



Anas SpA

DIREZIONE CENTRALE PROGETTAZIONE

S.S. N. 9 "Via Emilia" Variante di Casalpusterlengo ed eliminazione passaggio a livello sulla SP ex S.S. N. 234

PROGETTO DEFINITIVO

CONTRIBUTI SPECIALISTICI

TECNOSTUDIO BIEFFE S.R.L.
VIA MAZZETTI 7
FONTANELLATO (PR)

COMPONENTE STRADALE E STRUTTURALE; SICUREZZA, COORDINAMENTO, FASAGGI DI CANTIERE, MOVIMENTAZIONE DI CAVA; RILIEVI E COMPUTAZIONE

CONSORZIO MUZZA BASSA LODIGIANA
VIA NINO DALL'ORO, 4 - LODI

COMPONENTE IDRAULICA

ARCH. MADDALENA GIOIA GIBELLI
VIA SENATO, 45
MILANO

COMPONENTE PAESAGGISTICA ED AMBIENTALE

P I GIOVANNI PERRI
VIA PRIORATO, 16
FONTANELLATO (PR)

COMPONENTE IMPIANTISTICA, TECNOLOGICA ED ILLUMINOTECNICA

CI.TRA S.R.L.
VIALE LOMBARDIA, 5
MILANO,
IN COLLABORAZIONE CON
L.C.E. SRL
VIA DEI PLATANI, 7
OPERA

COMPONENTE TRASPORTISTICA ED ACUSTICA

I PROGETTISTI

Arch. Savino GARILLI PROVINCIA DI LODI
Iscritto all'Ordine degli Architetti della Provincia di Piacenza al n° 280

Ing. Antonio SIMONE COMUNE DI CASALPUSTERLENGO
Iscritto all'ordine degli Ingegneri della provincia di Foggia al n° 1270

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Gianluca CANTARELLI
Iscritto all'Ordine dei Geologi dell' Emilia Romagna al n° 359
via Malpeli, 2
FIDENZA (PR)

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom: Fiorenzo BERGAMASCHI
Iscritto al Collegio dei Geometri della Provincia di Parma al n° 1606
via Mazzetti, 7
FONTANELLATO (PR)

VISTO:IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO
Ing Massimo SIMONINI

DATA

PROTOCOLLO

RELAZIONE TECNICA BARRIERE DI SICUREZZA

CODICE PROGETTO

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

D	RECEPIMENTO PRESCRIZIONI ISTRUTTORIA ANAS				
C	RECEPIMENTO PRESCRIZIONI CONFERENZA DEI SERVIZI	FEBBRAIO 2011			
B	VERIFICA DI OTTEMPERANZA AL DECRETO VIA	APRILE 2010			
A	PRIMA CONSEGNA PROGETTO	MARZO 2009			
REV.	DESCRIZIONE	DATA	VERIFICATO RESP. TECNICO	CONTROLLATO RESP. D'ITINERARIO	APPROVATO RESP. DI SETTORE
Codice Elaborato	BS00 1700	Data Revisione: FEBBRAIO 2011	REV. C	FOGLIO 01 DI 13	Scala: ELABORATO DI TESTO
NOME FILE BS00-1700.PDF					

SOMMARIO

- 1. PREMESSA 3
- 2. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E NORMATIVI 4
- 3. CRITERI PROGETTUALI 5
 - 3.1 Definizione dei livelli di traffico nei tratti oggetto di studio 6
 - 3.2 Criteri per la definizione del tipo e della classe delle barriere da bordo laterale 6
 - 3.3 Criteri per la definizione del tipo e della classe delle barriere su manufatti..... 9
 - 3.4 Criteri per la definizione del tipo e della classe delle barriere in corrispondenza di ostacoli laterali .. 10
 - 3.5 Barriere per pertinenze di servizio 11
- 4. ELEMENTI DI PROTEZIONE COMPLEMENTARI..... 12
 - 4.1 Transizioni..... 12
 - 4.2 Terminali 12

1. PREMESSA

La presente nota viene redatta a corredo del progetto di variante della SS9 in corrispondenza del comune di Calpusterlengo.

