

AUTOSTRADA A1 MILANO - NAPOLI
da progr. km 585+000 a progr. km 588+000

PIANO DI RISANAMENTO ACUSTICO
AI SENSI DELLA LEGGE QUADRO n. 447/95

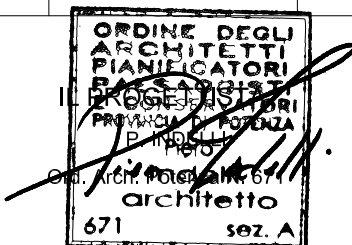
PROGETTO ESECUTIVO
MACROINTERVENTO 145
COMUNE DI VALMONTONE

BARRIERE DI SICUREZZA

Titolo Elaborato

RELAZIONE GENERALE SULLE BARRIERE DI SICUREZZA

Commessa	Codice Elaborato	Rev	Scala	Data
01286	BAS-001	1	-	04-2017



autostrade // per l'italia
Società per azioni
// Responsabile del Procedimento
ROBERTO TURRI
(Roberto Turri)

Rev	Descrizione	Data	Redatto	Verificato	Approvato	Autorizzato
0	EMISSIONE	04-2017	L. MESSINA	E.PAMPANA	P. INDELLI	R. TURRI
1	VERIFICA AI FINI DELLA VALIDAZIONE DLGS 50/2016 E DPR 207/2010	05-2017		E.PAMPANA	P. INDELLI	R. TURRI
2						
3						

SOMMARIO

1 GENERALITÀ	2
2 DESCRIZIONE INTERVENTO.....	2
3 ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO.....	2
4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	3
5 SCELTA DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA	4
6 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTATO	8
7 CRITERI DI PROTEZIONE BORDI LATERALI	9
8 CRITERI DI PROTEZIONE OPERE D'ARTE	10
9 LAVORAZIONI BORDO PONTE	12
10 CRITERI DI PROTEZIONE IN PRESENZA DI OSTACOLI LATERALI (CAVALCAVIA, PALI D'ILLUMINAZIONE, PORTALI DI SEGNALETICA, PMV)	14
11 CRITERI DI PROTEZIONE IMBOCCHI GALLERIE	16
12 DISPOSITIVI DI RITENUTA COMPLEMENTARI	16
12.1 COLLEGAMENTI AI MANUFATTI ESISTENTI (MURI DI CONTRORIPA, PARAMENTI GALLERIE)	18
12.2 COLLEGAMENTI ALLE BARRIERE ESISTENTI	19
12.3 CUSPIDI ED ATTENUATORI D'URTO.....	19
12.4 TERMINALI SEMPLICI	20
12.5 TERMINALI SPECIALI	21
13 RETI DI PROTEZIONE.....	21
14 ADATTAMENTO DISPOSITIVI ALLA SEDE STRADALE	22
15 DISTANZA TRA LE BARRIERE ANTIRUMORE E I DISPOSITIVI DI SICUREZZA ...	25
APPENDICE 1: DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEL SISTEMA DI ANCORAGGIO DEI TERMINALI DELLE BARRIERE DI SICUREZZA IN CORRISPONDENZA DEI MURI DI CONTRORIPA	31

1 GENERALITÀ

Il presente documento è relativo all'intervento di riqualifica delle barriere di Bordo Laterale presenti sul margine destro della tratta autostradale A1 (Roma – Napoli) compresa tra il km 584+890 ed il km 587+850 in carreggiata Nord e Sud. Tale tratto stradale, con prevalenza di barriere laterali di primo impianto, risulta di competenza della 5° Direzione di Tronco di Autostrade per l'Italia (Fiano Romano).

L'intervento è relativo alla sostituzione delle barriere di sicurezza con nuove barriere metalliche a lame e paletti sul bordo laterale sia su sedime naturale che sulle opere d'arte come meglio definito nel seguito. Sulle opere d'arte è previsto il ripristino dei cordoli con la finalità di garantire il corretto funzionamento dei dispositivi di ritenuta.

All'interno dei limiti di intervento, il progetto non si limita alla sostituzione delle barriere esistenti ma aggiorna le protezioni alle attuali normative al fine di garantire le protezioni degli ostacoli e per garantire efficacia ed uniformità all'intervento. In generale la sostituzione del dispositivo esistente è dettata dall'inserimento del dispositivo antirumore che va opportunamente protetto e le scelte della tipologia di dispositivo di sicurezza sono legate a tale configurazione geometrica. Tale aspetto viene trattato di seguito in un apposito paragrafo.

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

2 DESCRIZIONE INTERVENTO

Per la descrizione dell'intervento si rimanda alla Relazione Tecnica Generale (ELG-002 paragrafo 6).

3 ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO

Per lo sviluppo del progetto sono state effettuate le attività preliminari relative alla definizione dello stato di fatto al fine di pervenire ad un quadro completo ed esaustivo delle diverse situazioni e problematiche relative all'ambito d'intervento. Lo

stato di fatto è stato ricostruito a partire dai disegni costruttivi (as-built delle opere interessate) e a seguito di sopralluoghi in situ.

Per quanto attiene alle modalità di determinazione delle caratteristiche delle opere in calcestruzzo di supporto delle barriere di sicurezza si rimanda agli specifici elaborati facenti parte del presente progetto.

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

- definizione della classe minima delle barriere di sicurezza per i diversi elementi infrastrutturali presenti in progetto;
- definizione delle modalità d'installazione dei diversi tipi di barriera previsti, in funzione delle caratteristiche costruttive dei bordi stradali.

Nella redazione del progetto esecutivo, all'interno degli elaborati codificati **BAS**, i singoli interventi sono identificati con un codice alfanumerico (A,B,C, etc. per le installazioni – 1,2,3, etc. per le rimozioni).

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).

4 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".

5 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, i valori di TGM bidirezionali sono maggiori di 1000 veicoli/giorno e la percentuale di veicoli pesanti è superiore al 15% indicato nella norma.

