

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

**VIABILITA' DI ACCESSO AL CANTIERE CBL5 CRAVASCO (Loc.Maglietto) (ex NV10)
Relazione Generale**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing. G. Guagnozzi	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 1	E	C V	R G	N V 3 2 0 0	0 0 1	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	Leonardo Strutture 	17/09/2012	Ing. F. Colla 	18/09/2012	E. Pagani 	21/09/2012	Ing. E. Ghislandi

n. Elab.:	File: IG51-01-E-CV-RG-NV32-00-001-A00.DOC
-----------	---

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RG-NV32-00-001-A00.DOC
	Foglio 3 di 34

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	4
1.1	Generalità	4
1.2	Confronto con il Progetto Definitivo	5
1.3	Ottemperanza alle prescrizioni del C.I.P.E.	6
1.4	Suddivisione in tratti d'opera	7
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	8
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO.....	10
4	INQUADRAMENTO IDROLOGICO-IDRAULICO.....	11
5	PROGETTO STRADALE.....	12
5.1	Descrizione del tracciato piano-altimetrico	12
5.2	Elementi tipici della sezione trasversale	13
6	OPERE D'ARTE	14
6.1	. Opere d'arte minori	14
7	SMALTIMENTO ACQUE	15
7.1	Determinazione delle portate	15
7.1.1	Pluviometria	15
7.1.2	Piogge di massima intensità e breve durata	15
7.1.3	Portate di smaltimento	16
7.2	Dimensionamento idraulico collettori	16
7.3	Criteri progettuali	16
7.4	Verifica tratti in esame	18
7.4.1	Portate Acque di Piattaforma	18
7.4.2	Scala di Deflusso	19
8	OPERE IMPIANTISTICHE.....	21
8.1	Pubblica Illuminazione	21
8.2	Interferenze con servizi tecnologici a rete	21
9	SICUREZZA	22
9.1	Applicazione della normativa sulla costruzione delle strade - Analisi della sicurezza	22
9.2	Elementi marginali di sicurezza	22
9.2.1	Premesse	22
9.2.2	Protezioni previste	25
9.2.3	Barriere di sicurezza da impiegare	26
10	SEGNALETICA.....	27
11	DIMENSIONAMENTO DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE.....	28
11.1	Premesse	28
11.2	Sovrastruttura stradale di progetto	28
11.3	Traffico di progetto	28
11.4	Criterio di verifica	29
11.5	Numero dei passaggi sopportabili (termine $W_{8,2t}$)	29
11.6	Numero dei passaggi previsti (termine $N_{8,2t}$)	31
11.7	Verifica della sovrastruttura	34

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RG-NV32-00-001-A00.DOC <div style="float: right;">Foglio 4 di 34</div>

1 INTRODUZIONE

1.1 Generalità

Il presente progetto si svolge nell'ambito di quello più generale relativo alla linea ferroviaria AV/AC Milano-Genova, denominata "III Valico dei Giovi", la cui progettazione e realizzazione è stata affidata da Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. (RFI) al Consorzio COCIV, in qualità di General Contractor.

Si riportano di seguito alcuni dati salienti relativi a questo affidamento:

- in data 16.03.1992 Treno Alta Velocità - TAV S.p.A. (fusa per incorporazione in RFI con effetto dal 31.12.2010) e il Consorzio COCIV, in qualità di General Contractor, hanno stipulato una Convenzione avente ad oggetto la linea ferroviaria ad Alta Velocità, tratta Milano-Genova e relative infrastrutture e interconnessioni;
- il CIPE, con Deliberazione n. 80/2006 in data 29.3.2006, ha approvato il Progetto Definitivo delle opere, anche ai fini della dichiarazione di pubblica utilità, nonché ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 4, comma 5, del D.Lgs. n. 190/2002;
- il CIPE con Deliberazione n. 84/2010 in data 18.11.2010, ha autorizzato, ai sensi dell'articolo 2, commi 232 e seguenti, della legge 23 dicembre 2009, n. 191 (legge finanziaria 2010), l'avvio della realizzazione delle opere in 6 lotti costruttivi, contestualmente individuati, ed ai sensi dell'articolo 2, comma 232 della medesima legge ha autorizzato il primo lotto costruttivo dell'opera;
- in data 11 novembre 2011 è stato stipulato tra RFI e COCIV l'Atto Integrativo alla Convenzione del 16.03.1992, divenuto efficace in data 02.04.2012, che ha stabilito le condizioni per la progettazione esecutiva e costruzione delle opere. Tale Atto Integrativo prevede, tra l'altro, opere da consegnare a terzi.

L'intervento oggetto della presente relazione tecnico illustrativa è ubicato nel Comune di Campomorone (GE) ed è denominato :

WBS NV32 – Viabilità di accesso al cantiere Cravasco (loc. Maglietto) (ex NV10)

In particolare, l'intervento è relativo alla realizzazione di un accesso indipendente al cantiere logistico CBL5 "Cravasco", previsto in località "Maglietto", nel Comune di Campomorone (GE), nei pressi dell'attuale omonimo campo sportivo.

La soluzione proposta segue le prescrizioni del CIPE (vedi paragrafo dedicato), contenute nell'annesso A all'Allegato14, ove al punto 1d relativo alla viabilità si prescrive "...accogliendo l'istanza del Comune di Campomorone, di utilizzare quale strada di accesso al campo base Maglietto CBL5 l'attuale S.P.n.50 S.Stefano/Caffarella, previ idonei allargamenti viari nel tratto tra S.P.6 e il campo base stesso".

La soluzione proposta nella NV32, che costituisce il presente intervento risulta quindi notevolmente difforme dalla precedente NV10, che fu infatti annullata già nelle ultime fasi del PD.

L'attuale intervento (NV32) consiste nell'adeguamento dell'attuale SP 50, a partire dall'estremità in sponda destra del ponte sul T. Verde denominato "U. Martellato", presso la frazione S. Stefano, di un primo tratto della SC denominata Via Montagnola (a partire dal suo innesto sulla SP 50) e dell'attuale viabilità interna all'area degli impianti sportivi (v. figura). Tutto ciò per tramite di una serie di opere di sbancamento e opere d'arte che, nell'ultimo tratto, dove la strada è posta lungo il ciglio della scarpata prospiciente il T. Verde, sono state eliminate variando leggermente il tracciato rispetto al P.D., per venire incontro ad una ulteriore specifica prescrizione del CIPE. (v. più avanti).



Zona di intervento: è visibile all'estrema destra il ponte "U. Martellato) ed all'estrema sinistra la zona nella quale sono previsti, tanto l'ampliamento del campo sportivo, quanto l'area del cantiere base "Cravasco".

Tale intervento, alla stregua di molti altri similmente previsti, è rivolto al miglioramento della viabilità ed ha lo scopo di prevenire i problemi che si potrebbero determinare a seguito del transito dei mezzi di cantiere legati alla realizzazione della linea ferroviaria ad alta capacità. Nel presente caso, trattandosi di strada destinata a dare accesso ad un "campo base", si tratta prevalentemente del traffico pesante indotto dalla realizzazione dello stesso.

In ogni caso si tratta di un intervento destinato anche ad indurre benefici a lungo termine per la collettività, in termini di aumento della scorrevolezza e sicurezza del traffico lungo una strada locale essenziale per il collegamento alle strade principali delle frazioni poste nel comprensorio a monte.

Tutti i tratti stradali interessati dall'intervento sono classificabili nella categoria F extraurbana, di cui al D.M. 05.11.2001, o ad essa assimilabili ancorché possano eventualmente non essere destinati ad uso pubblico (tratto all'interno dell'area degli impianti sportivi).

1.2 Confronto con il Progetto Definitivo

Il Progetto Esecutivo ricalca fedelmente le ipotesi progettuali e le tipologie di intervento previste nel Progetto Definitivo.

Nell'affinamento della progettazione propria della fase esecutiva sono emersi comunque elementi di dettaglio che sono stati aggiunti, integrati o modificati a secondo delle necessità.