Per lo sviluppo del progetto sono state effettuate le seguenti attività preliminari:

- acquisizione dagli elaborati di progetto, riguardanti l'andamento planimetrico, altimetrico, sezioni tipo e sezioni correnti, dei dati concernenti:
- 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, tombini);
- 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:

- 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 e delle opere d'arte nonché della presenza di barriere antifoniche o altri ostacoli a bordo strada.

2. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E NORMATIVI

Circolare del 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".

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".

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".

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.

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

Nuovo codice della Strada.

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

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

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

Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.

Circolare Min. Infrastrutture e trasporti Prot. 62032 del 21.07.2010

Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.

Main Roads Western Australia, Road and Traffic Engineering- Technology and Environment Directorate
Assessment of Roadside Hazards, rev. May 2007, Document D06#26105

AASHTO American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C., USA.
Roadside Design Guide (2002)

SETRA Service d'études techniques des routes et autoroutes, Bagnex France.

Traitement des obstacles latéraux sur les routes principale hors agglomération- guide technique (2002)

3. CRITERI PROGETTUALI

Ai sensi della normativa vigente devono essere protette con appositi dispositivi di ritenuta almeno le seguenti situazioni:

- i margini di tutte le opere d'arte all'aperto, quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna;
- il margine stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1 m le cui scarpate abbiano pendenza maggiore o uguale a 2/3¹;
- gli ostacoli fissi che possono costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto.

La definizione delle classi minime di barriere da adottare in progetto è stata operata, secondo quanto previsto dal D.M. 21.06.2004, in funzione della classe funzionale a cui appartiene la strada, della classe di traffico e della destinazione delle protezioni.

Per quanto riguarda la classe funzionale dell'asse principale, si è fatto riferimento a quanto indicato per strade di Classe B (Strade extraurbane principali) in ambito extraurbano e per le relative pertinenze e strade di servizio.

Per tutte le destinazioni di barriere il D.M. 21.06.2004 indica come primo fattore per la definizione della classe di barriera da adottare il livello di traffico definito in base al TGM bidirezionale ed alla percentuale di veicoli pesanti (massa >3,5t) presenti nella mix, secondo lo schema di Tabella 3-1.

Classe	TGM bidirezionale	% VP
I	≤ 1000	qualunque
	> 1000	≤ 5
II	> 1000	5 – 15
III	> 1000	> 15

Tabella 3-1 Schema per la definizione dei livelli di traffico

Il D.M. 21.06.2004 fornisce la classe minima da adottare per le barriere di sicurezza nelle diverse destinazioni (bordo laterale e bordo ponte) in funzione del livello di traffico, come riportato nella tabella seguente.

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

Tabella 3-2 Classi minime di barriere (tab. A)

Nei casi in cui è ammessa la adozione di due classi diverse il D.M. 21.04.2006 demanda la scelta al progettista.

Ai sensi della normativa vigente le classi di contenimento delle barriere "bordo ponte" si applicano "per opere (ponti e viadotti) di luce superiore a 10 m"; opere di luce inferiore e muri di sostegno sono equiparati (ai sensi dei livelli di contenimento minimi da garantire) al bordo laterale.

Per quanto attiene alla severità degli urti il D.M. 2367/2004 prevede che le barriere siano classificate in funzione dei valori assunti dagli indici:

- A.S.I. - Indice di Severità dell'accelerazione
- T.H.I.V. - Indice di Velocità teorica della testa
- P.H.D. - Indice di Decelerazione della testa dopo l'impatto

¹ Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3 è demandata al progettista la definizione delle situazioni nelle quali sia necessario prevedere una barriera di sicurezza in funzione della combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (presenza di edifici, strade, ferrovie, depositi di materiale pericoloso o simili).

come definiti nella norma UNI EN 1317 parti 1 e 2.

La norma UNI EN 1317-2 prevede la seguente classificazione delle barriere in termini di severità degli urti.

