

autostrade // per l'italia

AUTOSTRADA (A1) : MILANO NAPOLI

AMPLIAMENTO ALLA QUARTA CORSIA
DEL TRATTO MILANO SUD (Tang. Ovest) – LODI

PROGETTO DEFINITIVO

CORPO AUTOSTRADALE

OPERE COMPLEMENTARI
BARRIERE DI SICUREZZA

RELAZIONE TECNICA

IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA Ing. Massimiliano Giacobbi Ord. Ingg. Milano N. 20746 RESPONSABILE UFFICIO STD	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Massimiliano Giacobbi Ord. Ingg. Milano N. 20746 RESPONSABILE AREA DI PROGETTO MILANO	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 RESPONSABILE FUNZIONE STP
---	---	--

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO					DATA: APRILE 2011	REVISIONE										
	DIRETTORIO		FILE				n.	data									
—	codice commessa	N.Prog.	unita'	n. progressivo													
—	1	1	0	1	5	9	0	1	STD	0	7	1	0	—	—		
						SCALA:	—										

 ingegneria europea	COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO Ing. Federica Ferrari	ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	
		ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	Ing. Lorenzo BARTOLINI – O.I. MILANO N. 22921A
CONSULENZA A CURA DI :	—	IL RESPONSABILE UFFICIO/UNITA'	Ing. Massimiliano GIACOBBI – O.I. MILANO N. 20746

VISTO DEL COORDINATORE GENERALE SPEA DIREZIONE OPERATIVA PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE LAVORI ASPI Ing. Alberto Selleri	VISTO DEL COMMITTENTE autostrade // per l'italia	VISTO DEL CONCEDENTE 
---	---	--

INDICE

1	SCOPO DEL LAVORO	3
2	LIMITI DI INTERVENTO	3
3	ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO	4
4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
5	SCELTA DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA	6
6	CORPO AUTOSTRADALE	7
6.1	Spartitraffico, definizione del tipo e della classe delle barriere	7
6.1.1	Spartitraffico autostradale (margine interno)	7
6.2	Barriere per bordo laterale in sede naturale	8
6.2.1	Definizione del tipo e della classe delle barriere	8
6.2.2	Modalità d'installazione delle barriere per bordo laterale	9
6.3	Barriere per il bordo laterale delle opere d'arte	11
6.3.1	Definizione del tipo e della classe delle barriere	11
6.3.2	Modalità d'installazione delle barriere per i bordi laterali delle opere d'arte	11
6.4	Barriere in corrispondenza di ostacoli	13
6.4.1	Ostacoli sul bordo laterale	13
6.4.2	Protezione pile cavalcavia esistenti in spartitraffico (schema S9)	14
6.5	Elementi di protezione complementari	15
6.5.1	Transizioni	15
6.5.2	Terminali	15
6.5.3	Attenuatori d'urto	16
6.5.4	Protezione dei varchi in spartitraffico	16
6.6	Reti di protezione	16

1 SCOPO DEL LAVORO

Il presente elaborato riguarda il progetto delle barriere di sicurezza del progetto di ammodernamento e ampliamento alla quarta corsia dell'Autostrada A1 Milano - Napoli nel tratto compreso tra l'interconnessione A1/A50 (Tangenziale Ovest di Milano) e lo svincolo di Lodi.

Il progetto definisce la tipologia delle barriere da installare lungo il tratto autostradale citato, all'interno dei confini d'intervento precisati nel capitolo 2, ed individua le relative modalità d'installazione in conformità con quanto previsto dalla normativa vigente richiamata nel paragrafo 4.

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

2 LIMITI DI INTERVENTO

Il tracciato autostradale in progetto presenta una lunghezza di circa 16,5 km, ha inizio alla progressiva km 4+882 in corrispondenza dell'interconnessione con l'A50 (Tangenziale Ovest di Milano) e fine alla progressiva km 21+922 in corrispondenza dello svincolo di Lodi.

