

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA  
 LEGGE OBIETTIVO N. 443/01  
 LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA  
 Lotto Funzionale Brescia-Verona  
 PROGETTO DEFINITIVO**

**OPERE DI ATTRAVERSAMENTO STRADALE – SOTTOPASSO  
 S.P.18**

**Prog. km 70+916.254 - CATEGORIA C1  
 RELAZIONE GENERALE STRADALE**

IL PROGETTISTA INTEGRATORE  
 saipem spa  
 Tommaso Taranta

IL PROGETTISTA  
 saipem spa  
 Tommaso Taranta

Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'albo  
 degli Ingegneri della Provincia di Milano  
 al n. A23763 - Sez. A Settori:  
 a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informatica  
 Tel. 02.52020511 Fax: 02.52020309  
 CF. e P.IVA n. 00875709137

Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'albo  
 degli Ingegneri della Provincia di Milano  
 al n. A23763 - Sez. A Settori:  
 a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informatica  
 Tel. 02.52020511 Fax: 02.52020309  
 CF. e P.IVA n. 00875709137

ALTA SORVEGLIANZA



Verificato	Data	Approvato	Data

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    PROGR.    REV.

I	N	0	5	0	0	D	E	2	R	O	S	L	6	1	0	0	0	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PROGETTAZIONE GENERAL CONTRACTOR									Autorizzato/Data
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Consorzio <b>Cepav due</b> Project Director (Ing. F. Lombardi) Data: _____
0	31.03.14	Emissione per CdS	M.T.	31.03.14	D. NARDI	31.03.14	LAZZARI	31.03.14	

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121

Data: 31.03.14

Doc. N.: 23240\_04.doc



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008



## INDICE

<b>1</b>	<b>GENERALITA'</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ELABORATI DI RIFERIMENTO</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA E RIFERIMENTI</b>	<b>3</b>
3.1	<b>OPERE IN C.A. E STRUTTURE METALLICHE</b>	<b>4</b>
3.2	<b>SISMICA</b>	<b>4</b>
3.3	<b>GEOTECNICA , FONDAZIONI E GEOLOGIA</b>	<b>5</b>
3.4	<b>STRUTTURE PREFABBRICATE</b>	<b>5</b>
3.5	<b>PONTI STRADALI</b>	<b>5</b>
3.6	<b>BARRIERE STRADALI</b>	<b>5</b>
3.7	<b>STRADE</b>	<b>5</b>
3.8	<b>NORME DELLE "FERROVIE DELLO STATO"</b>	<b>6</b>
3.9	<b>ALTRI DOCUMENTI</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>CRITERI DI PROGETTAZIONE STRADALI</b>	<b>7</b>
4.1	<b>SCELTA DELLA VELOCITA' DI PROGETTO E DEFINIZIONE DEI RAGGI DI CURVATURA</b>	<b>7</b>
4.2	<b>SVILUPPO MINIMO DELLE CURVE CIRCOLARI</b>	<b>8</b>
4.3	<b>ANDAMENTO ALTIMETRICO</b>	<b>9</b>
4.4	<b>ALLARGAMENTO DELLA SEDE CARRABILE IN CURVA</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</b>	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA STRADA IN PROGETTO</b>	<b>11</b>
7.1	<b>VERIFICHE DEL TRACCIATO</b>	<b>11</b>
7.1.1	Verifica caratteristiche planimetriche	11
7.1.2	Verifica delle caratteristiche altimetriche	11
7.1.3	Distanza di visibilità	12
<b>8</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL CORPO STRADALE</b>	<b>13</b>
8.1	<b>BONIFICA - SCOTICO</b>	<b>13</b>
8.2	<b>RILEVATO</b>	<b>13</b>
8.3	<b>SOVRASTRUTTURA STRADALE</b>	<b>13</b>
<b>9</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE D'ARTE</b>	<b>14</b>
9.1	<b>OPERE MINORI</b>	<b>14</b>
<b>10</b>	<b>DISPOSITIVI DI SICUREZZA</b>	<b>14</b>

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 23240-04

Progetto  
IN05Lotto  
00Codifica Documento  
DE2ROSL6100-001Rev.  
0Foglio  
3 di 16

## GENERALITA'

Nel presente documento vengono descritte le rampe relative al sottopasso alla linea A.C. alla progressiva km 70+916.254 col quale la S.P.18 sottopasserà la nuova ferrovia.

## 1 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Tutti gli elaborati di riferimento citati all'interno del documento sono da intendersi con codice commessa "IN05" in luogo di "A202".