Ripercorriamo di seguito i dati essenziali della progettazione e le opere d'arte maggiori e minori:

- Il tracciato stradale piano altimetrico è rimasto integralmente quello del P.D. (salvo che nella parte finale come di seguito dettagliato) così come le dimensioni della sezione trasversale. Sono stati definiti meglio i confini dell'intervento e le superfici stradali da fondare e pavimentare integralmente o, previa scarifica, da ripavimentare con i vari strati di pavimentazione bituminosa, a seconda delle situazioni.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RG-NV32-00-001-A00.DOC Foglio 6 di 34

- Il tracciato, nella parte finale, ha subito lievi modifiche dovute, sia al previsto ampliamento del campo sportivo Maglietto, di cui alla Convenzione stipulata tra Enti Locali, COCIV ed RFI, sia alla necessità di ottemperare alla prescrizione CIPE che vieta di prevedere opere d'arte lungo la scarpata del T. Verde.
- Le opere di protezione (barriere guardiavia) sono rimaste quelle proposte nel P.D. e per esse si veda lo specifico paragrafo della presente relazione.
- Lo schema di smaltimento delle acque di piattaforma è rimasto quella da P.D. salvo ovvi affinamenti nei dettagli esecutivi di griglie pozzetti e quant'altro.
- Il dimensionamento dei muri di sostegno e di controripa rimane confermato quello proposto nel P.D. salvo miglioramenti dovuti al disegno di dettaglio di prospetti e sezioni trasversali. In generale è stato sostituito, ove presente, il taglione di fondazione con l'intradosso della fondazione stessa inclinato (per migliorare il risultato allo scorrimento). Sono state eliminate alcune opere minori a fine lotto a seguito del nuovo tracciato.

1.3 Ottemperanza alle prescrizioni del C.I.P.E.

Di seguito si riportano le prescrizioni di carattere generale e se presenti quelle specifiche relative alla WBS in esame, di cui alla Delibera del C.I.P.E n. 80/2006, in data 29.03.2006. Di seguito a ciascuna di esse una sintetica descrizione delle modalità con cui vi si è potuto o meno ottemperare nel Progetto esecutivo:

1) Viabilità

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 già idonee, in linea con i tempi e i costi previsti.

Ottemperanza:

Sono state inserite in progetto, secondo quanto necessario, le opere di drenaggio delle acque di piattaforma, con particolare riferimento ai tratti di nuova viabilità, come risulta dagli specifici elaborati.

6) Integrazioni Progettuali - Viabilità

b) 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.

Ottemperanza:

Sono state inserite in progetto le opere di drenaggio delle acque di piattaforma nelle zone di intervento come da specifico elaborato.

Le cunette alla francese, adottate quale soluzione corrente per la raccolta e primo convogliamento delle acque al piede del muro o della scarpata di monte, iniziando a filo manto di usura, ancorché non comprese nella piattaforma stradale sono di fatto transitabili in buona sicurezza.

DELIBERA CIPE 80/2006 ANNESSO A

1) Viabilità

1.d) S.P.n° 6 (NV09) (NV10) (NV32)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG51-01-E-CV-RG-NV32-00-001-A00.DOC</p> <p style="text-align: right;">Foglio 8 di 34</p>

2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Se ne riportano le principali:

a)	D.M. Infr. e Trasp.	05.11.2001 (*)	Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade
b)	D.M. Infr. e Trasp.	22.04.2004, n. 67/S (*)	Modifiche al D.M. 05/11/2001
c)	D.M. LL.PP.	16.01.1996	Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi».
d)	Circ.Min.LL.PP.	04.07.1996, n.156AA	Istruzioni relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al D.M. 16/01/96.
e)	Legge	05.11.1971, n.1086	Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
f)	D.M. LL.PP.	09.01.1996	Norme tecniche per l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
g)	D.M. LL.PP.	04.05.1990	Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei ponti stradali.
h)	D.M.LL.PP.	11.03.1988	Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
i)	D.M.LL.PP.	16.01.1996	Norme Tecniche per le costruzioni in Zone Sismiche.
l)	Ordinanza P.C.M.	20.03.2003, n. 3274 (**)	Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
m)	D. Lgs.	30.04.1992, n. 285	Codice della strada.
n)	D.P.R.	16.12.1992, n. 495	Regolamento di attuazione del codice della strada.
o)	D.P.R.	24.07.1996, n. 503	Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RG-NV32-00-001-A00.DOC <div style="float: right;">Foglio 9 di 34</div>

- (*) Per i tratti consistenti in adeguamenti stradali (da intendersi come adeguamenti funzionali, ovvero ammodernamenti e non come adeguamenti alla normativa), le norme contenute nel D.M. 05/11/2001 sono da considerarsi soltanto come un utile riferimento e non cogenti, ai sensi dell'art.1 del D.M. n. 67/S del 22/04/2004. In questo caso gli aspetti relativi alla sicurezza, di cui all'art. 4 dello stesso D.M. saranno descritti nel successivo specifico paragrafo. Diversamente, per i tratti di nuova realizzazione (fra l'altro di breve lunghezza e collocati in ambito urbano con presenza di varie intersezioni) si è già richiesta nel P.D. specifica deroga al citato D.M. 05/11/2001, come meglio specificato nello stesso suddetto paragrafo.
- (**) Nell'analisi in condizioni sismiche delle opere d'arte viene recepita la normativa vigente all'epoca della stesura del P.D., che neppure all'epoca risultava cogente, costituita dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003, per quanto riguarda la sola classificazione sismica del territorio nazionale. E' invece mantenuta la modalità di verifica delle strutture secondo la normativa previgente, in quanto il periodo di non cogenza della suddetta Ordinanza è stato via via prorogato, fino all'entrata in vigore del D.M. 14.01.2008. In particolare, il Comune di Campomorone, in cui risulta collocato l'intervento, risulta appartenere alla classe 4 di sismicità.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RG-NV32-00-001-A00.DOC Foglio 10 di 34

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO

Per quanto riguarda le considerazioni geologico-geotecniche si rinvia alle relazioni specialistiche, individuate dagli elaborati:

IG51-01-E-CV	RG	NV	32	0	0	003	A00	- Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica
IG51-01-E-CV	RB	NV	32	0	0	001	A00	- Relazione geotecnica

ed ai relativi elaborati grafici allegati al progetto.

Il tracciato si snoda principalmente su di una copertura detritica poggiante su un substrato argiliteo. Lo spessore della coltre raggiunge anche gli otto e dieci metri, e rappresenta insieme all'acclività del versante, la principale criticità riscontrata.

Dall'analisi della carta della suscettività al dissesto e della franosità reale del Piano di Bacino del Torrente Polcevera non emergono ulteriori criticità in quanto nell'area non ricadono processi gravitativi.

L'ampliamento della sede stradale, interessa sia tratti a monte, con opere geotecniche quali muri a contenimento degli scavi, che a valle con interventi a sbalzo con soletta e contrappeso su micropali o a fondazione diretta.

Le opere geotecniche previste non presentano particolari complessità, comunque dovrà essere posta attenzione nell'analisi di stabilità di versante per il loro corretto dimensionamento, specialmente in quei tratti dove la copertura è massima e per i quali si richiede l'utilizzo di fondazioni su micropali.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RG-NV32-00-001-A00.DOC

Foglio
11 di 34

4 INQUADRAMENTO IDROLOGICO-IDRAULICO

La redazione delle verifiche e il dimensionamento idraulico delle opere connesse all'adeguamento della viabilità nel tratto in esame in comune di Campomorone sono rimandate a specifici elaborati di seguito elencati:

IG51-01-E-CV	RG	NV	32	0	0	002	A00	- Relazione idrologica
IG51-01-E-CV	RI	NV	32	0	0	001	A00	- Relazione idraulica

La normativa idraulica di riferimento per il bacino del torrente Polcevera è costituita dal Piano di Bacino Stralcio per la difesa idrogeologica, geomorfologica, per la salvaguardia della rete idrografica e per la compatibilità delle attività estrattive, approvato con DCP n. 14 del 2/04/03 e s.m. e con D.C.P. n. 38 del 30/09/2004 e s.m.

Il Piano di Bacino è sovraordinato a tutti gli altri strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica vigenti e costituisce la norma a cui attenersi per l'esecuzione di opere e infrastrutture che interferiscano con il reticolo idrografico.

