

Struttura Territoriale Emilia Romagna
Viale A. Masini, 8 – 40126 Bologna T [+30] 051 6301111 – F [+39] 051 244970
Pec anas.emiliaromagna@postacert.stradeanas.it – www.stradeanas.it

**S.S. 67 "Tosco-Romagnola"
Adeguamento da Classe al Porto di Ravenna**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTISTI:
Zollet Ingegneria Srl

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

IL GEOLOGO

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

PROTOCOLLO

DATA

**PROGETTO STRADALE
Relazioni
Relazione tecnica barriere di sicurezza**

CODICE PROGETTO

PROGETTO

B0328

NOME FILE

T00PS00TRARE03B.doc

CODICE
ELAB.

T00PS00TRARE03

REVISIONE

B

SCALA

–

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
B	REVISIONE 1° EMISSIONE	Febbraio 2021	A. De Lullo	M. Zanchettin	L. Zollet
A	EMISSIONE	Novembre 2020	C. Dal Zotto	M. Zanchettin	L. Zollet

Comune di RAVENNA (RA)

Adeguamento da Classe al Porto di Ravenna
Prestazione di servizi tecnici per la redazione dello studio di fattibilità tecnica ed economica, progetto definitivo ed esecutivo.

PROGETTO DEFINITIVO

Lavori di adeguamento da Classe al Porto di Ravenna

RELAZIONE TECNICA BARRIERE DI SICUREZZA

INDICE

1	INTRODUZIONE	2
2	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	3
3	BARRIERE DI SICUREZZA	5
3.1	CRITERI DI SCELTA TIPOLOGICA PER LE BARRIERE LONGITUDINALI	6
3.2	CRITERI DI SCELTA TIPOLOGICA PER LE TRANSIZIONI ED I TERMINALI DI BARRIERA LONGITUDINALE	9
3.2.1	Transizioni	9
3.2.2	Terminali di barriera commerciali	10
3.2.3	Terminali semplici (barriere tipo ANAS)	12
3.2.4	Terminali speciali (barriere tipo ANAS)	12
3.2.5	Attenuatori d'urto	13
4	INTERVENTI IN PROGETTO	14
4.1	CRITERI DI SCELTA DELLE BARRIERE DI SICUREZZA	14
4.1.1	Classificazione della strada	14
4.1.2	Dati di traffico	14
4.2	TIPOLOGIA DI BARRIERE	14
4.3	BARRIERE LONGITUDINALI DI PROGETTO PER SPARTITRAFFICO	15
4.3.1	Chiusura varchi	16
4.4	BARRIERE LONGITUDINALI DI PROGETTO PER BORDO LATERALE	17
4.4.1	Barriera ANAS bordo laterale classe H2 BLSM	18
4.5	BARRIERE SU MANUFATTI	19
4.5.1	Barriera ANAS bordo ponte classe H3 BPSM	20
4.6	BARRIERE PER PERTINENZE DI SERVIZIO	21
5	ALLEGATI – SCHEDE TECNICHE	22
5.1	H2 PER BORDO LATERALE DELL'ASSE PRINCIPALE	22
5.2	H3 BORDO OPERA PER OPERE D'ARTE (VIADOTTO FIUMI UNITI E SOVRAPPASSO VIA STRADONE)	23
5.3	H4 PER SPARTITRAFFICO CENTRALE DELL'ASSE PRINCIPALE	24

1 INTRODUZIONE

La S.S. 67 "Tosco-Romagnola" collega la città di Pisa con la città di Ravenna, attraversando lungo il suo itinerario l'Appennino tosco-romagnolo in corrispondenza del "Passo del Muraglione", per poi entrare in Romagna presso l'area urbana di Forlì.

L'ambito di competenza dell'Area Compartimentale Emilia Romagna si sviluppa per un'estesa di circa 86 km, compresi tra il km 142+460 (confine con la Regione Toscana) e il km 213+511 (innesto lungo la S.S. 16 presso Ravenna), e tra il km 217+277 ed il km 232+377 (via Classicana – dalla S.S. 16 al Porto di Ravenna).

Per migliorare la funzionalità di tale nodo di interconnessione sono previsti alcuni interventi, tra cui quello in progetto, che costituiranno un vero e proprio raccordo anulare riqualificato attorno a Ravenna, consentendo il miglioramento del collegamento del porto verso tutte le direttrici sopracitate.

L'intervento in oggetto prevede l'adeguamento della S.S.67 (attualmente classificata come strada di tipo B) dallo svincolo presso la località Classe, sulla tangenziale di Ravenna, fino al porto, prevedendone l'ampliamento della sezione per conformarla al D.M. 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

Il tratto in oggetto ha inizio al km 218+550, immediatamente a valle dello svincolo di innesto con la S.S. 16 e termina in corrispondenza dello svincolo di Marina di Ravenna al km 223+700, per uno sviluppo complessivo di circa 5,15 km.

