

ACCORDO DI PROGRAMMA

tra Ministero dello Sviluppo Economico - Regione del Veneto -
Comune di Venezia - Autorità Portuale di Venezia
per la riconversione e riqualificazione industriale
dell'area di crisi industriale complessa di Porto Marghera
progetto infrastrutturale n. 09

CITTA' DI
VENEZIA



Comune di Venezia
Direzione
Lavori Pubblici



Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)

N° TAV

PROGETTO ESECUTIVO

E.02

VIABILITA'

Relazione tecnica barriere di sicurezza

Scala

-

REVISIONE	DATA	RE	VE	AP	NOTE
A	16/01/2018	GN	TT	SA	EMISSIONE



Ministero dello Sviluppo Economico

Responsabile Unico del Procedimento

ing. Simone Agrondi

Progettisti



Via Belvedere 8/10
30035 - Mirano (VE)
tel. +39 041 5785711
fax. +39 041 5785711
www.fm-ingegneria.com
stradavega@fm-ingegneria.com

ing. Tommaso Tassi



Via Squero, 12
35043 Monselice (PD)
tel. +39 042 9787111
fax. +39 042 9787105
www.net-italia.com
info@netspa.com

ing. Stefano Susani



Galleria Spagna 35 - Torre B
35127 Padova (PD)
tel. +39 049 8646799
fax. +39 049 605473
www.sogen.it
info@sogen.it

ing. Simone Carraro



Via Galileo Ferraris, 14A
30175 Marghera (VE)
tel. +39 041 5060842
fax. +39 041 506 9373
www.gvassociati.com
info@gvassociati.com

ing. Alberto Giovannini



Via Tiepolo, 8
31027 Spresiano (TV)
tel. +39 042 2887031
fax. +39 042 2889589
www.gtgeo.it
info@gtgeo.it

dott. Claudio Galli



Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

Sommario

1	RIFERIMENTI NORMATIVI	2
2	IL PROGETTO DELLE BARRIERE DI SICUREZZA	3
2.1	INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DA PROTEGGERE	3
2.2	CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DELLE BARRIERE	4
2.3	SCELTA DELLE TIPOLOGIE DI BARRIERE	6
2.4	LUNGHEZZA DI FUNZIONAMENTO, TERMINALI DELLE BARRIERE, ELEMENTI DI COLLEGAMENTO TRA LE BARRIERE	9
2.4.1	<i>LUNGHEZZA MINIMA E POSIZIONE DI INSTALLAZIONE</i>	9
2.4.2	<i>TERMINALI DELLE BARRIERE</i>	9
3	DETTAGLI TERMINALI ED ELEMENTI DI COLLEGAMENTO	9
4	PROTEZIONE DELLE CUSPIDI	11
5	PROTEZIONE DELLO SPARTITRAFFICO	16
6	CONDIZIONI PARTICOLARI DI INSTALLAZIONE	21
7	ALLEGATI	23

ALLEGATO 1 – CERTIFICATO DI PRESTAZIONE BARRIERA H4B MOD. H4BPRM MARC2014 INTEGRATA CON RETE DI PROTEZIONE24

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

1 Riferimenti normativi

Il quadro normativo di riferimento per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza comprende un elenco di Decreti Ministeriali e di Circolari emanato in un arco temporale compreso tra il 1987 e il 2010, che si riporta di seguito:

- Circolare LL.PP. n. 2337 d.d. 11/07/1987 (*istruzioni sulle barriere di sicurezza stradali in acciaio*)
- D.M. LL.PP. d.d. 04/05/1990 (*Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei Ponti stradali*)
- **D.M. LL.PP. n. 223 d.d. 18/02/1992** (*Regolamento istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza*)
- Circolare LL.PP. n. 2595 d.d. 09/06/1995
- Circolare LL.PP. n. 2357 d.d. 16/05/1996
- D.M. LL.PP. d.d. 15/10/1996 (*Aggiornamento del D.M. LL.PP. n. 223 d.d. 18/02/1992*)
- Circolare LL.PP. n. 4622 d.d. 15/10/1996 (*Istituti autorizzati all'esecuzione di prove di impatto su barriere di sicurezza stradali*)
- Circolare A.N.A.S. n. 17600 d.d. 05/12/1997
- Circolare A.N.A.S. n. 6477 d.d. 27/05/1998
- **D.M. LL.PP. d.d. 03/06/1998** (*Ulteriore aggiornamento del D.M. LL.PP. n. 223 d.d. 18/02/1992*)
- D.M. LL.PP. d.d. 11/06/1999 (*Integrazioni del D.M. LL.PP. d.d. 03.06.1998*)
- Circolare A.N.A.S. n. 7735/99 (*Direttive per la sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali*)
- Circolare LL.PP. n. 7938 d.d. 06/12/1999 (*Sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali con particolare riferimento ai veicoli che trasportano merci pericolose*)
- Circolare LL.PP. d.d. 06/04/2000 (*Istituti autorizzati all'esecuzione di prove di impatto su barriere di sicurezza stradali*)
- D.M. II.TT. d.d. 02/08/2001 (*Proroga dei termini previsti dall'art. 3 del D.M. 11/06/1999*)
- D.M. II.TT. d.d. 23/12/2002 (*Proroga dei termini previsti dall'art. 1 del D.M. 02/08/2001*)
- **D.M. II.TT. n. 2367 d.d. 21/06/2004** - g.u. N. 182 DD 05/08/2004 (*Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale.*)
- Circolare Ministero dei Trasporti – prot. n. 3065 del 25 agosto 2004 (*Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali*)
- Circolare Ministero dei Trasporti – prot. n. 3533 del 20 settembre 2005 (*Direttive inerenti le procedure ed i documenti necessari per le domande di omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali ai sensi del D.M. 21.06.2004*)
- Circolare Ministero dei Trasporti – prot. n. 104862 del 15 novembre 2007 (*Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme precedenti il D.M. 21.06.2004*)
- **Circolare Ministero dei Trasporti – prot. n. 62032 del 21 luglio 2010** (*Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali*)

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

- Circolare Ministero dei Trasporti – prot. n. 80173 del 5 ottobre 2010 (*Omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali. Aggiornamento norme comunitarie UNI EN 1317, parti 1,2 e 3 in ambito nazionale*)
- UNI EN 1317:2010 - parti 1,2,3 e 4 (*Barriere di sicurezza stradali*).

Il D.M. 21/06/2004 attualmente vigente contiene l'aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione l'omologazione e l'impiego delle barriere di sicurezza stradali. In particolare, il D.M. recepisce le norme UNI EN 1317 parti 1, 2, 3 e 4 che individuano la classificazione prestazionale dei dispositivi di sicurezza nelle costruzioni stradali, le modalità di esecuzione delle prove d'urto ed i relativi criteri di accettazione. Per quanto concerne l'aspetto progettuale, le Istruzioni Tecniche allegate al D.M. 21/06/2004 prevedono che il progettista nel prevedere la protezione dei punti previsti definisca le caratteristiche prestazionali dei dispositivi da adottare ed in particolare la tipologia, la classe, il livello di contenimento, l'indice di severità, i materiali, le dimensioni, il peso massimo, i vincoli, la larghezza di lavoro, tenendo conto della loro congruenza con il tipo di supporto, il tipo di strada, il traffico prevedibile e le condizioni geometriche esistenti.

L'allegato al D.M. interviene nel caso specifico di interventi su strade esistenti, permettendo di utilizzare barriere di classe inferiore a quella prevista se le strade hanno dimensioni trasversali insufficienti, per motivi di riduzione di visibilità, per punti singolari come pile di ponte senza spazio laterale e simili. Negli interventi su strade esistenti sarà anche possibile collocare i dispositivi di ritenuta con uno spazio di lavoro necessario per la deformazione più probabile negli incidenti abituali della strada da proteggere, indicato come una frazione del valore della massima deformazione dinamica rilevata nei crash test.