L'intervento prevede sia per il tratto iniziale tra la tangenziale ovest e la barriera di Milano sud, che per il tratto successivo dalla barriera allo svincolo di Lodi l'ampliamento alla 4° corsia della sede autostradale. Il tratto corrispondente alla barriera di Milano Sud (dalla progr. km 8+668 alla progr. km 9+254) non necessita di intervento in quanto la sezione stradale è di larghezza idonea per raccordarsi con gli interventi di ampliamento alla quarta corsia a monte e a valle.

Con riferimento allo spartitraffico, oltre al suddetto tratto in corrispondenza della barriera di Milano Sud, sarà previsto il mantenimento dello spartitraffico esistente nel tratto in affiancamento alla TAV tra le progressive km 17+716 e km 21+176 in quanto di recente realizzazione.

Lungo l'intervento sono presenti le seguenti aree di svincolo e aree di servizio esistenti:

1. Interconnessione A1/A50 (Tangenziale Ovest) a inizio intervento;
2. Svincolo di Melignano Binasco al km 7+684;
3. Barriera di Milano Sud al km 8+905;
4. Area di servizio San Zenone est e ovest al km 15+100;
5. Svincolo di Lodi a fine intervento.

Gli esatti confini dell'area d'intervento per il progetto delle barriere di sicurezza sono riportati nelle planimetrie di progetto.

3 ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO

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

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

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

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

Il progetto è corredato dai seguenti elaborati grafici:

- Planimetrie barriere di progetto.
- Tipologici barriere bordo laterale, spartitraffico e reti di protezione;
- Schemi di installazione;
- Particolari costruttivi;
- Transizioni.

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. Autostrade per l’Italia - Spea
“Monografia di progetto n. 2 BARRIERE DI SICUREZZA”, Rev. gennaio 2005.
- A8. 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”.*
- A9. 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”.*
- A10. Norme UNI EN 1317 “Barriere di sicurezza stradali”:
-UNI EN 1317-1:2010 *“Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova”;*
-UNI EN 1317-2:2010 *“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 *“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 *“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 1317-5:2008 *“Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli”;*

5 SCELTA DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA

Le soluzioni progettuali esposte nei documenti di progetto sono dimensionate e verificate in relazione alle principali tipologie di barriere installabili secondo normativa presenti sul mercato.

Dato che il progetto riguarda l'installazione di manufatti prefabbricati e che le caratteristiche dei supporti (arginelli, cordoli di opere d'arte, testa dei muri di sostegno) influenzano le modalità d'installazione dei manufatti stessi, non potendo prescrivere in progetto l'impiego di prodotti commerciali specifici, si è operato secondo i criteri di seguito precisati:

- tutte le soluzioni previste in progetto sono state studiate in modo da essere adeguate alle caratteristiche di almeno due barriere installabili secondo normativa presenti sul mercato. Pertanto, si precisa che laddove i disegni e i dettagli costruttivi indicati nel progetto delle barriere fanno riferimento alle caratteristiche costruttive di specifici modelli di barriere, questi **hanno un valore puramente indicativo, utile solo ad identificare la soluzione progettuale proposta. Di conseguenza, tutti i disegni e i dettagli costruttivi dovranno, in fase costruttiva, essere adeguati alle caratteristiche delle barriere effettivamente installate.** Le soluzioni tecniche dovranno però rispettare tutti i criteri progettuali e prestazionali prescritti nel presente progetto
- per consentire comunque, in fase costruttiva, l'utilizzo di qualsiasi tipo di barriera impiegabile al momento dell'appalto, negli elaborati che costituiscono il progetto sono stati definiti i criteri prestazionali (criteri di equivalenza) che devono essere rispettati, indipendentemente dal tipo di barriera utilizzata.

Nei casi in cui i criteri progettuali fanno riferimento alla larghezza operativa W (vedi Norma EN 1317-2), questa deve essere intesa in maniera conforme al significato attribuito ad oggi a tale grandezza dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ai fini dell'omologazione dei dispositivi di ritenuta e a quanto indicato nel doc. in rif. A9, ossia come lo spazio occupato in condizioni dinamiche dal complesso barriera-veicolo; quindi, di fatto, come la grandezza maggiore tra la massima posizione laterale della barriera e la massima posizione laterale del veicolo. Qualora tale definizione dovesse essere modificata, il requisito progettuale dovrà comunque intendersi riferito al maggiore tra i due valori misurati durante la prova d'urto.