Per il diretto collegamento dei traffici fra il Porto Industriale di Ravenna e la circonvallazione alla città lungo la S.S.146 "Adriatica", è stato predisposto il progetto di massima della variante in oggetto, approvato dal Consiglio di Amministrazione dell'Anas nell'adunanza del 28 giugno 1966.

In conformità di tale progetto, fu poi elaborato il progetto esecutivo del primo lotto della variante compreso tra la strada comunale di Porto Fuori ed il Porto Industriale.

Successivamente, per il completamento della variante, è stato redatto il progetto del Lotto II che comprende il tratto tra l'innesto con la S.S.16 presso Classe e l'innesto con il Lotto I in corrispondenza dell'intersezione con la Strada Comunale di Porto Fuori.

Il tracciato ha uno sviluppo complessivo pari a 7343,50 m di cui 3985,30 m per il lotto I e 3358,16 m per il lotto II. Il Lotto I di tale variante è compreso tra il km 222+564 della S.S.67 (Porto Industriale di Ravenna) e la provinciale di Porto Fuori con la quale è stato realizzato un innesto a raso. Il Lotto II di tale variante è compreso tra l'innesto con la S.S.16 presso Classe e l'innesto con la strada comunale di Porto Fuori.

2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

In Italia, il quadro normativo di riferimento per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza, è vasto e articolato. Esso comprende una serie di Decreti Ministeriali e di Circolari emanati in un arco temporale compreso tra il 1987 e il 2011.

In particolare, nell'elenco riportato in modo non esaustivo di seguito, non sono presenti le Circolari con le quali il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti comunica l'avvenuta omologazione di almeno due dispositivi di ritenuta per una determinata classe e tipologia. Infatti, il loro numero è in continuo aumento per cui sarà necessario fare riferimento alla situazione aggiornata al momento della realizzazione dei lavori.

Deve essere sottolineato come, dopo il recepimento delle norme UNI relative alle barriere di sicurezza stradali con l'emanazione del D.M. 21.06.2004; queste sono diventate parte integrante del quadro di riferimento progettuale.

- Circolare LL.PP. n. 2337 del 11/07/1987 "Barriere di sicurezza";
- D.M. LL.PP. 04/05/1990 (Ponti stradali) "Barriere di sicurezza";
- D.M. LL.PP. 18/02/1992 n. 223 "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione";
- Circolare LL.PP. n. 2595 del 09/06/1995 "Barriere stradali di sicurezza";
- Circolare LL.PP. n. 2357 del 16/05/1996 "Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale";
- Circolare ANAS n. 749/1996 del 26/07/96 "Barriere di sicurezza";
- D.M. n. 4621 del 15/10/1996 "Aggiornamento del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n.223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- Circolare n. 4622 del 15/10/1996 "Istituti autorizzati all'esecuzione di prove di impatto in scala reale su barriere stradali di sicurezza";
- Circolare M. LL.PP. 15/10/1996 n. 252 "Istruzione per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al D.M. 9 gennaio 1996";
- Circolare Ente Nazionale per le Strade Prot. n. 17600 del 05/12/1997;
- Circolare Ente Nazionale per le Strade Prot. n. 6477 del 27/05/1998;
- D.M. LL.PP. 3 giugno 1998 "Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione";
- D.M. LL.PP. 11/06/1999 "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione";
- Circolare A.N.A.S. n. 7735/99 "Direttive per la sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali";
- Circolare LL.PP. n. 7938 d.d. 06/12/1999 "Sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali con particolare rife-

rimento ai veicoli che trasportano merci pericolose”;

- Circolare n. 2424 del 06/04/2000 "Integrazione e aggiornamento della circolare 15/10/1996 di individuazione degli Istituti autorizzati all'esecuzione di prove di impatto in scala reale su barriere stradali si sicurezza".
- D.M. II.TT. d.d. 02/08/2001 "Proroga dei termini previsti dall'art. 3 del D.M. 11/06/1999";
- D.M. 05.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. II.TT. d.d. 23/12/2002 "Proroga dei termini previsti dall'art. 1 del D.M. 02/08/2001";
- D.M. II.TT. d.d. 21/06/2004 "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere di sicurezza stradali";
- DIRETTIVA n. 3065 II.TT. 25/08/2004 "Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
- DIRETTIVA n. 3533 del 20/09/2005 "Direttive inerenti le procedure ed i documenti necessari per le domande di omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali ai sensi del D.M. 21/06/2004 n.2367.
- DIRETTIVA n. 753 del 02/03/2006 "Direttive inerenti le procedure ed i documenti necessari per le domande di omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali ai sensi del D.M. 21/06/2004 n.2367. Integrazioni alla circolare n.3533.
- ANAS, Linee guida per le protezioni di sicurezza passiva, Criteri per la scelta e la disposizione su strada dei dispositivi di sicurezza, Edizione Marzo 2008;
- UNI EN 1317-1 "Barriere di sicurezza stradali: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova";
- UNI EN 1317-2 "Barriere di sicurezza stradali. Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza";
- UNI EN 1317-3 "Barriere di sicurezza stradali: classi di prestazioni, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto";
- UNI ENV 1317-4 "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"
- Circolare Prot. 62032 del 21/07/2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
- D.M. 28/06/2011 "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale".