Le classi minime di contenimento per le barriere sono:

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriera spartitraffico	Barriera bordo laterale	Barriera bordo ponte (1)
Autostrade	III	H3-H4	H2-H3	H3-H4
(1) 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 1 – classi minime di contenimento

Per limitare il numero di dispositivi da installare e le transizioni tra dispositivi diversi, secondo il criterio di uniformità richiamato dalla normativa all'art. 6 del DM 21.06.2004, si è previsto in progetto per le opere d'arte di luce superiore a 10 metri sia in carreggiata nord che in carreggiata sud l'impiego di un'unica barriera bordo ponte - di classe H4.

Per le "ali funzionali", da installare nei tratti in approccio e uscita, prima e dopo le opere d'arte, si sono previste barriere da rilevato in classe H3 in relazione alla classe minima prescritta per le condizioni di traffico della tratta.

Si fa presente che il concetto di "ala funzionale" deve essere inteso in relazione alla seguente prescrizione della "norma" (DM 2367/2004): *"la protezione dovrà estendersi opportunamente 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 e comunque fino a dove cessi la sussistenza delle condizioni che richiedono la protezione"*.

In relazione alle modalità di esecuzione delle prove d'urto sulle barriere (punto di impatto situato ad 1/3 della lunghezza di funzionamento Lf) ed in relazione a quanto precisato nella circolare n. 0062032 del 21/07/2010 (*"Il progettista può stabilire lo sviluppo di barriera da porre a monte dell'ostacolo, tenendo conto delle modalità con cui sono state effettuate le prove sulla barriera per l'omologazione e*

della morfologia della strada”) la lunghezza dell’ “ala funzionale” è stata stabilita in 31,5 mt (1/3L_f).

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 quanto attiene alle barriere tipo “bordo laterale” e “bordo ponte” e ai dispositivi complementari negli elaborati che costituiscono il progetto, nella presente relazione e nel **“Capitolato Speciale d’Appalto parte II”** sono stati definiti i criteri di equivalenza (geometrici e prestazionali) che devono essere rispettati, indipendentemente dal tipo di dispositivo utilizzato. Con riferimento a queste tipologie di dispositivi quanto rappresentato negli elaborati delle barriere di sicurezza corrisponde pertanto un’esemplificazione atta a definire compiutamente il progetto esecutivo.

Tabella 2 - barriere Autostrade da “bordo ponte” e da “bordo laterale” adottate in progetto

Classe	Tipo	Materiale	Codice in planimetria	Nome	L_f [m]	ASI	W_{b1} [m]	W_{b2} [m]	L_b [m]
H2	Bordo laterale	metallica	h2bl	BROH2-21 infissione 1450mm	92	1.1	0.9	1.9	0.44
H2	Bordo laterale	metallica	h2bl-raff	BROH2-21-R-1450	90	1.0	0.6	1.25	0.44
H3	Bordo laterale	metallica	h3bl	BROH3BL6 infissione 1300mm	94.5	1.1	0.5	1.9	0.47
H2	Bordo ponte	metallica	h2bp	BROH2BP4 e BROH2BP4-RETE	90	1.4	0.5	1.2	0.50
H4	Bordo ponte	metallica	h4bp	BROH4BP8 e BROH4BP8-RETE	90	1.2	0.5	1.7	0.50
H4	Bordo Ponte	Metallica	INTEGRATA	INTEGAUTOS-SFrT	81	1.4	0.5	*	0.46

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

** Le larghezze operative del veicolo pesante per la barriera integrata dipendono dall'altezza della barriera stessa (vedi report di crash)*

E' inoltre previsto l'utilizzo di barriera doppia onda di classe N2 e larghezza operativa W2 da installare sul sedime di strada provinciale (Via Aldo Moro).

L'Appaltatore dovrà individuare ed utilizzare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, dispositivi installabili secondo normativa vigente che possano garantire prestazioni analoghe e in linea con i criteri definiti nel presente progetto. In conseguenza, tutti i disegni e i dettagli costruttivi (in particolare le transizioni tra le barriere proposte e tra queste ultime e le barriere esistenti, gli elementi terminali e di avvio delle barriere di sicurezza, le geometrie delle cuspidi) dovranno, in fase costruttiva, essere adeguati alle caratteristiche dei dispositivi effettivamente utilizzati.

Sarà cura ed onere dell'Appaltatore effettuare le prove sperimentali in situ volte a verificare che le barriere abbiano, nell'installazione su STRADA e nelle condizioni di rilevato stradale, prestazioni e comportamento analoghi a quanto mostrato nelle prove di crash test eseguite nei LABORATORI PROVE per la certificazione CE.

Sarà inoltre facoltà dell'Appaltatore avvalersi di dispositivi equivalenti alternativi a quelli previsti nel progetto. Tali dispositivi equivalenti dovranno rispondere ai requisiti indicati nel Capitolato Speciale di Appalto Parte II. 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.

6 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTATO

Nell'ottica di aumentare il livello di sicurezza, si provvederà a realizzare un'installazione di barriera il più possibile continua su tutto il bordo laterale, ed i lavori consisteranno essenzialmente nella rimozione delle barriere esistenti e nella fornitura e posa in opera di barriere metalliche a tripla onda a pali infissi su rilevato e di barriere metalliche a tripla onda per bordo ponte in corrispondenza delle opere d'arte; gli interventi riguardano l'installazione delle seguenti tipologie di dispositivi:

1. barriere per bordo laterale su terra, pavimentazione, opere sottili in cls, cordoli :

- barriera a doppia onda di classe N2 per bordo laterale su terra, pavimentazione opere sottili in calcestruzzo e cordoli;
- barriera a tripla onda di classe H2 per bordo laterale su terra, pavimentazione opere sottili in calcestruzzo e cordoli;
- barriera a tripla onda di classe H3 per bordo laterale su terra, pavimentazione, opere sottili in calcestruzzo e cordoli;

2. barriere per bordo ponte in corrispondenza di opere d'arte:

- barriera a tripla onda di classe H2 per bordo ponte da ancorare sui cordoli di coronamento in c.a. esistenti o da realizzare;
- barriera a tripla onda di classe H4 per bordo ponte da ancorare su cordoli in c.a. esistenti o da realizzare.

