

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 DEFINITIVO**

**VAR0018 - Variante per la modifica del Piano Ferro del Bivio Fegino e
Rilocalizzazione FA91
Zona Fegino
Viabilità di accesso al piano a raso
Relazione descrittiva**

GENERAL CONTRACTOR	ITALFERR S.p.A.
Consorzio Cociv Ing. N. Meistro	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
A 3 0 1	0 1	D	C V	R G	I N 1 F 0 X	0 0 2	A

Progettazione :								IL PROGETTISTA
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	
A00	Prima emissione	COCIV	29/11/2017	COCIV	29/11/2017	A.Mancarella	29/11/2017	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

n. Elab.:	File: A301-01-D-CV-RG-IN1F-0X-002-A00
-----------	---------------------------------------

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">A301-01-D-CV-RG-IN1F-0X-002-A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 3 di 23</p>

INDICE GENERALE

1	PREMESSE	4
1.1	Scopo e funzionalità dell'intervento.....	4
1.2	Rispondenza al progetto definitivo.	4
1.3	Ottemperanza alle prescrizioni CIPE (delibera del 29/03/06).	4
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	6
2.1	Normativa stradale.....	6
2.2	Normativa sismica	7
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO.....	9
3.1	Dati di base.....	9
3.2	Caratterizzazione geotecnica.....	9
4	PROGETTO STRADALE.....	11
4.1	CRITERIO DI VERIFICA.....	16
4.2	Numero dei passaggi previsti, termine N8,2t	18

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	A301-01-D-CV-RG-IN1F-0X-002-A00 Foglio 4 di 23

1 PREMESSE

1.1 Scopo e funzionalità dell'intervento.

La presente relazione illustra la progettazione esecutiva delle opere previste per la viabilità di accesso al piano raso in zona Fegino in comune di Genova, predisposta alla realizzazione di una tratta del terzo valico ferroviario dei Giovi.

Il progetto prevede la realizzazione di una nuova strada che collega il piano a raso posto in corrispondenza delle opere di linea (WBS TR11) in continuità alla viabilità da realizzare per l'accesso all'imbocco Fegino COL2 (WBS NVVA1 e NVVA2) proveniente dalla via Castel Morrone, e l'area di triage ubicata sul lato ovest dell'intervento di linea.

Lo sviluppo del tracciato facente parte della WBS IN1F è pari a 225.01 m da pk 0+0406.21 in corrispondenza del termine intervento della WBS NVVA-2 e sino alla pk 0+631.22.

Infine, per quanto riguarda l'inquadramento idraulico si rimanda alla relazione idraulica specifica.

1.2 Rispondenza al progetto definitivo.

La progettazione esecutiva in esame non presenta varianti sostanziali del tracciato stradale rispetto al progetto definitivo, del quale ne mantiene inalterate sia le caratteristiche piano – altimetriche che quelle tipologico / strutturali.

1.3 Ottemperanza alle prescrizioni CIPE (delibera del 29/03/06).

Si evidenziano di seguito le prescrizioni / raccomandazioni relative alla wbs in esame riportate nella suddetta delibera, che riguardano unicamente gli aspetti idraulici :

Parte 1^ - Prescrizioni – 1 – Viabilità – paragrafo i) :

In ambito di progetto esecutivo si raccomanda un approfondimento circa le opere di raccolta e smaltimento delle acque, specialmente mediante una realizzazione o miglioria delle cunette poste a monte della carreggiata, sia nella zona ove sono previsti allargamenti, sia in quella ove le sezioni attuali sono ritenute idonee, in linea con i tempi e i costi previsti.

In merito alla prescrizione suindicata il progetto in esame ottempera ad essa attraverso l'adozione di cunette opportunamente dimensionate.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	A301-01-D-CV-RG-IN1F-0X-002-A00 <div style="float: right;">Foglio 5 di 23</div>

Parte 1^ - Prescrizioni – 6 – Integrazioni progettuali – Viabilità - paragrafo b) :

Il soggetto aggiudicatore dovrà approfondire gli aspetti riguardanti lo smaltimento delle acque di piattaforma stradale con particolare riguardo agli aspetti relativi alla transitabilità delle cunette al fine di migliorare la sicurezza del traffico.

La sicurezza del traffico è garantita dalle dimensioni delle corsie e banchine laterali componenti la piattaforma stradale adottata.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-01-D-CV-RG-IN1F-0X-002-A00 Foglio 6 di 23

2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Trattandosi di una strada di accesso ad un'area di triage, con traffico di tipo discontinuo, nonché pista di cantiere come accesso al piazzale WBS COL2/CA14, essa risulta essere ubicata in luoghi le cui condizioni morfologiche sono definite "difficili" e pertanto non è applicabile il decreto 5 novembre 2001(strada a destinazione particolare).

2.1 Normativa stradale

Nella seguente tabella è illustrata la normativa cui si riferisce la progettazione in esame.

