

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 ESECUTIVO

IV35 - CAVALCAFERROVIA CASCINA PERGOLA VECCHIA - PK  
125+738,979

### Relazione tecnica generale rampe

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
<b>Consorzio Cepav due</b>	
Data: _____	Data: _____

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

PROGETTAZIONE								IL PROGETTISTA
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	
D	Revisione per variante M55	Cavaliere	31/07/23	Piagentini	31/07/23	Laffranchi	31/07/23	
B	Revisione generale e istruttoria IN0R11E26ISIV3500001A	Cavaliere	28/05/21	Piagentini	28/05/21	Liani	28/05/21	
C	Istruttoria IN0R11E26ISIV3500001B	Cavaliere	05/09/22	Piagentini	05/09/22	Taglioli	05/09/22	

CIG. 751447334A

File: IN0R11EE2ROIV35C0001D\_02



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

CUP: F81H9100000008

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RO IV 35C 0 001

Rev.  
D

Foglio  
2 di 24

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	4
3	NORMATIVA E RIFERIMENTI .....	5
3.1	OPERE IN C.A. E STRUTTURE METALLICHE .....	5
3.2	PONTI STRADALI .....	5
3.3	GEOTECNICA, FONDAZIONI E GEOLOGIA .....	5
3.4	ULTERIORI PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE DI RFI E ITALFERR .....	5
3.5	BARRIERE STRADALI .....	6
3.6	STRADE .....	6
4	GEOLOGIA E GEOTECNICA.....	7
5	PARTE STRADALE.....	8
5.1	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	8
5.2	TRACCIATO STRADALE.....	9
5.2.1	Asse principale .....	9
5.3	BARRIERE DI SICUREZZA.....	17
5.4	SOVRASTRUTTURA STRADALE .....	19
6	OPERE D'ARTE.....	20
6.1	IMPALCATI.....	20
6.2	PILA.....	20
6.3	SPALLE .....	21
6.4	VINCOLAMENTO DEGLI IMPALCATI.....	22
6.5	GIUNTI.....	22
7	ANALISI DI SICUREZZA E DEGLI ASPETTI MIGLIORATIVI DELL'INTERVENTO.....	23
7.1	PREMESSA .....	23
7.2	ASPETTI MIGLIORATIVI E CONNESSI CON LE ESIGENZE DI SICUREZZA .....	23
7.3	CONCLUSIONI.....	24

## 1 PREMESSA

Nella presente relazione si descrivono le caratteristiche relative alla nuova viabilità riferita al cavalcaferrovia denominato “Cavalcaferrovia Cascina Pergola Vecchia – IV35” che sovrappassa la futura linea AV/AC Milano-Verona in prossimità della progressiva 125+738,979.

La viabilità in progetto è una strada locale composta da due corsie di larghezza 3.50 m e da banchine di larghezza pari a 0.75 m, per una larghezza complessiva pari a 8.50 m.

Il tracciato stradale è stato definito secondo sezione trasversale e andamento plano-altimetrico concordati con il Comune di Desenzano del Garda, recependo le indicazioni dei privati interessati dalla viabilità in oggetto, al fine di limitare il più possibile l’occupazione di terreno agricolo, attualmente dedicato alla coltivazione di pregiati vitigni. Si è inoltre tenuta in considerazione la prevista esigenza di circolazione di veicoli per il trasporto pubblico.

Il cavalcaferrovia, a via inferiore di lunghezza complessiva pari a 117.60m, è costituito da 2 impalcati contigui a unica campata con le due luci di calcolo pari a 57.60m, ciascuno dei quali è appoggiato su una spalla e sull’unica pila centrale.

La sezione trasversale dell’opera è costituita da una sede carrabile di 8.50m e da due cordoli esterni di larghezza pari a 1.365m ciascuno, con una larghezza utile, incluso lo spazio occupato dalle barriere di sicurezza, pari a 1.00m; la larghezza complessiva della soletta pari a 11.23m.

L’andamento planimetrico dell’opera d’arte è sostanzialmente in rettilineo, a meno di una piccola parte delle clotoidi adiacenti a tale rettilineo che si sviluppa all’interno dell’impalcato stesso.

La struttura portante è costituita da due travi a doppia T a sezione variabile (h=2.40m in corrispondenza degli appoggi e h=4.00m in mezzera) poste ad interasse pari a 11.25m, che corrono longitudinalmente per l’intero sviluppo dell’impalcato.

Il sistema di vincolamento è costituito da isolatori elastomerici.

Le spalle dell’opera sono realizzate in conglomerato cementizio armato e presentano una platea con fondazione su pali di grande diametro ( $\Phi 1500$ ).

La pila presenta due setti continui, paralleli e orientati in direzione longitudinale, in conglomerato cementizio armato di spessore 120m, larghezza 4.40m e altezza pari a 7.90m.

Si prevede di realizzare la fondazione della pila su pali trivellati in conglomerato cementizio armato di diametro 1500mm.

## 2 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione si fa riferimento ai seguenti documenti:

CODICE											DESCRIZIONE
INOR	11	E	E2	R	O	IV	35	A	0	001	Relazione tecnica generale cavalcaferrovia
INOR	11	E	E2	P	9	IV	35	A	0	001	Pianta fondazioni e pianta impalcato
INOR	11	E	E2	P	Z	IV	35	A	0	001	Sezione longitudinale, prospetto longitudinale e sezioni trasversali
INOR	11	E	E2	P	Z	IV	35	A	3	001	Pianta tracciamento sottostrutture e plinti di fondazione
INOR	11	E	E2	P	Z	IV	35	0	1	001	Pianta scavi
INOR	11	E	E2	B	Z	IV	35	A	6	001	Carpenteria spalla A
INOR	11	E	E2	B	Z	IV	35	A	6	002	Carpenteria spalla B
INOR	11	E	E2	B	Z	IV	35	A	4	001	Carpenteria pila P1
INOR	11	E	E2	B	Z	IV	35	A	5	001	Dispositivi di appoggio e giunti
INOR	11	E	E2	B	Z	IV	35	A	5	013	Carpenteria impalcato - Dettagli ed arredo
INOR	11	E	E2	B	Z	IV	35	A	5	002	Carpenteria metallica impalcato - Disegno d'assieme
INOR	11	E	E2	B	8	IV	35	A	1	003	Fasi costruttive
INOR	11	E	E2	P	7	IV	35	0	0	001	Planimetria stato di fatto
INOR	11	E	E2	P	7	IV	35	0	0	002	Planimetria di progetto
INOR	11	E	E2	P	Z	IV	35	0	0	001	Planimetria di tracciamento
INOR	11	E	E2	F	7	IV	35	0	0	001	Profilo longitudinale. Asse principale
INOR	11	E	E2	F	7	IV	35	C	0	001	Profilo longitudinale. Ramo V
INOR	11	E	E2	D	7	IV	35	0	0	001	Diagramma di visuale libera e velocità
INOR	11	E	E2	W	9	IV	35	0	0	001	Sezioni trasversali. Tavola 1/3
INOR	11	E	E2	W	9	IV	35	0	0	002	Sezioni trasversali. Tavola 2/3
INOR	11	E	E2	W	9	IV	35	0	0	003	Sezioni trasversali. Tavola 3/3
INOR	11	E	E2	W	9	IV	35	C	0	001	Ramo V. Sezioni trasversali. Tavola 1/3
INOR	11	E	E2	W	9	IV	35	C	0	002	Ramo V. Sezioni trasversali. Tavola 2/3
INOR	11	E	E2	W	9	IV	35	C	0	003	Ramo V. Sezioni trasversali. Tavola 3/3
INOR	11	E	E2	P	7	IV	35	0	B	001	Planimetria segnaletica
INOR	11	E	E2	P	7	IV	35	0	B	002	Planimetria barriere di sicurezza
INOR	11	E	E2	R	I	IV	35	0	8	001	Smaltimento acque meteoriche. Relazione idrologica e idraulica
INOR	11	E	E2	P	Z	IV	35	0	8	001	Smaltimento acque meteoriche. Planimetria e dettagli
INOR	11	E	E2	B	Z	IV	35	C	2	001	Opera di sostegno IN50Q31. Planimetria, prospetto, sezioni e dati di tracciamento
INOR	11	E	E2	B	Z	IV	35	C	8	001	Tombino circolare IN15050. Carpenteria, armatura e dati di tracciamento
INOR	11	E	E2	B	Z	IV	35	C	8	003	Tombino circolare IN10Q51. Carpenteria, armatura e dati di tracciamento
INOR	11	E	E2	B	Z	IV	35	C	8	004	Tombino scatolare IN10Q52. Carpenteria, armatura e dati di tracciamento
INOR	11	E	E2	W	Z	IV	35	0	0	001	Sezioni tipo e dettagli

### 3 NORMATIVA E RIFERIMENTI

Le normative adottate per la progettazione sono elencate di seguito.