Inoltre saranno previste lavorazioni particolari che risultano suddivise nelle seguenti tipologie:

- A. realizzazioni di nuovi cordoli, soprelevazione di muri esistenti per brevi tratti generalmente per facilitare il raccordo e l'ancoraggio delle barriere metalliche di progetto, realizzazione muri in c.a. a protezione di punti singolari: in riferimento a quest'ultima casistica, in corrispondenza di zone dove non si prevede installazione di barriera, si segnala la necessità di realizzare dei muri a protezione delle pile di cavalcavia, inserite in brevi tratti di discontinuità del muro di controripa presente (dettagli elab. STR);

7 CRITERI DI PROTEZIONE BORDI LATERALI

Per quanto riguarda i bordi laterali su sedime naturale i criteri di protezione adottati nell'ambito del presente progetto sono i seguenti:

- A. L'installazione di barriere di sicurezza è stata prevista in linea generale dove attualmente è già presente una protezione e comunque in presenza di rilevati di altezza superiore ad 1 metro con pendenza $2/3$, in presenza di ostacoli laterali (comprese cunette idrauliche non carrabili), in presenza di strade, ferrovie, edifici, fiumi, canali, ecc. ad una distanza dal confine stradale fino a 60 m (fascia di rispetto).
- B. Oltre il tratto dove è necessario garantire una protezione sul bordo laterale l'installazione della barriera è stata completata ai lati con due "ali" ($L=1/3 L_f$) al fine di garantire l'efficacia della protezione alle estremità di ogni singolo impianto.
- C. La barriera antirumore viene protetta con una ala funzionale minima ($1/3 L_f$) se la nuova barriera è connessa ad una barriera esistente certificata CE secondo la norma UNI-EN 1317 o comunque con lama a tripla onda. In caso contrario l'ala funzionale sarà pari a $2/3 L_f$ (in caso di barriera non certificata, doppia onda o assenza di barriera).
- D. Se la lunghezza del singolo impianto determinata secondo i criteri di cui al punto precedente è $< L_f$ (lunghezza di funzionamento) è stata prevista l'estensione dell'installazione, fino al raggiungimento di una lunghezza complessiva pari a L_f , prevedendo, ove possibile, di allocare la lunghezza aggiuntiva sul lato in ingresso.
- E. Gli impianti isolati di barriera devono essere sempre installati prevedendo opportuni terminali di inizio e fine impianto, salvo dove diversamente specificato in progetto (vedi ad esempio caso al punto seguente).
- F. Nel caso in cui, causa la geometria del tracciato (ad es. impianto di barriera di lunghezza inferiore a L_f posizionato tra due gallerie o tra muri di controripa), sia risultato materialmente impossibile prevedere l'installazione

delle "ali" o di un dispositivo di lunghezza almeno pari ad L_f si è provveduto ad ancorare convenientemente le estremità della barriera ai manufatti esistenti in modo da assicurare il trasferimento dei carichi conseguenti agli impatti.

La tipologia delle barriere per bordo laterale è quella di barriere metalliche a nastri e a paletti infissi di classe di contenimento H2. Sono state previste barriere di classe H3 dove le situazioni al contorno hanno richiesto il livello di contenimento superiore tra le due classi che la norma indica per Autostrade con traffico di tipo III. Questa condizione si può verificare:

- in presenza di strade, ferrovie, edifici, fiumi, canali, ecc. ad una distanza dal confine stradale inferiore a 12 metri;
- in presenza di ostacoli fissi tipo PMV, portali a bandiera e pile cavalcavia posti ad una distanza ridotta rispetto al ciglio stradale (nel caso specifico si è previsto anche l'impiego di barriere di classe H4, come meglio specificato nel seguito della presente relazione);
- in approccio a gallerie e a muri di controripa che per la geometria della sezione iniziale rappresentano un ostacolo frontale;
- per la realizzazione di ali funzionali di opere d'arte protette con barriere H4 bordo ponte.

8 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) 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.

- 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.

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 $2/3 L_f$ (somma dell'ala in ingresso e dell'ala in uscita) la lunghezza aggiuntiva è stata allocata sul lato in ingresso.

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.

9 LAVORAZIONI BORDO PONTE

Si precisa inoltre che per l'installazione delle barriere bordo ponte la lunghezza dei cordoli, dove installare la barriera, dovrà garantire l'installazione di un numero intero di lame, come tra l'altro rappresentato negli schemi tipologici e nelle planimetrie.

La lunghezza di detto cordolo dovrà essere calcolata sulla base delle seguente procedura:

1. Misurazione della lunghezza attuale del cordolo (rilievo) → **Lce** (*lunghezza cordolo esistente*);
2. Calcolo della lunghezza del cordolo finale attraverso l'utilizzo della tabella qui allegata (si veda il numero intero di lame associato) → **Lct** (*lunghezza cordolo totale*);
3. Calcolo del cordolo su terra da realizzare come differenza tra il cordolo finale ed il cordolo attuale → **Lcp** (*lunghezza cordolo di progetto*);

Rimane a discrezione dell'esecutore ripartire la lunghezza del cordolo su terra (Lcp) tra i due estremi del cordolo attuale garantendo comunque l'installazione di un numero intero di lame ed il perfetto assemblaggio con le transizioni a monte e a valle della barriera bordo ponte.

NB: le misure dei cordoli in tabella sono sempre espresse in metri approssimando all'intero superiore.

