

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA  
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI  
PROGETTO ESECUTIVO**

**Rampa Ovest Cavalcaferrovia Tortona pk52+228,40**

**tratto 0**

**Relazione tecnica stradale**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Ing. N. Meistro	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 4	E	C V	R O	I R 1 2 0 X	0 0 1	A

**Progettazione:**

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima Emissione	M. Rinaldi	15/05/2014	A. Nastasi	15/05/2014	A. Palomba	15/05/2014	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R
A01	Revisione a seguito osservazioni validatore	COCIV	25/11/2015	COCIV	25/11/2015	A. Mancarella	25/11/2015	
A02	Revisione per cambio lotto	COCIV	22/03/2017	COCIV	22/03/2017	A. Mancarella	22/03/2017	

n. Elab.:

File: IG51-04-E-CV-RO-IR12-0X-001-A02.DOCX

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-04-E-CV-RO-IR12-0X-001-A02.DOCX Relazione tecnica stradale</p> <p style="text-align: right;">Foglio 2 di 27</p>

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
2.	INQUADRAMENTO DELL'INFRASTRUTTURA .....	4
3.	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	5
3.1.	CAMPI DI APPLICAZIONE DELLA NORMATIVA STRADALE.....	6
4.	ANALISI VIABILITA' ESISTENTI .....	8
5.	IL PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA.....	10
5.1.	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO .....	10
5.2.	Andamento planimetrico .....	11
5.3.	Andamento altimetrico .....	12
5.4.	SEZIONE STRADALE TIPO .....	13
6.	VERIFICHE PLANIMETRICHE E ALTIMETRICHE .....	16
6.1.	VERIFICA ELEMENTI PLANIMETRICI.....	16
6.2.	VERIFICHE E DISTANZE DI VISIBILITA' ASSE PRINCIPALE .....	17
6.3.	ALLARGAMENTI PER ISCRIVIBILITÀ IN CURVA .....	18
6.4.	DIAGRAMMI DI VELOCITA' E VISIBILITA'.....	18
7.	PAVIMENTAZIONE STRADALE .....	19
8.	FASI DI CANTIERE – PERCORSO ALTERNATIVO .....	20
9.	BARRIERE STRADALI E DISPOSITIVI DI SICUREZZA.....	20
9.1.	Segnaletica verticale .....	21
9.2.	Segnaletica orizzontale .....	21
10.	TABULATI DI TRACCIAMENTO.....	24
10.1.	TABULATO DI TRACCIAMENTO PLANIMETRICO .....	24
10.2.	TABULATO DI TRACCIAMENTO ALTIMETRICO .....	26

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RO-IR12-0X-001-A02.DOCX Relazione tecnica stradale
	Foglio 3 di 27

## 1. PREMESSA

Nell'ambito del progetto esecutivo della linea ferroviaria della Tratta AV/AC Milano - Genova – Terzo Valico dei Giovi, dal km 44+229 al km 52+980, e delle relative viabilità interferenti, la presente Relazione Tecnica descrive la progettazione della Ex S.S. n°10 (Categoria C2 extraurbana secondaria D.M. 05/11/2001) e delle opere ad essa inerenti.

Nei capitoli seguenti verrà descritto l'intervento e tutte le scelte e criteri progettuali adottati esclusivamente per quanto concerne la competenza prettamente stradale rimandando alle relazioni specialistiche per qualsiasi altro approfondimento e tematica progettuale.

Il presente progetto esecutivo relativo alle rampe IR12 e IR13 del cavalcaferrovia IV19 sviluppa e puntualmente modifica, con i necessari approfondimenti, il PD ed il PDAP recependo le varie prescrizioni Italferr in esito alle procedure approvative, in particolare le istruttorie non ancora ottemperate nell'ambito del PD.

Con la presente viene descritto l'intervento riguardante il rifacimento del manufatto di scavalco esistente, con un inserimento planimetrico il cui asse stradale, ricalcando quello attuale, si inserisce in un contesto urbanizzato vincolante per la progettazione stessa e, dal punto di vista stradale, è limitato all'adeguamento delle due rampe di accesso.

L'intervento è suddiviso in 3 WBS:

- IR12 (adeguamento rampa ad ovest);
- IR13 (adeguamento rampa ad est);
- IV19 (nuova opera di scavalco);

L'opera in oggetto ricade al Km 52+228 della linea AV/AC suddetta.

In particolare saranno sviluppati nel dettaglio gli aspetti relativi agli elementi piano altimetrici del tracciato delle rampe, lo studio delle sezioni tipo con particolare attenzione agli elementi di margine, lo studio delle distanze di visuale libera e conseguenti allargamenti necessari, oltre che la descrizione delle barriere di sicurezza e sulla segnaletica da prevedersi.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RO-IR12-0X-001-A02.DOCX Relazione tecnica stradale
	Foglio 4 di 27

## 2. INQUADRAMENTO DELL'INFRASTRUTTURA

La strada in oggetto è ubicata nel Comune di Tortona, in provincia di Alessandria.

L'intervento ha per oggetto la modifica dell'esistente sovrappasso della ex S.S.10 alla linea ferroviaria Milano – Genova con un nuovo viadotto di scavalco alla Nuova Linea ferroviaria AC/AV.