#### 3.1 Opere in c.a. e strutture metalliche

- D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 “Istruzione per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- UNI EN 1990 (Eurocodice 0) – aprile 2006: “Criteri generali di progettazione strutturale”;
- UNI EN 1991-1-1 (Eurocodice 1) – agosto 2004: “Azioni sulle strutture – Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici”;
- UNI EN 1991-1-4 (Eurocodice 1) – luglio 2005: “Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento”;
- UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – novembre 2005: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: “Regole generali e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1993-1-1 (Eurocodice 3) – agosto 2005: “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1998-1 (Eurocodice 8) – marzo 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali – Azioni sismiche e regole per gli edifici”;
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale;
- UNI EN 197-1:2011 – “Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;
- UNI EN 11104:2016 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1;
- UNI EN 206:2016 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- UNI EN 1337 novembre 2001 – “Appoggi Strutturali”.

#### 3.2 Ponti Stradali

- UNI EN 1991-2-1 (Eurocodice 1) – marzo 2005: “Azioni sulle strutture – Parte 2: Carichi da traffico sui ponti”;
- UNI EN 1992-2 (Eurocodice 2) – gennaio 2006: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti in calcestruzzo - progettazione e dettagli costruttivi”;
- UNI EN 1993-2 (Eurocodice 3) – gennaio 2007: “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 2: Ponti di acciaio”;
- UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8) – febbraio 2006: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti”.

#### 3.3 Geotecnica, fondazioni e geologia

- UNI EN 1997-1 (Eurocodice 7) – febbraio 2005: “Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali”;
- UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;
- UNI EN 1536:2010: “Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Pali trivellati”.

#### 3.4 Ulteriori prescrizioni e specifiche tecniche di RFI e ITALFERR

- RFI DTC SI PS MA IFS 001 A: “Manuale di progettazione delle opere civili”;
- RFI DTC SI SP IFS 001 A: “Capitolato tecnico generale di appalto delle opere civili”.

### 3.5 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. 21.06.2004 n. 2367 – Recante le Istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
- D.M. 28.06.2011 – Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale.

### 3.6 Strade

- 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”;
- Cons. Sup. LL.PP. 21.03.2006 – bozza di “Norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti”;
- 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.L. 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;
- D.L. 19 aprile 2006 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali;
- Regione Lombardia – Regolamento regionale 24 aprile 2006 n.7 – Norme tecniche per la costruzione delle strade.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RO IV 35C 0 001

Rev.  
D

Foglio  
7 di 24

#### 4 GEOLOGIA E GEOTECNICA

Per quanto riguarda la geologia e la geotecnica del sito di intervento e le relative indagini conoscitive si rimanda alla relazione geologica e geotecnica di progetto.

## 5 PARTE STRADALE

### 5.1 Descrizione dell'intervento

Il nuovo collegamento stradale prevede la realizzazione di un cavalcavia ferroviario denominato "Cavalcaferrovia Cascina Pergola Vecchia – IV35" di lunghezza pari a 117.60m.

L'asse principale presenta raggi di curvatura compresi tra 45 e 180 m ed un andamento altimetrico con pendenza massima pari al 7.00%.

La sezione stradale, di larghezza pavimentata pari a 8.50m, è costituita da due corsie di 3.50m e da due banchine laterali di larghezza pari ad 0.75m. Dal punto di vista altimetrico il tracciato si presenta sempre in rilevato e le scarpate laterali sono previste tipicamente con una inclinazione pari a 3/2 per altezze di rilevato superiori ad 1.00m e 2/1 per altezze inferiori.

Al piede dei rilevati sono previsti fossi di guardia trapezi di larghezza 1.50m e due bacini drenanti, il primo denominato "Bacino di laminazione A", in corrispondenza della rampa nord e uno in corrispondenza della rampa sud denominato "Bacino di laminazione B".

L'asse di progetto sovrappassa la nuova linea AV/AC in un tratto ove questa si sviluppa in rilevato di altezza pari a circa  $1 \div 2$  metri e pertanto la livelletta stradale, tenendo conto delle altezze libere da garantire sui binari (6.90m) e dello spessore degli impalcati, deve innalzarsi di circa 10m al di sopra del piano campagna. Il viadotto è di lunghezza complessiva pari a 117.60m e risulta composto da due campate come mostrato in tabella.

	L campata
SpA	
Campata A4	57.60
P	
Campata AV/AC	57.60
SpB	

Una campata di luce pari a 57.60m si rende necessaria per lo scavalco dell'Autostrada A4, mentre una di luce sempre pari a 57.60m si rende necessaria per lo scavalco della linea AV/AC MI-VR.

Il rilevato raggiunge un'altezza massima di circa 7.50m, compatibile con le caratteristiche meccaniche dei terreni di fondazione.

A inizio intervento sono previsti tratti di raccordo graduati fra la nuova viabilità e quella attuale che presenta una larghezza inferiore. Tali raccordi sono stati definiti garantendo le geometrie minime da normativa per quanto riguarda l'allargamento delle corsie di marcia e la deviazione massima della segnaletica orizzontale rispetto agli assi di tracciamento.

Per quanto riguarda, infine, le fasi esecutive, si osserva che queste sono state previste in modo che non si debba verificare l'interruzione del traffico veicolare in attraversamento sull'autostrada durante le operazioni di cantiere.

Per la realizzazione delle opere in progetto e il relativo adeguamento della viabilità esistente è necessaria l'interruzione del traffico veicolare sulla viabilità.



## 5.2 Tracciato Stradale

### 5.2.1 Asse principale

Le caratteristiche geometriche delle viabilità in progetto risultano condizionate dalle caratteristiche antropiche presenti sul territorio (strade esistenti, confini di proprietà, ecc.). Il tratto stradale in progetto si configura infatti come intervento di "riqualificazione e adeguamento di viabilità esistenti". Il progetto è stato quindi sviluppato coerentemente con quanto previsto dal D.M. n.67/S del 22.04.2004, che modifica le "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade" (D.M. 5/11/2001). Secondo quanto stabilito da questa modifica, per l'adeguamento di strade esistenti le Norme citate (D.M. 5/11/2001) non sono cogenti, ma rappresentano solo un riferimento a cui tendere.

Il tracciato stradale è stato definito secondo sezione trasversale e andamento plano-altimetrico concordati con il Comune di Desenzano del Garda, recependo le indicazioni dei privati interessati dalla viabilità in oggetto, al fine di limitare il più possibile l'occupazione di terreno agricolo, attualmente dedicato alla coltivazione di pregiati vitigni.

Tale viabilità, sebbene di sezione trasversale ridotta, è progettata analogamente ad una viabilità tipo F2 (Strada Locale in Ambito Extraurbano) per la quale le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" di cui al D.M. 05/11/2001 prescrivono un intervallo di velocità di progetto (40 ÷ 100) km/h.

