

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

IV32 - CAVALCAFERROVIA SAN GIORGIO - PK 140+780,766
Relazione tecnica generale rampe

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio (Ing. T. Taranta) Data: 06 FEB 2019	Valido per costruzione 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 2 C 0	0 0 1	A

PROGETTAZIONE						IL PROGETTISTA	
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista	Data
A	Emissione	Cavaliere	12/09/18	Piacentini	12/09/18	Progettista Integratore 23408 Taranta	12/09/18
B							
C							



CIG. 751447334A Stampato dal Service File: INORT1EE2ROIV32C0001A_10.docx

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 RO IV 32C 0 001	Rev. A	Foglio 2 di 25
---------	------------------	-------------	--	-----------	-------------------

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	6
3.4	ULTERIORI PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE DI RFI E ITALFERR	6
3.5	BARRIERE STRADALI	6
3.6	STRADE	6
4	GEOLOGIA E GEOTECNICA.....	7
5	FASI REALIZZATIVE.....	7
5.1	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	7
6	PARTE STRADALE.....	8
6.1	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	8
6.2	TRACCIATO STRADALE.....	9
6.2.1	Asse principale	9
6.2.2	Rotatorie.....	15
6.3	BARRIERE DI SICUREZZA.....	20
6.4	SOVRASTRUTTURA STRADALE	22
7	OPERE D'ARTE.....	23
7.1	IMPALCATI.....	23
7.2	PILE.....	24
7.3	SPALLE.....	25
7.4	VINCOLAMENTO DEGLI IMPALCATI.....	25
7.5	GIUNTI.....	25



1 PREMESSA

Nella presente relazione si descrivono le caratteristiche relative alla nuova viabilità riferita al cavalcaferrovia denominato "Cavalcavia Via San Giorgio – IV32" che sovrappassa la futura linea AV/AC Milano-Verona in prossimità della progressiva 140+780,766

La viabilità in progetto è una strada di tipo F2, composta da due corsie di larghezza 3.25 m e da banchine di larghezza pari a 1.00 m.

La sezione trasversale dell'opera è costituita da una sede carrabile di 8.50m, e da due cordoli esterni larghezza complessiva pari a 1.85m che ospitano un marciapiede.

L'andamento planimetrico dell'opera d'arte è in rettilineo.

Il cavalcaferrovia, di lunghezza complessiva 125.00m, è costituito da 3 campate con luci variabili da 35.00m a 55.00m.

L'impalcato è della tipologia mista "acciaio-calcestruzzo" costituito da 2 travi a "doppio T" in acciaio, di altezza variabile e soletta in calcestruzzo armato gettato in opera, di spessore massimo pari a 0.30m. Le due travi sono collegate in campata e su pile e spalle da diaframmi a parete piena posti ad interasse di 5.00m.

Il sistema di vincolamento è costituito da isolatori elastomerici.

Le spalle dell'opera sono in conglomerato cementizio armato, e presentano una platea con fondazione su pali di grande diametro (Φ 1500).

Le pile sono a setto continuo in c.a., di spessore 1.20m e larghezza 8.20m e orientate perpendicolarmente al tracciato stradale. Le dimensioni in altezza sono determinate dall'andamento altimetrico del tracciato stradale e dallo spessore dell'impalcato.

Si prevede di realizzare le fondazioni delle pile in diaframmi in conglomerato cementizio armato, di spessore 1.20m e larghezza 8.20m.

Nella tabella seguente si riporta il riepilogo delle caratteristiche geometriche delle campate ed il tipo di attraversamento previsto. Le grandezze sono espresse in metri.

	L campata
SpA	35.00
P1	
Campata A4 – AV/AC	55.00
P2	
	35.00
SpB	



2 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione si fa riferimento ai seguenti documenti

