

SS38 "dello Stelvio" - Tangenziale Sud di Sondrio

**Nuovo attraversamento in viadotto della linea ferroviaria Sondrio-Tirano
e nuove connessioni alla viabilità locale tra le Pk 40+000 e la Pk 40+700
nei Comuni di Sondrio e Montagna in Valtellina**

PROGETTO DEFINITIVO

COD. MI634

PROGETTAZIONE:



FRANCHETTI

ICONIA 
ICONIA INGEGNERIA CIVILE S.r.l.



PROGETTISTI:

*Ing. Stefano Monni
Ordine Ing. Prato n. 155*

*Ing. Carlo Mazzetti
Ordine Ing. Siena n. 1177*

*Dott. Luciano Luciani
Dott. Sc. Forestali*

*Dott. Giulio Tona
Ordine Agronomi e Forestali Firenze n. 1045*

*Ing. Michele Frizzarin
Ordine Ing. Verona n. A4547*

**Il responsabile
dell'integrazione tra le varie
discipline specialistiche:**

*Ing. Stefano Monni
Ordine Ing. Prato n. 155*

**Il coordinatore della sicurezza
in fase di progettazione:**

*Arch. Giorgio Salimbene
Ordine Arch. Firenze n. 3997*

Il geologo:

*Dott. Geol. Pier Paolo Binazzi
Ordine Geologi Toscana n. 130*

**VISTO
Il responsabile
del procedimento:**

Ing. Giancarlo Luongo

PROGETTO STRADALE AMBITO GENERALE

RELAZIONE TECNICA STRADALE

CODICE PROGETTO

PROGETTO

LIV. PROG.

ANNO

DPMI0634 D 23

NOME FILE

POOPS00TRARE02A.DWG

CODICE
ELAB.

POOPS00TRARE02

REVISIONE

SCALA:

A

—

A

EMISSIONE

AGOSTO 2023

C. FLORIDI

C. MAZZETTI

S. MONNI

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

Indice

1	PREMESSA	2
2	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE STRADALI	3
	2.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO	3
	2.2 ASSE PRINCIPALE E RAMPE	3
3	INTERSEZIONI A ROTATORIA	8
	3.1 ROTATORIA SP19	9
	3.2 ROTATORIA VIA EUROPA	12
4	BARRIERE E RETI DI PROTEZIONE	15
	ALLEGATI	21

1 PREMESSA

La progettazione delle opere oggetto della presente relazione si compone di:

- una rotatoria a raso in sostituzione dell'intersezione a T tra Via Europa e la SS 38 (rotatoria Via Europa);
- un'opera di scavalco lungo l'asse principale della S.S. n°38 in continuità d'asse con la viabilità medesima;
- una rotatoria a raso al di sotto del viadotto, in sostituzione dell'intersezione a T tra la SS 38 e la SP 19, che consente il collegamento con il centro abitato di Montagna in Valtellina e con quelli posti sul versante a sud della valle (svincolo Montagna - SP19);
- due rampe di collegamento tra la rotatoria sopra descritta e la SS 38 (rampa sud e rampa nord).

Si riporta di seguito un estratto della planimetria di insieme nel quale sono mostrate le opere sopra citate:

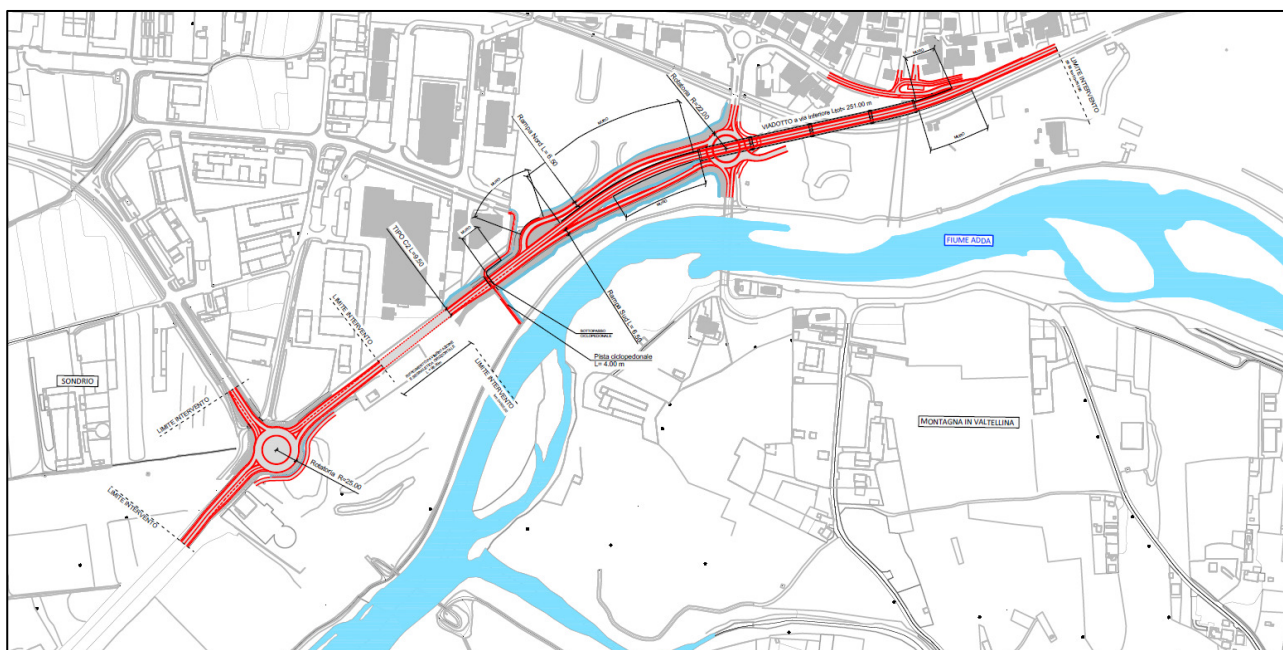


Figura 1 – Estratto planimetria di insieme

Nella presente relazione sono descritte le caratteristiche stradali del progetto e illustrate le verifiche condotte per valutare la congruenza del tracciato con le indicazioni contenute nelle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (Decreto Ministero del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 05/11/2001, prot. 6792), nel DM n. 67/S del 22.04.2004 di modifica delle "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade e nelle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (Decreto Ministero del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 19/04/2006) per quanto riguarda le intersezioni stradali.

2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE STRADALI

2.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Il progetto è stato realizzato rispettando quanto imposto dalle seguenti normative cogenti in materia e s.m.i.:

- D.M. 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali";
- DM 22/04/2004 "Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»";
- D.M. n° 557 del 30 Novembre 1999 - "Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili";
- D.M. n° 236 del 14 Giugno 1989 e D.P.R. n° 503 del 24 Luglio 1996 sul superamento ed eliminazione delle barriere architettoniche;
- D.M. 2367 del 21/06/2004 "Istruzioni tecniche per la progettazione, omologazione ed impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali";

2.2 ASSE PRINCIPALE E RAMPE

L'intervento in progetto si connota come adeguamento dell'itinerario esistente della SS38, tra il tratto terminale dell'attuale "Tangenziale di Sondrio" (avente caratteristiche di extraurbana secondaria) ed il tratto in attraversamento urbano dell'abitato di Montagna in Valtellina, con presenza di passaggio a livello sulla linea ferroviaria Sondrio-Tirano.

Il DM del 5.11.2001 risulta pertanto non cogente per l'intervento in oggetto, ai sensi del DM 22.04.04, in quanto trattasi di adeguamento di un'infrastruttura esistente; i criteri geometrici e funzionali previsti dal DM 5.11.2001 vengono comunque assunti come riferimento per la progettazione degli assi stradali in oggetto, in attesa dell'emanazione di uno specifico decreto.

Il tracciato dell'asse principale in progetto, di sviluppo di 767 m, inizia in corrispondenza della SS 38 alla pk 40+300, prosegue planimetricamente lungo l'asse esistente per poi discostarsi altimetricamente fino a raggiungere la quota del nuovo viadotto necessario allo scavalco della ferrovia. Superato il viadotto il tracciato si raccorda con quello esistente. Il presente tratto è classificato come "Strada extraurbana secondaria - Cat. C2" caratterizzata, ai sensi del D.M. 05/11/2001, da un intervallo di velocità di progetto pari a 60 - 100 km/h e da una piattaforma stradale di larghezza complessiva pari a 9.50 m, costituita da una carreggiata composta da due corsie di marcia da 3.50 m e da due banchine pavimentate da 1.25m, fatti salvi gli allargamenti di corsia necessari in curva in relazione ai raggi planimetrici adottati.