DESCRIZIONE	CODICE
<u>OPERE DI ATTRAVERSAMENTO STRADALE – SOTTOVIA S.P. 18 PROG. KM 70+916.254 – CATEGORIA C1</u>	
PLANIMETRIA STATO DI FATTO	A20200DE2P7IT6100001
PLANIMETRIA DI PROGETTO	A20200DE2P7IT6100002
PROFILO LONGITUDINALE	A20200DE2FZIT6100001
SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 1/2	A20200DE2W9IT6100001
SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 2/2	A20200DE2W9IT6100002
DIAGRAMMA DI VISUALE LIBERA E DI VELOCITA'	A20200DE2DXIT6100001
RELAZIONE IDRAULICA	A20200DE2RISL6103001
RELAZIONE TECNICA DELL'OPERA	A20200DE2ROSL6100002
MANUFATTO SCATOLARE E MURI AD U – PIANTA E SEZIONE LONGITUDINALE. TAVOLA 1/2	A20200DE2P9SL6100001
MANUFATTO SCATOLARE E MURI AD U – PIANTA E SEZIONE LONGITUDINALE. TAVOLA 2/2	A20200DE2P9SL6100002
MANUFATTO SCATOLARE E MURI AD U – SEZIONI TRASVERSALI E PARTICOLARI. TAVOLA 1	A20200DE2WZSL6100001
MANUFATTO SCATOLARE E MURI AD U – SEZIONI TRASVERSALI E PARTICOLARI. TAVOLA 2	A20200DE2WZSL6100002
OPERE PROVVISORIALI E FASI COSTRUTTIVE. TAVOLA 1/2	A20200DE2PZSL6100001
OPERE PROVVISORIALI E FASI COSTRUTTIVE. TAVOLA 2/2	A20200DE2PZSL6100002
VIABILITA' PROVVISORIA	A20200DE2P7IT6100006
RELAZIONE GEOTECNICA	A20200DE2RBSL610X001
OPERE DI ATTRAVERSAMENTO STRADALE – TIPOLOGICO SOTTOVIA PRESCRIZIONI MATERIALI E NOTE GENERALI	A20200DE2QXSL0000001
OPERE DI ATTRAVERSAMENTO STRADALE – TIPOLOGICO CAVALCAFERROVIA RELAZIONE GENERALE SUGLI ATTRAVERSAMENTI STRADALI	A20200DE2ROIV0000001
OPERE DI ATTRAVERSAMENTO STRADALE – TIPOLOGICO CAVALCAFERROVIA SEZIONI TIPO IN RILEVATO ED IN TRINCEA – STRADA CATEGORIA C1	A20200DE2WBIR0004001
OPERE DI ATTRAVERSAMENTO STRADALE – TIPOLOGICO CAVALCAFERROVIA PARTICOLARI FOSSO DI GUARDIA	A20200DE2BBIV0000001
VIABILITA' EXTRALINEA – ILLUMINAZIONE PLANIMETRIA E PARTICOLARI PALO DI ILLUMINAZIONE H=10M	A20200DE2PZNR0000002
TIPOLOGICO IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO ACQUE METEORICHE PER VIABILITA' PRINCIPALE STRADE CATEGORIA C1, C2, F1, F2 – TIPO A	A20200DE2BZSL0000001
TIPOLOGICO IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO ACQUE METEORICHE PER VIABILITA' PRINCIPALE STRADE CATEGORIA C1, C2, F1, F2 – TIPO A	A20200DE2BZSL0000002
TIPOLOGICO IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO ACQUE METEORICHE PER VIABILITA' PRINCIPALE STRADE CATEGORIA C1, C2, F1, F2 – TIPO A	A20200DE2BZSL0000003
TIPOLOGICO SOTTOPASSI IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE, DI SOLLEVAMENTO ED AFFINI	A20200DE2PZSL0000003
TIPOLOGICO MURI STRADALI MURI DI CONTENIMENTO – CARPENTERIA MURI ALTEZZE 2–3–4–5–6m	A20200DE2BB0C00A0001
TIPOLOGICO MURI STRADALI MURI DI CONTENIMENTO – RELAZIONE DI CALCOLO	A20200DE2CLOC00A0001
<u>ELABORATI GENERALI DI LINEA</u>	
PLANIMETRIA LINEA A.C.DA KM 70+624.970 A KM 71+424.970	A20200DE2P7IF0001055
PROFILO LONGITUDINALE – ASSE LINEA A.C. DA KM 63+424.970 A KM 72+424.970	A20200DE2F5IF0001005
SEZIONI TRASVERSALI LINEA AC DA KM 70+500.000 A KM 71+050.000	A20200DE2W9IF0001087

## 2 NORMATIVA E RIFERIMENTI

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
Doc. N. 23240-04	Progetto IN05	Lotto 00	Codifica Documento DE2ROSL6100-001	Rev. 0	Foglio 4 di 16

La progettazione stradale condotta e le disposizioni esecutive sono conformi alle norme attualmente in vigore.

