

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

RIFACIMENTO STRADA DI ACCESSO AI CANTIERI COP5 – CBP4 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 2 0 0 0	0 0 1	A

Progettazione :

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

n. Elab.:	File: IG51-01-E-CV-RG-NV20-00-001-A00.DOC
-----------	---

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-01-E-CV-RG-NV20-00-001-A00.DOC</p> <p style="text-align: right;">Foglio 3 di 21</p>

INDICE GENERALE

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-01-E-CV-RG-NV20-00-001-A00.DOC</p> <p>Foglio 4 di 21</p>

1 PREMESSE

1.1 Scopo e funzionalità dell'intervento.

La presente relazione illustra la progettazione esecutiva delle opere previste per l'adeguamento della viabilità di accesso al cantiere operativo COP5 nel Comune di Arquata Scrivia, predisposto alla realizzazione di una tratta del terzo valico ferroviario dei Giovi, in corrispondenza della progressiva km 29+345 dello stesso.

Il progetto prevede l'allargamento della strada esistente la quale, staccandosi dalla S.S. N°35 dei Giovi, corre parallela alla S.P. N°161 e raggiunge alcune cascate presenti sul versante Sud della valle.

Lo sviluppo del tracciato in studio è pari a circa 402 m al quale vanno aggiunte le tratte di adeguamento degli innesti alla viabilità esistente. E' previsto anche l'abbassamento in trincea della livelletta in modo da consentire la realizzazione del sottovia scatolare in prossimità dell'intersezione con il futuro tracciato ferroviario, opera prevista e indicata in tutti gli elaborati, ma esclusa da questa progettazione, in quanto parte del progetto di linea. Per garantire la continuità viaria durante le lavorazioni, si prevede di realizzare una deviazione a sezione ridotta a Est dell'intervento.

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.

<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-NV20-00-001-A00.DOC</p>	<p>Foglio 5 di 21</p>

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

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

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

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

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

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-RG-NV20-00-001-A00.DOC	Foglio 6 di 21

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. 19/04/2006	Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali
		CODICE STRADALE E DISPOSIZIONI CORRETTIVE
13	D. L.vo n. 285 del 30/04/1992	Nuovo codice della strada
14	DPR n. 495 del 16/12/1992	Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada (G.U. 28.12.1982, N. 303 - suppl.)
15	DPR n. 147 26/04/1993	Regolamento recante modificazioni ed integrazioni agli art. 26 e 28 del DPR 16/12/1992, n. 495 (regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada)

16	DL n. 360 17/09/1993	Disposizioni correttive e integrative del codice della strada, approvato con decreto legislativo 30/04/1992, n. 285
17	DPR n. 610 16/09/1996	Regolamento recante modifiche al DPR 16/12/1992 n. 495, concernente il regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada

2.2 Normativa sismica

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

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

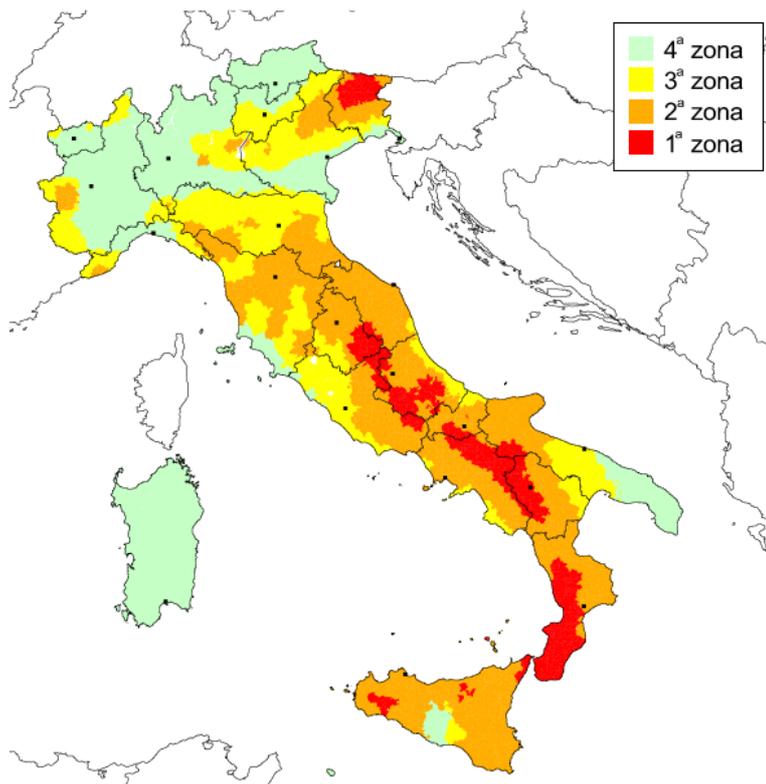


Figura 1 Mappa della zonazione sismica nazionale (OM 3274).