Per la definizione del diagramma di velocità dell'asse principale, poiché il tratto in variante presenta uno sviluppo non sufficiente tale da garantire un'adeguata transizione tra la velocità di progetto teoricamente prevista dal DM 5.11.2001 ed i limiti di velocità presenti nei tratti oggetto di raccordo (D.Lgs. 30/04/92, n. 285 "Nuovo Codice della Strada", D.P.R. 16/12/1992 n. 495 "Regolamento" e Direttiva del MIT N°6688 del 24/10/2000), si assumono i seguenti criteri progettuali:

- in accordo con il DM 5.11.2001, la differenza di velocità tra elementi successivi è consigliabile che non sia superiore a 10 km/h, per strade con Vp inferiore ad 80 km/h;
- Vp della curva nel tratto extraurbano esistente della SS38 lato Sondrio, si assume pari a 80 km/h in congruenza con il limite di velocità esistente di 70 km/h;

- Vp della curva nel tratto urbano esistente della SS38 lato Tirano, si assume pari a 60 km/h in congruenza con il limite di velocità esistente pari a 50 km/h.

Per quanto sopra, si considera per le verifiche di rispondenza al DM 5.11.2001, pur non cogente, un diagramma di velocità con variazione tra 80 Km/h e 60 Km/h, in congruenza con le velocità di progetto assunte per i tratti esistenti su cui si raccorda il tracciato in progetto.

Per quanto riguarda le rampe sud e nord, esse presentano una lunghezza rispettivamente di 253 m e 254 m e una larghezza complessiva della piattaforma di 6.50 m, costituita da una corsia monodirezionale di 4.00 m, una banchina interna pavimentata di 1.00 m e una banchina esterna pavimentata di 1.50 m, come previsto dal D.M. 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (fatti salvi gli allargamenti di corsia necessari in curva in relazione ai raggi planimetrici adottati). Sempre con riferimento al D.M. 19/04/2006, per le rampe si è assunta una velocità di progetto compresa tra 40 e 60 km/h.

Andamento planimetrico dell'asse

I tracciati planimetrici sono composti da rettili e curve, collegati da elementi a raggio variabile (clotoidi). Le caratteristiche e le verifiche di tutti gli elementi planimetrici costituenti l'asse principale e le rampe sono riportate in allegato alla presente relazione. Si precisa che le progressive sono state assegnate procedendo da ovest verso est per l'asse principale, mentre per le rampe sono state assegnate procedendo secondo il verso di percorrenza.

Pendenze trasversali

Nei tratti in rettilo la carreggiata presenta una doppia pendenza verso l'esterno pari a 2,5%, mentre nelle curve circolari la pendenza è inclinata verso l'interno della curva e viene determinata secondo quanto indicato dal D.M. 05/11/2001.

Lungo le curve a raggio variabile, inserite tra un rettilo e una curva circolare, si realizza il graduale passaggio della pendenza trasversale tra la situazione a doppia pendenza e la situazione e pendenza unica facendo ruotare la carreggiata attorno al proprio asse.

Quando lungo una curva a raggio variabile la pendenza trasversale della carreggiata cambia segno è necessario che la pendenza longitudinale Δi dell'estremità che si solleva sia non inferiore a un valore Δi_{min} dato da:

$$\Delta i_{min} = 0,1 \times B_i = 0,325 \%$$

con: B_i = distanza in m tra l'asse di rotazione e l'estremità della carreggiata all'inizio della curva a raggio variabile

Se la pendenza Δi è inferiore a Δi_{min} , è necessario spezzare in due parti il profilo longitudinale di quella estremità della carreggiata che è esterna alla curva, realizzando un primo tratto con pendenza maggiore o uguale a Δi_{min} , fino a quando la pendenza trasversale della via ha raggiunto il 2,5%; la pendenza risultante per il tratto successivo potrà anche essere inferiore a Δi_{min} .

Allargamento della carreggiata in curva

Allo scopo di garantire l'iscrizione dei veicoli pesanti in curva, dove necessario è stato previsto l'allargamento in curva secondo quanto indicato dal D.M. 05/11/2001. Ciascuna corsia è stata quindi allargata di una quantità E , data dalla seguente espressione (D.M. 05/11/2001, par. 5.2.7):

$$E = \frac{K}{R}$$

con: $K = 45$;

R = raggio esterno della curva in metri.

Per $R > 40$ 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.

Avendo una corsia per senso di marcia, l'allargamento complessivo della carreggiata E_t sarà pari alla somma degli allargamenti delle singole corsie. L'allargamento complessivo della carreggiata deve esser riportato tutto sul lato interno della curva; le banchine conservano la larghezza che hanno in rettilineo.

Per quanto riguarda la localizzazione e l'andamento di tale allargamento, nel caso di raccordo clotoideo (rettilineo/curva), l'allargamento parte 7,50 m prima dell'inizio della curva di raccordo e termina 7,50 m dopo il punto finale del raccordo. La lunghezza complessiva L_z del tratto di strada lungo il quale si effettua l'allargamento è quindi:

$$L_z = 2 \times 7,50 + L$$

con: L = lunghezza della curva di raccordo.

Nel caso di flesso, per ciascun ramo del raccordo l'inizio del tratto di allargamento è anticipato di 7,50 m rispetto al punto di flesso e termina di uguale misura dopo il punto finale della curva di raccordo. Si ha quindi:

$$L_z = 2 \times 7,50 + L$$

Nel caso di raccordo di continuità l'allargamento avviene lungo il tratto di raccordo:

$$L_z = L$$

Andamento altimetrico dell'asse

Per quanto riguarda l'asse principale, la massima pendenza longitudinale ammessa per le livellette di una strada di tipo C è del 7%, per la nuova viabilità in oggetto si è prevista una pendenza delle rampe di 5.34% e 6.87%. I raccordi verticali parabolici concavi e convessi sono stati dimensionati tenendo conto dei valori minimi del raggio del raccordo verticale volti a garantire le adeguate distanze di visibilità in relazione alla velocità di progetto.

Per le rampe le pendenze massime ammesse e i raggi minimi dei raccordi verticali sono indicati nella Tabella 8 del D.M. 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", riportata di seguito.

Velocità di progetto	(km/h)	30	40	50	60	70	80
Raggio planimetrico minimo	(m)	25	45	75	120	180	250
Pendenza max in salita	(%)	10	7,0		5,0		
Pendenza max in discesa	(%)	10	8,0		6,0		
Raggi minimi verticali convessi	(m)	500	1000	1500	2000	2800	4000
Raggi minimi verticali concavi	(m)	250	500	750	1000	1400	2000
Distanza di visuale minima	(m)	25	35	50	70	90	115

Le verifiche relative ai profili longitudinali sono riportate in allegato alla presente relazione.

Verifica della distanza di visibilità

Per la verifica circa la necessità di allargamenti in curva per garantire le opportune visuali libere, si è fatto riferimento a quanto previsto dal DM 5.11.01.

Per distanza di visuale libera (DVL) si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada. Lungo il tracciato, la distanza di visuale libera deve essere confrontata, nel caso di strade ad unica carreggiata, con la distanza di visibilità per l'arresto, calcolata in funzione del diagramma di velocità del tracciato e del suo andamento altimetrico, pari allo spazio minimo necessario perché un veicolo possa essere arrestato in condizioni di sicurezza davanti ad un ostacolo fisso. Questo valore deve essere garantito lungo lo sviluppo del tracciato. Nelle verifiche la posizione del conducente e dell'ostacolo è posta al centro della corsia con altezza rispettivamente di 1.10m e 0.10 m dal piano viabile.

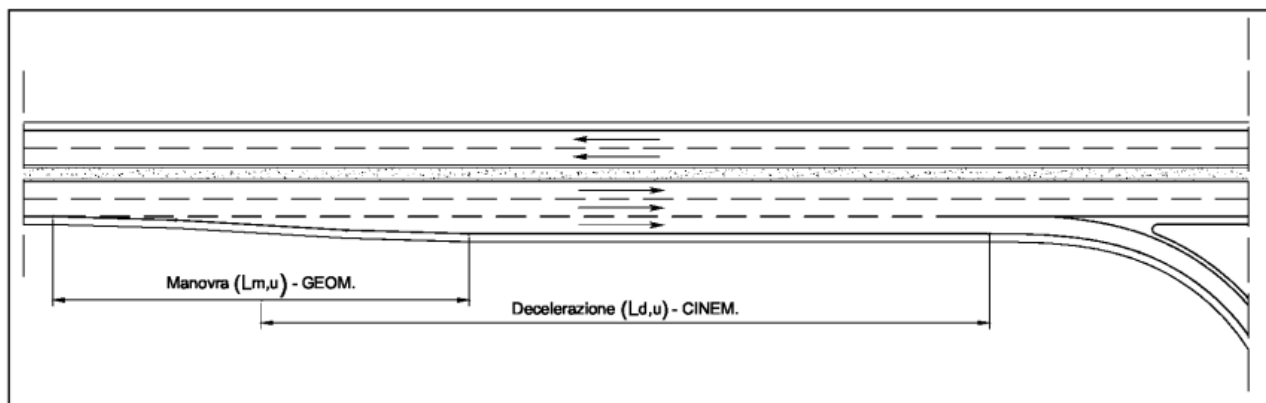
La verifica della distanza di visibilità per l'arresto è stata effettuata graficamente, mediante specifico software (Digicorp Civil Design), creando l'involuppo delle distanze di visuale libera, calcolate secondo la formula riportata al paragrafo 5.1.2. del DM2001. Da tale verifica emerge che è necessario prevedere per l'asse principale un allargamento in curva dalla progressiva 205.75 alla progressiva 336.65 il cui valore massimo risulta pari a 1.70 m.