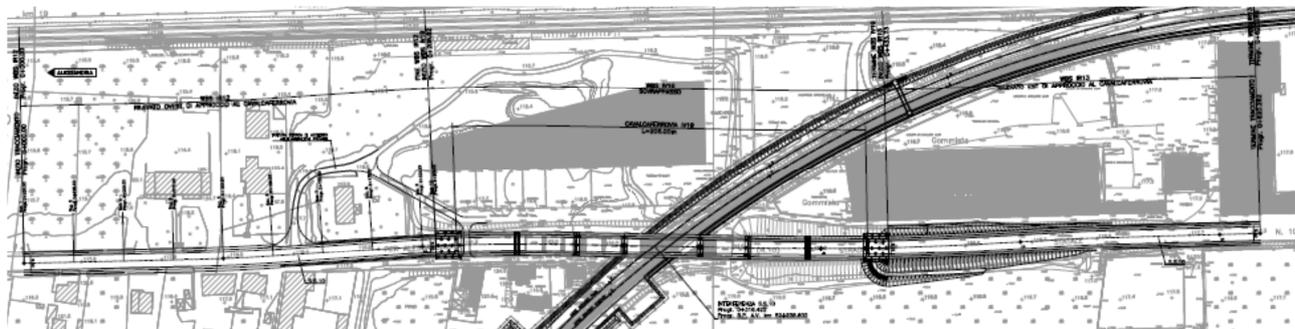
Il tracciato che ha origine, ad ovest della linea ferroviaria, sulla ex SS 10 esistente ricalca per intero il tracciato della vecchia sede oggetto di adeguamento grazie ad un tracciamento che è stato adattato alla posizione del viadotto e del rilevato esistente.

Le estremità del nuovo tracciato si raccordano planimetricamente ed altimetricamente alla sede stradale esistente.

Lo sviluppo totale del tratto di strada in esame è pari a 620,26 m di cui circa 227 m in viadotto (WBS IV19). Il tracciato che ha origine, ad ovest della linea ferroviaria, sulla ex SS 10 esistente ricalca per intero il tracciato della vecchia sede oggetto di adeguamento grazie ad un tracciamento che è stato adattato alla posizione del viadotto e del rilevato esistente.

La strada di progetto per le dimensioni adottate è assimilabile alla Categoria C" extraurbana secondaria (D.M. 05/11/2001).

Il rilevato della rampa in salita (verso delle progressive) è parzialmente contenuto su ambo i lati da muri in terra armata a tutta altezza per limitarne l'ingombro nella zona più edificata, mentre quello della rampa in discesa è contenuto da un muro in terra armata di sottoscampa solo in sinistra (senso delle progressive crescenti).



Per quanto riguarda informazioni sulla sistemazione della rete irrigua, interferita dal presente tracciato e l'analisi del sistema di smaltimento delle acque meteoriche afferenti la piattaforma stradale si rimanda alla Relazione Idraulica.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-04-E-CV-RO-IR12-0X-001-A02.DOCX Relazione tecnica stradale</p> <p style="text-align: right;">Foglio 5 di 27</p>

### 3. RIFERIMENTI NORMATIVI

	RIFERIMENTO	TITOLO
1	CNR n. 77 05/05/1980	Istruzioni per la redazione dei progetti di strada
2	CNR n. 78 28/07/1980	Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane
3	CNR n.90 15/04/1983	Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbane
4	DM n. 6792 05/11/2001	Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade
5	D.M. 22/04/2004	Modifica del D.M. 05/11/2001 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade
6	Studio a carattere prenormativo	Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali
7	D.M. 10/06/2002	Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziali per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo
8	D.M. 21/04/2004	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
9	D. L.vo n. 285 del 30/04/1992	Nuovo codice della strada
10	DPR n. 495 del 16/12/1992	Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada (G.U. 28.12.1982, N. 303 - suppl.)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RO-IR12-0X-001-A02.DOCX Relazione tecnica stradale
	Foglio 6 di 27

### 3.1. CAMPI DI APPLICAZIONE DELLA NORMATIVA STRADALE

Il progetto di studio si riferisce all'avanzamento progettuale a livello esecutivo delle WBS relative allo scavalco della Linea AV/AC Milano – Genova.

Nella predisposizione del progetto, le citazioni al D.M. 05/11/2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” sono state assunte a riferimento limitatamente agli elementi possibili, in quanto la norma non è obbligatoriamente ed interamente applicabile ai sensi del D.M. 22/04/2004.

Quest'ultimo Decreto chiarisce infatti che, in caso di adeguamento di infrastrutture esistenti, la norma precedente non è cogente (ai sensi del 2 comma art. 13 del D.Lgs 30.04.1992 n.285 “Nuovo codice della strada”), e costituisce pertanto solo un utile riferimento progettuale.

La WBS 19 riguarda il rifacimento di un manufatto di scavalco ferroviario esistente, con un inserimento planimetrico il cui asse stradale, ricalcando quello attuale, si inserisce in un contesto urbanizzato vincolante per la progettazione stessa e, dal punto di vista stradale, è limitato all'adeguamento delle due rampe di accesso.

In particolare:

#### Planimetria (deroghe alle norme)

- **Clotoidi** – per mancanza di spazi non sono previste clotoidi di raccordo tra i rettili e le curve a raggio costante (peraltro ampissimi)

#### Planimetria (rispetto delle norme)

- **Allargamenti in curva** - l'applicazione della formula di calcolo dell'allargamento delle corsie in curva

$$E = K / R$$

con  $K=45$  e  $R= 900 - 1000 - 1500$  m di progetto (ai quali aggiungere la larghezza della corsia per considerare il raggio del bordo esterno) conduce a valori  $< 20$  cm, per cui le corsie conservano le larghezze del rettilineo.

- **Pendenze trasversali** – in rettilineo è prevista la pendenza trasversale del 2,5% e nelle curve a raggio costante rispettivamente di

$$R900m = 4,41\%$$

$$R1000m = 4,12\%$$

$$R1500m = 3,18\%$$

Non essendoci clotoidi, i relativi raccordi dei cigli avvengono nei tratti di transizione tra i rettili e le curve.