	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	Ed. PIROLA-Milano 1965	Strade e autostrade - (legge n. 1248 del 20/03/1965) legge sulle opere pubbliche
5	DM del 04/05/90	Aggiornamento delle Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali
6	Istruzioni FS 44/a del 11/11/96	Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo di cavalcavia e passerelle pedonali sovrastanti la sede ferroviaria.
7	D.M. LL.PP. 30/11/1999	Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili
8	C.N.R. B.V. n° 150 (15/12/1992)	Norme sull'arredo funzionale dell'arredo urbano.
9	DM n. 223 del 18/02/1992	Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza
10	DM LL.PP. del 03/06/98	Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione, e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione.
11	D.M. LL.PP. 11/06/1999	Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza"
12	D.M. LL.PP. 05/11/2001	Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade
13	D.M. LL.PP. 19/04/2006	Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali

		CODICE STRADALE E DISPOSIZIONI CORRETTIVE
13	D. L.vo n. 285 del 30/04/1992	Nuovo codice della strada
14	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.)
15	DPR n. 147 26/04/1993	Regolamento recante modificazioni ed integrazioni agli art. 26 e 28 del DPR 16/12/1992, n. 495 (regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada)
16	DL n. 360 17/09/1993	Disposizioni correttive e integrative del codice della strada, approvato con decreto legislativo 30/04/1992, n. 285
17	DPR n. 610 16/09/1996	Regolamento recante modifiche al DPR 16/12/1992 n. 495, concernente il regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada

2.2 Normativa sismica

L'area oggetto di studio, come mostrato in Figura 1, è classificata appartenente alla zona sismica n.4 della nuova normativa sismica entrata in vigore con la pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003.

In particolare per l'area di interesse è riportata in Figura 2 la mappa di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazioni massima del suolo.

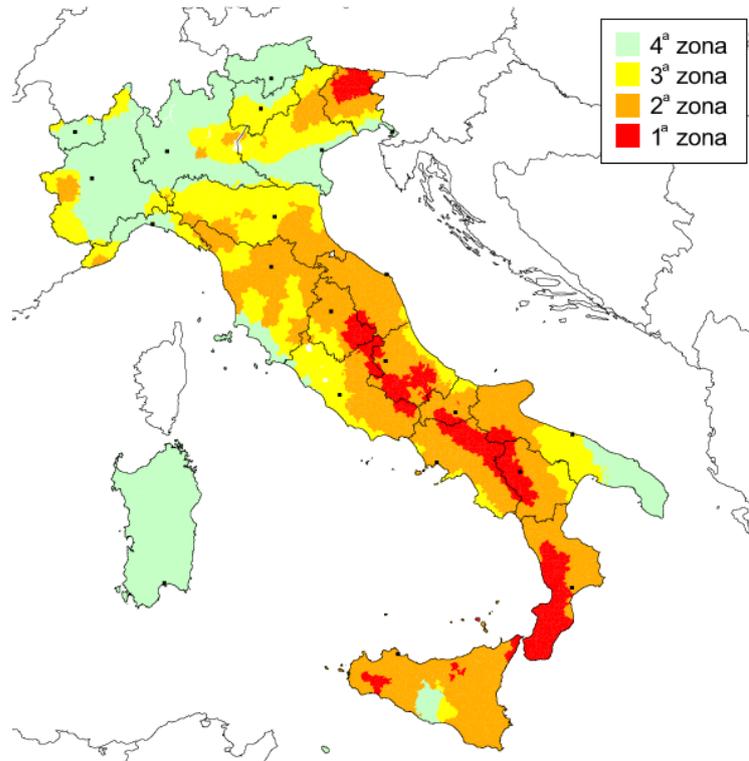


Figura 1 - Mappa della zonazione sismica nazionale (OM 3274).

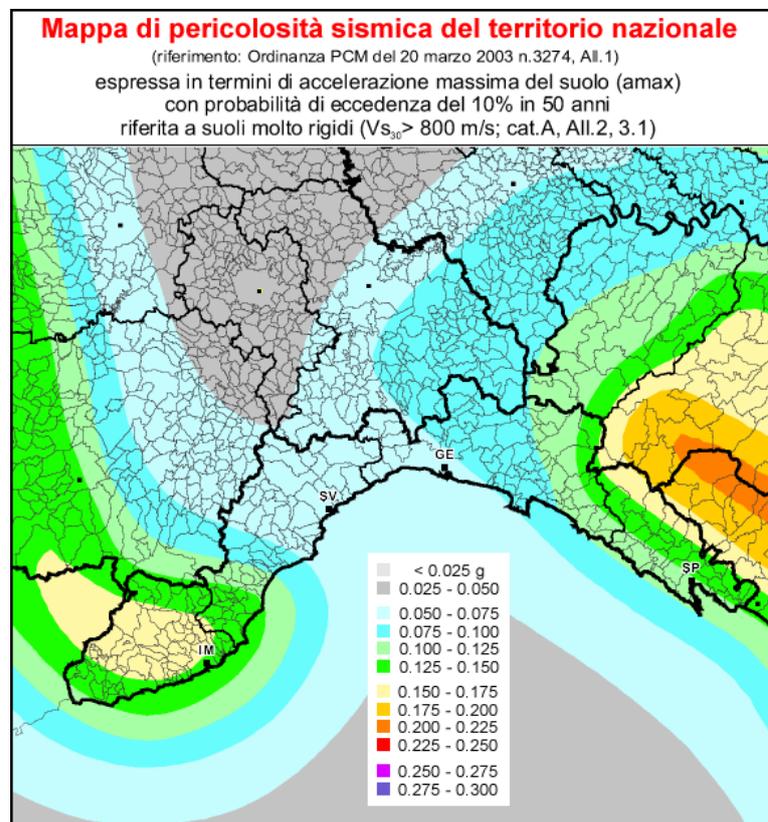


Figura 2 - Zonazione sismica di dettaglio.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO

3.1 Dati di base

I dati stratigrafici e geotecnici considerati per le successive analisi sono stati desunti dalle seguenti campagne di indagine condotte nell'area:

- ✓ Rilievo geofisico sismico topografico. Tale campagna ha evidenziato una prima fascia di materiale detritico molto allentato fino ad una profondità di 10 ÷ 12 m, caratterizzata da basse velocità delle onde di compressione ($V_p < 2$ km/s). A tale coltre probabilmente in parte detritica ed in parte anche lapidea assai degradata, segue un altro orizzonte di materiale lapideo molto alterato e fratturato per almeno 3 ÷ 6 m di spessore ($V_p = 2-3$ km/s) e successivamente materiale lapideo più consistente fino alle maggiori profondità indagate, appartenenti entrambi alla formazione delle Argilliti a Palombini.
- ✓ Esecuzione di n. 6 sondaggi a carotaggio continuo fino a profondità variabili da 30 a 60 m da p.c. corredati di prove penetrometriche dinamiche S.P.T.
- ✓ Le prove S.P.T. hanno fornito gli intervalli di valori riportati in Tabella 1:

Prove	Formazione LA	Formazione GaP	Formazione aP1	Formazione aP2
N _{SPT} (colpi/30cm)	4 ÷ 45	11 ÷ 63	35 ÷ 70	-

Tabella 1 Riepilogo risultati prove penetrometriche dinamiche.

3.2 Caratterizzazione geotecnica

Le caratteristiche fisiche e meccaniche attribuite ai suddetti litotipi si basano sui risultati delle campagne di indagine a disposizione. In primo luogo si evidenzia che non è emersa evidenza di presenza di falda tale da interferire con il progetto.

I parametri geotecnici di progetto sono riportati nella seguente Tabella 2.

Parametri	Formazione	Formazione	Formazione	Formazione
	LA	GaP	aP1	aP2
Peso di volume γ (kN/m ³)	19	20	26	27
Densità relativa D_r (%)	27 ÷ 65	40 ÷ 85	-	-
Coesione drenata c' (kPa)	10	-	80	190 ÷ 270 (1)
Angolo di resistenza al taglio operativo ϕ' (°)	27.5	35	20	37.5 ÷ 41.5 (1)
Resistenza al taglio non drenata c_u (kPa)	50 (2)	-	-	-
Velocità delle onde di compressione V_p (m/s)	-	-	2000 ÷ 3000	4050
Velocità delle onde di taglio V_s (m/s)	95 ÷ 115	130 ÷ 215 (1)	-	-
Modulo di deformabilità dell'ammasso roccioso E_m (MPa)	-	-	850	2000
Modulo di taglio a piccole deformazioni G_0 per materiali granulari (MPa)	18 ÷ 35 (1)	35 ÷ 90 (1)	-	-
Modulo di Young a piccole deformazioni E_0 per materiali granulari (MPa)	-	85 ÷ 230 (1)	-	-
Modulo di Young drenato E' per terreni coesivi (kPa)	4500 ÷ 8000	-	-	-
Modulo di Young non drenato E_u per terreni coesivi (kPa)	15000 (3)	-	-	-
Coefficiente di consolidazione primaria C_v (cm ² /s) – Tratto OC (4)	1·10 ⁻² (4)	-	-	-
Coefficiente di consolidazione primaria C_v (cm ² /s) – Tratto NC (4)	4.5·10 ⁻³ (4)	-	-	-
Coefficiente di consolidazione secondaria c_{α} (%) - Tratto OC (5)	0.14 (5)	-	-	-
Coefficiente di consolidazione secondaria c_{α} (%) – Tratto NC (5)	0.5 (5)	-	-	-

- (1) Valore crescente con la profondità.
- (2) Valore ottenuto in base alla resistenza alla punta misurata dalle prove con pocket penetrometer e da vane test.
- (3) $E_u = 300 \cdot c_u$.
- (4) Valori ipotizzati in base alla descrizione stratigrafica.
- (5) Ricavabile dalla curva deformazione (ϵ) – tempo (t).

Tabella 2 Parametri geotecnici di progetto.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>A301-01-D-CV-RG-IN1F-0X-002-A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 11 di 23</p>

4 PROGETTO STRADALE

Il progetto prevede la realizzazione di una nuova piattaforma di larghezza pari a 7,00 m con due corsie da 2,75 m e due banchine in destra e sinistra ciascuna di larghezza pari a 0,75 m.

Il tracciato stradale ha inizio in corrispondenza del termine intervento denominato WBS NVVA-2 alla pk 0+406.21. Presenta un tracciato planimetrico con successione di rettili e curve planimetriche di raggio minimo pari a 20 m. Per i valori dei raggi e delle lunghezze degli elementi si rimanda al tabulato di tracciamento qui sotto riportato.

Il termine intervento corrisponde all'area di triage posta ad una quota altimetrica pari a 72.00 m s.l.m. di linea al quale si collega (wbs TR11); in questo tratto è presente l'accesso alla proprietà esistente che viene preservato sia attraverso opportuna sagomatura dei cigli stradali di progetto alla geometria della viabilità esistente, sia adeguandone la quota altimetrica al piano esistente.

Alla progressiva 0+475 circa la strada interseca il sottostante tombino scatolare di dimensioni 2,00x2,00 m.