La verifica della distanza di visibilità per il sorpasso è stata invece considerata trascurabile dato il limitato sviluppo degli assi stradali oggetto del presente progetto.

Corsie specializzate

Poiché la SS38 si configura come strada extraurbana secondaria - Cat. C2, la normativa non ammette la realizzazione di corsie specializzate di entrata: la rampa nord che permette l'ingresso sulla SS38 dalla nuova rotonda deve essere necessariamente regolata da STOP e dunque deve avere un angolo di incidenza non inferiore a 70°.

La rampa sud prevede invece una corsia di diversione di tipologia parallela, calcolata secondo il decreto del 16/04/2006 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali.



Tale corsia prevede:

- un tratto di manovra di lunghezza $L_{m,u}$, pari a 60 m, come indicato al paragrafo 4.3 punto D del D.M. 16/04/2006;
- un tratto di decelerazione di lunghezza $L_{d,u}$, pari a 60 m, (comprendente metà della lunghezza del tratto di manovra $L_{m,u}$) parallelo all'asse principale della strada. Tale tratto è stato calcolato, in conformità al D.M. 16/04/2006, con la seguente espressione:

$$L = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a}$$

Dove: L (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
 v_1 (m/s) è la velocità di ingresso nel tratto di decelerazione ovvero la velocità di progetto nel tratto di strada da cui provengono i veicoli in uscita, determinata dai diagrammi di velocità, pari a 80 km/h;
 v_2 (m/s) è la velocità di uscita nel tratto di decelerazione, assunta pari alla velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione verso l'altra strada, ovvero pari a 60 km/h;
 a (m/s²) è la decelerazione assunta pari a 2.0 m/s².

3 INTERSEZIONI A ROTATORIA

Le rotatorie vengono distinte normativamente in funzione del diametro della circonferenza esterna in:

- rotatorie convenzionali con diametro esterno compreso tra 40 e 50 m;
- rotatorie compatte con diametro esterno compreso tra 25 e 40 m;
- mini rotatorie con diametro esterno compreso tra 14 e 24 m.

Le sezioni tipologiche adottate in progetto rappresentano la sintesi delle indicazioni contenute nella Tabella 6 del paragrafo 4.5.2 del D.M. 19/04/2006 che fornisce le indicazioni riportate nella seguente tabella:

Elemento modulare	Diametro esterno della rotatoria (m)	Larghezza corsie (m)
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi ad una corsia	≥ 40	6,00
	Compreso tra 25 e 40	7,00
	Compreso tra 14 e 25	7,00 - 8,00
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi a più corsie	≥ 40	9,00
	< 40	8,50 - 9,00
Bracci di ingresso (**)		3,50 per una corsia 6,00 per due corsie
Bracci di uscita (*)	< 25	4,00
	≥ 25	4,50

(*) deve essere organizzata sempre su una sola corsia.

(**) organizzati al massimo con due corsie.

Criteri dimensionali per il dimensionamento delle intersezioni a rotatoria

Il Livello di Servizio (LOS Level of Service LOS) nell'ora di punta mattutina 8:00 – 9:00 del giorno feriale medio del periodo neutro, è stato calcolato secondo la metodologia proposta dal Setra (Service d'études technique des routes et autoroutes "The design of interurban intersections on major roads" Dicembre 1998) per le rotatorie in ambito extraurbano (tale metodo fornisce l'indicazione del LOS – vedi Tabella seguente).

Ritardo medio per veicolo	LOS Extraurbane
$D \leq 10$	A
$10 > D \leq 15$	B
$15 > D \leq 25$	C
$25 > D \leq 35$	D
$35 > D \leq 50$	E
$D > 50$	F

Per le verifiche funzionali delle rotatorie si è fatto riferimento al DM 6792 del 05/11/2001 e al DM 19/04/2006. La verifica funzionale è stata ritenuta soddisfatta in presenza di un LOS migliore o uguale a LOS B in quanto si tratta di rotatorie di svincolo.

La verifica ha riguardato l'ora di punta mattutina 8:00 – 9:00 del giorno feriale medio del periodo neutro. L'orizzonte temporale scelto come riferimento è stato, come prassi consolidata, l'anno di entrata in esercizio delle opere e cioè il 2026.

Le verifiche condotte con i metodi Bovy e SETRA conducono ad una stima di perditempo molto piccoli, corrispondenti ad un livello di servizio ottimale (A) con ampia riserva di capacità su tutti i rami.

Si rimanda allo studio di traffico per la trattazione di dettaglio.

3.1 ROTATORIA SP19

La rotatoria ha un diametro esterno di 44.0 metri. La corona interna presenta una corsia di marcia di larghezza pari a 6.00 m; completano la sezione trasversale due banchine di dimensione pari a 1.0 m.

La piattaforma pavimentata risulta pertanto pari a 8.00 m con pendenza trasversale verso l'esterno di valore pari al 2.0%.

Verifica delle indicazioni normative

Nel progetto della rotatoria sono state rispettate le seguenti regole generali:

- l'isola centrale è di forma circolare;
- l'anello è di larghezza costante;
- l'isola circolare centrale è resa non transitabile;
- è prevista la priorità di circolazione nell'anello rispetto ai bracci; pertanto, i veicoli che transitano sulla corona giratoria hanno la precedenza sugli altri in entrata;
- il controllo della deviazione delle traiettorie avviene tramite l'isola centrale.

Si riportano di seguito le verifiche condotte per la rotatoria in oggetto.

ANGOLO DI DEVIAZIONE β

Secondo quanto prescritto dal DM 19/04/2006, il criterio principale per definire la geometria delle rotatorie riguarda il controllo della deviazione delle traiettorie in attraversamento del nodo. Infatti, per impedire l'attraversamento di un'intersezione a rotatoria ad una velocità non adeguata, è necessario che i veicoli siano deviati per mezzo dell'isola centrale. La valutazione del valore della deviazione viene effettuata per mezzo dell'angolo di deviazione β . Per ciascun braccio di immissione si raccomanda un valore dell'angolo di deviazione β di almeno 45 gradi.

