

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

**RIQUALIFICA VIA DEL VAPORE E EX S.S.35 IN ARQUATA SCRIVIA
Relazione tecnica descrittiva**

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 1 9 0 0	0 0 1	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	Errevia 	25/08/2012	Ing. F. Colla 	27/09/2012	E. Pagani 	28/09/2012	Ing. E. Ghislandi

n. Elab.:	File: IG51-01-E-CV-RG-NV19-00-001-A00.DOC
-----------	---

<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-NV19-00-001-A00.DOC</p>	<p>Foglio 3 di 26</p>

INDICE GENERALE

1	PREMESSE	4
1.1	Scopo e funzionalità dell'intervento.	4
1.2	Rispondenza al progetto definitivo.	5
1.3	Ottemperanza alle prescrizioni CIPE (delibera del 29/03/06).	5
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	6
2.1	Normativa stradale	6
2.2	Normativa sismica.....	7
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO	8
4	INQUADRAMENTO IDRAULICO	9
5	PROGETTO STRADALE	9
5.1	Descrizione tecnica dell'intervento.....	9
5.2	Descrizione andamento altimetrico	10
5.3	Verifiche tracciato	11
5.4	Piattaforma stradale.....	12
5.5	Pavimentazione stradale.....	12
5.6	Smaltimento acque di piattaforma	13
6	GALLERIE.....	13
7	OPERE D'ARTE.....	14
8	OPERE IMPIANTISTICHE	14
8.1	Impianto di illuminazione.....	14
8.2	Dispositivi di ritenuta	14
9	SICUREZZA (APPLICAZIONE D.M. 67/S DEL 22.04.2004).....	15
10	FASI ESECUTIVE.....	16
11	DIMENSIONAMENTO DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE	18
11.1	SEZIONE DI PROGETTO DEL PACCHETTO DI PAVIMENTAZIONE	18
11.2	ANALISI DEL TRAFFICO	18
11.3	CRITERIO DI VERIFICA.....	19
11.4	Numero dei passaggi sopportabili, termine W8,2t	19
11.5	Numero dei passaggi previsti, termine N8,2t	21
11.6	VERIFICA DELLA SOVRASTRUTTURA.....	26

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RG-NV19-00-001-A00.DOC
	Foglio 4 di 26

1 PREMESSE

1.1 Scopo e funzionalità dell'intervento.

La presente relazione illustra la progettazione esecutiva delle opere previste per la riqualifica di via del Vapore e del tratto di ex S.S.n.35 in Comune di Arquata Scrivia.

La Via del Vapore è collocata sul sedime della vecchia ferrovia, successivamente spostata nella sede attuale e, con il suo prolungamento a sud, denominato Via Roma, collega due punti della ex S.S. 35 situati agli estremi opposti della città. Il tratto interessato dal presente progetto è quello a nord, il cui sedime stradale è soltanto in parte asfaltato, mentre la restante parte è in terra battuta, e costituisce il collegamento di alcune industrie con Via Roma, essendo stato chiuso al transito lo sbocco a nord verso la ex S.S. 35 dei Giovi.

La realizzazione delle opere come da progetto consente di riqualificare e migliorare l'assetto stradale ed urbano dell'intera via mentre, al contempo, la nuova viabilità rende possibile il collegamento diretto con la ex S.S. 35, alleviando questa da buona parte del traffico stradale pesante.

Ciò corrisponde ai programmi dell'Amministrazione Comunale che, prendendo atto della presenza ormai diffusa di attività commerciali anche di una certa importanza lungo la ex Statale, intende assegnare ad essa un ruolo più spiccatamente urbano, il cui presupposto non può che essere la creazione di una percorrenza alternativa per il traffico passante.

In aggiunta all'intervento di Via del Vapore, si prevede di riqualificare la ex S.S. 35 nel tratto compreso fra due nuove rotatorie, anch'esse comprese tra gli interventi legati alla realizzazione della nuova linea ferroviaria ad alta capacità: quella di raccordo con la strada che porta all'esistente area industriale, sita lungo il Rio Pradella, nella zona a monte della ex Statale e quella che raccorda quest'ultima con la S.P. 161 della Crenna.

Per questo secondo intervento l'attuale sedime stradale sarà adeguato alla sezione tipo C1 delle nuove norme per la realizzazione delle strade (DM 05.11.2001), che prevede una piattaforma stradale larga 10,50 m, dotata di due corsie di 3,75 m e di banchine laterali di 1,50 m di larghezza. Il tratto sistemato si sviluppa per circa 250 m.

Considerato comunque il contesto urbano dell'area di intervento, si è ritenuto opportuno completare l'intervento con marciapiedi, posti ai margini delle banchine laterali e larghi 1,50 m.