Il Piano distingue quattro fasce di inondabilità di cui tre in funzione del tempo di ritorno: la fascia A che individua le aree inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata corrispondente a periodo di ritorno $T \leq 50$ anni, la fascia B che individua le aree esterne alle precedenti per $T \leq 200$ anni e la fascia C per $T \leq 500$ anni.

La fascia C* individua invece le aree storicamente inondate, anche se non indagate, esterne alla fascia C, derivanti dalla DGR 594/01 opportunamente modificate e aggiornate.

L'intervento previsto non modifica in alcun modo l'attuale assetto idraulico della zona che risulta indagata dal Piano: l'area non risulta inondabile.

In corrispondenza della sezione stradale n. 22, il tracciato interferisce con un rivo affluente di destra del torrente Verde appartenente al reticolo idrografico significativo.

L'attuale attraversamento è costituito da una condotta DN 1200 lunga poco più di 7 m con pendenza pari a circa il 20%.

Alla sezione di chiusura il bacino sotteso dal rio ha una superficie pari a circa 0.05 km² (si veda la corografia riportata in allegato); assumendo conformemente a quanto previsto dal Piano un contributo unitario di piena pari 40 m³/s*km², si ottiene una portata 200-ennale pari a 2 m³/s.

Considerata l'elevata pendenza del tratto si è provveduto a determinare cautelativamente la profondità critica associata a tale portata che risulta pari a 0.78 m a cui corrisponde un rapporto di invaso pari al 65%: l'attuale condotta risulta pertanto idraulicamente idonea al transito della portata 200-ennale.

Il corso d'acqua a monte dell'interferenza ha una pendenza media del 5% e sezione pressoché trapezia con larghezza al fondo pari a 1.5 m, in sommità paria 6 m e altezza pari a 1.5 m; determinando anche in questo caso cautelativamente la profondità critica si ottiene un valore pari a 0.48 m.

Rispetto all'intradosso dello sbalzo previsto sul lato di monte della strada, in prossimità dell'imbocco, il franco idraulico risulta pertanto pari a circa 1.2 m.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RG-NV32-00-001-A00.DOC <div style="float: right;">Foglio 12 di 34</div>

5 PROGETTO STRADALE

5.1 Descrizione del tracciato piano-altimetrico

Il versante ove è inserita la sede stradale dell' attuale S.P.50 dal ponte sul T.Verde verso la frazione di S.Stefano risulta decisamente acclive, per poi addolcire la propria pendenza dopo l'innesto sulla strada comunale locale che porta all' attuale campo sportivo fino alla comparsa di naturali pianori ove andranno a collocarsi le aree destinate al cantiere logistico.

Il tracciato si snoda con una serie di curve circolari destre e sinistre, alternate a rettifili che seguono l'andamento del tracciato esistente.

L'andamento altimetrico di progetto rispetta integralmente quello dello stato attuale, con pendenze longitudinali che variano da un minimo del 0.23% ad un massimo del 8.86%.

Dalla S.P.6 dopo aver attraversato il ponte sul torrente Verde che non necessita di opere di adeguamento e per questo rimane fuori dalla WBS in esame, si trova un primo intervento di miglioramento della sezione stradale con un allargamento verso valle in modo da migliorare il tracciato in corrispondenza di una curva (sezz.11-13) altrimenti di raggio veramente minimo (Raggio di progetto in asse R=13m). In corrispondenza di questa curva la piattaforma stradale è stata allargata ad 8,50m.

Gli allargamenti sono realizzati attraverso una riprofilatura del versante lato monte ed alcuni interventi a sbalzo lato valle.

Alla sez. 19 l' intervento in oggetto abbandona la S.P.50 per innestarsi su una strada comunale .

Alla sez. 22 viene attraversato un tombino esistente circolare F1200 che incanala le acque di un rio secondario del t. Verde. L'opera di attraversamento viene mantenuta e attraversata con la sede di progetto mediante un solettone in c.a. che si allarga a mensola sia lato valle che lato monte.

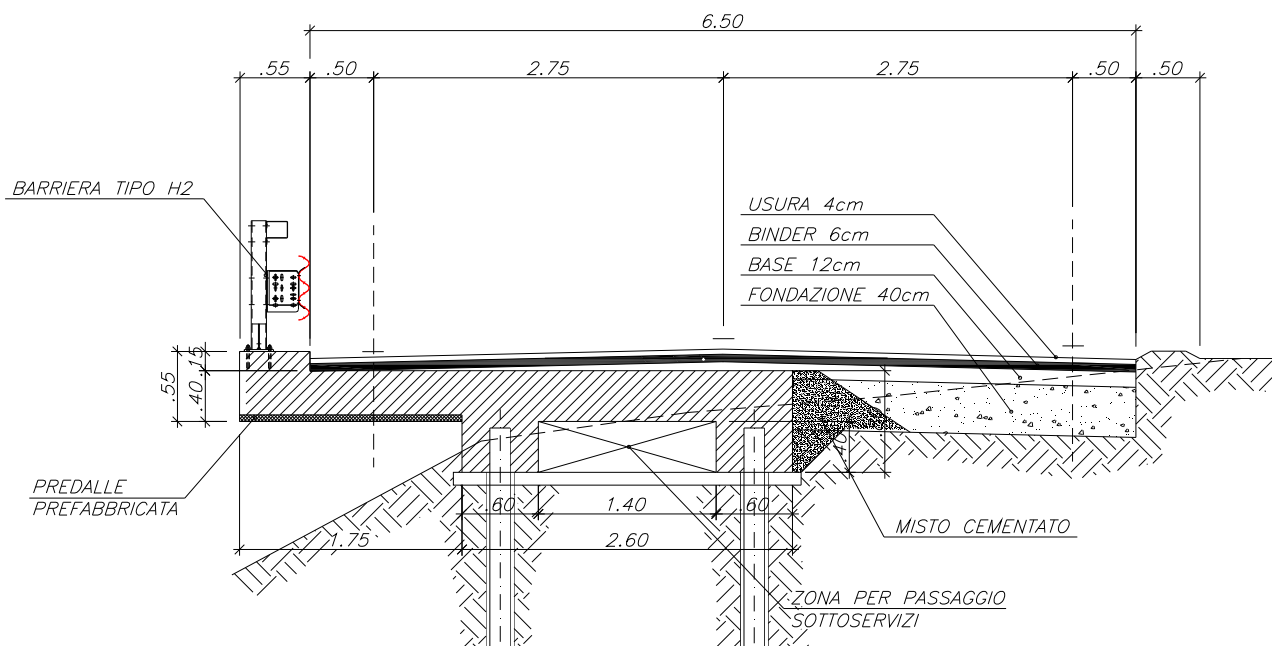
La strada prosegue a mezza costa fino ad un primo piazzale prospiciente il campo sportivo (futuro parcheggio) per poi passare parallela ed in adiacenza al lato lungo del futuro ampliamento del campo sportivo (eliminato intervento a sbalzo lato torrente sulla curva tra sezz.35-37).

Si arriva infine all'accesso al cantiere ove termina l'intervento con un allargamento della sede stradale per permettere operazioni di manovra e di intreccio dei mezzi.

Il paramento esterno dei muri sarà realizzato con un pannello prefabbricato rivestito con lastre di pietra.

5.2 Elementi tipici della sezione trasversale

Poiché la strada in questione può essere classificata, ai sensi del D.M. 05.11.2001, come “strada locale a destinazione particolare” (punto 3.5), per la quale le dimensioni della piattaforma e le altre caratteristiche del tracciato possono essere commisurate alle tipologie di veicoli in transito (e naturalmente alla sicurezza), senza altri particolari vincoli imposti, si propone la realizzazione di una strada avente la piattaforma stradale così composta: due corsie da 2,75 m, con due banchine laterali da 0,50 m, per una larghezza complessiva della parte pavimentata pari a 6,50 m.



In corrispondenza del tornante, per consentire l'iscrizione in corsia dei veicoli pesanti, la piattaforma si allarga fino a 8,50 m, con corsie da 3,75 m e banchine laterali di 0,50 m.

La sovrastruttura stradale e' così composta:

- fondazione : 40 cm;
- base : 12 cm;
- binder: 6 cm;
- tappeto di usura (non drenante) : 4 cm.

