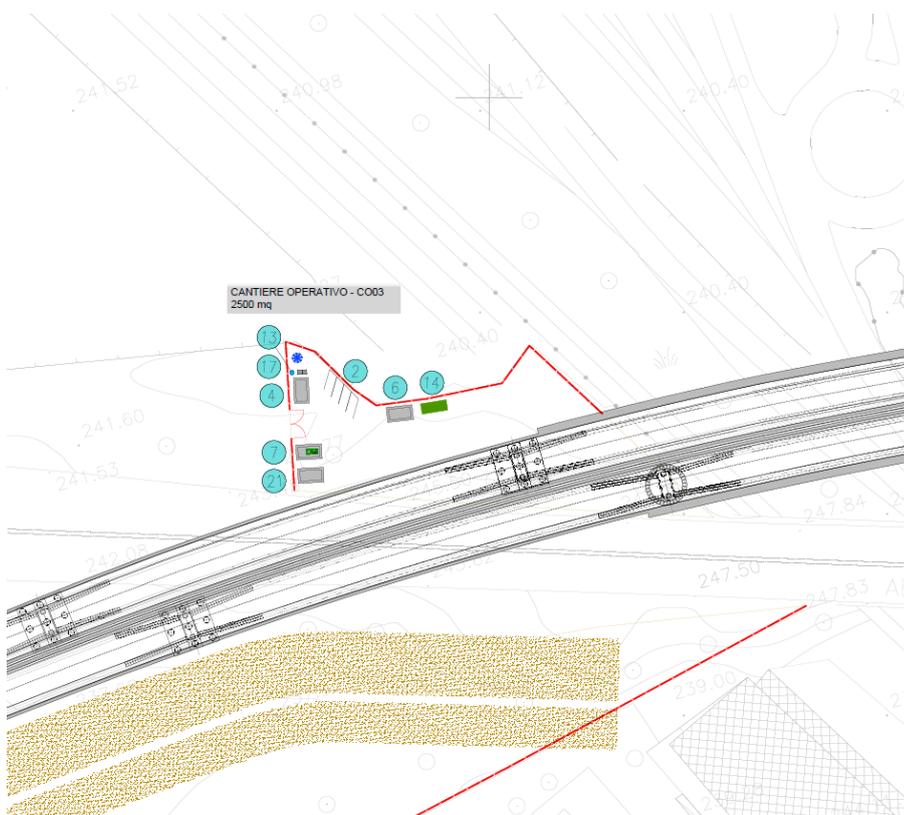


Figura 9 - Layout cantiere operativo CO03

- **Cantiere Operativo - CO04.** Il cantiere è localizzato a cavallo tra il Comune di Gallarate e il Comune di Busto Arsizio e presenta una superficie di circa 6.365 mq. Il cantiere è un'area di supporto dedicata perlopiù alla realizzazione delle opere ubicate nella parte centrale del lotto (svincolo Sciarè e delle opere del viadotto VI03);