## 2.1 OPERE IN C.A. E STRUTTURE METALLICHE

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica
- Circ. Min. LL.PP.14 Febbraio 1974, n. 11951 – Applicazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086”
- Circ. Min. LL.PP. 23 ottobre 1979 n. 19581 – L. 5 novembre 1981, n. 1086 – Collaudo statico
- D. M. Min. LL. PP. del 09 gennaio 1996 - Norme Tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato e precompresso e per le strutture metalliche;
- Circolare Min. LL. PP. n. 252 AA.GG./S.T.C. del 15.10.1996 - Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” di cui al D. M. 9 gennaio 1996.
- D. M. Min. LL. PP. del 16 gennaio 1996 - Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;
- Circolare Min. LL.PP. n. 156AA.GG./STC. del 4 luglio 1996 – Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996;

## 2.2 SISMICA

- Legge n. 64 del 2 febbraio 1974 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- D. M. Min. LL. PP. del 16 gennaio 1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- Circolare dei LL.PP. n. 65/AA.GG. del 10 aprile 1997 - Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche” di cui al D. M. del 16.01.1996;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri –Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003– Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri – Ordinanza n. 3316 del 2 ottobre 2003 – Modifiche ed integrazioni all’ Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri –Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003– recante “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”
- Decreto 21 ottobre 2003 – disposizioni attuative dell’art. 2, commi 2, 3 e 4 dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri –Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003– recante “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”
- Nota esplicativa Dip. Protezione Civile Uff. SSN 4 giugno 2003 – nota esplicativa all’ Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri –Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003– recante “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”

GENERAL CONTRACTOR  	ALTA SORVEGLIANZA  				
Doc. N. 23240-04	Progetto IN05	Lotto 00	Codifica Documento DE2ROSL6100-001	Rev. 0	Foglio 5 di 16

### 2.3 GEOTECNICA , FONDAZIONI E GEOLOGIA

- D.M. Min. LL.PP. del 11 marzo 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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- Circolare Ministero LL.PP. n. 30483 del 24 settembre 1988 – Norme tecniche per terreni e fondazioni - Istruzioni applicative
- Circ. M. LL.PP. 9 gennaio 1996, n. 218/24/3 – D.M. 11 marzo 1988 – Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica;

### 2.4 STRUTTURE PREFABBRICATE

- D. M. Min. LL. PP. del 3 dicembre 1987 – Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate
- Circolare Min. LL. PP. n. 31104 del marzo 1989 – Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate

### 2.5 PONTI STRADALI

- D. M. Min. LL. PP. del 4 maggio 1990 – Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, la esecuzione e il collaudo dei ponti stradali
- Circolare Min. LL. PP. n. 34233 del 25 febbraio 1991 – Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali

### 2.6 BARRIERE STRADALI

- D.m. 18 febbraio 1992, n. 223 (G.U. n. 139 del 16.6.95) – barriere stradali di sicurezza. Decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223
- Circolare 9 giugno 1995, n. 2595 (G.U. n. 139 del 16.6.95) – barriere stradali di sicurezza. Decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223.
- D.M. 15 ottobre 1996 (G.U. n. 283 del 3.12.96) – Aggiornamento del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza
- D. M. Min. LL. PP. del 3 giugno 1998 – 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
- D. M. Min. LL. PP. del 11 giugno 1999 – Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante “Aggiornamenti delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza “
- D.M. 2 agosto 2001 (G.U. n. 301 del 29.12.01) – Proroga dei termini previsti dall'art. 3 del D.M. 11 giugno 1999, inerente le barriere stradali di sicurezza
- D.M. 21 giugno 2004 (G.U. n. 182 del 05.08.04) – Barriere stradali di sicurezza. D.M. 21 giugno 2004

### 2.7 STRADE

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
Doc. N. 23240-04	Progetto IN05	Lotto 00	Codifica Documento DE2ROSL6100-001	Rev. 0	Foglio 6 di 16

- D.M. 5 novembre 2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade
- D.M. 22 aprile 2004 – Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”
- Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285– Nuovo codice della strada;
- D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 – Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada;
- D.Lgs. 15 gennaio 2002 n. 9 – disposizioni integrative e correttive del nuovo codice della strada, a norma dell’articolo 1, comma 1, della L. 22 marzo 2001, n. 85.
- D.L. 20 giugno 2002 n. 121 – disposizioni urgenti per garantire la sicurezza nella circolazione stradale
- L. 1 agosto 2002 n. 168 – conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 20 giugno 2002, n. 121, recante disposizioni urgenti per garantire la sicurezza nella circolazione stradale
- D.L. 27 giugno 2003 n. 151 – modifiche ed integrazioni al codice della strada
- L. 1 agosto 2003 n. 214 – conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 27 giugno 2003, n. 151, recante modifiche ed integrazioni al codice della strada
- D.M. 30 novembre 1999 n. 557 – Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili
- Bollettino CNR n. 150 – Norme sull’arredo funzionale delle strade urbane