Vi è da dire che il contrasto tra la categoria C1, che caratterizza le strade extraurbane secondarie e il contesto urbano, che giustifica l'uso dei marciapiedi, è soltanto apparente, in quanto comunque la strada in questione è interessata da un consistente traffico di attraversamento e quindi è opportuno, da un lato mantenere una certa continuità con la strada extraurbana esistente, dall'altro garantire la sicurezza per i pedoni; inoltre la notevole larghezza della piattaforma, qualora gli enti competenti lo ritengano necessario in futuro, può agevolmente consentire l'introduzione di stalli di sosta in linea.

Analogamente, l'utilizzazione per Via del Vapore della piattaforma stradale tipica della categoria di ambito extraurbano F2, come buon compromesso tra comfort e sicurezza, è soltanto di comodo, in quanto la strada in questione è ubicata sicuramente in ambito urbano e quindi la scelta della suddetta piattaforma rientra tra le scelte possibili, a partire dal minimo indicato dalle norme (comunque non cogenti) per la categoria F in ambito urbano.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p style="text-align: center;">IG51-01-E-CV-RG-NV19-00-001-A00.DOC</p> <p style="text-align: right;">Foglio 5 di 26</p>

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).

Non risultano esserci prescrizioni / raccomandazioni specifiche per l'opera in esame.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Foglio 6 di 26
IG51-01-E-CV-RG-NV19-00-001-A00.DOC		

2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

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. 22/04/2004	Modifica del decreto 5.11.2001 n.6792 recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".
14	D.M. LL.PP. 19/04/2006	Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali
		CODICE STRADALE E DISPOSIZIONI CORRETTIVE
15	D. L.vo n. 285 del 30/04/1992	Nuovo codice della strada
16	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.)
17	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)

18	DL n. 360 17/09/1993	Disposizioni correttive e integrative del codice della strada, approvato con decreto legislativo 30/04/1992, n. 285
19	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.

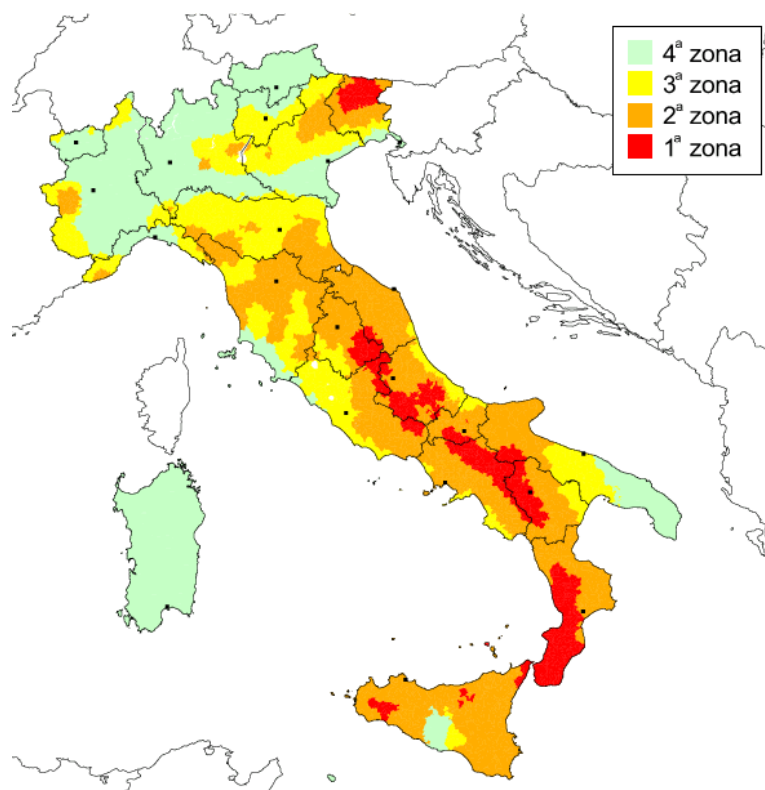


Figura 1 Mappa della zonazione sismica nazionale (OM 3274).