Dal diagramma di velocità si evince che la velocità massima attuabile al fine di soddisfare le verifiche geometriche e di sicurezza tutti gli elementi planimetrici del tracciato è pari a 40 km/h. Tale valore di velocità comporta l'introduzione di un limite amministrativo, ovvero valore oltre il quale non è consentito percorrere l'infrastruttura, pari a 30 km/h; a tale scopo si prevede l'introduzione di opportuna segnaletica verticale.

Pertanto, tutte le verifiche sono state condotte con un limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto pari a 40 km/h e sulla base di tale valore sono stati valutati tutti i parametri geometrici con riferimento ai raggi planimetrici, alle clotoidi, ai rettili, agli allargamenti per la visibilità ed ai raccordi verticali. In ogni caso gli elementi del tracciato sono verificati in base alla velocità di progetto che si evince dal diagramma delle velocità.

Per quanto riguarda la sezione tipo si osserva che la larghezza della sede pavimentata è pari a 8.50m, composta da due corsie di larghezza 3.50m e da banchine di larghezza pari a 0.75m.

In corrispondenza dell'opera d'arte, cavalcavia a via inferiore, la sede stradale presenta due cordoli esterni, di larghezza totale pari a 1.356m sui quali sono installate le barriere di sicurezza (larghezza utile, incluso lo spazio occupato dalle barriere di sicurezza, pari a 1.00m) e ospitanti i camminamenti a servizio delle operazioni di ispezione, la cui larghezza è pari a circa 0.60m.

Nei tratti in cavalcavia, pertanto, la sede stradale presenta una larghezza complessiva della soletta pari a 11.23m, mentre l'interasse delle travi è pari a 11.25m.

Si prevede inoltre l'adozione di una barriera di protezione dal lancio di oggetti posta in sommità alle due travi portanti a doppia T a sezione variabile.

Per quanto riguarda la definizione dell'andamento planimetrico ed altimetrico, si osserva che è stata effettuata in base ai criteri contenuti nel già citato DM 05/11/2001 ed eseguendo le verifiche previste con particolare riferimento al diagramma delle velocità ed alle connesse verifiche di visibilità. In un caso, come esplicitato in seguito, si è derogato al rispetto del DM 05/11/2001 in considerazione di quanto indicato nel documento a carattere prenormativo "Norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti", bozza del 21 marzo 2006.

Si riporta in seguito la tabella riassuntiva degli elementi planimetrici del tracciato.

## TABELLA TRACCIATO ASSE PRINCIPALE

	<i>Progr. Iniziale</i>	<i>Progr. Finale</i>	<i>R/A</i>	<i>L</i>
<i>Rettifilo</i>	0.000	7.035	0	7.035
<i>Clotoide</i>	7.035	19.835	48	12.800
<i>Arco</i>	19.835	53.377	180	33.542
<i>Clotoide</i>	53.377	66.177	48	12.800
<i>Rettifilo</i>	66.177	67.648	0	1.471
<i>Clotoide</i>	67.648	90.404	32	22.756
<i>Arco</i>	90.404	131.262	45	40.859
<i>Clotoide</i>	131.262	154.018	32	22.756
<i>Rettifilo</i>	154.018	270.712	0	116.694
<i>Clotoide</i>	270.712	292.068	31	21.356
<i>Arco</i>	292.068	358.158	45	66.090
<i>Clotoide</i>	358.158	379.513	31	21.356
<i>Rettifilo</i>	379.513	380.135	0	0.621
<i>Clotoide</i>	380.135	397.187	36	17.053
<i>Arco</i>	397.187	428.802	76	31.614
<i>Clotoide</i>	428.802	445.854	36	17.053
<i>Rettifilo</i>	445.854	516.778	0	70.924
<i>Clotoide</i>	516.778	530.937	40	14.159
<i>Arco</i>	530.937	572.387	113	41.449
<i>Clotoide</i>	572.387	586.546	40	14.159
<i>Rettifilo</i>	586.546	587.358	0	0.813

Le verifiche effettuate si riferiscono all'analisi di conformità dei seguenti parametri progettuali.

#### *Caratteristiche planimetriche*

(a) *Rettifili*

- lunghezza dei rettifili;

(b) *Curve Circolari*

- raggio minimo delle curve planimetriche;
- lunghezza minima delle curve circolari;

(c) *Curve di transizione (clotoidi)*

- verifica del parametro di scala (A) degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi) in relazione ai 3 criteri:
- limitazione del contraccollo;
  - limitazione della sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata;
  - percezione ottica del tracciato.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
11Codifica Documento  
E E2 RO IV 35C 0 001Rev.  
DFoglio  
11 di 24

### ***Caratteristiche altimetriche***

#### ***(d) Pendenze longitudinali***

- verifica pendenza longitudinale massima;

#### ***(e) Raccordi altimetrici***

- verifica raggio minimo dei raccordi verticali concavi e convessi.

### ***Verifica del diagramma delle velocità***

La verifica è stata condotta controllando che tra due elementi planimetrici successivi, a curvatura costante, la variazione di velocità rientri nei limiti previsti dal D.M. 05/11/2001.

### ***Verifica delle distanze di visuale libera***

La verifica è stata condotta confrontando le distanze di visuale libera con le distanze di visibilità richieste per l'arresto.

### ***Andamento planimetrico***

#### ***a) Rettifili***

##### **Lunghezza massima dei rettifili**

Secondo quanto prescritto dal D.M. 05/11/2001 per evitare il superamento delle velocità consentite, la monotonia, la difficile valutazione delle distanze e per ridurre l'abbagliamento nella guida notturna è opportuno che i rettifili abbiano una lunghezza  $L_r$  contenuta nel seguente limite:

$$L_r = 22 \times V_{pmax}$$

dove  $V_{pmax}$  è il limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto della strada, in km/h; pertanto, nel caso in studio, ove  $V_{pmax} = 40$  km/h, risulta un valore della lunghezza massima  $L_r = 880$  m. Non sono presenti rettifili di lunghezza superiore a tale valore.

Secondo quanto prescritto dal D.M. 05/11/2001 un rettifilo, per poter essere percepito come tale dall'utente, deve avere una lunghezza non inferiore ai valori riportati nella tabella seguente.

Velocità [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Lunghezza min [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

Nel caso in esame il primo e il sesto rettilineo non sono significativi; il secondo e il quarto sono rettifili in caso di flesso. Il terzo e il quinto rettilineo presentano lunghezza pari a 116.694m e 70.924m rispettivamente, superiori ai 30 m della precedente tabella; la verifica è soddisfatta.

Nel caso del flesso è possibile inserire un rettifilo di lunghezza non superiore a:

$$L = (A1+A2)/12.5$$

dove A1 e A2 sono i parametri delle clotoidi che si connettono al rettifilo.

Nel caso in esame il secondo e il quarto rettilineo presentano lunghezza pari a 1.471m e 0.621m rispettivamente; la verifica è soddisfatta.

### b) *Curve circolari*

#### Raggio minimo delle curve planimetriche

Il minimo raggio planimetrico adottato è compatibile con il diagramma delle velocità. In via preliminare, comunque, si può indicare che il valore minimo di tale raggio può essere assunto pari a  $R = 45$  m per una velocità di progetto di circa 40 Km/h.

Lungo il tracciato i raggi adottati sono sempre stati assunti maggiori del limite sopra indicato e sempre tali da garantire la  $V_{pmax} = 40$  Km/h. Il raggio minimo adottato è infatti pari a 45m.

#### Lunghezza minima delle curve circolari

Secondo la normativa una curva circolare, per essere correttamente percepita, deve avere uno sviluppo corrispondente ad un tempo di percorrenza di almeno 2,5 secondi valutato con riferimento alla velocità di progetto della curva.

Per la strada in esame risulta  $S_{min} = 27.78$ m per tutte le curve, corrispondente alla velocità di progetto desunta dal diagramma di velocità che è costante e pari a 40km/h per tutto lo sviluppo del tracciato; nel dettaglio risulta:

La verifica risulta soddisfatta per tutte le curve.

