

AUTOSTRADA A10 GENOVA – VENTIMIGLIA
DA Progr. 10+025.50 A Progr. 10+605.800

PIANO DI RISANAMENTO ACUSTICO AI SENSI DELLA LEGGE QUADRO N° 447/95

PROGETTO ESECUTIVO

PARTE STRADALE



OPERE COMPLEMENTARI

BARRIERE DI SICUREZZA

Relazione tecnica

<p>IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA</p> <p>Ing. Gianluca Salvatore Spinazzola Ord. Ingg. Milano N. 26796</p> <p>RESPONSABILE DISCIPLINA STD</p>	<p>IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</p> <p>Ing. Danilo D'Alessandro Ord. Ingg. L'Aquila N. 1503</p> <p>CAPO PROGETTO</p>	<p>IL DIRETTORE TECNICO</p> <p>Ing. Massimiliano Giacobbi Ord. Ingg. Milano N. 20746</p> <p>RESPONSABILE DMSIONE ESERCIZIO E NUOVE ATTIVITA'</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO											DATA:		REVISIONE	
—	DIRETTORIO						FILE					SETTEMBRE 2016	n.	data	
	codice commessa			N.Prog.	unita'	ufficio	n. progressivo		Rev.						
—	1	1	1	0	0	2	0	2	—	—	—	STD0040	—	—	

 gruppo Atlantia 			ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	
			ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	
CONSULENZA A CURA DI :			IL RESPONSABILE UNITA' PIA	Ing. Gianluca Salvatore Spinazzola O.I. Milano N. 26796

	<p>VISTO DEL COMMITTENTE</p> <p>autostrade // per l'italia</p> <p>RUP: Ing. Piero Indelli</p>	<p>VISTO DEL CONCEDENTE</p> <p></p> <p>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti <small>DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE SEZIONE PER I SERVIZI AUTOSTRADALI</small></p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

INDICE

1	GENERALITÀ	3
2	ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO	3
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
4	SCELTA DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA	6
5	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTATO	9
6	CRITERI DI PROTEZIONE OPERE D'ARTE	12
7	CRITERI DI PROTEZIONE IN PRESENZA DI OSTACOLI LATERALI (PALI DI ILLUMINAZIONE, BARRIERE ACUSTICHE)	15
8	DISPOSITIVI DI RITENUTA COMPLEMENTARI	16
8.1	Transizioni	17
8.2	Collegamenti alle barriere esistenti	18
8.3	Collegamenti ai muri	19
9	RETI DI PROTEZIONE	19
10	ADATTAMENTO DEI DISPOSITIVI ALLA SEDE STRADALE	20
	APPENDICI	23
	APPENDICE 1: CALCOLO DELLA PROFONDITÀ DI INFISSIONE DEI PALETTI DELLE BARRIERE BORDO LATERALE PER ARGINELLO ESISTENTE DI LARGHEZZA MINIMA 0.5M	24
	APPENDICE 2: DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEL SISTEMA DI ANCORAGGIO DEI TERMINALI DELLE BARRIERE DI SICUREZZA IN CORRISPONDENZA DEI MURI PORTA BARRIERA ACUSTICA E DI CONTRORIPA	31
	APPENDICE 3: DISPOSITIVI DI RITENUTA EQUIVALENTI	37

1 GENERALITÀ

Il presente documento tratta il progetto delle barriere di sicurezza relativo agli interventi compresi entro il Piano di Contenimento ed Abbattimento del Rumore del tratto di Autostrada A10 Genova - Savona, compreso tra le chilometriche 10+025 e 10+605. Gli interventi in oggetto costituiscono il completamento del più generale intervento previsto lungo il tracciato dell'Autostrada A10, compresi tra il viadotto Branega a est e lo svincolo di Voltri ad ovest.

Il progetto definisce la tipologia delle barriere di sicurezza da installare lungo i tratti autostradali citati, all'interno dei limiti di intervento, ed individua le relative modalità di installazione, in conformità con quanto previsto dalla normativa vigente, richiamata al Capitolo 3. Gli esatti confini dell'area d'intervento per il progetto delle barriere di sicurezza sono riportati nelle planimetrie di progetto.

Occorre inoltre precisare che l'intervento in oggetto ricade nel più ampio programma di sostituzione degli attuali impianti di sicurezza installati sulle opere d'arte lungo la rete di competenza di Autostrade per l'Italia con nuove barriere idonee ad assorbire parte dell'energia di cui è dotato il veicolo in movimento, limitando gli effetti d'urto sui passeggeri e sui terzi eventualmente presenti.

La presente relazione è redatta conformemente a quanto richiesto dall'art. 2 del Decreto 18 febbraio 1992 n. 223.

2 ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO

Per lo sviluppo del progetto sono state effettuate le attività preliminari relative all'acquisizione dei seguenti dati contenuti all'interno degli elaborati di progetto, riguardanti l'andamento planimetrico, altimetrico, sezioni tipo e sezioni correnti:

- l'altezza dei rilevati, la pendenza delle scarpate e la larghezza degli arginelli;
- le caratteristiche geometriche dei cordoli di bordo delle opere d'arte (ponti, viadotti, sottovia);
- gli ostacoli lungo il bordo dell'autostrada (cartelli di segnaletica, pali d'illuminazione, manufatti vari, ecc.);

Nello sviluppo del progetto delle barriere sono state svolte le seguenti attività:

- a) definizione della classe minima delle barriere di sicurezza per i diversi elementi infrastrutturali presenti in progetto;
- b) definizione delle modalità d'installazione dei diversi tipi di barriera previsti, in funzione delle caratteristiche costruttive dei bordi stradali e delle opere d'arte nonché della presenza di barriere antifoniche o altri ostacoli a bordo strada.

Il progetto è corredato dai seguenti elaborati grafici:

- dettagli tipologici e transizioni di progetto;
- particolari costruttivi;
- planimetria dello stato attuale e rimozioni Carr. Est e Ovest;
- planimetria di progetto Carr. Est e Ovest.

Per ragioni di uniformità, sia relativamente allo specifico intervento sia al più esteso programma di sostituzione sulla rete di competenza di Autostrade per l'Italia degli attuali impianti di sicurezza installati sulle opere d'arte, all'interno degli elaborati grafici sono stati individuati dettagli tipologici definiti secondo codici alfanumerici. Negli elaborati strutturali si è poi provveduto a definire e a dettagliare l'effettiva modalità di intervento sui supporti esistenti (cordoli di opere d'arte, muri di sostegno) in relazione alle specifiche caratteristiche delle opere interessate e a definire i nuovi supporti (cordoli gettati in rilevato).

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

A1. Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 3065 del 25.08.2004.

“Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”.

A2. D.M. 21 giugno 2004 (G.U. n. 182 del 05.08.04).

“Aggiornamento alle 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”.

A3. D.M. 18 febbraio 1992, n. 223. (G.U. n. 63 del 16.03.92).

Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza.

A4. D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i..

Nuovo codice della Strada.

A5. D.P.R. n. 495/92 e s.m.i..

Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada.

A6. D.M. 5 novembre 2001, n. 6792.

Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.

A7. Circolare Ministero dei Trasporti del 15.11.2007 "Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004".

A8. Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.07.2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".

A9. Norme UNI EN 1317 "Barriere di sicurezza stradali":

-UNI EN 1317-1:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova";

-UNI EN 1317-2:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari";

-UNI EN 1317-3:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto";

-UNI ENV 1317-4:2003 "Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza";

-UNI EN 1317-5:2012 "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli".

A10. DM 28.06.2011 (Gun. 233 del 06.10.2011)

"Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale".

4 SCELTA DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA

La definizione delle classi minime delle barriere da adottare in progetto è stata operata, secondo quanto previsto dal D.M. 21.6.2004, in funzione della classe funzionale a cui appartiene la strada e della classe di traffico che la impegna. Il caso in esame riguarda il progetto delle barriere di sicurezza per un'autostrada extraurbana - classe A secondo il D.Lgs. n.285 del 30 Aprile 1992 *"Nuovo Codice della Strada"*. Nel tratto in esame risultano condizioni di traffico di tipo III. Infatti, come mostrato in Tabella 1, i valori di TGM bidirezionali sono molto maggiori di 1,000 veicoli/giorno e la percentuale di veicoli pesanti è superiore al 15% indicato nella norma.

Viadotto	Autos	Carr	Tratta	TGM (tot)	TGM (vp)	%vp	Classe DM 2004
Sottovia Sorgenti Sulfuree e O.M.	A10	E/O	Genova Pegli - Genova Voltri	30,012	4,507	15,02%	III

Tabella 1 - dati di traffico (anno 2012 valori TGM medio sulle due carreggiate, fonte ASPI)

Pertanto le classi minime di contenimento per le barriere da installare sono:

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte (1)
Autostrade	III	H3-H4	H2-H3	H3-H4
<ul style="list-style-type: none"> per ponti e viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 m; opere di luce minore sono equiparate al bordo laterale analogamente al caso di muri di sostegno 				

Tabella 2 - classi minime di contenimento da D.M. 21.6.2004

Sulle opere d'arte si adotteranno barriere di classe H4 per limitare il rischio di caduta di automezzi sulla sede sottostante; per le relative ali funzionali verranno adottate barriere di classe minima H3.

I dispositivi di ritenuta da impiegare in opera dovranno essere tutti dotati di marcatura CE ai sensi del D.M. 28.06.2011 e della norma UNI EN 1317-5. Negli elaborati di progetto e nella presente relazione tecnica sono indicati i requisiti prestazionali delle diverse barriere utilizzabili in progetto.

Per ragioni di uniformità nell'ambito dell'intero programma di sostituzione degli attuali impianti di sicurezza installati sulle opere d'arte e più in generale degli interventi di sostituzione e potenziamento delle barriere di sicurezza su tutta la rete di competenza di Autostrade per l'Italia, è stato previsto il ricorso ad un set specifico di barriere di riferimento.

Per questo progetto, per le barriere polifunzionali, bordo ponte e bordo laterale sono state pertanto considerate le barriere indicate in Tabella 3, dove sono sintetizzate le caratteristiche principali di ognuna di esse.