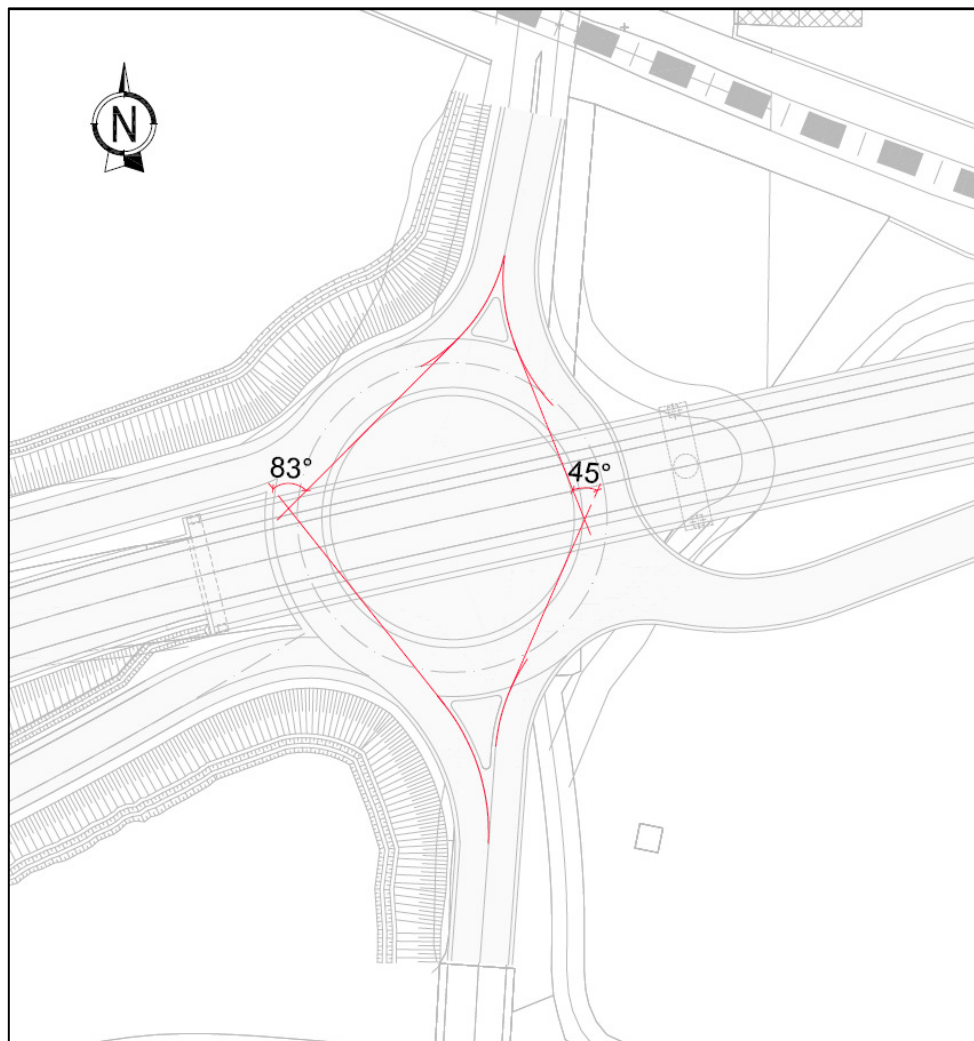


Figura 2 - Verifica della deviazione delle traiettorie per la rotatoria con la SP19

VERIFICA DI VISIBILITA'

Come indicato nel DM 19/04/2006, negli incroci a rotatoria, i conducenti che si approssimano alla rotatoria devono vedere i veicoli che percorrono l'anello centrale al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi; sarà sufficiente una visione completamente libera sulla sinistra per un quarto dello sviluppo dell'intero anello, secondo la costruzione geometrica riportata in figura, posizionando l'osservatore a 15 metri dalla linea che delimita il bordo esterno dell'anello giratorio.

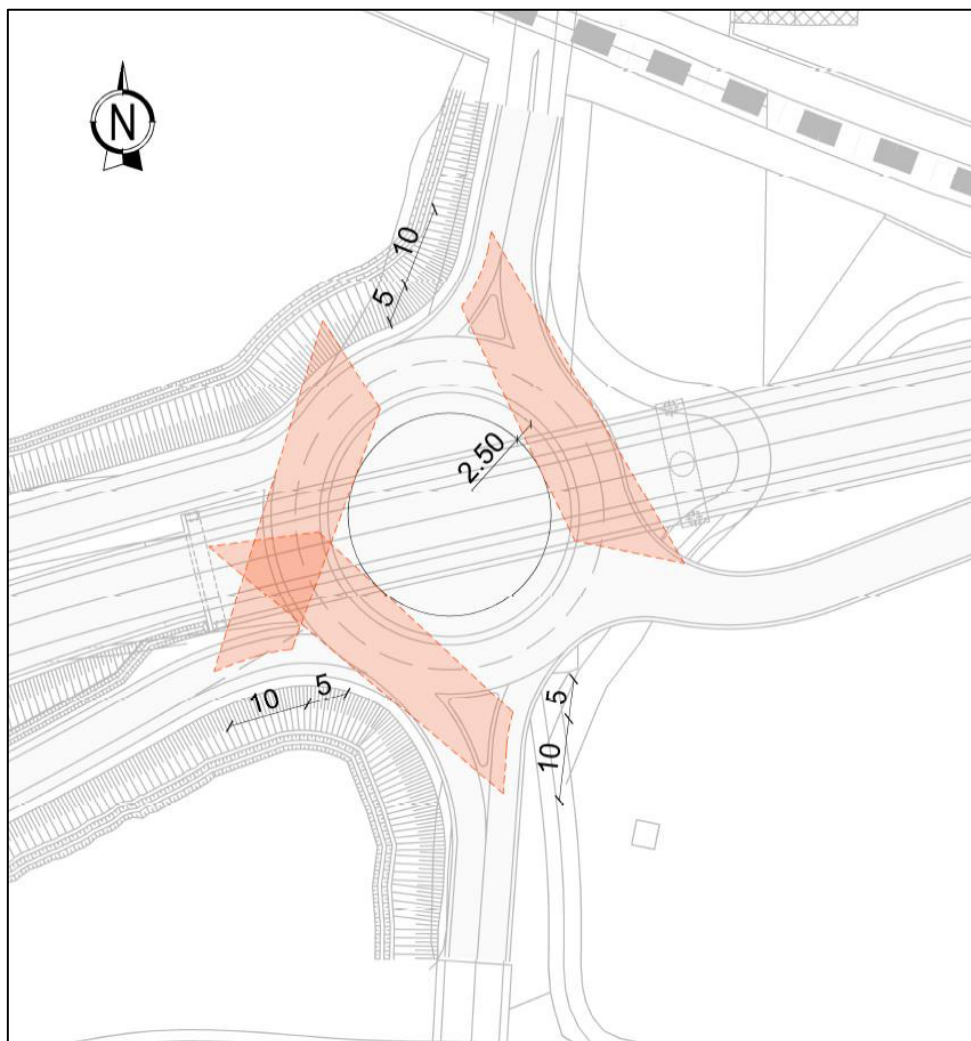


Figura 3 – Verifica di visibilità per la rotatoria con la SP19

3.2 ROTATORIA VIA EUROPA

La rotatoria ha un diametro esterno di 50.0 metri. La corona interna presenta una corsia di marcia di larghezza pari a 9.00 m; completano la sezione trasversale due banchine di dimensione pari a 0.5 m.

La piattaforma pavimentata risulta pertanto pari a 10.00 m con pendenza trasversale verso l'esterno di valore pari al 2.0%.

Verifica delle indicazioni normative

Nel progetto della rotatoria sono state rispettate le seguenti regole generali:

- l'isola centrale è di forma circolare;
- l'anello è di larghezza costante;
- l'isola circolare centrale è resa non transitabile;
- è prevista la priorità di circolazione nell'anello rispetto ai bracci; pertanto, i veicoli che transitano sulla corona giratoria hanno la precedenza sugli altri in entrata;
- il controllo della deviazione delle traiettorie avviene tramite l'isola centrale.

Si riportano di seguito le verifiche condotte per la rotatoria in oggetto.

ANGOLO DI DEVIAZIONE β

Secondo quanto prescritto dal DM 19/04/2006, il criterio principale per definire la geometria delle rotatorie riguarda il controllo della deviazione delle traiettorie in attraversamento del nodo. Infatti, per impedire l'attraversamento di un'intersezione a rotatoria ad una velocità non adeguata, è necessario che i veicoli siano deviati per mezzo dell'isola centrale. La valutazione del valore della deviazione viene effettuata per mezzo dell'angolo di deviazione β . Per ciascun braccio di immissione si raccomanda un valore dell'angolo di deviazione β di almeno 45 gradi.