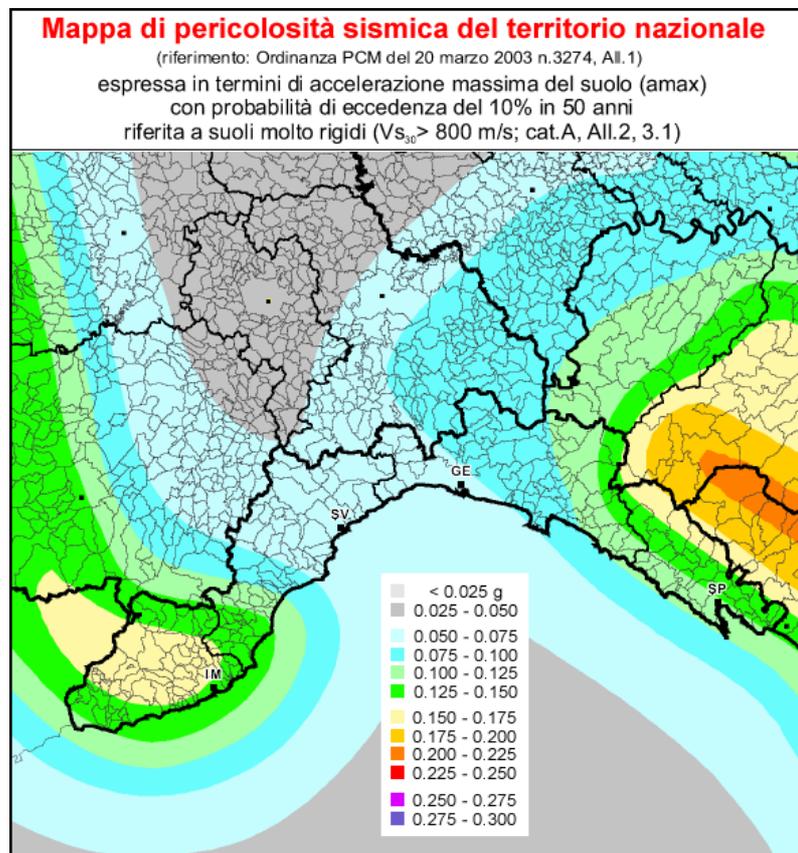


Figura 2 Zonazione sismica di dettaglio.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO

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.

La viabilità attraversa principalmente depositi alluvionali costituiti in prevalenza da sabbia e ghiaia e quindi insiste su terreni dalla buona capacità portante. Lo spessore dei depositi è variabile, in genere rimanendo sull'ordine dei cinque metri.

Il substrato è una alternanza di formazioni marnose ed arenacee dal buon comportamento geomeccanico.

Le opere verranno 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.

4 INQUADRAMENTO IDRAULICO

Per quanto riguarda l'inquadramento idraulico si rimanda alla relazione specifica.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-RG-NV20-00-001-A00.DOC	Foglio 9 di 21

5 PROGETTO STRADALE

5.1 Descrizione tecnica dell'intervento

Il tratto interessato dall'intervento presenta una sezione variabile tra 3,00 e 4,00 m e si sviluppa parte in trincea e parte a mezza costa.

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

Si possono identificare due diverse tipologie di intervento a seconda che le quote di progetto coincidano o meno con quelle della viabilità esistente: nel primo caso (per uno sviluppo complessivo pari a $L=140$ m) è previsto l'allargamento della piattaforma esistente mediante la demolizione di 5 cm dell'attuale pacchetto di pavimentazione e la realizzazione di quello nuovo, nel secondo ($L=262,50$ m), poiché le quote progetto sono più basse di quelle esistenti, è prevista la completa demolizione del pacchetto e la realizzazione di quello nuovo.

Nei tratti dove la quota di progetto non si discosta dall'esistente, il progetto prevede di mantenere la fondazione stradale esistente, limitando l'intervento ad una ricarica di pavimentazione bituminosa e realizzando il nuovo pacchetto solo nella nuova porzione della piattaforma. Nei tratti in trincea, invece, l'intervento riguarderà la realizzazione di tutta la nuova piattaforma.