<i>DESCRIZIONE</i>	<i>CODICE</i>
<u>IF00 – ELABORATI DI TRACCIAMENTO LINEA AV/AC</u> RELAZIONE TECNICA DEL TRACCIAMENTO PLANIMETRIA DI TRACCIAMENTO LINEA AC DA KM 136+500.000 A KM 141+000.000 TAV. 8 PROFILO LONGITUDINALE DI TRACCIAMENTO LINEA AC DA KM 139+400.000 A KM 149+200.000 TAV. 5	INDR10EE2R01F0000001 INDR10EE2R51F0000008 INDR10EE2F51F0000005
<u>IV00 – CAVALCAFERROVIA TIPOLOGICO</u> PRESCRIZIONI MATERIALI E NOTE GENERALI STRADE CATEGORIA F2 – CARPENTERIA IMPALCATO – DETTAGLI	INDR11EE24TIV0000001 INDR11EE2B27V00A5001
<u>IV32 – CAVALCAFERROVIA SAN GIORGIO – PK 140+780,766</u> PIANTE FONDAZIONI E PIANTE IMPALCATO SEZIONE LONGITUDINALE, PROSPETTO LONGITUDINALE E SEZIONE TRASVERSALE PIANTE TRACCIAMENTO SOTTOSTRUTTURE E PLINTI DI FONDAZIONE CARPENTERIA SPALLA A CARPENTERIA SPALLA B CARPENTERIA PILE	INDR11EE2P91V32A0001 INDR11EE2P27V32A0001 INDR11EE2P27V32A3001 INDR11EE2B27V32A6001 INDR11EE2B27V32A6002 INDR11EE2B27V32A4002
<u>IV00 – RAMPE CAVALCAFERROVIA TIPOLOGICO</u> STRADA DI CATEGORIA F2. SEZIONI TIPO E DETTAGLI. TAVOLA 1/2 STRADA DI CATEGORIA F2. SEZIONI TIPO E DETTAGLI. TAVOLA 2/2 ZONE DI TRANSIZIONE RILEVATO-CAVALCAFERROVIA SEZIONI TIPO VIABILITA' SECONDARIE. PISTE CICLABILI. PARTICOLARI.	INDR11EE2W61V00C0002 INDR11EE2W21V00C0001 INDR11EE2W61V00C0001 INDR11EE2B27V00C9001
<u>IV32 – RAMPE CAVALCAFERROVIA SAN GIORGIO – PK 140+780,766</u> PLANIMETRIA STATO DI FATTO PLANIMETRIA DI PROGETTO PLANIMETRIA DI TRACCIAMENTO PROFILI LONGITUDINALI DIAGRAMMA DI VISUALE LIBERA E VELOCITA' ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI TAVOLA 1/4 ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI TAVOLA 2/4 ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI TAVOLA 3/4 ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI TAVOLA 4/4 ROTATORIA. SEZIONI TRASVERSALI TAVOLA 1/2 ROTATORIA. SEZIONI TRASVERSALI TAVOLA 2/2 PLANIMETRIA SEGNALETICA PLANIMETRIA BARRIERE DI SICUREZZA PLANIMETRIA FASI COSTRUTTIVE SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. RELAZIONE IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. PLANIMETRIA RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO TOMBINI TOMBINO CIRCOLARE DN500 RAMPA SUD PK 0+048,288. CARPENTERIA, ARMATURA E DATI DI TRACCIAMENTO IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE. RELAZIONE ILLUMINOTECNICA E DI CALCOLO IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ROTATORIA. PLANIMETRIA E PARTICOLARI COSTRUTTIVI IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE. SCHEMI ELETTRICI DETTAGLI COSTRUTTIVI ED ELEMENTI DI FINITURA	INDR11EE2P71V3200001 INDR11EE2P71V3200002 INDR11EE2P27V3200001 INDR11EE2F71V3200001 INDR11EE2D71V3200001 INDR11EE2W91V3200001 INDR11EE2W91V3200002 INDR11EE2W91V3200003 INDR11EE2W91V3200004 INDR11EE2W91V32C0001 INDR11EE2W91V32C0002 INDR11EE2P71V320B001 INDR11EE2P71V320B002 INDR11EE2P27V3201001 INDR11EE2R11V320B001 INDR11EE2P71V320B001 INDR11EE2GL1V32C8001 INDR11EE2B27V32C8001 INDR11EE24R1V320B001 INDR11EE2P27V32C8001 INDR11EE24AV320B001 INDR11EE2B27V320B001



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”
- 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;



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 RO IV 32C 0 001	Rev. A	Foglio 7 di 25
---------	------------------	-------------	--	-----------	-------------------

- 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
- D.Lgs. 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

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 FASI REALIZZATIVE

5.1 Descrizione dell'intervento

Il cavalcavia di progetto viene realizzato sullo stesso tracciato di quello esistente, pertanto la viabilità deve essere interrotta su quest'opera e deviata sulle viabilità alternative per tutta la durata dei lavori. Verrà comunque garantito il transito dei veicoli su via Segradi fino agli accessi alle proprietà private. Contemporaneamente alle rampe del cavalcavia viene realizzata anche la rotonda nord. Per consentire l'accesso alle abitazioni, si possono distinguere tre fasi per la realizzazione della rotonda: nella prima si realizza la parte di rotonda esterna alla viabilità esistente; nella seconda fase si completa la parte di rotonda su via Segradi e quindi per consentire l'accesso alle proprietà private le lavorazioni potranno essere fatte anche in presenza di traffico e utilizzando la porzione di rotonda già realizzata; nella terza fase, conclusa rotonda e cavalcavia, si riapre interamente la viabilità al traffico.

6 PARTE STRADALE

6.1 Descrizione dell'intervento

Il nuovo collegamento stradale prevede la realizzazione di una viabilità di lunghezza pari 411.36 m secondo una strada tipo F2 (vedi DM 05/11/2001).

Il nuovo tracciato è in rettilineo mentre l'andamento altimetrico presenta una pendenza massima pari al 5.00%.

La sezione stradale tipo F2 risulta di larghezza pavimentata pari a 8.50 m, costituita da due corsie di 3.25 m e da due banchine laterali della larghezza pari ad 1.00m. Dal punto di vista altimetrico il tracciato si presenta sempre in rilevato e le scarpate laterali sono previste con una inclinazione pari a 3/2 per altezze di rilevato superiori ad 1.00 m e 2/1 per altezze inferiori. Al piede dei rilevati sono previsti fossi di guardia trapezi di larghezza 1.50 m con funzione evapotraspirante.

Il nuovo collegamento stradale, che coincide con la viabilità esistente (Cavalcavia n° 258 su A4), sovrappassa la nuova linea AV/AC in un tratto ove questa si sviluppa in galleria e pertanto la livelletta stradale è progettata in modo da garantire sull'autostrada A4 il franco minimo di 5.50m

Il tratto centrale dell'asse stradale si sviluppa in viadotto. Il viadotto è di lunghezza complessiva pari a 125m e risulta composto dalla successione di campate come mostrato in tabella.

	L campata
SpA	35.00
P1	
Campata A4 – AV/AC	55.00
P2	
	35.00
SpB	

La campata di luce pari a 55.00m è necessaria per lo scavalco dell'Autostrada A4.

A sud il nuovo collegamento stradale si innesta sulla viabilità esistente mentre a nord si innesta su una nuova rotonda di diametro esterno pari a 45.00m.

La rotonda presenta una carreggiata anulare di larghezza pari a 9.00 m, costituita da due corsie di 3,50 m e da due banchine laterali della larghezza pari a 1.00m. Tale carreggiata presenta una pendenza trasversale pari a 2,0%. È presente un anello interno sormontabile di larghezza pari a 1.50m e pendenza verso l'esterno pari al 4.0%.

A inizio intervento e all'attacco dei rami di innesto in rotonda con la viabilità esistente sono poi previsti tratti di raccordo gradualmente fra la nuova viabilità e la 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 per la realizzazione della nuova viabilità e la realizzazione del nuovo cavalcavia è necessaria la chiusura della viabilità esistente sul cavalcavia n° 258 su A4.