A seguito dell'entrata in vigore della UNI EN 1317-5 a partire dal 1/1/2011 risulta necessario che tutti i dispositivi di sicurezza siano marcati CE e che il fabbricatore fornisca un manuale di installazione relativo alla corretta posa in opera coerente alle condizioni di crash-test.

In fase di progetto esecutivo la scrivente si impegna a:

- individuare e successivamente installare esclusivamente barriere di sicurezza marcate CE;
- adattare le strutture di supporto in modo da renderle coerenti con le modalità di crash-test delle barriere individuate.

2 IL PROGETTO DELLE BARRIERE DI SICUREZZA

2.1 Individuazione delle zone da proteggere

Asse principale:

il margine stradale in rilevato in tutti i tratti dove l'altezza del rilevato sul piano campagna è superiore al metro; tutti i bordi delle opere d'arte (ponticelli, muri di sostegno, ecc.) di lunghezza superiore a 10 m indipendentemente dall'altezza dal piano campagna; i portali della segnaletica verticale e tutti gli ostacoli fissi in generale.

Rampe assi secondari

il margine stradale in rilevato in tutti i tratti dove l'altezza del rilevato sul piano campagna è superiore al metro; tutti i bordi delle opere d'arte (ponticelli, muri di sostegno, ecc.) di lunghezza superiore a 10 m indipendentemente dall'altezza dal piano campagna; i portali della segnaletica verticale e tutti gli ostacoli fissi in generale.

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

Intersezioni a rotatoria:

il margine stradale in rilevato in tutti i tratti dove l'altezza del rilevato sul piano campagna è superiore al metro; i portali della segnaletica verticale; i pali della luce in corrispondenza dei bracci di ingresso/uscita dalle rotatorie e in corrispondenza dell'anello giratorio e tutti gli ostacoli fissi in generale.

2.2 Caratteristiche prestazionali delle barriere

Secondo l'approccio "prestazionale" del D.M. 223/92, ripreso anche nella norma armonizzata europea UNI EN 1317, la barriera deve verificare i seguenti obiettivi, calcolati mediante software di simulazione numerica e certificati mediante crash-test da eseguirsi presso laboratori autorizzati:

- adeguatezza strutturale della barriera, senza distacco di elementi;
- contenimento del veicolo, senza ribaltamento a scavalco;
- sicurezza per gli occupanti del veicolo;
- traiettoria di rinvio del veicolo < 1/3 angolo di impatto;
- spostamento trasversale totale della barriera da valutare in base alla destinazione.

Di seguito si presentano brevemente i principali parametri che vengono rilevati, con particolari tecniche di misura, durante le prove, e che descrivono il comportamento della barriera.

a. Livello di contenimento

Rappresenta l'energia cinetica posseduta dal mezzo all'atto dell'impatto, calcolata con riferimento alla componente della velocità ortogonale alle barriere.

Nella tabella seguente sono indicati i livelli di contenimento delle diverse tipologie di barriera

LIVELLI DI CONTENIMENTO - Containment levels				
	Livelli di contenimento Containment levels			Prova Acceptance test
Contenimento con angolo d'urto basso <i>Low angle containment</i>	T1			TB 21
	T2			TB 22
		T3		TB 41, TB 21
Contenimento normale <i>Normal containment</i>	N1			TB 31
	N2			TB 32, TB 11
Contenimento più elevato <i>Higher containment</i>		H1		TB 42, TB 11
			L1	TB 42, TB 32, TB 11
		H2		TB 51, TB 11
			L2	TB 51, TB 32, TB 11
		H3		TB 61, TB 11
			L3	TB 61, TB 32, TB 11
Contenimento molto elevato <i>Very high containment</i>		H4a		TB 71, TB 11
		H4b		TB 81, TB 11
			L4a	TB 71, TB 32, TB 11
			L4b	TB 81, TB 32, TB 11

Figura 1: Livello di contenimento in funzione della tipologia di barriera e relative prove di riferimento.

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

b. Indice di Severità degli impatti (ASI)

Misura la severità dell'urto sugli occupanti delle autovetture considerati seduti con cinture di sicurezza allacciate.

La valutazione dell'ASI deve essere effettuata per tutte le classi (tranne la N1) mediante una prova secondo le specifiche riportate nella Tab. 1 seguente.

Tabella 1: Determinazione dell'indice di severità degli impatti (ASI).

Classe	Velocità (km/h)	Angolo di impatto (deg)	Massa totale (kg)	Tipo veicolo	Codifica europea
Tutte le classi (escluso N1)	100	20°	900	Autovettura	TB11

Le norme UNI EN 1317 (richiamate all'art. 4 del D.M. 21.06.2004) consigliano un indice ASI minore o uguale ad 1 (severità "A"), ammettendo comunque un indice ASI fino a 1.4 (severità "B"). Sono inoltre dichiarate possibili ulteriori deroghe anche al limite di severità "B", per zone in cui il contenimento dei veicoli deve essere categorico (tabella 2).

Tabella 2: valori limite ASI

LIVELLI AMMESSI - Approved levels		
Categorie di severità <i>Impact severity level</i>	Valori degli indici <i>Index values</i>	
A	ASI ≤ 1,0	THIV ≤ 33 km/h
B	ASI ≤ 1,4	
C	ASI ≤ 1,9	

c. Larghezza utile del sistema (deformazione della barriera)

La deformazione delle barriere di sicurezza in caso di urto è caratterizzata dalla deflessione dinamica (D) e dalla larghezza operativa; è importante che la deformazione sia compatibile con lo spazio o la distanza disponibile dietro il sistema.

La larghezza operativa (W) è la distanza tra il lato rivolto verso il traffico prima dell'urto della barriera di sicurezza e la massima posizione laterale dinamica di una qualunque parte principale della barriera. Se il corpo del veicolo si deforma dietro alla barriera di sicurezza, cosicché quest'ultima non può essere usata per la misurazione della larghezza operativa, deve essere presa in alternativa la posizione laterale massima di qualunque parte del veicolo.

La deflessione dinamica (D) è lo spostamento dinamico laterale massimo del lato della barriera rivolto verso il traffico. La deformazione del sistema di ritenuta deve essere conforme ai requisiti del seguente prospetto.

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

Tabella 3: Livelli di larghezza operativa (UNI EN 1317-2)

Classi di livelli di larghezza operativa	Livelli di larghezza operativa m
W1	$W \leq 0,6$
W2	$W \leq 0,8$
W3	$W \leq 1,0$
W4	$W \leq 1,3$
W5	$W \leq 1,7$
W6	$W \leq 2,1$
W7	$W \leq 2,5$
W8	$W \leq 3,5$

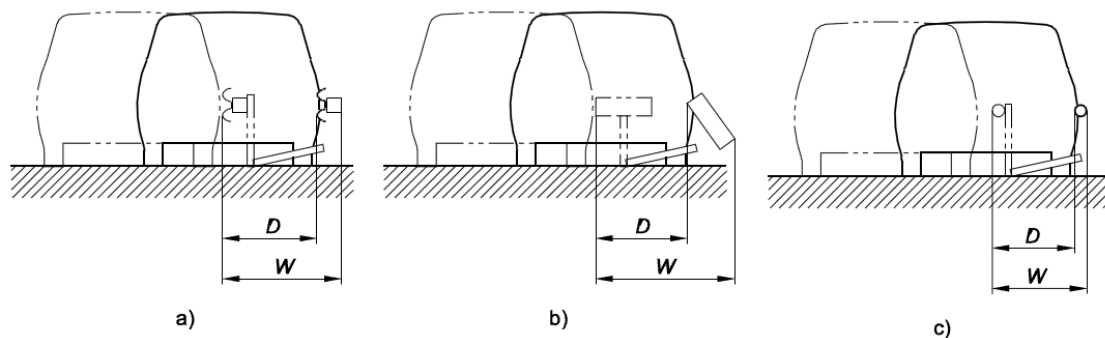


Figura 2: Deflessione dinamica (D) e larghezza operativa (W)-(UNI EN 1317-2).