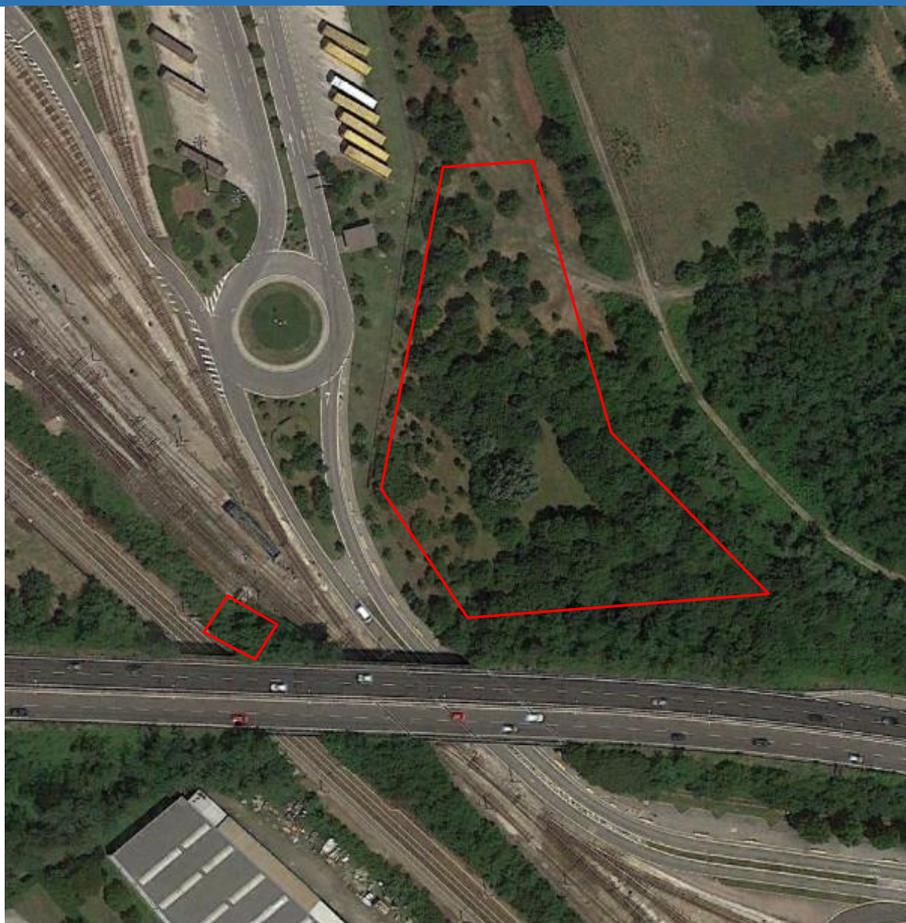


Figura 10 - Area cantiere operativo CO04

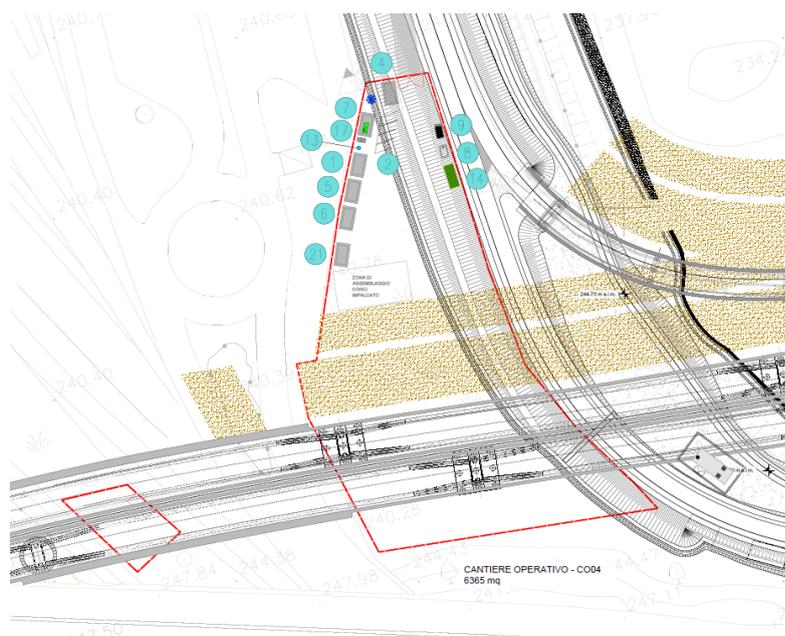


Figura 11 - Layout cantiere operativo CO04

- **Cantiere Operativo - CO05.** Il cantiere è localizzato nel Comune di Busto Arsizio, presenta una superficie di circa 5.200 mq e supporterà la realizzazione delle opere della parte centrale del lotto (tratto in rilevato tra VI03 e VI04, opere del viadotto VI03, VI08 e VI07 e nuova vasca di spagliamento);