A tal riguardo si precisa che in progetto, nel caso di protezione di ostacoli di altezza superiore al dispositivo di ritenuta, e che quindi possono essere interessati anche dal moto del veicolo durante l'urto si è fatto riferimento sempre alla larghezza operativa del dispositivo di ritenuta, mentre nel caso delle barriere in spartitraffico, si è fatto riferimento alla posizione laterale massima della barriera in condizioni dinamiche $Plb(din)$, ciò è in linea con quanto indicato nei doc. in rif. A7 e A9.

6 CORPO AUTOSTRADALE

6.1 Spartitraffico, definizione del tipo e della classe delle barriere

Il caso in esame riguarda il progetto delle barriere di sicurezza per una strada di categoria A (autostrada) secondo il D.M. 5.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade". Nel tratto in esame, sia in carreggiata nord che in quella sud, sono previste condizioni di traffico di tipo III secondo il D.M. del 21 giugno 2004. Infatti i valori di TGM sono molto maggiori di 1000 veicoli/giorno e la percentuale di veicoli pesanti è superiore al 15% indicato nella norma. Pertanto le classi minime di contenimento per le barriere da installare nello spartitraffico sono, ai sensi del citato D.M., H3 o H4.

6.1.1 Spartitraffico autostradale (margine interno)

La tipologia delle barriere previste per lo spartitraffico è quella di barriere in cls da spartitraffico di classe H3; come anticipato al paragrafo 2, fanno eccezione i tratti dove è stato previsto il mantenimento dello spartitraffico esistente in corrispondenza della barriera di Milano Sud (dalla progr. km 8+668 alla progr km 9+254) e in affiancamento alla TAV tra le progressive km 17+716 e km 21+176.

I dispositivi impiegati dovranno essere preferibilmente caratterizzati da classe di severità A. Potranno essere adottate barriere con livello di severità d'urto B nel caso in cui non risultino disponibili dispositivi della classe di contenimento e del materiale previsti nonché con caratteristiche di deformazione compatibili con i requisiti progettuali, rientranti nella classe di severità A.

La sezione trasversale tipologica di progetto prevede l'impiego di un margine interno di larghezza 4.00 metri, associato a uno spartitraffico costante di 2.60m protetto mediante un dispositivo costituito da due filari di barriere in cls da spartitraffico di classe minima H3, appoggiate sulla pavimentazione e con distanza netta tra i filari di 1,36 metri.

L'impostazione progettuale è congruente con quanto previsto dal DM 21.06.2004, che per strade di classe A e condizioni di traffico III prevede l'adozione di barriere con classe di contenimento H3 o H4.

Coerentemente con quanto definito all'interno del documento "Monografia di progetto n. 2 BARRIERE DI SICUREZZA", Autostrade per l'Italia - Spea Rev. gennaio 2005" (rif. A7), dovrà essere garantito il contenimento del dispositivo in condizioni permanenti (statiche) all'interno del margine interno, mentre in condizioni istantanee (dinamiche) sarà ammessa una invasione parziale della carreggiata da parte del veicolo ma non del dispositivo.

Conseguentemente dovranno essere previsti dispositivi che rispettino i seguenti requisiti progettuali:

- $2 \cdot P_{lb(st)} - L_b \leq L_{mi}$ (o in alternativa se $P_{lb(st)}$ non è disponibile: $2 \cdot D_{st} + L_b \leq L_{mi}$)
- $2 \cdot P_{lb(din)} - L_b \leq L_{mi}$

dove:

- $P_{lb(st)}$ = Posizione laterale massima del dispositivo dopo l'urto (condizioni statiche);
- $P_{lb(din)}$ = Posizione laterale estrema del dispositivo durante l'urto (condizioni dinamiche);
- D_{st} = Deflessione statica;
- L_b = Larghezza dispositivo;
- L_{mi} = Larghezza margine interno;

Per maggiori chiarimenti si veda anche il "Dettaglio D3a" all'interno dell'elaborato "Tipologici barriere da spartitraffico e da bordo laterale" facente parte del presente progetto.