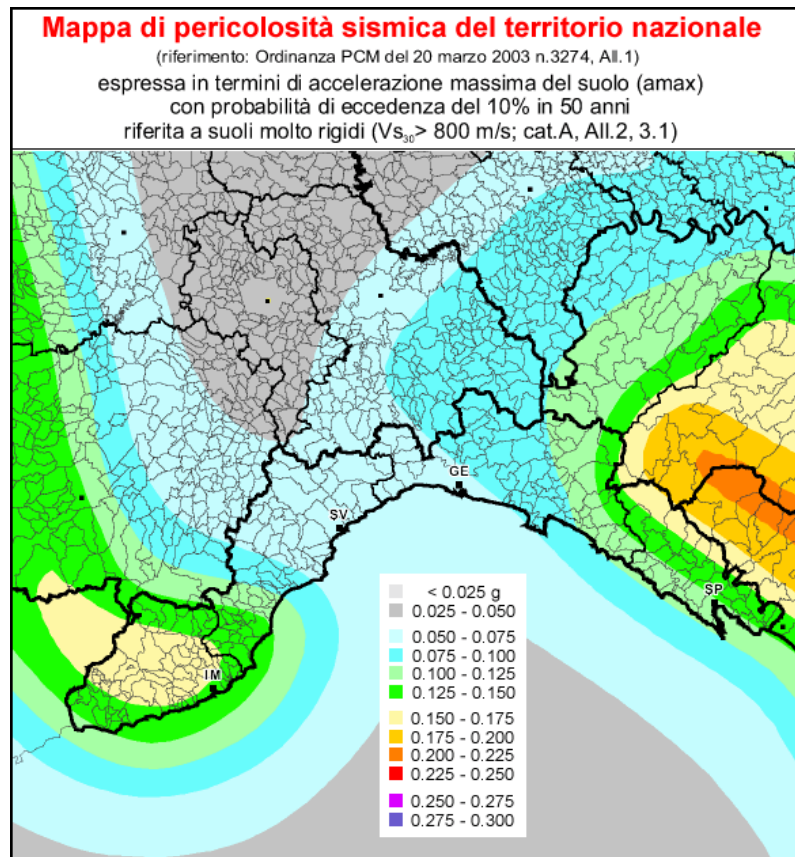


Figura 2 Zonazione sismica di dettaglio.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO

Per quanto riguarda le considerazioni geologico-geotecniche si rinvia alla relazione specialistica. Tuttavia, in via generale, si riportano di seguito alcune considerazioni utili alla comprensione delle scelte progettuali e costruttive.

Le opere di viabilità di che trattasi attraversano principalmente depositi alluvionali, costituiti in prevalenza da sabbia e ghiaia, e quindi insistono su terreni dalla buona capacità portante. Il loro spessore è variabile, ma si attesta in genere sull'ordine dei cinque metri.

Il substrato è costituito da una alternanza di formazioni marnose ed arenacee, anch'esse caratterizzate da un buon comportamento geomeccanico.

Le opere sono altresì realizzate in zone pianeggianti, dove la suscettività al dissesto è bassa o molto bassa. Non si riscontrano quindi particolari criticità legate a fenomeni gravitativi in atto o quiescenti.

In conclusione, non si denotano elementi di criticità geotecnica circa la realizzazione delle opere in progetto ed il loro comportamento, dopo un breve periodo di assestamento iniziale, si potrà ritenere stabile nel tempo e legato unicamente alla resistenza intrinseca delle opere stesse rispetto ai carichi di esercizio.

4 INQUADRAMENTO IDRAULICO

Anche per gli aspetti idraulici non si ravvisano particolari criticità, poiché non si interferisce significativamente con corsi d'acqua, ad eccezione del Rio Campora, oggetto dell'unico intervento di rilievo, costituito dal suo attraversamento.

Esso viene previsto come una completa ricostruzione, in sostituzione di quello attuale caratterizzato da un elevato stato di degrado e comunque insufficiente a garantire un'ideale sezione idraulica.

Di seguito si riportano, schematicamente, le caratteristiche idrauliche dell'opera in progetto. Per i dettagli strutturali si rimanda, invece, al capitolo sulle opere d'arte, alla relazione di calcolo e ai relativi elaborati grafici.

CORSO D'ACQUA: rio Campora		PORTATA $Q_{200} = 35 \text{ m}^3/\text{s}$			
Opera d'arte	Sez. stradale	Sez. idraulica	Livello max piena	Franco idraulico	
				In asse all'opera	Minimo
Scatolare sul rio Campora	63-65	2-3	231.50 – 231.59 m s.l.m.	2.96-3.69	2.96- 3.69

Le opere idrauliche ricorrenti riguardano invece la regimentazione delle acque meteoriche di piattaforma e sono costituite da tubazioni di fognatura, poste sotto ai marciapiedi e rivestite con un bauletto in calcestruzzo in modo da renderle sigillate ed impermeabili, da pozzetti con caditoie e/o bocche di lupo, da cunette alla francese, etc.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati specifici idrologico-idraulici allegati al progetto.

5 PROGETTO STRADALE

5.1 Descrizione tecnica dell'intervento

- Riqualifica via del Vapore

L'intervento consiste nella riqualifica della Via del Vapore, nel tratto esistente nella periferia a nord-ovest di Arquata Scrivia, tra l'innesto con la S.P. 140 della Val Borbera e la ex S.S. 35 dei Giovi in località Picareto.