## 2.8 NORME DELLE “FERROVIE DELLO STATO”

- Specifiche Tecniche di interoperabilità del sottosistema manutenzione del sistema ferroviario transeuropea ad alta velocità di cui all’art. 6, paragrafo 1, della direttiva 96/48/CE del 23 luglio 1996.
- Istruzione 44A - Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo di cavalcavia e passerelle pedonali sovrastanti la sede ferroviaria
- Istruzione 44b – Istruzioni tecniche per manufatti sotto binario da costruire in zona sismica

## 2.9 ALTRI DOCUMENTI

- CNR 10025/98 – Istruzioni per il progetto, l’esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo
- CNR 10018/87 – Apparecchi d’appoggio in gomma e PTFE nelle costruzioni. Istruzioni per il calcolo e l’impiego
- CNR 10024/86 – Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo
- Progetto preliminare della tratta Milano / Verona - febbraio 2003 (Prot. C2AV/2099/04 del 16-02-04)
- Italferr (ITF) – “Istruttorie sul Progetto Preliminare e sul S.I.A.” – marzo 2003
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT): “Relazione istruttoria con proposta di finanziamento” - ottobre 2003
- Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE) : “Primo programma delle opere strategiche Linea AC/AV MI-VR” – GU n. 132 del 08.06.04

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
Doc. N. 23240-04	Progetto IN05	Lotto 00	Codifica Documento DE2ROSL6100-001	Rev. 0	Foglio 7 di 16

### 3 CRITERI DI PROGETTAZIONE STRADALI

Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha emanato in data 5 novembre 2001 le “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” con le quali si sono definiti nuovi criteri per la definizione e la progettazione delle caratteristiche plano-altimetriche delle strade.

Tali nuovi criteri che rivestono carattere di normativa e quindi sono vincolanti per le nuove progettazioni pongono precisi limiti per le grandezze proprie dei tracciati stradali; tali limiti risultano a volte molto onerosi in termini sia economici che di impatto sul territorio.

Lo stesso Ministero delle Infrastruttura e dei Trasporti ha emanato in data 22 aprile 2004 la “Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»” con il quale viene dichiarata la applicabilità del DM 05/11/2001 solo alle strade di nuova costruzione.

Lo stesso decreto prevede che “Entro sei mesi dalla pubblicazione del presente decreto, la Direzione generale per le strade ed autostrade predispone nuove norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, finalizzate all'innalzamento dei livelli di sicurezza ed al miglioramento funzionale della circolazione, nel rispetto dei vincoli ambientali, paesaggistici, archeologici, delle condizioni locali, nonché delle esigenze della continuità di esercizio e che entro lo stesso termine la Direzione generale per le strade ed autostrade predispone apposite linee guida contenenti criteri e modalità per la presentazione delle richieste di deroga alle norme di cui al punto 1 del presente articolo”.

Appare quindi evidente che i criteri di progettazione contenuti nel DM 05/11/2001 non saranno vincolanti per gli interventi sulle viabilità esistenti.

#### 3.1 SCELTA DELLA VELOCITA' DI PROGETTO E DEFINIZIONE DEI RAGGI DI CURVATURA

Le Norme Tecniche per la progettazione stradale DM 11/05/2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” fissano come criterio fondamentale per la definizione planimetrica delle strade di nuova costruzione la definizione del campo di velocità di progetto all'interno del quale deve variare la velocità di progetto dei vari elementi (rettifili, curve) che compongono il tracciato.

La variazione della velocità di progetto tra un elemento e gli elementi adiacenti è fissata da regole precise, che devono essere rispettate nel definire il diagramma di velocità:

Fondamentale è la definizione della velocità di progetto massima, che è il valore di velocità da considerarsi su tutti gli elementi più favorevoli del tracciato, cioè ad esempio in tutti i rettifili di lunghezza maggiore di 300÷400m.

Nel fissare la velocità di progetto massima per i diversi tipi di strade la Norma fa preciso e ripetuto riferimento alla velocità massima prevista dal Codice della Strada per quel tipo di strada; più precisamente la velocità massima di progetto per ogni tipo di strada pari al valore del limite di velocità previsto dal Codice della Strada su quel tipo di strada, aumentato di 10 km/h (si veda la tabella 3.4.a della Normativa).

Per le strade extraurbane di categoria “C1” la velocità massima di progetto viene fissata in 100 km/h; (si veda la tabella 3.4.a della Normativa).



Per la viabilità oggetto della presente progettazione, in ottemperanza a quanto stabilito dalla delibera CIPE, viene assunta la sezione tipo definite dalla Normativa attuale come "C1" con il relativo intervallo di velocità di progetto (60-100 km/h).