6.2 Tracciato Stradale

6.2.1 Asse principale

Il tracciato stradale è stato definito secondo una sezione trasversale 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.

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.

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 50 km/h. Tale valore di velocità è da intendersi come limite amministrativo, ovvero valore oltre il quale non è consentito percorrere l'infrastruttura, 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 60 km/h e sulla base di tale valore sono stati valutati tutti i parametri geometrici con riferimento ai raggi planimetrici, alle clotoidi, ai rettifili, agli allargamenti per la visibilità ed ai raccordi verticali.

Per quanto riguarda la sezione tipo si osserva che la larghezza della sede pavimentata è tipicamente pari a 8.50m, composta da due corsie di larghezza 3.25m e da banchine di larghezza pari a 1.00m (sezione tipo F2).

Nei tratti in viadotto la sede stradale presenta dei marciapiedi laterali di larghezza pari a 1.66m.

Su tali marciapiedi la larghezza del camminamento, compreso tra il guard-rail e la ringhiera laterale, è pari a circa 0.96 m.

Nei tratti in viadotto, pertanto, la sede stradale presenta una larghezza totale comprensiva dei marciapiedi, pari a 12.20 metri.

Si osserva inoltre che nei tratti ove il viadotto scavalca la sede autostradale si prevede l'adozione di una barriera parasassi da disporsi in sostituzione del parapetto metallico. Essendo per il tratto interessato la ferrovia in galleria, non sono previste tali barriere sulla campata posta sulla ferrovia.

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.

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 contraccolpo;
- limitazione della sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata;
- percezione ottica del tracciato.

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.

TABELLA TRACCIATO ASSE

	<i>Progr. Iniziale</i>	<i>Progr. Finale</i>	<i>R/A</i>	<i>L</i>
Rettilineo	0	26,625	----	26,625
Clotoide	26,625	44,633	92	18,009
Curva Circolare	44,633	87,848	470	43,215
Clotoide	87,848	105,856	92	18,009
Rettilineo	105,856	431,368	---	325,512

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 $V_{pmax} = 60$ km/h, risulta un valore della lunghezza massima $L_r = 1320$ m.

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 esami non ci sono rettilinei di lunghezza maggiore a quella indicata.

b) *Curve circolari*

Raggio minimo delle curve planimetriche

Il minimo raggio planimetrico adottato è compatibile con il diagramma delle velocità.

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.

Lo sviluppo minimo della curva può variare tra 39 m ($V = 56$ Km/h) e 41 m ($V = 60$ Km/h); nel caso in esame gli sviluppi delle curve sono maggiori di tali valori.

c) *Curve di transizione (Clotoidi)*

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

- Limitazione del contraccolpo.

$$\text{Criterio 1: } A \geq [V^3/c - gVR(qf - qi)/c]^{0.5}$$

Per la strada in esame:

$$A \geq 31,0 \quad \text{per} \quad V = 40 \text{ km/h}$$

$$A \geq 47,1 \quad \text{per} \quad V = 50 \text{ km/h}$$

$$A \geq 66,9 \quad \text{per} \quad V = 60 \text{ km/h}$$

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

$$\text{Criterio 2: } A \geq [R/\Delta i_{max} \times 100 \times Bi \times (qi + qf)]^{0.5}$$

dove:

Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 RO IV 32C 0 001	Rev. A	Foglio 12 di 25
---------	------------------	-------------	--	-----------	--------------------

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

Δ_{imax} = 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;

- Percezione ottica del tracciato:

Criterio 3: $R/3 \leq A$

$A \leq R$

Inoltre, tra due clotoidi, di parametro A_1 e A_2 rispettivamente, che si connettono ad una stessa curva, deve essere soddisfatta la relazione:

$2/3 \leq A_1/A_2 \leq 3/2$

Per la strada in esame i valori del parametro A sono pari a 92 e rispettano sempre i tre criteri su esposti.

Per quanto infine 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 fig. 5.2.4.a della normativa 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:

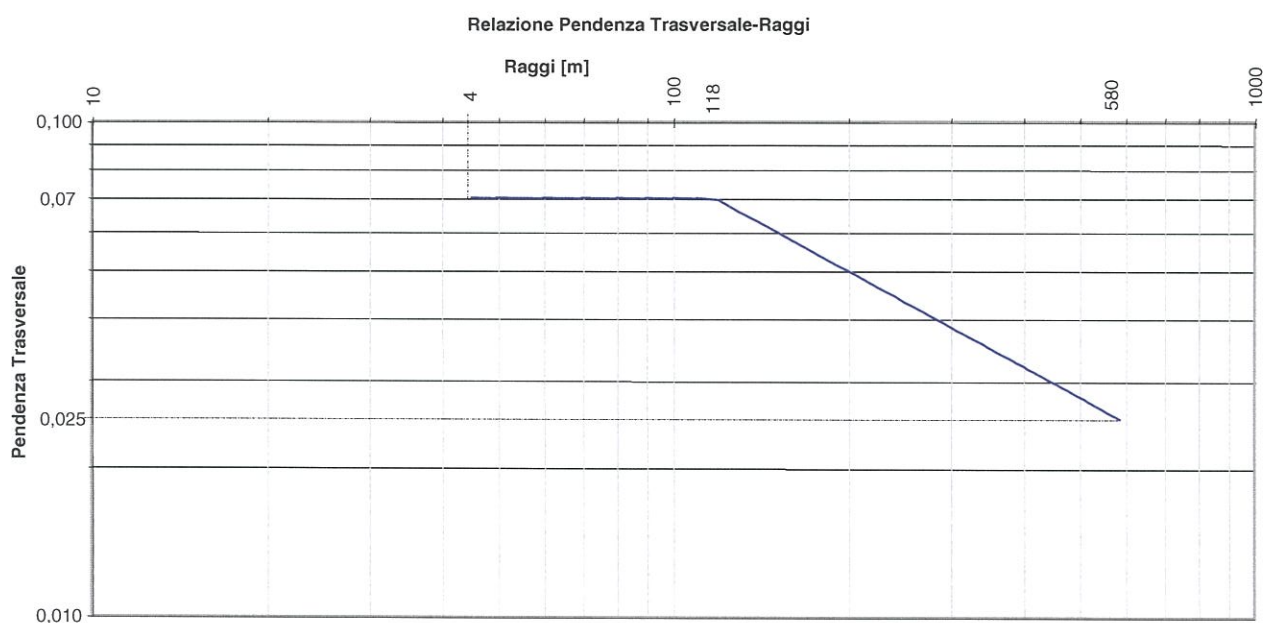


Diagramma di Velocità

Avendo previsto un limite di velocità amministrativo pari a 50 km/h, la massima velocità attuabile è pari a 60 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.

Nella tabella successiva si riporta il valore delle distanze di arresto al variare della velocità e della pendenza longitudinale della strada.

V [km/h]	i [%]												
	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
60	74,25	73,30	72,39	71,52	70,70	69,91	69,16	68,45	67,76	67,10	66,47	65,87	65,29
55	64,63	63,89	63,19	62,52	61,88	61,27	60,68	60,12	59,59	59,07	58,58	58,11	57,65
50	55,94	55,38	54,84	54,33	53,84	53,37	52,93	52,50	52,08	51,69	51,31	50,94	50,59
45	48,10	47,68	47,28	46,89	46,52	46,17	45,83	45,50	45,19	44,89	44,60	44,32	44,05
40	41,00	40,69	40,39	40,11	39,83	39,57	39,32	39,07	38,84	38,61	38,40	38,19	37,98

Si rimanda all'elaborato specifico (*Diagramma di visuale libera e velocità - INOR11EE2D7IV3200001*) 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.

Andamento altimetrico

d) Verifica pendenza longitudinale

Per la strada in esame di categoria F2 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 pari a circa il 5,00%.

e) Raccordi altimetrici

In progetto per l'asse principale sono previsti 2 raccordi concavi ed 1 raccordo convesso. Per i raccordi concavi si sono adottati raggi variabili da 1570 a 800 m mentre per il raccordo convesso si è adottato un raggio pari a 1600 m.

Tali raggi consentono una visibilità sempre superiore alla distanza di arresto avendo 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).

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due 

ALTA SORVEGLIANZA


ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO IV 32C 0 001

Rev.
A

Foglio
14 di 25

Non sarà consentita, invece, nel tratto in raccordo convesso la manovra di sorpasso che richiede una visibilità maggiore di quella disponibile.

6.2.2 Rotatorie

Relativamente all'intersezione a rotatoria si è fatto riferimento alla normativa emanata dalla Regione Lombardia – legge regionale 24/4/2006 n.7 – e più precisamente all'Allegato 2 alla suddetta legge regionale dal titolo “Progettare le zone di intersezione”.

Vengono in seguito riportate anche le verifiche, in particolare quelle di deviazione, rispondenti alla normativa nazionale - D.Lgs. 19 aprile 2006 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali.

Le verifiche geometriche delle rotatorie considerano il controllo dell'ammissibilità di varie grandezze geometriche quali diametro esterno, larghezza della corona circolare, larghezza delle corsie di ingresso e di uscita, corretto tracciamento delle isole spartitraffico ecc.; si riporta di seguito la tabella riepilogativa di tali grandezze.

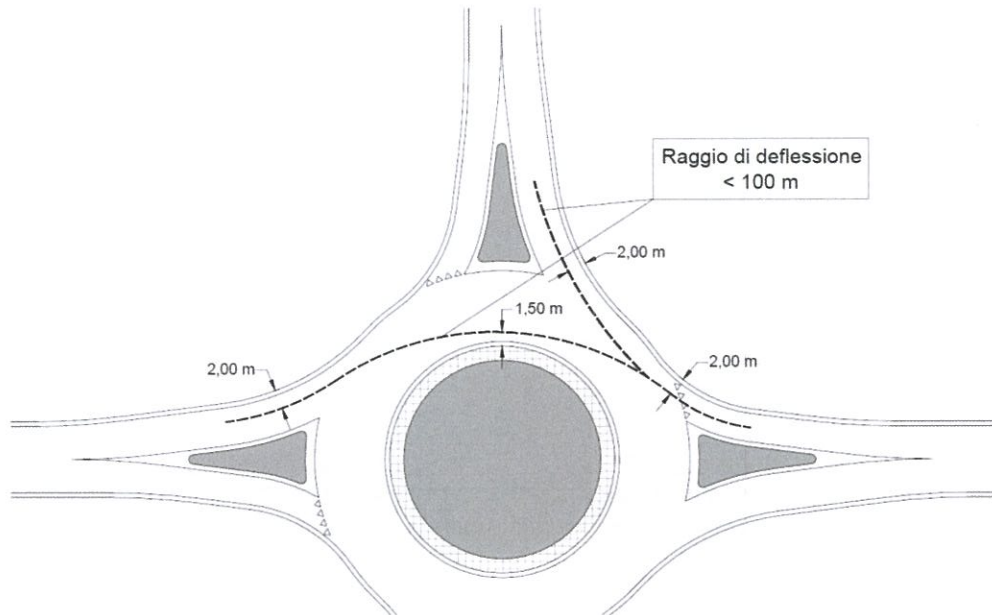
Notazione	Intervallo di validità	Valore [m]			
		Mini rotatorie sormontabili	Mini rotatorie parzialmente sormontabili	Rotatorie compatte	Grandi rotatorie Rotatorie eccezionali
Diametro della rotatoria	$D_e \geq (14 \text{ m})$ 18 m	14÷18	18÷26	26÷50	> 50
Raggio giratorio esterno	$D_e/2$	7÷9	9÷13	13÷25	> 25
Raggio giratorio interno	$R_{gi} - l_a$	0÷2	variabile	variabile	variabile
Larghezza dell'anello	$7 \text{ m} \leq l_a \leq 9 \text{ m}$	7÷8	7÷8	8÷9	9÷10
Larghezza anello interno sormontabile	$0 \leq l_{is} \leq 2 \text{ m}$	Isola centrale completamente sormontabile	1,5÷2	1,5÷2	0
Raggio d'entrata	$10 \text{ m} \leq R_e \leq D_e/2$	10	10÷13	10÷25	$10 \div D_e/2$
Larghezza corsia entrante	$4 \text{ m} \leq l_e \leq 4,5 \text{ m}$ (1 corsia) $7 \text{ m} \leq l_e \leq 9 \text{ m}$ (2 corsie)	$l_e \leq 4,5$ (1 c.)	$l_e \leq 4,5$ (1 c.)	$4 \leq l_e \leq 4,5$ (1 c.) $7 \leq l_e \leq 9$ (2 c.)	$4 \leq l_e \leq 4,5$ (1 c.) $7 \leq l_e \leq 9$ (2 c.)
Raggio d'uscita	$15 \text{ m} \leq R_u \leq 30 \text{ m}$	15÷30	15÷30	15÷30	15÷30
Larghezza corsia uscita	$4,5 \text{ m} \leq l_u \leq 6 \text{ m}$ (1 corsia) $7,5 \text{ m} \leq l_u \leq 9 \text{ m}$ (2 corsie)	$l_u \leq 6$ (1 c.)	$l_u \leq 6$ (1 c.)	$4,5 \leq l_u \leq 6$ (1 c.) $7,5 \leq l_u \leq 9$ (2 c.)	$4,5 \leq l_u \leq 6$ (1 c.) $7,5 \leq l_u \leq 9$ (2 c.)
Raggio di raccordo	$2 \times D_e$	28÷36	36÷52	52÷100	> 100