6.2 Barriere per bordo laterale in sede naturale

Nei seguenti paragrafi si da descrizione dei criteri relativi alla protezione del bordo laterale in sede naturale che si applicano sia all'asse autostradale che alle rampe di svincolo, secondo quanto previsto dall'art.6 del DM 21.06.2004.

6.2.1 Definizione del tipo e della classe delle barriere

La tipologia delle barriere per bordo laterale è quella di barriere metalliche a nastri, dovranno essere impiegati dispositivi, caratterizzati da un livello di severità di classe A, con nastro longitudinale principale a tripla onda in modo da favorire il collegamento tra barriere di diversa tipologia.

Le barriere per bordo laterale dovranno rispettare quanto prescritto dalla normativa per strade di classe A e condizioni di traffico III. Di conseguenza, ai sensi del D.M. 21.06.04, le classi di contenimento per le barriere da installare sono H2 o H3.

I criteri seguiti per la scelta delle barriere da adottare in progetto, tra le due classi indicate dalla norma (H2 o H3), sono in linea con quanto previsto nel doc. in rif. A7 per pendenze delle scarpate inferiore a 2/3 (pendenze di progetto: 4/7) e sono riassunti in Tabella 1.

La protezione del rilevato verrà realizzata ponendo un tratto di barriera a monte delle zone da proteggere (al riguardo si veda quanto indicato in Tabella 1) normalmente non inferiore ai 2/3 della lunghezza minima di installazione (Lf, indicata nei certificati di crash test e 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). Nel caso nel tratto a monte non sia stato possibile installare una lunghezza di barriera pari a 2/3Lf per la presenza di elementi ai margini della piattaforma, questa è stata ridotta fino al valore di lunghezza di barriera installata in prova prima dell'urto, in linea con quanto indicato nel doc. in rif. A9.

In presenza di ostacoli lungo il margine laterale la protezione è stata comunque garantita, prevedendo nei casi in trincea la posa della barriera a tergo di una canaletta grigliata (prevista in sostituzione della cunetta triangolare), si veda anche lo schema S10 nel relativo elaborato schemi di installazione.

Pendenza delle scarpate	Altezza del rilevato (m)	Classe barriera
4/7	≤ 3	nessuna protezione ⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾
4/7	> 3	min H2 ⁽²⁾

(1) In presenza di strade, ferrovie, edifici, fiumi, canali, ecc. ad una distanza dal confine stradale compresa tra 12 m e 60 m (fascia di rispetto) deve essere sempre prevista una barriera di classe H2.

(2) In presenza di strade, ferrovie, edifici, fiumi, canali, ecc. ad una distanza dal confine stradale minore di 12 m deve essere sempre prevista una barriera di classe H3.

(3) Al fine di evitare continue discontinuità nella protezione del margine laterale, anche i tratti in rilevato non richiedenti la protezione secondo i criteri indicati in tabella, dovranno comunque essere protetti se di sviluppo inferiore a 100 m.

Tabella 1: Criteri di scelta per barriere bordo laterale – Autostrade - Classe di traffico III.

6.2.2 Modalità d'installazione delle barriere per bordo laterale

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.

Il progetto geometrico – funzionale dell'opera nel tratto in esame prevede la risagomatura di tutti gli arginelli esistenti in modo da conferire a tutti le dimensioni geometriche riportate in Figura 1, congruenti con quelle minime prescritte dal DM 5.11.2001.