L'intervento in esame interessa la viabilità esistente per un tratto limitato e quindi, così come la Norma prevede, si possono disattendere le prescrizioni in essa contenuta a patto che si dimostri di rispettare le condizioni di sicurezza per la circolazione.

Si prevede quindi di progettare la variante con velocità massima di progetto pari a **80** km/h (minore di 100 km/h) in accordo con gli Enti Gestori; per il tratto di strada interessato dai lavori verrà di conseguenza fissato, mediante l'installazione della segnaletica opportuna, il limite di velocità pari a **70** km/h, e cioè un limite di velocità inferiore ai 90 km/h previsti dal Codice della Strada per le strade extraurbane.

Il diagramma di velocità delle varianti in progetto dovrà pertanto essere costruito tenendo conto di questi valori.

### 3.2 SVILUPPO MINIMO DELLE CURVE CIRCOLARI

Uno dei vincoli geometrici più forti introdotti dalla nuova normativa riguarda la lunghezza dell'arco di cerchio che unito ai due archi di clotoide costituisce ciascuna curva planimetrica.

La normativa limita la lunghezza di tale arco di cerchio al valore necessario a far sì che un veicolo che lo percorre alla velocità desumibile dal diagramma delle velocità impieghi almeno 2.5 secondi ad attraversarlo.

Come conseguenza di tale limite e del rapporto fissato tra velocità di progetto, raggio di curvatura e parametro della clotoide si verifica quanto segue:

- noto il raggio di curvatura e la velocità di progetto risulta vincolati il parametro della clotoide
- fissato il parametro della clotoide e noti i valori suddetti è possibile determinare il valore minimo della deviazione angolare minima necessaria tra i due rettifili tra cui viene inserito la curva planimetrica al fine di rispettare tutte le condizioni imposte dalla normativa; tali valori sono riassunti nella seguente tabella

R (m)	V <sub>p</sub> (km/h)	α (°)	L <sub>tot</sub> (m)	L <sub>arco</sub> (m)
250	80	29.2	202	56
500	100	17.9	245	70
1000	100	10.2	291	70
2000	100	8.29	514	70
5000	100	7.13	1182	70

Quando gli interventi da progettare sono di lunghezza limitata risultano più vincolanti le condizioni esistenti e quindi molto di frequente ci si trova a dover raccordare viabilità in sito caratterizzate da deviazioni angolari minime dovute al fatto che tali viabilità sono nate in fasi successive e assecondando vincoli esistenti quali potevano essere confini, fossi canali ecc.

GENERAL CONTRACTOR  	ALTA SORVEGLIANZA  				
Doc. N. 23240-04	Progetto IN05	Lotto 00	Codifica Documento DE2ROSL6100-001	Rev. 0	Foglio 9 di 16

In questi casi si verifica la impossibilità di adottare raggi di curvatura compatibili con velocità limitate e quando la deviazione angolare arriva a valori intorno a 5° non è più possibile individuare una geometria che rispetti la normativa vigente.

In questi casi l'unica soluzione possibile risulta essere quella di introdurre lungo il tracciato pronunciate curve e controcurve che permettono di aumentare artificialmente le deviazioni angolari esistenti.

Risulta evidente che tali soluzioni comportano notevoli oneri economici, di impatto ambientale (occupazione di notevoli porzioni di territorio) e l'introduzione di tortuosità non presenti lungo i tracciati stradali esistenti.

### 3.3 ANDAMENTO ALTIMETRICO

La velocità di progetto del tracciato stradale influenza pesantemente anche le caratteristiche dei raccordi circolari da introdurre tra le livellette del profilo longitudinale.

Analogamente a quanto considerato per l'andamento planimetrico, anche per l'andamento altimetrico si possono limitare i raggi altimetrici e quindi di conseguenza si può limitare l'ingombro effettivo dell'opera limitando il valore limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto tramite limiti amministrativi di velocità.

### 3.4 ALLARGAMENTO DELLA SEDE CARRABILE IN CURVA

Limitando il limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto si ha come conseguenza quella di limitare gli allargamenti della sede stradale in curva per garantire la distanza di visibilità per l'arresto.

## 4 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

Le opere in progetto per la risistemazione della viabilità a seguito della costruzione della "LINEA A.C." si collocano in Comune di Travagliato a ridosso della nuova linea ferroviaria.

La strada provinciale esistente presenta un tracciato pressoché rettilineo in direzione Ovest Est; la viabilità in progetto si colloca in sovrapposizione alla viabilità esistente.

Il terreno nella zona dei lavori si presenta pianeggiante e non evidenzia particolari vincoli se non quelli relativi alla presenza di alcuni fabbricati e dei relativi accessi carrabili.