La verifica più significativa e con più ripercussioni sulla sicurezza dell'utenza che impegna la rotatoria è quella che considera la “deflessione” della traiettoria che un veicolo che attraversa l'intersezione è costretto a percorrere: da questo parametro discende l'abbattimento della velocità di attraversamento dell'anello da parte dei veicoli.

Per quanto riguarda la normativa lombarda, essa definisce “(...) deflessione di una traiettoria il raggio dell'arco di circonferenza passante a 1,5 m dal bordo dell'isola centrale e a 2 m dal bordo delle corsie d'entrata e d'uscita, siano esse adiacenti o opposte (...)” e prescrive di “(...) verificare l'ampiezza del raggio di deflessione per le manovre relative ad ogni braccio di ingresso e uscita. Tale raggio deve essere inferiore a 100 m: in tal modo le velocità inerenti alle traiettorie “più tese” non potranno essere superiori a 50 km/h (...)”.



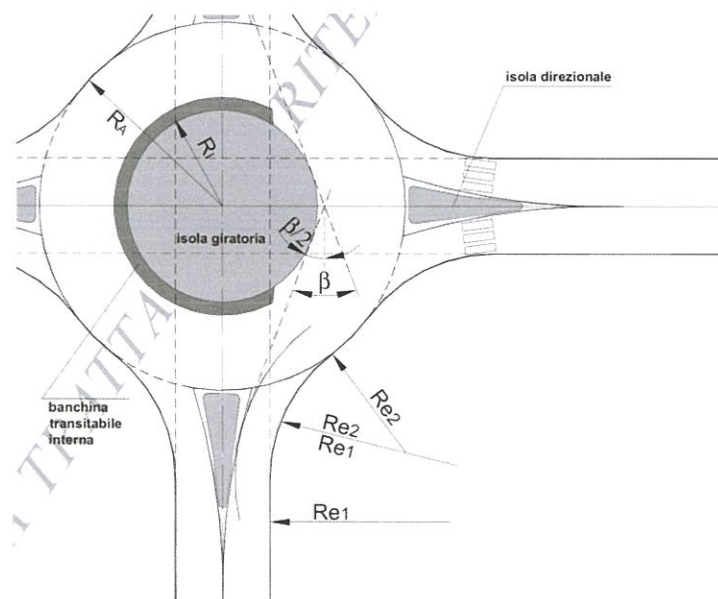
Quanto riportato stabilisce quindi di identificare la traiettoria più “tesa” per le manovre di attraversamento e di svolta a destra e che i raggi di curvatura di tali traiettorie siano tali da imporre, per tali manovre; una velocità non superiore a 50 km/h. Si riporta di seguito lo schema presente in normativa che illustra quanto descritto.



Schema deflessione (da Allegato 2 legge regionale 24/4/2006 n.7).

Per quanto riguarda la normativa nazionale, essa prescrive quanto segue: “La valutazione del valore della deviazione viene effettuata per mezzo dell’angolo di deviazione β (vedi Figura 11) Per determinare la tangente al ciglio dell’isola centrale corrispondente all’angolo di deviazione β , bisogna aggiungere al raggio di entrata Re_2 un incremento b pari a 3,50 m. Per ciascun braccio di immissione si raccomanda un valore dell’angolo di deviazione β di almeno 45° ”.

Si riporta di seguito lo schema presente in normativa che illustra quanto descritto.



Schema deflessione (da D.Lgs. 19 aprile 2006 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali).

Rotatoria Nord

La rotatoria posta a nord permette il collegamento tra il nuovo tracciato e la viabilità esistente; in dettaglio, si tratta di una rotatoria a 4 rami: a sud si innesta la nuova viabilità di progetto, a nord si innesta la viabilità esistente (via Segradi) e infine a ovest si innestano due viabilità di accesso a proprietà private.