Classe	Tipo	Materiale	Marca	Nome	L _f [m]	ASI	W _{b1} [m]	W _{b2} [m]	L _b [m]
H4	Bordo ponte	metallica	Autostrade	BROH4BP8	90	1.2	0.5	1.7	0.50
H4	Bordo ponte integrata	metallica	Autostrade	INTEGAUTOS-S h=3.5 metri	81	1.4	0.5	1.5	0.50
H4	Bordo ponte integrata	metallica	Autostrade	INTEGAUTOS-S h= 5.00metri	81	1.4	0.5	1.9	0.50
H3	Bordo laterale	metallica	Autostrade	BROH3BL6	94.5	1.1	0.5	1.9	0.44

Tabella 3 - barriere da "bordo ponte" e da "bordo laterale" adottate in progetto

dove:

- L_f Lunghezza di funzionamento
- ASI Indice di severità
- W_{b1} larghezza operativa impatto veicolo leggero
- W_{b2} larghezza operativa impatto veicolo pesante
- L_b Larghezza dispositivo

Sarà facoltà dell'Appaltatore avvalersi di dispositivi equivalenti alternativi a quelli previsti nel progetto. Tali dispositivi equivalenti dovranno rispondere ai requisiti prestazionali indicati in appendice 3 al presente documento. In tale ipotesi l'Appaltatore dovrà inoltre provvedere, con riferimento ai dispositivi che intende installare, a redigere un nuovo progetto che dovrà contenere (quanto meno) le verifiche e le valutazioni eseguite nel presente progetto con riferimento ai citati

dispositivi e a rendere disponibili i progetti costruttivi delle transizioni tra i dispositivi proposti e tra questi ultimi e le altre barriere previste in progetto o esistenti nonché degli elementi terminali e di avvio delle barriere equivalenti proposte.

5 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTATO

L'intervento progettato prevede:

Carreggiata ovest:

- 1) A Inizio intervento, lungo il bordo laterale destro, il collegamento della barriera esistente di classe H4 tipo INTEGAUTOS-S di altezza $h=5.00$ sul viadotto Branega al nuovo muro porta FOA in corrispondenza della pk 10+068; in progetto è previsto che la barriera sia opportunamente raccordata al nuovo muro (di altezza minima 2.00 m) in modo da garantire la piena efficacia della protezione dell'opera d'arte, collegamento al muro che agisce in qualità di "ala funzionale".
- 2) Sempre in prossimità dell'inizio intervento, ma sul bordo laterale sinistro, il collegamento della barriera NJ bordo ponte esistente al nuovo muro porta copertura fonica in corrispondenza della pk 10+091; il muro sarà dotato di un elemento speciale iniziale in c.a., di altezza variabile (da 1.00m a 2.00m) e dotato di opportune transizioni in grado di evitare che le barriere in cls bordo ponte in spartitraffico ad esso adiacenti si spostino in modo da esporre al traffico il bordo trasversale rigido del manufatto stesso. La continuità strutturale con le barriere in cls correnti in spartitraffico sarà ottenuta prevedendo il collegamento dell'ultimo modulo di barriera in cls tramite barre rullate di collegamento e l'eventuale piastrina metallica alla base (per la visione del dettaglio si rimanda al particolare MSX3_I dell'elaborato "Dettagli tipologici e transizioni di progetto").
- 3) La sostituzione delle attuali barriere in cls tipo bordo ponte polifunzionali, poste sui margini destro e sinistro del viadotto Palmaro esistente, con nuove barriere da bordo ponte di classe H4 tipo BROH4BP8 e rete a tergo (in tale tratto la protezione acustica è garantita dalla nuova copertura antifonica che ha i montanti posti a una distanza minima di 1.70m compatibile con la larghezza operativa della barriera di sicurezza); in corrispondenza dei muri andatori della spalla ovest e prevista in progetto l'installazione di barriere integrate di classe H4 (in continuità con le barriere bordo ponte di classe H4) di tipo INTEGAUTOS-S di altezza $h=5.00$ metri. È inoltre previsto in progetto che le barriere di nuovo impianto siano opportunamente raccordate o ai muri di controripa esistenti o ai nuovi muri porta FOA (di altezza minima 2.00 m) in modo da garantire la

piena efficacia della protezione dell'opera d'arte, collegamenti ai muri che agiscono in qualità di "ala funzionale". Fa eccezione l'installazione lato spalla ovest sul margine laterale destro dove è previsto il collegamento della nuova barriera integrata di classe H4 tipo INTEGAUTOS-S con la barriera esistente di pari tipologia e classe, e che consente quindi la piena continuità strutturale con il nuovo impianto.

- 4) La sostituzione delle attuali barriere metalliche, poste in corrispondenza del margine sinistro del sottovia "Sorgenti Sulfuree", con nuove barriere metalliche bordo ponte integrate di classe H4 tipo INTEGAUTOS-S di altezza h=5.00 metri. È inoltre previsto in progetto che le barriere di nuovo impianto siano opportunamente raccordate, a monte e a valle dell'opera, ai nuovi muri porta FOA (di altezza minima 2.00 m) in modo da garantire la piena efficacia della protezione dell'opera d'arte, collegamenti ai muri che agiscono in qualità di "ala funzionale".
- 5) La sostituzione delle attuali barriere metalliche, poste in corrispondenza del margine sinistro del sottovia di svincolo di Genova Voltri, con nuove barriere metalliche bordo ponte integrate di classe H4 tipo INTEGAUTOS-S di altezza h=5.00 metri. È inoltre previsto in progetto che le barriere di nuovo impianto siano opportunamente raccordate a monte dell'opera ai nuovi muri porta FOA (di altezza minima 2.00 m) in modo da garantire la piena efficacia della protezione dell'opera d'arte, e a valle dell'opera alle nuove barriere bordo ponte tipo BROH4BP8 già previste dai lavori di sostituzione sulla rete di competenza di Autostrade per l'Italia nella tratta adiacente; tali collegamenti agiscono in qualità di "ala funzionale".

Carreggiata est:

- 1) La sostituzione delle attuali barriere metalliche, poste in corrispondenza del margine destro del sottovia di svincolo di Genova Voltri, con nuove barriere metalliche bordo ponte integrate di classe H4 tipo INTEGAUTOS-S di altezza h=5.00 metri. Per le nuove barriere integrate è prevista in progetto l'estensione nel tratto a monte dell'opera con barriera bordo ponte di classe H4 tipo BROH4BP8 installata su nuovo cordolo in c.a in rilevato e su muro di sostegno, estesa a sua volta con barriera da bordo laterale di classe H3 tipo BROH3BL6 (tratto in approccio al muro di sostegno) a costituire l'ala funzionale della barriera bordo ponte. Nel tratto a valle del sottovia la barriera di nuovo impianto (tipo INTEGAUTOS-S) verrà opportunamente raccordata ai nuovi muri porta

FOA (di altezza minima 2.00 m) in modo da garantire la piena efficacia della protezione dell'opera d'arte, collegamento al muro che agisce in qualità di "ala funzionale".

- 2) La sostituzione delle attuali barriere metalliche, poste in corrispondenza del margine destro del sottovia "Sorgenti Sulfuree", con nuove barriere metalliche bordo ponte integrate di classe H4 tipo INTEGAUTOS-S di altezza h=5.00 metri. Nel tratto a monte del sottovia la barriera di nuovo impianto (tipo INTEGAUTOS-S) verrà opportunamente raccordata ai nuovi muri porta FOA (di altezza minima 2.00 m) in modo da garantire la piena efficacia della protezione dell'opera d'arte, a valle del sottovia la barriera integrata verrà estesa oltre l'opera con barriera bordo ponte di classe H4 tipo BROH4BP8 opportunamente raccordata nella cuspide che si crea con la rampa di immissione dallo svincolo di Voltri.
- 3) La sostituzione, lungo il margine laterale destro, della barriera esistente bordo ponte tipo NJ in acciaio sul muro di sostegno in appoggio al viadotto Branega con nuove barriere metalliche bordo ponte integrate di classe H4 tipo INTEGAUTOS-S di altezza h=3.50 metri opportunamente collegate alle barriere metalliche polifunzionali esistenti di pari classe e altezza. La barriera nel tratto di inizio impianto verrà opportunamente raccordata al nuovo muro porta copertura fonica (di altezza minima 2.00 m) in modo da garantire la piena efficacia della protezione dell'opera di sostegno.

Rampa di immissione di Voltri (carreggiata est):

- 1) Lungo il bordo laterale destro, sostituzione delle attuali barriere metalliche con barriere metalliche bordo ponte integrate di classe H4 tipo INTEGAUTOS-S di altezza h=5.00 metri, e installate su nuovo cordolo in rilevato (da pk 6+130 a pk 6+230 ca.) e su opera d'arte in corrispondenza del sottovia "Sorgenti Sulfuree" (da pk 6+230 a pk 6+250 ca.). Nel tratto a monte del sottovia l'ala funzionale dell'opera d'arte è ampiamente garantita dall'estensione della barriera polifunzionale su cordolo in c.a. in rilevato (L=97 m ca.), a valle dell'opera la barriera verrà opportunamente raccordata al nuovo muro porta copertura fonica (di altezza minima 2.00 m) in modo da garantire la piena efficacia della protezione dell'opera d'arte, collegamento al muro che agisce in qualità di "ala funzionale".
- 2) Lungo il bordo laterale sinistro, la sostituzione delle attuali barriere metalliche, poste in corrispondenza del sottovia "Sorgenti Sulfuree", con nuove barriere metalliche bordo

ponte di classe H4 tipo BROH4BP8 e rete a tergo. La barriera a monte dell'opera è estesa opportunamente in progetto con barriera da bordo laterale di classe H3 tipo BROH3BL6 che agisce in qualità di "ala funzionale", a valle del sottovia la barriera è stata estesa oltre l'opera con barriera bordo ponte di classe H4 tipo BROH4BP8 opportunamente raccordata nella cuspide che si crea con la carreggiata est autostradale in corrispondenza dell'immissione di Voltri.

Per tutti i diversi tratti di barriera di nuovo impianto, così come sopra descritti e rappresentati, è stato previsto il mutuo collegamento strutturale attraverso idonee "transizioni"; analoghi collegamenti sono stati previsti tra le barriere di nuovo impianto e le barriere esistenti in corrispondenza dei limiti di intervento.