Lunghezza cordolo attuale		Cordolo finale (m)	LAME da installare N.	Lunghezza cordolo attuale		Cordolo finale (m)	LAME da installare N.	Lunghezza cordolo attuale		Cordolo finale (m)	LAME da installare N.	Lunghezza cordolo attuale		Cordolo finale (m)	LAME da installare N.
da (m)	a (m)			da (m)	a (m)			da (m)	a (m)			da (m)	a (m)		
2	6	6	1	137	141	141	31	272	276	276	61	407	411	411	91
7	10	10	2	142	145	145	32	277	280	280	62	412	415	415	92
11	15	15	3	146	150	150	33	281	285	285	63	416	420	420	93
16	19	19	4	151	154	154	34	286	289	289	64	421	424	424	94
20	24	24	5	155	159	159	35	290	294	294	65	425	429	429	95
25	28	28	6	160	163	163	36	295	298	298	66	430	433	433	96
29	33	33	7	164	168	168	37	299	303	303	67	434	438	438	97
34	37	37	8	169	172	172	38	304	307	307	68	439	442	442	98
38	42	42	9	173	177	177	39	308	312	312	69	443	447	447	99
43	46	46	10	178	181	181	40	313	316	316	70	448	451	451	100
47	51	51	11	182	186	186	41	317	321	321	71	NB: Per cordoli la cui lunghezza attuale superiori i 450 metri si dovrà calcolare la lunghezza finale del cordolo con la seguente formula: [arrotonda all'intero superiore (Lunghezza attuale cordolo /4,5)] x 4,5m + 1m			
52	55	55	12	187	190	190	42	322	325	325	72				
56	60	60	13	191	195	195	43	326	330	330	73				
61	64	64	14	196	199	199	44	331	334	334	74				
65	69	69	15	200	204	204	45	335	339	339	75				
70	73	73	16	205	208	208	46	340	343	343	76				
74	78	78	17	209	213	213	47	344	348	348	77				
79	82	82	18	214	217	217	48	349	352	352	78				
83	87	87	19	218	222	222	49	353	357	357	79				
88	91	91	20	223	226	226	50	358	361	361	80				
92	96	96	21	227	231	231	51	362	366	366	81				
97	100	100	22	232	235	235	52	367	370	370	82				
101	105	105	23	236	240	240	53	371	375	375	83				
106	109	109	24	241	244	244	54	376	379	379	84				
110	114	114	25	245	249	249	55	380	384	384	85				
115	118	118	26	250	253	253	56	385	388	388	86				
119	123	123	27	254	258	258	57	389	393	393	87				
124	127	127	28	259	262	262	58	394	397	397	88				
128	132	132	29	263	267	267	59	398	402	402	89				
133	136	136	30	268	271	271	60	403	406	406	90				

10 CRITERI DI PROTEZIONE IN PRESENZA DI OSTACOLI LATERALI (CAVALCAVIA, PALI D'ILLUMINAZIONE, PORTALI DI SEGNALETICA, PMV)

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, se non eliminabili, 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).

È però opportuno fare presente che la normativa, secondo quanto chiarito dalla Circolare Ministeriale 21.07.2010, contempla:

la possibilità che possano esistere elementi collocati all'interno della larghezza operativa delle barriere di sicurezza, andando a verificare che non si modifichino le severità d'urto per gli occupanti dei veicoli leggeri e le conseguenze dell'urto con veicolo pesante sull'elemento posto all'interno della larghezza operativa. Nello specifico la citata circolare indica quanto segue:

"In presenza di ostacoli o di altri elementi di possibile interazione con la deformazione della barriera posti all'interno della larghezza operativa della barriera stessa, determinata con riferimento alla classe di contenimento prevista in progetto, il progettista dovrà quindi verificare, almeno:

- A. che non si modifichino le severità d'urto per gli occupanti dei veicoli leggeri nelle condizioni corrispondenti alle prove TB11 e TB32 (ove prevista) di cui alla UNI EN 1317-2;*
- B. le conseguenze dell'urto con veicolo pesante sull'elemento posto all'interno della larghezza operativa. Il veicolo pesante da considerare è quello corrispondente alla classe di protezione prevista dalla norma, indipendentemente dalla eventuale scelta progettuale di elevare la classe al*

fine di contenere le deformazioni dinamiche o per altre motivate considerazioni tecniche”.

Per quanto riguarda le i **cavalcavia**, considerato che le tipologie strutturali dei cavalcavia presenti sul tronco stradale interessato presentano, nel margine laterale, spalle “passanti” non emergenti rispetto alle trincee delle opere, i criteri di protezione utilizzati sono i medesimi descritti nel caso di installazione su bordo laterale corrente.

Per quanto riguarda i **portali PMV e di segnaletica fissa** si è prevista la protezione con barriere di classe minima H2. In funzione della distanza del montante della struttura (o della fondazione se sporgente) dal ciglio stradale (coincidente con la posizione del lato interno della barriera nella configurazione di progetto). Nel caso il portale fosse interessato dall’installazione della barriera antirumore, si procederà alla sua sostituzione con portale a bandiera (qualora già non lo fosse) e spostamento a tergo della barriera antirumore stessa.

PORTALE SEGNALETICA:

Si indicano nel seguito i portali di segnaletica interessati dalla riqualifica dei dispositivi di sicurezza. In tutti i casi indicati l’ubicazione del montante del portale rispetto alla posizione del bordo carrabile è tale da non costituire un ostacolo e pertanto i criteri di protezione utilizzati sono i medesimi descritti nel caso di installazione su bordo laterale corrente con barriera antirumore.