2.3 Scelta delle tipologie di barriere

La scelta delle barriere di sicurezza è avvenuta sulla base delle indicazioni contenute nell'allegato "Istruzioni Tecniche per la Progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali" al D.M. 21.06.2004 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

In particolare, la scelta della classe dei dispositivi di sicurezza è stata fatta sulla base della tabella presente all'art. 6 delle Istruzioni Tecniche la quale, sulla base della categoria di strada, del tipo di traffico e della destinazione d'uso della barriera, definisce la classe minima da utilizzare (tabella 3).

Per TGM si intende il traffico giornaliero medio annuale nei due sensi.

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

Tabella 4: Distinzione traffico (DM 21/06/2004).

Tipo di traffico	TGM	% Veicoli con massa > 3,5 t
I	minore o uguale a 1000	Qualsiasi
I	maggiore a 1000	minore o uguale 5
II	> 1000	minore o uguale a 5 minore n minore o uguale 15
III	> 1000	> 15

La tabella 4 riporta, in funzione del tipo di strada, di traffico e della destinazione della barriera, le classi minime di barriere da impiegare.

Tabella 5: Estratto dell'art. 6 delle Istruzioni Tecniche allegate al D.M. 21.06.2004.

Tipo di strade	Traffico	Destinazione delle barriere		
		barriere spartitraffico	barriere bordo laterale	barriere bordo ponte ⁽¹⁾
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 ⁽²⁾	H2-H3 ⁽²⁾	H3-H4 ⁽²⁾
Strade extraurbane secondarie (C) e Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e Strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

(1) Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale

(2) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista

Per quanto riguarda la definizione del tipo di strada, l'asse principale ha le caratteristiche di una strada di categoria D secondo la classificazione prevista dal D.M. 05.11.2001.

Per quanto concerne invece la determinazione del tipo di traffico si è fatto riferimento allo studio del traffico effettuato per il progetto EXPO ACQUAE VENICE allegato alla relazione tecnica stradale. *In tale relazione erano si è stimato un TGM relativo alla S.R.11 via della Libertà di 16.555 veic.eq./giorno in direzione Mestre e di 17.028 veic.eq./giorno in direzione Venezia.*

In particolare il traffico dell'ora di punta (17:00 – 18:00) nei due sensi di marcia è pari a circa 1500 veicoli con una percentuale di veicoli pesanti pari a circa il 8,0% del totale.

Si è pervenuti quindi alla determinazione del tipo di traffico:

Asse principale (sezione di categoria D), rampe e rotatorie di svincolo:

% veicoli con massa > 3,5 t (VP): 5%<VP<15%

TGM > 1000 ⇒ Tipo di traffico II

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

In base al tipo di strada, al tipo di traffico e alla destinazione d'uso è stato quindi deciso il tipo di barriera da utilizzare per le diverse tipologie di arterie previste.

La scelta delle tipologie delle barriere è stata anche condizionata dalla richiesta di RFI che nei tratti in parallelismo con l'infrastruttura ferroviaria ha prescritto barriere di tipo H4-W4, in ottemperanza alle specifiche RFI sui sovrappassi.

Asse Principale A:

Barriere Bordo laterale bordo ponte in parallelismo alla ferrovia: Classe H4-W4 (livello di contenimento $L_c = 572$ kJ);

Barriere Bordo laterale in rilevato: Classe H4-W5 (livello di contenimento $L_c = 572$ kJ);

Barriere Spartitraffico su rilevato: Classe H4-W5 (livello di contenimento $L_c = 572$ kJ);

Barriere spartitraffico su opera d'arte: Classe H4-W4 (livello di contenimento $L_c = 572$ kJ).

Nel tratto in galleria e tra muri, le strutture in elevazione vengono protette con elementi profilo redirettivo antiurto per protezione muri laterali delle gallerie, pilastri, muri di contenimento laterali, testato in classe H2-W1 ai sensi del D.M. n° 2367 del 21/06/2004 e della norma UNI EN 1317.

Assi secondari e rotatorie di svincolo

Barriere Bordo laterale bordo ponte in parallelismo alla ferrovia: Classe H4-W4 (livello di contenimento $L_c = 572$ kJ);

Barriere bordo laterale rampa verso Venezia sul lato non in affiancamento con la ferrovia: Classe H3-W5 (livello di contenimento $L_c = 463$ kJ);

Barriere Bordo laterale in rilevato: Classe H4-W5 (livello di contenimento $L_c = 572$ kJ).

Lungo gli assi in adiacenza alla recinzione ferroviaria lato RFI (linea Milano Venezia) la barriera di sicurezza sostituisce la recinzione ferroviaria nei tratti in cui lo spazio a tergo non è sufficiente a garantire il rispetto del W.

In questi tratti, la barriera di sicurezza è integrata da una recinzione da 3,50 metri, di cui 1,00 m. di pannello cieco e 2,50 di rete maglia 50x50 mm.

Tale barriera presenta una larghezza operativa pari a 2,1-W6, come confermato anche nella Dichiarazione AISICO e nel Certificato di Prova n°. 403/2131/CPR2014_rev.2 allegato.

Inoltre è previsto il collegamento degli elementi dei pannelli con un cordino metallico per ottenere un più efficace vincolo delle parti collegate.

Per maggiori dettagli circa il posizionamento delle diverse tipologie di barriera e la loro lunghezza di installazione si rimanda all'elaborato *E23-24_A_Planimetria di progetto barriere di sicurezza*.

I dettagli costruttivi di ciascuna barriera sono invece riportati nella tavola *E25_A_Particolari costruttivi barriere di sicurezza*.

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

2.4 Lunghezza di funzionamento, terminali delle barriere, elementi di collegamento tra le barriere

2.4.1 Lunghezza Minima e posizione di installazione

La lunghezza di installazione deve essere almeno quella minima testata per il prodotto individuato, escludendo dal computo della stessa i terminali semplici o speciali, sia in ingresso che in uscita.

2.4.2 Terminali delle barriere

Le barriere di sicurezza fornite saranno poste in opera complete dei terminali semplici indicati nel certificato di omologazione.

3 DETTAGLI TERMINALI ED ELEMENTI DI COLLEGAMENTO

La posizione degli elementi terminali e di collegamento è indicata in planimetria facendo riferimento all'elaborato *E23-24_A_Planimetria di progetto barriere di sicurezza*.

I relativi dettagli costruttivi di ciascun elemento terminale sono invece riportati nella tavola *E25_A_Particolari costruttivi barriere di sicurezza*.

Sono previsti terminali a semplici a manina secondo le modalità di installazione previste nel certificato di omologazione.

Sono invece previsti elementi di collegamento piatti tra barriere metalliche e barriere in cls, come indicato negli specifici elaborati.