6 CRITERI DI PROTEZIONE OPERE D'ARTE

Per quanto riguarda le opere d'arte (includendo nel novero anche i muri di sostegno posti a lato della carreggiata autostradale) i criteri di protezione adottati nell'ambito del presente progetto (e più in generale nell'intero programma di sostituzione sulla rete di competenza di Autostrade per l'Italia degli attuali impianti di sicurezza installati sulle opere d'arte) sono i seguenti:

- opere d'arte maggiori con luce opera > 10m (e luce opera < 10m in attraversamento su FS, SS, SP): impiego di barriera **H4 BP**
- opere d'arte minori (luce netta opera \leq 10m) e muri di sostegno: impiego di barriera **H2 BP** a meno che il muro di sostegno o l'opera d'arte non presentino condizioni al contorno tali da richiedere una maggiore capacità di contenimento da parte delle barriera (es. presenza di abitazioni o infrastrutture negli spazi sottostanti). In questo caso si passerà alla barriera H4 bordo ponte.

Nel presente progetto tutte le opere d'arte sono di luce superiore a 10m e pertanto si sono previste barriere bordo ponte di classe H4. Barriere di classe H4 sono state previste anche per i brevi tratti su muri di sostegno, ciò al fine di ottimizzare la futura gestione e manutenzione della strada minimizzando i tipi da utilizzare, in linea con il criterio di uniformità di cui all'art.6 del D.M.21.06.2004.

Nel progettare l'installazione sono stati adottati i seguenti criteri:

- A. Se la lunghezza del CORDOLO dell'opera è $\geq L_f$ (lunghezza di funzionamento) l'installazione della barriera bordo ponte è stata completata ai lati con due "ali" ($L=1/3 L_f$) al fine di garantire l'efficacia della protezione alle estremità dei tratti in bordo ponte.

Per realizzare le due "ali" sono state utilizzate barriere da bordo rilevato (dispositivo secondario) formando, in tale caso, con la barriera da bordo ponte (dispositivo principale), un dispositivo misto; in altri casi l'estensione della protezione dell'opera d'arte è stata realizzata con lo stesso dispositivo bordo ponte installato su nuovo cordolo in c.a. su rilevato adiacente.

Nei casi in cui invece, come spesso accade nel presente progetto, l'opera sia confinata nei tratti immediatamente adiacenti alle spalle da muri esistenti, o da nuovi muri porta barriere acustiche, è stato previsto in progetto che le barriere di sicurezza di nuovo impianto siano opportunamente raccordate ai muri (di altezza minima 2.00 m e che quindi concorrono pienamente al contenimento dei veicoli) in modo da garantire la piena efficacia della protezione dell'opera d'arte, collegamenti ai muri che agiscono quindi in qualità di "ala funzionale".

- B. Se la lunghezza del CORDOLO dell'opera è $< L_f$ è stata prevista l'installazione, in prosecuzione della barriera bordo ponte (dispositivo principale), di una barriera da bordo rilevato (dispositivo secondario), fino al raggiungimento di una lunghezza complessiva pari a L_f , costituendo un dispositivo misto; è previsto che il dispositivo secondario sia posizionato prima e dopo la barriera bordo ponte. In altri casi l'estensione della protezione dell'opera d'arte è stata realizzata con lo stesso dispositivo bordo ponte installato su nuovo cordolo in c.a. sul rilevato adiacente.

Il dispositivo secondario avrà in questo caso anche la funzione di "ala" e pertanto non potrà avere, per ciascuno dei due tratti a monte ed a valle della barriera bordo ponte, una lunghezza inferiore a $1/3 L_f$, sia in ingresso che in uscita.

Nel caso in cui l'estensione del dispositivo secondario, necessaria a raggiungere L_f , sia superiore a $2/3 L_f$ (somma dell'ala in ingresso e dell'ala in uscita) la lunghezza aggiuntiva è stata allocata sul lato in ingresso.

Nei casi in cui invece, come spesso accade nel presente progetto, l'opera sia confinata nei tratti immediatamente adiacenti alle spalle da muri esistenti, o da nuovi muri porta barriere acustiche, è stato previsto in progetto che le barriere di sicurezza di nuovo impianto siano opportunamente raccordate ai muri (di altezza minima 2.00 m) in modo da garantire la piena efficacia della protezione dell'opera d'arte, collegamenti ai muri che agiscono quindi in qualità sia di "ala funzionale" che di ripristino della lunghezza minima di funzionamento in relazione agli sforzi che vengono così trasferiti alla struttura in c.a..

Si fa presente che il concetto di "ala funzionale" deve essere inteso sia con riferimento specifico al caso delle opere d'arte come opportuna *"estensione oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente ritenuto che il comportamento delle barriere in opera sia paragonabile a quello delle barriere sottoposte a prova d'urto"* che più in generale delle porzioni di dispositivo da prevedere a monte e a valle di un ostacolo da proteggere o, più in generale, di tratto da proteggere al fine di dare efficacia alla protezione. In caso di concomitanza di più condizioni la lunghezza di $1/3 L_f$, sia in ingresso che in uscita, è da intendersi riferita all'elemento da proteggere più esterno rispetto all'impianto di progetto.

Per quanto riguarda le classi di barriere da adottare per i dispositivi secondari sono previsti i seguenti criteri:

- nel caso in cui, per il dispositivo principale, sia prevista in progetto una barriera H4 da bordo ponte (vedi punto 1), è previsto che il dispositivo secondario, posto prima e dopo il dispositivo principale anche nella funzione di "ala", dal momento che la classe del dispositivo principale è superiore a quella minima richiesta dal DM 21.06.2004 (Tabella 1 - classe H3), sia costituito da una barriera H3 da bordo rilevato.
- nel caso in cui, per il dispositivo principale, sia prevista in progetto una barriera H2 da bordo ponte (vedi punto 2), è previsto che il dispositivo secondario, posto prima e dopo il dispositivo principale anche nella funzione di "ala", sia costituito da una barriera H2 da bordo rilevato.

Come già detto in precedenza, essendo le barriere previste in progetto su opera d'arte tutte di classe H4, i dispositivi secondari previsti in approccio sono tutti di classe maggiore o uguale ad H3.

7 CRITERI DI PROTEZIONE IN PRESENZA DI OSTACOLI LATERALI (PALI DI ILLUMINAZIONE, BARRIERE ACUSTICHE)

Gli ostacoli laterali che in caso d'urto potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada o subire danni comportando quindi un pericolo per i non utenti della strada, vengono protetti con barriere di sicurezza in tutti i casi in cui la posizione e la natura dell'ostacolo consente alla barriera di realizzare una protezione efficace.

Con riferimento a questa modalità le condizioni ottimali di installazione richiedono una distanza tra il fronte del dispositivo di ritenuta e l'ostacolo non inferiore alla larghezza operativa della barriera (veicolo pesante), tale condizione risulta in progetto sempre soddisfatta:

a) *Pali d'illuminazione:*

Gli ostacoli verranno riposizionati ad una distanza non inferiore alla larghezza operativa dei dispositivi di ritenuta di cui è prevista in progetto l'installazione e in particolare:

- Con barriera metalliche bordo laterale di classe H3 tipo BROH3BL6: il palo verrà posizionato ad una distanza minima pari a 2.4 m dal ciglio pavimentato (fronte lama barriera).
- Con barriera metalliche bordo ponte di classe H4 tipo BROH4BP8: il palo verrà posizionato ad una distanza minima pari a 1.7 m dal ciglio pavimentato (fronte lama barriera).
- Con barriera barriere metalliche bordo ponte integrate di classe H4 tipo INTEGAUTOS-S (altezza $h=5.00$ metri): il palo verrà posizionato ad una distanza minima pari a 1.9 m dal ciglio pavimentato (fronte lama barriera).

b) *Barriere antifoniche:*

In progetto sono previste barriera acustiche poste in testa a muri di altezza minima 2.0m, tale soluzione è stata condizionata sia dai vincoli al contorno che non permettevano l'impiego di soluzioni con sistema disaccoppiato "barriera di sicurezza + barriera acustica" che da esigenze di protezione acustica con altezze superiori ai 5.0m e che non sono gestibili con i dispositivi di sicurezza integrati attualmente presenti sul mercato ($h_{max}=5.0$). In ogni caso il muro, che ha un'altezza $H \geq 2.0$ m, è tale da garantire il contenimento dei veicoli e che non si verificano rollii

significativi in caso di mezzo pesante impattante e quindi non vengano coinvolte le strutture poste in sommità del muro.

Infine, relativamente alle installazione barriere da bordo ponte di classe H4 tipo BROH4BP8 sui margini destro e sinistro del viadotto Palmaro esistente, dove la protezione acustica è garantita dalla nuova copertura antifonica, è previsto in progetto che i montanti della copertura siano posti ad una distanza minima di 1.7m compatibile con la larghezza operativa della barriera di sicurezza.

8 DISPOSITIVI DI RITENUTA COMPLEMENTARI

Oggetto del presente paragrafo sono sia dispositivi di ritenuta ai sensi della EN1317 (attenuatori d'urto, transizioni, terminali speciali) che gli elementi iniziali e finali di una barriera di sicurezza.

Per quanto riguarda i primi si rappresenta che ad oggi solo per gli attenuatori d'urto risulta l'obbligatorietà del marchio CE, mentre per transizioni e terminali speciali non è possibile la marcatura CE considerato che la EN 1317-4 che ne stabilisce i requisiti per la valutazione di conformità è norma volontaria.

In progetto per il collegamento delle barriere di nuova installazione sono state previste le transizioni standard definite dal progettista dei dispositivi. I collegamenti tra le barriere INTEGAUTOS-S, BROH4BP8 e BROH3BL6 sono da considerarsi strutturalmente continui ai fini della realizzazione di sistemi misti ai sensi dell'art. 6 del D.M. 21.06.2004.

Per quanto attiene ai collegamenti delle barriere di progetto con i dispositivi esistenti in corrispondenza dei limiti di intervento si è provveduto ad individuare soluzioni tali da garantire la continuità dell'elemento longitudinale principale e comunque volte a scongiurare che il dispositivo di ritenuta diventi esso stesso elemento di pericolo.

Nel caso di ricorso a dispositivi equivalenti sarà onere dell'Appaltatore presentare i progetti costruttivi delle transizioni tra i dispositivi proposti e tra questi ultimi e le altre barriere previste in progetto o esistenti nonché degli elementi terminali e di avvio delle barriere equivalenti proposte. Relativamente ai collegamenti con i dispositivi esistenti sarà in ogni caso onere dell'Appaltatore provvedere al rilievo delle barriere e alla predisposizione dei disegni costruttivi dei pezzi speciali.