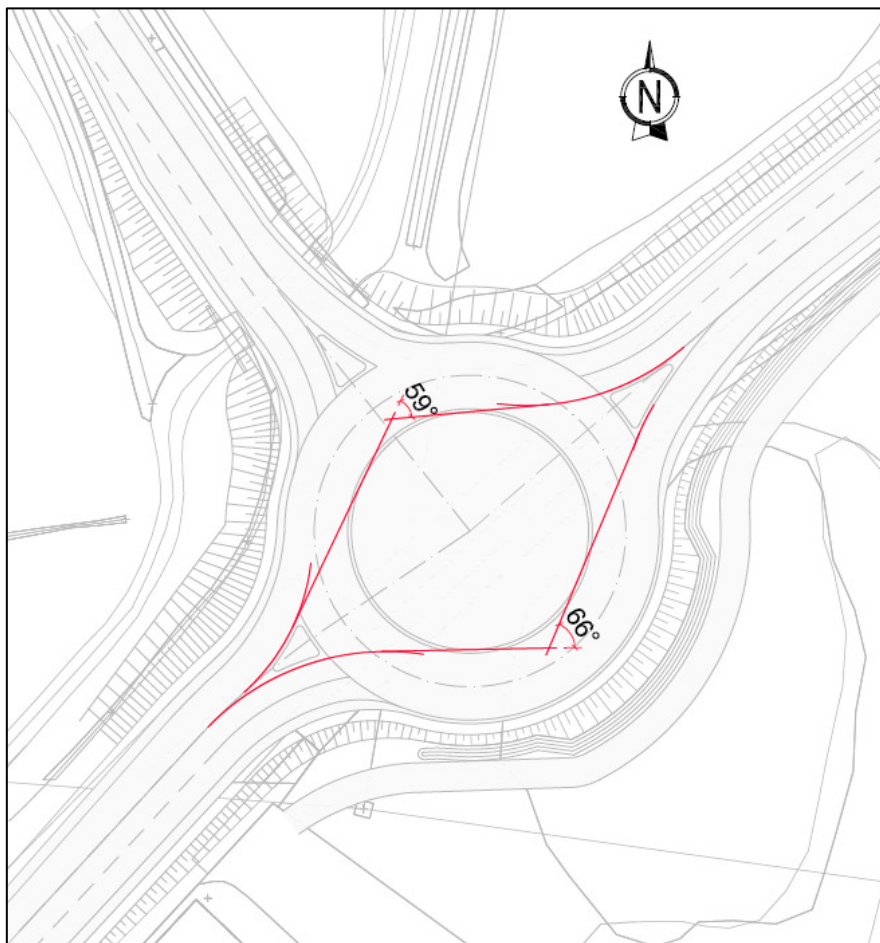


Figura 4 – Verifica della deviazione delle traiettorie per la rotatoria con via Europa

VERIFICA DI VISIBILITA'

Come indicato nel DM 19/04/2006, negli incroci a rotatoria, i conducenti che si approssimano alla rotatoria devono vedere i veicoli che percorrono l'anello centrale al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi; sarà sufficiente una visione completamente libera sulla sinistra per un quarto dello sviluppo dell'intero anello, secondo la costruzione geometrica riportata in figura, posizionando l'osservatore a 15 metri dalla linea che delimita il bordo esterno dell'anello giratorio.

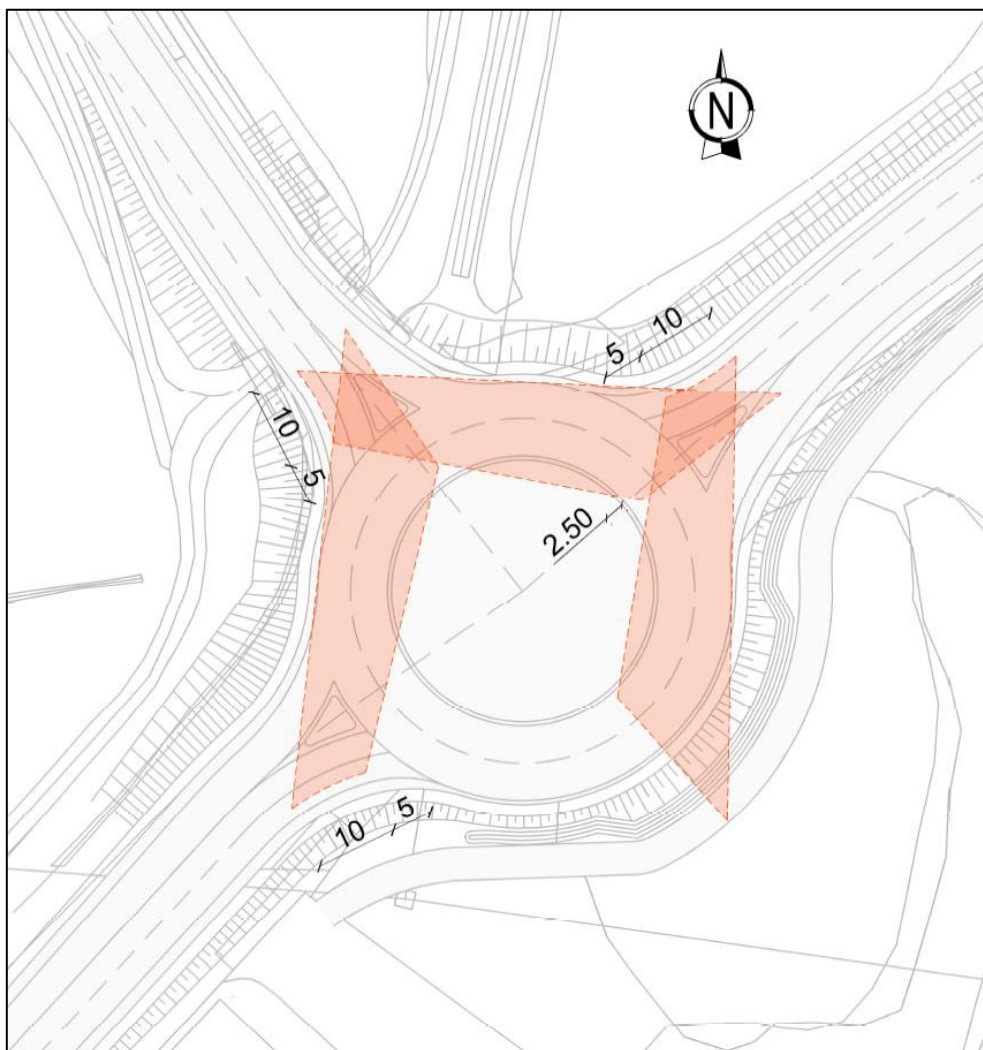


Figura 5 – Verifica di visibilità per la rotatoria con via Europa

4 BARRIERE E RETI DI PROTEZIONE

Nel presente paragrafo si illustrano le motivazioni che hanno portato alla scelta della tipologia e collocazione dei dispositivi di ritenuta lungo le viabilità oggetto del presente intervento.

Il stratto della SS38 oggetto di intervento è classificato come C2 extraurbana (D.M. Infrastrutture e Trasporti del 05/11/2001 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione di strade). Le tipologie di barriere che si possono installare sono le seguenti:

- barriere laterali bordo rilevato;
- barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, muri, sottovia, ecc.;
- barriere o dispositivi per punti singolari, quali barriere per chiusura accessi o varchi, attenuatori d'urto per ostacoli fissi, letti di arresto, terminali speciali, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, dispositivi per zone di transizione e simili.

È da sottolineare che i dispositivi di ritenuta sono posti in opera essenzialmente per garantire la sicurezza degli utenti della strada, avendo la funzione di evitare, entro certi limiti, la fuoriuscita dei veicoli dalla sede stradale attraverso il contenimento del veicolo stesso. Tale effetto deve essere ottenuto compatibilmente con quello di non trasmettere eccessive accelerazioni alle persone che si trovano nei veicoli, cioè si deve prevedere l'utilizzo di barriere non eccessivamente "rigide", quindi capaci di assorbire l'energia dell'urto senza scaricarla sul veicolo stesso.

Va ricordato infine che, dopo l'impatto con la barriera, il veicolo che è stato contenuto nella sede stradale può costituire un pericolo per i veicoli che sopraggiungono in senso opposto, per tale motivo la barriera deve consentire di reindirizzare il veicolo urtante con piccoli angoli di deviazione.

Dovendo sintetizzare i requisiti di un dispositivo di ritenuta possiamo schematicamente elencare le seguenti funzioni:

- proteggere punti pericolosi per una fuoriuscita dei veicoli transitanti;
- evitare l'uscita del veicolo che impatta sul dispositivo;
- evitare la penetrazione di elementi di barriera nell'abitacolo;
- indurre nel veicolo le minime decelerazioni;
- reindirizzare il veicolo evitando il cappottamento e con il minimo angolo di deviazione;
- contenere la sua deformazione massima;
- avere caratteristiche omogenee lungo tutta la tratta, evitando singolarità pericolose.

Per valutare le prestazioni di una barriera nei confronti della sicurezza degli occupanti si può fare riferimento a 4 indici:

- ASI (Acceleration Severity Index), indice di severità dell'accelerazione;
- THIV (Theoretical Head Impact Velocity), velocità teorica d'urto della testa;
- PHD (Post-impact Head Deceleration), decelerazione post-urto della testa;
- VCDI (Vehicle Cockpit Deformation Index), indice di deformazione dell'abitacolo del veicolo.

Caratteristiche prestazionali dei dispositivi scelti per l'intervento in oggetto

La norma UNI EN 1317-2:2000 descrive i livelli di prestazione delle barriere per i tre criteri principali relativi al contenimento di un veicolo:

- i livelli di severità dell'urto (A e B);
- il livello di contenimento (T1, T2,);
- la deformazione espressa dalla larghezza operativa (W1, W2,).