#### Allargamento della carreggiata in curva

Allo scopo di consentire la sicura iscrizione dei veicoli nei tratti curvilinei del tracciato, conservando i necessari franchi fra sagoma limite dei veicoli ed i margini delle corse, è necessario che nelle curve circolari ciascuna corsia sia allargata di una quantità  $E$  data dalla seguente relazione:

$$E = K/R$$

Dove:  $K = 45$  m;

$R$  = raggio esterno della corsia (in m);

Per raggi  $R$  maggiori di 40 m si può assumere, nel caso di strade ad unica carreggiata a due corsie, il valore del raggio uguale a quello dell'asse della carreggiata. Nel caso in cui il valore  $E$  calcolato risulta inferiore di 20 cm la corsia conserva la larghezza del rettifilo. Il valore così determinato potrà essere opportunamente ridotto, al massimo fino alla metà, qualora si ritenga poco probabile l'incrocio in curva di due veicoli appartenenti ai seguenti tipi: autobus ed autocarri di grosse dimensioni, autotreni ed autoarticolati.

Nel caso in esame si hanno i seguenti allargamenti geometrici, considerando nel caso in oggetto non probabile l'incrocio di mezzi pesanti:

$$R = 180.00 \text{ m}, \quad E = 0.25/2 = 0.125 \text{ m} \quad \text{per la curva 1}$$

$$R = 45.00 \text{ m}, \quad E = 1.00/2 = 0.50 \text{ m} \quad \text{per le curve 2 e 3}$$

$$R = 76.00 \text{ m}, \quad E = 0.592/2 = 0.296 \text{ m} \quad \text{per la curva 4}$$

$$R = 113.00 \text{ m}, \quad E = 0.398/2 = 0.199 \text{ m} \quad \text{per la curva 5}$$

Per quanto riguarda le curve 1 e 5, essendo tali allargamenti inferiori a 20 cm viene conservata la larghezza in rettifilo.

**c) Curve di transizione (Clotoidi)**

Verifica del parametro di scala A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)

- Limitazione del contraccollo.

Critério 1:  $A \geq \frac{V^3}{c-gVR(qf-qi)/c}^{0.5}$

Per la strada in esame:

$A \geq 32.10$	per la clotoide 1
$A \geq 25.80$	per la clotoide 2
$A \geq 28.70$	per la clotoide 3
$A \geq 30.20$	per la clotoide 4
$A \geq 30.20$	per la clotoide 5
$A \geq 28.60$	per la clotoide 6
$A \geq 27.70$	per la clotoide 7
$A \geq 30.40$	per la clotoide 8
$A \geq 30.90$	per la clotoide 9
$A \geq 30.90$	per la clotoide 10

La verifica risulta soddisfatta per tutte le clotoidi.

- Limitazione della sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata.

Critério 2:  $A \geq \frac{R}{\Delta i_{max} \times 100 \times B_i \times (q_i + q_f)}^{0.5}$

dove:

$B_i$  = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile;

$\Delta i_{max}$  = sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano  $B_i$  dall'asse di rotazione;

$q_i$  = pendenza trasversale iniziale in valore assoluto espressa in unità assolute;

$q_f$  = pendenza trasversale finale in valore assoluto espressa in unità assolute;

Per la strada in esame:

$A \geq 46.40$	per la clotoide 1
$A \geq 33.00$	per la clotoide 2
$A \geq 26.00$	per la clotoide 3
$A \geq 30.80$	per la clotoide 4
$A \geq 30.80$	per la clotoide 5
$A \geq 26.30$	per la clotoide 6
$A \geq 28.80$	per la clotoide 7
$A \geq 20.60$	per la clotoide 8
$A \geq 18.60$	per la clotoide 9
$A \geq 18.60$	per la clotoide 10

La verifica risulta soddisfatta per tutte le clotoidi.

- Percezione ottica del tracciato:

Criterio 3:

$$R/3 \leq A$$

$$A \leq R$$

Inoltre, tra due clotoidi, di parametro  $A1$  e  $A2$  rispettivamente, che si connettono ad una stessa curva, deve essere soddisfatta la relazione:

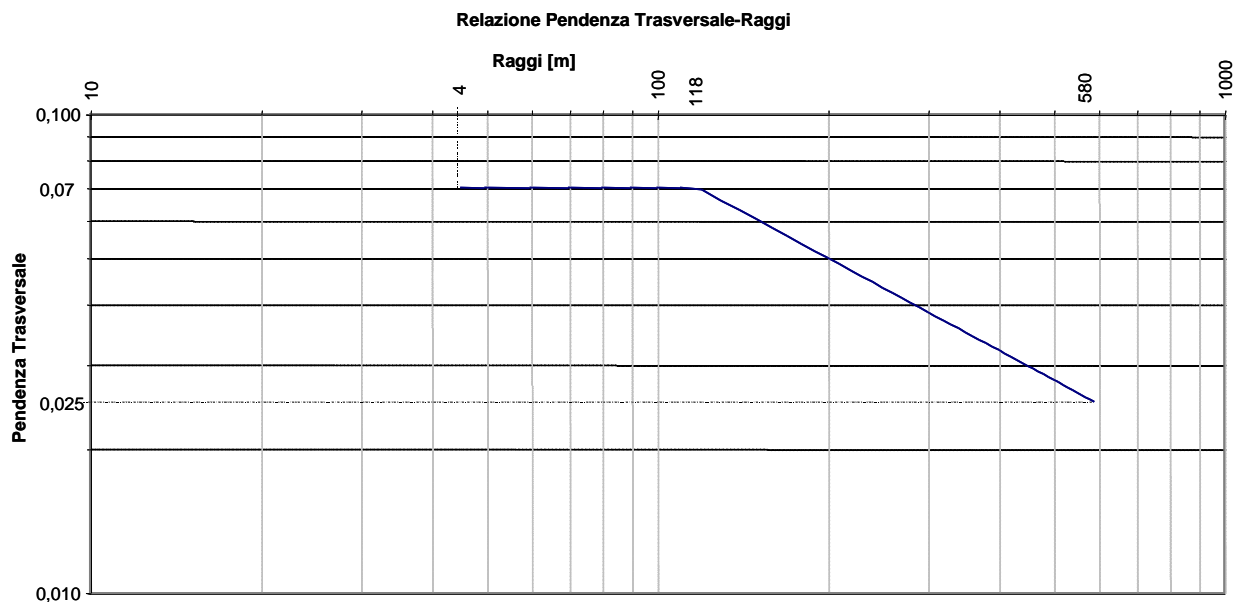
$$2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$$

Per la strada in esame i valori del parametro  $A$  rispettano le condizioni del criterio 3 a parte la condizione  $R/3 \leq A$  per le prime due clotoidi, condizione alla quale si ritiene di poter derogare in quanto il citato rapporto prenormativo del 21 marzo 2006 propone quanto segue:

*“Sono ammesse deviazioni rispetto alle prescrizioni dell’allegato tecnico al D.M. 5.11.2001 e quelli successivamente emanati ai sensi dell’art. 13, comma 1, del D. L.vo 285/92 per i seguenti aspetti: (...) valore minimo del parametro  $A$  delle curve di transizione (clotoidi) con riferimento al criterio ottico (...)”.*

Per quanto riguarda l’andamento dei cigli è importante osservare che la deroga della velocità massima di progetto comporta una definizione della pendenza trasversale della strada diversa da quanto indicato nell’abaco riportato nella figura 5.2.4.a del DM 05/11/2001 che comporterebbe un’errata compensazione delle azioni centripete.

In analogia, pertanto, ai criteri adottati nella stessa normativa, l’andamento dei cigli stradali è stato definito secondo la figura seguente:



### Diagramma di Velocità

Avendo previsto un limite di velocità amministrativo pari a 30 km/h, la massima velocità attuabile è pari a 40 km/h lungo l’intero sviluppo del tracciato.