Le soluzioni tecniche dovranno comunque attenersi al rispetto delle regole di progettazione riportate nei seguenti paragrafi.

8.1 Transizioni

Le transizioni (standard) tra barriere di diverso tipo e classe dovranno essere ottenute utilizzando i raccordi ed i pezzi speciali di giunzione previsti dal costruttore, curando che non rimangano in alcun caso discontinuità tra gli elementi longitudinali che compongono le barriere.

I raccordi tra elementi longitudinali posti ad altezze e posizioni in pianta differenti dovranno essere risolti mediante elementi inclinati verticalmente e orizzontalmente, con angolo d'inclinazione, rispetto all'allineamento degli elementi adiacenti tale da garantire il trasferimento degli sforzi orizzontali.

L'interruzione di elementi longitudinali secondari nelle zone di transizione dovrà avvenire mediante l'installazione dei terminali previsti dal costruttore, utilizzando accorgimenti volti a scongiurare la possibilità di un urto diretto contro la parte terminale dell'elemento, ad esempio prevedendo di arretrare l'elemento stesso rispetto all'allineamento degli elementi longitudinali continui principali, prima della sua interruzione, di inclinarlo fino a terra o andandolo a collocare dietro agli elementi longitudinali correnti.

Nel caso di sistema misto la transizione sarà considerata strutturalmente continua laddove il sistema realizzato dall'affiancamento dei due dispositivi (bordo opera e bordo laterale) preveda:

- l'utilizzo di barriere dello stesso materiale;
- la continuità degli elementi longitudinali resistenti¹.

¹ Si considerano elementi longitudinali resistenti la lama principale a tripla onda, l'eventuale lama secondaria sottostante o soprastante la lama principale, ed i profilati aventi funzione strutturale. Non sono considerati elementi strutturali i correnti superiori con esclusiva funzione di antiribaltamento ed i correnti inferiori pararuota. La continuità degli elementi longitudinali delle 2 barriere può essere garantita anche se questi sono installati ad altezze diverse. In questo caso dovranno essere utilizzati elementi di raccordo inclinati con un angolo tale da garantire il trasferimento degli sforzi orizzontali.

In alternativa potrà essere valutata l'opportunità di modificare, innalzandola oltre il valore minimo indicato in progetto, la classe di contenimento di una o di entrambe le barriere contigue così da trovare un accoppiamento che garantisca i suddetti requisiti.

La rigidezza dei singoli dispositivi del sistema misto dovrà essere confrontabile (valori di deformazione dinamica simili²); in caso contrario la barriera più deformabile dovrà essere irrigidita nelle parte terminale che precede la transizione.

Diversamente da quanto suddetto, la transizione non potrà essere considerata strutturalmente continua e pertanto la protezione dei tratti a monte e a valle dovrà essere realizzata con la stessa barriera prevista sull'opera, andando a realizzare sul rilevato adiacente alla spalla un cordolo con idonee caratteristiche geometriche e strutturali.

8.2 Collegamenti alle barriere esistenti

I criteri previsti per le transizioni tra dispositivi di progetto saranno validi in generale anche per il collegamento con le barriere esistenti in corrispondenza dei limiti di intervento del progetto delle barriere di sicurezza.

Per quanto attiene a tali collegamenti, in relazione alle effettive caratteristiche dei dispositivi in opera dovrà essere garantita quantomeno la continuità dell'elemento principale e utilizzati accorgimenti volti a scongiurare che il dispositivo di ritenuta diventi esso stesso elemento di pericolo.

L'interruzione di elementi longitudinali secondari dovrà avvenire mediante l'installazione dei terminali previsti dal costruttore, utilizzando accorgimenti volti a scongiurare la possibilità di un urto diretto contro la parte terminale dell'elemento, ad esempio prevedendo di arretrare l'elemento stesso rispetto all'allineamento degli elementi longitudinali continui principali, prima della sua interruzione, di inclinarlo fino a terra o andandolo a collocare dietro agli elementi longitudinali correnti.

² Nel caso di collegamento tra barriera bordo ponte di classe H4 e barriera bordo laterale di classe H3 si dovrà tenere conto che la deformazione misurata deriva da urti con caratteristiche diverse. Deve essere pertanto valutata per una delle due barriere una deformazione equivalente in modo di riferirsi ad un'unica tipologia di urto.

8.3 Collegamenti ai muri

Nei casi in cui, sia materialmente impossibile prevedere l'installazione delle "ali" o di un dispositivo principale/misto di lunghezza almeno pari ad L_f (ad es. opera d'arte di lunghezza inferiore ad L_f posizionata tra nuovi muri porta barriera acustica) è stato previsto in progetto di ancorare convenientemente le estremità della barriera ai manufatti in modo da assicurare il trasferimento dei carichi conseguenti agli impatti (vedi appendice 2).

In progetto si è dunque previsto il collegamento delle barriere di sicurezza ai muri in modo da dare efficacia alla protezione per l'intero tratto in argomento e per garantire la protezione dalla sezione iniziale del muro prevedendo un'opportuna sovrapposizione delle barriere H4 bordo ponte e/o H4 integrate ai muri.

Si è inoltre provveduto a verificare la sussistenza di opportune geometrie al fine di consentirne l'ancoraggio dei dispositivi di ritenuta ai manufatti. In ogni caso nell'installazione si dovrà studiare il tracciamento dei punti di posa dei montanti al fine di definire un posizionamento del dispositivo che consenta il corretto ancoraggio ai manufatti esistenti.

Per maggiori dettagli si rimanda agli specifici schemi degli elaborati "Dettagli tipologici e transizioni di progetto" facenti parte del presente progetto.

9 RETI DI PROTEZIONE

Con la sola finalità di evitare la caduta di materiale nello spazio sottostante, sull'opera d'arte in corrispondenza degli attraversamenti stradali (ove comunque una protezione con rete è già esistente) si è previsto l'impiego di reti di protezione $h = 2$ m a tergo dei dispositivi di ritenuta. Le reti sono state omesse nei casi in cui si prevede l'utilizzo di barriere integrate a pannelli chiusi.

Tutti i tratti di barriera con rete di protezione a tergo sono stati estesi in progetto oltre il punto da proteggere per almeno 10 m a monte e a valle dello stesso.

Nel caso di ricorso a dispositivi equivalenti dovranno essere impiegate barriere dotate di marchio CE nella configurazione con rete a tergo.

10 ADATTAMENTO DEI DISPOSITIVI ALLA SEDE STRADALE

L'art. 6 del D.M. 21.06.2004 prescrive di adattare il supporto dei dispositivi di ritenuta alle caratteristiche della sede stradale ove questi sono installati.

Per l'installazione delle barriere da bordo laterale con paletti infissi su scarpate esistenti e arginelli di dimensioni ridotte (0,50 m) si è prevista una profondità d'infissione superiore a quella riportata nei certificati di crash test e rispettivamente pari a 1,30 m (+0,30 m) per la barriera BROH3BL6 di Autostrade S.p.A. Si rimanda all'appendice 1 per una descrizione della modalità con cui si è valutata la profondità d'infissione necessaria ad assicurare il corretto funzionamento della barriera nel caso di arginello di larghezza 50 cm.

Per questioni di ottimizzazione delle forniture e per favorire la semplicità di montaggio, in relazione anche al fatto che queste tipologie di impianto hanno sviluppi limitati negli interventi in oggetto, si è previsto ovunque l'impiego dei dispositivi con montanti di lunghezza maggiorata.

L'infissione maggiorata dei paletti è da considerarsi una modifica di prodotto ai sensi dell'Allegato ZA della UNI EN 1317-5. Il dispositivo di sicurezza adottato discende pertanto da un prodotto esistente dotato di marcatura CE per il quale un ente certificatore regolarmente accreditato ha rilasciato l'estensione del marchio CE anche per la modifica introdotta (pali di lunghezza maggiorata).

Per quanto attiene alla stabilità trasversale del veicolo impattante nelle condizioni di scarpate esistenti, si è fatto riferimento a quanto previsto in merito dal D.M. 21.06.2004 e ribadito dalla Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti 21.07.2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione ed impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali":

*“Ferme restando le prescrizioni normative esistenti in merito alla larghezza minima degli elementi marginali, ove vigenti, tale verifica, tanto per le strade nuove che per quelle esistenti, potrà essere svolta con i criteri analitici che si riterranno al riguardo più opportuni, valutando la congruenza tra le prestazioni offerte dalla barriera e le caratteristiche del supporto in sede progettuale. **Nel caso di strade esistenti, questi criteri potranno anche contemplare il calcolo dello spazio di lavoro con riferimento all'incidente abituale**”.*

Di conseguenza, si è verificato che per lo specifico prodotto (BROH3BL6 di Autostrade S.p.A), un supporto sub orizzontale di larghezza 50 cm è compatibile con la deformazione associata all'urto più probabile³ (vettura di classe C). Infatti, i valori di deflessione dinamica relativi risultano significativamente inferiori (rispettivamente $D_{din}=0,070$ m) e di conseguenza il supporto si reputa idoneo anche per urti di energia superiore all'urto più probabile preso a riferimento.

Valutazioni analoghe dovranno essere fatte anche in caso di adozione di dispositivi equivalenti.

Per quanto attiene alle barriere bordo ponte si è provveduto a verificare/adattare i supporti esistenti (cordoli di opere d'arte, muri di sostegno) e a realizzare i nuovi supporti (cordoli gettati in rilevato) affinché questi consentano l'installazione dei dispositivi con il sistema di ancoraggio utilizzato nella configurazione di crash test.

Per le barriere tipo bordo ponte metalliche BROH4BP8 e per le barriere integrate INTEGAUTOS-S – coerentemente con quanto indicato nei manuali di installazione – si è ritenuto idoneo un supporto di larghezza minima pari rispettivamente a 0,50 cm e 0,60 cm in relazione al comportamento dinamico della barriera in occasione dell'urto con mezzo pesante. Dai certificati di crash test si evince infatti che tutti i montanti sono rimasti attaccati al cordolo durante la fase d'urto. Ne consegue che il mezzo non ha significativamente superato con le ruote la piastra di collegamento tra i montanti ed il cordolo potendo al massimo aver transitato sulla parte inferiore dei montanti deformati. Si ritiene pertanto che le barriere possano essere poste in opera anche senza l'extralarghezza a tergo delle piastre di ancoraggio presenti nella configurazione di crash test.