L'adeguamento è necessario in quanto l'attuale viabilità è solo in parte pavimentata e non ha un calibro tale da consentire una sufficiente sicurezza ai flussi di traffico che da Arquata Scrivia s'immettono sulla S.P. 161 e che da questa si dirigono verso Serravalle Scrivia.

La riconfigurazione della via consiste nell'allargamento e pavimentazione della sede stradale esistente; il nuovo ingombro non interferisce con gli edifici esistenti ed occupa in parte il sedime esistente ed in parte le aree verdi ad esso adiacenti.

Il tracciato stradale è caratterizzato, partendo dall'incrocio con la S.P. 140 e procedendo fino all'innesto con la ex S.S. 35 in località Picareto, da un rettilineo di lunghezza 629.71 m seguito da tre curve, la prima a destra di raggio 6000 m, la seconda a sinistra di

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RG-NV19-00-001-A00.DOC Foglio 10 di 26

raggio 2000 m ed infine la terza nuovamente a destra di raggio 1150 m, intervallate da brevi rettili di lunghezza circa 20 m. Il tracciato termina con un rettilo di lunghezza pari a 78.83 m.

Lo sviluppo del nuovo tracciato è di 990 m fino all'innesto sulla nuova rotatoria tra la via del Vapore e la ex S.S. 35 che avviene con una curva in sinistra, con raggio di 25 m; il caposaldo finale (sez. di progetto n.55) è quindi ubicato sullo sviluppo della stessa curva circolare a 9.80m dalla sua prima tangente.

- Ex S.S. n.35

L'intervento consiste nell'adeguamento della ex S.S. 35, nel tratto posto a nord, subito al di fuori dell'abitato di Arquata Scrivia, in prossimità della zona archeologica di Libarna, fra il bivio per l'area industriale e l'incrocio con la S.P. 161. Tale tratto è comunque caratterizzato da una notevole urbanizzazione, sì da potersi considerare, per taluni aspetti quali il traffico pedonale, come zone urbane.

L'adeguamento è stato ritenuto opportuno, sia per migliorare le condizioni di percorrenza di quel tratto stradale da parte di veicoli e pedoni, sia per consentire future eventuali destinazioni a sosta di porzioni della piattaforma stradale.

Le opere previste consistono nell'allargamento della piattaforma pavimentata esistente e nella realizzazione di marciapiedi laterali ove questi non sono presenti.

Il tracciato stradale è sostanzialmente rettilineo e si sviluppa dalla nuova rotatoria che sarà realizzata fra ex S.S. 35 e viabilità per l'area industriale (wbs OV21), fino all'incrocio con la S.P. 161, anch'esso risolto con una nuova rotatoria (wbs OV20).

Lo sviluppo complessivo è pari a 250m, ed è costituito da un rettilo di lunghezza pari a 46.73m, da una curva in destra di raggio 10000 m e sviluppo pari a 194.61m circa, e da un ultimo rettilo di lunghezza pari a 8.66m.

5.2 Descrizione andamento altimetrico

- Riqualifica via del Vapore

Il progetto prevede di ricalcare l'andamento altimetrico delle livellette esistenti correggendo solo localmente gli eventuali avvallamenti e sconessioni presenti sul tracciato.

Le livellette che caratterizzano il tracciato hanno le seguenti caratteristiche :

- prima livelletta con pendenza del 0.75% e sviluppo di 257.18m;
- seconda livelletta con pendenza del 0.14% e sviluppo di 119.18m;
- terza livelletta con pendenza del 1.12% e sviluppo di 323.13m;
- quarta livelletta con pendenza del 0.29% e sviluppo di 80.38m;
- quinta livelletta con pendenza del 1.14% e sviluppo di 160.30m.

I raccordi altimetrici hanno rispettivamente i seguenti valori :

- raccordo altimetrico concavo di R=5000m;
- raccordo altimetrico convesso di R=5000m;
- raccordo altimetrico concavo di R=1000m;
- raccordo altimetrico convesso di R=5000m;
- raccordo altimetrico concavo di R=500m.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RG-NV19-00-001-A00.DOC Foglio 11 di 26

- Ex S.S. n.35

Il progetto prevede di ricalcare l'andamento altimetrico delle livellette esistenti correggendo solo localmente gli eventuali avvallamenti e sconessioni presenti sul tracciato.

Le livellette che caratterizzano il tracciato hanno le seguenti caratteristiche:

- prima livelletta con pendenza del 0.05% e sviluppo di 49.82m;
- seconda livelletta con pendenza del 0.36% e sviluppo di 140.68m;
- terza livelletta con pendenza del 1.16% e sviluppo di 19.50m;
- quarta livelletta con pendenza del 0.31% e sviluppo di 40.00m.