LIVELLO DI SEVERITA' DELL'URTO	VALORI DEGLI INDICI		
A	ASI ≤ 1.0	THIV ≤ 33 km/h	PHD ≤ 20g
B	ASI ≤ 1.4		

Tabella 3-3

La citata UNI EN 1317-2 chiarisce altresì che:

- *“il livello di severità d’urto A garantisce un maggior livello di sicurezza per gli occupanti di un veicolo che esce di strada rispetto al livello B e viene preferito quando altre considerazioni si equivalgono”;*
- *“ in luoghi pericolosi specifici in cui il contenimento di un veicolo che esce di strada (come un camion di trasporto pesante) è la considerazione principale, può essere necessario adottare e installare una barriera di sicurezza senza un livello di severità d’urto specifico. I valori degli indici registrati nella prova della barriera di sicurezza, tuttavia, devono essere citati nel resoconto di prova”.*

In termini di deformabilità si è fatto riferimento, a due parametri desunti dalle prove di crash:

- La deflessione dinamica (D) ovvero è il massimo spostamento dinamico trasversale del frontale del sistema di contenimento;
- La larghezza operativa (W) ovvero la distanza tra la posizione iniziale del frontale del sistema stradale di contenimento e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del sistema.

3.1 Definizione dei livelli di traffico nei tratti oggetto di studio

Per la definizione dei livelli di traffico si è fatto riferimento all’orizzonte temporale di progetto individuato nello studio trasportistico, cui si rimanda..

Con riferimento all’art. 6 conformemente alla tabella A dell’aggiornamento del 2004 del D.M, il livello di traffico previsto è di tipo II con TGM>1000 e percentuale di veicoli pesanti minore del 15%.

Prudenzialmente si ritiene di adottare una previsione di veicoli pesanti superiore innalzando il tipo di traffico alla categoria III per il solo asse principale.

3.2 Criteri per la definizione del tipo e della classe delle barriere da bordo laterale

La tipologia delle barriere per bordo laterale da utilizzare per la protezione sarà quella di barriere metalliche a nastri. I dispositivi dovranno essere caratterizzati da un livello di severità di classe A.

Ad eccezione delle barriere di classe N2, dovranno essere impiegati dispositivi con nastro longitudinale principale a tripla onda, in modo da favorire il collegamento tra barriere di diversa tipologia.

Le barriere da bordo laterale per le strade con livello di traffico III rientrano in quelle situazioni per cui il D.M. 21.06.2004 lascia al progettista la scelta tra la classe H2 e la classe H3 (cfr. art. 6).

Ai fini della scelta della classe di barriere di sicurezza sono stati considerati i seguenti elementi:

- la pendenza delle scarpate;
- l’altezza del rilevato;
- la presenza di edifici, strade, ferrovie, depositi materiale pericoloso o simili in prossimità del confine stradale;
- la percentuale di traffico pesante.

Nel caso in oggetto i rilevati hanno tutti una pendenza massima fissata al 60%, in virtù di tale assunzione il criterio di ubicazione ha seguito una valutazione in cui la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell’altezza della scarpata e delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata, delle trincee.

L’altezza e la pendenza di un rilevato sono fattori principali nel condizionare la gravità delle conseguenze in caso di fuoriuscita dei veicoli dalla sede stradale.

E’ possibile adottare una classificazione dei rilevati (si veda-Guide to the Design of Road Safety Barriers, Assessment of Roadside Hazards, Main Roads Western Australia, Sept 2006), che prevede le seguenti distinzioni in funzione della pendenza:

- rilevati a basso grado di criticità: sono caratterizzati da pendenze delle scarpate minori o uguale a 1/4. I veicoli che fuoriescono dalla carreggiata possono generalmente arrestarsi oppure rallentare ed effettuare in sicurezza le manovre di reinserimento nella sede stradale;
- rilevati a medio grado di criticità: le pendenze delle scarpate sono comprese tra 1/4 e 1/3. Il veicolo che fuoriesce ha una scarsa probabilità di ribaltarsi; tuttavia non può né arrestarsi né rallentare per potersi reimmettere in carreggiata;
- rilevati ad elevato grado di criticità: hanno pendenze superiori ad 1/3. La criticità delle alte pendenze è associata ad un'elevata probabilità che si manifesti il ribaltamento (rollover) dei veicoli fuoriusciti dalla sede stradale.

E' possibile mettere in evidenza come possano presentarsi casi in cui la conformazione del rilevato è tale da provocare danni meno severi di quelli che si verificherebbero in presenza delle barriere di sicurezza; in tali situazioni l'installazione delle barriere oltre ad essere non necessaria, potrebbe arrecare danni significativi in caso di impatto.