Figura 12 - Area cantiere operativo CO05

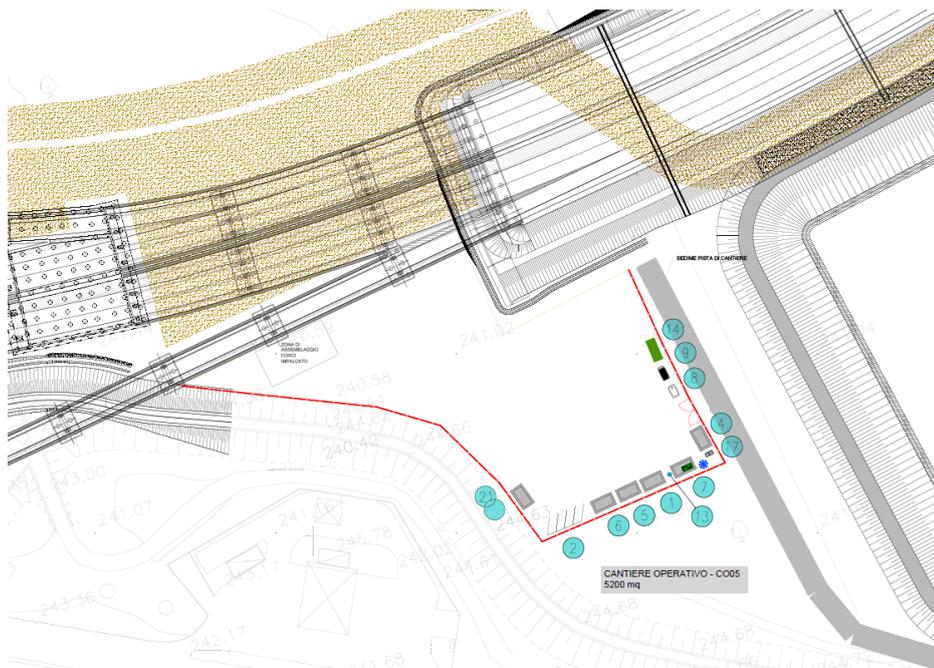


Figura 13 - Layout cantiere operativo CO05

- **Cantiere Operativo - CO06.** Il cantiere è localizzato nel Comune di Cassano Magnago e presenta una superficie di circa 5.480 m<sup>2</sup>. L'area appoggerà le attività di realizzazione delle opere di fine lotto (tratto finale dell'asse principale per lo svincolo autostradale, opere per il viadotto VI04 e nuova vasca di spagliamento);



Figura 14 - Area cantiere operativo CO06

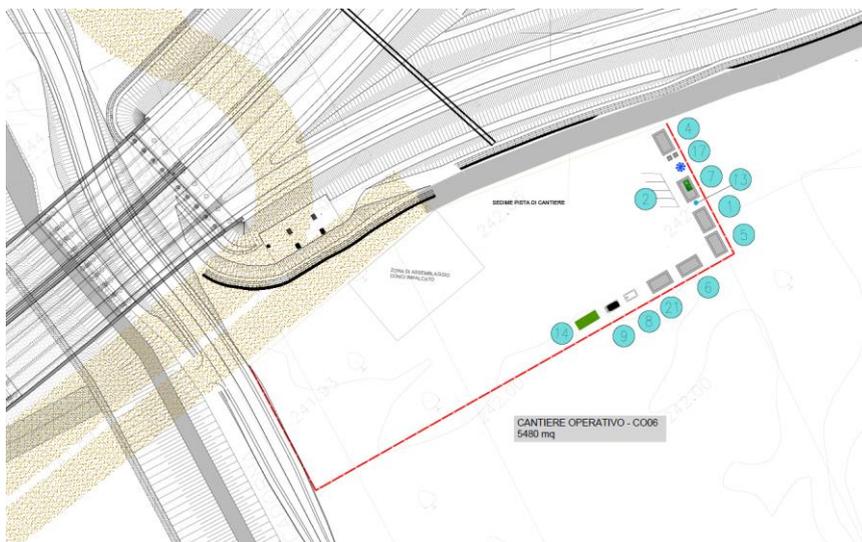


Figura 15 - Layout cantiere operativo CO06

Tutti i cantieri operativi resteranno attivi per il tempo necessario alla completa realizzazione delle opere a cui prestano supporto. Per tutti i cantieri a fine lavorazione è previsto lo smantellamento e rinaturalizzazione delle aree secondo quanto indicato negli elaborati appartenenti al capitolo "E – Mitigazione Ambientale".

## 16.2 VIABILITÀ DI ACCESSO E PISTE DI CANTIERE

Il tracciato dell'opera comporta inevitabilmente una interferenza sul territorio da parte dei cantieri e dei flussi di mezzi di trasporto da e verso questi. In particolare, la viabilità interessata dal flusso di traffico indotto dalla realizzazione dell'opera può essere distinta nelle strade per le movimentazioni dei materiali tra i vari cantieri e in quella che viene utilizzata dai mezzi per l'approvvigionamento da cava o per il conferimento a discarica e/o siti di deposito temporaneo.