### Verifica delle distanze di visuale libera

Nel presente punto si analizzano le distanze di visuale libera in relazione all’andamento planimetrico mentre le verifiche delle visuali libere in relazione ai raccordi verticali verranno riportate nei paragrafi seguenti. Le verifiche vengono condotte confrontando la distanza di visuale libera disponibile con la distanza richiesta per l’arresto.



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
11Codifica Documento  
E E2 RO IV 35C 0 001Rev.  
DFoglio  
15 di 24

Si rimanda all'elaborato specifico (*Diagramma di visuale libera e velocità - INOR11EE2D7IV3500001*) nel quale è confrontata la distanza di visuale libera disponibile con la distanza richiesta per l'arresto per tutto lo sviluppo del tracciato; da tale elaborato si evince che le verifiche risultano sempre soddisfatte.

Per garantire le visuali libere nei tratti in curva con riferimento al ciglio interno, si rendono necessari i seguenti allargamenti:

All. = 2.23 m per la curva 2

All. = 2.09 m per la curva 3

All. = 0.65 m per la curva 4

### Andamento altimetrico

#### *d) Verifica pendenza longitudinale*

Per una strada locale extraurbana la massima pendenza longitudinale compatibile con i limiti delle norme è pari a  $i = 10\%$ .

Tale limite non viene mai raggiunto ed in generale si è costantemente perseguito l'obiettivo di non superare il valore del 7%. Nel caso in esame la massima pendenza longitudinale è appunto pari al 7%.

#### *e) Raccordi altimetrici*

In progetto sono previsti 3 raccordi concavi e 4 raccordi convessi. Per i 3 raccordi concavi sono stati adottati raggi pari a 800m mentre per i 4 raccordi convessi si sono adottati raggi pari a 1000, 1000, 800 e 2000 m rispettivamente.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati delle verifiche (Rmin per la geometria, per il comfort, per la distanza d'arresto) dei raccordi verticali, effettuate con riferimento alla velocità desunta dal diagramma delle velocità.

Non sarà consentita la manovra di sorpasso che richiede una visibilità maggiore di quella disponibile.

Vertici											
N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parziale Res.	i (%)	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.	Esito	Verifiche	
1	20.97524597	87.787710	20.97524597	4.58284932	4.5510613	0.95459630	20.99695686	4.58759290	●	...	
2	95.07318184	88.730667	74.09793587	34.79586713	1.2725819	0.94295698	74.10393558	34.79868455	●	...	
3	143.5296415	92.122619	48.45645975	10.54678765	7.0000000	3.39195218	48.57503300	10.57259570	●	...	
4	241.1624248	96.027930	97.63278322	38.63278322	4.0000000	3.90531133	97.71085823	38.66367709	●	...	
5	393.5493701	85.360844	152.3869453	80.78694533	-7.0000000	-10.66708617	152.7598371	80.98463147	●	...	
6	517.0670282	85.237326	123.5176580	90.16266088	-0.1000000	-0.12351766	123.5177198	90.16270596	●	...	
7	563.9193461	84.920839	46.85231793	34.47709755	-0.6754997	-0.31648728	46.85338686	34.47788413	●	...	
8	587.3584824	85.150439	23.43913627	16.81891308	0.9795560	0.22959948	23.44026077	16.81971997	●	...	

Raccordi Verticali													
N.	Tipo	Raggio Vert.	Delta i (%)	Sviluppo	Prog. Iniziale	Prog. Finale	Parziale Rac.	Sorp/Dc	Vp (km/h)	Diag. Vel.	Raggio Min.	Esito	Verifiche
1	Parabolico	1000.00000	-3.2784793	32.800155	4.58284932	37.3676426	32.78479330	<input type="checkbox"/>	40.000000	<input checked="" type="checkbox"/>	205.761316	●	...
2	Parabolico	800.000000	5.7274180	45.864770	72.16350975	117.982853	45.81934419	<input type="checkbox"/>	40.000000	<input checked="" type="checkbox"/>	720.567186	●	...
3	Parabolico	1000.00000	-3.0000000	30.046460	128.5296415	158.529641	30.00000002	<input type="checkbox"/>	40.000000	<input checked="" type="checkbox"/>	205.761316	●	...
4	Parabolico	800.000000	-11.000000	88.054239	197.1624248	285.162424	87.99999999	<input type="checkbox"/>	40.000000	<input checked="" type="checkbox"/>	457.335578	●	...
5	Parabolico	800.000000	6.9000000	55.245701	365.9493701	421.149370	55.20000000	<input type="checkbox"/>	40.000000	<input checked="" type="checkbox"/>	715.610996	●	...
6	Parabolico	2000.00000	-0.5754997	11.510096	511.3120310	522.822025	11.50999439	<input type="checkbox"/>	40.000000	<input checked="" type="checkbox"/>	205.761316	●	...
7	Parabolico	800.000000	1.6550558	13.240612	557.2991229	570.539569	13.24044639	<input type="checkbox"/>	40.000000	<input checked="" type="checkbox"/>	205.761316	●	...

Avendo assunto assunto  $h_1 = 1,10$  m ed  $h_2 = 0,10$  m, dove ( $h_1$  ed  $h_2$  costituiscono l'altezza del punto di osservazione del conducente e l'altezza dell'ostacolo), i raccordi altimetrici risultano tutti verificati.

### Verifica di visibilità Ramo V,

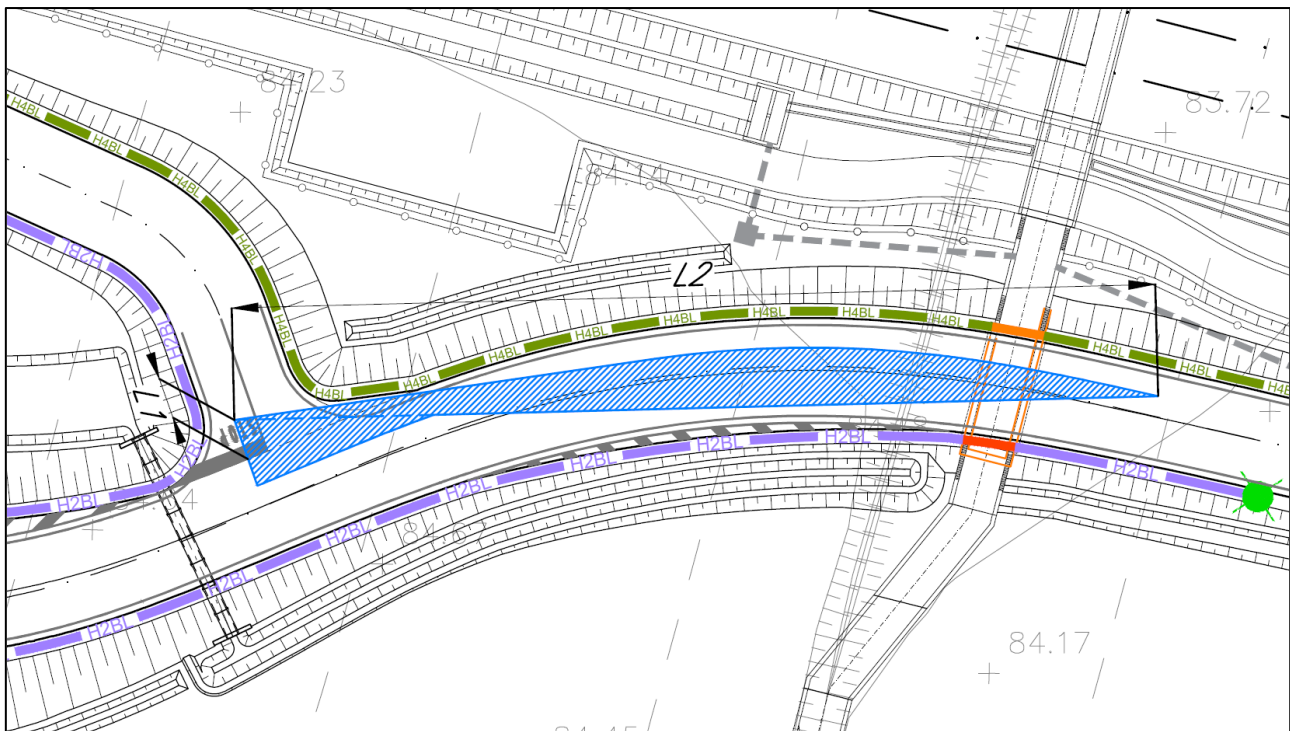
Si riporta in seguito la verifica dei triangoli di visibilità svolta con riferimento ad una regolazione della manovra di immissione dal ramo V sull'asse principale tramite segnale di STOP. Tale verifica è stata condotta considerando che i dispositivi di sicurezza presenti costituiscono ostacolo per la visuale. Per la costruzione dei triangoli di visibilità si è proceduto, come si evince dalla figura sotto riportata, nel seguente modo:

- il lato maggiore del triangolo di visibilità ( $L2$ ) corrisponde al prodotto della velocità di riferimento della direzione principale desunto dal diagramma delle velocità per il tempo di manovra (6 secondi in quanto regolato da segnale di stop);
- i punti caratteristici per le verifiche di visibilità vanno assunti sulla mezzieria delle traiettorie veicolari a cui si riferiscono. Nel caso in oggetto il vertice del triangolo di visibilità relativo all'accesso si pone ad una distanza ( $L1$ ) pari a 3m dalla linea di arresto.

Si esamina solo il caso di visibilità in sinistra in quanto per il lato destro è prevista l'installazione di uno specchio parabolico; considerando una velocità di percorrenza pari a 40 km/h si ha che il lato maggiore  $L2$  del triangolo di visibilità è pari a 66.67m.

Per l'immissione viene rappresentato l'involuppo della visibilità della mezzieria della corsia, essendo tale mezzieria una traiettoria curvilinea.

L'analisi mostra che i triangoli di visibilità relativi alla manovra di immissione regolata da STOP, ovvero all'interno dell'area rappresentata, sono sempre liberi da ostacoli di alcun tipo (barriere, alberi ecc.); pertanto, si ha la visibilità necessaria per la percezione dell'intersezione.



*Triangolo di visibilità immissione Ramo V*



### 5.3 Barriere di sicurezza

Sui bordi delle opere, si prevede di installare barriere di sicurezza che abbiano le seguenti caratteristiche conformi alle disposizioni normative vigenti in materia (D.M. 11 giugno 1999 “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”):

- classe di severità adeguata; sulla campata di competenza AC e su quelle adiacenti è prevista la classe H4;
- installazione di barriere di classe H3 sul rilevato per almeno 20m dai muri d’ala;
- sui restanti tratti in rilevato sono previste barriere di classe H2;
- indice ASI:  $1 \leq ASI \leq 1.4$ ;
- omologazione, a seguito di prove d’urto.

In conformità al D.M. LL. PP. 03/06/98, integrato e modificato dal successivo D.M. LL. PP. 11/06/99, una barriera che assolva le proprie funzioni in modo ottimale deve poter reagire, in qualsiasi modalità d’urto, al veicolo collidente in modo da garantire:

- l’invalidabilità, in modo da assicurare la sicurezza di tutto ciò che si trova oltre la struttura di contenimento;
- 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;
- le minori decelerazioni possibili per gli occupanti il veicolo, in modo da contenere i danni sia alle persone che al veicolo.

La classificazione delle barriere è attualmente basata sull’energia cinetica posseduta dal veicolo collidente, ed è 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 (t);

$v$  = velocità d’impatto (m/s);

$\phi$  = angolo di impatto.

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  $L_c$  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  $L_c$  minimo; la prima classe (N1), deve resistere ad un impatto con un  $L_c$  di almeno 44 kJ mentre la sesta classe (H4) deve tollerare un  $L_c$  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  $TGM > 1000$  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 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.

### Relazione strada - 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	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 esistente

Sull'opera d'arte è prevista una barriera di classe H4, ovvero di classe superiore a quella minima prescritta da Normativa, in corrispondenza della campata che scavalca la linea ferroviaria e per la restante campata.

Almeno sui primi 20m di rilevato adiacente all'opera d'arte verrà installata una barriera di classe H3, poi si passerà ad una barriera di classe H2, se necessario.

È stata comunque garantita, come impone la normativa, la lunghezza minima di installazione delle singole classi delle barriere di sicurezza.

È prevista l'installazione di terminali di avvio e fine impianto ovvero elementi iniziali e finali delle barriere di sicurezza.

Le barriere di sicurezza da installare sulle opere d'arte dovranno avere una Larghezza di Lavoro massima desumibile dai certificati di omologazione riportanti i risultati dei "crash test" non superiore rispettivamente a 1.00 nel tratto su viadotto e 1.65m nel tratto di scavalco del tombino idraulico, così come chiaramente riportato sugli elaborati tipologici relativi al cavalcaferrovia. Per le barriere da installare su viadotto si prevede l'utilizzo di barriere di sicurezza con "intrusione" non superiore a VI3 (1.00m)

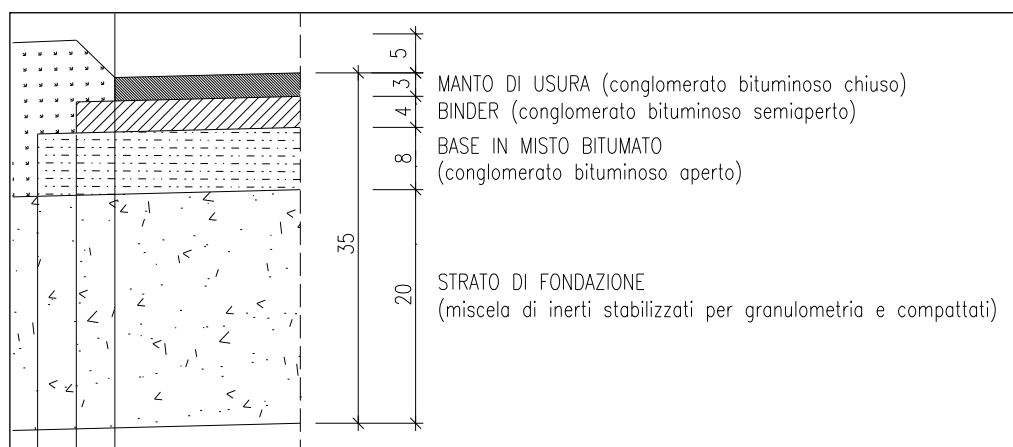
Si rimanda all'elaborato "Planimetria barriere di sicurezza - INOR11EE2P7IV350B002" nel quale sono riportate le progressive e le varie classi previste per l'opera in oggetto.

#### 5.4 Sovrastruttura Stradale

Per i tratti in rilevato si prevede una sovrastruttura stradale costituita dai seguenti strati:

- Manto di usura (conglomerato bituminoso chiuso) dallo spessore di 3 cm;
- Binder (conglomerato bituminoso semiaperto) dallo spessore di 4 cm;
- Base in misto bitumato (conglomerato bituminoso aperto) dallo spessore di 8 cm;
- Fondazione (miscela di inerti stabilizzati per granulometria e compattati) dallo spessore di 20 cm.

Nella figura che segue, si riporta un particolare della pavimentazione stradale in rilevato.



Per la verifica della pavimentazione stradale si rimanda all'elaborato tipologico: "Relazione di verifica delle pavimentazioni" IN0R11EE2ROIV0007001.

Sull'opera d'arte si prevede una sovrastruttura stradale in conglomerato bituminoso di spessore pari a 10 cm comprensivo dell'impermeabilizzazione (pari ad 1 cm).