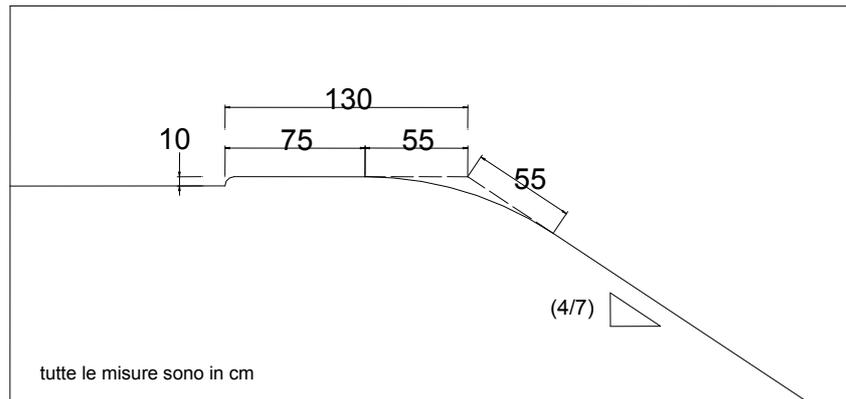


Figura 1: Configurazione dell'arginello assunta come riferimento

Ai fini dell'installazione delle barriere da bordo laterale con paletti infissi, le dimensioni geometriche di norma di Figura 1 sono considerate necessarie e sufficienti a ripristinare in opera le condizioni di installazione delle barriere adottate in occasione delle prove d'urto¹. Pertanto tutte le barriere potranno essere installate con paletti aventi una profondità d'infissione pari a quella riportata nei certificati d'omologazione.

Per quanto riguarda le considerazioni legate alla stabilità trasversale (rollio ed eventuale ribaltamento) dei veicoli che urtano le barriere e che, in relazione all'ampiezza della deformazione dinamica delle stesse a seguito dell'urto, si possono trovare a percorrere con una o due ruote la scarpata del rilevato a valle dell'arginello (vedi Figura 2), si è riscontrato che, con l'arginello della larghezza di 1,30 m previsto in progetto, considerando le principali tipologie di barriere omologate, e/o certificate secondo normativa EN 1317, presenti sul mercato, nessuna di queste porta a valori dell'accelerazione trasversale conseguenti al fenomeno di rollio maggiori di quelli limiti per il ribaltamento in fase dinamica (0,2 – 0,3 g). Pertanto, anche sotto questo aspetto non si pongono condizioni particolari all'installazione delle barriere da bordo laterale.

¹ Cfr. anche doc.in rif. A7, Cap. 7

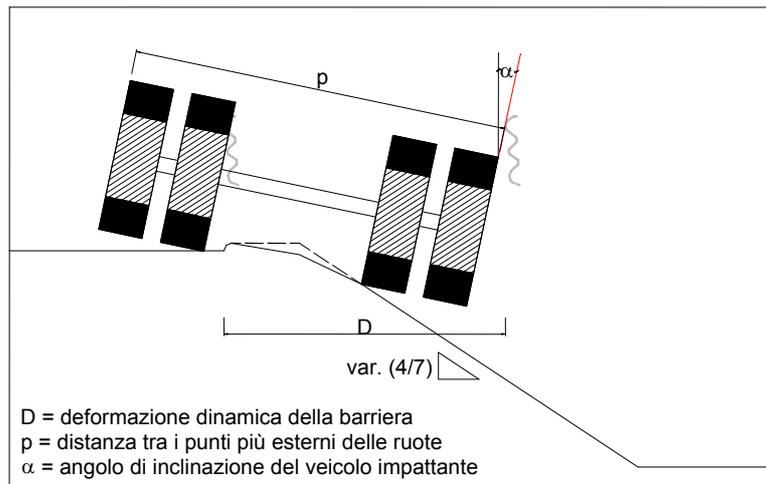


Figura 2: Schema per la determinazione dell'angolo di inclinazione del mezzo in funzione della deformazione della barriera, della configurazione geometrica del mezzo e della larghezza dell'arginello

6.3 Barriere per il bordo laterale delle opere d'arte

La tipologia delle barriere su opera d'arte è quella di barriere metalliche a nastri di tipo bordo ponte, preferibilmente caratterizzate da classe di severità A. Potrà essere adottata una barriera con livello di severità d'urto B nel caso in cui non risultino disponibili dispositivi della classe e del materiale previsti e con le caratteristiche di deformazione compatibili con le larghezze dei cordoli previsti in progetto (ovvero con la distanza da eventuali ostacoli) rientrante nella CLASSE A.

Dovranno essere impiegati dispositivi con nastro longitudinale principale a tripla onda, in modo da favorire il collegamento tra barriere di diversa tipologia.