Le suddette caratteristiche risultano comunemente utilizzate per strade di analoghe caratteristiche, soggette a traffico pesante e garantiscono in tali condizioni, una ottima stabilità del piano stradale.

Si rimanda al capitolo specifico per maggiori dettagli.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RG-NV32-00-001-A00.DOC Foglio 14 di 34

6 OPERE D'ARTE

6.1 . Opere d'arte minori

Nell'ambito dell' intervento in oggetto, si rendono necessarie realizzazioni di opere d'arte minori, quali:

- sbalzo con mensola e contrappeso in c.a. a fondazione diretta;
- sbalzo con soletta e marciapiede sostenuto da travi parallele al tracciato fondate su micropali in modo da non gravare con incrementi di carico sui muri esistenti.

Nella fattispecie, si hanno le seguenti tipologie di sbalzo:

CS01	Intervento a sbalzo	L = 11,00m	Progr.in. 142,07	Progr.fin. 151,90
CS02	Intervento a sbalzo	L = 10,00m	Progr.in. 167,60	Progr.fin. 176,14
CS03	Intervento a sbalzo	L = 35,00m	Progr.in. 189,74	Progr.fin. 220,60
CS04	Intervento a sbalzo	L = 4,60m	Progr.in. 251,00	Progr.fin. 256,40
CS05	Intervento a sbalzo (solettone su □1200)	L = 3.60m	Progr.in. 256,40	Progr.fin. 260,00
CS06	Intervento a sbalzo	L = 15,50m	Progr.in. 260,00	Progr.fin. 282,05

I calcoli statici relativi ai muri di sostegno, alle paratie di micropali e allo scatolare in c.a. sono sviluppati in apposite relazioni allegate al progetto.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RG-NV32-00-001-A00.DOC Foglio 15 di 34

7 SMALTIMENTO ACQUE

Lo smaltimento delle acque superficiali sarà effettuato attraverso cunette a bordo strada, pozzetti con griglia e fognatura tubolare.

In sommità ai muri di controripa saranno presenti canalette costituite da un mezzo tubo in cls $\Phi 300$.

Il recapito finale delle acque è costituito dal sottostante T. Verde.

7.1 Determinazione delle portate

7.1.1 Pluviometria

Al fine di valutare le portate afferenti ai sistemi di drenaggio delle acque di piattaforma si fa riferimento all'analisi pluviometrica sviluppata con riferimento ai dati di precipitazione ed alle elaborazioni statistiche della stazione pluviometrica più vicina alle aree di interesse.

Stazione	Bacino
Isoverde	Bacino torrente Polcevera a monte di Pontedecimo
Madonna della Guardia	Bacino torrente Chiaravagna e Polcevera a valle di Pontedecimo

7.1.2 Piogge di massima intensità e breve durata

Nei Piani di Bacino del torrente Polcevera e nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrologico sono riportate le elaborazioni statistiche dei dati storici di precipitazione di massima intensità e breve durata e le relative curve di probabilità pluviometrica per diversi periodi di ritorno nella forma:

$$h = a \cdot t^n$$

dove h [mm] rappresenta l'altezza di pioggia per la durata t dell'evento che può essere espresso in ore o minuti, mentre a ed n sono parametri rappresentativi della stazione.

I valori di a e n sono riportati per diversi tempi di ritorno e in particolare sono indicati due diversi valori n1 e n2 validi per durate rispettivamente inferiori e superiori ad 1 ora.

La verifica sarà effettuata con la portata di progetto 25-ennale per le differenti stazioni considerate, a cui corrispondono i valori della curva di possibilità pluviometrica riportati qui di seguito:

Stazione	T [anni]	a	n
Isoverde	25	15.942	0.421
Madonna della Guardia	25	12.993	0.481

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RG-NV32-00-001-A00.DOC Foglio 16 di 34

7.1.3 Portate di smaltimento

Data la semplicità del sistema e l'esiguità delle superfici scolanti la portata affluente è valutabile attraverso l'applicazione della cosiddetta formula razionale:

$$Q = C \cdot i_c \cdot A$$

dove i_c [mm/h] è l'intensità di pioggia massima per la durata di pioggia pari al tempo di corrivazione t_c [ore], A [m²] è la superficie del bacino scolante e C è il cosiddetto coefficiente di deflusso che esprime, a meno delle unità di misura, il rapporto tra il volume affluito alla rete e quello complessivamente affluito al bacino.

Nel caso in esame, trattandosi di sistemi semplici, con superfici di scolo modeste, si consiglia di adottare un tempo di corrivazione pari a 10 minuti.

Il coefficiente di deflusso C è pari a 1 per le superfici impermeabili e a 0.8 per le superfici permeabili.

7.2 Dimensionamento idraulico collettori

Il dimensionamento dei collettori viene eseguito determinando le condizioni di moto uniforme mediante la formula di Chézy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i_f}$$

dove Q [m³/s] è la portata, χ [m^{1/2} s⁻¹] il coefficiente di attrito, A [m²] l'area della sezione liquida, R [m] il raggio idraulico, i_f la pendenza dell'alveo.

Per il calcolo di χ è stata adottata la formula di Manning:

$$\chi = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

dove n [m^{-1/3} s] è il coefficiente dimensionale di scabrezza definito in funzione del materiale adottato.

Per le condotte in esame si adotti un valore della scabrezza equivalente n [m^{-1/3} s] pari a 0.014, per tenere conto di eventuali depositi dovute al servizio corrente per più anni.

La verifica dovrà essere effettuata con le portate di progetto ottenute con la procedura sopra descritta, adottando una pendenza di calcolo pari a quella minima per ciascun tratto.

In generale per il dimensionamento delle tubazioni bisognerà considerare un grado di riempimento massimo pari a 70% tale da garantire una sicurezza dal punto di vista idraulico anche nel caso di parziale interrimento della sezione di deflusso. In generale si assuma il diametro 300 mm (PVC De 315) come valore minimo per i collettori di smaltimento delle portate meteoriche.

7.3 Criteri progettuali

Per quanto concerne la scelta del materiale si prevede tubazioni in PVC rigido conformi alla norma UNI EN 1401-1 del tipo SN4 SDR 41.

Il ricoprimento minimo da garantire rispetto alla sommità della condotta è pari a 80 cm (Figura 1). Nel caso in cui questo non fosse possibile potranno essere previste apposite opere strutturali di protezione della condotta (es: bauletto in cls/c.a.).

Il sistema di smaltimento deve prevedere la raccolta delle acque di pioggia in pozzetti mediante griglie ed il successivo convogliamento nella sottostante condotte (Figura 2).

L'interasse medio tra le caditoie deve essere pari a 20 m cui corrisponde, considerando una larghezza media della strada di 10 m, una superficie drenata di 200 m² per ogni caditoia.

Nei punti singolari dei diversi tratti (cambi di direzione, raccordi tra due o più tratti con diametri o tipologie diverse) deve essere prevista la realizzazione di pozzetti di ispezione e allaccio con dimensione diversa in funzione dei diametri dei collettori.