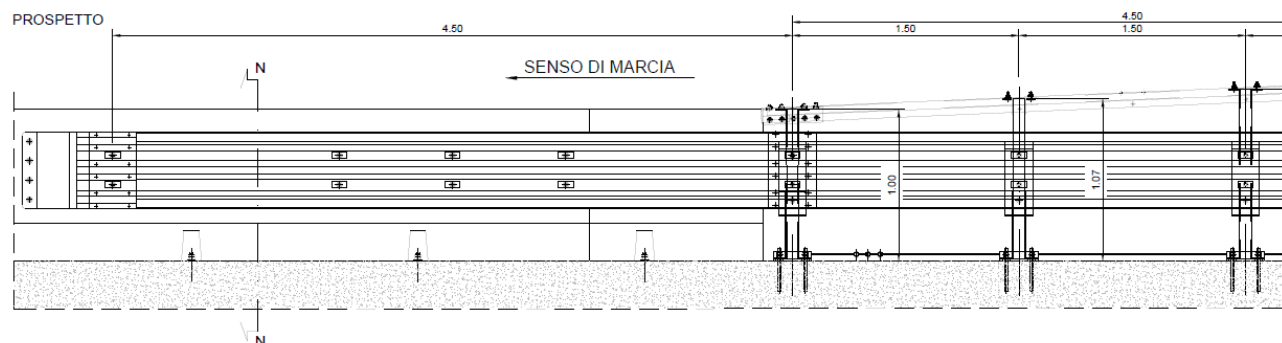


Figura 3: Collegamento tra barriera metallica e profilo redirettivo in c.a.

La barriera spartitraffico lato Venezia viene collegata alla barriera spartitraffico esistente, mentre lato Mestre è prevista l'installazione di un attenuatore d'urto frontale di classe 80 (tipo SMA 80 o similare) collegato alla barriera spartitraffico metallica H4 secondo quanto indicato in figura 4.

E' possibile installare l'attenuatore direttamente sulla pavimentazione in conglomerato bituminoso tramite inghisaggio chimico, purché siano rispettate le seguenti specifiche tecniche relative al supporto in asfalto:

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

Tabella 6: Specifiche tecniche conglomerati bituminosi per installazione attenuatore d'urto tipo SMA 80

SPESSORE ASFALTO		≥ 200 MM				
STRATI	Stabilità [daN]			Rigidezza [daN/mm]		
BASE	≥800			R≥250 (≤400)		
BINDER	≥1000			300<R<400		
USURA	≥1000			300<R<400		
STRATO	Rt [N/mm2]			CTI [N/mm2]		
	10°C	25°C	40°C	10°C	25°C	40°C
USURA	1,7÷2,2	0,7÷1,1	0,3÷0,6	≥170	≥70	≥30

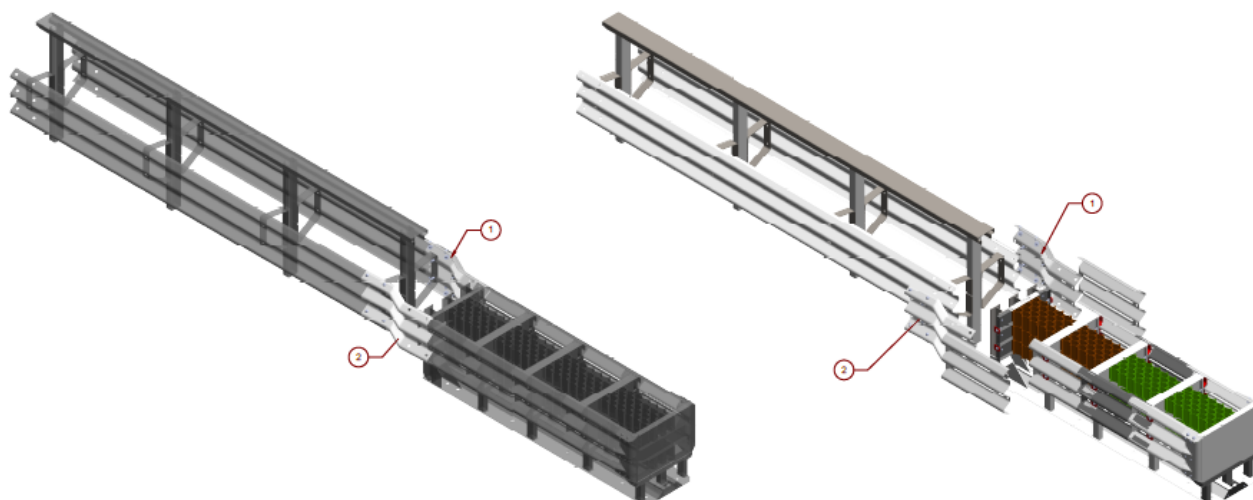


Figura 4: Dettaglio di collegamento tra attenuatore d'urto frontale e barriera spartitraffico in acciaio.

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

4 PROTEZIONE DELLE CUSPIDI

Particolare attenzione è stata prestata alle zone di inizio/termine della barriera in corrispondenza delle cuspidi, intese come divergenza tra due rami percorsi nello stesso verso.

Tali zone rappresentano un elemento singolare e puntuale ma che possono tuttavia determinare conseguenze disastrose in caso di urto contro gli elementi terminali.

Tali punti singolari vengono protetti, nella direzione contro-flusso, da attenuatori d'urto frontali, classificati secondo quanto riportato in tabella 7.

Le cuspidi contro flusso sono quelle poste in corrispondenza della divergenza tra asse principale e asse E (ramo di svincolo verso la rotatoria a raso) provenendo da Mestre, e quella tra asse principale e asse C provenendo da Venezia.

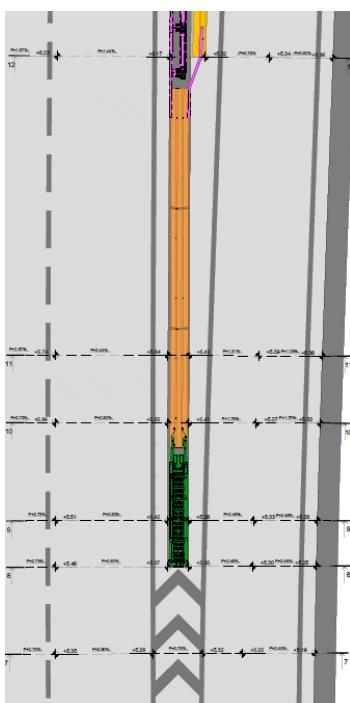


Figura 5: Dettaglio cuspide 2 - divergenza tra asse A e asse E-provenienza Venezia

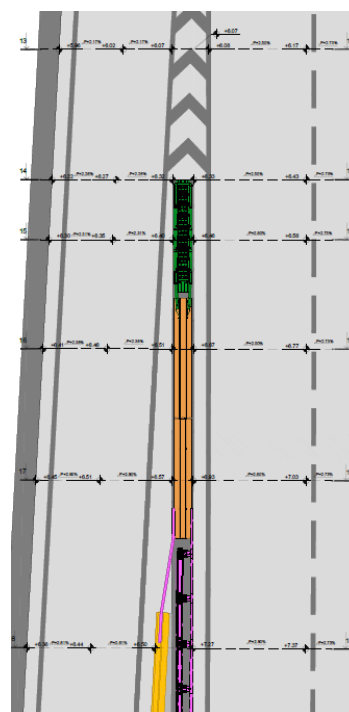


Figura 6: Dettaglio cuspide 3 - divergenza tra asse A e asse C-provenienza Mestre

Tabella 7: Classi minime attenuatori d'urto frontali.

Tabella B – Attenuatori frontali

Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe degli attenuatori
Con velocità $v \geq 130$ km/h	100
Con velocità $90 \leq v < 130$ km/h	80
Con velocità $v < 90$ km/h	50

Un aspetto importante della progettazione delle cuspidi riguarda anche lo studio della transizione e del collegamento con la barriera metallica posta a monte dell'attenuatore d'urto.