La prima impegna sostanzialmente le viabilità delle zone limitrofe alle opere in progetto (viabilità locali e secondarie), mentre la seconda riguarda le strade di collegamento tra le zone di cantiere e le cave e discariche (strade principali a scorrimento veloce: strade statali e autostrade).

La viabilità locale limitrofa al cantiere risulta tuttavia poco impattata; essa, infatti, verrà utilizzata per brevi tratti e solo per raggiungere le viabilità principali (S.S. 336 e Autostrada A8). Inoltre, al fine di minimizzazione degli impatti sull'ambiente e sugli insediamenti circostanti, derivante soprattutto dal flusso di mezzi tra le varie zone di cantiere, si procederà alla realizzazione di piste parallele al corpo stradale ai piedi dello stesso, per quasi tutta la lunghezza dell'intervento, in modo da creare meno criticità possibili nelle viabilità attigue all'opera in termini di flussi di traffico generato dai cantieri. La rete di piste così costituita potrà garantire una certa continuità longitudinale del lotto che però vedrà una inevitabile interruzione per la presenza della S.S. 336 e del fascio di binari che attraversano nel mezzo le opere in progetto.

Le piste di cantiere potranno essere immediatamente realizzate dopo la presa in possesso delle aree e le necessarie attività di bonifica. Il loro uso per raggiungere le diverse aree di lavoro permetterà quindi di ridurre notevolmente i flussi dei mezzi d'opera sulla viabilità esistente. Il sistema di piste (cfr. T00CA01CANPL01, T00CA01CANPL02 e T00CA01CANPL03) costituirà un collegamento valido per tutta la durata dei lavori adattandosi di fatto all'avanzamento del cantiere. Esse saranno realizzate perlopiù a quota terreno o, a seconda delle situazioni, con piccoli rilevati, prevedendo uno strato di 40 cm di misto granulare stabilizzato a cemento.

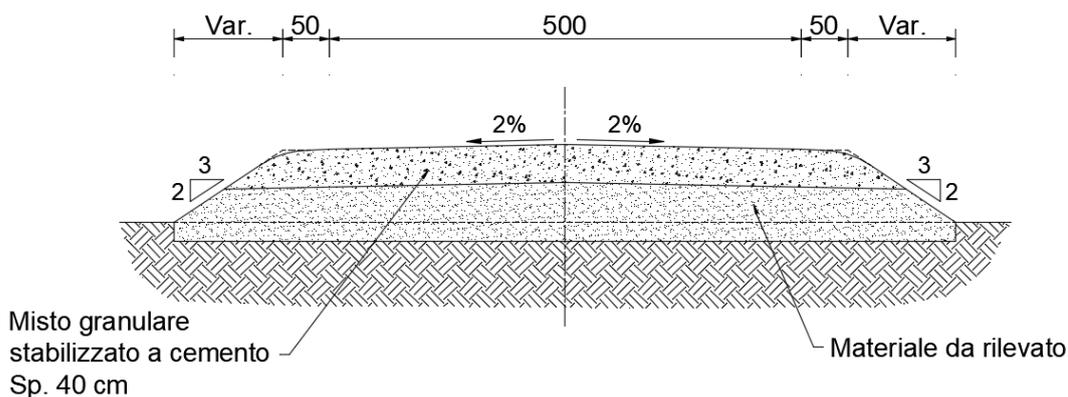


Figura 16 - Sezione tipo pista di cantiere

Oltre alle piste sopra citate sono state inoltre previste delle strade di cantiere affiancate ai viadotti (cfr. T00CA01CANPL01, T00CA01CANPL02 e T00CA01CANPL03) dedicate alla movimentazione della gru preposta al sollevamento delle travi per gli impalcati.

Per quanto riguarda le viabilità principali esse sono:

- Strada Statale 336 direttamente connessa alle opere da realizzare e facilmente raggiungibile dalle aree di cantiere;
- Autostrada dei Laghi A8 a cui il tracciato in progetto si innesta ed anch'essa agevolmente raggiungibile;
- Autostrada A36 collegata alla A8.