La viabilità provinciale, preesistente alle opere in corso di realizzazione, è caratterizzata da sezioni contenute (ca. 7.0 m).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Doc. N. 23240-04	Progetto IN05	Lotto 00	Codifica Documento DE2ROSL6100-001	Rev. 0	Foglio 10 di 16

## 5 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento in progetto consiste nella modifica dell'attuale strada provinciale 18 per mantenere il collegamento tra il territorio a sud-ovest ed il territorio a nord-est dell'infrastruttura in progetto che verrà sottopassata.

Il nuovo asse viene realizzato in sovrapposizione quasi perfetta all'attuale sede.

Il tracciato, disposto lungo la direttrice ovest est, prende origine dalla strada esistente e con andamento perfettamente rettilineo sottopassa la sede della nuova linea ferroviaria A.C..

Per il nuovo attraversamento viene adottata una sezione tipo C1 (DM.05/11/2001) caratterizzata da 10.50 m di carreggiata bitumata, più eventuale allargamento in curva per garantire sia la corretta iscrizione dei mezzi ingombranti che la distanza di visibilità per l'arresto.

La trincea presenta scarpate 2/3 fino a circa 2.5 m di profondità; oltre sono previsti muri di sostegno.

Lo scarico delle acque dalla sede stradale avviene mediante cunette alla francese a lato della sede carrabile, caditoie a passo 15m e tubazioni di scolo che convogliano l'acqua all'impianto di sollevamento.

Si riportano di seguito le caratteristiche dimensionali e geometriche del tracciato che fanno riferimento a quanto previsto dal D.M. 05/11/2001:

### Sezione tipo C1 (DM 05/11/2001)

Una corsia per i due sensi di marcia: 2 x 3.75	7.50 m
Banchine pavimentate: 2 x 1.50	3.00 m
Banchine non pavimentate (arginelli): 2 x 1.25	2.50 m
Larghezza bitumata piattaforma stradale	10.50 m
Pendenza longitudinale i % della sede stradale	
rampa est	3.90 %
rampa ovest	4.33 %
Raggio raccordo verticale convessi	3750.00 m
Raggio minimo raccordi verticali concavi	2700.00m
Raggio minimo curve planimetriche rampa nord	-
Raggio minimo curve planimetriche rampa sud	-
Curve di transizione :	-

Le pendenze trasversali della piattaforma sono costanti e pari a 2.50 %.

La pendenza longitudinale dei cigli in corrispondenza delle rotazioni della piattaforma in prossimità delle curve, deve essere sempre superiore al valore  $\Delta i_{min}$ , indicato dalla Normativa Vigente in misura del 10% della distanza del ciglio che ruota rispetto all'asse.

Il nuovo asse stradale presenta una altezza massima della trincea rispetto al piano campagna di ca. 5.30 m.

GENERAL CONTRACTOR <b>Cepav due</b> 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Doc. N. 23240-04	Progetto IN05	Lotto 00	Codifica Documento DE2ROSL6100-001	Rev. 0	Foglio 11 di 16

## 6 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA STRADA IN PROGETTO

La strada presenta caratteristiche geometriche e di sezione equivalenti alle strade extraurbane secondarie Tipo C1 secondo quanto previsto dalle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade D.M. 05.11.2001, alla luce del nuovo codice stradale.

Secondo tale Norme l'intervallo di velocità progetto è fissato pari a 60-100 Km/h.

Per l'asse stradale in esame si assume  $V_p = 80$  km/h.

### 6.1 VERIFICHE DEL TRACCIATO

Le verifiche del tracciato sono state svolte, per l'analisi di congruenza delle caratteristiche di composizione planimetrica ed altimetrica dell'asse e dell'organizzazione delle sezioni trasversali tipo, secondo le normative di riferimento "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" D.M. 05.11.2001.

#### 6.1.1 Verifica caratteristiche planimetriche

La verifica delle caratteristiche planimetriche non è stata eseguita in quanto il tracciato previsto ha andamento perfettamente rettilineo.

#### 6.1.2 Verifica delle caratteristiche altimetriche

##### Pendenze longitudinali massime

La pendenza massima delle livellette, consentita dal D.M. 05.11.2001 per strade di tipo C è pari al 7.00%.

La pendenza massima adottata nel nostro caso è stata del 4.33%.

##### Raccordi verticali convessi (dossi)

Con riferimento alle distanze di visibilità, il raggio minimo viene determinato come di seguito:  
Siano:

$R_v$  = raggio del raccordo verticale convesso [m]

$D$  = distanza di visibilità da realizzare [m]

$\Delta_i$  = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento [%]

$h_1$  = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m]

$h_2$  = altezza dell'ostacolo [m]

se  $D$  è inferiore allo sviluppo  $L$  del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2x(h_1 + h_2 + 2x\sqrt{h_1 + h_2})}$$

se invece  $D > L$

$$R_v = \frac{2x100}{\Delta_i} x \left( D - 100x \frac{h_1 + h_2 + 2x\sqrt{h_1 x h_2}}{\Delta_i} \right)$$

Si pone di norma  $h_1 = 1,10$  m.