#### Profilo (deroga alle norme)

- **Raccordi verticali** - le livellette delle rampe e tutti i relativi elementi altimetrici (raccordi parabolici) sono dettati dai ridotti spazi disponibili e dagli accessi esistenti per cui, onde mantenere un minimo di tratto rettilineo tra i raccordi stessi, sono stati adottati raggi verificati per una velocità di 50 km/h (compatibile in ambito urbano).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RO-IR12-0X-001-A02.DOCX Relazione tecnica stradale
	Foglio 7 di 27

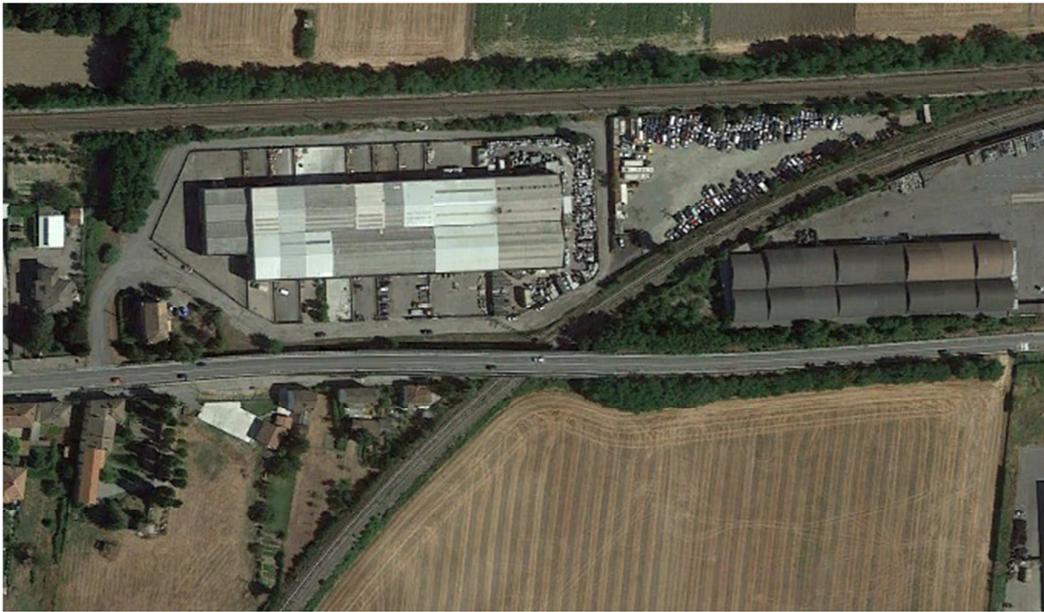
- **Diagramma delle velocità** - perde di significato il diagramma delle velocità (per la limitazione e le caratteristiche della tratta).

**Profilo** (rispetto delle norme)

Complessivamente gli aspetti funzionali della circolazione rimangono pressoché immutati rispetto alla situazione attuale (con miglioramenti nei confronti delle pendenze trasversali per lo smaltimento delle acque meteoriche), mentre la sicurezza è garantita dall'adozione di nuove barriere stradali conformi al D.M. 21/04/2004.

#### 4. ANALISI VIABILITA' ESISTENTI

L'opera di scavalco per la quale si rende necessario l'adeguamento si raccorda all'attuale Strada Statale Padana Inferiore (S.S. 10) e collega allo stato attuale le aree del comune di Tortona (lato est della linea ferroviaria) e la Strada Statale per Alessandria ad ovest. Segue una esposizione fotografica della situazione attuale con riferimento alle singole WBS del progetto in essere. In particolare sono evidenziate un inquadramento d'insieme, l'innesto della rampa est IR1Q, l'innesto della rampa ovest IR1R e l'opera di scavalco attuale.



Rampa Est attuale (Futura IR13)



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-04-E-CV-RO-IR12-0X-001-A02.DOCX Relazione tecnica stradale</p> <p>Foglio 9 di 27</p>

Larghezza di circa 9,50 m – 2 corsie (una per senso di marcia di larghezza pari a 3,50 m) con cordoli di larghezza circa pari a 1,25 m.

**Rampa Ovest attuale (Futura IR12)**



Larghezza di circa 9,50 m – 2 corsie (una per senso di marcia di larghezza pari a 3,50 m) con cordoli di larghezza circa pari a 1,25 m.

**Cavalcaferrovia attuale (Futuro IV16)**



Larghezza di circa 9,50 m – 2 corsie (una per senso di marcia di larghezza pari a 3,50 m) con cordoli di larghezza circa pari a 1,25 m.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RO-IR12-0X-001-A02.DOCX Relazione tecnica stradale
	Foglio 10 di 27

## 5. IL PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA

### 5.1. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Di seguito sono riportati i principali dati di progetto planimetrici ed altimetrici della strada in esame.

Come detto in precedenza, si tratta di una strada Categoria C2 extraurbana secondaria D.M. 05/11/2001 avente quindi una sezione costituita da due corsie da 3.50m con banchine da 1.25m.

<b>Strada Comunale Bellaria</b>	
<b>Categoria strada</b>	C2 extraurbana secondaria DM 2001
<b>Larghezza piattaforma (corsie + banchine)</b>	9.50 m (1.25+3.50+3.50+1.25) esclusi tratti in curva soggetti ad allargamenti
<b>Intervallo velocità di progetto</b>	$V_p = 60-100$ Km/h
<b>Lunghezza intervento</b>	620,260 m
<b>Raggio planimetrico minimo</b>	900.00 m
<b>Raggio altimetrico concavo minimo</b>	1255.00 m
<b>Raggio altimetrico convesso minimo</b>	1370.00m
<b>Pendenza trasversale minima</b>	2.50%
<b>Pendenza trasversale massima</b>	4.41%
<b>Pendenza longitudinale massima</b>	6.00%
<b>Velocità massima di esercizio</b>	55 Km/h
<b>Limite di velocità imposta</b>	50 Km/h

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RO-IR12-0X-001-A02.DOCX Relazione tecnica stradale
	Foglio 11 di 27

## 5.2. Andamento planimetrico

Il tratto stradale si sviluppa per una lunghezza di circa 620 m, con caratteristiche geometriche e funzionali che lo rendono assimilabile ad una "Strada tipo C2 extraurbana secondaria" di cui al cap. 3 del DM 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

Il tracciato inizia alla prog. 0+000 raccordandosi alla Strada Statale Padana Inferiore esistente (ex S.S. 10) in rettilineo verso il comune di Tortona (da ovest a est rispetto alla Nuova Linea AV/AC Milano – Genova).