La rete viaria interessata è rappresentata nella corografia di ubicazione cave e discariche (cfr. T00CA01CANCD01, T00CA01CANCD02) e nelle planimetrie di individuazione dei cantieri (cfr. T00CA01CANPL01, T00CA01CANPL02 e T00CA01CANPL03).





Figura 18 - Planimetria deviazione provvisoria su C.so Sempione (in nero) e aree in lavorazione (in rosso)

### 16.4 CAVE, DISCARICHE E IMPIANTI DI RECUPERO MATERIALE INERTE

Sono state individuate le seguenti cave dalle quali attingere per l'approvvigionamento dei materiali inerti:

- Cava Fusi S.r.l. ubicata nel Comune di Gerenzano (VA) (Ambito estrattivo ATEg4 – C5) distante circa 15,5 km dal cantiere. Di seguito sono riportate le previsioni sulle riserve di materiale (fonte: Piano Cave Provincia di Varese).

**PREVISIONI DI PIANO**

**Riserve e produzioni**

Volumi disponibili nell' Ambito stimati (mc) 1/2009	3.200.000
Produzione prevista nel decennio (mc)	2.000.000
Riserve residue (mc)	1.200.000

- Cava Fusi S.r.l. ubicata nel Comune di Uboldo (VA) (Ambito estrattivo ATEg3 – C4) distante circa 16,5 km dal cantiere. Di seguito sono riportate le previsioni sulle riserve di materiale (fonte: Piano Cave Provincia di Varese).

**PREVISIONI DI PIANO**

**Riserve e produzioni**

Volumi disponibili nell' Ambito stimati (mc) 1/2009	2.800.000
Produzione prevista nel decennio (mc)	2.000.000
Riserve residue (mc)	800.000

- Georisorse S.r.l. ubicata nel Comune di Gorla Minore (VA) (Ambito estrattivo ATEg5 – C7) distante circa 18,5 km dal cantiere. Di seguito sono riportate le previsioni sulle riserve di materiale (fonte: Piano Cave Provincia di Varese).

**PREVISIONI DI PIANO**
**Riserve e produzioni**

Volumi disponibili nell' Ambito stimati (mc) 1/2009	3.900.000
Produzione prevista nel decennio (mc)	2.600.000
Riserve residue (mc)	1.300.000

- Holcim S.p.A. ubicata nel Comune di Gorla Minore (VA) (Ambito estrattivo ATEg5 – C6) distante circa 18,5 km dal cantiere. Di seguito sono riportate le previsioni sulle riserve di materiale (fonte: Piano Cave Provincia di Varese).

**PREVISIONI DI PIANO**
**Riserve e produzioni**

Volumi disponibili nell' Ambito stimati (mc) 1/2009	4.600.000
Produzione prevista nel decennio (mc)	2.600.000
Riserve residue (mc)	2.000.000

- Cave Riunite (Inerti Ticino S.p.A.) ubicata nel Comune di Somma Lombardo (VA) (Ambito estrattivo ATEg8 – C19) distante circa 9 km dal cantiere. Di seguito sono riportate le previsioni sulle riserve di materiale (fonte: Piano Cave Provincia di Varese).

**PREVISIONI DI PIANO**
**Riserve e produzioni**

Volumi disponibili nell' Ambito stimati (mc) 1/2009	4.250.000
Produzione prevista nel decennio (mc)	3.400.000
Riserve residue (mc)	850.000

- Cave del Ticino (Inerti Ticino S.p.A.) ubicata nel Comune di Lonate Pozzolo (VA) (Ambito estrattivo ATEg1 – C1) distante circa 18,5 km dal cantiere. Di seguito sono riportate le previsioni sulle riserve di materiale (fonte: Piano Cave Provincia di Varese).

**PREVISIONI DI PIANO**
**Riserve e produzioni**

Volumi disponibili nell' Ambito stimati (mc)	5.380.000
Produzione prevista nel decennio (mc)	4.000.000
Riserve residue (mc)	1.380.000

- Cave Rossetti S.p.A. ubicata nel Comune di Lonate Pozzolo (VA) (Ambito estrattivo ATEg2 – C2) distante circa 19,5 km dal cantiere. Di seguito sono riportate le previsioni sulle riserve di materiale (fonte: Piano Cave Provincia di Varese).