I raccordi altimetrici hanno rispettivamente i seguenti valori :

- raccordo altimetrico concavo di R=3000m;
- raccordo altimetrico concavo di R=2250m;
- raccordo altimetrico convesso di R=2250m.

5.3 Verifiche tracciato

- Riqualifica via del Vapore

Poiché la Via del Vapore si sviluppa in ambito urbano si imporrà il limite di velocità di 50 km/h lungo tutto il tracciato. Di conseguenza tutti quei vincoli sulla velocità derivanti dalle caratteristiche geometriche perdono di significato perché fanno riferimento a valori di velocità molto più elevati. L'ultimo raccordo circolare di 25 m di raggio si situa in un tratto in prossimità dell'intersezione dove la circolazione dei veicoli è subordinata al segnale di "dare la precedenza". In questo tratto quindi la velocità di progetto non può essere considerata di 50 km/h ma si attesta su valori molto inferiori, prossimi ai 20 km/h. Naturalmente, visto l'elevato numero di accessi laterali e l'ubicazione in area pressoché urbana, verrà vietato il sorpasso lungo tutto il tracciato.

Date queste premesse il comportamento dinamico del veicolo (accelerazioni, decelerazioni, stabilità in curva,...) passa in secondo piano rispetto ai requisiti di sicurezza per la circolazione.

Il tracciato si configura come una successione di lunghi rettili e curve ad amplissimo raggio, seguite da una curva a relativamente piccolo raggio prima dell'intersezione.

La prima parte non presenta particolari problemi in termini di sicurezza. L'andamento pressoché rettilineo garantisce un'ottima visibilità, sia per gli automobilisti in transito, sia per eventuali pedoni in attraversamento (nonché per veicoli che manovrano in ingresso e in uscita dagli accessi laterali). Lo stesso dicasi per la stabilità del veicolo in curva, che non è mai messa in discussione dalle caratteristiche geometriche del tracciato. Contemporaneamente la successione di rettili e curve ad ampio raggio (paragonata ad un unico rettilo) migliora l'impatto visivo per l'automobilista in transito dissuadendolo dal superare i limiti di velocità e mantenendone vivo il livello di attenzione.

La curva a piccolo raggio, prima dell'intersezione con segnale di precedenza, ha anch'essa un effetto benefico sulla sicurezza perché induce l'automobilista ad un

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RG-NV19-00-001-A00.DOC Foglio 12 di 26

rallentamento graduale; evitando quelle situazioni di rischio derivanti dal giungere in prossimità dell'intersezione ad una velocità troppo elevata o con un insufficiente livello di attenzione.

- Ex S.S. n.35

Si tratta di un brevissimo tratto, praticamente rettilineo, situato in ambito urbano in prossimità di intersezioni; per cui vale la limitazione dei 50 km/h come limite di velocità e divieto di sorpasso per tutta la lunghezza. Di conseguenza risulta troppo astratto ipotizzare verifiche di visibilità in funzione del diagramma di velocità.

In termini di sicurezza la geometria del tracciato non pone comunque particolari problematiche. L'andamento rettilineo (la curva da 10000 m di raggio è assimilabile ad un rettilineo) non mette mai in discussione i requisiti di stabilità del veicolo e di visibilità in curva.

5.4 Piattaforma stradale

- Riqualifica via del Vapore

Il calibro della sede stradale di progetto è quello di una strada tipo F2, con due corsie di larghezza 3.25m e banchine laterali di 1.00m. La sezione trasversale è a schiena d'asino con pendenza delle falde del 2.5%. Visto l'ambito urbano in cui si colloca il tracciato, vengono realizzati due marciapiedi di larghezza 1,00 m, che affiancano la sede pavimentata da entrambi i lati per tutta la sua lunghezza, dotati di rampe di accesso ai terminali ed alle interruzioni.

- Ex S.S. n.35

Il calibro della sede stradale di progetto è quello di una strada tipo C1 con due corsie di larghezza 3,50 m e banchine laterali di 1,50 m. La sezione trasversale è a schiena d'asino con pendenza delle falde del 2,5%. Visto l'ambito urbano in cui si colloca il tracciato, vengono realizzati due marciapiedi, di larghezza 1,50 m, che affiancano la sede pavimentata da entrambi i lati e per tutta la sua lunghezza.

5.5 Pavimentazione stradale

- Riqualifica via del Vapore

Analizzando la sovrastruttura stradale, il pacchetto di pavimentazione per l'asse principale risulta così costituito:

- | | |
|---|------------|
| • Fondazione stradale in misto granulare stabilizzato | s=40.00 cm |
| • Strato di base in conglomerato bituminoso | s=12.00 cm |
| • Strato di collegamento (binder) | s=6.00 cm. |
| • Tappeto d'usura | s=4.00 cm. |

Per un totale di pacchetto completo pari a 62 cm.