1. Portale segnaletica km 586+475 carr SUD
2. Portale segnaletica km 587+505 carr NORD

Per quanto riguarda i **pali d’illuminazione**, presenti in corrispondenza delle rampe di svincolo, sono stati adottati i seguenti criteri di progetto:

1. se non è ammissibile la presenza dei pali all'interno dello spazio di funzionamento dei dispositivi di ritenuta (cioè se non è ammissibile che in caso di urto di un veicolo pesante della classe di contenimento prevista dalla norma (H2) si possa verificare l’urto sul palo e quindi la potenziale caduta di questo verso l’esterno) per la presenza a tergo di strade, ferrovie, insediamenti, ecc... i pali verranno posizionati alla distanza di progetto Dp:

- $D_p = 2,10$ m in presenza di barriera H2BL tipo 1;
 - $D_p = 1,30$ m in presenza di barriera H2BL tipo 2 (paletti raffittiti);
2. se la precedente condizione non sussiste e i pali stanno ad una distanza rilevata D_e :
- $D_e < 0,60$ m è stato previsto in ogni caso lo "spostamento", in quanto la posizione del palo non consente di escludere che questo venga urtato anche da parte di un veicolo leggero (TB11) e quindi non consente di escludere che la presenza dell'ostacolo non alteri la severità d'urto.
 - $0,60 \text{ m} \leq D_e < 0,90 \text{ m}$ si è valutata l'opzione di impiego della barriera H2BL tipo 2 (a cui prestazionalmente deve corrispondere un valore di Larghezza Operativa Normalizzata nel Test TB11 $\leq 0,60$ m) in alternativa allo spostamento dei pali (alternativa valutata progettualmente in funzione del numero dei pali da spostare e di altre variabili progettuali).

Per la visione nel dettaglio delle soluzioni individuate si rimanda agli elaborati specifici che accompagnano il progetto.

11 CRITERI DI PROTEZIONE IMBOCCHI GALLERIE

All'interno della tratta non sono presenti gallerie:

12 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 ENV 1317-4 che ne stabilisce i requisiti per la valutazione di conformità è norma volontaria (nonché in fase di revisione) mentre la EN 1317-7 (terminali speciali) è in bozza.

Sarà onere dell'Appaltatore presentare i progetti costruttivi delle transizioni tra i dispositivi proposti e tra questi ultimi e le barriere 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.

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 andando a collocarlo dietro agli elementi longitudinali correnti.

Nel caso di sistema misto (come definitivo all'art. 6 del D.M. 21.06.2004, dove previsto l'impiego di un dispositivo secondario per la realizzazione delle "ali funzionali" delle opere d'arte e dove necessario per realizzare la lunghezza minima di funzionamento) 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

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 rigidità dei singoli dispositivi del sistema misto dovrà essere confrontabile (valori di deformazione dinamica simili²); in caso contrario la barriera più deformabile dovrà essere irrigidita nella 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.

12.1 Collegamenti ai manufatti esistenti (muri di controripa, paramenti gallerie)

Nel caso in cui, causa la geometria del tracciato (ad es. opera d'arte di lunghezza inferiore ad L_f posizionata tra due gallerie o tra muri di controripa), sia materialmente impossibile prevedere l'installazione delle "ali" o di un dispositivo principale/misto di lunghezza almeno pari ad L_f si è provveduto ad ancorare convenientemente le estremità della barriera ai manufatti esistenti in modo da assicurare il trasferimento dei carichi conseguenti agli impatti. Per maggiori dettagli si veda l'appendice 2 alla presente relazione e per le tipologie adottate si veda l'elab. **BAS** "transizioni di progetto".

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..

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.

12.2 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.

12.3 Cuspidi ed attenuatori d'urto

Per la protezione delle cuspidi in corrispondenza delle corsie di uscita degli svincoli è stato previsto il ricorso ad attenuatori d'urto di classe 100 in relazione alla sussistenza di un limite di velocità sulla tratta fissato a 130 km/h. In funzione della geometria delle cuspidi sono stati individuate due tipologie di attenuatori per le quali sono stati fissati i seguenti criteri prestazionali e geometrici:

tipo largo:

- classe 100 ;
- ingombro trasversale massimo: 3,60 metri;
- ingombro trasversale minimo: 3,10 metri;
- ingombro longitudinale complessivo (compreso anche spazio di funzionamento a tergo rispetto alla cuspid) ≤ 7.00 metri;
- Spazio massimo di funzionamento rispetto alla cuspid: 1,00 metri.

tipo stretto:

- classe 100 ;

- redirettivo;
- ingombro trasversale massimo: 2,60 metri;
- ingombro trasversale minimo: non inferiore alla larghezza della cuspide retrostante;
- ingombro longitudinale complessivo (compreso anche spazio di funzionamento a tergo rispetto alla cuspide) ≤ 7.00 metri;
- Spazio massimo di funzionamento rispetto alla cuspide: 0,50 metri.

L'adozione, per questioni di uniformità di dispositivi di un'unica tipologia (tipo stretto) comporterà la sistemazione delle barriere di sicurezza in corrispondenza della cuspide e dovrà consentire l'installazione dell'attenuatore d'urto nella "zona zebra" garantendo opportuni franchi sia rispetto alla carreggiata autostradale che alla rampa di uscita.

12.4 Terminali semplici

Qualsiasi interruzione della continuità longitudinale delle barriere esposte al flusso di traffico dovrà essere dotata di un sistema terminale che impedisca l'urto frontale dei veicoli contro la parte iniziale della barriera.

Il terminale di inizio impianto delle barriere metalliche dovrà essere costituito da elementi inclinati trasversalmente verso l'esterno del corpo stradale, secondo le indicazioni contenute negli elaborati di progetto. In particolare, lo stesso sarà costituito da una lama standard di barriera deviata verso l'esterno della carreggiata con angolo di inclinazione pari a 5° e da un elemento iniziale calandrato con raggio di curvatura pari a 1.80m e lungo 1.50m (1 campata) più terminale (manina).