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

A causa del limitato spazio a disposizione, non è stato possibile proseguire l'elemento a protezione del margine interno dei due rami secondari di svincolo (Asse E e Asse C), rappresentato dal profilo redirettivo a protezione delle strutture in elevazione dei muri.

D'altra parte se si fosse proseguito con la barriera metallica bordo ponte il margine interno del ramo secondario di svincolo avrebbe avuto i montanti e la faccia posteriore della lama della barriera metallica scoperti, con possibili gravi conseguenze in caso di urto di un veicolo.

Le due tipologie di barriere sono quindi interrotte nel punto in cui il profilo redirettivo non ha un sufficiente spazio per l'installazione (min. 43 cm) e il suo posizionamento a tergo della barriera metallica interferisce con la sua larghezza operativa (figura 7)

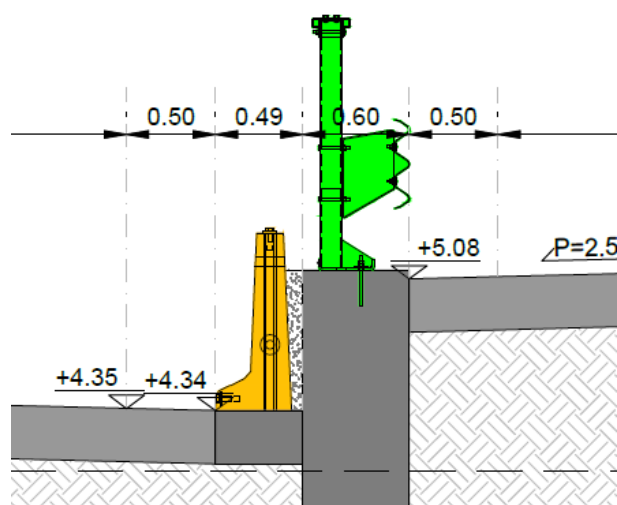


Figura 7: Particolare 1: Barriera metallica e profilo redirettivo.

Da questo punto in poi avviene la transizione con la barriera NJ simmetrica in calcestruzzo tipo DB80-E di tipo H2 e livello di contenimento W1 installata su cordolo, che viene collegata sia alla barriera metallica sia alla faccia laterale del profilo redirettivo tramite due piattabande (figura 8).

In questo modo sia il margine esterno dell'asse principale sia il margine interno del ramo secondario risultano reciprocamente protetti.

A causa della particolare configurazione altimetrica, i due rami divergono con pendenze longitudinali diverse e contrapposte una all'altra, per cui già dal punto di diversione i due margini della carreggiata presentano fin da subito una certa differenza di quota, determinando la formazione di uno scalino tra asse principale e ramo secondario.

Data l'altezza contenuta dello scalino (entro 15 cm) si ritiene che questo elemento di discontinuità non comprometta la stabilità del veicolo, ed eventualmente il cordolo porta-barriera potrà essere opportunamente sagomato.

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

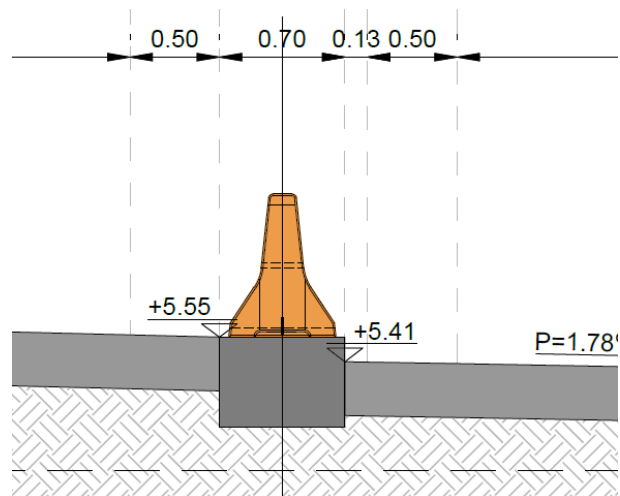


Figura 8: Elemento di transizione - barriera in cls simmetrica NJ DB80-E

Al termine della barriera New Jersey avviene il collegamento con l'attenuatore d'urto redirettivo (figura 9), secondo il dettaglio riportato in figura 10.

Il collegamento tra l'attenuatore d'urto e la barriera NJ specifica è stata studiata ad hoc assieme al produttore.

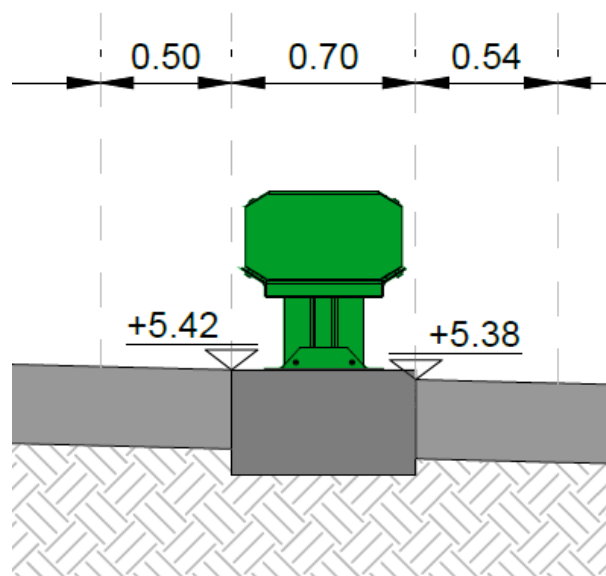


Figura 9: Particolare elemento terminale - Attenuatore d'urto.

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

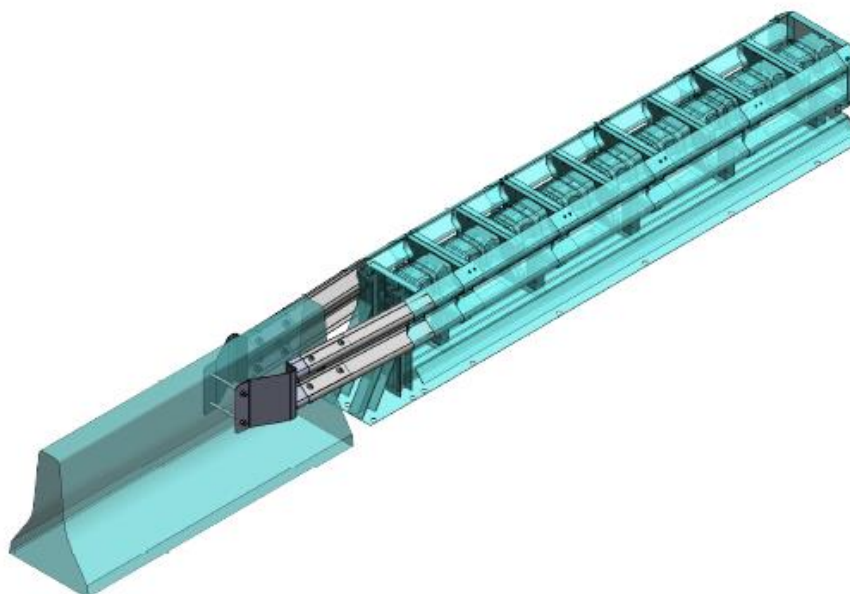


Figura 10: Dettaglio di collegamento tra attenuatore d'urto frontale e barriera NJ.

E' stato scelto un attenuatore d'urto redirettivo di classe 80, modello **SMA A/T 80/1** o **similare**, quindi di classe superiore a quella minima richiesta (50) data la velocità di progetto di 60 km/h.