Tale sovrastruttura, di tipo flessibile, sulla base di una ormai consolidata esperienza da parte di moltissimi enti gestori di strade, risulta idonea a sopportare carichi di traffico

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RG-NV19-00-001-A00.DOC Foglio 13 di 26

notevoli, sia dal punto di vista del numero di passaggi, sia dal punto di vista dell'entità delle forze agenti; in altre parole un traffico pari alla capacità stradale, con una consistente frazione di veicoli pesanti.

- Ex S.S. n.35

Il progetto prevede tre tipologie di intervento per la realizzazione della sovrastruttura stradale in funzione della presenza o assenza di pavimentazione in conglomerato bituminoso esistente e del nuovo profilo stradale.

In particolare le lavorazioni previste sono:

- risagomatura della pavimentazione esistente;
- ricarica su pavimentazione esistente;
- nuova pavimentazione.

La risagomatura della pavimentazione esistente è prevista nelle zone di innesto sulle viabilità esistenti tramite fresatura e stesa del tappeto di usura in conglomerato bituminoso dello spessore di 4 cm.

La ricarica su pavimentazione esistente viene eseguita in tutti i tratti in cui le quote di progetto sono maggiori di quelle della pavimentazione esistente; si prevede pertanto la realizzazione di uno strato di binder di livellamento dello spessore variabile da 3 cm a 6 cm e la stesa del tappeto di usura in conglomerato bituminoso dello spessore di 4 cm.

5.6 Smaltimento acque di piattaforma

- Riqualifica via del Vapore – ex S.S.n.35

La raccolta e lo smaltimento delle acque di piattaforma avviene tramite un nuovo reticolo di tubazioni in cls del diametro di 50 cm sottostanti i marciapiedi e/o la sede pavimentata, nei quali sono convogliate le acque raccolte da pozzetti con bocca di lupo. Il recapito finale delle nuove tubazioni è la fognatura esistente lungo la ex S.S. 35.

Lungo il tracciato si ritrovano anche alcuni attraversamenti idraulici la cui interferenza è risolta tramite il prolungamento delle tubazioni esistenti con tubi in cls dello stesso diametro di quelli presenti rivestiti con un bauletto in calcestruzzo in grado di sopportare i carichi stradali.

6 GALLERIE

Il tracciato non prevede tratti di viabilità in galleria.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RG-NV19-00-001-A00.DOC Foglio 14 di 26

7 OPERE D'ARTE

- Riqualifica via del Vapore

In corrispondenza dell'attraversamento sul Rio Campora (progr. 745) verrà costruito uno scatolare di luce interna 6.00 m per 5.50 m. Il manufatto in progetto sostituirà la preesistente struttura di attraversamento del corso d'acqua che pertanto verrà preventivamente demolita.

Lo scatolare in progetto risulta lungo 11.80 m: due corsie da 3.25 m, due banchine da 1.00 m e 1.55 m per parte di elementi marginali. Viene realizzato in calcestruzzo armato; soletta, pareti e platea di fondazione hanno spessore di 70 cm. La struttura è completata con muri ad "U" su entrambi gli imbocchi per raccordarsi con le scarpate del rilevato. Alle estremità dei muri ad "U" verranno predisposti dei piccoli muri di sostegno per proteggere il piede del rilevato in caso di piena.

Al di sopra della soletta la piattaforma stradale ha uno spessore variabile da 80 ad 88 cm fino al raggiungimento della quota di progetto prestabilita.

8 OPERE IMPIANTISTICHE

8.1 Impianto di illuminazione

- Riqualifica via del Vapore

Sul tratto di Via del Vapore attualmente vi è un impianto di illuminazione solo per la primissima parte. Questo andrà smantellato e sostituito con un nuovo sistema, strutturato con una polifora interrata a tre tubi in P.V.C. ciascuno del diametro di 100 mm, indicativamente con pozzetti ogni 30 metri. In linea generale si utilizzeranno dei punti luce singoli disposti, ove possibile, alternatamene sui due bordi della strada.

- Ex S.S. n.35

Sul tratto di adeguamento della Ex S.S. 35 vi è attualmente un impianto di illuminazione. I nuovi punti luce verranno quindi posizionati in prossimità degli esistenti leggermente più arretrati in modo da consentire l'allargamento della sede stradale. La rete di collegamento sarà costituita da una polifora interrata a tre tubi in P.V.C. (diametro 100 mm) con pozzetti indicativamente ogni 30 metri.

8.2 Dispositivi di ritenuta

- Riqualifica via del Vapore

Si prevede l'installazione di barriere metalliche monofilari di classe H2 bordo laterale, in corrispondenza del tratto finale del tracciato (sul ciglio destro) dove è presente la scarpata del rilevato stradale in affiancamento al Rio Campora.