In tale contesto, sono interessanti i risultati provenienti dall'analisi della "Curva di Isoleverità" (figura 3). Sviluppata da un'indagine effettuata negli Stati Uniti sugli incidenti per fuoriuscita dal bordo rilevato sulle autostrade senza pedaggio e da test realizzati con veicoli in scala reale su rilevati piani, consente di determinare la severità associata alla caduta da un rilevato o all'urto contro una barriera di sicurezza stradale (si veda Traffic Safety System - State of California - Business, Transportation and Housing - Department of Transportation, May 1998)

La curva rappresenta le combinazioni tra altezza e pendenza del rilevato che causano incidenti di gravità pari all'urto contro una barriera di sicurezza. L'area sottostante la curva indica situazioni in cui l'utilizzo dei sistemi di ritenuta apporta danni più gravi rispetto alla caduta da un rilevato; condizione opposta ritroviamo nell'area superiore. Ciò conferma come le barriere stradali debbano essere installate soltanto quando risulta evidente la possibilità di ridurre la severità dell'urto.

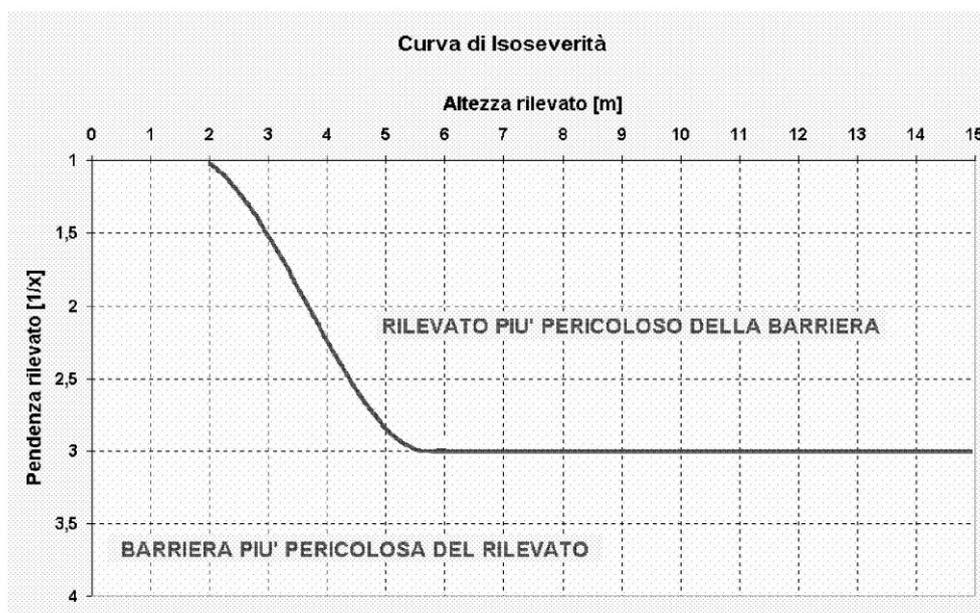


Figura 3-1

Da queste considerazioni suesposte si può quindi ipotizzare una procedura di valutazione basata sul livello di rischio per ogni differente tipologia di barriera. (si veda Leonardi, Pappalardo atti del XI CONVEGNO S.I.I.V., 2001) che si sintetizza in diversi abachi relativi ad altrettanti valori della pendenza delle scarpate (1/1, 1/1.5, 1/2, 1/3), in cui sono riportate le curve di isorischio dedotte tramite la procedura di analisi di rischio elaborata.

Ognuno di tali abachi presenta inoltre un segmento che ne divide l'area in due zone, una rappresentativa delle situazioni in cui è necessario l'utilizzo dei sistemi di ritenuta stradali, e l'altra in cui tali dispositivi, oltre a non essere necessari, possono addirittura divenire pericolosi.