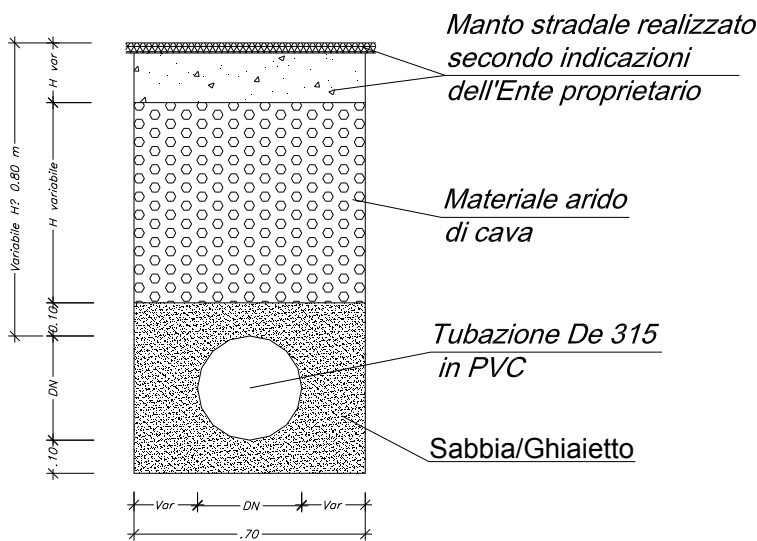
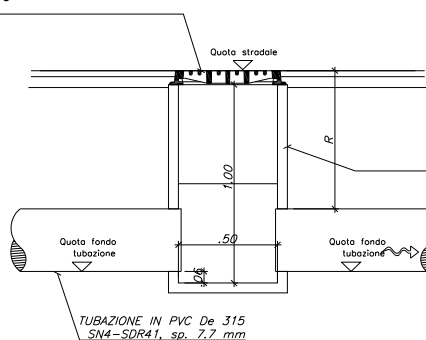


Figura n.1

Griglia in ghisa sferoidale
 Classe D400



Griglia in ghisa sferoidale
 Classe D400

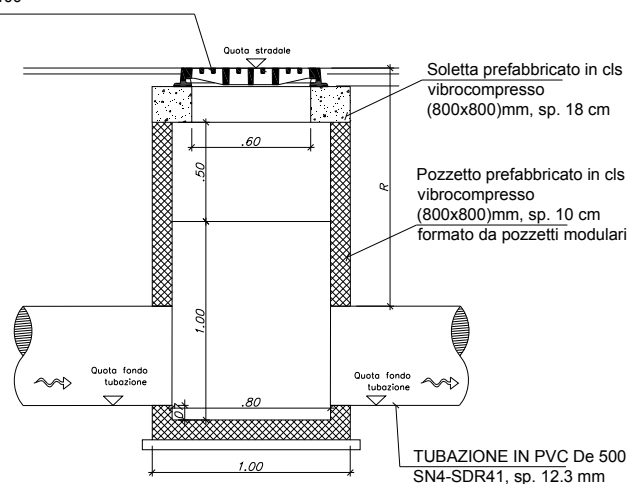


Figura n. 2a

7.4 Verifica tratti in esame

È stato individuata all' interno della WBS in oggetto un tratto della nuova rete fognaria per lo smaltimento delle acque di piattaforma maggiormente significativo.

Tratto A Sul tracciato principale, il tratto tra le sez.4 e la sez.16-17 per una lunghezza complessiva pari a circa 160m, con pendenza longitudinale pari a circa : 9,0%

Su questa condotta oltre alle acque di piattaforma recapitano gli afflussi del versante raccolti mediante la cunetta di testa muro o ciglio scarpata

7.4.1 Portate Acque di Piattaforma

Pluviometro di Isoverde

LSPP $h=a*t^n$
 per T=25 anni $a = 15,942$
 $n = 0,421$

coeff. deflusso	Sup. impermeabili	Sup. permeabili
	1	0,8

tempo corrivazione minuti 10

larghezza media strada m 8

Sup. impermeabili		
Superficie drenata S [mq]	Lunghezza media strada L [m]	Portata progetto Q [l/s]
1280	160	90,4
0	0,0	0,0
0	0,0	0,0
0	0,0	0,0
Sup. permeabili		
1875	apporto fra sez. 4 -10	105,9
1275	apporto fra sez. 10 - 17	72,0
0		0,0
0		0,0

Tratto sez. 4 - 16/17 Totale 268,3

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>IG51-01-E-CV-RG-NV32-00-001-A00.DOC</p>	<p>Foglio 21 di 34</p>

8 OPERE IMPIANTISTICHE

8.1 Pubblica Illuminazione

La pubblica illuminazione non è attualmente presente, né è prevista nell'ambito della presente progettazione.

8.2 Interferenze con servizi tecnologici a rete

Nel tratto di strada interessato dall' intervento oggetto del presente progetto si incontrano alcuni sottoservizi.

Si rimanda agli specifici elaborati di progetto per l'analisi puntuale delle interferenze presenti e delle loro risoluzione.

Di seguito si riportano i principali sottoservizi riscontrati,:

- Ente : ITALGAS: rete gas;
- Ente : ENEL Distribuzione Liguria: linea M.T., linea A.T. (attraversamento aereo);
- Ente : TELECOM : cavo telefonico interrato.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RG-NV32-00-001-A00.DOC Foglio 22 di 34

9 SICUREZZA

9.1 Applicazione della normativa sulla costruzione delle strade - Analisi della sicurezza

Come già detto al paragrafo sulle normative, il D.M. 05.11.2001, recante norme tecniche per la progettazione stradale, per effetto del D.M. 22.04.2004, non risulta applicabile obbligatoriamente all'adeguamento funzionale di strade esistenti.

Si tratta in questo caso solamente di un intervento di adeguamento funzionale stradale, in un contesto particolarmente difficile a causa della acclività dei versanti e della esiguità degli spazi a disposizione.

Situazioni simili o peggiori sono piuttosto comuni a Genova e dintorni, dove il territorio è avaro di zone pianeggianti, solcato da numerosi corsi d'acqua ad andamento torrentizio e morfologicamente accidentato. Ciò nondimeno non si può certo rinunciare laddove possibile, e così gli enti preposti hanno sempre operato, a migliorare la caratteristiche funzionali della viabilità.

Di conseguenza la norma in questione è stata tenuta soltanto come utile riferimento, nei casi ove ciò si è rivelato possibile ed opportuno.

In particolare non è stato possibile conseguire il rispetto delle prescrizioni della norma circa:

- raggio planimetrico minimo,
- inserimento di clotoidi,
- allargamenti della corsia in curva,
- pendenza trasversale,
- larghezza minima della banchina laterale,
- allargamento corsie in curva.

Il miglioramento della sicurezza per gli adeguamenti funzionali delle strade esistenti (e quindi la diminuzione dell'incidentalità), richiesto dall'art. 4 del D.M. 22.04.2004, è garantito dai seguenti elementi progettuali principali:

- allargamento della sezione stradale, rispetto a quelle esistenti, con particolare riferimento all'introduzione delle banchine per quanto possibile ed alle corsie di marcia, che sono rese adeguate al transito di mezzi pesanti, ancorché a bassa velocità. La velocità massima dei veicoli infatti, a causa della tortuosità del tracciato e della pendenza longitudinale, risulta sempre limitata a 50 Km/h;
- aumento di alcuni raggi di curvatura particolarmente ridotti con relativo miglioramento delle condizioni di visibilità;
- rifacimento o inserimento di alcuni tratti di cordoli sul ciglio lato torrente forniti di idonea barriera di sicurezza.

9.2 Elementi marginali di sicurezza

9.2.1 Premesse

Si deve premettere che, come detto anche più sopra, le norme generali sulla progettazione delle strade (DM 05.11.2001), in virtù del successivo DM 22.04.2004, non sono obbligatorie per gli adeguamenti delle strade esistenti, restando soltanto per essi un utile riferimento. Esse recano comunque le seguenti disposizioni sulle barriere di sicurezza, valide per strade di nuova realizzazione:

- a) Per strade urbane di categoria E (di quartiere) o F_{urb} (locali urbane) è sempre necessario sui manufatti prospicienti il vuoto il parapetto, mentre può non esserlo la barriera di sicurezza sul bordo della piattaforma;
- b) Per strade che richiedono il marciapiede (di larghezza ≥ 1.50 m), con velocità di progetto ≤ 70 Km/h, se il marciapiede è rialzato può essere sufficiente il solo parapetto sul bordo esterno. Quando il marciapiede ha larghezza netta inferiore a 1,50 m, può essere considerato soltanto come di servizio e destinato unicamente ad un uso saltuario. In tal caso e per diverse situazioni del PD, peraltro non comprese nel presente intervento, nelle quali si hanno a disposizione spazi esigui, è stata impiegata la deroga alla normativa generale, permessa dal citato DM 22.04.2004, prevedendo che il marciapiede rialzato, anche in zone abitate, possa essere largo meno di 1.50 m.

Si riporta più avanti una tabella sinottica dei vari casi possibili di strade e relative protezioni sul bordo esterno di un'opera d'arte, tenuto conto che la protezione (barriera di sicurezza o parapetto) è da ritenere comunque non necessaria (v. DM 05.11.2001, fig. 4.3.4.c) quando l'altezza dell'opera d'arte è inferiore a 30 cm.