Per quanto concerne il livello di severità dell'urto, ne vengono definiti due, secondo quanto riportato nella tabella sottostante:

Livello di severità urto	valori degli indici		
A	ASI $\leq 1,0$	e	THIV ≤ 33 km/h
B	ASI $\leq 1,4$		PHD ≤ 20 g

dove: $g = 9,8 \text{ m/s}^2$;

ASI (Acceleration Severity Index), indice di severità dell'accelerazione;

THIV (Theoretical Head Impact Velocity), velocità teorica d'urto della testa;

PHD (Post-impact Head Decelation), decelerazione post-urto della testa.

Il livello di severità dell'urto di tipo A garantisce una maggior sicurezza per gli occupanti del veicolo che tende a fuoriuscire dalla strada rispetto a quanto previsto dal livello B, che si adotta quando si hanno punti particolari nei quali il contenimento di un veicolo in svio diviene un fattore essenziale ai fini della sicurezza.

Un aspetto da valutare in fase di progettazione è lo spazio necessario alla deformazione, espressa come larghezza operativa (W), che corrisponde allo spazio necessario alla barriera di sicurezza per poter operare senza interferenze, esso deve dunque essere libero da ogni tipo di ostacolo. I valori di W, come definiti normativamente, sono:

Classi di larghezza operativa (W)	larghezza operativa (m)
W1	$W \leq 0,60$
W2	$W \leq 0,80$
W3	$W \leq 1,00$
W4	$W \leq 1,30$
W5	$W \leq 1,70$
W6	$W \leq 2,10$
W7	$W \leq 2,50$
W8	$W \leq 3,50$

Per quanto riguarda il tratto nel quale la piattaforma stradale interferisce con la sede ferroviaria (intersezione e parallelismo dei tracciati), tutta la larghezza operativa (W) di funzionamento della barriera adottata dovrà essere contenuta dalla struttura garantendo, nel contempo, la non interferenza con il parapetto e/o le reti di protezione di bordo.

Individuazione delle zone da proteggere e tipologia della barriera

Lungo i tracciati in progetto sono state individuate le zone da proteggere mediante l'utilizzo di barriere di sicurezza, ciò in base ai criteri previsti dal D.M. 21.06.2004 e a quanto indicato nel Manuale di Progettazione delle opere civili Parte II Sezione 3 Corpo stradale per i casi di intersezione e parallelismo tra il tracciato stradale e ferroviario.

In particolare, per quanto riguarda le viabilità in progetto, è stata prevista:

- l'installazione della barriera di sicurezza di tipo bordo ponte per tutta la lunghezza del viadotto e dei tratti in cui la piattaforma è sostenuta dai muri, in corrispondenza di tali tratti la barriera verrà installata su cordolo;
- l'installazione della barriera bordo rilevato a protezione del margine stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1 m, avendo le scarpate pendenza 2/3.

Nel tratto stradale finale, inoltre, poiché si verifica il parallelismo tra il tracciato stradale e ferroviario, è stata anche verificata la necessità di installazione della barriera di sicurezza relativamente al rischio d'invasione della sede ferroviaria in caso di un eventuale svio di un veicolo che percorre la strada sulla base dei valori di distanza e dislivello tra strada e ferrovia, come richiesto nel Manuale di Progettazione delle opere civili Parte II Sezione 3 Corpo stradale di RFI.

Scelta delle classi delle barriere

La scelta dei dispositivi di ritenuta è stata eseguita, conformemente a quanto previsto dal D.M. 21.06.2004, tenendo conto della destinazione, ubicazione, tipo e caratteristiche della strada di progetto, e a quanto indicato nel Manuale di Progettazione delle opere civili Parte II Sezione 3 Corpo stradale.

In particolare, per la scelta delle barriere si tiene conto della destinazione, dell'ubicazione, della tipologia e delle caratteristiche della strada, nonché di quelle del traffico cui la stessa sarà interessata. Per quanto riguarda la valutazione del traffico, quest'ultimo sarà classificato in ragione dei volumi di traffico e della prevalenza dei mezzi che lo compongono. Pertanto, si distinguono i tre livelli secondo la tabella sotto riportata, dove per TGM si intende il traffico giornaliero medio annuale nei due sensi.

Tipo di traffico	TGM	% Veicoli con massa >3,5 t
I	≤1000	Qualsiasi
I	>1000	≤ 5
II	>1000	5 < n ≤ 15
III	>1000	> 15

Ai fini applicativi, la seguente tabella riporta le classi minime di barriere da impiegare, in funzione del tipo di strada, del tipo di traffico e della destinazione della barriera.

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere laterale bordo	Barriere bordo ponte
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H1	H2
	II	H2	H3
	III	H2 – H3	H3 – H4
Strade extraurbane secondarie (C) e strade urbane di scorrimento (D)	I	N2	H2
	II	H1	H2
	III	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N1	H2
	II	N2	H2
	III	H1	H2

La scelta della barriera in funzione del TGM (pari a circa 20.000) e della percentuale di mezzi pesanti (9%) che farebbe ricadere il traffico in una tipologia II, deve essere incrementata in considerazione dello scavalco della linea ferroviaria, in accordo con le istruzioni RFI che prevedono barriere H4 per i tratti di scavalco alla ferrovia, raccordati da opportune transizioni nella classe inferiore.

Per tale ragione, tenuto conto delle considerazioni fatte nel PFTE, vista la limitata lunghezza del tratto oggetto di scavalco, ed in via cautelativa in considerazione dell'importanza strategica dell'itinerario costituito dalla SS 38 si è optato per l'utilizzo di barriere di sicurezza bordo laterale di classe minima H2, bordo ponte di classe minima H3 e localmente barriere bordo ponte H4 per l'intersezione e il parallelismo tra la rete stradale e la rete ferroviaria, come descritto dettagliatamente di seguito.

Per il viadotto, nel tratto in cui il tracciato stradale sovrappassa la ferrovia, in considerazione del rischio particolarmente elevato che si ha in caso di svio e fuoriuscita dei veicoli dalla carreggiata, si prevede l'adozione di una barriera bordo ponte di classe H4 con livello di contenimento pari a 724,6 KJ, come indicato dal Manuale di Progettazione delle opere civili Parte II Sezione 2 Ponti e strutture di RFI. Lo sviluppo longitudinale della barriera bordo ponte H4 dovrà essere esteso al di là delle campate di scavalco ferroviarie per una lunghezza non inferiore a 20 metri per lato e comunque l'estesa complessiva della stessa non dovrà essere inferiore a quella utilizzata nelle prove di omologazione. Nel restante tratto di viadotto si prevede invece l'installazione di una barriera bordo ponte H3.

Si evidenzia che la rete di protezione non è necessaria per il tratto in viadotto in quanto la trave strutturale principale funge già di per sé da protezione per il contenimento di piccoli oggetti che dovessero fuoriuscire dagli automezzi o per la deterrenza di atti di vandalismo.

In corrispondenza del passaggio tra viadotto e rilevato si avrà la transizione con barriera bordo rilevato di classe H2.

Nel tratto in corrispondenza del quale si verifica la condizione di parallelismo tra il tracciato ferroviario e quello stradale, è stato valutato il tipo di affiancamento secondo quanto previsto dal Manuale di Progettazione delle opere civili Parte II Sezione 3 Corpo stradale. Secondo quanto indicato dalla tabella 3 del par. 3.12.3.6.4 del Manuale di Progettazione suddetto, in tale tratto si ha un affiancamento di classe A in quanto:

- la ferrovia è ad una quota inferiore a quella stradale,
- la larghezza L di fascia di terreno interposta tra bordo della carreggiata e bordo manufatto ferroviario è inferiore a 16,50 m.

In caso di affiancamento in classe A, se, come nel caso in esame, la sede stradale si trova in posizione superiore alla sede ferroviaria, sul lato della strada che fiancheggia la ferrovia devono essere adottate barriere stradali di classe H4B, tipo bordo laterale o bordo ponte a seconda delle caratteristiche dell'infrastruttura stradale.

Nel tratto in cui si verifica il parallelismo tra il tracciato ferroviario e quello viario, si prevede inoltre l'installazione di una rete di protezione per il contenimento di piccoli oggetti che dovessero fuoriuscire dagli automezzi o per la deterrenza di atti di vandalismo, come prescritto dal Manuale di Progettazione delle opere civili Parte II Sezione 3 Corpo stradale.

Si evidenzia che, a seconda del tipo di approccio che si deciderà di seguire in fase esecutiva, dovranno essere adottati specifici accorgimenti tali da permettere il corretto raccordo delle diverse tipologie di barriere specialmente nei tratti di transizione.