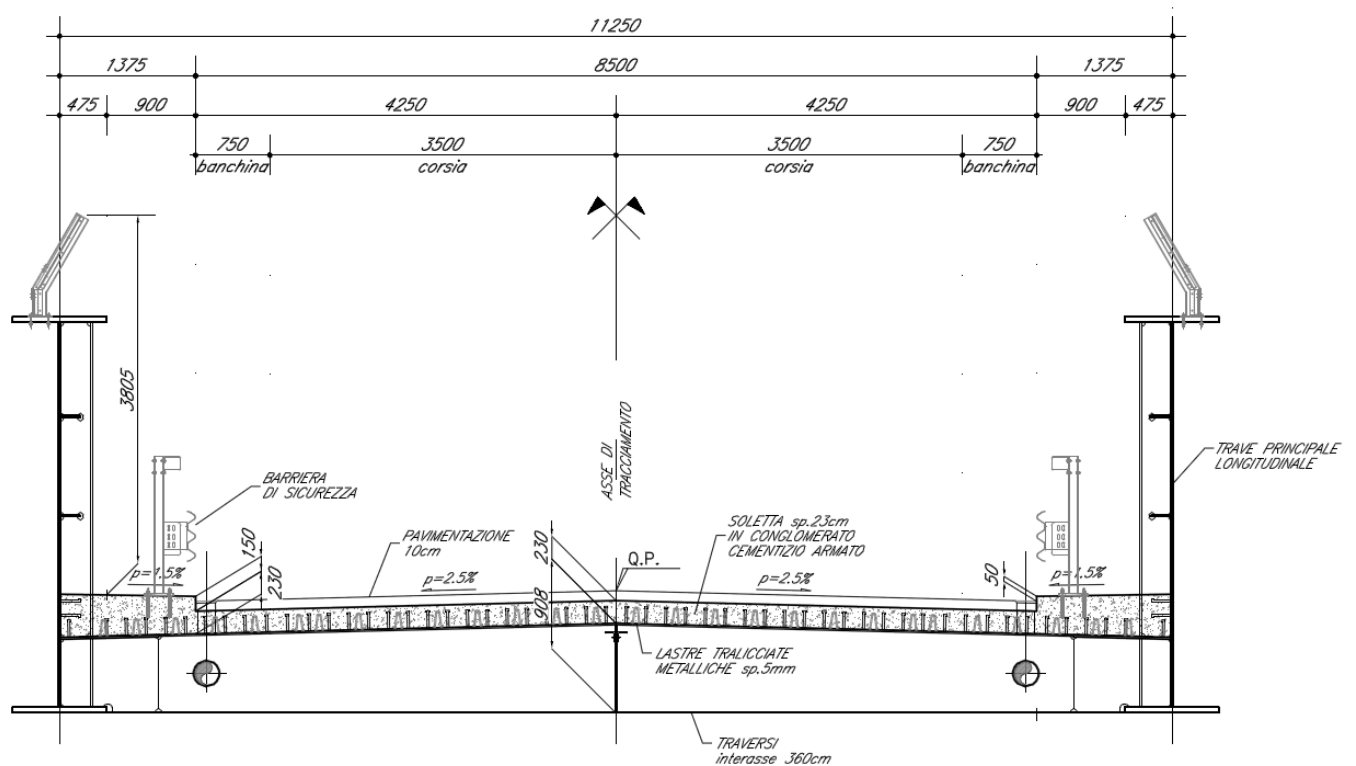
## 6 OPERE D'ARTE

### 6.1 Impalcati

Gli impalcati, a via di corsa inferiore, sono della tipologia mista "acciaio-calcestruzzo" e costituiti da 2 travi a "doppio T" in acciaio di altezza variabile e soletta in calcestruzzo armato di spessore 0.23m. Le due travi sono collegate all'appoggio ed in campata, da diaframmi a parete piena posti ad interasse di 3.60m.

Tutti i traversi vengono connessi alla soletta mediante piolatura.

Le travi d'acciaio, poste ad interasse di 11.25m, hanno altezza variabile lungo il loro sviluppo longitudinale da un minimo di 2400mm all'appoggio, fino ad un massimo di 4000 mm in mezzeria campata.

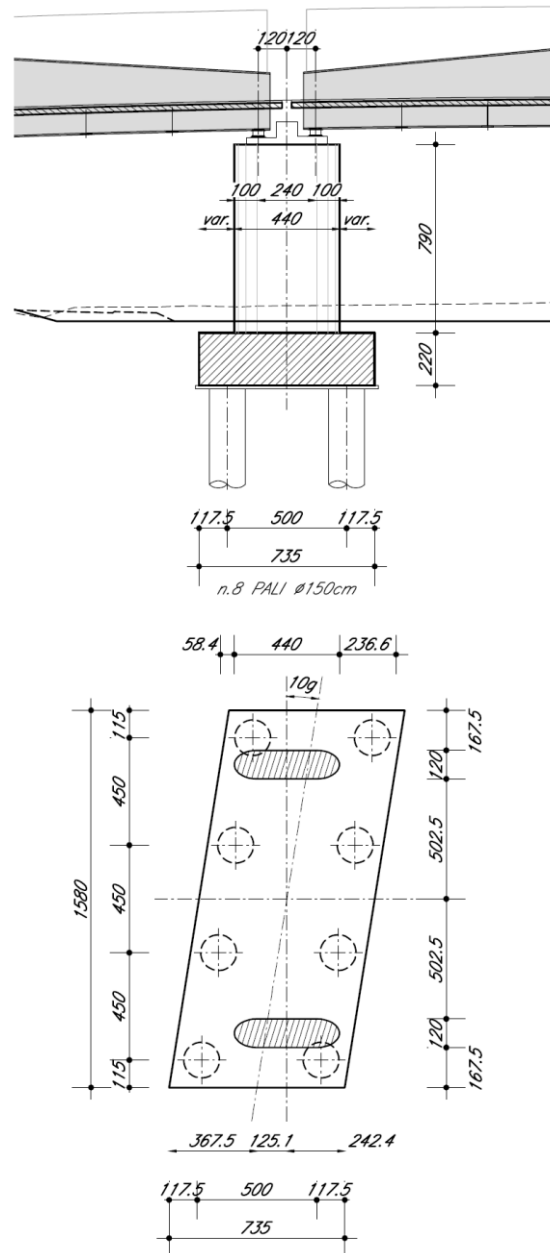


Sezione trasversale impalcato

### 6.2 Pila

La pila presenta due setti continui, paralleli e orientati in direzione longitudinale, in conglomerato cementizio armato di spessore 120m, larghezza 4.40m e altezza pari a 7.90m.

Si prevede di realizzare la fondazione della pila su pali trivellati in conglomerato cementizio armato di diametro 1500mm.



*Pila – Vista laterale e pianta fondazione*

### 6.3 Spalle

Le spalle dell'opera sono realizzate in conglomerato cementizio armato e presentano una platea con fondazione su pali di grande diametro ( $\Phi 1500$ ), in numero di 12 sia per la spalla A che per la spalla B.

#### 6.4 Vincolamento degli impalcati

Il sistema di vincolamento è costituito da dispositivi di appoggio ed isolamento sismico in elastomero armato e cioè costituiti da strati alterni di acciaio e di elastomero collegati mediante vulcanizzazione. Tali dispositivi essendo caratterizzati da un ridotto valore della rigidità orizzontale garantiscono un disaccoppiamento del moto orizzontale della struttura rispetto a quello del terreno ed una conseguente riduzione della risposta sismica della struttura; inoltre, i dispositivi sono dotati di capacità dissipativa che è determinata dalla mescola elastomerica da cui sono costituiti e che è utile a minimizzare gli spostamenti della struttura isolata.