Da una prima analisi dei risultati ottenuti è possibile trarre le seguenti considerazioni:

- nel caso di rilevati con rapporto di pendenza pari a 1/1, si attraversano tutte le possibili situazioni di rischio (I_R varia da 0.1 fino al valore massimo). Le configurazioni che non richiedono l'impiego di dispositivi di ritenuta sono quelle associate ad un'altezza dei rilevati inferiore a 2 metri;
- quando la pendenza delle scarpate è uguale a 1/1.5 i potenziali gradi di rischio possono raggiungere, al massimo, il livello alto. L'utilizzo delle barriere di sicurezza non è richiesto per altezze dei rilevati minori di 3 metri;

- per rilevati con pendenza delle scarpate pari a 1/2, si ha, nelle situazioni peggiori, un valore di I_R associato alle condizioni di rischio medie. Per altezze dei rilevati inferiori a 3.5 m non si richiede l'impiego di alcun elemento di ritenuta;
- i rilevati con scarpate molto "dolci" (pendenza pari a 1/3) presentano generalmente livelli di rischio minimi. L'impiego delle barriere di sicurezza è necessario soltanto per altezze superiori a 6 metri

Riguardo poi la scelta dei diversi tipi di barriere, si sottolinea come i dispositivi a più alto livello di contenimento (classe funzionale K4) siano associati alle situazioni maggiormente gravose (flussi veicolari sostenuti, altezze elevate dei rilevati); ciò conferma non solo l'inutilità di adottare barriere di sicurezza ad elevate prestazioni nelle situazioni che non lo richiedono, ma anche la rischiosità determinata dalla potenziale presenza di elementi di contenimento troppo rigidi.

INDICE DI RISCHIO	LIVELLO DI RISCHIO	CLASSE DI FUNZIONALITA'	DESTINAZIONE D'USO		
			Autostrade - Strade extr. princ.	Strade extr. sec. - Strade urb. di scorr.	Strade urb. di quart. - Strade locali
$0 < I_R \leq 0.2$	Minimo	K1	H1	N2	N1
$0.2 < I_R \leq 0.4$	Medio	K2	H2	H1	N2
$0.4 < I_R \leq 0.6$	Alto	K3	H2	H2	H1
$0.6 < I_R \leq 1$	Eccezionale	K4	H3	-	-

Tabella 3-4

Per tutti i casi dove sono presenti degli ostacoli si è disposta una verifica della presenza di una opportuna "clear zone". La "clear zone" è definita come l'area adiacente alla carreggiata dove un veicolo privo di controllo può fermarsi senza il rischio di urtare un ostacolo. Tale distanza è funzione della velocità di progetto, del volume di traffico e della pendenza del terreno adiacente alla strada, essa aumenta per velocità e volumi di traffico elevati e per pendenze molto ripide: è facilmente intuibile come un veicolo che procede a velocità elevate abbia una maggiore probabilità di fuoriuscita dalla sede stradale rispetto ad uno più lento. Nel caso presente si è fatto riferimento all'abaco per la determinazione della zona libera da ostacoli proposto dall'AASHTO.

Nelle fasi di progetto di una nuova infrastruttura, e in tutti i casi in cui i dati di incidentalità non sono disponibili, è necessario valutare la potenziale frequenza di sinistri in tali zone, basandosi sulle seguenti considerazioni generali:

- geometria: le curve isolate, su strade che garantiscono elevate prestazioni in termini di velocità, aumentano la probabilità di fuoriuscita dalla sede stradale. Inoltre su tracciati caratterizzati da un numero significativo di tratti curvilinei, gli incidenti per fuoriuscita si verificano con maggiore probabilità nella prima curva della serie, nelle curve successive con variazione di velocità superiore a 15 Km/h, nelle curve brusche, nelle curve con un angolo al centro molto ampio. Le fuoriuscite da curve con raggi inferiori a 300 m, in presenza di pendenze superiori al 2%, devono essere prese in speciale considerazione;
- volume di traffico: più alto è il volume di traffico, maggiore è la probabilità di fuoriuscita;
- zona libera al margine della carreggiata: più stretta è tale area, maggiore è la probabilità per il veicolo privo di controllo di cadere giù dal rilevato;
- condizioni climatiche: condizioni di nebbia densa, di neve o ghiaccio aumentano la probabilità di fuoriuscita dal bordo dei rilevati. Inoltre la presenza di forte vento può peggiorare le precedenti situazioni.

Se il rilevato quindi presenta degli attributi di elevata pericolosità o ha una storia di incidentalità significativa, allora rappresenta un potenziale pericolo e bisogna passare ad un livello di analisi superiore; in caso contrario è definito a basso rischio e si possono adottare dei criteri protezione di tipo generale.

Per l'asse principale si è sempre utilizzato una H2 ad eccezione di alcuni brevi tratti caratteristici dove si è utilizzato una H3.