Per le verifiche e gli adattamenti strutturali dei supporti esistenti e per la progettazione dei nuovi supporti si rimanda agli specifici elaborati facente parte del presente progetto.

In caso di adozione di dispositivi equivalenti sarà onere dell'Appaltatore far verificare ad un progettista abilitato l'effettiva compatibilità del sistema di ancoraggio delle barriere di sicurezza bordo ponte che si prevede di impiegare con le caratteristiche geometriche e strutturali dei supporti.

Nel caso di interventi previsti su opera d'arte, in presenza di interferenze locali quali giunti di dilatazione, caditoie per lo smaltimento dell'acqua piovana, piuttosto che rinunciare alla posa di

³ Autostrade per l'Italia - RESIT s.r.l - Mecalog Italia - Spea "Studio per l'individuazione dello "Spazio di Lavoro Probabile" delle barriere di sicurezza progettate ed omologate o in attesa di omologazione da parte di Autostrade"

qualche montante, come pure consentito dalla normativa vigente si preferisce far realizzare piastre modificate allargate lateralmente e dotate di maggior numero di fori per lato, che nei casi di interferenze consentono di avere un'alternativa al posizionamento dei tirafondi; in tal modo, si riuscirà a mantenere la continuità strutturale tra lama a tripla onda, tubi diagonali e tubo corrimano senza rinunciare ad alcun paletto. Si cercherà, quindi, di ancorare la piastra con almeno tre tirafondi, anche se sarà consentito rinunciare ad uno o due tirafondi laddove, nonostante questo accorgimento, non fosse possibile fare diversamente.

Il posizionamento dei dispositivi di ritenuta in viadotto dovrà essere effettuato prendendo come riferimento la posizione dei giunti al fine di evitare una variazione nella campata standard a cavallo del giunto e al fine di non richiedere ulteriori adattamenti del dispositivo (vedi quanto detto sopra a carattere generale). Sarà comunque onere dell'Appaltatore procedere con il tracciamento dei punti di posa dei montanti delle barriere su opera d'arte prima dell'inizio delle attività in modo da minimizzare l'adozione delle suddette piastre modificate e poterne definire chiaramente quantità, ricorrenze e geometria.

APPENDICI

APPENDICE 1: CALCOLO DELLA PROFONDITÀ DI INFISSIONE DEI PALETTI DELLE BARRIERE BORDO LATERALE PER ARGINELLO ESISTENTE DI LARGHEZZA MINIMA 0.5M

Premessa

La presente appendice illustra i calcoli effettuati per la verifica delle modalità di installazione delle barriere di sicurezza da bordo laterale a paletti infissi su arginello esistente da 0.50 m.

La verifica delle modalità di installazione delle barriere da bordo laterale si è resa necessaria , ai sensi dell'art. 5 del D.M. 21.06.2004, per:

- adeguare le modalità di ancoraggio delle barriere (paletti infissi) alla natura del terreno di supporto, costituente gli arginelli presenti nei tratti del rilevato delle tratte in esame;
- valutare la coerenza tra la deformabilità delle barriere in caso di un urto avente le caratteristiche di progetto (dipendente dalla classe minima di contenimento prescritta dalla normativa) alle caratteristiche dimensionali degli arginelli presenti lungo la tratta in esame.

Le verifiche oggetto della presente relazione hanno assunto, quale punto di partenza, la classe minima di contenimento delle barriere prevista dal D.M. 21.06.2004 per i bordi laterali delle autostrade e delle rampe di svincolo in condizioni di traffico di tipo III ovvero la classe H2.

Le verifiche sono state effettuate con riferimento alle caratteristiche costruttive e prestazionali delle barriere riportate nel paragrafo seguente "Caratteristiche delle barriere di riferimento.

Qualora, al momento dell'effettiva realizzazione delle opere, l'impresa Appaltatrice intendesse utilizzare barriere differenti aventi requisiti prestazionali e dimensionali non rientranti nel campo assunto a riferimento per le presenti verifiche, sarà sua cura ed onere dimostrare l'idoneità del prodotto in fornitura, aggiornando il presente rapporto alla luce delle specifiche caratteristiche del prodotto che intende utilizzare.

Articolazione delle verifiche

Per lo sviluppo delle verifiche sono state condotte le seguenti attività preliminari:

- acquisizione delle caratteristiche geometriche dei rilevati (larghezza arginello e pendenza delle scarpate) nella tratta in esame;

- definizione della classe minima di contenimento necessaria lungo i tratti in esame in relazione alle prescrizioni normative (classe H2).

Sulla base dei risultati delle attività preliminari sopraelencate, sono state effettuate le seguenti attività di verifica:

- individuazione (come riferimento per le verifiche) delle caratteristiche dimensionali e prestazionali delle barriere di classe H3 (classe prevista in progetto) che si prevede di installare.
- definizione delle modalità di installazione delle barriere da bordo laterale mediante calcolo della lunghezza minima di infissione dei paletti necessaria in relazione alla natura dei terreni di appoggio.

Documenti di riferimento

Stessi documenti del paragrafo 4 cui si rimanda.

Elenco dei simboli e delle abbreviazioni utilizzati nel testo

γ = Peso di Volume

ϕ = Coefficiente di attrito del terreno

c = Coesione del terreno

I dati di input per il dimensionamento

Caratteristiche geotecniche dei terreni costituenti gli arginelli

Per la caratterizzazione di natura geotecnica dei margini dei rilevati sono stati considerati i seguenti parametri a favore di sicurezza:

$\gamma = 1900 \text{ kg/mc}$;

$\phi = 33.7^\circ$ (pari all'angolo di naturale declivio della scarpata considerate, esclusivamente per tale parametro e a favore di sicurezza, con pendenze pari a 2/3);

$c = 0$.

Profondità massima della coltre vegetale che ricopre gli arginelli: 10cm;

Caratteristiche delle barriere di riferimento

Per la definizione delle caratteristiche delle barriere da adottare utili per le verifiche di installazione lungo il bordo laterale sono state esaminate le caratteristiche salienti delle seguenti tipologie di barriere che si prevede di installare.

Barriera da bordo laterale di classe H3, denominata "BROH3BL6" di Autostrade S.p.A, con le seguenti caratteristiche prestazionali:

- a. distanza tra il fronte delle lame ed il retro del montante 44 cm;
- b. larghezza del montante (dimensione longitudinale alla strada) pari a 12 cm;
- c. infissione del montante 100 cm;
- d. baricentro della lama principale-altezza dal piano viario: 65 cm;
- e. baricentro del corrente superiore-altezza dal piano viario: 146 cm;
- f. deformazione dinamica durante la prova di crash test per l'omologazione con mezzo pesante: $D_{din}=180$ cm.

Verifica delle modalità di installazione delle barriere bordo laterale

Le prove di crash test di barriere da bordo laterale sono generalmente eseguite su terreni pianeggianti (con estensione dietro la barriera che, rispetto alle dimensioni della stessa, può essere considerata indefinita) infisse in terreni generalmente con le seguenti caratteristiche:

$\gamma = 1900$ kg/mc;

$\phi = 35^\circ$;

$c = 0$.

Tali condizioni non sono presenti nel caso in esame in quanto sono presenti larghezze dell'arginello finite e pari a 50 cm e sono stati ipotizzati a favore di sicurezza terreni del rilevato con angolo d'attrito pari all'angolo di naturale declivio ($\phi = 33.7^\circ$) e con contributo nullo della coesione.

Appare quindi evidente la necessità, già richiamata dall'art. 5 del D.M. 21.06.2004, di verificare e eventualmente adattare il supporto dei dispositivi alla sede stradale dove questi dovranno essere installati.

Il seguente capitolo della relazione illustra i criteri adottati per adattare detti supporti alle diverse configurazioni dell'arginello in sito.

Criteri adottati nella verifica delle modalità di installazione delle barriere

Lo studio per definire le modalità di installazione nelle diverse condizioni ha riguardato due aspetti distinti:

- una verifica di natura geotecnica mirata a definire la profondità di infissione necessaria affinché il terreno risultasse in grado di offrire una resistenza almeno pari a quella delle condizioni di riferimento;
- una verifica di natura geometrica-analitica per valutare la stabilità trasversale del veicolo impattante che, a seguito dell'urto, si può trovare a percorrere la scarpata del rilevato per effetto della presenza di un arginello di dimensioni ridotte.

La verifica geotecnica è stata condotta schematizzando il terreno con il modello di Broms per valutare il momento resistente massimo offerto dal terreno. Ai fini della resistenza meccanica del terreno sono state considerate come "equivalenti" due configurazioni alle quali possa essere associato un pari momento resistente.

Il modello di Broms risulta applicabile, nella sua formulazione originaria, al caso di terreno indefinito (Figura 1). L'applicazione del modello ad un terreno con una configurazione diversa richiede la schematizzazione dei cunei di spinta passiva in uno spazio tridimensionale, come illustrato in Figura 2.