Progetto dei dispositivi di ritenuta

In base a quanto previsto dal D.M. 2367/2004 con la quale è stata introdotta la verifica della barriere per mezzo delle prove di crash condotte ai sensi delle norme UNI EN 1374 richiamate in precedenza, i sistemi di ritenuta dovranno essere installati analogamente a quanto avvenuto nei crash-test cui i dispositivi stessi sono stati sottoposti.

Negli elaborati grafici relativi alle planimetrie di progetto degli interventi in oggetto sono stati graficamente individuati i tratti dove è prevista l'installazione delle barriere, indicandone la classe necessaria. Per determinare tale lunghezza, si è tenuto conto dei seguenti aspetti:

- estensione oltre il tratto strettamente necessario da proteggere;
- sviluppo minimo almeno pari a quello riportato nelle prove di crash, da porre almeno per 2/3 sia prima che dopo l'ostacolo da proteggere (integrando lo stesso dispositivo con eventuali ancoraggi e con i terminali semplici indicati nel certificato di omologazione).

I tratti di installazione delle barriere dovranno essere ridefiniti in fase di progettazione esecutiva tenendo conto, per le classi di barriere scelte, delle effettive lunghezze delle prove di crash test (lunghezza minima di installazione) dei dispositivi che verranno scelti.

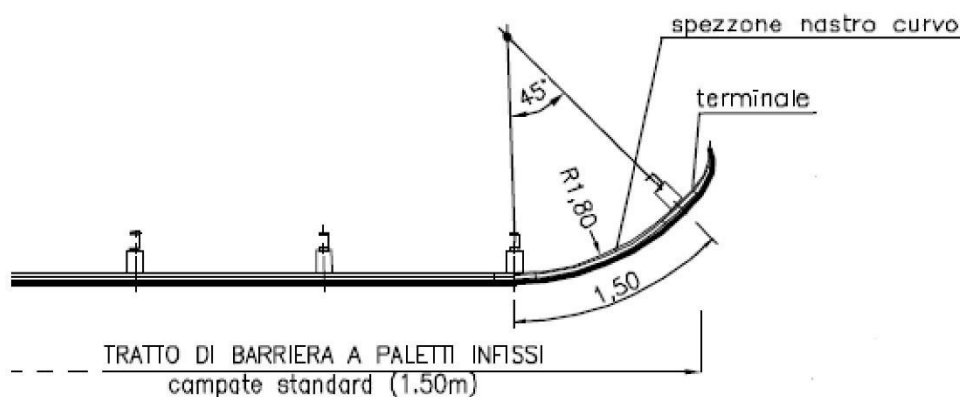
Si evidenzia che in fase esecutiva dovrà essere scelto il dispositivo di ritenuta bordo ponte H4 da adottare in modo tale che l'effettiva lunghezza della barriera bordo ponte che verrà installata sullo scavallo della ferrovia sia maggiore alla lunghezza funzionale del dispositivo di ritenuta scelto.

Particolare attenzione dovrà essere posta sia alle zone di raccordo tra le diverse tipologie di barriere che alle estremità delle stesse, per le quali viene prevista l'installazione di terminali semplici associati al tipo di barriera di cui si prevede l'utilizzo in fase esecutiva. Essi costituiscono i normali elementi iniziali e finali di una barriera di sicurezza, essi potranno essere sostituiti o integrati con terminali speciali testati secondo UNI EN 1317-4:2000, di tipo omologato.

Relazione tecnica stradale

Indipendentemente da ciò, là dove la morfologia delle scarpate lo permette, le estremità della barriera dovranno essere allontanate dalla sede stradale, al fine di evitare un impatto frontale del veicolo rispetto al terminale stesso, qualunque sia la sua tipologia.

Schematicamente, in planimetria, si dovrà adottare una disposizione degli elementi similare allo schema riportato di seguito.



ALLEGATI

- Verifiche planimetriche dei tracciati stradali
- Verifiche altimetriche dei tracciati stradali

VERIFICHE PLANIMETRICHE DEI TRACCIATI STRADALI

ASSE PRINCIPALE									
	RETTIFILO	CLOTOIDE	ARCO	CLOTOIDE	RETTIFILO	CLOTOIDE	ARCO	CLOTOIDE	RETTIFILO
Prog.I. [m]	-	165.96	234.14	308.33	376.51	537.51	587.51	629.46	679.46
Prog.F. [m]	165.96	234.14	308.33	376.51	537.51	587.51	629.46	679.46	767.68
Svil. [m]	165.96	68.18	74.19	68.18	161.00	50.00	41.95	50.00	88.22
Parametro [m]	-	150.00	-	150.00	-	150.00	-	150.00	-
Raggio I. [m]	-	-	330.00	330.00	-	-	450.00	450.00	-
Raggio F. [m]	-	330.00	330.00	-	-	450.00	450.00	-	-
Verso		Dx	Dx	Dx		Sx	Sx	Sx	
pt dx [%]	- 2.50	-	- 5.57	-	- 2.50	-	- 2.97	-	- 2.50
pt sx [%]	- 2.50	-	- 5.57	-	- 2.50	-	- 2.97	-	- 2.50
Vel. [km/h]	80.00	80.00	80.00	74.51	64.41	60.00	60.00	60.00	60.00
Vp Max [km/h]	80.00	80.00	80.00	74.51	64.41	60.00	60.00	60.00	60.00
Verifica	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A <= R		150.0 <= 330.0		150.0 <= 330.0		150.0 <= 450.0		150.0 <= 450.0	
A >= R/3		150.0 >= 110.0		150.0 >= 110.0		150.0 >= 150.0		150.0 >= 150.0	
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)		150.0 >= 110.9		150.0 >= 102.9		150.0 >= 90.6		150.0 >= 90.6	
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]		150.0 >= 116.4		150.0 >= 101.9		150.0 >= 71.4		150.0 >= 71.4	
A/Au <= 3/2		1.00 <= 1.50				1.00 <= 1.50			
A/Au >= 2/3		1.00 >= 0.67				1.00 >= 0.67			
A<=Amax complessiva		150.00 <= 330.0		150.0 <= 330.0		150.0 <= 450.0		150.00 <= 450.0	
A>=Amin complessiva		150.00 >= 116.4		150.0 >= 110.0		150.0 >= 150.0		150.00 >= 150.0	
Ae/A <= 3/2				1.00 <= 1.50				1.00 <= 1.50	
Ae/A >= 2/3				1.00 >= 0.67				1.00 >= 0.67	
Ae/Au complessiva		1.00 >= 0.67		1.00 >= 0.67		1.00 >= 0.67		1.00 >= 0.67	
All dx >= Allmin			0.00 >= 0.00				0.00 >= 0.00		
All sx >= Allmin			0.00 >= 0.00				0.00 >= 0.00		
L <= Lmax	165.96 <= 1760.0				161.0 <= 1417.0				88.22 <= 1320.00
L >= Lmin	165.96 > 90.0				161.0 > 56.6				88.22 > 50.00
Pt >= Ptmin			5.890 >= 5.890				2.975 >= 2.975		
R >= Rmin			330.00 >= 118.11				450.00 >= 118.11		
R > RminRet			330.00 > 165.96				450.0 > 161.00		
R>Rmin complessiva			330.00 >= 118.11				450.0 >= 118.11		
Rprec > Rmin					330.00 > 161.00				450.00 > 88.22
Rsucc > Rmin	330.00 > 165.96				450.00 > 161.00				
Sv >= Smin			74.19 >= 55.56				41.95 >= 41.67		