In colore è riportato il caso che interessa questa progettazione (classe funzionale F_{extr}), mentre la V_p è da intendere nel tratto stradale interessato (v. Circ. MIT n. 62032 del 21.07.2010). Inoltre la X indica l'obbligatorietà, quindi in qualunque caso non è da escludere la presenza del marciapiede regolamentare o di un marciapiede a larghezza ridotta, nel qual caso sarebbe possibile l'adozione di una barriera parapetto sul suo bordo esterno.

L'asserzione di cui alla lettera a) è suffragata dal 3° capoverso del punto 4.1.1, seguente:

Nelle strade tipo E ed F in ambito urbano e nelle strade di servizio delle autostrade urbane e delle strade di scorrimento, il marciapiede sarà delimitato verso la banchina da un ciglio non sormontabile sagomato (cordolo se marciapiede a raso), di altezza non superiore a 15 cm e con parapetto o barriera parapetto al limite esterno (Fig. 4.1.1.c).

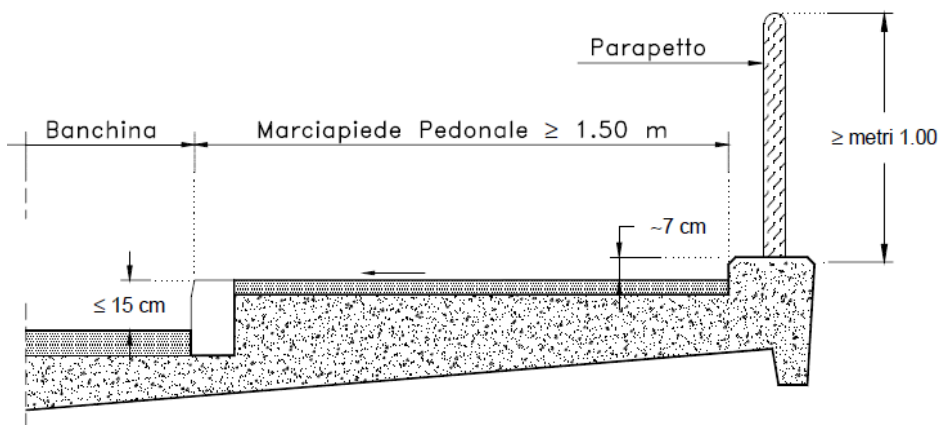


Fig. 8 – Figura 4.1.1.c del D.M. 05.11.2001.

OBBLIGO/POSSIBILITA' DI IMPIEGO DELLE PROTEZIONI SU BORDO OPERE D'ARTE (H \geq 30 cm)

CLASSE FUNZIONALE	$V_{p,max}$ [Km/h]	V_p [Km/h]	MARCIAP. RIALZATO [L \geq 1.50 m] (*)	BARR. SIC. BORDO PIATTAF. (°)	PARAPETT O BORDO ESTERNO	BARRIERA-PARAPETT O (°°)	RELAZIONE TECNICA BARRIERE
A_{extr}	140	≥ 90		X	X		X
s. s. di A_{extr}	100	< 70			X		
		70		X (**)	X		X

CLASSE FUNZIONALE	V _{p,max} [Km/h]	V _p [Km/h]	MARCIAP. RIALZATO [L ≥ 1.50 m] (*)	BARR. SIC. BORDO PIATTAF. (°)	PARAPETT O BORDO ESTERNO	BARRIERA-PARAPETT O (°°)	RELAZIONE TECNICA BARRIERE
		> 70		X	X		X
A _{urb}	140	≥ 80		X	X		X
s. s. di A _{urb}	60	≤ 60	X		X	X	
B	120	≥ 70		X	X		X
s. s. di B	100	< 70			X		
		70		X (**)	X		X
		> 70		X	X		X
C	100	< 70			X		
		70		X (**)	X		X
		> 70		X	X		X
D	80	< 70	X		X	X	
		70	X	X (**)	X		X
		> 70	X	X	X		X
s. s. di D	60	≤ 60	X		X	X	
E	60	≤ 60	X		X	X	
F _{extr}	100	< 70			X		
		70		X (**)	X		X
		> 70		X	X		X
F _{urb}	60	≤ 60	X		X	X	

Note:

- (*) Quando è assente la barriera di sicurezza sul bordo piattaforma, occorre valutare la necessità di dispositivi atti a rendere il bordo rialzato insormontabile;
- (**) La Circ. Minist. delle Infrastr. e dei Trasp. n. 62032 del 21.07.2010 ha esteso esplicitamente il campo di applicabilità delle norme sulle barriere di sicurezza anche al caso della V_{p,max} = 70 Km/h, ancorché il DM 05.11.2001, al punto 4.3.5 indichi diversamente. Per questo motivo, cautelativamente, si è indicata, in questo caso, la obbligatorietà della barriera di sicurezza, anche in presenza di marciapiede;
- (°) Quando la barriera è di tipologia "new-jersey", il bordo rialzato del marciapiede non è necessario.
- (°°) Come eventualità, sul bordo esterno del marciapiede (v. DM 05.11.2001, punto 4.1.1). Occorre a questo proposito tenere conto che il rialzo del marciapiede può non essere idoneo al corretto funzionamento della barriera di sicurezza.

L'asserzione di cui alla lettera b) è suffragata dal 2° capoverso del punto 4.3.5, seguente:

Per strade con velocità di progetto (limite superiore) maggiore di 70 km/h, il marciapiedi va protetto da dispositivi di ritenuta, sistemati come in Fig. 4.1.1.b. e 4.1.2.c. Qualora la velocità prevista sia inferiore al valore sopra indicato, la protezione potrà essere omessa, ma in questo caso il marciapiedi dovrà essere delimitato da un ciglio sagomato, come in Fig. 4.1.1.c. e 4.1.2.e. L'ente proprietario della strada valuterà l'opportunità, in relazione alle condizioni viarie e ambientali locali, di dotare il ciglio del marciapiede di idonee protezioni per la salvaguardia dei pedoni e per impedire il sormonto dei veicoli.

Le "idonee protezioni" di cui sopra (comunque opzionali) possono essere elementi vari, quali transenne parapedoni, cordoni, profili scansaruota, ecc..

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RG-NV32-00-001-A00.DOC Foglio 25 di 34

D'altro canto il DM 21.06.2004 sulle barriere di sicurezza, all'ultimo capoverso dell'Art. 6, richiama come segue il DM 05.11.2011:

Per le strade di nuova progettazione, varrà anche quanto previsto dalle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade, approvate con il D.M. 5.11.01, fermo restando quanto detto in precedenza in merito agli spazi di lavoro probabile ed ai dispositivi già testati in modo da simulare al meglio, nel funzionamento, le condizioni di uso reale.

Si ricorda che la velocità di progetto è correlata alla geometria planimetrica del tracciato, in conformità al punto 5.4 del DM 05.11.2001 e deve essere contenuta entro i limiti fissati per ogni classe funzionale stradale (A ÷ F). Ciò fa scaturire i limiti massimi di velocità da imporre nei vari tratti ed ovviamente non vale il contrario, ossia non può essere che il limite massimo di velocità influenzi la velocità di progetto.

Per le strade esistenti, la velocità di progetto deve essere valutata per analogia con quanto sopra, geometrizzando opportunamente il tracciato planimetrico e prendendone in considerazione la classe funzionale.

Il tutto è stato poi più di recente ulteriormente suffragato dalla Circ. MIT n. 62032 del 21.07.2010 che, al cap. 3 "Campo di applicazione del DM 223/1992 e ss. mm. e ii." recita:

Il campo di applicazione della normativa in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali è definito dall'art. 2 comma 1 del D.M. 223/1992 e riguarda i progetti esecutivi relativi alle strade ad uso pubblico extraurbane ed urbane che hanno velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h. Sono espressamente escluse dal campo di applicazione della norma in argomento le progettazioni inerenti le strade extraurbane ed urbane con velocità di progetto inferiore a 70 km/h.