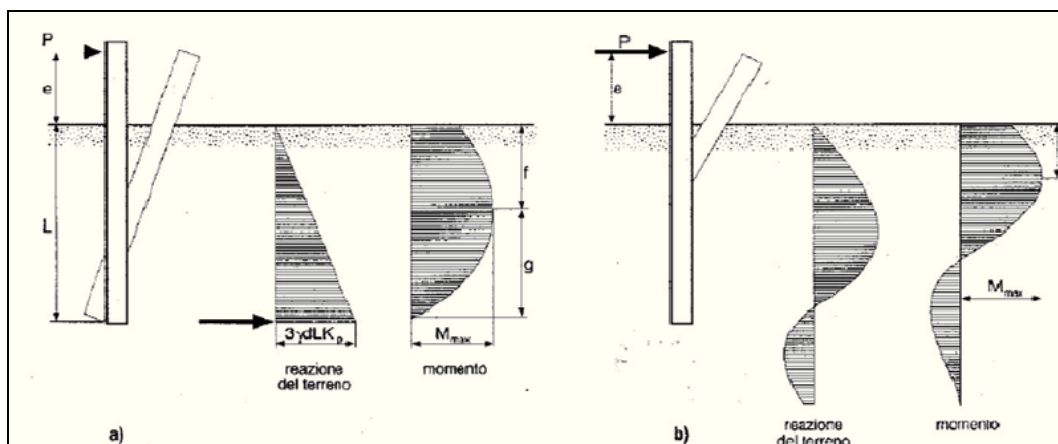


Figura 1: schematizzazione dell'azione del terreno su un palo infisso secondo Broms

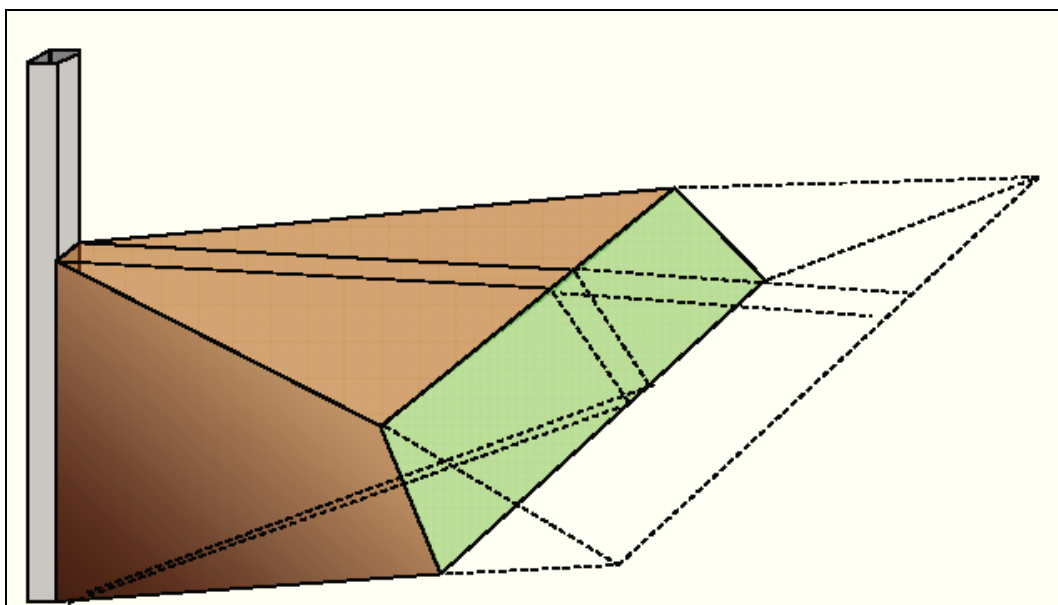


Figura 2: estensione del modello di Broms al caso di terreno con scarpata

Al diminuire della larghezza dell'arginello o all'aumentare della pendenza della scarpata (per le verifiche geotecniche, a favore di sicurezza, sono state considerate pendenze delle scarpate pari a 1/1) il cuneo di spinta passiva si riduce ed è necessario aumentare la profondità di infissione del montante per garantire lo stesso momento resistente.

In progetto sono state considerate le caratteristiche dell'arginello esistente (inteso come distanza tra il fronte della barriera ed il vertice della scarpata) di larghezza pari a 50cm e con scarpata 1/1.

Per quanto concerne il terreno in cui vengono infissi i montanti durante le prove di crash si è fatto riferimento ad un terreno incoerente avente angolo di resistenza a taglio di 35°.

Il modello adottato per le verifiche geotecniche prescinde da considerazioni sulla stabilità trasversale del veicolo impattante che, a seguito dell'urto, si può trovare a percorrere la scarpata del rilevato per effetto della presenza di un arginello di dimensioni ridotte. La posizione del mezzo durante l'urto dipende, oltre che dalla configurazione della scarpata, anche dalla deformazione trasversale dinamica della barriera (la massima registrata durante la prova di crash, per la classe di contenimento richiesta) e dalle caratteristiche geometriche del mezzo impattante.

Alla luce di ciò per tali verifiche di tipo geometrico-analitico si è fatto riferimento a quanto previsto in merito dal DM 21.06.2004 e ribadito dalla Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti 21.07.2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione ed impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali":

*"Ferme restando le prescrizioni normative esistenti in merito alla larghezza minima degli elementi marginali, ove vigenti, tale verifica, tanto per le strade nuove che per quelle esistenti, potrà essere svolta con i criteri analitici che si riterranno al riguardo più opportuni, valutando la congruenza tra le prestazioni offerte dalla barriera e le caratteristiche del supporto in sede progettuale. **Nel caso di strade esistenti, questi criteri potranno anche contemplare il calcolo dello spazio di lavoro con riferimento all'incidente abituale**".*

Di conseguenza, si è verificato che per lo specifico prodotto (BROH3BL6 di Autostrade S.p.A), un supporto sub orizzontale di larghezza 50 cm è compatibile con la deformazione associata all'urto più probabile⁴ (vettura di classe C). Infatti, i valori di deflessione dinamica relativi risultano significativamente inferiori ($D_{din}=0,070$ m) e di conseguenza il supporto si reputa idoneo anche per urti di energia superiore all'urto più probabile preso a riferimento.

⁴ Autostrade per l'Italia - RESIT s.r.l - Mecalog Italia - Spea "Studio per l'individuazione dello "Spazio di Lavoro Probabile" delle barriere di sicurezza progettate ed omologate o in attesa di omologazione da parte di Autostrade"

Risultati delle verifiche e conclusioni

Dalle verifiche di tipo geotecnico è risultato che è opportuno installare le barriere a paletti infissi con una profondità d'infissione superiore a quella riportata nei certificati di crash test e pari a 1,30 m (+.0,30 m) per la barriera BROH3BL6 di Autostrade S.p.A.

Relativamente alle verifiche di stabilità del veicolo si è riscontrato che un supporto sub orizzontale di larghezza 50 cm è compatibile con la deformazione associata all'urto più probabile (vettura di classe C).

APPENDICE 2: DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEL SISTEMA DI ANCORAGGIO DEI TERMINALI DELLE BARRIERE DI SICUREZZA IN CORRISPONDENZA DEI MURI PORTA BARRIERA ACUSTICA E DI CONTRORIPA

Premessa

La presente nota tecnica descrive la metodologia di dimensionamento preliminare del sistema di ancoraggio degli elementi terminali di una barriera metallica ad un elemento infinitamente rigido (paramento murario di tamponamento, opera di sostegno, ecc.).

Le configurazioni analizzate riguardano due casistiche: la prima in cui l'installazione della barriera è destinata alla protezione di un ostacolo laterale a monte del collegamento (di seguito indicata come "Configurazione 1"); la seconda in cui l'installazione della barriera è dedicata alla protezione di un ostacolo laterale a valle del collegamento (di seguito indicata come "Configurazione 2").

Il dimensionamento del numero dei tirafondi destinati all'ancoraggio del sistema metallico con quello rigido è stato eseguito seguendo un approccio di tipo analitico, basato sui principi classici della teoria delle strutture (di seguito indicato come "metodo plastico").

Per semplicità le azioni d'urto trasmesse al sistema di ritenuta sono state considerate statiche, trascurando quindi l'impulsività dell'evento incidentale e ciò che sarebbe connesso con questo tipo di trattazione; l'approssimazione, per altro a favore di sicurezza considerato che la resistenza di un materiale ad una sollecitazione impulsiva è solitamente maggiore di quella offerta per la stessa azione prolungata nel tempo, ha consentito di utilizzare i concetti propri delle strutture civili ed i relativi riferimenti normativi (Norme Tecniche delle Costruzioni del 2008 di seguito indicate come NTC08).

Qualora risulti disponibile il modello numerico del dispositivo riferito all'urto di un veicolo pesante, si potrà valutare il dimensionamento del sistema di ancoraggio sulla base delle sollecitazioni effettivamente registrate, adottando eventualmente il metodo plastico come strumento di verifica dimensionale.

Si osserva che un dimensionamento preliminare può essere ottenuto considerando l'azione sollecitante prevista dall'appendice B della UNI EN1317-1:2000. Tale approccio sarà di seguito indicato come "Metodo Energetico", e con " $F_{D,eng}$ " l'azione equivalente.

Caratteristiche meccaniche di progetto della barriera metallica

Viste le configurazioni di progetto, è stata considerata una barriera metallica costituita da montanti e da nastri longitudinali tripla onda. I profilati suddetti rientrano ragionevolmente nel caso di elementi con spessore inferiore a 40 mm e acciaio S275, in linea con quanto indicato nella tabella 11.3.IX delle NTC08 (laminati a caldo con sezione aperta). I parametri caratteristici della barriera di sicurezza utili al dimensionamento di cui ai prossimi paragrafi sono i seguenti:

- f_{yk} resistenza caratteristica allo snervamento dell'acciaio di progetto
- W_{Plx} modulo massimo di resistenza della sezione dei montanti
- γ_{M0} coefficiente di sicurezza per la resistenza delle membrature
- b braccio del momento di plasticizzazione dei montanti⁵
- A_{res} area della sezione resistente a trazione delle lame a tripla onda
- f_{tb} tensione di rottura delle viti
- γ_{M2} coefficiente di sicurezza per la verifica delle unioni
- ϕ area resistente delle viti quando il piano di taglio interessa la parte filettata
- A area resistente delle viti quando il piano di taglio interessa il gambo.

Dimensionamento dei tirafondi

Il criterio progettuale alla base delle configurazioni di progetto si basa sull'assunto che la protezione prevista sia tale per cui il sistema installato garantisca una prestazione equivalente a quella offerta dal dispositivo in condizione di crash test, condizione garantita ovunque attraverso un'opportuna estensione dell'impianto a monte e a valle del punto necessitante la protezione.

Con riferimento alle prova di crash con veicolo pesante, Il sistema di ancoraggio deve quindi concorrere a ottenere una connessione tra il dispositivo metallico e l'elemento rigido tale da offrire una resistenza a trazione equivalente alla porzione del tratto di barriera interessata dall'urto oltre il

⁵ Pari alla distanza tra all'asse della lama e 20cm sotto il piano campagna: solitamente la cerniera plastica si verifica in corrispondenza di una sezione interrata del montante, posta appunto a circa 20cm al di sotto del p.c.

punto di impatto di cui non è possibile estendere la posa (Configurazione 1), o del tratto installato a monte del punto suddetto (Configurazione 2).

Detto ciò, le connessioni oggetto della presente nota dovranno comunque garantire una resistenza strutturale equivalente a quella offerta da eventuali ancoraggi terminali.