Planimetricamente il tracciato presenta curve aventi di raggio molto ampio, da un minimo di 900 m a un massimo di 1500 m alternate da rettifili di minimo 40 m circa.

In corrispondenza della fine della prog. 0+620.261, l'asse di progetto finisce raccordandosi alla ex S.S. 10.

IR12 - IR13				
ANDAMENTO PLANIMETRICO				
N° curva [cad]	Cerchio		Dir.	Rettilineo [m]
	Raggio [m]	L. circ. [m]		
				82,08
1	1000	46,43	Sx	
				59,92
2	900	79,79	Dx	
				98,85
3	1500	113,05	Sx	
				41,14
4	900	24,63	Dx	
				74,37

Le pendenze trasversali del manto d'usura sono del 2,5% in rettilineo e rimangono comunque contenute entro il 4,4% massimo nelle curve a raggio costante.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RO-IR12-0X-001-A02.DOCX Relazione tecnica stradale
	Foglio 12 di 27

### 5.3. Andamento altimetrico

Altimetricamente le livellette delle due rampe del sovrappasso sono state costruite con pendenza del 6% (minore del limite max del 7% indicato dal DM 05/11/2001 per strade tipo C), ottenendo un raccordo verticale convesso di 1370 m. e raccordi verticali concavi rispettivamente di 1310 m e 1255 m.

IR12 - IR13					
ANDAMENTO ALTIMETRICO					
Livellotta	L [m]	Disl. [m]	i [%]	Raccordo	R. verticale [m]
1	137,07	0,996	0,726		
				concavo	1255
2	196,00	11,798	6,0000		
				convesso	1370
3	213,07	-12,784	-6,0000		
				concavo	1255
4	73,49	-0,491	-0,668		

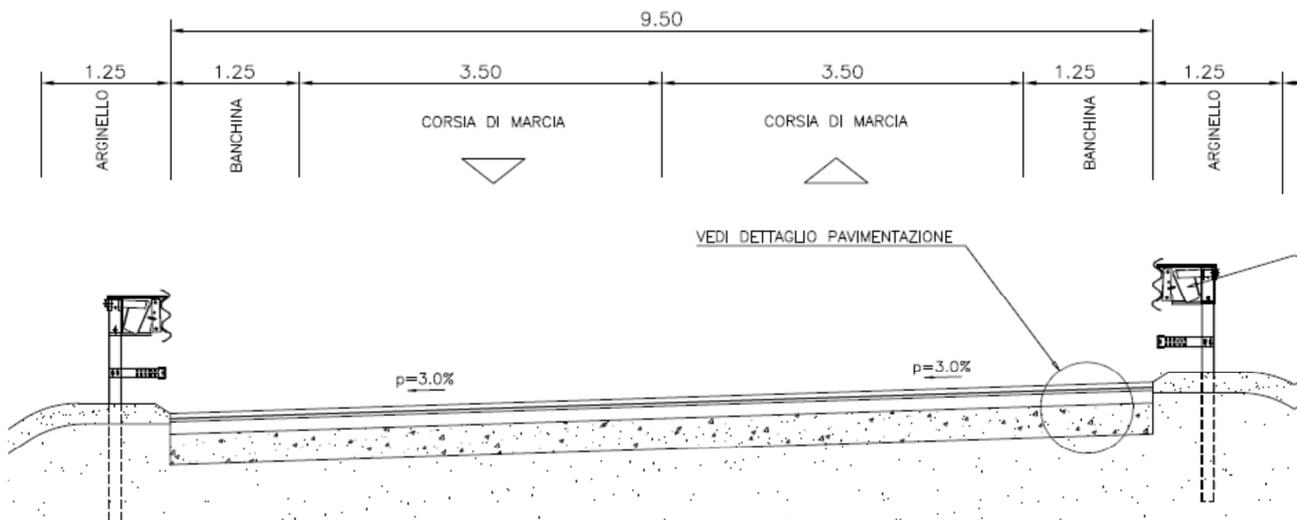
GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-04-E-CV-RO-IR12-0X-001-A02.DOCX Relazione tecnica stradale	Foglio 13 di 27

#### 5.4. SEZIONE STRADALE TIPO

Le sezioni di tipo stradale che verranno associate ai tipi di strada nei paragrafi a seguire fanno riferimento, ad eccezione delle strade secondarie di tipologia agricola, al Decreto (D.M. 05.11.2001), il quale Decreto stabilisce quale sia l'organizzazione geometrica e funzionale della piattaforma stradale e dei suoi margini.

Per la geometrizzazione delle rampe IR12 ed IR13 la larghezza della sezione è composta da unica carreggiata costituita da due corsie da 3,50 m con banchine di larghezza pari a 1,25 m per una larghezza complessiva di 9,50 m assimilabile alla tipo C extraurbana secondaria secondo il DM 2001.

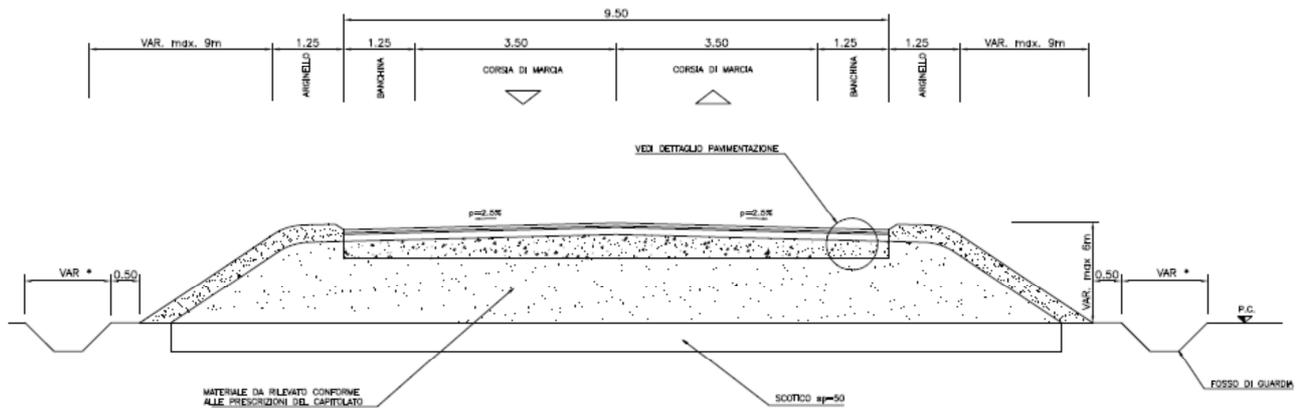
Lungo il tracciato sono presenti tre diverse sezioni in funzione delle opere di sostegno del corpo del rilevato.