Dal punto di vista planimetrico il tracciato in progetto presenta n°4 curve con raggi variabili tra $R=60,00$ m e $R=350,00$ m e n°4 rettifici di raccordo. L'andamento ricalca sostanzialmente il tracciato esistente allargandosi a monte del versante. In questo modo, aumenta l'entità degli scavi per la realizzazione della trincea, ma si riduce al minimo la necessità di formare rilevati in tutte le tratte del percorso

5.2 Descrizione andamento altimetrico

Dal punto di vista altimetrico, si prevede un notevole scostamento della livelletta esistente solo in corrispondenza dello scavo della trincea e dell'opera scatolare per la quale è necessario mantenere un franco minimo pari a $H=5,00$ m.

Lungo la rimanente porzione del tracciato, la progettazione è stata sviluppata cercando di rispettare il più possibile l'andamento altimetrico dell'attuale viabilità, sia per ottenere limitati movimenti materie sia, soprattutto, per poter facilmente garantire il completo utilizzo della viabilità anche nel corso dei lavori.

La connessione alla viabilità esistente rende comunque necessario l'adeguamento del piano stradale delle strade afferenti; pertanto si prevede la fresatura degli strati superficiali di pavimentazione ed un loro reintegro con ricarica dello strato di binder al fine di realizzare le quote di progetto. Le livellette iniziali con pendenze pari a 0.86% e 2.46% si sovrappongono al sedime stradale esistente di cui ne mantengono le caratteristiche, il tratto successivo in funzione del sottopasso all'opera di linea, prevede un tratto in trincea con una prima livelletta di pendenza pari al 4.50% raccordata al sedime esistente con raccordo verticale convesso di $R=450$ m, e alle successive rispettivamente con raccordi verticali concavi di $R=400$ m e $R=200$ m.

Il tracciato altimetrico nel tratto finale con livelletta di pendenza pari al 8.00% si riporta al piano campagna dove si raccorda alla viabilità esistente e alla successiva wbs NV20 .

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RG-NV20-00-001-A00.DOC Foglio 10 di 21

5.3 Descrizione deviazione provvisoria

Al fine di poter effettuare gli scavi e tutte le lavorazioni necessarie alla realizzazione della trincea e del sottovia senza interrompere la viabilità esistente, il progetto prevede di realizzare una nuova via provvisoria a monte di quella soggetta all'intervento.

Il tracciato di questa deviazione si stacca dal tracciato principale appena prima del tratto in trincea e si ricollega allo stesso al limite dell'intervento, dopo la fine della trincea.

Planimetricamente esso devia dall'asse principale tramite una breve curva, seguita da n°3 rettifici raccordati da n°2 curve rispettivamente di raggio R=100 m e R=40 m; il collegamento finale all'asse principale avviene tramite un flesso del tracciato in corrispondenza dell'accesso all'area di cantiere, pur non pregiudicandone la funzionalità.

Per questa deviazione provvisoria il progetto prevede per tutto il tratto interessato una sezione tipo di larghezza pari a B=4,00 m, e un andamento altimetrico allineato al profilo del terreno esistente, ad esclusione della zona di intersezione con la mulattiera, dove è necessario un abbassamento della livelletta.

5.4 Piattaforma stradale

La nuova viabilità è a doppio senso di marcia.

La sezione pavimentata è costituita da:

- n°2 corsie di marcia da 2.75 m;
- banchine esterne di 0.75m;
- elementi marginali (arginelli e/o cunette laterali) di 0.50m.

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

Per le zone in cui si è mantenuta la viabilità esistente le dimensioni saranno quelle originarie.

Le scarpate avranno pendenza al 3/2; nei casi in cui si dovrà eseguire l'allargamento di un rilevato esistente si provvederà alla gradonatura della scarpata per l'ammorsamento del nuovo corpo stradale.

Data la presenza di campi e di fossi irrigui, tale area dovrà essere opportunamente bonificata mediante asportazione della parte superficiale del terreno (a questo livello progettuale si ipotizza uno strato alto 50 cm) e sostituzione con materiale arido.