In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone  $h_2 = 0,10$  m.

In caso di visibilità necessaria per il cambiamento di corsia si pone  $h_2 = 1,10$  m.



### **Raccordi verticali concavi (sacche)**

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali concavi (sacche) viene determinato come di seguito:

siano:

$R_v$  = raggio del raccordo verticale concavo [m]

$D$  = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m].

$\Delta i$  = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento

$h$  = altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale

$\theta$  = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo.

se  $D$  è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h + D \sin \theta)}$$

se invece  $D > L$

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[ D - \frac{100}{\Delta i} \cdot (h + D \sin \theta) \right]$$

e ponendo  $h = 0,5$  m e  $\theta = 1^\circ$  si hanno i valori riportati nella fig. 5.3.4.a del D.M. 05.11.2001.

### **6.1.3 Distanza di visibilità**

La distanza di visibilità per l'arresto è stata calcolata in base al grafico riportato nella figura 5.1.2.c del D.M. 05.11.2001.

L'andamento plano-altimetrico dell'asse stradale e gli allargamenti previsti della sede stradale sono tali da garantire la distanza di visibilità minima richiesta dalla normativa vigente così come mostra il diagramma di visibilità redatto.

GENERAL CONTRACTOR <b>Cepav due</b> 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Doc. N. 23240-04	Progetto IN05	Lotto 00	Codifica Documento DE2ROSL6100-001	Rev. 0	Foglio 13 di 16

## 7 CARATTERISTICHE DEL CORPO STRADALE

Come già indicato, la nuova viabilità presenta una piattaforma dimensionata secondo la classe C1 DM 05/11/2001, con larghezza pavimentata di 10.50m più due arginelli laterali da 1.25m. Altimetricamente il tracciato è in rilevato e le scarpate laterali sono previste secondo una inclinazione pari a 3/2 per altezze di rilevato maggiore di 1.50m e 2/1 per altezze minori; sono inoltre previsti fossi di guardia al piede del rilevato.

Si descrivono di seguito le caratteristiche del corpo stradale, dalla bonifica alle sovrastrutture.

### 7.1 BONIFICA - SCOTICO

Per l'esecuzione dei rilevati viene eseguito uno scavo di 0.50m di scotico al fine di eliminare il terreno superficiale che contiene le sostanze organiche derivanti dalle coltivazioni.

Il riempimento di tale scavo viene effettuato con materiale da rilevato.

### 7.2 RILEVATO

I rilevati sono costruiti per strati, di spessore non superiore a 0.50m, e compattati secondo la prassi normale per questo tipo di costruzione, sino al raggiungimento di una densità secca non inferiore al 90% di quella ottenibile nella prova AASHO T180-57 Modificata. I materiali da utilizzarsi saranno in generale, nell'ambito della classifica CNR-UNI 10006/03, quelli appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub>.

### 7.3 SOVRASTRUTTURA STRADALE

La sovrastruttura stradale risulta così composta:

strato di usura in conglomerato bituminoso	30mm
strato di collegamento o binder in conglomerato bituminoso	60mm
strato di base in conglomerato bituminoso	120mm
strato di misto cementato	220mm
fondazione stradale in misto granulare stabilizzato	250mm

La fondazione stradale in misto granulare andrà stesa in strati compresi fra i 10 e i 20 cm; per ogni strato si dovrà ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata. Il valore del modulo di compressibilità  $M_E$ , determinato sempre in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo

di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e  $0,25 \frac{N}{mm^2}$ , dovrà risultare:

$$M_E > 80 \frac{N}{mm^2}$$

GENERAL CONTRACTOR  	ALTA SORVEGLIANZA  				
Doc. N. 23240-04	Progetto IN05	Lotto 00	Codifica Documento DE2ROSL6100-001	Rev. 0	Foglio 14 di 16

## 8 DESCRIZIONE DELLE OPERE D'ARTE

Si rimanda alla analoga relazione (A202 00 D E2 RO SL61 00 002)

### 8.1 OPERE MINORI

La realizzazione del viadotto determina la sistemazione idraulica degli attuali fossi e canali di scolo delle acque meteoriche.

Lo spostamento planimetrico dell'asse del nuovo cavalcavia rispetto al vecchio tracciato ha comportato la risistemazione dei fossi di scolo al piede dei rilevati.

Si è inoltre prevista la realizzazione di due brevi viabilità minori al fine di mantenere l'accesso alle proprietà adiacenti a quelli interessate dai lavori e che altrimenti risulterebbero intercluse.