Alla progressiva 0+560 è presente un tombino circolare diametro 500 mm in CAV atto allo smaltimento idraulico delle acque di piattaforma.

Tutto il tratto di strada in progetto è pavimentato con manto in conglomerati bituminosi. Per maggiori indicazioni si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

Dal punto di vista altimetrico, il tracciato presenta un andamento con livellette completamente in salita a pendenze rilevanti fatta eccezione del tratto iniziale che, per doversi collegare con la livelletta della WBS NVVA-2, presenta una pendenza in discesa del 1,49% . Il termine intervento (area triage e strada accesso privato) presenta una livelletta del 12 % raccordata con un minimo raccordo verticale di raggio 50 m.

Il tracciato planimetrico della strada è costituito dalla successione di rettili e curve circolari. Di seguito sono riportati i principali dati di progetto planimetrici e altimetrici

A protezione della viabilità è stato inserito una barriera di sicurezza, così come riportato nell'elaborato specifico, di tipo H1 bordo laterale, ed H2 con ancoraggio su piastra.

IN1F			
Dati generali sul tracciato IN1F-A			
Progressiva Iniziale (m): 406.210		Lunghezza (m) : 225.013	
Progressiva Finale (m) : 631.223			
Rettifilo 1 ProgI 406.210 - ProgF 414.724			
Coordinate P.to Iniziale X: 53114.247		Coordinate P.to Finale X: 53115.522	
Y: 150534.168		Y: 150525.750	
Lunghezza :	8.514	Azimuth :	278.61
Curva 2 Destra ProgI 414.724 - ProgF 425.547			
Coordinate vertice X: 53116.349		Coordinate I punto Tg X: 53115.522	
Coordinate vertice Y: 150520.289		Coordinate I punto Tg Y: 150525.750	
		Coordinate II punto Tg X: 53114.497	
		Coordinate II punto Tg Y: 150515.084	
Tangente Prim. 1:	5.524	TT1 Tangente 1:	5.524
Tangente Prim. 2:	5.524	TT2 Tangente 2:	5.524
Alfa Ang. al Vert.:	151.81	Numero Archi :	1
Arco ProgI 414.724 - ProgF 425.547			
Coordinate vertice X: 53116.349		Coordinate I punto Tg X: 53115.522	
Coordinate vertice Y: 150520.289		Coordinate I punto Tg Y: 150525.750	
Coordinate centro curva X: 53093.770		Coordinate II punto Tg X: 53114.497	
Coordinate centro curva Y: 150522.457		Coordinate II punto Tg Y: 150515.084	
Raggio :	22.000	Angolo al vertice :	28.10
Tangente :	5.524	Sviluppo :	10.824
Sagitta :	0.662	Corda :	10.715
Pt. (%) :	0.0		
Rettifilo 3 ProgI 425.547 - ProgF 455.615			
Coordinate P.to Iniziale X: 53114.497		Coordinate P.to Finale X: 53104.420	
Y: 150515.084		Y: 150486.755	
Lunghezza :	30.068	Azimuth :	250.42
Curva 4 Sinistra ProgI 455.615 - ProgF 459.141			
Coordinate vertice X: 53103.829		Coordinate I punto Tg X: 53104.420	
Coordinate vertice Y: 150485.094		Coordinate I punto Tg Y: 150486.755	
		Coordinate II punto Tg X: 53103.297	
		Coordinate II punto Tg Y: 150483.413	
Tangente Prim. 1:	1.763	TT1 Tangente 1:	1.763
Tangente Prim. 2:	1.763	TT2 Tangente 2:	1.763
Alfa Ang. al Vert.:	177.98	Numero Archi :	1
Arco ProgI 455.615 - ProgF 459.141			
Coordinate vertice X: 53103.829		Coordinate I punto Tg X: 53104.420	
Coordinate vertice Y: 150485.094		Coordinate I punto Tg Y: 150486.755	
Coordinate centro curva X: 53198.637		Coordinate II punto Tg X: 53103.297	
Coordinate centro curva Y: 150453.241		Coordinate II punto Tg Y: 150483.413	
Raggio :	100.000	Angolo al vertice :	2.02
Tangente :	1.763	Sviluppo :	3.526
Sagitta :	0.016	Corda :	3.526
Pt. (%) :	0.0		
Rettifilo 5 ProgI 459.141 - ProgF 470.812			
Coordinate P.to Iniziale X: 53103.297		Coordinate P.to Finale X: 53099.776	
Y: 150483.413		Y: 150472.286	
Lunghezza :	11.671	Azimuth :	252.44