Tuttavia è stato scelto tale modello sia per l'ingombro laterale contenuto, che lo rende idoneo all'installazione su cordolo di larghezza pari a 70 cm sia perché è specifico per la protezione delle barriere New Jersey in calcestruzzo.

Il terminale redirettivo inoltre impedisce la fuoriuscita dalla carreggiata del veicolo evitando quindi di invadere la carreggiata adiacente in caso di urto.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato *E.18_A_Particolari costruttivi barriere di sicurezza 2/2*.



Figura 11: Esempio di collegamento tra SMA A/T 80/1 e barriera in calcestruzzo.

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

La stessa configurazione è stata adottata anche per le cuspidi in direzioni di flusso (figura 13 e figura 14), con l'unica differenza che l'attenuatore d'urto frontale è stato sostituito dal terminale di discesa a terra del NJ.

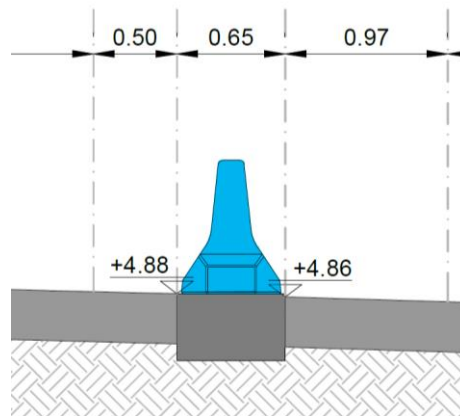


Figura 12: Cuspidi in direzione di flusso - particolare terminale NJ.

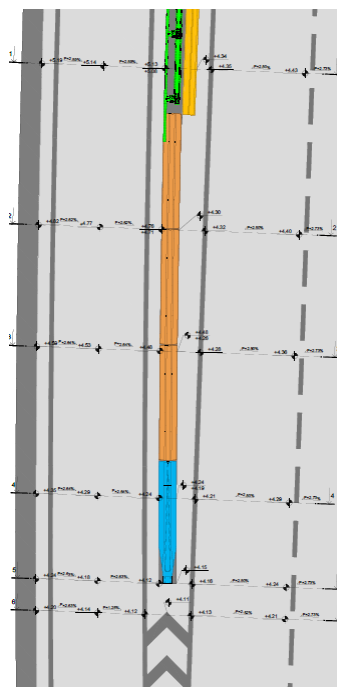


Figura 13: Dettaglio cuspidi 1 - divergenza tra asse A e asse F-direzione Mestre

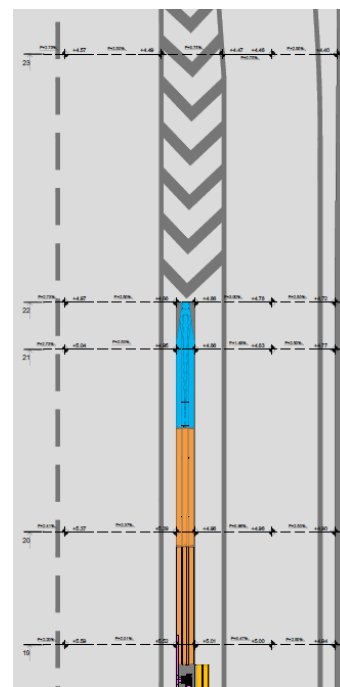


Figura 14: Dettaglio cuspidi 4 - divergenza tra asse A e asse D-direzione Venezia

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

5 PROTEZIONE DELLO SPARTITRAFFICO

La viabilità esistente corrisponde ad una piattaforma stradale che è costituita da una strada a carreggiate separate con due corsie per senso di marcia, separate da una barriera spartitraffico installata su cordolo dn larghezza della spartitraffico ridotta (60 cm m misurato sul rilievo) data la sezione ristretta della carreggiata stradale, come da immagine seguente.

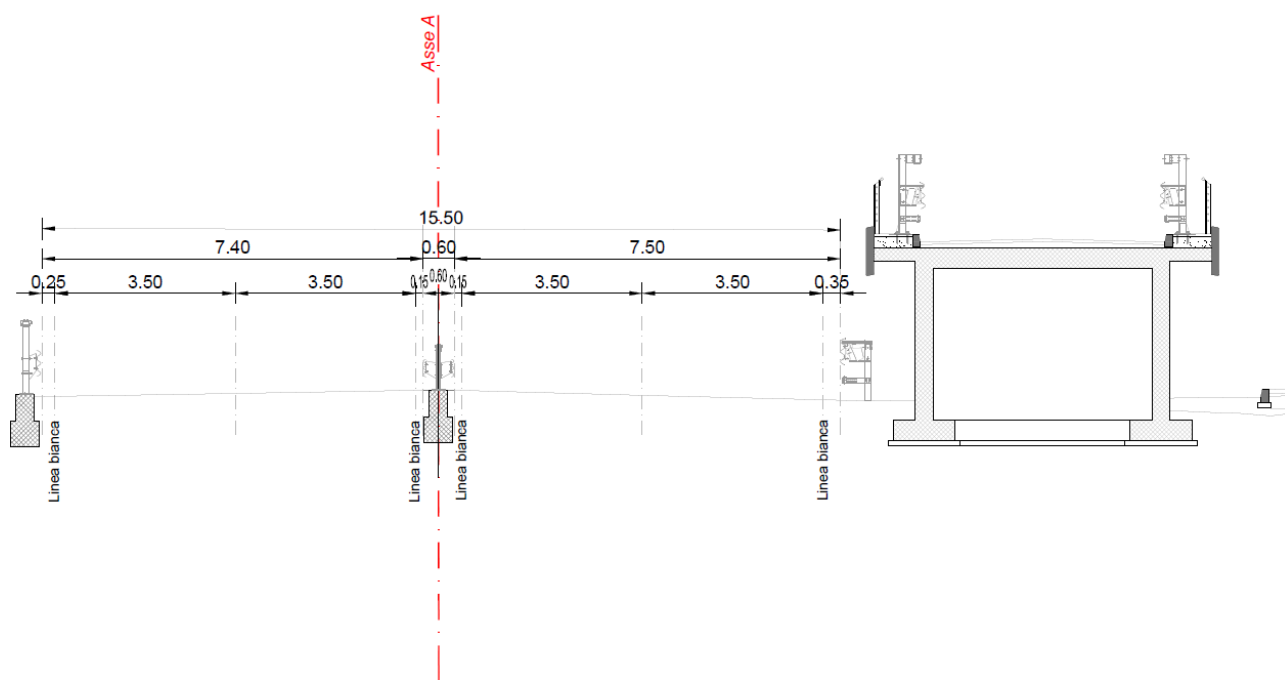


Figura 15: Sezione Stato di Fatto (sezione da rilievo).