**PREVISIONI DI PIANO**
**Riserve e produzioni**

Volumi disponibili nell' Ambito stimati (mc) 1/2009	3.957.000
Produzione prevista nel decennio (mc)	3.957.000
Riserve residue (mc)	0

- F.Ili Mara S.r.l. ubicata nel Comune di Lonate Pozzolo (VA) (Ambito estrattivo ATEg2 – C3) distante circa 19,5 km dal cantiere. Di seguito sono riportate le previsioni sulle riserve di materiale (fonte: Piano Cave Provincia di Varese).

**PREVISIONI DI PIANO**
**Riserve e produzioni**

Volumi disponibili nell'Ambito stimati (mc) 1/2009	3.957.000
Produzione prevista nel decennio (mc)	3.957.000
Riserve residue (mc)	0

Le discariche individuate sono le seguenti:

- Farina Ezio S.r.l.1 discarica per rifiuti inerti ubicata nel Comune di Desio (MB) distante circa 40 km dal cantiere, avente una capacità residua di 235.587 mc (fonte: ARPA Lombardia – Relazione e gestione dei rifiuti in regione Lombardia Parte 3 - Impianti dati 2019)
- Figli di Domenico Giudici di Antonio e Mario Giudici S.a.s.2 discarica per rifiuti inerti ubicata nel Comune di Meda (MB) distante circa 35 km dal cantiere, avente una capacità residua di 30.076 mc (fonte: ARPA Lombardia – Relazione e gestione dei rifiuti in regione Lombardia Parte 3 - Impianti dati 2019)
- ECONORD S.p.A.3 discarica per rifiuti non pericolosi ubicata nel Comune di Gorla Maggiore (VA) distante circa 14 km dal cantiere, avente una capacità residua di 703.150 mc (fonte: ARPA Lombardia – Relazione e gestione dei rifiuti in regione Lombardia Parte 3 - Impianti dati 2019)
- Comune di Mariano Comense<sup>4</sup> discarica per rifiuti non pericolosi ubicata nel Comune di Mariano Comense (CO) distante circa 45 km dal cantiere, avente una capacità residua di 4.500 mc (fonte: ARPA Lombardia – Relazione e gestione dei rifiuti in regione Lombardia Parte 3 - Impianti dati 2019)
- Systema Ambiente S.p.A.5 discarica per rifiuti non pericolosi ubicata nel Comune di Inzago (MI) distante circa 63 km dal cantiere, avente una capacità residua di 281.469 mc (fonte: ARPA Lombardia – Relazione e gestione dei rifiuti in regione Lombardia Parte 3 - Impianti dati 2019)
- Cava Casara S.r.l.6 (Celotti Group) discarica ubicata nel Comune di Gessate (MI) distante circa 60 km dal cantiere. (fonte: Catasto Georeferenziato impianti Rifiuti - Regione Lombardia <http://www.cgrweb.servizirl.it/cgrweb/menu.do?method=home>)
- Solter S.r.l.7 (Gruppo Vibeco) discarica ubicata nel Comune di Busto Garolfo (MI) distante circa 24 km dal cantiere. (fonte: Catasto Georeferenziato impianti Rifiuti - Regione Lombardia <http://www.cgrweb.servizirl.it/cgrweb/menu.do?method=home>)

<sup>1</sup>NOTE: Stato dell'impianto: operativo. Fonte: ARPA Lombardia – Relazione e gestione dei rifiuti in regione Lombardia Parte 3 - Impianti dati 2019.

<sup>2</sup>NOTE: Stato dell'impianto: operativo. L'autorizzazione in essere (n.521 del 30.11.2011) scade il 30.12.2019. Fonte: ARPA Lombardia – Relazione e gestione dei rifiuti in regione Lombardia Parte 3 - Impianti dati 2019.

<sup>3</sup>NOTE: Stato dell'impianto: operativo. Unico complesso IPPC con Econord Mozzate. Fonte: ARPA Lombardia – Relazione e gestione dei rifiuti in regione Lombardia Parte 3 - Impianti dati 2019.

<sup>4</sup> NOTE: Stato dell'impianto: cessata attività. Conferimenti (per attività di ripristino ambientale) sospesi per tutto il 2016 e ripresi a fine 2017. Tutto il biogas prodotto è stato bruciato in torcia. Fonte: ARPA Lombardia – Relazione e gestione dei rifiuti in regione Lombardia Parte 3 - Impianti dati 2019.