Per quanto riguarda le barriere spartitraffico con una larghezza di 2.5m si adottano delle barriere di tipo H3 su rilevato con larghezza di deflessione W6, anche se il livello di contenimento minimo richiesto è H2..

In casi particolari sul bordo delle rotonde visto il livello di traffico e le velocità di progetto (sempre inferiori ai 50 km/h) si potrà applicare una classe N2 dove ritenuto necessario. Nello specifico della rotatorie in generale laddove non ci sono significativi ostacoli individuati non sono state previste barriere poiché la velocità di progetto è inferiore a 70 km/h.

La protezione verrà realizzata ponendo un tratto di barriera a monte della zona da proteggere non inferiore ai 2/3 della lunghezza minima di installazione (indicata nei certificati di omologazione), e a valle non inferiore alla lunghezza di contatto (lunghezza del tratto interessato dall'urto nel crash con il mezzo pesante, indicata nei certificati di crash test).

Nelle sezioni in trincea, in presenza di cunetta transitabile, il margine laterale sarà mantenuto privo di protezione. Dovrà comunque essere garantita la protezione di eventuali ostacoli presenti sul margine laterale.

3.3 Criteri per la definizione del tipo e della classe delle barriere su manufatti

La tipologia delle barriere su opera d'arte da utilizzare sarà quella di barriere metalliche a nastri, preferibilmente caratterizzate da classe di severità A. Potrà esser adottata una barriera con livello di severità d'urto di classe B nel caso in cui non risultino disponibili dispositivi della classe e del materiale previsti e con le caratteristiche di deformazione compatibile con la larghezza dei cordoli (ovvero con la distanza da eventuali ostacoli) rientrante nella CLASSE A. Dovranno essere impiegati dispositivi con nastro longitudinale a tripla onda, in modo da favorire il collegamento tra barriere di diversa tipologia.

Per quanto riguarda la protezione dei margini di ponti, viadotti e sottovia l'articolo 6 del DM 21.06.2004 prevede che siano impiegate protezioni di classe H2, H3 o H4, ciò comunque in conformità della vigente normativa sulla progettazione, costruzione e collaudo dei ponti stradali. Il D.M. prevede che sia, in particolare, controllata la compatibilità dei carichi trasmessi dalle barriere alle opere con le relative resistenze di progetto.

Nel caso specifico delle strade con livello di traffico III le classi minime da adottare saranno:

- per ponti e viadotti di luce superiore a 10 m: classe H3
- per opere di luce inferiore o pari a 10 m: classe H2 (ovvero la classe prevista per il bordo laterale).
- Per opere di scavalco di ferrovie : classe H4 (richiesta RFI)

Anche in questo caso la scelta tra le prime due classi è demandata al progettista.

Per analogia con quanto già discusso per le barriere da bordo laterale si dovrà tener conto in primo luogo della presenza di insediamenti abitativi o industriali al margine.

Nel caso di ponti, viadotti e sottovia si dovrà inoltre considerare la natura dell'eventuale opera scavalcata (ovvero i casi in cui vi sia uno scavalco su una strada, una ferrovia o un corso d'acqua rilevante).

In sintesi le soluzioni progettuali da adottare sono quelle riportate in Tabella 3-5 .

Luce libera complessiva (m)	Insedimenti abitativi o industriali al margine / scalcamenti su strade, ferrovie	Classe
≤ 10	NO	classe prevista per l'adiacente bordo laterale (H2)
≤ 10	SI	H2
> 10 ⁽⁶⁾	NO	min H3
> 10 ⁽⁶⁾	SI	H3

Tabella 3-5 Barriere per ponti, viadotti e sottovia

Per la protezione in corrispondenza dei muri di sostegno si sono adottati gli stessi criteri utilizzati per la protezione del bordo laterale, analogamente a quanto fatto per le opere di luce inferiore a 10m.

Per la protezione dei cavalcavia è stato adottato sempre, indipendentemente dal rango della viabilità sovrappassante, l'impiego di barriere di classe H3, ritenendo prioritario il contenimento dei veicoli in relazione al rischio di caduta di questi sulla strada principale.