Più avanti la citata Circolare recita anche:

Nei progetti relativi a strade ad uso pubblico che non rientrano invece nel campo di applicazione delle norme richiamate, tenuto conto delle specifiche condizioni locali in termini di configurazione dello stato dei luoghi e di circolazione, qualora sia previsto anche un intervento sui margini o sui dispositivi di ritenuta, il progettista dovrà comunque valutare le situazioni ove si rendono necessarie protezioni in relazione alla presenza od all'insorgenza di condizioni di potenziale pericolo.

9.2.2 Protezioni previste

Tutto quanto sopra giustifica compiutamente, fra le altre, le situazioni dove già nel PD, con riproposizione nel presente PE, ci si è discostati leggermente dalle regole ordinarie di posa in opera delle barriere di sicurezza ai sensi del DM 21.06.2004, in presenza di una velocità di progetto inferiore a 70 Km/h e fra l'altro rendendo più agevole la realizzazione delle opere entro gli spazi ristretti a disposizione.

Nel caso specifico dunque sono state fatte le seguenti scelte progettuali circa le protezioni da adottare:

- Sulle opere d'arte poste lungo il ciglio stradale di valle, dove non è previsto il marciapiede, è stata prevista una barriera di sicurezza in acciaio a nastri e montanti, di classe H2, del tipo "bordo ponte", cioè vincolata al supporto tramite piastra di base dei montanti ed opportuni tirafondi, che deve essere abbinata ad un mancorrente tubolare per raggiungere l'altezza minima di 1,00 m per la funzione di parapetto;
- Sui bordi dei rilevati da proteggere è stata pure prevista una barriera di sicurezza come la precedente, ancora di classe H2 ma del tipo "bordo laterale", cioè vincolata al suolo tramite opportuna infissione dei montanti;
- Tutte le terminazioni libere delle barriere sono previste corredate di terminale semplice;

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG51-01-E-CV-RG-NV32-00-001-A00.DOC</p> <p style="text-align: right;">Foglio 26 di 34</p>

- Tutti i passaggi privi di soluzione di continuità tra un tipo di barriera ed un altro devono essere realizzati tramite opportuni elementi di transizione;
- Tutte le caratteristiche costruttive e di posa in opera delle barriere e dei relativi terminali e transizioni devono far parte di un sistema di contenimento certificato (vedi paragrafo seguente);
- Lungo le opere d'arte lato monte non è stata prevista barriera di sicurezza.

Per i dettagli circa l'effettivo sviluppo e posizionamento delle barriere previste si rimanda alla specifica tavola di progetto.

9.2.3 Barriere di sicurezza da impiegare

Ai sensi delle vigenti norme (D.M. 18/02/1992 n. 223, D.P.R. 21/04/1993 n. 246 in attuazione della direttiva 89/106/CEE, D.M. 21/06/2004, Regolamento UE n. 305/2011 del 09/03/2011, D.M. 28/06/2011), considerato che risulta da tempo recepito l'utilizzo delle norme europee UNI EN 1317, parti 1, 2, 3 e 4 concernenti le barriere di sicurezza stradali e che risulta scaduto in data 01.01.2011 il periodo di coesistenza relativo alla norma europea armonizzata UNI EN 1317-5:2008 "Barriere di sicurezza stradali – Parte 5: requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli", possono essere installati:

- 1) dispositivi di ritenuta stradali dotati di "marcatura CE" in conformità alla norma UNI EN 1317-5:2008 e successivi aggiornamenti ed alle norme di supporto in essa riportate.

Tali sistemi dovranno essere dotati di:

- "Certificato CE di conformità", rilasciato da un Organismo Notificato;
 - "Dichiarazione CE di conformità", rilasciata dal fabbricante o produttore, ovvero dal suo mandatario stabilito nell'Unione Europea;
 - "Manuale di utilizzo e di installazione", redatto ai sensi del D.M. 28/06/2011;
- 2) soltanto entro il termine massimo del 21.10.2012, dispositivi di ritenuta stradali sprovvisti di "marcatura CE", purché sussista una delle due seguenti condizioni:
 - siano stati omologati ai sensi del D.M. 21/06/2004 ed immessi sul mercato entro il 31/12/2010;
 - siano stati sottoposti, con esito positivo, alle prove d'urto di cui alle norme UNI EN 1317. In questo caso i rapporti di prova devono essere preventivamente sottoposti al Direttore dei Lavori, che ne accerterà l'esito positivo.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-RG-NV32-00-001-A00.DOC	Foglio 27 di 34

10 SEGNALETICA

Non sono presenti intersezioni complesse, né altri significativi problemi di segnaletica; sono stati quindi previsti soltanto il rifacimento completo della segnaletica orizzontale e la sostituzione o integrazione di un certo numero di segnali verticali, per le zone di adeguamento.

Il tutto a norma del vigente Codice della Strada e relativo Regolamento di applicazione.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RG-NV32-00-001-A00.DOC Foglio 28 di 34

11 DIMENSIONAMENTO DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE

11.1 Premesse

Il presente capitolo tratta la verifica della sovrastruttura stradale nei tratti stradali o nelle zone di piattaforma in cui è prevista la sua realizzazione ex-novo, ossia comprendente tutti gli strati fino al piano di appoggio della fondazione.

La categoria stradale di riferimento, ai sensi del DM 05.11.2001, è la F (strade locali).

La geometria stradale, sia per quanto riguarda il tracciato planoaltimetrico d'asse, sia per quanto riguarda la sezione trasversale, così come le larghezze dei marciapiedi, godono di una serie di deroghe, già sommariamente descritte nella parte di relazione relativa a tale argomento, dovute in parte alla natura dell'intervento come adeguamento di strade esistenti, in parte alle oggettive difficoltà del contesto in cui esso risulta collocato.

11.2 Sovrastruttura stradale di progetto

E' stata adottata, per la sovrastruttura, la seguente stratigrafia:

Strato	Spessore [cm]	Materiale costituente
Usura	4	Conglomerato bituminoso chiuso
Collegamento	6	Conglomerato bituminoso semiaperto
Base	12	Misto bitumato
Fondazione	40	Misto granulare stabilizzato
Tot.	62	

11.3 Traffico di progetto

A prescindere dalla classe di contenimento minima adottata per le barriere di sicurezza che, secondo il DM 21.06.2004 dipende anche dal traffico e per la quale il traffico massimo è quello di tipo III, avente TGM (media sull'anno) > 1000 veicoli per corsia, di cui almeno il 15% costituito da mezzi con massa a pieno carico superiore a 35 KN (mezzi pesanti), il traffico reale attuale o futuro da prendere a riferimento per dimensionare la sovrastruttura deve essere assai più elevato.

Il suddetto traffico è infatti molto modesto. Nel presente caso, in assenza di valutazioni più precise, frutto di misure del traffico reale, viene preso a riferimento il traffico seguente:

- TGM = 10.000 [n. veicoli effettivi], che è un traffico abbastanza elevato, corrispondente all'incirca ad una media di 1400 passaggi l'ora nelle 4 ore di punta (circa 1200 in un senso e 200 nell'altro) e a circa 360 nelle restanti 12 ore di traffico significativo;
- aliquota di distribuzione del traffico per senso di marcia: $p_d = 50\%$;
- numero giorni commerciali annui: $gg_c = 250$;
- aliquota veicoli pesanti: $p = 15\%$;

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RG-NV32-00-001-A00.DOC Foglio 29 di 34

- aliquota veicoli pesanti sulla corsia lenta: $p_l = 1,00$;
- coefficiente di dispersione delle traiettorie: $d = 0,80$.

Numero di veicoli pesanti che transitano all'anno "zero".

$$N_{vp0a} = TGM \cdot p_d \cdot gg_c \cdot p_d \cdot p \cdot p_l \cdot d = 150.000 \text{ [n. veicoli pesanti]}$$

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

- tasso d'incremento annuo della motorizzazione: $r = 1.5\%$;
- vita utile della sovrastruttura: $n = 20$ anni;

si ha:

Numero di veicoli pesanti che transitano durante la vita utile:

$$N_{vp} = N_{vp0a} \cdot [(1 + r)^n - 1] / r = 3.468.550 \text{ [n. passaggi veicoli pesanti]}.$$

11.4 Criterio di verifica

Per la verifica della sovrastruttura di progetto è stato adottato il metodo "AASHTO Interim Guide modificato".