La rotatoria, di diametro esterno pari a 45.00m, presenta una carreggiata anulare di larghezza pari a 9.00 m, costituita da due corsie di 3,50 m e da due banchine laterali della larghezza pari a 1.00m. Tale carreggiata presenta una pendenza trasversale pari a 2,0%. È presente un anello interno sormontabile di larghezza pari a 1.50m e pendenza verso l'esterno pari al 4.0%.

Verifica geometrica

La rotatoria, di diametro esterno pari a 45m, rientra nella tipologia delle rotatorie compatte (diametro compreso tra 26 e 50m). Tutte le geometrie caratteristiche rispettano quanto prescritto per tale tipologia.

Verifica di deflessione

Si riporta di seguito lo schema grafico delle verifiche di deflessione per la rotatoria nord prescritte dalla normativa lombarda.

In particolare, in tale schema sono rappresentate le traiettorie più significative ovvero quelle di attraversamento; i raggi di deflessione ($R=36.20m$ e $R=31.90m$) sono ampiamente inferiori a $R=100.00m$ previsto dalla normativa.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

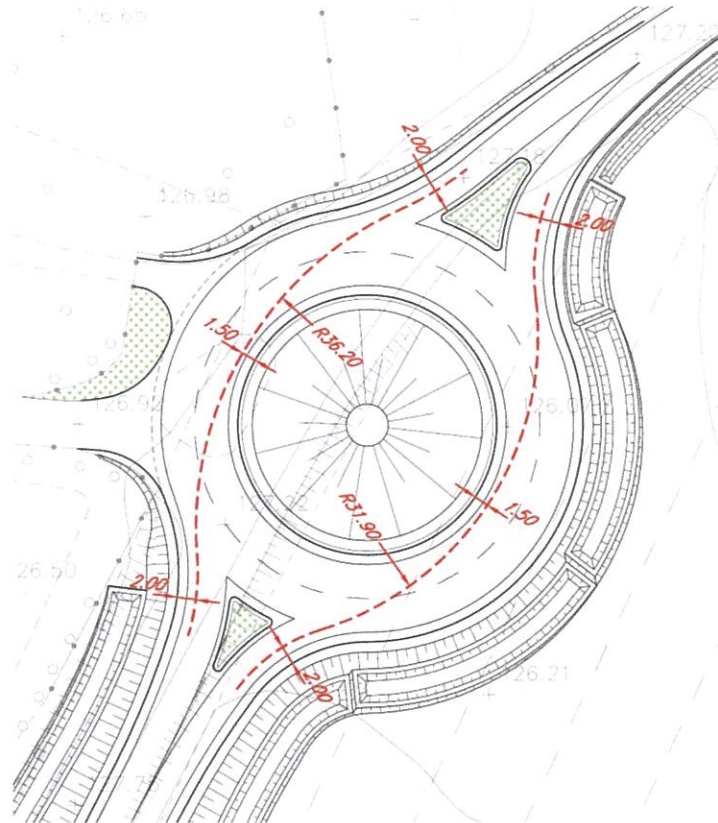
Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO IV 32C 0 001

Rev.
A

Foglio
18 di 25



Rotatoria Nord. Schema grafico delle verifiche di deflessione (da Allegato 2 legge regionale 24/4/2006 n.7).

Si riporta di seguito lo schema grafico delle verifiche di deflessione per la rotatoria nord prescritte dalla normativa nazionale.

In particolare, in tale schema sono rappresentati gli angoli di deviazione; per ciascun braccio di immissione i valori dell'angolo di deviazione β (53° e 60°) sono ampiamente superiori ai 45° previsti dalla normativa.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due 

ALTA SORVEGLIANZA


ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

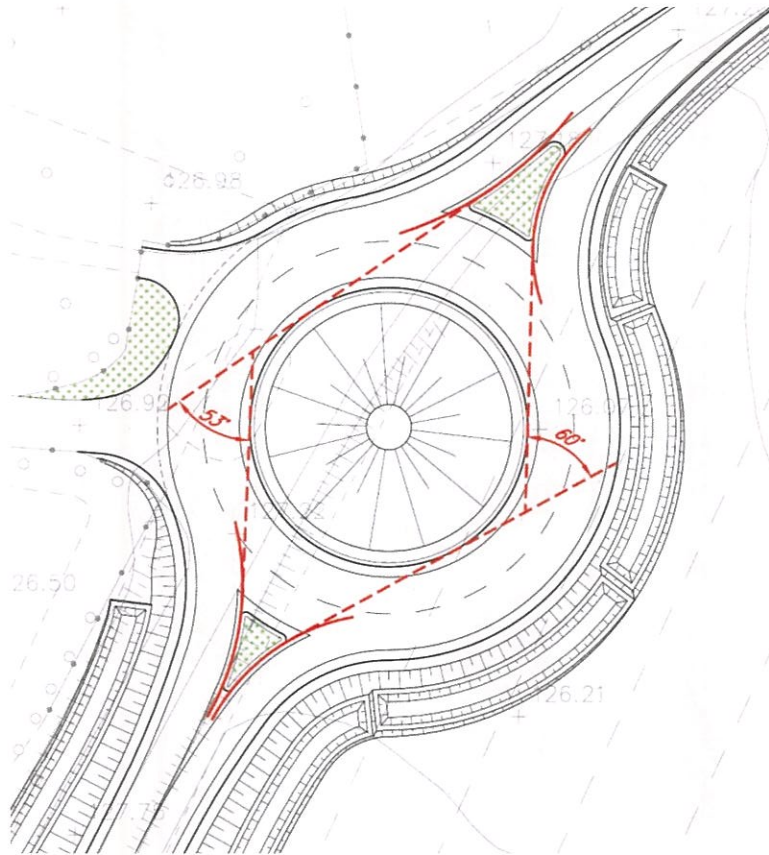
Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO IV 32C 0 001

Rev.
A

Foglio
19 di 25



Rotatoria Nord. Schema grafico delle verifiche di deflessione (da D.Lgs. 19 aprile 2006 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali).