<sup>5</sup> NOTE: Stato dell'impianto: operativo. Fonte: ARPA Lombardia – Relazione e gestione dei rifiuti in regione Lombardia Parte 3 - Impianti dati 2019.

<sup>6</sup> NOTE: Stato esercizio: autorizzato. Fonte: Catasto Georeferenziato impianti Rifiuti - Regione Lombardia

<sup>7</sup> NOTE: Stato esercizio: autorizzato. Fonte: Catasto Georeferenziato impianti Rifiuti - Regione Lombardia

- Viter S.r.l.8 via Grieg 71 (Gruppo Vibeco) impianto di recupero e stoccaggio ubicato nel Comune di Saronno (VA) distante circa 24 km dal cantiere. (fonte: Catasto Georeferenziato impianti Rifiuti - Regione Lombardia <http://www.cgrweb.servizirl.it/cgrweb/menu.do?method=home>)
- Viter S.r.l.9 via Grieg 87 (Gruppo Vibeco) impianto di recupero e stoccaggio ubicato nel Comune di Saronno (VA) distante circa 24 km dal cantiere. (fonte: Catasto Georeferenziato impianti Rifiuti - Regione Lombardia <http://www.cgrweb.servizirl.it/cgrweb/menu.do?method=home>)

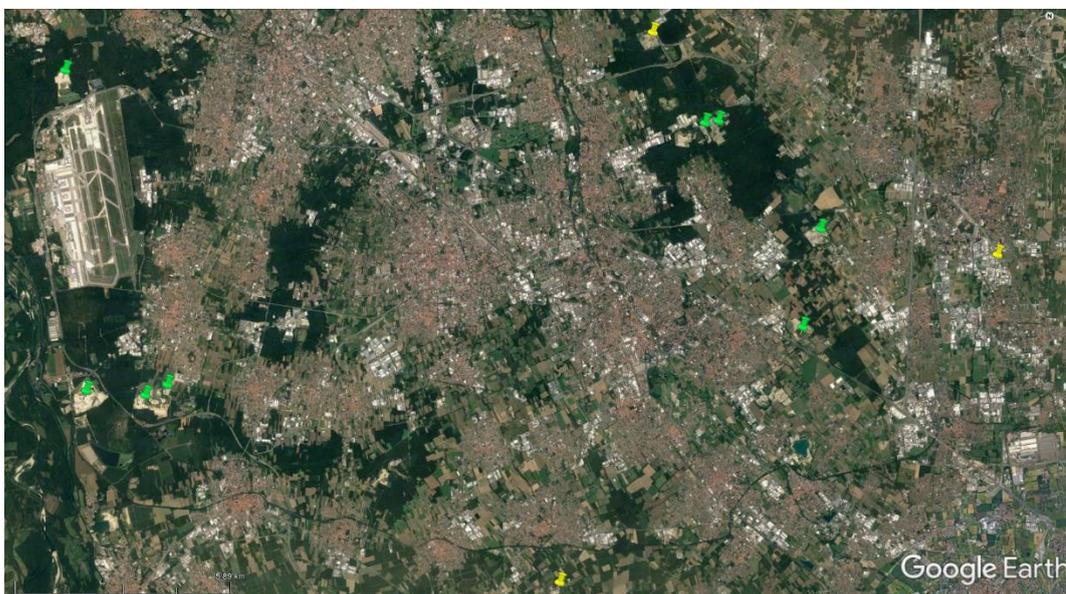


Figura 19 - Ortofoto con indicazione cave e discariche (segnaposto verde per le cave, segnaposto giallo per le discariche)

<sup>8</sup> NOTE: Stato esercizio: in esercizio. Fonte: Catasto Georeferenziato impianti Rifiuti - Regione Lombardia

<sup>9</sup> NOTE: Stato esercizio: in esercizio. Fonte: Catasto Georeferenziato impianti Rifiuti - Regione Lombardia

## 17 COSTI DELL'INTERVENTO

Nella redazione del progetto si è tenuto conto delle norme del Capitolato Speciale d'Appalto in uso presso l'ANAS, i prezzi applicati si riferiscono al prezziario Anas 2021.

Per tutti i dettagli di costo si rimanda all'esame del computo metrico estimativo e del quadro economico, allegati al progetto.