Il progetto prevede un innalzamento della livelletta, con mantenimento della larghezza della piattaforma stradale esistente, opportunamente ricalibrata per ottenere moduli di corsia da 3,50 metri (più esterna, percorsa da autobus) +3,25 m, con larghezza della banchina esterna da 0,50 metri e della banchina interna da 0,25 m, come da immagine seguente:

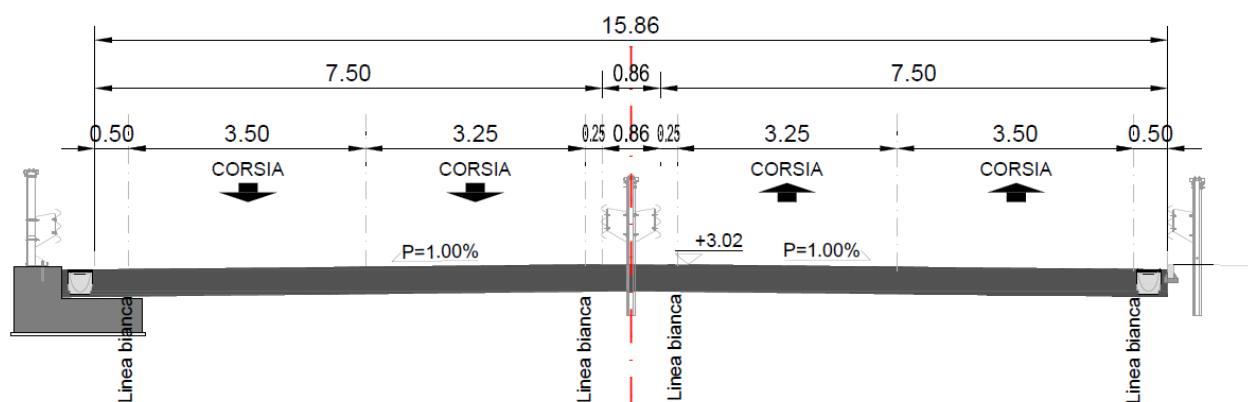


Figura 16: Sezione tipologica di progetto.

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

In questo modo è stato possibile aumentare la larghezza dello spartitraffico fino a 0,86 m per consentire l'installazione di una barriera spartitraffico metallica bifilare di classe H4. La larghezza dello spartitraffico non può essere ulteriormente aumentata in quanto la nuova viabilità si trova compresa tra due infrastrutture ferroviarie, di cui una di interesse nazionale (linea Milano-Venezia a 4 binari di corsa).

Per garantire l'insormontabilità delle due carreggiate opposte è prevista l'installazione di una barriera spartitraffico monofilare H4 W4 su cordolo nel tratto in viadotto e sulla rampa, e una H4 W5 infissa nei tratti in rilevato.

La scelta della barriera, superiore alla classe minima prevista dalla normativa per la tipologia di strada (vedi tabella 5), è stata fatta per garantire l'insormontabilità dato l'elevato traffico soprattutto di autobus da/per Venezia Piazzale Roma, per lo più in servizio di linea.

Infatti non sono stati rari i casi di invasione della carreggiata opposta da parte di veicoli pesanti, l'ultimo dei quali è avvenuto il giorno 22 Maggio 2017 quando un autobus di linea dell'ACTV in seguito ad un tamponamento da parte di un camion si è arrampicato sulla barriera spartitraffico invadendo la carreggiata opposta.



Figura 17: Effetti del tamponamento occorso ad autobus ACTV da parte di un autocarro (fonte VeneziaToday).

La scelta dell'adozione di una barriera con classe di contenimento più elevata, e dotata della trave superiore, è stata fatta quindi per prevenire questo tipo di eventi, fornendo quindi un elemento di sicurezza aggiuntivo.

La scelta della barriera H4 deriva anche dalla necessità di contenere il più possibile lo spazio di deformazione della barriera; trattandosi di un adeguamento in sede di una viabilità esistente senza allargamento della carreggiata, dati i numerosi vincoli planimetrici, lo spartitraffico infatti presenta una larghezza ridotta, appena sufficiente all'installazione di una barriera H4 di larghezza pari a 86 cm.

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

In questa situazione è evidente che la misura dello spartitraffico non riesce a contenere lo spazio di deformazione del veicolo, che quindi va ad invadere il margine interno della carreggiata opposta.

Tuttavia già la norma EN1317-2 prevede che *“per le strade esistenti per le quali sia previsto un intervento di riqualifica delle barriere o un nuovo impianto, ma non sia previsto un intervento di modifica della larghezza complessiva della piattaforma stradale, sempre in mancanza di ostacoli, è ammessa una invasione permanente della banchina e la larghezza operativa (riferita al solo ingombro dinamico del dispositivo) potrà interessare la carreggiata opposta.”*

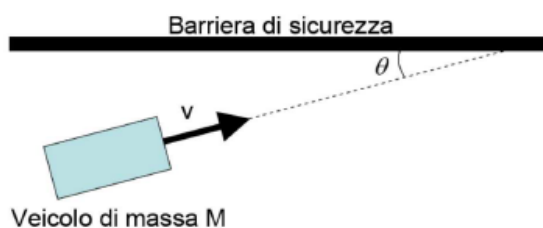
La stessa norma EN1317 prevede inoltre che *“per le strade esistenti, laddove le dimensioni dello spartitraffico e del margine interno/laterale non dovessero risultare compatibili con le caratteristiche deformative delle barriere potrà essere usato un dispositivo di classe superiore a quella minima indicata in tabella 5, per non più di due classi; in questo caso la larghezza operativa e l'ingombro statico del dispositivo deformato dall'urto saranno determinate dal progettista della sistemazione dei dispositivi tramite calcolo che, basandosi sui risultati delle prove di tipo della classe superiore, stimi la deformazione associabile ad un urto con veicolo della classe inferiore. In carenza di definizione dello specifico dispositivo da installare si potrà fare riferimento ai fattori di conversione previsti dalla EN1317-4”.*

La norma EN1317 classifica le barriere in funzione del Livello di Contenimento L_c ; esso rappresenta l'energia cinetica posseduta dal mezzo al momento dell'impatto, calcolata con riferimento alla componente della velocità ortogonale alle barriere, ed è definito dalla relazione:

$$L_c = \frac{1}{2} M(V \cdot \sin \theta)^2$$

dove:

- M : Massa del veicolo (ton);
- V : Velocità di impatto (m/s);
- θ : angolo di impatto (deg).



In base al livello di contenimento la normativa prevede una classificazione delle barriere:

- classe N1, contenimento minimo $L_c = 44\text{kJ}$
- classe N2, contenimento medio $L_c = 82\text{kJ}$
- classe H1, contenimento normale $L_c = 127\text{kJ}$
- classe H2, contenimento elevato $L_c = 288\text{kJ}$
- classe H3, contenimento elevatissimo $L_c = 463\text{kJ}$
- classe H4, contenimento per tratti ad altissimo rischio $L_c = 572\text{kJ}$

Il livello di contenimento viene determinato attraverso delle prove di accettazione che utilizzano il crash test (EN1317-2), misurando l'energia di impatto di diverse tipologie di veicoli standardizzati, secondo le tabelle seguenti

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

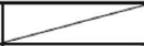
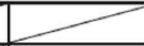





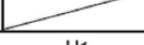


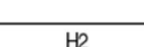
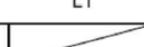
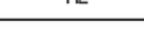
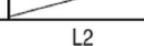

Livelli di contenimento				Prova di accettazione
Contenimento con angolo basso	T1			TB 21
	T2			TB 22
	T3			TB 41 e TB 21
Contenimento normale	N1			TB 31
	N2			TB 32 e TB 11
Contenimento più elevato	H1			TB 42 e TB 11
	L1			TB 42, TB 32 e TB 11
	H2			TB 51 e TB 11
	L2			TB 51, TB 32 e TB 11
	H3			TB 61 e TB 11
	L3			TB 61, TB 32 e TB 11
Contenimento molto elevato	H4a H4b			TB 71 e TB 11 TB 81 e TB 11
	L4a L4b			TB 71, TB 32 e TB 11 TB 81, TB 32 e TB 11

Figura 18:_ Classificazione delle barriere in funzione del Livello di contenimento e relativa prova di accettazione.