E' 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 sovrastruttura di assegnate caratteristiche, indicato con $W_{8,2t}$, e il numero di passaggi di assi dello stesso tipo previsti nell'arco della vita utile assegnata alla sovrastruttura, indicato con $N_{8,2t}$.

Affinché la sovrastruttura risulti in grado di mantenersi funzionale nell'arco della vita utile, è necessario che sia verificata la condizione:

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

11.5 Numero dei passaggi sopportabili (termine $W_{8,2t}$)

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

1. Traffico di progetto, ovvero 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:

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RG-NV32-00-001-A00.DOC Foglio 30 di 34

dove:

Z_r = parametro tabellato in funzione dell’Affidabilità R (% , *Reliability*), a sua volta tabellata in funzione del tipo di strada (classificazione secondo il DM 05.11.2001);

S_o = parametro che assume valori compresi nell’intervallo 0.40 ÷ 0.50.

Risulta:

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

dove:

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

s_i [cm] = spessori ipotizzati per gli strati che compongono il pacchetto di sovrastruttura;

a_i = coefficienti strutturali i cui valori (tabellati) dipendono dalle caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti i vari strati;

m_4 = coefficiente di drenaggio (valore 1,0 ÷ 3,0) degli strati “non legati”.

Inoltre:

PSI_i, PSI_f = Indici di Servizio (*Present Serviceability Index*) iniziale e finale dei quali, per quello iniziale si assume un valore pari a 4,2 e per quello finale 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);

M_r [MPa] = Modulo Resiliente del sottofondo, ottenuto dalla relazione: $M_r = 10 \cdot CBR(\%)$

dove:

CBR (% , *Californian Bearing Ratio*) = Indice di portanza del sottofondo, tale che sia:

$$CBR(\%) = 0,2 M_d$$

dove:

M_d [MPa] = Modulo di deformazione del sottofondo, che deve risultare di valore pari ad almeno 40 MPa, oppure 50 MPa, rispettivamente per strade di minore importanza e per le autostrade.

Da sottolineare che il valore di $W_{8,2t}$ aumenta al crescere dei valori di SN e M_r .

Riprendendo il pacchetto di sovrastruttura ipotizzato e considerando la funzione di regressione introdotta in precedenza, si inseriscono i seguenti dati di input:

Categoria DM 05.11.2001	Categoria CNR 178/95	Affidabilità	Z_r	S_o	PSI _i	PSI _f
F	3	90%	- 1.282	0.45	4.2	2.5

In merito alle caratteristiche di portanza del sottofondo si ritiene sufficiente considerare un valore medio dell'indice 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:

$$M_r = 10 \cdot \text{CBR}(\%) = 80 \text{ MPa.}$$

Con questi dati input, dalla formula di regressione si ottiene:

$$W_{8,2t} = 20.357.084.$$

11.6 Numero dei passaggi previsti (termine $N_{8,2t}$)

Il valore del termine $N_{8,2t}$ deriva dall'analisi del traffico e dipende dalla categoria della strada e dallo "spettro di traffico dei veicoli commerciali", costituito dalla distribuzione percentuale delle diverse tipologie di veicoli commerciali che si prevede vi possano transitare.

Tab. 3 - Tipici spettri di traffico di veicoli commerciali per ciascun tipo di strada.

Tipo di strada	Tipo di veicolo															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1) autostrade extraurbane	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) " urbane	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 extraurb. second. ordin.	---	---	58.8	29.4	---	5.9	---	2.8	---	---	---	---	0.2	---	---	2.9
5) " extr. second.-turistiche	24.5	---	40.8	16.3	---	4.15	---	2	---	---	---	---	0.05	---	---	12.2
6) " urbane di scorrimento	18.2	18.2	16.5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1.6	18.2	27.3	---
7) " " di quartiere e locali	80	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	20	---	---
8) corsie preferenziali	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	47	53	---

commerciali (\approx veicoli pesanti) sono le seguenti (Tab. 2):

Tab. 2 - Tipi di veicoli commerciali, numero di assi, distribuzione dei carichi per asse.

Tipo di veicolo	N° Assi	Distribuzione dei carichi per asse in KN			
1) autocarri leggeri	2	↓10	↓20		
2) " "	"	↓15	↓30		
3) autocarri medi e pesanti	"	↓40	↓80		
4) " " "	"	↓50	↓110		
5) autocarri pesanti	3	↓40	↓80	↓80	
6) " "	"	↓60	↓100	↓100	
7) autotreni e autoarticolati	4	↓40	↓90	↓80	↓80
8) " "	"	↓60	↓100	↓100	↓100
9) " "	5	↓40	↓80	↓80	↓80
10) " "	"	↓60	↓90	↓90	↓100
11) " "	"	↓40	↓100		↓80
12) " "	"	↓60	↓110		↓90
13) mezzi d'opera	"	↓50	↓120		↓130
14) autobus	2	↓40	↓80		
15) " "	2	↓60	↓100		
16) " "	2	↓50	↓80		

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RG-NV32-00-001-A00.DOC Foglio 32 di 34

Le categorie di strada contemplate dalla Tab. 3 non sono direttamente assimilabili a quelle di cui al DM 05.11.2001, tuttavia possiamo ritenere che, nel presente caso, la categoria di Tab. 3 più vicina al caso reale possa essere la n. 3: "strade extraurbane principali e secondarie a forte traffico".

In base allo spettro di traffico dei veicoli commerciali corrispondente, è possibile suddividere il numero totale calcolato di passaggi previsti di veicoli pesanti, pari a 3.468.550, in base alle diverse percentuali d'incidenza di ciascuna tipologia di veicolo commerciale ($N_{vc,i}$).

Risultano i passaggi di cui alla seguente tabella:

Tipo di veicolo commerciale	Aliquota %	$N_{vc,i}$
1	0,00	-
2	13,10	454.380
3	39,50	1.370.077
4	10,50	364.198
5	7,90	274.015
6	2,60	90.182
7	2,60	90.182
8	2,50	86.714
9	2,60	90.182
10	2,50	86.714
11	2,60	90.182
12	2,60	90.182
13	0,50	17.343
14	0,00	-
15	0,00	-
16	10,50	364.198
N_{vc} (totale)	100,00	3.468.550

L'operazione successiva consiste nel rapportare il numero di passaggi di veicoli commerciali al corrispondente numero di passaggi di assi standard equivalenti da 8,2 ton.

Per convertire il peso di ciascun asse da x ton al peso standard di 8,2 ton, si considerano i seguenti coefficienti di equivalenza ottenuti attraverso l'espressione di Yoder:

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

Dalla precedente Tab. 2 si può estrarre la seguente matrice “tipo veicolo” / “peso asse”, nella quale i valori corrispondono al numero di assi presenti:

		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			

Effettuando il prodotto matriciale tra la suddetta matrice 13x16 e la matrice-colonna relativa al parametro $N_{vc,i}$ precedentemente calcolato, si ricava il numero di passaggi previsti entro la vita utile, per ciascuna classe di peso d'asse considerata.

Moltiplicando poi tali numeri per i coefficienti di equivalenza di Yoder e sommando i risultati, si ottiene il numero complessivo di passaggi dell'asse standard da 8,2 t entro la vita utile della sovrastruttura, come risulta dalla seguente tabella:

Classe di peso d'asse	N. tot. passaggi assi	N. tot. passaggi assi da 8,2 ton
1	0	-
1,5	454.380	12.140
2	0	-
3	454.380	27.318
4	1.914.640	197.657
5	745.738	132.195
6	353.792	107.691
8	3.093.947	2.776.848
9	534.157	823.211
10	704.116	1.863.331
11	454.380	2.064.756
12	17.343	135.323
13	52.028	697.101
Totale $N_{8,2t} =$		8.837.573

11.7 Verifica della sovrastruttura

Con riferimento all'asse standard da 8,2 t impiegato nei calcoli ed alla vita utile della sovrastruttura, stimata in 20 anni:

N. passaggi sopportabili: $W_{8,2t} = 20.357.084$

N. passaggi previsti: $N_{8,2t} = 8.837.573$

Risulta: $W_{8,2t} \gg N_{8,2t}$

pertanto la sovrastruttura è abbondantemente verificata.