Le caratteristiche della piattaforma stradale:

- Carreggiata, 2 corsie (una per senso di marcia) L = 9,50 m;
- Corsia, L = 3,50 m;
- Banchina, L = 1,25 m;
- Arginello, L = 1,25 m;
- Pendenza trasversale in rettifilo, 2,5% a doppia falda;
- Pendenza trasversale massima in curva, 4.41%;

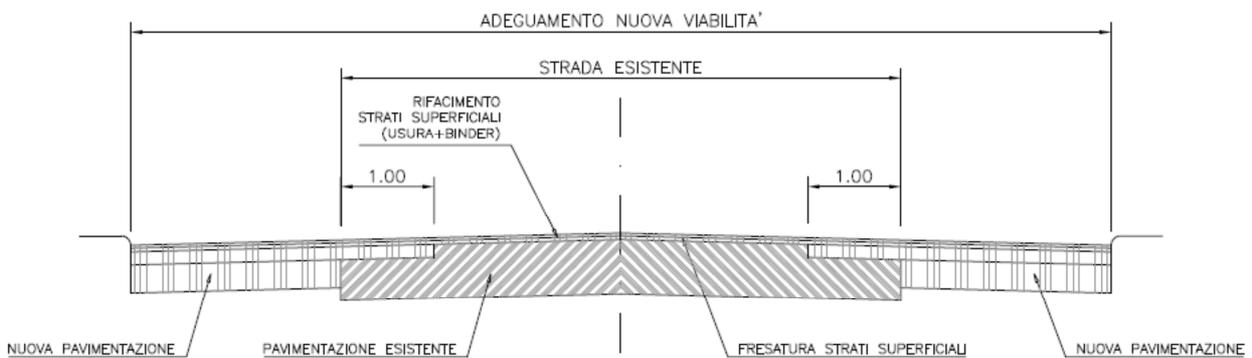
## Margine in rilevato



Le caratteristiche della sezione stradale in rilevato sono le seguenti:

- Scotico, sp = 50 cm;
- Inerbimento con terreno vegetale, Sp = 30 cm;
- Fosso di guardia al piede del rilevato, dimensione variabile a 50 cm dal piede.

## Adeguamento in sede nuova viabilità – viabilità esistente



Le schema dell'adeguamento della strada esistente prevede:

- Fresatura Strati superficiali;
- Rifacimento strati superficiali (usura e binder);
- Rifacimento del pacchetto di pavimentazione al bordo della sede esistente per una larghezza di 1 m ambo i lati (usura, binder, base);
- Realizzazione della nuova pavimentazione per la larghezza all'adeguamento.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-04-E-CV-RO-IR12-0X-001-A02.DOCX Relazione tecnica stradale	Foglio 15 di 27

### Sezione lato ovest fra muri in curva

Lato ovest la rampa IR12, in approccio al viadotto di scavalco IV19 presenta muri in terra armata a tutta altezza in destra ed in sinistra oltre ad un muro di pulizia sempre sulla destra prima del muro in terra armata al fine di garantire sia la protezione degli edifici adiacenti che della viabilità locale limitrofa.

Essendo la rampa un adeguamento di quanto già esistente parte del rilevato esistente viene mantenuto.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici ed alle relazioni specialistiche.

### Sezione lato Est con banca e muro di sostegno in curva

Lato ovest la rampa IR13, in approccio al viadotto di scavalco IV19 presenta in sinistra (direzione Tortona) un muro in terra armata di sottoscarpa, necessario a causa della presenza di un edificio che non consente di realizzare il rilevato con banca come per il lato destro.

Del rilevato esistente viene mantenuta solo una parte, la gradonatura avrà altezza pari a 0,50 m e larghezza variabile.

Lato muro, alla fine della scarpata, è stata prevista canaletta in CLS per la raccolta delle acque recapitate dagli embrici prefabbricati dimensionati con passo ogni 20 m in quanto la pendenza trasversale è circa al 3% ad unica falda verso il versante sinistro.

In destra, dove il rilevato presenta una banca di altezza pari a 6,00 m, è previsto fosso di guardua al piede del rilevato per raccogliere l'acqua recapitata dagli embrici.

La banca è stata dimensionata con larghezza pari a 2,00 m.

In quanto il progetto della rampa IR13 ricalca l'opera esistente, parte del corpo del rilevato viene riutilizzata.

Vengono quindi previste le seguenti lavorazioni:

- Scarifica strati bitumati esistenti, h = 10 cm;
- Demolizione cassonetto esistente, h = 40 cm;
- Rimozione terreno vegetale esistente, sp = 30 cm;
- Rimozione di parte del rilevato esistente;
- Gradonatura delle scarpate del rilevato esistente, h = 50 cm, L = var., P = 2%;
- Scotico in presenza di bonifica, sp = 20 cm;
- Bonifica, sp = 30 cm;
- Fosso di guardia al piede del rilevato, dimensione variabile a 50 cm dal piede.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RO-IR12-0X-001-A02.DOCX Relazione tecnica stradale
	Foglio 16 di 27

## 6. VERIFICHE PLANIMETRICHE E ALTIMETRICHE

Seguono nella prima parte le verifiche planimetriche ed altimetriche per gli elementi costituenti il tracciato e nella seconda parte la verifica sugli allargamenti per visibilità ed iscrizione in curva dei veicoli e il diagramma di velocità.