Lo sviluppo complessivo delle barriere per bordo opera d'arte è stato commisurato a quello indicato nel certificato di omologazione (lunghezza di funzionamento Lf), ponendone circa i 2/3 prima dell'opera d'arte (muri andatori compresi) e proseguendo la protezione dopo la fine dell'opera per una lunghezza pari a quella interessata dall'urto.

Secondo quanto previsto dal DM 21.06.2004 all'art. 6, l'estensione della protezione dell'opera a monte ed a valle, potrà essere realizzata attraverso un dispositivo diverso (testato con pali infissi nel terreno), di pari classe di contenimento (o di classe ridotta - H3 nel caso di affiancamento a barriere bordo ponte di classe H4), andando a realizzare una transizione strutturalmente continua (transizione speciale), in grado cioè di trasferire gli sforzi ed evitare una significativa differenza di deformazione laterale. In questo caso la lunghezza della barriera installata nel sistema misto dovrà essere almeno pari alla maggiore delle lunghezze di funzionamento dei 2 dispositivi installati.

Per maggiori dettagli circa le suddette modalità di installazione si rimanda agli schemi da S2 ad S4 contenuti negli elaborati "schemi di installazione".

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 resistenti².

In assenza di dispositivi omologati rispondenti alle caratteristiche previste sopra, 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.

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.

Per le opere per le quali non è previsto un cordolo in corrispondenza del ciglio in quanto l'estradosso dell'opera stessa è ribassato rispetto alla quota della pavimentazione, si mantenga la barriera bordo laterale corrente sull'opera in quanto la barriera bordo ponte non è installabile. Nel caso che il ricoprimento risulti inferiore alla lunghezza d'infissione prevista, si dovrà prevedere l'accorciamento dei paletti interferenti con la struttura.

3.4 Criteri per la definizione del tipo e della classe delle barriere in corrispondenza di ostacoli laterali

La tipologia delle barriere a protezione degli ostacoli sarà quella di barriere metalliche a nastri. Dove previsto l'impiego di barriere bordo laterale i dispositivi impiegati dovranno essere caratterizzati da un livello di severità di classe A; dove la protezione verrà realizzata con barriera bordo ponte (installata su cordolo in c.a. gettato in opera), questa dovrà essere preferibilmente caratterizzata da classe di severità A. Potrà essere adottata in progetto una barriera con livello di severità d'urto B nel caso in cui non risultino disponibili dispositivi rientranti in CLASSE A, compatibili con le specifiche di progetto. Dovranno essere impiegati dispositivi con nastro longitudinale a tripla onda, in modo da favorire il collegamento tra barriere di diversa tipologia.

Non essendoci attualmente norme cogenti in materia di protezione degli ostacoli laterali (salvo per le piantumazioni...) rimane quindi a carico del progettista la determinazione delle caratteristiche prestazionali da adottare nelle singole specifiche situazioni, solo parzialmente elencate dalla stessa normativa e sopra riportate, nonché la determinazione di una larghezza di riferimento che individui una possibile fascia di sicurezza, oltre la quale eventuali ostacoli

Nel caso specifico si è fatto riferimento alla letteratura internazionale sull'argomento, ed in particolare alle norme tecniche Australiane ed Americane citate in bibliografia terminante" come la distanza oltre la quale non è ritenuta necessaria l'installazione di sistemi di sicurezza, ed inoltre identificano una casistica più dettagliata di installazioni e di caratteristiche prestazionali richieste.

Sulla base di questi assunti si è quindi redatta una tabella , dove sono indicati i requisiti minimi per le azioni da intraprendere a protezione delle strutture fisse esterne alla carreggiata (segnaletica, strutture portanti dei pannelli a messaggio variabile, pali d'illuminazione etc., in funzione del tipo di ostacolo

² 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 $\leq 4^\circ$ rispetto al piano stradale.