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione tecnica stradale

RAMPA NORD										
Tipo	RETTIFILO	CLOTOIDE	ARCO	CLOTOIDE	RETTIFILO	CLOTOIDE	ARCO	CLOT. FLESSO E	CLOT. FLESSO U	ARCO
Prog.I. [m]	0.000	39.353	66.575	104.079	131.302	166.718	185.428	189.374	202.573	219.114
Prog.F. [m]	39.353	66.575	104.079	131.302	166.718	185.428	189.374	202.573	219.114	253.798
Svil. [m]	39.353	27.222	37.504	27.222	35.416	18.710	3.947	13.198	16.541	34.684
Parametro [m]	0.000	70.000	0.000	70.000	0.000	32.710	0.000	27.473	21.133	0.000
Raggio I. [m]	0.000	0.000	180.000	180.000	0.000	0.000	57.188	57.188	0.000	27.000
Raggio F. [m]	0.000	180.000	180.000	0.000	0.000	57.188	57.188	0.000	27.000	27.000
Verso		Sx	Sx	Sx		Dx	Dx	Dx	Sx	Sx
pt dx [%]	-2.500	0.000	5.346	0.000	-2.500	0.000	-7.000	0.000	0.000	7.000
pt sx [%]	-2.500	0.000	-5.346	0.000	-2.500	0.000	7.000	0.000	0.000	-7.000
Vel. [km/h]	39.544	46.145	60.000	55.510	45.756	32.527	44.390	24.064	19.134	30.990
Vp Max [km/h]	39.544	46.145	55.241	55.510	45.756	32.527	25.539	24.064	19.134	12.956
Verifica	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A <= R		70.0 <= 180.0		70.0 <= 180.0		32.7 <= 57.2		27.5 <= 57.2	21.1 <= 27.0	
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)		70.0 >= 36.2		70.0 >= 39.7		32.7 >= 31.3		27.5 >= 23.1	21.1 >= 14.2	
A >= radq((Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]		70.0 >= 36.6		70.0 >= 56.4		32.7 >= 12.9		27.5 >= 4.2	21.1 >= 4.4	
A/Au <= 3/2		1.00 <= 1.50				1.19 <= 1.50				
A/Au >= 2/3		1.00 >= 0.67				1.19 >= 0.67				
A1/A2 <= 3/2								1.30 <= 1.50	1.30 <= 1.50	
A1/A2 >= 2/3								1.30 >= 0.67	1.30 >= 0.67	
A1/A2 complessiva								1.30 <= 1.50	1.30 <= 1.50	
A<=Amax complessiva		70.00 <= 180.00		70.00 <= 180.00		32.70 <= 57.20		27.50 <= 57.20	21.10 <= 27.00	
A>=Amin complessiva		70.00 >= 60.00		70.00 >= 60.00		32.70 >= 31.30		27.50 >= 23.10	21.10 >= 14.20	
Ae/A <= 3/2				1.00 <= 1.50				1.19 <= 1.50		
Ae/A >= 2/3				1.00 >= 0.67				1.19 >= 0.67		
Ae/Au complessiva		1.00 >= 0.67		1.00 >= 0.67		1.19 <= 1.50		1.19 <= 1.50		
All dx >= Allmin			0.00 >= 0.00				0.00 >= 0.00			0.00 >= 0.00
All sx >= Allmin			0.25 >= 0.25				0.74 >= 0.74			1.67 >= 1.67
L <= Lmax	39.353 <= 869.961				35.4 <= 1006.6					
Pt >= Ptmin			5.346 >= 5.346				7.000 >= 7.000			7.000 >= 7.000
R >= Rmin			180.000 >= 44.994				57.188 >= 44.994			27.000 >= 25.00
R <= Rmaxp										27.00 <= 120.00
R <= Rmaxs							57.19 <= 120.00			
R > RminRet			180.00 > 39.35				57.19 > 35.42			
R<Rmax complessiva							57.19 <= 120.00			27.00 <= 120.00
R>Rmin complessiva			180.00 >= 44.99				57.19 >= 44.99			27.00 >= 25.00
Rprec > Rmin					180.00 > 35.42					
Rsucc > Rmin	180.00 > 39.35				57.19 > 35.42					

Relazione tecnica stradale

RAMPA SUD					
Tipo	CLOTOIDE	ARCO	CLOT. FLESSO E	CLOT. FLESSO U	ARCO
Prog.l. [m]	0.000	31.421	111.566	155.075	194.629
Prog.F. [m]	31.421	111.566	155.075	194.629	253.401
Svil. [m]	31.421	80.146	43.509	39.553	58.772
Parametro [m]	125.341	0.000	147.494	147.494	0.000
Raggio l. [m]	0.000	500.000	500.000	0.000	550.000
Raggio F. [m]	500.000	500.000	0.000	550.000	550.000
Verso	Dx	Dx	Dx	Sx	Sx
pt dx [%]	0.000	-2.781	0.000	0.000	2.616
pt sx [%]	0.000	2.781	0.000	0.000	-2.616
Vel. [km/h]	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
Vp Max [km/h]	60.000	60.000	60.000	60.000	58.418
Verifica	OK	OK	OK	OK	OK
A <= R	125.3 <= 500.0		147.5 <= 500.0	147.5 <= 550.0	
A >= radq(R/dimax*Bi* Pti-Ptf *100)	125.3 >= 93.8		147.5 >= 68.1	147.5 >= 69.3	
A >= radq[(Vp^3-gVR(Ptf-Pti))/c]	125.3 >= 19.3		147.5 >= 53.0	147.5 >= 52.1	
A/Au <= 3/2	0.85 <= 1.50				
A/Au >= 2/3	0.85 >= 0.67				
A1/A2 <= 3/2			1.00 <= 1.50	1.00 <= 1.50	
A1/A2 >= 2/3			1.00 >= 0.67	1.00 >= 0.67	
A1/A2 complessiva			1.00 >= 0.67	1.00 >= 0.67	
A<=Amax complessiva	125.3 <= 500.00		147.5 <= 500.00	147.5 <= 550.00	
A>=Amin complessiva	125.3 >= 93.8		147.5 >= 68.1	147.5 >= 69.3	
Ae/A <= 3/2			0.85 <= 1.50		
Ae/A >= 2/3			0.85 >= 0.67		
Ae/Au complessiva	0.85 >= 0.67		0.85 >= 0.67		
All dx >= Allmin		0.00 >= 0.00			0.00 >= 0.00
All sx >= Allmin		0.00 >= 0.00			0.00 >= 0.00
Pt >= Ptmin		2.781 >= 2.781			2.616 >= 2.616
R >= Rmin		500.000 >= 44.994			550.000 >= 44.994
R <= Rmaxp					550.00 <= 1500.00
R <= Rmaxs		500.00 <= 100000			
R >= Rminp					550.00 >= 300.00
R >= Rmins		500.00 >= 325.00			
R<Rmax complessiva		500.00 <= 100000			550.00 <= 1500.00
R>Rmin complessiva		500.00 >= 325.00			550.00 >= 300.00

VERIFICHE ALTIMETRICHE DEI TRACCIATI STRADALI

ASSE PRINCIPALE

Vertici										
	N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parziale Res.	i (%)	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.	Esito
▶	0	0.0000	294.4990	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	●
	1	58.3001	294.8055	58.3001	51.1400	0.5257	0.3065	58.3009	51.1407	●
	2	220.4882	297.2066	162.1881	99.1331	1.4804	2.4010	162.2059	99.1439	●
	3	482.9129	311.2075	262.4247	99.7724	5.3352	14.0009	262.7979	99.9143	●
	4	687.0106	297.1949	204.0977	47.1181	-6.8656	-14.0126	204.5781	47.2290	●
	5	767.6800	296.7207	80.6694	30.4474	-0.5879	-0.4742	80.6708	30.4479	●

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
▶	1	Parabolico	1500.0000	0.9547	14.3211	51.1400	65.4603	14.3203	☐	80.0000	☒	823.0453	●
	2	Parabolico	2900.0000	3.8548	111.8615	164.5934	276.3830	111.7897	☐	80.0000	☒	2684.8213	●
	3	Parabolico	1750.0000	-12.2009	213.6536	376.1554	589.6704	213.5150	☐	64.4634	☒	1705.5565	●
	4	Parabolico	1600.0000	6.2778	100.5303	636.7885	737.2326	100.4441	☐	60.0000	☒	1533.2852	●

RAMPA NORD

Vertici										
	N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parziale Res.	i (%)	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.	Esito
▶	0	0.0000	295.8100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	●
	1	149.4432	292.8211	149.4432	93.1932	-2.0000	-2.9889	149.4731	93.2118	●
	2	253.7978	295.4300	104.3546	48.1046	2.5000	2.6089	104.3872	48.1196	●

	N.	Tipo	Raggio Vert.	Delta i (%)	Sviluppo	Prog. Iniziale	Prog. Finale	Parziale Rac.	Sorp/Dc	Vp (km/h)	Diag. Vel	Raggio Min.	Esito
▶	1	Parabolico	2500.0000	4.5000	112.5098	93.1932	205.6932	112.5000	☐	55.5100	☒	1029.6622	●

RAMPA SUD

Vertici										
	N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parziale Res.	i (%)	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.	Esito
▶	0	0.0005	295.1294	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	●
	1	116.8992	296.8600	116.8987	72.0947	1.4804	1.7306	116.9115	72.1026	●
	2	189.8998	294.6700	73.0006	3.1965	-3.0000	-2.1900	73.0334	3.1979	●
	3	253.4000	295.9400	63.5002	38.5002	2.0000	1.2700	63.5129	38.5079	●

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
▶	1	Parabolico	2000.0000	-4.4804	89.6182	72.0952	161.7033	89.6081	☐	60.0000	☒	2000.0	●
	2	Parabolico	1000.0000	5.0000	50.0058	164.8998	214.8998	50.0000	☐	60.0000	☒	1000.0	●