### 6.1. VERIFICA ELEMENTI PLANIMETRICI

In quanto il progetto del PD è in deroga al DM 2001 il tracciato non presenta curve di transizione (clotoidi) tra i rettili e le curve circolari.

Tale soluzione progettuale viene confermata nel seguente progetto esecutivo quindi nell'ambito delle verifiche planimetriche non vengono svolte le verifiche dei parametri delle clotoidi.

E' stata verificata la relazione di combinazione della pendenza trasversale con quella longitudinale:

$$J = \sqrt{i_l^2 + i_c^2} < 12 \text{ per strade tipo C2 extraurbana secondaria}$$

dove

$i_l$  = pendenza longitudinale

$i_c$  = pendenza trasversale

VERIFICA GEODETICA				
Pendenza gedetica minore del 12% per strade tipo C2 extraurbane secondarie			$J = \sqrt{i_l^2 + i_c^2}$	
CURVA	$i_l$ [%]	$i_c$ [%]	J	J < 12
1	0,726	-2,5	2,603282	VERIFICATO
2	0,726	4,12	4,183477	VERIFICATO
3	6	4,41	7,446348	VERIFICATO
4	-6	3,18	6,790611	VERIFICATO

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-04-E-CV-RO-IR12-0X-001-A02.DOCX Relazione tecnica stradale		Foglio 17 di 27

## 6.2. VERIFICHE E DISTANZE DI VISIBILITA' ASSE PRINCIPALE

Per la sicurezza della circolazione condizione inderogabile è l'esistenza di opportune visuali libere.

Lungo i tracciati la distanza della visuale libera è stata confrontata con la distanza di visibilità per l'arresto (con  $h_1=1.10\text{m}$  ed  $h_2=0.10\text{m}$ ).

Nell'esecuzione delle verifiche il veicolo è stato considerato situato sull'asse della corsia di marcia lenta.

VERIFICA DEI VINCOLI ALTIMETRICI					
VERTICE			V2	V3	V4
V	Velocità di progetto	Km/h	50	50	50
R	Raggio altimetrico	m	-1255	1370	-1255
P1	Pendenza longitudinale dietro	%	-6	6	-6
P2	Pendenza longitudinale avanti	%	-0,726	-6	-0,668
i	Pendenza media o di verifica	%	-3,363	0,000	-3,334
delta i	Differenza di pendenza	%	6,7260	12,00	6,67
h	Altezza centro fari	m	0,5	0,5	0,5
	Fascio luminoso	deg	1	1	1
h1	Altezza occhio conducente	m	1,1	1,1	1,1
h2	Altezza dell'ostacolo	m	0,1	0,1	0,1
L	Sviluppo curva	m	66,05	164,10	66,79
D	Distanza di visibilità da verificare	m	56,313	54,43	56,30
	Tipo di raggio		CONCAVO	CONVESSO	CONCAVO
R	Raggio altimetrico minimo	m	1069,315	794,998	1068,864
		VERIFICA	VERIFICATO	VERIFICATO	VERIFICATO

### Verifica delle distanza di arresto

CURVA 1		
Raggio planimetrico	m	1000
Pendenza longitudinale massima	%	0,726
Velocità di prog. Da diagramma di velocità	Km/h	63,3
DISTANZA DI VISIBILITA' PER L'ARRESTO		
Disponibile	m	160
Ammissibile	m	83
Verifica		VERIFICATO

CURVA 2		
Raggio planimetrico	m	900
Pendenza longitudinale massima	%	6
Velocità di prog. Da diagramma di velocità	Km/h	50
DISTANZA DI VISIBILITA' PER L'ARRESTO		
Disponibile	m	180
Ammissibile	m	54,4
Verifica		VERIFICATO

CURVA 3		
Raggio planimetrico	m	1500
Pendenza longitudinale massima	%	-6
Velocità di prog. Da diagramma di velocità	Km/h	50
DISTANZA DI VISIBILITA' PER L'ARRESTO		
Disponibile	m	160
Ammissibile	m	54,44
Verifica		VERIFICATO

CURVA 4		
Raggio planimetrico	m	900
Pendenza longitudinale massima	%	-6
Velocità di prog. Da diagramma di velocità	Km/h	51
DISTANZA DI VISIBILITA' PER L'ARRESTO		
Disponibile	m	89,462
Ammissibile	m	54,455
Verifica		VERIFICATO

### 6.3. ALLARGAMENTI PER ISCRIVIBILITÀ IN CURVA

Il DM 2001 allo scopo di consentire la sicura iscrizione dei veicoli nei tratti curvilinei del tracciato, conservando i necessari franchi fra la sagoma limite dei veicoli ed i margini delle corsie, impone la valutazione di quanto la sezione carrabile debba essere allargata (quantità E) in funzione del raggio di curvatura.

La relazione dettata dalla Norma è la seguente:

$$E = \frac{K}{R} \quad [m]$$

Dove:

K = 45

R = raggio esterno (in m) della corsia

Se l'allargamento E, così calcolato, è inferiore a 20 cm. la corsia conserva la larghezza del rettilineo.

ALLARGAMENTI IN CURVA				
ISCRIVIBILITA' VEICOLI				VERIFICA
CURVA	K	R	E	E < 20 cm
1	45	1000	0,045	VERIFICATO
2	45	900	0,05	VERIFICATO
3	45	1500	0,03	VERIFICATO
4	45	900	0,05	VERIFICATO

Dalla verifica effettuata sui raggi planimetrici risulta che non è necessario prevedere l'allargamento per l'iscrivibilità dei veicoli.