Analogamente a quanto precisato nei precedenti paragrafi i criteri relativi alla protezione del bordo laterale su opera d'arte si applicano sia all'asse autostradale che alle rampe di svincolo, secondo quanto previsto dall'art.6 del D.M. 21.06.2004.

6.3.1 Definizione del tipo e della classe delle barriere

Le barriere per i bordi delle opera d'arte devono essere quelle prescritte dalla normativa per strade di classe A e condizioni di traffico III, di conseguenza, le classi di contenimento, ai sensi del DM 21/06/2004, H2, H3 o H4.

I criteri seguiti per la scelta della classe delle barriere da adottare in progetto, tra quelle consentite dalla norma, sono in linea con quanto previsto nel doc. in rif. A7 e sono riassunti in Tabella 2.

Luce libera complessiva (m)	Insedimenti abitativi o industriali al margine / scavalcamenti su strade, ferrovie	Classe
≤ 10	NO	classe prevista per l'adiacente bordo laterale (H2 o H3)
≤ 10	SI	H3
> 10 ⁽¹⁾	NO	min H3 ⁽²⁾
> 10 ⁽¹⁾	SI	H4

(1) Per quanto attiene al dimensionamento ed alle verifiche dello sbalzo sulle opere d'arte, si farà riferimento, in ogni caso, alla più gravosa tra le due protezioni previste;

(2) La scelta tra la classe H3 o H4 verrà effettuata sulla base delle seguenti considerazioni: livello di incidentalità, percentuale di mezzi pesanti, andamento planoaltimetrico del tracciato (rettifilo o curva, tratti a forte pendenza), altezza delle pile, vulnerabilità ambientale del fiume attraversato.

Tabella 2: Criteri di scelta per barriere bordo da bordo opera d'arte – Autostrade – Classe di traffico III

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

6.3.2 Modalità d'installazione delle barriere per i bordi laterali delle opere d'arte

Lo sviluppo complessivo delle barriere a protezione delle opere d'arte dovrà essere commisurato a quello indicato nel certificato di omologazione e/o di crash test (lunghezza di funzionamento Lf), ponendone circa i 2/3 prima dell'opera d'arte (muri andatori compresi) e proseguendola 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.

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 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 simili³); in caso contrario la barriera più deformabile dovrà essere irrigidita nelle parte terminale che precede la transizione (minimo 2 campate).

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; in alternativa potrà essere interposta una barriera a paletti infissi con elementi longitudinali resistenti simili alla barriera installata sull'opera, per una estensione a monte e a valle dell'opera come indicato negli schemi da S2 a S3 dell'elaborato "Schemi di installazione" che accompagna il progetto.

Per quanto attiene alle modalità di ancoraggio, sarà onere dell'appaltatore/installatore verificare l'effettiva compatibilità del sistema di ancoraggio di crash test delle barriere di sicurezza bordo ponte che si prevede di impiegare con le caratteristiche geometriche e strutturali dei supporti (cordoli di opere d'arte, muri di sostegno, cordoli gettati in rilevato).

Per maggiori dettagli circa le suddette modalità di installazione si rimanda agli schemi da S2 ad S3 contenuti negli elaborati "schemi di installazione" e all'elaborato relativo alle transizioni, facenti parte del progetto delle barriere di sicurezza.

Per opere di luce inferiore a 3 metri si è previsto di mantenere la barriera a paletti infissi corrente e di intervenire sui paletti che non possono essere infissi prevedendone lo spostamento oppure, in caso di un singolo paletto, la rimozione.

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.

³ 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.

6.4 Barriere in corrispondenza di ostacoli

Lungo lo sviluppo dei bordi laterali del tratto autostradale in esame sono presenti ostacoli, rappresentati da cartelli di segnaletica, pali di illuminazione, montanti di portali di segnaletica e PMV, barriere antifoniche, spalle e pile di cavalcavia.

La tipologia delle barriere a protezione degli ostacoli è quella di barriere metalliche a nastri. Dove previsto l'impiego di barriere a paletti infissi (tipo bordo laterale) i dispositivi impiegati dovranno essere caratterizzati da un livello di severità di classe A; dove la protezione verrà realizzata con barriera tipo 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 principale a tripla onda, in modo da favorire il collegamento tra barriere di diversa tipologia.