In corrispondenza del nuovo scatolare di progetto sul Rio Campora, in riferimento alle classi di contenimento minime stabilite dalla vigente normativa, è prevista una barriera monofilare metallica di classe H2 bordo ponte con larghezza utile del sistema W7, conformemente a quanto previsto dalla normative per le strade urbane di categoria "F".

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RG-NV19-00-001-A00.DOC
	Foglio 15 di 26

- Ex S.S. n.35
Non si prevede l'installazione di barriere di sicurezza nel tratto in esame.

9 SICUREZZA (applicazione D.M. 67/S del 22.04.2004)

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, quale risultano i due tratti d'opera di cui al presente intervento NV19.

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

E' stata per esempio adottata la piattaforma di categoria C1 per l'ampliamento della ex S.S. 35, in zona interessata da un piccolo centro abitato ma formalmente extraurbana (numero dei fabbricati inferiore a 25), posta in adiacenza all'innesto della S.P. 161 della Crenna, strada della quale è pure previsto, con separato intervento, l'ampliamento alla categoria C1.

Per Via del Vapore è stata invece adottata la piattaforma della categoria F2, pur trattandosi di strada locale in ambito urbano.

L'andamento rettilineo planoaltimetrico dei tratti interessati poi, non pone problemi in ordine alle velocità di progetto, mentre le velocità massime dei veicoli sono limitate a 50 Km/h dall'ambito urbano per Via del Vapore e, per la ex S.S. 35 dall'essere il tratto in questione molto breve e compreso tra due rotatorie "alla francese", precedute dal segnale di dare precedenza.

Il miglioramento della sicurezza dei due tratti (oltre a quello funzionale indiscutibile) è garantito dai seguenti elementi principali:

- realizzazione di marciapiedi a salvaguardia dei pedoni;
- presenza di banchine, opportune per consentire percorrenze ciclabili e di mezzi lenti più sicure e per facilitare lo scansamento a sinistra o a destra di veicoli in manovra;
- presenza alle estremità di rotatorie precedute dal segnale di dare precedenza, e quindi obbliganti i conducenti a forti rallentamenti o alla fermata prima dell'immissione nelle medesime. Ciò comporta un notevole abbassamento della velocità media dei veicoli, con forti benefici riguardo alla incidentalità;

Vi è comunque da dire che per Via del Vapore l'aumento della sicurezza non è significativamente ricavabile dal dato attuale, che la vede interrotta e chiusa al traffico (sul lato cimitero) al centro della sua estesa (e quindi destinata ad un traffico sporadico e di servizio).

In ogni caso, l'ultimo tratto in curva prima dell'intersezione con la ex S.S. 35 regolato da una nuova rotatoria di progetto (wbs OV22) ha una netta funzione migliorativa sulla circolazione, perché ne induce uno spontaneo rallentamento prima dell'intersezione.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RG-NV19-00-001-A00.DOC Foglio 16 di 26

10 FASI ESECUTIVE

La realizzazione della viabilità descritta nei capitoli precedenti, avviene in due fasi, che prevedono come impostazione generale di non bloccare mai il traffico sulle viabilità esistenti o quanto meno di limitarne i periodi di chiusura, approntando delle parzializzazioni della sede stradale mirate ad evitare tratti regolati da sensi unici alternati. Parimenti verrà sempre garantito l'accesso alle proprietà private.

Dato il carattere fortemente antropizzato del territorio interessato, questa scelta risulta da un lato inevitabile per non creare insostenibili disagi alla popolazione, dall'altro (caso di Via del Vapore) risulta favorita data la presenza di viabilità alternative per raggiungere i vari settori del centro abitato.

Le tavole sopra elencate illustrano anche, evidenziata con apposita retinatura, un'ipotetica sistemazione delle aree di cantiere necessarie per la realizzazione della viabilità in progetto e relative intersezioni.

- Riqualifica via del Vapore

La prima fase dei lavori riguarda la realizzazione dei tratti esterni alla sede stradale esistente, localizzati nel tratto compreso tra il piazzale del cimitero e l'attività industriale ubicata a termine intervento; in questo tratto la viabilità esistente (ex sedime ferroviario) caratterizzata da una strada sterrata in affiancamento al rio Campora, risulta già chiusa al traffico sul lato cimitero dove sono installate delle barriere tipo new jersey a chiusura della stessa tratta.