IN1F			
Curva 6 Sinistra ProgI 470.812 - ProgF 492.459			
Coordinate vertice X:	53096.458	Coordinate I punto Tg X:	53099.776
Coordinate vertice Y:	150461.803	Coordinate I punto Tg Y:	150472.286
		Coordinate II punto Tg X:	53097.845
		Coordinate II punto Tg Y:	150450.895
Tangente Prim. 1:	10.996	TT1 Tangente 1:	10.996
Tangente Prim. 2:	10.996	TT2 Tangente 2:	10.996
Alfa Ang. al Vert.:	155.19	Numero Archi :	1
Arco ProgI 470.812 - ProgF 492.459			
Coordinate vertice X:	53096.458	Coordinate I punto Tg X:	53099.776
Coordinate vertice Y:	150461.803	Coordinate I punto Tg Y:	150472.286
Coordinate centro curva X:	53147.446	Coordinate II punto Tg X:	53097.845
Coordinate centro curva Y:	150457.200	Coordinate II punto Tg Y:	150450.895
Raggio :	50.000	Angolo al vertice :	24.81
Tangente :	10.996	Sviluppo :	21.647
Saetta :	1.167	Corda :	21.478
Pt (%) :	0.0		
Rettifilo 7 ProgI 492.459 - ProgF 533.849			
Coordinate P.to Iniziale X:	53097.845	Coordinate P.to Finale X:	53103.065
Coordinate P.to Iniziale Y:	150450.895	Coordinate P.to Finale Y:	150409.835
Lunghezza :	41.390	Azinut :	277.24
Curva 8 Destra ProgI 533.849 - ProgF 592.243			
Coordinate vertice X:	53125.703	Coordinate I punto Tg X:	53103.065
Coordinate vertice Y:	150231.750	Coordinate I punto Tg Y:	150409.835
		Coordinate II punto Tg X:	53064.425
		Coordinate II punto Tg Y:	150400.486
Tangente Prim. 1:	179.519	TT1 Tangente 1:	179.519
Tangente Prim. 2:	179.519	TT2 Tangente 2:	179.519
Alfa Ang. al Vert.:	12.71	Numero Archi :	1
Arco ProgI 533.849 - ProgF 592.243			
Coordinate vertice X:	53125.703	Coordinate I punto Tg X:	53103.065
Coordinate vertice Y:	150231.750	Coordinate I punto Tg Y:	150409.835
Coordinate centro curva X:	53083.224	Coordinate II punto Tg X:	53064.425
Coordinate centro curva Y:	150407.313	Coordinate II punto Tg Y:	150400.486
Raggio :	20.000	Angolo al vertice :	167.29
Tangente :	179.519	Sviluppo :	58.394
Saetta :	17.786	Corda :	39.754
Pt (%) :	0.0		
Rettifilo 9 ProgI 592.243 - ProgF 610.208			
Coordinate P.to Iniziale X:	53064.425	Coordinate P.to Finale X:	53058.293
Coordinate P.to Iniziale Y:	150400.486	Coordinate P.to Finale Y:	150417.373
Lunghezza :	17.965	Azinut :	109.96
Arco 10 Destra ProgI 610.208 - ProgF 631.223			
Coordinate vertice X:	53054.552	Coordinate I punto Tg X:	53058.293
Coordinate vertice Y:	150427.674	Coordinate I punto Tg Y:	150417.373
Coordinate centro curva X:	53086.491	Coordinate II punto Tg X:	53058.332
Coordinate centro curva Y:	150427.613	Coordinate II punto Tg Y:	150437.961
Raggio :	30.000	Angolo al vertice :	40.14
Tangente :	10.959	Sviluppo :	21.015
Saetta :	1.821	Corda :	20.588
Pt (%) :	2.5		

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-01-D-CV-RG-IN1F-0X-002-A00 Foglio 14 di 23

TABULATO ALTIMETRICO

Progressiva	Quota	Raggio	Tipo
380,00	51,03	0	Parabolico
402,86	52,75	300	Parabolico
439,33	52,21	55	Parabolico
473,85	55,31	500	Parabolico
498,95	57,34	300	Parabolico
558,86	63,93	500	Parabolico
626,13	72,00	50	Parabolico
631,22	72,00	0	Parabolico

VIABILITA' DI ACCESSO AL PIANO A RASO	
Categoria strada CNR	B
Larghezza piattaforma (corsie + banchine) in rettilo e in curva	7.00 m (0.75+2.75+2.75+0.75)
Lunghezza intervento	225.01 m
Raggio planimetrico minimo	20 m
Raggio altimetrico concavo minimo	50 m
Raggio altimetrico convesso minimo	55 m
Pendenza trasversale a doppia pendenza (in rettilo e in curva)	2,5%
Pendenza longitudinale massima	12,00 %
Intervallo velocità di progetto	40 Km/h < Vp

La sezione stradale prescelta, corrispondente al tipo "B", è costituita da un'unica carreggiata a due corsie percorribili con senso di marcia opposto.

La sezione pavimentata è costituita da:

- n°2 corsie di marcia da 2.75 m;
- banchine esterne di 0.75 m;
- elementi marginali arginelli di 1.00 m;
- elementi marginali cunette di 0.75 m;

La larghezza totale dell'area pavimentata risulta pari a 7.00 m.

Le dimensioni della carreggiata sono valide nei tratti di strada in rettilo e in curva poiché, considerata la tipologia di strada e il modesto flusso veicolare previsto, non si è ritenuto dovere eseguire allargamenti e sopraelevazioni in curva.