### 6.4. DIAGRAMMI DI VELOCITA' E VISIBILITA'

Dall'analisi dei diagrammi di velocità e di visibilità non risulta necessario prevedere l'allargamento per nessuno degli elementi circolari della strada di progetto.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RO-IR12-0X-001-A02.DOCX Relazione tecnica stradale
	Foglio 19 di 27

## 7. PAVIMENTAZIONE STRADALE

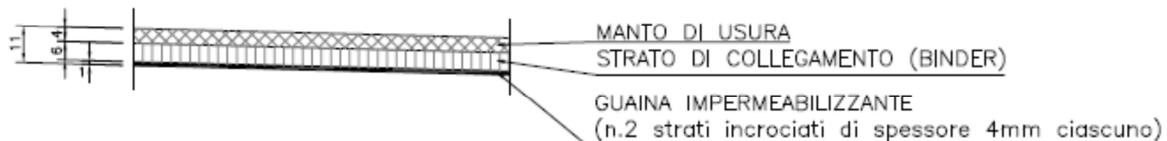
La pavimentazione per le rampe IR12 e IR13 ha un'altezza complessiva del pacchetto di 48 cm, composta dall'alto verso il basso come segue:

- Manto di usura - 4 cm
- Strato di collegamento (binder) - 6 cm
- Strato di base – conglomerato bituminoso – 23 cm
- Strato di fondazione – misto stabilizzato e legante naturale – 15 cm



La pavimentazione per il cavalcaferrovia IV16 ha un'altezza complessiva del pacchetto di 11 cm, composta dall'alto verso il basso come segue:

- Strato di usura - 4 cm
- Strato di collegamento (binder) - 6 cm
- Guaina impermeabilizzante - n. 2 strati incrociati di spessore 4 mm ciascuno



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RO-IR12-0X-001-A02.DOCX Relazione tecnica stradale
	Foglio 20 di 27

## 8. FASI DI CANTIERE – PERCORSO ALTERNATIVO

Durante le attività di cantiere il traffico verrà deviato deviazione provvisoria, realizzata a destra del cavalcaferrovia esistente (direzione Tortona).

Tale deviazione avrà uno sviluppo di circa 760 m con sezione trasversale di larghezza pari a 9 m suddivisa come segue:

- 2 corsie (una per senso di marcia) L=3,50 m;
- Banchine esterne L=1,00 m;
- Pendenza trasversale 2,50%;

Terminate le attività di realizzazione del cavalcaferrovia e delle relative rampe, l'opera verrà messa in esercizio ed il traffico verrà spostato su di essa.

## 9. BARRIERE STRADALI E DISPOSITIVI DI SICUREZZA

Le barriere di sicurezza adottate lungo il tracciato della strada prevedono, come da normativa vigente, per i tratti in rilevato guard-rail di classe H2 bordo rilevato e per il sovrappasso ferroviario barriere guard-rail di classe H4 bordo ponte. Su ambedue i bordi della carreggiata e su entrambe le rampe, in approccio al cavalcaferrovia saranno posate barriere classe H3 bordo rilevato che garantiscono un corretto raccordo tra le bordo ponte e le bordo rilevato H2 garantendo nel contempo un livello di contenimento adeguato in un tratto di rilevato molto prossimo al cavalcaferrovia.

Per la scelta del tipo di barriera si è fatto riferimento al DM 21-04-2004, vedi tabella a seguire.

Tabella A - Barriere longitudinali (D.M. 21/04/2004)

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

Per maggiori dettagli sulla collocazione dei dispositivi di sicurezza si rimanda agli elaborati grafici.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RO-IR12-0X-001-A02.DOCX Relazione tecnica stradale
	Foglio 21 di 27

## 9.1. 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:

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

Gli elaborati grafici allegati sono stati redatti conformemente a quanto previsto nell'art.78 del regolamento per quanto riguarda le colorazioni della segnaletica verticale e negli art. 79, l'80 e l'81 relativamente invece alla visibilità, alle loro dimensioni e formati ed installazione. Si rammenta infine che tutti i segnali installati debbono essere realizzati da imprese autorizzate alla costruzione di segnaletica stradale verticale ai sensi dell'articolo 45, comma 8, del D.Lgs. 30 aprile 1992, n° 285 e che i livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti siano determinati nel rispetto del disciplinare tecnico emanato con il D.M. 31 marzo 1995, n° 1584. Dette pellicole dovranno risultare prodotte da aziende in possesso di un sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI/EN 29.000.

## 9.2. 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 zebra e tutti i simboli sulla pavimentazione in genere. Lo scopo della segnaletica orizzontale è di fornire una guida ottica del tracciato, è realizzata con materiali con formulazioni e tipologie applicative diverse, 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*

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-04-E-CV-RO-IR12-0X-001-A02.DOCX Relazione tecnica stradale
	Foglio 22 di 27

*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 il tracciato di progetto, secondo l'art.138 del Regolamento la larghezza minima delle strisce longitudinali è di 15 cm.

Il regolamento suddivide le strisce longitudinali in:

- a) strisce di separazione dei sensi di marcia;
- b) strisce di corsia;
- c) strisce di margine della carreggiata;
- d) strisce di raccordo;
- e) strisce di guida sulle intersezioni.

Le strisce longitudinali possono essere continue o discontinue; le lunghezze dei tratti e degli intervalli delle strisce discontinue, nei rettilinei, sono stabilite nella seguente tabella.

Tipo di striscia	Tratto m	Intervallo m	Ambito di applicazione
a	4,5	7,5	Per separazione dei sensi di marcia e delle corsie di marcia nei tratti con velocità di progetto superiore a 110 km/h
b	3,0	4,5	Per separazione dei sensi di marcia e delle corsie di marcia nei tratti con velocità di progetto tra 50 e 110 km/h
c	3,0	3,0	Per separazione dei sensi di marcia e delle corsie di marcia nei tratti con velocità non superiore a 50 km/h o in galleria
d	4,5	1,5	Per strisce di preavviso dello approssimarsi di una striscia continua
e	3,0	3,0	Per delimitare le corsie di accelerazione e decelerazione
f	1,0	1,0	Per strisce di margine, per interruzione di linee continue in corrispondenza di accessi laterali o di passi carrabili
g	1,0	1,5	Per strisce di guida sulle intersezioni
h	4,5	3	Per strisce di separazione delle corsie reversibili

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.