6.3 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; la linea ferroviaria è in galleria e al di sotto dell’autostrada, quindi sulla campata di competenza autostradale e su quelle adiacenti è prevista la classe H3;
- la classe delle barriere al limite dell’opera d’arte viene mantenuta anche sul rilevato per almeno 20m;
- 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);

ϕ = 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 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 $TGM > 1000$ 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
Strade extraurbane secondarie (C)	III	H3-H4	H2-H3	H4
Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
Strade urbane di quartiere (E)	II	H2	H1	H2
Strade Locali (F)	III	H2	H2	H3
	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

* ove esistente

Sull'opera d'arte viene prevista una barriera di classe H3, ovvero di classe superiore a quella minima prescritta Normativa, come prescritto dall'ente gestore dell'infrastruttura autostradale sovrappassata.

Almeno sui primi 20 m di rilevato adiacente all'opera d'arte verrà mantenuta la classe della barriera prevista sulla parte terminale del manufatto poi si passerà ad una barriera di classe H2.

È stata comunque garantita, come impone la normativa, la lunghezza minima di installazione delle singole classi delle barriere di sicurezza, anche in considerazione dei necessari collegamenti tra barriere su opera d'arte e barriera di pari classe su rilevato.

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 a 1.65m, così come chiaramente riportato sugli elaborati tipologici relativi al cavalcaviaferrovia.

L'arredo dell'impalcato viene completato con la disposizione di parapetto $h=110\text{cm}$ o rete di protezione $h=300\text{cm}$, costituiti da montanti in acciaio su cui vengono fissati pannelli in rete metallica ondulata maglia $30\times 30\text{mm}$. La rete di protezione si completa inoltre con un pannello superiore inclinato di 45° verso l'interno dell'opera allo scopo di proteggere la sottostante infrastruttura dal lancio di oggetti. Si prevede l'installazione della rete di protezione sulla campata di attraversamento dell'Autostrada A4, mentre sulla restante parte dell'opera si prevede l'installazione del parapetto.

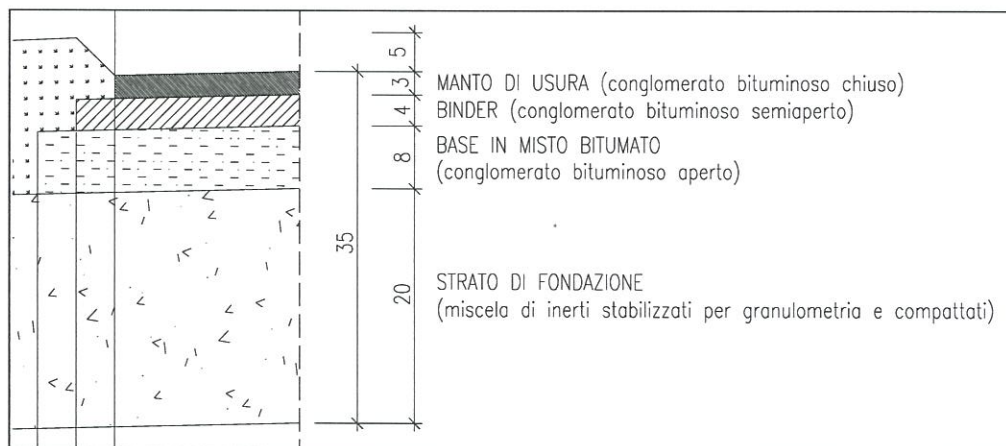
Si rimanda all'elaborato "Planimetria barriere di sicurezza - INOR11EE2P7IV320B002" nel quale sono riportate le progressive e le varie classi previste per l'opera in oggetto.

6.4 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.



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).

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 RO IV 32C 0 001Rev.
AFoglio
23 di 25

7 OPERE D'ARTE

7.1 Impalcati

L'impalcato è della tipologia mista "acciaio-calcestruzzo" costituito da 2 travi a "doppio T" in acciaio, di altezza variabile e soletta in calcestruzzo armato gettato in opera, di spessore massimo pari a 0.30m. Le due travi sono collegate in campata e su pile e spalle da diaframmi a parete piena posti ad interasse di 5.00m.

Tutti i traversi vengono connessi alla soletta in corrispondenza dei cordoli laterali mediante piolatura.

Le travi d'acciaio hanno altezza variabile lungo il loro sviluppo longitudinale da un minimo di 2200 mm sulle campate ad un massimo di 2800 mm sulle pile.