I dispositivi sono progettati affinché resistano senza danneggiarsi all'azione di progetto allo stato limite di collasso e affinché resistano all'azione di progetto allo stato limite ultimo, così come prescritto dalla normativa, mentre gli elementi di sostegno ai quali vengono trasmesse le azioni longitudinali e le azioni trasversali sono progettati affinché si mantengano in campo elastico anche sotto l'azione sismica allo stato limite ultimo. In questo modo si ottiene la garanzia che, anche a seguito di un evento sismico di eccezionale intensità, gli unici elementi che possono rimanere danneggiati sono i dispositivi di vincolamento, più facilmente sostituibili alla fine dell'evento sismico, mentre gli elementi strutturali costituenti l'opera mantengono integre le proprie capacità di resistenza.

Le caratteristiche dei dispositivi, posti rispettivamente in corrispondenza delle pile e delle spalle, vengono definite adoperando la scelta della rigidità della mescola sulla base di spostamenti ritenuti accettabili per l'opera.

Il fattore che influenza il valore della rigidità traslazionale dei dispositivi è quello del modulo di elasticità tangenziale G. Le mescole elastomeriche ad alto smorzamento di cui sono costituiti i dispositivi di isolamento sono caratterizzate da una sensibile variazione del modulo G al variare della deformazione. In particolare, il valore di G al disotto del 50% della deformazione massima di un dispositivo risulta circa 2-2.5 volte superiore al valore assunto da G per deformazioni più elevate. Di conseguenza il valore della rigidità traslazionale dei dispositivi in condizioni di esercizio risulta più elevata di quella in condizione sismica.

#### 6.5 Giunti

Si prevedono giunti di dilatazione del tipo in gomma armata, costituiti da elementi piani posti a livello della pavimentazione realizzati in neoprene armato con parti in acciaio.

I giunti sono stati dimensionati, con riferimento alle normative vigenti, per la massima escursione valutata in condizioni statiche e sismiche.

## 7 ANALISI DI SICUREZZA E DEGLI ASPETTI MIGLIORATIVI DELL'INTERVENTO

### 7.1 Premessa

Il tratto stradale in progetto si configura come intervento di "riqualificazione e adeguamento di viabilità esistenti". Il progetto è stato quindi sviluppato coerentemente con quanto previsto dal D.M. n.67/S del 22.04.2004, che modifica le "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade" (D.M. 5/11/2001). Secondo quanto stabilito da questa modifica, per l'adeguamento di strade esistenti le Norme citate (D.M. 5/11/2001) non sono cogenti, ma rappresentano solo un riferimento a cui tendere.

Il D.M. del 22/04/2004 stabilisce nell'art. 4 che i progetti di adeguamento delle strade esistenti devono contenere una specifica relazione dalla quale risultino analizzati gli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza, evidenziando come l'intervento, nel suo complesso, è in grado di produrre un miglioramento funzionale della circolazione dell'utenza e/o un miglioramento del livello di sicurezza.

Nel presente capitolo si analizzano gli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza, attraverso la dimostrazione che l'intervento, nel suo complesso, è in grado di produrre, oltre che un miglioramento funzionale della circolazione, anche un innalzamento del livello di sicurezza, come prescritto dal citato D.M. del 22.04.2004.

### 7.2 Aspetti migliorativi e connessi con le esigenze di sicurezza

#### *Sezione trasversale*

La viabilità esistente, della quale l'intervento in oggetto costituisce una riqualificazione e un adeguamento, presenta una larghezza pavimentata pari a 4.50m circa; l'intervento in oggetto prevede una sezione stradale di larghezza pavimentata pari a 8.50m costituita da due corsie di 3.50m e da due banchine laterali di larghezza pari ad 0.75m, con un incremento rispetto all'esistente pari a 4.00m circa. Tale larghezza è stata definita in base alle previste esigenze di circolazione di veicoli per il trasporto pubblico.

In base a questo assunto, si è valutato che il passaggio da una sezione pavimentata di larghezza pari a 4.50m ad una di larghezza pari a 8.50m, con un incremento quindi di 4.00m, non possa indurre un comportamento pericoloso nell'utente della strada visto il suo andamento plano-altimetrico decisamente tortuoso; non risulta quindi prevedibile un significativo aumento di velocità a causa del notevole allargamento della sede carrabile, fatto che comporterebbe l'insorgere di rischi per la circolazione in corrispondenza del successivo sensibile restringimento della sede pavimentata.

Si ritiene, invece, che la soluzione adottata persegua gli obiettivi di miglioramento delle prestazioni in termini di funzionalità operativa e di sicurezza delle strade esistenti, in particolar modo riguardo lo scavalco delle due infrastrutture (autostrada esistente e futura linea AV/AC) non indicando situazioni di disomogeneità in relazione alla viabilità esistente.

#### *Andamento planimetrico*

Le rampe di accesso al cavalcavia esistente, cavalcavia che viene sostituito nell'intervento in oggetto al fine di sovrappassare la futura linea AV/AC, presentano due curve planimetriche adiacenti all'opera d'arte di raggio pari a 28m circa per la rampa nord e 25m circa per la rampa sud, raggi compatibili con velocità di progetto pari a circa 31.5 e 29.8 km/h rispettivamente. Non sono inoltre presenti curve a raggio variabile di transizione tra curve e rettilinei.

Il nuovo tracciato presenta raggi planimetrici minimi pari a 45m, compatibili con una velocità di progetto pari a 40 km/h. Il progetto prevede inoltre, il limite di velocità di 30 km/h imposto tramite opportuna segnaletica lungo

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RO IV 35C 0 001

Rev.  
D

Foglio  
24 di 24

l'intero sviluppo dell'asse principale dell'opera, a garanzia di maggiore sicurezza degli utenti della strada. Sono previste le curve a raggio variabile di transizione tra curve e rettilinei.

Sono inoltre previsti, come dettagliato nei capitoli precedenti, gli allargamenti della carreggiata in curva, allo scopo di consentire la sicura iscrizione dei veicoli nei tratti curvilinei del tracciato, e gli allargamenti necessari per garantire le visuali libere nei tratti in curva.

Si sottolinea, per quanto riguarda la definizione della geometria dell'asse stradale, che esso soddisfa le verifiche prescritte nel già citato DM 05/11/2001, anche in relazione al diagramma delle velocità ed alle connesse verifiche di visibilità. Solo per le prime due clotoidi, si è derogato al rispetto del solo criterio ottico, in considerazione di quanto indicato nel documento a carattere prenormativo "*Norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti*", bozza del 21 marzo 2006; tale deroga non comporta alcuna conseguenza dal punto di vista della sicurezza, a maggior ragione in considerazione del fatto che nel tracciato esistente le clotoidi sono addirittura assenti.

#### ***Barriere di sicurezza***

Il progetto prevede l'adeguamento delle barriere di sicurezza, con l'aumento dello sviluppo planimetrico e con l'installazione sull'opera d'arte di una barriera di classe H4, ovvero di classe superiore a quella minima prescritta da Normativa.

Inoltre, sono previsti gli allargamenti necessari, a causa della presenza delle barriere stesse, per garantire le visuali libere nei tratti in curva, allargamenti non presenti nella viabilità attuale per la quale le barriere presenti costituiscono ostacolo alla visibilità.

#### ***Segnaletica***

Il progetto prevede l'adeguamento della segnaletica, con specifica attenzione a quella verticale, attualmente non presente, al fine di agevolare l'utente della strada la percorrenza della viabilità in oggetto, in particolar modo al tratto relativo allo scavalco delle due infrastrutture.

#### ***Sistema di smaltimento delle acque meteoriche***

Il progetto prevede l'adeguamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche e riprofilatura dei fossi di scolo delle acque esistenti; l'efficacia dello smaltimento delle acque meteoriche comporta necessariamente un incremento delle condizioni di sicurezza dell'intervento.

### **7.3 Conclusioni**

In base a quanto detto, si ritiene che l'intervento, nel suo complesso, è in grado di produrre, oltre che un miglioramento funzionale della circolazione, anche un innalzamento del livello di sicurezza riuscendo al contempo ad evitare un eccessivo consumo di suolo in una zona vocata alla coltivazione di vitigni pregiati.