Calcolo della azione di progetto: metodo plastico

Sulla base di quanto premesso sopra, il metodo di dimensionamento descritto nel presente paragrafo si fonda sull'assunto che la resistenza che il sistema di ancoraggio deve ripristinare sarà al più pari a quella capace di rompere/plasticizzare il numero di montanti ricadenti nel tratto interessato dall'urto con veicolo pesante a valle del punto d'impatto.

In prima approssimazione lo schema statico di progetto può essere assimilato ad un'asta isostatica vincolata ad una estremità con un incastro perfetto e soggetta ad un carico puntuale applicato ad una certa quota b ; si ipotizza inoltre che la sollecitazione sia orientata in modo tale che la sezione dei montanti offra la massima rigidità (azione ortogonale all'asse stradale). Lo schema, se pur sostanzialmente diverso dall'effettivo comportamento del dispositivo registrato nelle prove dal vero, può ritenersi cautelativo in quanto trascura le dissipazioni energetiche associate alla deformazione plastica del nastro principale e dei distanziatori (per altro di difficile valutazione).

La sezione portata a rottura di ciascun montante (posta generalmente ad una quota che varia dal piano carrabile a 20-30 cm al di sotto dello stesso) è evidentemente soggetta ad una combinazione di sollecitazioni di flessione e taglio, dato il sistema statico considerato. Trattandosi di un'analisi di dimensionamento preliminare, è ragionevole considerare che la sezione di studio sia soggetta unicamente a flessione retta, assumendo quindi trascurabile l'effetto plasticizzante del taglio, o comunque inferiore alla metà del valore del taglio di progetto $V_{c,Rd}$ come previsto dalle NTC08 (vedi espressione 4.2.31). Coerentemente con quanto indicato al paragrafo 4.2.4.1.2. delle suddette norme, la resistenza convenzionale di calcolo a flessione retta $M_{c,Rd}$ vale pertanto:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = f_{yk} W_{Plx} \quad (3.1)$$

Trattandosi di una procedura di dimensionamento e non di verifica, il coefficiente di sicurezza γ_{M0} riduttivo della resistenza caratteristica è stato trascurato: l'adozione dello stesso avrebbe infatti comportato una riduzione dell'azione sollecitante, ponendosi di conseguenza a sfavore di

sicurezza. L'azione che applicata alla quota b provoca la plasticizzazione della sezione d'incastro di ciascun montante è quindi la seguente:

$$F_{c,d} = M_{c,Rd} / b \quad (3.2)$$

Con riferimento alla Configurazione 1, sia L_1 la lunghezza del tratto interessato dall'urto con veicolo pesante a valle del punto di impatto (maggiore evidentemente di d_1 , distanza a monte del collegamento alla quale è ubicato l'elemento necessitante la protezione). Il numero n di montanti da ripristinare è pertanto quello associato al tratto d'impianto in configurazione standard di lunghezza $L_1 - d_1$.

Analogamente, data la configurazione 2, sia L_2 la lunghezza del tratto a monte del punto d'impatto del veicolo pesante (maggiore evidentemente di d_2 , distanza a valle del collegamento alla quale è ubicato l'elemento necessitante la protezione). Il numero "n" di montanti da ripristinare è pertanto quello associato al tratto d'impianto in configurazione standard di lunghezza $L_2 - d_2$.

Indicata quindi con "i" l'interasse standard dei paletti, n può essere stimato come segue, arrotondando il risultato per eccesso:

$$n = 1 + (L_1 - d_1) / i \quad \text{in Configurazione 1} \quad (3.3)$$

$$n = 1 + (L_2 - d_2) / i \quad \text{in Configurazione 2} \quad (3.4)$$

Laddove il collegamento tra la barriera ed il paramento murario sia irrigidito mediante l'adozione di interassi ridotti o elementi diagonali di controventatura, potrà esserne tenuto conto decurtando un corrispondente numero di montanti dai valori ottenuti con le (3.3) e (3.4).

Individuato n , l'azione longitudinale di progetto complessiva è la seguente:

$$F_{D,pl} = n F_{c,d} = n (M_{c,Rd} / b) \quad (3.5)$$

E' opportuno precisare che, sulla base di quanto già anticipato, l'azione $F_{D,pl}$ di cui alla (3.5) dovrà essere confrontata con la forza di trazione che può provocare la rottura degli elementi trasferenti le sollecitazioni d'urto, con specifico riferimento al nastro longitudinale principale ($f_{yk} A_{res}$).

Calcolo del numero minimo dei tirafondi

L'azione longitudinale trasmessa alla barriera durante l'urto viene scaricata dalle lame ai montanti attraverso le unioni bullonate. Condizione necessaria per cui avvenga ciò è che l'azione totale, ripartita in modo omogeneo su ogni collegamento, non sia superiore alla resistenza a taglio delle viti. Con riferimento al punto 4.2.8.1.1 delle NTC08, le resistenze a taglio e a trazione sono definite come:

$$F_{V,Rd} = 0,6 f_{tb} \phi / \gamma_{M2} \quad \text{per bulloni classe 4.6, 5.6 e 8.8}$$

$$F_{V,Rd} = 0,5 f_{tb} \phi / \gamma_{M2} \quad \text{per bulloni classe 6.8 e 10.9}$$

$$F_{V,Rd} = 0,6 f_{tb} A_{\square} / \gamma_{M2} \quad \text{per tutte le classi qualora il piano di taglio interessi il gambo}$$

Segue pertanto che il numero minimo di tirafondi t_{\min} necessari a riprodurre un sistema avente caratteristiche prestazionali idonee alla protezione attesa può essere individuato dalla seguente espressione:

$$t_{\min} = \max(F_{D,pl} ; F_{D,eng}) / F_{V,Rd} \quad (3.6)$$

Trattandosi un dimensionamento preliminare, la presente nota non tratta la verifica a rifollamento delle unioni, fermo restando che sarà comunque necessaria in fase di progettazione costruttiva.

Sulla base della metodologia sopra esposta, considerato che generalmente i valori tipici di L_1 (lunghezza del tratto interessato dall'urto con veicolo pesante a valle del punto di impatto, generalmente indicata nei rapporti di prova come lunghezza di contatto L_c) e di L_2 (lunghezza del tratto a monte del punto d'impatto del veicolo pesante) sono circa 30m, è stato dimensionato il numero minimo di tirafondi nelle ipotesi che non siano adottati particolari sistemi di irrigidimento e che d_1 e d_2 siano nulle (punto necessitante la protezione in corrispondenza delle connessioni in oggetto).

Si consideri quindi una barriera metallica di classe di contenimento H4 con deflessione dinamica pari a 1.60m, avente montanti con sezione a C da 120x80x6 mm e lama longitudinale a tripla onda. Valgono le ipotesi poste sulle caratteristiche dei materiali (spessore inferiore a 40 mm e acciaio S235). Le unioni bullonate sono ottenute attraverso viti M16 classe 8.8 con piano di taglio interferente con la filettatura. I parametri caratteristici degli elementi resistenti sono i seguenti:

- $f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$ resistenza allo snervamento caratteristico dell'acciaio di progetto

- $W_{Plx} = 60 \text{ cmc}$ modulo di resistenza massimo della sezione resistente dei montanti
- $b = 646 \text{ mm}$ braccio del momento di plasticizzazione dei montanti
- $A_{res} = 2300 \text{ mmq}$ area della sezione resistente a trazione delle lame a tripla onda
- $f_{tb} = 800 \text{ N/mmq}$ tensione di rottura delle viti M16 classe 8.8
- $\gamma_{M2} = 1,25$ coefficiente di sicurezza per la verifica delle unioni
- $\phi = 157 \text{ mmq}$ area resistente delle viti M16 classe 8.8

Dato $i=1,50\text{m}$ l'interasse standard del dispositivo, sia $n=21$ il numero di montanti di cui si rende necessario il loro ripristino. Seguendo l'approccio plastico, l'azione di progetto è la seguente:

$$F_{D,pl} = n F_{c,d} = n (M_{c,Rd} / b) = n (f_{yk} W_{Plx} / b) = 458 \text{ KN}$$

Mentre dall'approccio energetico risulta:

$$F_{D,eng} = 2,5 * F_{medio}(H4;1.60) = 432 \text{ KN}$$

In cui come F_{medio} è stato preso il valore di tabella "prospetto B.1", della *UNI-EN1317-1:2000 "Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova"*, nel caso di barriere con livello di contenimento H4 e deflessione dinamica pari a 1,60m.

Date le caratteristiche geometriche e meccaniche delle viti di progetto (M16 classe 8.8), la resistenza a taglio offerta da ciascun bullone è la seguente:

$$F_{V,Rd} = 0,6 f_{tb} \phi / \gamma_{M2} = 60 \text{ KN}$$

Il numero minimo di tirafondi è quindi dato dalla seguente:

$$t_{min} = \max(F_{D,pl} ; F_{D,eng}) / F_{V,Rd} = 8$$

Si tenga presente che, trattandosi come già indicato di un dimensionamento preliminare, la presente nota non tratta la verifica a rifollamento delle unioni. Per tenere comunque conto del suddetto fenomeno, il numero di tirafondi indicati negli allegati grafici è stato maggiorato del 25% (10 tirafondi in totale).

APPENDICE 3: DISPOSITIVI DI RITENUTA EQUIVALENTI

E' in facoltà dell'Appaltatore proporre alla Committente dispositivi di ritenuta equivalenti, alternativi rispetto a quelli previsti in progetto. Tali dispositivi equivalenti dovranno rispondere ai requisiti prestazionali indicati nei successivi paragrafi ed inoltre l'Appaltatore, dovrà fornire la documentazione di cui al paragrafo seguente.

Detta documentazione dovrà essere oggetto di specifica approvazione da parte della Committente; in mancanza l'Appaltatore è obbligato ad avvalersi dei dispositivi previsti in progetto senza eccezione alcuna.