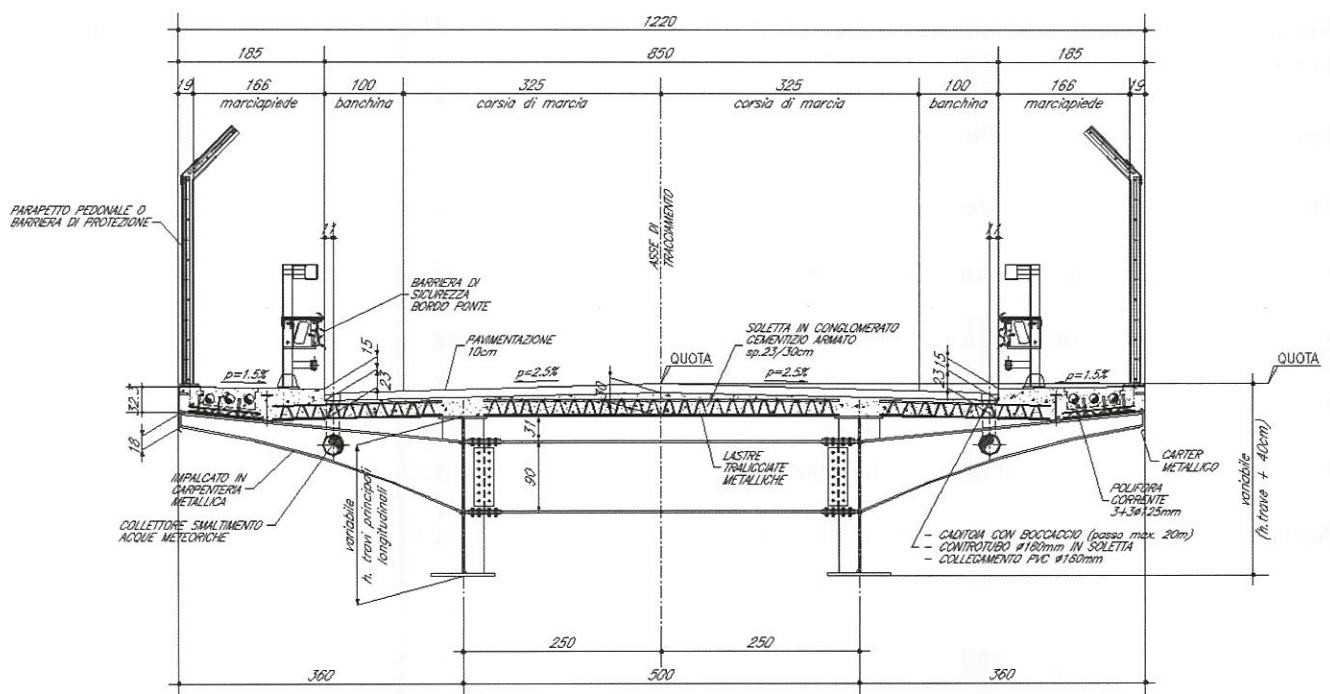


Figura 1 – Sezione trasversale impalcato

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 RO IV 32C 0 001

Rev.
A

Foglio
24 di 25

7.2 Pile

Le pile sono a setto continuo in c.a., di spessore 1.20m e larghezza 8.20m e orientate perpendicolarmente al tracciato stradale. Le dimensioni in altezza sono determinate dall'andamento altimetrico del tracciato stradale e dallo spessore dell'impalcato; sono previste pile con altezza del fusto pari a 4.70m.

Si prevede di realizzare le fondazioni delle pile in diaframmi di altezza pari a 31.40m in conglomerato cementizio armato, di spessore 1.20m e larghezza 8.20m.

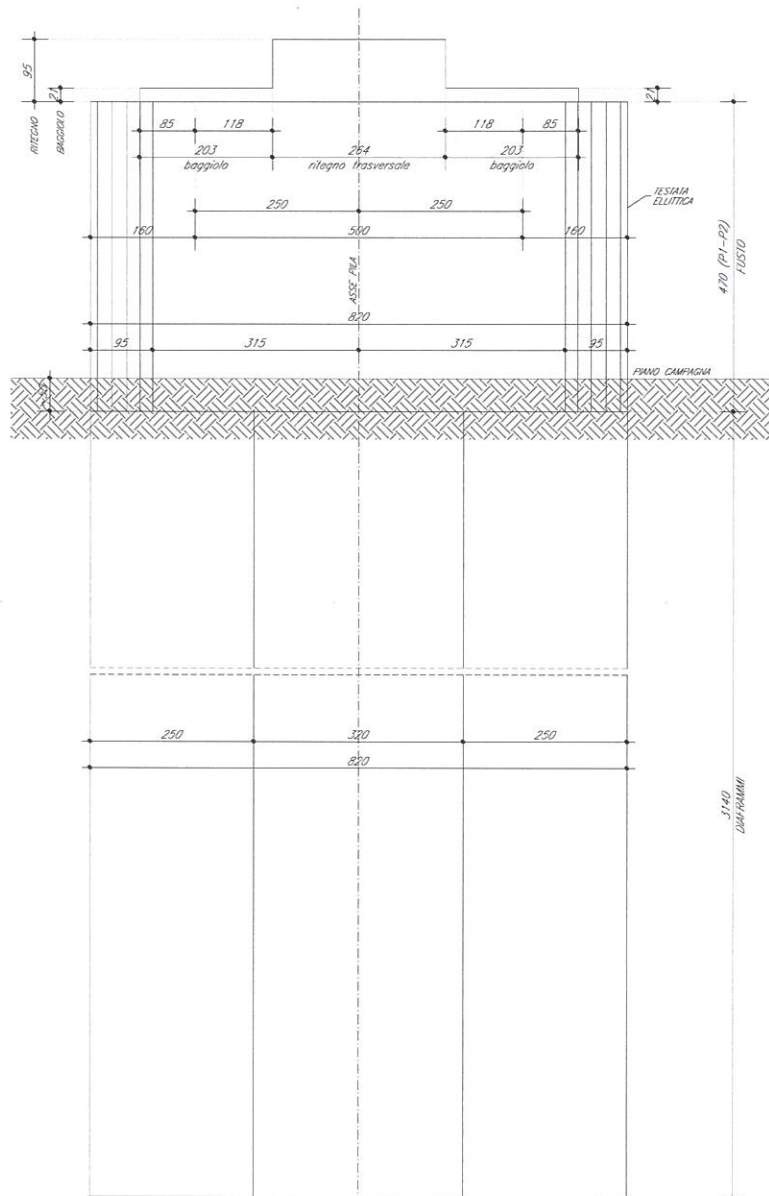


Figura 2 - Vista frontale pila

7.3 Spalle

Le spalle dell'opera, in conglomerato cementizio armato, sono previste di tipo ordinario. Esse presentano una platea con fondazione su pali di grande diametro ($\Phi 1500$), in numero di 6 per la spalla A e 6 per la spalla B.

7.4 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 rigidezza 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 elastomera 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 rigidezza della mescola sulla base di spostamenti ritenuti accettabili per l'opera.

Il fattore che influenza il valore della rigidezza 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 2.50 volte superiore al valore assunto da G per deformazioni più elevate. Di conseguenza il valore della rigidezza traslazionale dei dispositivi in condizioni di esercizio risulta più elevata di quella in condizione sismica.

7.5 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.