5.5 Pavimentazione stradale

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=10.00 cm |
| • Strato di collegamento (binder) | s=5.00 cm. |

Per quanto riguarda invece il pacchetto previsto per la deviazione provvisoria si prevede:

- | | |
|--|-------------|
| • Strato unico in misto granulare stabilizzato | s=40.00 cm. |
|--|-------------|

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-01-E-CV-RG-NV20-00-001-A00.DOC</p> <p style="text-align: right;">Foglio 11 di 21</p>

Per le zone attualmente già pavimentate, come detto, si prevede una fresatura degli strati bituminosi per uno spessore di circa 5 cm, e successiva ricostruzione alle quote progetto; analogo trattamento è previsto per le tratte di raccordo con la viabilità esistente.

5.6 Smaltimento acque di piattaforma

Lo smaltimento delle acque meteoriche viene affidato a canalette prefabbricate semicircolari poste a lato della carreggiata in sostituzione dell'arginello erboso, che convogliano l'acqua fino al punto di minimo situato in corrispondenza dello scatolare ferroviario.

Da questo punto le acque vengono raccolte tramite una tubazione dal diametro pari a 30 cm e dirette, attraverso i terreni limitrofi, verso il recapito finale, rappresentato da un rio esistente.

A lato della strada esistente, è presente un canale che raccoglie le acque degli impluvi del versante a monte del tracciato in studio. Attualmente il canale scorre lungo il ciglio Est della strada fino al punto in cui, per mezzo di un tombino, attraversa la carreggiata per poi continuare verso Ovest.

Data la necessità di abbassare la livelletta, il progetto prevede di convogliare le acque del canale con un tubo dal diametro pari a 150 cm in un pozzetto (A=2,50x2,50 m - H=3,00 m). In questo modo è possibile (come esposto in dettaglio nella Relazione allegata relativa allo studio idraulico effettuato, individuata nell'elaborato A301-00-D-CV-RI-NV20-00-001-A) raggiungere la quota necessaria all'attraversamento della piattaforma stradale alla nuova livelletta di progetto. A questo punto è previsto che le acque scorrano lungo la scarpata Ovest all'interno di un canale prefabbricato, attraversando il rilevato ferroviario tramite un tombino circolare del diametro pari a 150 cm (opera inclusa nel progetto di linea), fino a raggiungere il recapito originale.

<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-NV20-00-001-A00.DOC</p> <p>Foglio 12 di 21</p>

6 GALLERIE

Il tracciato non prevede tratti di viabilità in galleria.

7 OPERE D'ARTE

L'intervento si sviluppa su una viabilità esistente per cui non è richiesta la progettazione di opere d'arte.

8 OPERE IMPIANTISTICHE

Non sono previsti impianti.

9 SICUREZZA

9.1 Dispositivi di ritenuta

Non sono previsti dispositivi di ritenuta lungo l'intervento in quanto non sono presenti rilevati e/o opere d'arte da imporre l'installazione .

10 FASI ESECUTIVE

Come detto, per garantire la continuità viaria durante le lavorazioni, si prevede di realizzare una deviazione a sezione ridotta a Est dell'intervento. Essendo di carattere provvisorio e propedeutico alla realizzazione della viabilità principale e quindi alla realizzazione del piazzale del cantiere, il progetto prevede di mantenere la livelletta di progetto il più possibile vicino alla quota del piano campagna.

Il successivo completamento della viabilità principale e la realizzazione del piazzale del cantiere prevederà il disfacimento della deviazione provvisoria e il riposizionamento delle quote di progetto ai valori necessari all'attività di cantiere.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-RG-NV20-00-001-A00.DOC	Foglio 13 di 21

11 DIMENSIONAMENTO DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE

Il presente capitolo tratta la verifica del pacchetto di pavimentazione stradale previsto per l'adeguamento della viabilità di accesso al cantiere operativo COP5 nel Comune di Arquata Scrivia, con piattaforma di larghezza pari a 7,00 m con due corsie da 2,75 m e due banchine in destra da 0,75 m ciascuna). 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	5	Conglomerato bituminoso
Base	10	Misto bitumato
Fondazione	40	Misto granulare stabilizzato
<i>totale</i>	55	

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-NV20-00-001-A00.DOC Foglio 14 di 21

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-NV20-00-001-A00.DOC	Foglio 15 di 21

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:

Strati	Spessore [cm]	Materiale costituente	Coefficiente Strutturale (a i)	Coefficiente Drenaggio (m i)
Binder	5	Conglomerato bituminoso	0,37	/
Base	10	Misto bitumato	0,24	/
Fondazione	40	Misto granulare stabilizzato	0,13	1,0
<i>totale</i>	55			

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: $Nx = \sum (aki) \times Nvc i$

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

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

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

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.