## 9 DISPOSITIVI DI SICUREZZA

Secondo quanto previsto dalla relativa Normativa citata si evita di installare le barriere laterali di sicurezza nei tratti in cui i rilevati sono bassi, cioè presentano altezza inferiore a 1.50m, e quindi sono caratterizzati da modeste condizioni di pericolosità; in questi tratti si adotta una pendenza delle scarpate minore della tipica 2/3 e non si prevede appunto l'installazione della barriera di sicurezza.

Questo migliora notevolmente le condizioni di visibilità e consente di conseguenza di evitare l'eventuale allargamento dei tratti in curva.

Una barriera che svolga il suo compito in modo ottimale deve poter reagire, in qualsiasi modalità d'urto, al veicolo collidente in modo da garantire, in conformità al D.M. LL. PP. 03/06/98, integrato e modificato dal successivo D.M. LL. PP. 11/06/99 e del D.M. 21/06/2004.

1. l'invalicabilità, così da assicurare la sicurezza di tutto ciò che si trova al di là della struttura di contenimento;
2. un graduale rientro in carreggiata del veicolo dopo l'urto, con un angolo di ritorno tale da non arrecare danni agli altri veicoli occupanti la carreggiata;
3. le minori accelerazioni possibili a carico degli occupanti del veicolo, in modo da contenere i danni sia alle persone che all'automezzo;

La classificazione delle barriere è attualmente basata sull'energia cinetica posseduta dal veicolo collidente, fornita dalla seguente espressione:

$$L_c = \frac{1}{2} M (v \sin \phi)^2$$

Dove:

$L_c$  = livello di contenimento (kJ);

$M$  = massa del veicolo (ton);

$v$  = velocità d'impatto (m/s);

$\phi$  = angolo di impatto;

GENERAL CONTRACTOR  	ALTA SORVEGLIANZA  				
Doc. N. 23240-04	Progetto IN05	Lotto 00	Codifica Documento DE2ROSL6100-001	Rev. 0	Foglio 15 di 16

Si definisce convenzionalmente indice di severità l'energia cinetica posseduta dal mezzo all'atto dell'impatto calcolata con riferimento alla componente della velocità ortogonale alle barriere.

In base alla Lc è possibile classificare la capacità di contenimento delle barriere di sicurezza fornendo una condizione che esula dai materiali utilizzati e dalle caratteristiche di funzionamento, tenendo solo conto dell'efficacia del manufatto.

Come già detto la Normativa italiana ha recepito questa classificazione e ha definito 6 classi di efficacia, ognuna delle quali con un Lc minimo; la prima classe (N1), deve resistere ad un impatto con un Lc di almeno 44 kJ mentre la sesta classe (H4) deve tollerare un Lc di almeno 572 kJ.

La scelta delle barriere avviene tenendo conto della loro destinazione e ubicazione, del tipo e delle caratteristiche della strada, nonché di quelle del traffico, che interesserà l'arteria, classificato in ragione dei suoi volumi, della presenza dei mezzi che lo compongono e distinto nei tre tipi seguenti:

1. Traffico tipo I: quando  $TGM \leq 1000$  con qualsiasi percentuale di veicoli merci o quando  $TGM \geq 1000$  con la presenza di veicoli di peso superiore a 30 kN non sia superiore al 5% del totale;
2. Traffico tipo II: quando, con  $TGM \geq 1000$ , la presenza di veicoli di peso superiore a 30 kN sia compresa tra il 5% ed il 15% del totale;
3. Traffico tipo III: quando, con  $TGM \geq 1000$ , la presenza di veicoli di peso superiore a 30 kN sia maggiore del 15% del totale.

Per TGM si intende il Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi.

La seguente tabella A riporta, in funzione del tipo di strada, del tipo di traffico, e della destinazione della barriera, le classi minime di barriere da impiegare. Si fa riferimento alla classificazione prevista dal Decreto Legislativo 30.4.1992, n° 285 (Nuovo Codice della Strada), e successive modificazioni, per definire la tipologia della strada di progetto.

All'Art. 2 del Nuovo Codice della Strada è indicato:

Strada Extraurbana Secondaria: "strada ad unica carreggiata con almeno una corsia per senso di marcia e banchine:"

Per strade di questo tipo viene assunto un traffico tipo III.



Tab. A: relazioni traffico - classe della barriera

TIPO DI STRADE	TRAFFICO	DESTINAZIONE		
		a spartitraffico*	b bordo laterale	c bordo ponte
- Autostrade (A)	I	H2	H1	H2
- Strade extraurbane Principali (B)	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H3-H4
- Strade extraurbane secondarie ( C )	I	H1	N2	H2
- Strade urbane Di scorrimento (D)	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
- Strade urbane di quartiere (E)	I	N2	N1	H2
- Strade Locali (F)	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

\* ove esistenti

Per strade tipo C con traffico tipo III al bordo rilevato si deve adottare una barriera di sicurezza di classe H2.