In questa fase è previsto per il tratto in sovrapposizione alla viabilità esistente (tratto iniziale) la realizzazione dell'ampliamento sul lato sinistro (corsia di marcia, banchina e marciapiede), con parzializzazione del traffico in esercizio a senso unico sulla corsia restante in direzione dell'incrocio esistente con via Roma – SP 140. Gli accessi alle attività presenti nella tratta in esame, saranno comunque garantiti attraverso i collegamenti trasversali esistenti tra la ex S.S. n. 35 e la stessa via del Vapore con transito a doppio senso di circolazione, a completamento dei sensi unici sopra descritti.

La seconda fase dei lavori completa l'opera in esame con la realizzazione dell'ampliamento previsto sul lato destro (corsia di marcia, banchina e marciapiede) unicamente per il tratto in sede alla viabilità esistente, e utilizza la tratta realizzata nella fase precedente per il mantenimento del traffico in esercizio a doppio senso di marcia; il traffico in esercizio è quindi previsto a senso unico di circolazione (in direzione incrocio con via Roma – SP140) nel tratto interessato dai lavori, utilizzando la nuova sede stradale già ultimata, e come nella fase precedente, si preservano gli accessi esistenti attraverso le viabilità trasversali di collegamento.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RG-NV19-00-001-A00.DOC <div style="float: right;">Foglio 17 di 26</div>

- Ex S.S. n.35

Come per la tratta sopra descritta, anche per quest'ultima si utilizza un analogo schema realizzativo, che prevede in prima fase la realizzazione delle opere di ampliamento sul lato sinistro con parzializzazione del traffico previsto a senso unico di circolazione sull'attuale corsia direzione Genova, e in seconda fase il completamento di quanto già realizzato, con la realizzazione dell'ampliamento stradale sul lato destro con spostamento del traffico in esercizio a senso unico sulla nuova sede stradale ultimata.

11 DIMENSIONAMENTO DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE

Il presente capitolo tratta la verifica del pacchetto di pavimentazione stradale previsto per la riqualifica di via del Vapore in Comune di Arquata Scrivia strada tipo F2, con piattaforma di larghezza pari a 8,50 m con due corsie di larghezza 3.25m e banchine laterali di 1.00m. 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.

11.1 SEZIONE DI PROGETTO DEL PACCHETTO DI PAVIMENTAZIONE

Per la viabilità in esame è stata ipotizzata la seguente sezione tipo del pacchetto di pavimentazione:

Strati	Spessore [cm]	Materiale costituente
Binder	6	Conglomerato bituminoso
Base	12	Misto bitumato
Fondazione	40	Misto granulare stabilizzato
<i>totale</i>	58	

11.2 ANALISI DEL TRAFFICO

Come anticipato in premessa al presente capitolo alla strada in oggetto è stato associato un TGM > 1000 veicoli annui nei due sensi di marcia e, nello specifico, abbiamo ipotizzato cautelativamente un TGM = 10.000 veicoli annui nei due sensi di marcia e ad esso si applicano i seguenti coeff. 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: $d = 0,80$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RG-NV19-00-001-A00.DOC Foglio 19 di 26

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

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

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]

Numero di veicoli pesanti (commerciali) che transitano durante la Vita Utile:

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

11.3 CRITERIO DI VERIFICA

Per la verifica del dimensionamento del pacchetto di pavimentazione 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 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:

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

11.4 Numero dei passaggi sopportabili, termine $W_{8,2t}$.

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).

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-RG-NV19-00-001-A00.DOC	Foglio 20 di 26

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:

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

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]

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

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 m_4 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 $Mr = 10 \text{ CBR}(\%)$,

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

tale che $CBR(\%) = 0.2 \text{ Md}$,

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.

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

Riprendendo il pacchetto di pavimentazione ipotizzato:

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RG-NV19-00-001-A00.DOC Foglio 21 di 26

Strati	Spessore [cm]	Materiale costituente	Coefficiente Strutturale (a i)	Coefficiente Drenaggio (m i)
Binder	6	Conglomerato bituminoso	0,37	/
Base	12	Misto bitumato	0,24	/
Fondazione	40	Misto granulare stabilizzato	0,13	1,0
<i>totale</i>	58			

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

Tipologia Strada	Classe	Affidabilità D.M. 5/11/2001	Zr	So	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:

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

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.

11.5 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 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	-

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 rapporta il Numero di passaggi di veicoli commerciali (pesanti) al corrispondente 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 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	

Nella soprastante tabella i 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: $\mathbf{N_x} = \sum (\mathbf{a_{ki}}) \times \mathbf{N_{vc\ i}}$

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

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.

11.6 VERIFICA DELLA SOVRASTRUTTURA

W_{8,2t} = 5 398 371 Passaggi Sopportabili > **N_{8,2t} = 4 278 554** Passaggi Previsti

In virtù di quanto detto al paragrafo 11.3 il pacchetto di pavimentazione ipotizzato risulta idoneo a sopportare il traffico pesante previsto nei **10 anni di vita utile** della strada in progetto.