6.4.1 Ostacoli sul bordo laterale

Per la protezione di detti ostacoli si è agito in progetto come segue:

a) *cartelli di segnaletica verticale:*

Trattasi di ostacoli molto leggeri che non sono in grado di influenzare il funzionamento delle barriere in caso d'urto e che, se rotti a seguito dell'urto, non creano danni per perdita di funzionalità e non sono in grado di costituire pericoli né per l'utenza autostradale, né per l'utenza esterna. Pertanto, in loro corrispondenza si è mantenuto il tipo e la classe di barriera da bordo laterale corrente, indipendentemente dalla distanza esistente tra questa e l'ostacolo.

b) *montanti verticali di portali di segnaletica a bandiera:*

I portali di segnaletica a bandiera (segnale di preselezione e direzione) saranno ubicati ad una distanza non inferiore a 2.10m in modo da poter essere protetti con barriere bordo laterale classe H3 e larghezza operativa non superiore a W6.

c) *montanti verticali di portali PMV:*

I portali PMV dovranno generalmente essere posizionati in modo che il montante verticale sia ad una distanza non inferiore a 1.50m dal ciglio della pavimentazione; in tal modo la protezione di detti ostacoli avverrà mediante l'impiego di un dispositivo di sicurezza con larghezza operativa $W \leq 1.50m$, in linea generale con barriere di tipo bordo ponte di classe H3 ancorate su nuovo cordolo in c.a. gettato in rilevato, di dimensioni 70x100cm.

d) *montanti verticali di targhe su strutture monopalo:*

I montanti verticali di targhe su strutture monopalo (segnale di itinerario extraurbano) saranno ubicati ad una distanza non inferiore a 2.10m in modo da poter essere protetti con barriere bordo laterale classe H2 e larghezza operativa non superiore a W6.

e) *pali d'illuminazione:*

Tali ostacoli saranno ubicati ad una distanza non inferiore a 2.50m e dovranno essere protetti con dispositivi da bordo laterale di classe H2 e larghezza operativa $W \leq 2.50m$.

f) *pile e spalle di cavalcavia:*

Tali ostacoli ubicati ad una distanza non inferiore a 2.10m e dovranno essere protetti con dispositivi da bordo laterale di classe H3 e larghezza operativa non superiore a W6.

g) *Barriere antifoniche:*

trattasi di ostacoli che possono influenzare il funzionamento delle barriere e che, se rotti a seguito di urto con veicolo in svio, possono produrre pericoli indiretti all'utenza autostradale e nell'ambiente esterno circostante l'autostrada. Pertanto nei tratti in rilevato/trincea in cui è presente una barriera antifonica ad una distanza minima di 2,10 m dal filo lama barriera (sul lato esposto al traffico) dovrà essere prevista la protezione con dispositivi di classe minima H2 e larghezza operativa non superiore a W6.

La protezione degli ostacoli dovrà essere 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, grandezze desumibili dai certificati di omologazione e/o di crash test del dispositivo che si prevede di impiegare. Nel caso di presenza di elementi ai margini della piattaforma, la lunghezza di barriera a monte dell'ostacolo potrà essere ridotta fino al valore di lunghezza di barriera installata in prova prima dell'urto, in linea con quanto indicato nel doc. in rif. A9.

Lo sviluppo complessivo della protezione non dovrà risultare comunque inferiore alla lunghezza minima di installazione.

6.4.2 Protezione pile cavalcavia esistenti in spartitraffico (schema S9)

A protezione delle pile in spartitraffico dei cavalcavia esistenti è stata prevista la protezione mediante lo schema S9 dell'elaborato "schemi di installazione".

Lo schema prevede la protezione mediante un manufatto speciale in c.a. di transizione tra i dispositivi di ritenuta in cls previsti nei tratti a monte e a valle della pila ed il profilo redirettivo alto 1.50m previsto in corrispondenza della pila stessa. L'elemento di protezione è costituito da un manufatto speciale in c.a. gettato in opera, dotato di opportune transizioni in grado di evitare che le barriere ad esso adiacenti si spostino in modo da esporre al traffico il bordo trasversale rigido del manufatto stesso.