Tipo di ostacolo	Zona libera ("clear zone")	Tipo di barriera	Classe della barriera H	Larghezza operativa W
Cartelli di segnaletica verticale su paletti ϕ 60mm assimilabili a categoria NE con livello di sicurezza dell'occupante 4 (cfr. UNI EN 12767)	0	Nessuna protezione specifica. In presenza di barriera mantenimento della classe corrente		-
Pali d'illuminazione poligonali in acciaio $>\phi$ 100mm	$\geq 4m$	nessuna		
	$< 4m$	bordo laterale	Protezione con classe corrente (min. H2)	$W \leq W7$
	$< 4m$	bordo opera d'arte	Protezione con classe min. H3 per opere d'arte con luci $L > 10m$, min. H2 per opere d'arte minori	$W \leq W5$ per opere d'arte con luce $L > 10m$ e $W \leq W6$ per opere d'arte minori
Barriera antifonica	$\geq 3m$	Nessuna (1)		
	$< 3m$	bordo laterale	Protezione con classe corrente (min. H2)	$W \leq W6$
	$< 3m$	bordo opera d'arte	Protezione con classe min. H3 per opere d'arte con luci $L > 10m$, min. H2 per opere d'arte minori	$W \leq W5$ per opere d'arte con luce $L > 10m$ e $W \leq W6$ per opere d'arte minori
Pile di cavalcavia	$\geq 13m$ ($V_p > 80$ km/h) $\geq 5m$ ($V_p < 80$ km/h)	nessuna		
	$< 13m$ ($V_p > 80$ km/h) $< 5m$ ($V_p < 80$ km/h)	da bordo laterale	Protezione con classe min. H3	$W \leq W6$
Strutture portanti di cartelli di segnaletica a bandiera e di pannelli a messaggio variabile		da bordo laterale	Protezione con classe min. H3	$W \leq W6$
Colonnine SOS		da bordo laterale con piegatura della barriera a valle della colonnina	Nessuna protezione specifica. In presenza di barriera mantenimento della classe corrente.	-
<i>Note</i>				
1) nella parte fronte marcia si valuterà secondo i casi se proteggere il primo montante				

Tabella 3-6 Protezione di ostacoli laterali su strade extraurbane

La protezione, dove necessaria, verrà realizzata ponendo un tratto di barriera a monte dell'ostacolo non inferiore ai 2/3 della lunghezza minima di installazione e a valle non inferiore alla lunghezza di contatto. Lo sviluppo complessivo della protezione non dovrà risultare comunque inferiore alla lunghezza minima di installazione.

Per le barriere Antifoniche dove non vi è la possibilità di garantire la larghezza operativa di funzionamento della barriera di sicurezza per vincoli di tracciato o per la presenza di edifici, si è previsto l'utilizzo di barriere di tipo combinato.

3.5 Barriere per pertinenze di servizio

Trattasi delle barriere da prevedere lungo i bordi di aree di servizio, di parcheggio o stazioni autostradali. La normativa vigente prevede, per queste situazioni, una protezione con barriere di classe N2.

Le medesime classi di barriera saranno adottate, per analogia, per la protezione dei margini della viabilità di servizio.

4. ELEMENTI DI PROTEZIONE COMPLEMENTARI

4.1 Transizioni

Le transizioni tra barriere metalliche 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 differenti dovranno essere risolti mediante elementi inclinati, con angolo d'inclinazione, rispetto all'allineamento degli elementi adiacenti, non superiore a 4°.

L'interruzione di elementi longitudinali secondari nelle zone di transizione dovrà avvenire mediante l'installazione dei terminali previsti dal costruttore, avendo cura di arretrare l'elemento stesso rispetto all'allineamento degli elementi longitudinali continui principali, prima della sua interruzione.

L'appaltatore (delle barriere di sicurezza), a valle della scelta dei dispositivi commerciali che prevede di impiegare, dovrà provvedere a studiare le transizioni previste in progetto e dovrà fornirne i relativi disegni.

Per le transizioni da realizzare per l'estensione della protezione delle opere d'arte nei tratti a monte e a valle dell'opera stessa, si rimanda a quanto specificato al par. 3.3

4.2 Terminali

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.

In linea prioritaria, dovranno essere utilizzati i sistemi terminali previsti dal costruttore ed omologati come elementi componenti la barriera che si intende installare.

In assenza di specifiche previsioni da parte del costruttore, il terminale delle barriere metalliche dovrà essere costituito da elementi inclinati sia verticalmente, sia trasversalmente verso l'esterno del corpo stradale, secondo le indicazioni contenute negli elaborati di progetto.

Per maggiori dettagli si rimanda agli specifici particolari costruttivi contenuti negli elaborati facenti parte del progetto delle barriere di sicurezza.

³ La direzione Lavori si riserverà il diritto di accettare la soluzione proposta a seguito della verifica della documentazione fornita.