Potranno essere impiegati dispositivi testati con ancoraggi terminali di geometria diversa dalla suddetta configurazione (ad esempio terminali degradanti ed infissi nel terreno) solo nel caso in cui venga data evidenza che l'impiego di un terminale con le geometrie sopra descritte garantisce il medesimo ancoraggio offerto al dispositivo nella prova di crash test. Saranno accettate modifiche alla zona di inizio impianto esclusivamente volte a ripristinare l'ancoraggio di estremità senza alterare la geometria sopra descritta e solo se ritenute ininfluenti rispetto al comportamento del terminale in caso di urto diretto da parte di un veicolo. Analoghe considerazioni valgono in caso di impiego di terminali "speciali" testati.

Nel merito si ribadisce che *"i terminali semplici non devono essere confusi con gli ancoraggi terminali che possono essere utilizzati in fase di prova, secondo quanto previsto dall'art. 5.3.2 della norma UNI EN 1317-2. Questi ultimi hanno lo scopo di sviluppare tensione ma non di assicurare soddisfacenti condizioni di sicurezza derivanti dall'eventuale impatto contro il terminale e, se usati nella prova, devono essere impiegati anche nelle installazioni su strada"* laddove il progetto non preveda soluzioni alternative per garantire il corretto funzionamento delle barriere.

I terminali semplici, intesi come normali elementi iniziali di una barriera di sicurezza, potranno essere sostituiti o integrati alle estremità di barriere laterali con terminali speciali testati secondo UNI pr-EN 1317-7, installabili secondo normativa vigente, e di classe adeguata in base alla velocità imposta nel sito da proteggere.

12.5 Terminali speciali

Per terminali speciali si intendono dispositivi ad assorbimento di energia, da installare in corrispondenza della porzione iniziale di un impianto di barriera di sicurezza.

Nel presente progetto è previsto l'utilizzo di tali dispositivi nel tratto di barriera di classe N2 installata su Via Aldo Moro, dove è indicata la classe di prestazione necessaria (P2) secondo la UNI-EN 1317-4.

13 RETI DI PROTEZIONE

Al fine di evitare la caduta di materiale nello spazio sottostante e di evitare lo scavalco del dispositivo di ritenuta in situazioni in cui il vuoto retrostante non è direttamente percepibile dall'utente (ad esempio lato spartitraffico su opere d'arte ad impalcati separati affiancati) si è previsto infine l'impiego dei stessi dispositivi ma con rete di protezione $h = 2$ m a tergo (dotati di marcatura CE nella specifica configurazione richiamata):

- in tutti i tratti ove una protezione con rete è già esistente (prevedendone eventualmente una ragionevole estensione ove oggi lo sviluppo appare insufficiente);

- in corrispondenza di opere d'arte e muri di sostegno in presenza di attraversamenti o affiancamenti di ferrovie o di strade asfaltate per la viabilità ordinaria,
- a protezione di abitazioni ed opifici;

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

14 ADATTAMENTO DISPOSITIVI ALLA SEDE STRADALE

L'art. 6 del DM 21.06.04 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 minima pari a **1,45 m per l'H2 e 1,30 m per l'H3**.

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 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 i due specifici prodotti (BROH2-21 e BROH3BL6 di Autostrade S.p.A), un supporto suborizzontale 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 $D_{din}=0,140$ m per la barriera di classe H2 e $D_{din}=0,070$ m per quella di classe H3) 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 per i dispositivi proposti dall'Appaltatore.

Nel caso di infissione delle barriere in pavimentazione o in strutture sottili in calcestruzzo (cunette triangolari) si è prevista la realizzazione preliminare di un carotaggio, l'asportazione del materiale all'interno del foro, il successivo riempimento con materiale arido monogranulare e la sigillatura tramite betoncino reoplastico.

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 – coerentemente con quanto indicato nel manuale di installazione – si è ritenuto idoneo un supporto di larghezza minima pari a 0,50 cm (0,60 cm nel caso di barriere integrate) in relazione al comportamento dinamico delle barriere facenti parte del set di riferimento 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

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"

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 posta in opera anche senza l'extralarghezza a tergo delle piastre di ancoraggio presenti nella configurazione di crash test,

Per le barriere in cls, sempre in relazione al comportamento dinamico della barriera, si è ritenuto opportuno garantire una dimensione del supporto tale da ripristinare le condizioni di crash test e quindi una larghezza dei supporti non inferiore a 0,70 m.

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 di tipo bordo ponte 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 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.

Sarà onere dell'Appaltatore procedere con il tracciamento dei punti di posa dei montanti delle barriere su opera d'arte prima dell'inizio delle attività di riqualifica in modo da minimizzare l'adozione delle suddette piastre modificate e poterne definire chiaramente quantità, ricorrenze e geometria.

15 DISTANZA TRA LE BARRIERE ANTIRUMORE E I DISPOSITIVI DI SICUREZZA

Nel presente paragrafo, si vogliono illustrare i criteri che hanno condotto alla determinazione della distanza da interporre tra la barriera antirumore in progetto e la barriera di sicurezza bordo laterale.

La normativa di riferimento per tale determinazione è la seguente:

- D.M. 18.02.92 n. 223 – Recante le Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale;
- D.M. 3.06.98 Recante le Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale (con esclusione delle istruzioni tecniche sostituite dalle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21.6.2004 n. 2367);
- D.M. 21.06.04 n. 2367 Recante le Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
- Circolare del MIT del 21/07/2010 avente come oggetto l'“Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”;
- Norma UNI EN 1317-2:2010.

In particolare, si vuole evidenziare che i chiarimenti pervenuti con la Circolare del MIT del 21/07/2010, insieme alle nuove definizioni contenute della Norma UNI EN 1317-2:2010, sono stati gli elementi fondamentali per la definizione del posizionamento dell'ostacolo a tergo della barriera di sicurezza, in questo caso la barriera antirumore.