La continuità strutturale con la barriera corrente sarà ottenuta prevedendo il collegamento dell'ultimo modulo New Jersey tramite barra rullata e eventuale piastrina metallica alla base (per la visione del dettaglio si rimanda allo schema S9 dell'elaborato "Schemi di installazione").

6.5 Elementi di protezione complementari

6.5.1 Transizioni

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

I raccordi tra elementi longitudinali posti ad altezze e posizioni in pianta differenti dovranno essere risolti mediante elementi inclinati verticalmente e orizzontalmente, con angolo d'inclinazione, rispetto all'allineamento degli elementi adiacenti, non superiore a 4°.

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

Per le transizioni (speciali) 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. 6.3.2.

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 fornire il relativo progetto corredato di relazione tecnica ed elaborati grafici⁴.

Per maggiori dettagli si rimanda alle specifiche transizioni contenute nell'elaborato "transizioni" facente parte del presente progetto.

6.5.2 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.

Il terminale di inizio impianto 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.

In linea prioritaria, dovranno essere utilizzati i sistemi terminali previsti dal costruttore se questi risultano in linea con le specifiche di progetto.

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 EN 1317-4, di tipo omologato e di classe adeguata in base alla velocità imposta nel sito da proteggere.

Nel merito si ribadisce quanto precisato nel doc. in rif. A9 e cioè 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*

⁴ La direzione Lavori si riserverà il diritto di accettare la soluzione proposta a seguito della verifica della documentazione fornita.

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.

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

6.5.3 Attenuatori d'urto

I punti cui le barriere bordo laterale installate lungo il bordo autostradale vengono raccordate con la barriera posta sul bordo sinistro di rampe di uscita dalla sede autostradale (denominati “nasi”) dovranno essere protetti con dispositivi attenuatori d'urto di tipo omologato, di classe 100 di tipo redirettivo.

Si precisa che ai sensi dell'articolo 6 del DM 21.06.2004 potranno essere impiegati dispositivi non omologati ma rispondenti alle norme UNI EN1317-3.

6.5.4 Protezione dei varchi in spartitraffico

I varchi in spartitraffico previsti in progetto, dovranno essere protetti con barriere amovibili caratterizzate da un livello di protezione minimo H2 e testate secondo quanto precisato nella norma ENV 1317-4.

6.6 Reti di protezione

In corrispondenza di opere d'arte in linea ponti e muri di sostegno in presenza di attraversamenti, o in affiancamento di strade e edifici, sono state previste reti di protezione.

In particolare per le opere d'arte in linea, è stato previsto il ricorso a reti di altezza 2 metri (tipo A) con pannelli a maglie 50x50, atte ad evitare la caduta accidentale di oggetti e materiale minuto nello spazio sottostante.

Le Reti (tipo A) previste in progetto risultano agganciate mediante staffe di collegamento direttamente alla barriera di sicurezza e non sono state considerate un ostacolo ai sensi dell'art. 3 del DM 21/06/2004, in quanto si ritiene che possano essere eventualmente coinvolte nell'urto di un veicolo in svio senza alterare le condizioni di funzionamento del dispositivo di sicurezza e senza recare ulteriore danno.

Il progetto costruttivo dovrà in ogni caso prevedere sistemi di ancoraggio (cavetti di sicurezza e/o cavi laschi ancorati alle estremità) con funzione di impedire la caduta dei pannelli nello spazio sottostante a seguito dell'eventuale distacco di quest'ultimi dai montanti in caso d'urto.

Sull'opera principale “ponte sul fiume Lambro”, in presenza di marciapiede di servizio, sono state previste reti autoportanti alte 2 metri (tipo B) con funzione anche di parapetto.

In corrispondenza di tali reti che prevedono pannelli a maglie 50x50 agganciate a montanti IPE 100 ancorati con piastra lateralmente al cordolo della struttura e che possono influenzare il funzionamento delle barriere di sicurezza, dovranno essere impiegati dispositivi bordo ponte con larghezza operativa $W \leq 1.50m$.