Per maggiori dettagli e per un quadro esplicativo dell'ubicazione e del tipo di segnaletica (orizzontale e verticale) si rimanda agli elaborati specifici di progetto.



## 10. TABULATI DI TRACCIAMENTO

### 10.1. TABULATO DI TRACCIAMENTO PLANIMETRICO

Rettifilo	inizio = 0+000.000 Est: = 48411.634 Nord = 199956.823 Lungh = 87.737 Azimut inizio 1.4254
Curva circolare	inizio= 0+087.737 Est= 48499.348 Nord= 199958.788 Azimut inizio 2.6964  Raggio= 1000.000 Lunghezza= 42.355  Fine= 0+130.092 Est = 48499.348 Nord= 199958.788 Azimut fine 4.1218  Est centro= 48520.524 Nord centro= 199959.262
Rettifilo	inizio = 0+130.092 Est: = 48603.532 Nord = 199964.644 Lungh = 62.002 Azimut inizio 4.1218
Curva circolare	inizio= 0+192.094 Est: = 48603.532 Nord = 199964.644 Azimut inizio 4.1218  Raggio= 900.000 Lunghezza= 76.118  Fine= 0+268.229 Est = 48679.608 Nord= 199966.352 Azimut fine 398.7376  Est centro= 48641.534 Nord centro= 199967.107
Rettifilo	inizio = 0+268.229 Est = 48679.608 Nord= 199966.352 Lungh = 98.849 Azimut inizio 398.7376

PI -Vertice Polig. Interna-

Progressiva= 4+23,627  
 Est= 48834,976  
 Nord= 199963,271

I\_Cu -Curva-

Progressiva= 3+67,077  
 Est= 48778,437  
 Nord= 199964,392  
 Azimut Inizio: 1,591  
 Lunghezza= 113,047  
 Raggio= 1500  
 Angolo deviazione= 0,075 Sinistra  
 Est centro= 48808,181  
 Nord centro= 201464,097

I\_Re -Rettifilo-

Progressiva Inizio= 4+80,124  
 Est= 48891,439  
 Nord= 199966,41  
 Lunghezza= 41,14  
 Azimut inizio= 1,515

PI -Vertice Polig. Interna-

Progressiva= 5+33,580  
 Est= 48944,813  
 Nord= 199969,377

I\_Cu -Curva-

Progressiva= 5+21,264  
 Est= 48932,516  
 Nord= 199968,693  
 Azimut Inizio: 1,515  
 Lunghezza= 24,63  
 Raggio= 900  
 Angolo deviazione= 0,027 Destra  
 Est centro= 48982,471  
 Nord centro= 199070,081

I\_Re -Rettifilo-

Progressiva Inizio= 5+45,895  
 Est= 48957,124  
 Nord= 199969,724  
 Lunghezza= 74,367  
 Azimut inizio= 1,543

6+20,262

199971,818 49031,462

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-04-E-CV-RO-IR12-0X-001-A02.DOCX Relazione tecnica stradale
	Foglio 26 di 27

## 10.2. TABULATO DI TRACCIAMENTO ALTIMETRICO

Tracciato Planimetrico: IV19_plan		Progressiva	Quota	Easting	Northing
<b>Descrizione:</b>					
<b>Stile Tracciato Planimetrico:</b> Default					
Tracciamento Verticale: IV19_altim					
<b>Descrizione:</b>					
<b>Stile Tracciato Verticale:</b> Default					
Elemento: Pendenza					
	PVC	0+00.000	117.900	48.411.644	199.956.323
	Pendenza Tangenti:	0+95.993	118.140	48.411.644	199.956.323
	Lunghezza Tangenti:	0.003			
		95.993			
Elemento: Circolare					
	PVC	0+95.993	118.140	48.507.611	199.958.569
		1+32.039	118.230	48.507.611	199.958.569
	PVCC	0+92.855	1.373.136	48.507.611	199.958.569
	PVT	1+68.020	120.389	48.507.611	199.958.569
	R:	-1.255.000			
	Lunghezza:	72.027			
	Pendenza Ingresso:	0.003			
	Pendenza Uscita:	0.060			
Elemento: Pendenza					
	PVT	1+68.020	120.389	48.579.498	199.962.994
	PVC	2+51.653	125.407	48.579.498	199.962.994
	Pendenza Tangenti:	0.060			
	Lunghezza Tangenti:	83.633			
Elemento: Circolare					
	PVC	2+51.653	125.407	48.663.034	199.966.528
		3+33.706	130.330	48.663.034	199.966.528
	PVCC	3+33.706	-1.242.134	48.663.034	199.966.528
	PVT	4+15.758	125.407	48.663.034	199.966.528
	High	3+33.706	127.866	48.663.034	199.966.528
	R:	1.370.000			
	Lunghezza:	164.105			
	Pendenza Ingresso:	0.060			
	Pendenza Uscita:	-0.060			
Elemento: Pendenza					
	PVT	4+15.758	125.407	48.827.115	199.964.217
	PVC	4+80.227	121.539	48.827.115	199.964.217
	Pendenza Tangenti:	-0.060			
	Lunghezza Tangenti:	64.469			



## Elemento: Circolare

PVC	4+80.227	121.539	48.891.542	199.966.416
	5+46.699	117.550	48.891.542	199.966.416
PVCC	6+29.958	2.617.051	48.891.542	199.966.416
PVT	6+13.289	117.106	48.891.542	199.966.416
R:	-2.500.000			
Lunghezza:	133.062			
Pendenza Ingresso:	-0.060			
Pendenza Uscita:	-0.007			

## Elemento: Pendenza

PVT	6+13.289	117.106	49.024.487	199.971.769
	6+20.260	117.060	49.024.487	199.971.769
Pendenza Tangenti:	-0.007			
Lunghezza Tangenti:	6.971			