Al paragrafo 5 di detta circolare infatti si legge che: [...] *nella progettazione e nelle successive verifiche delle condizioni di installazione su strada delle opere progettate, appare più opportuno riferirsi, piuttosto che alla classe di larghezza operativa, direttamente alla deflessione dinamica della barriera oppure alla posizione laterale estrema del veicolo o della barriera, a seconda della necessità. In sintesi, al progettista delle installazioni è demandato il compito di stabilire la distanza minima al di sotto della quale non si deve trovare o collocare un dato ostacolo, rispetto al fronte della barriera, affinché le caratteristiche di deformazione*

della barriera forniscano prestazioni soddisfacenti assicurando contemporaneamente accettabili condizioni di sicurezza in termini di contenimento del veicolo in svio, limitazione della severità dell'urto sugli occupanti, e limitazione dei possibili effetti indotti dall'urto su eventuali elementi esterni alla sede stradale (in relazione, ad esempio, alla possibile caduta di parti dell'ostacolo interessato dall'urto all'esterno della sede stradale).

Nel caso di specie, la necessità progettuale è stata quella di riferirsi alla posizione laterale estrema del veicolo in svio, determinando una distanza che potesse garantire il non interessamento dell'ostacolo dall'urto del veicolo, e quindi la caduta di parti dell'ostacolo (in questo caso pannelli antirumore) all'esterno della sede stradale.

La Norma UNI EN 1317-2:2010 definisce e identifica tale larghezza come Intrusione del veicolo V_i e ne illustra le modalità di valutazione : *L'intrusione del veicolo (VI_m) di autocarri (HGV) è la posizione laterale dinamica massima dal lato rivolto verso il traffico, non deformato, della barriera; essa deve essere valutata da registrazioni fotografiche ad alta velocità o riprese video, considerando un carico teorico avente la larghezza e lunghezza della piattaforma del veicolo e altezza totale di 4.0 m. L'intrusione VI_m deve essere valutata misurando la posizione e l'angolo della piattaforma del veicolo e presupponendo che il carico teorico non si deformi e rimanga di forma rettangolare rispetto alla piattaforma del veicolo oppure utilizzando veicoli di prova con la sagoma del carico teorico. L'intrusione del veicolo (VI_m) di un autobus è la sua massima posizione dinamica laterale; essa deve essere valutata mediante registrazioni fotografiche ad alta velocità o riprese video. (vedi figura pagina successiva)*

Di seguito si riportano le diverse classi in funzione dei diversi valori:

prospetto 5 **Livelli di intrusione del veicolo normalizzati**

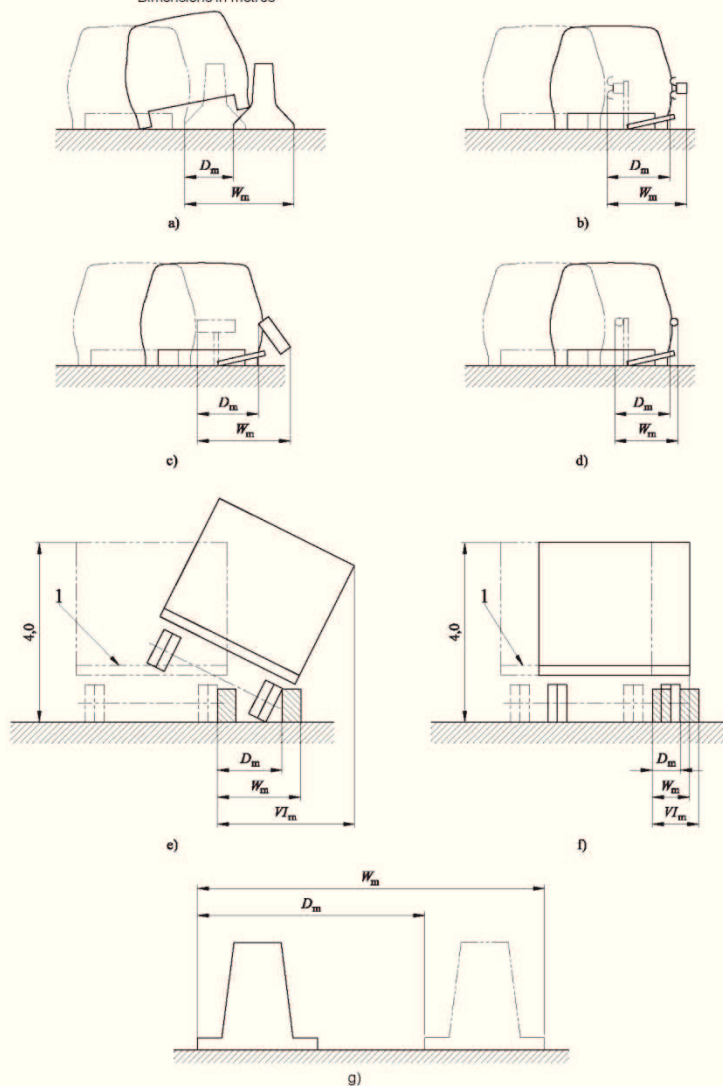
Classi di livelli di intrusione del veicolo normalizzate	Livelli di intrusione del veicolo normalizzati m
V/1	$V_{I_N} \leq 0,6$
V/2	$V_{I_N} \leq 0,8$
V/3	$V_{I_N} \leq 1,0$
V/4	$V_{I_N} \leq 1,3$
V/5	$V_{I_N} \leq 1,7$
V/6	$V_{I_N} \leq 2,1$
V/7	$V_{I_N} \leq 2,5$
V/8	$V_{I_N} \leq 3,5$
V/9	$V_{I_N} > 3,5$

Nota 1 In casi specifici è possibile specificare una classe di livello di intrusione del veicolo minore di V/1.