Prova	Velocità d'urto km/h	Angolo d'urto gradi	Massa totale kg	Tipo di veicolo
TB 11	100	20	900	Automobile
TB 21	80	8	1 300	Automobile
TB 22	80	15	1 300	Automobile
TB 31	80	20	1 500	Automobile
TB 32	110	20	1 500	Automobile
TB 41	70	8	10 000	Autocarro rigido
TB 42	70	15	10 000	Autocarro rigido
TB 51	70	20	13 000	Autobus
TB 61	80	20	16 000	Autocarro rigido
TB 71	65	20	30 000	Autocarro rigido
TB 81	65	20	38 000	Autocarro articolato

Figura 19: Descrizione delle prove d'urto dei veicoli (EN1317-2)

La barriera H4 ha una classe di contenimento che viene determinata con la prova TB81, corrispondente all'urto di un veicolo pesante (autocarro articolato) pesante 38.000 kg alla velocità di 65 km/h; applicando la formula precedente si ottiene un Livello di Contenimento e quindi una energia cinetica al momento dell'urto pari a circa 516 kJ, cui corrisponde una deformazione dinamica (W) misurato nel crash test della barriera pari 1,30 metri per il modello installato su cordolo (H4-W4) e 1,70 metri per il modello infisso su rilevato (H4-W5).

A partire quindi dai dati ottenuti dalla prova reale, è possibile determinare lo spazio di deformazione per un urto associabile ad un veicolo di classe inferiore,

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

6 CONDIZIONI PARTICOLARI DI INSTALLAZIONE

Nonostante il ridotto spazio a disposizione in cui andare ad inserire la viabilità, in ogni punto sia lungo l'asse principale sia lungo gli assi secondari di svincolo è garantita la corretta larghezza operativa W di ciascuna barriera installata; ciascun aspetto progettuale (stradale, strutturale e impiantistico) è stato finalizzato a soddisfare questa condizione, fondamentale requisito al fine di garantire il corretto funzionamento dei dispositivi di sicurezza e di conseguenza un tracciato stradale sicuro per gli utenti.

Un esempio è la posizione di installazione della segnaletica e dei portali, ma soprattutto dei pali di illuminazione, aspetti che in molti casi risultano trascurati ma che invece potrebbero condizionare fortemente il comportamento della barriera e costituire un elemento aggiuntivo di pericolosità per i veicoli in svio

In alcune situazioni tuttavia non era pensabile garantire il corretto W a tergo delle barriere metalliche per l'installazione dei pali di illuminazione, a causa dei numerosi vincoli imposti, ad esempio la distanza minima di 2,00 metri da garantire dal binario ERF.

Per questo motivo è stato studiato un apposito sistema di illuminazione della piattaforme stradale per mezzo di proiettori a led installati lungo la barriera di sicurezza, ad una altezza di circa 1,00 metro dal piano stradale, in sostituzione dei classici pali.



Figura 21: Lampada a led per installazione su guard-rail

Tuttavia è stato appositamente studiato col produttore delle barriere un sistema di sostegno della lampada per poterla installare direttamente sul montante della barriera (figura 22), in maniera da evitare l'inserimento di ulteriori pali di sostegno (seppur dalla rigidità relativamente ridotta) all'interno della fascia di ingombro della barriera e della sua larghezza operativa (W).

In questo modo la lampada stessa risulta solidale con la barriera, costituendo un sistema dal comportamento omogeneo in caso di urto col veicolo.

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

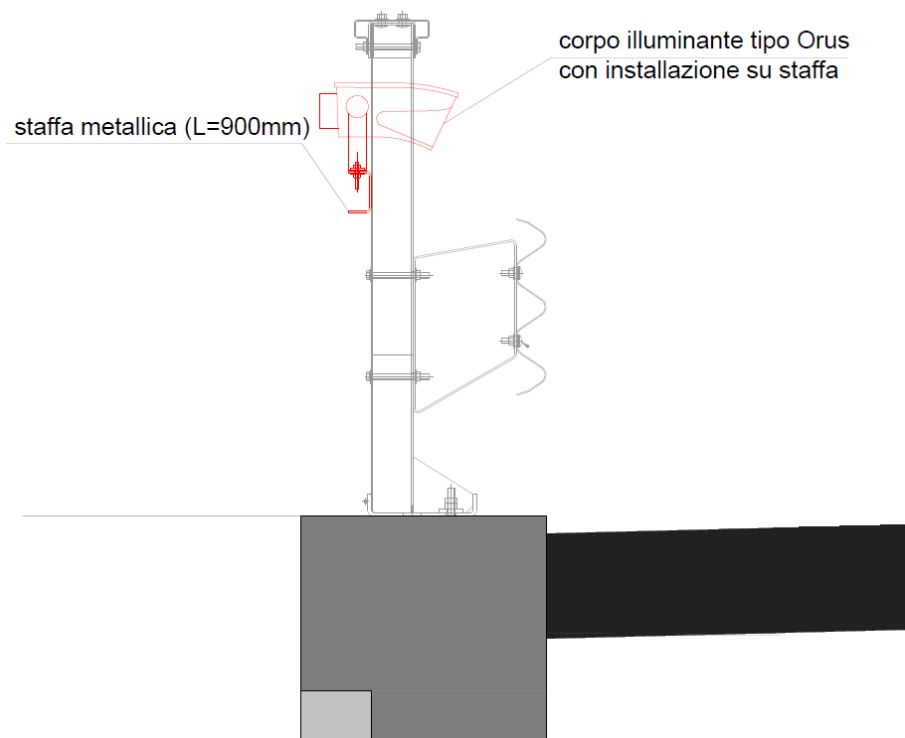


Figura 22: Particolare installazione lampada su montante barriera di sicurezza.

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

7 ALLEGATI

Intervento:	Livello progettazione:	Elaborato:
Viabilità di accesso alla Macroisola Prima Zona Industriale di Porto Marghera (C.I. 13755)	PROGETTO ESECUTIVO	VIABILITA 13755-E.02_A_Relazione tecnica barriere di sicurezza.docx

ALLEGATO 1 – Certificato di prestazione barriera H4b mod. H4BPRM Marc2014 integrata con rete di protezione

MARCEGAGLIA BUILDTECH S.r.L. S.U.

Strada Roveri, 4
15068 Pozzolo Formigaro,
Alessandria - Italy

Pereto, 2017/01/27

Oggetto: BARRIERA DI SICUREZZA IN ACCIAIO BORDO PONTE CON RETE CLASSE H4b mod. H4BPRM-MARC2013

Con la presenta si confermano le prestazioni in caso d'urto riportate nel CE n°403/2131/CPR2014_rev.2 emesso sulla barriera di sicurezza in acciaio bordo ponte con rete classe H4b mod. H4BPRM-MARC2013.

I valori riportati all'interno del Report n°MC042_rev.1 Simulazione TB81 del 26.04.2014, richiamato all'interno del CE n°403/2131/CPR2014_rev.2, si riferiscono solo alla configurazione del dispositivo ad urto con veicolo pesante nel caso in cui la lunghezza di installazione dei pannelli rete si estenda per tutta la lunghezza di installazione della barriera bordo ponte, a differenza di quanto fatto per il crash test n°1034, durante il quale i pannelli rete erano presenti solo nella zona di impatto del veicolo. Visto poi che tali pannelli rete si sono parzialmente staccati durante il crash test, nella simulazione si è supposta la presenza di ulteriori cordini metallici di ritenuta dei pannelli rete, per ottenere un più efficace vincolo tra le parti collegate.

Durante la simulazione è stata calcolata una larghezza operativa pari a 2.1 m - W6. Tale valore si riferisce però solamente alla versione simulata mentre restano confermati i valori delle prestazioni in caso d'urto del CE n°403/2131/CPR2014_rev.2 ottenuti mediante le I.T.T. n° 877 (TB11) e n°1034 (TB81).

Il Presidente
ing. Stefano Calamani