Documentazione da presentare

Nel caso l'Appaltatore intenda utilizzare dispositivi equivalenti dovrà fornire la seguente documentazione:

- a) dichiarazione di equivalenza dei dispositivi utilizzati come base di offerta, sotto il profilo della classe di contenimento e tutti gli elementi comprovanti il rispetto dei requisiti indicati ai paragrafi successivi;
- b) dichiarazione, attestante che il dispositivo proposto non è stato oggetto di parere negativo di respingimento da parte del Ministero delle Infrastrutture e/o del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nell'ambito della normativa vigente in materia di omologazioni sino al 31/12/2010;
- c) crash test report, filmati di crash, disegni costruttivi, manuali di utilizzo ed installazione, certificati di prestazione CE ai sensi della norma UNI EN 1317-5 o eventuali certificati di omologazione (per dispositivi equivalenti soggetti ad omologa ai sensi del D.M. 2367/04 e non marcabili CE, con particolare riferimento ai dispositivi amovibili per varchi).
- d) disegni costruttivi delle transizioni tra i dispositivi proposti e tra questi ultimi e le altre barriere previste in progetto o esistenti così come specificato all'interno degli elaborati di progetto;
- e) disegni costruttivi degli elementi terminali e di avvio delle barriere equivalenti proposte;

- f) dichiarazione nella quale l'Appaltatore conferma di aver preso visione dei luoghi dove i dispositivi verranno installati, di aver preso visione e verificato tutti i documenti progettuali e pertanto attesta che il progetto esecutivo può essere considerato equivalente anche utilizzando dispositivi diversi da quelli previsti in progetto. Se del caso, l'Appaltatore accluderà nella dichiarazione l'eventuale proposta di modifiche per garantire l'installazione all'interno dell'infrastruttura esistente. L'accettabilità di dette modifiche sarà poi oggetto di verifica da parte della Committente;
- g) le modifiche necessarie ad adattare il progetto esecutivo aggiornato sulla base dei dispositivi proposti (se del caso).

Criteri di equivalenza

La Committente verificherà la sussistenza dell'equivalenza dei dispositivi proposti sulla base dei requisiti tecnico-geometrici di seguito indicati e del comportamento dei dispositivi in sede crash desunto dall'analisi della documentazione di cui al precedente paragrafo.

1. BARRIERA BORDO LATERALE METALLICA A LAMA E PALETTI IN CLASSE H3 W6 (rif. progetto BROH3BL6 infissione 1300 mm):

- BARRIERA BORDO LATERALE MONOFILARE METALLICA A LAMA A TRIPLA ONDA E PALETTI, sottoposta a crash su una fila, in classe H3, secondo la norma UNI-EN 1317
- CARATTERISTICHE GEOMETRICHE :
 - o la lama a tre onde del dispositivo deve avere una altezza non superiore a 100 cm e l'intero dispositivo deve avere un ingombro trasversale massimo non superiore a 50 cm e non inferiore a 44 cm
 - o qualora il dispositivo contenga barre, trefoli, queste dovranno essere protette con profilati in acciaio zincati, già verificati in sede di prova d'urto
- LARGHEZZA OPERATIVA NORMALIZZATA :
 - o Test TB11: Larghezza Operativa Normalizzata $\leq 0,5$ m

- o Test TB61: Larghezza Operativa Normalizzata $\leq 1,9$ m
- DEFLESSIONE DINAMICA NORMALIZZATA :
 - o Test TB11: Deflessione Dinamica Normalizzata $\leq 0,3$ m
 - o Test TB61: Deflessione Dinamica Normalizzata $\leq 1,7$ m
- POSIZIONE DINAMICA LATERALE MASSIMA VEICOLO
 - o Test TB61: Posizione laterale del veicolo (*) ≤ 2.4 m
- ASI $\leq 1,1$
- PROFONDITA' MINIMA di INFISSIONE STANDARD del PALETTO da CRASH TEST: 1,00 m
- LUNGHEZZA di INFISSIONE del PALETTO: nel caso in cui il progetto preveda una lunghezza di infissione maggiorata rispetto a quella utilizzata nelle prove di crash (installazione standard) il dispositivo proposto dovrà garantire analoga maggiorazione. Eventuali modifiche alla configurazione standard del dispositivo proposto saranno ritenute ammissibili solo in presenza di uno specifico Certificato di Prestazione CE rilasciato ai sensi della norma UNI EN 1317-5 come prodotto modificato.

() se tale grandezza non è riportata nei certificati di crash test del dispositivo si è fatto o si farà riferimento alla Vehicle Intrusion secondo EN1317-2:2010.*

2. BARRIERA BORDO PONTE METALLICA A LAMA E PALETTI IN CLASSE H4 W5 (rif. progetto BROH4BP8/BROH4BP8-RETE):

- BARRIERA BORDO PONTE MONOFILARE METALLICA A LAMA A TRIPLA ONDA E PALETTI, sottoposta a crash su una fila, in classe H4, secondo la norma UNI-EN 1317
- CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:
 - o l'intero dispositivo deve avere un ingombro trasversale massimo non superiore a 50 cm
 - o qualora il dispositivo contenga barre, trefoli, queste dovranno essere protette con profilati in acciaio zincati, già verificati in sede di prova d'urto
- LARGHEZZA OPERATIVA NORMALIZZATA :
 - o Test TB11: Larghezza Operativa Normalizzata $\leq 0,5$ m
 - o Test TB81: Larghezza Operativa Normalizzata $\leq 1,7$ m
- DEFLESSIONE DINAMICA NORMALIZZATA :
 - o Test TB11: Deflessione Dinamica Normalizzata $\leq 0,3$ m
 - o Test TB81: Deflessione Dinamica Normalizzata $\leq 1,4$ m
- POSIZIONE DINAMICA LATERALE MASSIMA VEICOLO
 - o Test TB81: Posizione laterale del veicolo (*) $\leq 1,7$ m
- ASI $\leq 1,2$
- INSTALLAZIONE SUI CORDOLI, dovranno essere rispettate le seguenti condizioni :
 - o in nessun punto la sagoma trasversale della barriera dovrà fuoriuscire da un cordolo di 50 cm di larghezza,
 - o i tasselli di ancoraggio anteriori (lato strada) non dovranno trovarsi ad una distanza inferiore a 12 cm dallo spigolo anteriore del cordolo,
 - o la lama anteriore a tripla onda dovrà essere allineata con lo spigolo anteriore (lato strada) del cordolo,

- il funzionamento del sistema di ancoraggio della barriera al cordolo dovrà essere dimostrato nella condizione di installazione su un cordolo da 50 cm di larghezza. Tale verifica dovrà essere comprovata da una dettagliata e documentata relazione tecnica di un professionista iscritto all'albo degli ingegneri.

Tale verifica potrà essere omessa solamente se lo schema di installazione utilizzato in sede di crash test corrisponde esattamente a quello sopra indicato.

- **INSTALLAZIONE del DISPOSITIVO in SEDE di CRASH TEST:** L'installazione in sede di crash test dovrà essere stata effettuata con il piano di estradosso del cordolo di ancoraggio posizionato ad una quota non superiore a 5 cm rispetto alla quota del piano di rotolamento del veicolo impattante.
- **FUNZIONAMENTO del DISPOSITIVO in SEDE di CRASH TEST :** in nessun caso dovrà risultare dai filmati e dai report che le ruote del mezzo impattante abbiano utilizzato come supporto, durante l'urto, un eventuale spazio disponibile sul cordolo in calcestruzzo dietro la barriera, ovvero dietro le piastre di ancoraggio.
- **FUNZIONAMENTO del DISPOSITIVO in SEDE di CRASH TEST:** in nessun caso dovrà risultare dai filmati e dai report il distacco completo di un paletto dalla piastra di ancoraggio o della piastra di ancoraggio di un paletto dal cordolo, con sfilamento/tranciamento completo di tutti i tirafondi.
- **RETE DI PROTEZIONE:** il Certificato di Prestazione CE rilasciato ai sensi della norma UNI EN 1317-5, anche come prodotto modificato, dovrà esplicitamente prevedere la possibilità di installazione a tergo della barriera di rete protezione le cui caratteristiche geometriche e meccaniche dovranno essere riportate negli elaborati tecnici prodotti in sede di richiesta di certificazione di conformità.
- **PIASTRE MODIFICATE:** qualora l'adattamento della barriera alle strutture di supporto richieda l'adozione di piastre modificate rispetto alla configurazione della barriera di sicurezza in sede di test crash, tali modifiche dovranno essere

oggetto di specifico Certificato di Prestazione CE come prodotto modificato ai sensi della norma UNI EN 1317-5.

() se tale grandezza non è riportata nei certificati di crash test del dispositivo si è fatto o si farà riferimento alla Vehicle Intrusion secondo EN1317-2:2010.*

3. BARRIERA INTEGRATA PER SICUREZZA E ANTIRUMORE DA BORDO PONTE CLASSE H4 (rif. progetto INTEGAUTOS-SRT)

- BARRIERA INTEGRATA PER SICUREZZA E ANTIRUMORE DA BORDO PONTE, sottoposta a crash su una fila, in classe H4, secondo la norma UNI-EN 1317
- CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:
 - l'intero dispositivo deve avere l'intero dispositivo deve avere un ingombro trasversale massimo non superiore a 50 cm
 - qualora il dispositivo contenga barre, trefoli, queste dovranno essere protette on profilati in acciaio zincati, già verificati in sede di prova;
- CERTIFICAZIONE CE per sistema integrato da poter utilizzare in varie configurazioni tutte compatibili e conformi al comportamento del dispositivo originario con riferimento a:
 - Possibilità di installare dispositivi di altezza compresa tra 2.00 m e 5.00m.
 - Possibilità di sostituire il pannello antirumore standard con pannelli in PMMA.
 - Possibilità di sostituire il pannello antirumore standard con dispositivo frangivento
- LARGHEZZA OPERATIVA NORMALIZZATA:
 - Test TB11: Larghezza Operativa Normalizzata $\leq 0,5$ m
 - Test TB81:
 - Larghezza Operativa Normalizzata $\leq 1,9$ m configurazione H=5.00–4.50 m
 - Larghezza Operativa Normalizzata $\leq 1,5$ m configurazione H=4.00–3.50 m

- Larghezza Operativa Normalizzata $\leq 1,4$ m configurazione H=3.00–2.50 m
- Larghezza Operativa Normalizzata $\leq 0,9$ m configurazione H=2.00 m
- ASI $\leq 1,4$

Resta comunque inteso che, la Stazione Appaltante possa non ritenere equivalenti, i dispositivi proposti, in riferimento ad altre caratteristiche oggettive, qui non elencate, che saranno esplicitate.