Nota 2 La deflessione dinamica, la larghezza operativa e l'intrusione del veicolo permettono di determinare le condizioni per l'installazione di ciascuna barriera di sicurezza, nonché di definire le distanze da creare davanti agli ostacoli.

figure 1 **Dynamic Deflection (D_m), Working Width (W_m) and Vehicle Intrusion (VI_m) Measured Values**

Key
1 Platform
Dimensions in metres



E' opportuno evidenziare che la conformazione fisica delle infrastrutture esistenti spesso mal si predispone alla realizzazione di nuovi dispositivi a tergo della barriera di sicurezza (es. rilevati con scarpate molto pendenti con margine laterale particolarmente ridotto, presenza di costruzioni in adiacenza al confine autostradale). Resta evidente quindi la necessità di dover mantenere contenuta la distanza a cui porre la barriera antirumore rispetto al ciglio.

La classe minima di barriera richiesta dalla normativa di riferimento risulta la H2 a cui far corrispondere una posizione dinamica laterale massima del veicolo (o alla Vehicle Intrusion secondo ENI 317-2:2010) **pari a 2.10m** (tipo **barriera Autostrade BROH2-21**).

Tabella A – Barriere longitudinali

Tipo di strada	Tipo di traffico	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	I	H1	N2	H2
secondarie(C) e Strade urbane di scorrimento (D)	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

Rif. D.M. 21.06.04 n. 2367

Per ridurre tale valore, in ottemperanza a quanto previsto dalla norma, la scelta progettuale può ricadere su una posizione dinamica laterale massima del veicolo (o alla Vehicle Intrusion secondo ENI 317-2:2010) **pari a 1.30m** (tipo **barriera Autostrade BROH2-21_RAFF**).

Per i casi in cui si rende necessaria l'installazione di barriera di sicurezza su cordolo si prenderà una posizione dinamica laterale massima del veicolo (o alla Vehicle Intrusion secondo ENI 317-2:2010) **pari a 1.20m** (tipo **barriera Autostrade BROH2BP4**).

In caso fosse necessario elevare la classe della barriera di sicurezza bordo laterale, scegliendo in particolare la barriera H3BL (tipo **barriera Autostrade BROH3BL6**) in luogo alla H2BL prevista, è possibile valutare la posizione laterale estrema del veicolo in svio con l'energia corrispondente alla barriera di classe inferiore (H2), come richiesto dalla circolare sopracitata:

In presenza di ostacoli o di altri elementi di possibile interazione con la deformazione della barriera posti all'interno della larghezza operativa della barriera stessa, determinata con riferimento alla classe di contenimento prevista in progetto, il progettista dovrà quindi verificare, almeno:

[...]

- le conseguenze dell'urto con veicolo pesante sull'elemento posto all'interno della larghezza operativa. Il veicolo pesante da considerare è quello corrispondente alla classe di protezione prevista dalla norma, indipendentemente dalla eventuale scelta progettuale di elevare la classe al fine di contenere le deformazioni dinamiche o per altre motivate considerazioni tecniche.*

Nel merito, l'utilizzo della barriera H3 BL 'BROH3BL6' diventa confrontabile con il comportamento derivante dall'urto del mezzo da Norma TB51 (Autobus) utilizzato come livello di contenimento per l'H2.

Il valore derivante della larghezza operativa (V_i) corrispondente ad una Livello di contenimento in H2 ($L_c=288\text{kJ}$) per il dispositivo prescelto H3BL diventa pertanto il riferimento progettuale.

In particolare, sulla barriera **Aspi H3BL 'BROH3BL6'** si è determinato il valore di Intrusione del Veicolo attraverso simulazione numerica con impattatore TB51 (Autobus) pari ad un livello di contenimento in classe H2, **pari a 1.69 m.**

Pertanto nel progetto, salvo casi particolari, si considera tale distanza come limite inferiore da garantire tra la barriera antirumore e la lama del dispositivo di sicurezza di nuova installazione.

La configurazione e le caratteristiche delle barriere di sicurezza utilizzate sono riportate negli elaborati serie BAS.

APPENDICE 1: DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEL SISTEMA DI ANCORAGGIO DEI TERMINALI DELLE BARRIERE DI SICUREZZA IN CORRISPONDENZA DEI MURI DI CONTRORIPA

Premessa

La presente nota tecnica descrive la metodologia di dimensionamento 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).

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 membrane
- b braccio del momento di plasticizzazione dei montanti⁴
- 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 quanto 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

⁴ 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.

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 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:

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

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

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

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 H3 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 M20 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
- $W_{plx} = 60 \text{ cm}^3$ modulo di resistenza massimo della sezione resistente dei montanti
- $b = 646 \text{ mm}$ braccio del momento di plasticizzazione dei montanti
- $A_{res} = 2300 \text{ mm}^2$ area della sezione resistente a trazione delle lame a tripla onda
- $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$ tensione di rottura delle viti M16 classe 8.8
- $\gamma_{M2} = 1,25$ coefficiente di sicurezza per la verifica delle unioni
- $\phi = 157 \text{ mm}^2$ 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:

$$F_{D,eng} = 2,5 * F_{medio}(H3;1.60) = 357 \text{ KN}$$

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 H3 e deflessione dinamica pari a 1,60m.

Date le caratteristiche geometriche e meccaniche delle viti di progetto (M20 classe 8.8), la resistenza a taglio offerta da ciascun bullone è la seguente:

$$F_{V,Rd} = 0,6 f_{tb} \phi / \gamma_{M2} = 94 \text{ KN}$$

Il numero minimo di tirafondi è quindi dato dalla seguente:

$$t_{min} = \max(F_{D,pl} ; F_{D,eng}) / F_{V,Rd} = 5$$

Si tenga presente che la presente non tratta la verifica a rifollamento delle unioni. Per tenere comunque conto del suddetto fenomeno ed al contempo garantire la simmetria del sistema di collegamento, il numero di tirafondi indicati negli allegati grafici è stato maggiorato del 20% (6 tirafondi in totale).