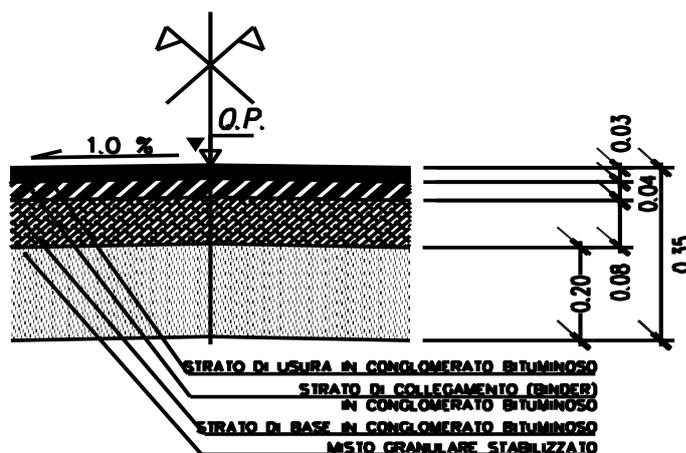
GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Foglio 15 di 23
A301-01-D-CV-RG-IN1F-0X-002-A00		

Le scarpate avranno pendenza al 3/2 e, la sovrastruttura stradale, il pacchetto di pavimentazione per l'asse principale risulta così costituito:

- Fondazione stradale in misto granulare stabilizzato $s=20.00$ cm;
- Strato di base in conglomerato bituminoso $s=8.00$ cm;
- Strato di collegamento (binder) $s=4.00$ cm;
- manto di usura $s=3.00$ cm;

per un totale di pacchetto di pavimentazione pari a 35 cm.

PARTICOLARE PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRADA TIPO "B" CNR



Ai fini della scelta delle barriere guardavia a tale infrastruttura è stato associato un tipo di traffico III sulla base di un TGM > 1000 veicoli annui nei due sensi di marcia e con percentuale superiore al 15% di veicoli eventi massa > 3,5 [tonn] essendo previsto il transito di mezzi di cantiere. Si applicano pertanto i seguenti coefficienti moltiplicativi:

1. Aliquota di distribuzione del traffico per senso di marcia: $pd = 0,50$
2. Numero giorni commerciali annui: $ggc = 250$
3. Percentuale di Veicoli commerciali: $p = 15\%$
4. Aliquota veicoli commerciali sulla corsia lenta: $pl = 1,00$
5. Coefficiente di dispersione delle traiettorie: $d = 0,80$

Il Numero di veicoli pesanti (commerciali) che transitano all'anno "zero" vale:

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-01-D-CV-RG-IN1F-0X-002-A00	Foglio 16 di 23

$$Nvc0a = TGM \times pd \times ggc \times pd \times p \times pl \times d = 150\,000 \text{ [veic. comm.]}$$

Ipotizzando i seguenti valori ai fini della proiezione futura del traffico stimato:

✓ Tasso d'incremento annuo di motorizzazione: $r = 1.5\%$

✓ Vita Utile: $n = 10$ [anni]

Il numero di veicoli pesanti (commerciali) che transitano durante la Vita Utile vale:

$$Nvc = Nvc0a \times [(1 + r)^n - 1] / r = 1\,605\,408 \text{ [veic. comm.]}$$

4.1 CRITERIO DI VERIFICA

Per la verifica del dimensionamento del pacchetto di pavimentazione è stato adottato il metodo AASHTO Interim Guide "modificato". È un metodo empirico-statistico basato sull'usura dovuta al traffico commerciale. Fondamentale è il confronto tra il Numero di passaggi di assi standard equivalenti da 8,2 [ton] sopportabili da una pavimentazione di assegnate caratteristiche, indicato con $W_{8,2t}$, ed il Numero di passaggi di assi standard equivalenti da 8,2 [ton] previsti nell'arco della Vita Utile della pavimentazione, indicato con $N_{8,2t}$. Affinché l'ipotizzato pacchetto di pavimentazione di progetto risulti essere in grado di mantenersi funzionale nell'arco della Vita Utile è necessario che sia verificata la condizione:

$$W_{8,2t} > N_{8,2t}$$

La metodologia di dimensionamento proposta dall'AASHTO Guide Design of Pavement Structures si basa sulla quantificazione della capacità strutturale della pavimentazione attraverso il Numero di Struttura (SN, Structural Number) e si fonda su 4 diversi fattori:

1. Traffico di progetto, *numero di passaggi sopportabili* ($W_{8,2t}$).
2. Grado di Affidabilità del procedimento di dimensionamento.
3. Caratteristiche degli strati, attraverso lo Structural Number (SN).
4. Decadimento limite ammissibile della sovrastruttura.

La relazione fondamentale di dimensionamento vede il termine $W_{8,2t}$ legato a vari parametri attraverso la seguente funzione di regressione:

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-01-D-CV-RG-IN1F-0X-002-A00	Foglio 17 di 23

$$\log(W_{8,2t}) = Z_r \cdot S_o + 9,36 \cdot \log((SN / 2,54) + 1) - 0,20 + \frac{\log\left(\frac{PSI_i - PSI_f}{4,2 - 1,5}\right)}{0,40 + \frac{1094}{((SN / 2,54) + 1)^{5,19}}} + 2,32 \cdot \log(Mr^*) - 3,056$$

Nello specifico i parametri suddetti risultano essere:

- ✓ Z_r = parametro tabellato in funzione dell' Affidabilità R(%) Reliability, a sua volta tabellata in funzione del tipo di strada [vedi classificazione secondo il D.M. 5/11/2001];
- ✓ S_o = parametro che assume valori compresi nell'intervallo [0.40 -- 0.50].

$$SN = a_1 \cdot s_1 + a_2 \cdot s_2 + a_3 \cdot s_3 + m_4 \cdot a_4 \cdot s_4$$

con:

SN [cm] *Structural Number* (oppure **Is** = Indice di spessore)

dove:

Si sono gli *spessori* [cm] ipotizzati per gli strati che compongono il pacchetto di pavimentazione, **ai** sono i *coefficienti strutturali* i cui valori (tabellati) dipendono dalle caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti i vari strati ed **m4** il *coefficiente di drenaggio* (valore 1.0 -- 3.0) degli strati "non legati";

PSI_i , **PSI_f** = *Indici di Servizio* (Present Serviceability Index), per quello Iniziale si assume un valore pari a 4.2 e per quello Finale si assume un valore pari a 2.5 oppure 3.0 a seconda se si tratti di strade a minore o maggiore importanza. [decadimento ammissibile della sovrastruttura]

Mr = *Modulo Resiliente* [MPa] del Sottofondo,

ottenuto dalla relazione **Mr** = 10 **CBR**(%),

dove **CBR** (Californian Bearing Ratio) = *Indice di Portanza* del Sottofondo

tale che **CBR**(%) = 0.2 **Md** ,

dove **Md** = *Modulo di Deformazione* [MPa]=[N/mm²] del Sottofondo che deve

risultare di valore pari ad almeno 40 [Mpa] oppure 50 [Mpa] rispettivamente per strade di minore importanza e le Autostrade.

Il valore di $W_{8,2t}$ aumenta al crescere dei valori di SN e Mr.

Riprendendo il pacchetto di pavimentazione ipotizzato:

Strati	Spessore [cm]	Materiale costituente	Coefficiente Strutturale (a i)	Coefficiente Drenaggio (m i)
Binder	4	Conglomerato bituminoso	0,37	/
Base	8	Misto bitumato	0,24	/
Fondazione	20	Misto granulare stabilizzato	0,13	1,0
<i>totale</i>	32			

Considerando la funzione di regressione introdotta alla precedente pagina si inseriscono i seguenti dati input:

Tipologia Strada	Classe	Affidabilità D.M. 5/11/2001	Z _r	S _o	PSI i	PSI f
4. Strada extraurbana secondaria ordinaria	F2	85%	- 1.037	0.45	4.2	2.5

In merito alle caratteristiche di portanza del Sottofondo si ritiene sufficiente considerare un valore medio del CBR pari all' 8%, corrispondente al valore minimo di 40 [MPa] consigliato per il Modulo di Deformazione (Md) del sottofondo.

Questo comporta un valore del Modulo Resiliente del sottofondo stesso pari a:

$$M_r = 10 \text{ CBR}(\%) = 80 \text{ [Mpa]}$$

Con questi dati input da inserire nella formula di regressione precedentemente introdotta si ottiene quanto segue:

W_{8,2t} = 5 398 371 Numero dei Passaggi di assi standard equivalenti da 8,2 [ton] sopportabili dal pacchetto di pavimentazione in progetto.

4.2 Numero dei passaggi previsti, termine N_{8,2t} .

Il valore del termine N_{8,2t} deriva dall'Analisi del traffico e dipende dal Tipo di strada in base alla classificazione del D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione di strade" e dal conseguente Spettro dei Veicoli Commerciali (percentuale delle diverse tipologie di veicoli commerciali che si prevede vi possano transitare).

Quali siano i tipi di Veicoli Commerciali previsti viene estrapolato dal cosiddetto Spettro dei Veicoli Commerciali che dipende dal tipo di strada in oggetto, come rilevabile dalla seguente tabella 2 estratta dalla Normativa.

TIPO DI STRADA	TIPO DI VEICOLO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.Autostrada extraurbana	12.2	-	24.4	14.6	2.4	12.2	2.4	4.9	2.4	4.9	2.4	4.9	0.10	-	-	12.2
2.Autostrada urbana	18.2	18.2	16.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	18.2	27.3	-
3.Strade extr. principali e secondarie a forte traffico	-	13.1	39.5	10.5	7.9	2.6	2.6	2.5	2.6	2.5	2.6	2.6	0.5	-	-	10.5
4.Strade extr. secondarie ordinarie	-	-	58.8	29.4	-	5.9	-	2.8	-	-	-	-	0.2	-	-	2.9
5.Strade extr. secondarie turistiche	24.5	-	40.8	16.3	-	4.15	-	2	-	-	-	-	0.05	-	-	12.2
6.Strade urbane di scorrimento	18.2	18.2	16.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	18.2	27.3	-
7. Strade urbane di quartiere e locali	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-
8. Corsie Preferenziali	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	53	-

Tabella 2 – Estratto dalla vigente normativa

Per la strada in esame, andiamo a considerare cautelativamente lo spettro dei veicoli commerciali previsto per le strade di Tipo 4 “Strade extraurbane secondarie ordinarie” (vedi soprastante tabella).

In base allo spettro dei veicoli commerciali corrispondente alla nostra strada è possibile suddividere il Numero totale di passaggi previsti di veicoli pesanti in base alle diverse percentuali d’incidenza di ciascuna tipologia di veicolo commerciale stesso (Nvc i).

Numero di passaggi Previsti per ogni Tipo di Veicolo commerciale		
Tipo di Veicolo Commerciale	Spettro dei Veicoli Commerciali	Nvc i
1	0.00%	0
2	0.00%	0
3	58.80%	943 980
4	29.40%	471 990
5	0.00%	0
6	5.90%	94 719
7	0.00%	0
8	2.80%	44 951
9	0.00%	0
10	0.00%	0
11	0.00%	0
12	0.00%	0
13	0.20%	3 211
14	0.00%	0
15	0.00%	0
16	2.90%	46 557
Nvc (totale)	100.00%	1 605 408

Di seguito si riporta il Numero di passaggi di veicoli commerciali (pesanti) al corrispondente al Numero di passaggi di assi standard equivalenti di 8,2 [t].

Per quanto riguarda il numero e il relativo peso degli assi di ciascuno dei 16 tipi di veicoli commerciale ci basiamo sulla seguente tabella 3 estratta dalla Normativa:

Tipo di veicolo	N° Assi			Carichi per asse o set di assi		
	S	T	Td			
1) AUTOCARRI LEGGERI	2			↓ 10	↓ 20	
2) " "	2			↓ 15	↓ 30	
3) AUTOCARRI MEDI E PESANTI	2			↓ 40	↓ 80	
4) " "	2			↓ 50	↓ 110	
5) AUTOCARRI PESANTI	1			↓ 40	↓ ↓ 80+80	
6) " "	1			↓ 60	↓ ↓ 100+100	
7) AUTOTRENI E AUTOARTICOLATI	4			↓ 40	↓ 90	↓ 80 ↓ 80
8) " "	4			↓ 60	↓ 100	↓ 100 ↓ 100
9) " "	1	2		↓ 40	↓ ↓ 80+80	↓ ↓ 80+80
10) " "	1	2		↓ 60	↓ ↓ 90+90	↓ ↓ 100+100
11) " "	2		1	↓ 50	↓ 100	↓ ↓ ↓ 80+80+80
12) " "	2		1	↓ 60	↓ 110	↓ ↓ ↓ 90+90+90
13) MEZZI D'OPERA	2		1	↓ 50	↓ 130	↓ ↓ ↓ 130+130+130
14) AUTOBUS	2			↓ 40	↓ 80	
15) " "	2			↓ 60	↓ 100	
16) " "	2			↓ 50	↓ 80	

Tabella 3 - pesi degli assi sono riportati in [KN] (1 [t] = 1.000 [Kg] = 1.000 [dN] = 10.000 [N] = 10 [KN])

Per convertire il peso di ciascun asse da X [t] al peso standard di 8,2 [t] si considerano i seguenti coefficienti di equivalenza ottenuti attraverso l'espressione di Yoder :

x [t]	$E_x = 2^{(2,78(x - 8,2))}$
1 [t]	0,0204
1,5 [t]	0,0267
2 [t]	0,0350
3 [t]	0,0601
4 [t]	0,1032
5 [t]	0,1773
6 [t]	0,3044
8 [t]	0,8975
9 [t]	1,5411
10 [t]	2,6463
11 [t]	4,5441
12 [t]	7,8028
13 [t]	13,3985

		TIPI DI VEICOLI COMMERCIALI															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
PESO [t] DEGLI ASSI	1	1															
	1.5		1														
	2	1															
	3		1														
	4			1		1		1		1		1			1		
	5				1									1			1
	6						1		1		1		1			1	
	8			1		2		2		4		3			1		1
	9							1			2		3				
	10						2		3		2	1					
	11				1								1				
	12													1			
	13													3			

Dalla soprastante matrice (aki di dimensioni 13x16) si deduce, per ogni Tipo di veicolo, il Numero degli Assi presenti ed il relativo Peso (in tonnellate). Ad esempio il Veicolo Commerciale di Tipo 9 presenta 1 asse da 4 [t] e 4 assi da 8 [t], ovvero le componenti matriciali (a5,9)=1 e (a8,9)=4.

Effettuando il prodotto matriciale tra la soprastante matrice 13x16 e la matrice 16x1 [vettore colonna Nvc i] relativa al Numero di passaggi per ogni Tipo di veicolo commerciale si ricava la matrice 13x1 [vettore colonna Nx] del Numero di passaggi previsti per ogni "classe" x [tonn] di Peso d'Asse. Moltiplicando poi ciascun valore ottenuto per il corrispondente coefficiente d'equivalenza Ex si ricava il Numero di passaggi previsti per l'Asse standard da 8.2 [t], ovvero il termine Nx eq 8,2.

Vettore colonna 13x1 dei termini: $Nx = \sum (aki) \times Nvc i$

Vettore colonna 13x1 dei termini: $Nx \text{ eq } 8,2 = (Nx) \times Ex$

Numero di passaggi Previsti di Assi standard da 8,2 [t]		
Classe di Peso d'Asse	Vettore Nx	Nx eq 8,2
1	0	0
1,5	0	0
2	0	0
3	0	0
4	943 980	97 452
5	521 758	92 491
6	136 671	42 515
8	990 537	889 017
9	0	0
10	324 292	858 189
11	471 990	2 144 778
12	3 211	25 053
13	9 632	129 060
N 8,2t (Totale)		4 278 554

N_{8,2t} = 4 278 554 Numero dei Passaggi di assi standard equivalenti da 8,2 [ton] previsti nei 10 anni di vita utile della strada in progetto.

Per la verifica della sovrastruttura risulta:

$$W_{8,2t} = 5\,398\,371 \text{ Passaggi } \underline{\text{Sopportabili}} > N_{8,2t} = 4\,278\,554 \text{ Passaggi } \underline{\text{Previsti}}$$

In virtù di quanto sopra il pacchetto di pavimentazione ipotizzato risulta idoneo a sopportare il traffico pesante previsto nei **10 anni di vita utile** della strada in progetto.