3 BARRIERE DI SICUREZZA

Le barriere di sicurezza sono quelle attrezzature necessarie a contenere i veicoli sulla strada dopo la perdita del loro controllo ed il cui uso è basato su una serie di criteri, riassumibili in 3 voci principali:

1. Progetto dell'attrezzatura;
2. Verifica (con prove su scala reale di crash test che ne consentano la validazione);
3. Progetto della collocazione sulla strada, con tutti gli accessori necessari.

L'introduzione delle prime disposizioni per una corretta installazione delle barriere ai margini delle strade risale alla Circolare LL.PP. n. 2337 del 1987 dove le barriere vengono principalmente distinte in funzione della loro destinazione:

- centrale da spartitraffico;
- laterale su ponti e viadotti;
- a protezione di ostacoli fissi immediatamente a lato della carreggiata;
- laterale per strada in rilevato.

Le prestazioni di tali dispositivi dipendono da una serie di variabili connesse alla loro collocazione, al tipo di veicolo (struttura, dimensioni, peso e posizione del baricentro), alla sua velocità e all'angolo di impatto con la barriera. Devono quindi essere valutati attentamente la collocazione, la composizione prevalente del traffico che interessa la strada e la velocità di progetto della stessa.

Il 5 agosto 2004 è stato pubblicato il D.M. 21/06/2004 con l'aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere di sicurezza stradali.

Come anticipato, il D.M. 21.06.2004 recepisce le norme UNI EN 1317 parti 1, 2, 3 e 4 che individuano la classificazione prestazionale dei dispositivi di sicurezza nelle costruzioni stradali, le modalità di esecuzione delle prove d'urto ed i relativi criteri di accettazione.

Inoltre, la direttiva cogente "Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali" del 21 Agosto 2004, prescrive per tutte le strade extraurbane e per quelle urbane di nuova costruzione, con velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h, la redazione di uno specifico allegato progettuale. Al suo interno devono essere individuati i punti da proteggere rispetto al rischio di fuoriuscita dei veicoli, i tipi di barriera o di altri dispositivi di sicurezza da adottare e le opere complementari connesse. In particolare la direttiva, precisa che "il progettista dovrà curare con specifici disegni esecutivi e relazioni di calcolo l'adattamento alla sede stradale dei singoli dispositivi omologati o per i quali siano stati redatti rapporti di prova, con riferimento ai terreni di supporto, ai sistemi di fondazione, allo smaltimento delle acque, alle zone di approccio e di transizione".

Per quanto concerne l'aspetto progettuale, le Istruzioni Tecniche allegate al D.M. 21/06/2004 dispongono che il progettista nel prevedere la protezione dei punti definisca le caratteristiche prestazionali dei dispositivi da adottare ed in particolare:

- la tipologia;
- la classe;

- il livello di contenimento;
- l'indice di severità;
- i materiali;
- le dimensioni;
- il peso massimo;
- i vincoli;
- la larghezza di lavoro.

Si dovrà inoltre tenere conto della loro congruenza con il tipo di supporto, il tipo di strada, il traffico prevedibile e le condizioni geometriche esistenti.

Infine, l'allegato al D.M. prevede che il progettista curi, con specifici disegni esecutivi e relazioni di calcolo, anche le poche varianti strutturali ammesse per i diversi componenti dei dispositivi commerciali omologati o testati in condizioni di impiego eventualmente diverse da quelle previste localmente dal progetto. Tale richiesta costringe necessariamente il progettista ad una maggiore identificazione del prodotto commerciale che dovrà essere selezionato.

Poiché tale procedura potrebbe di fatto contrastare con i presupposti di "par condicio" del pubblico appalto, vincolando la libertà di scelta del tipo commerciale da parte dell'Appaltatore, ci si limita a fare riferimento alle caratteristiche generali minime che dovranno possedere i prodotti per poter essere installati.

Si demanda alla cura ed all'onere dell'Appaltatore la verifica puntuale dei diversi dispositivi che dovranno essere adattati alle esigenze del cantiere in relazione ai tipi commerciali disponibili. Pertanto, le caratteristiche dimensionali e di forma, indicate dalle voci nell'elenco prezzi unitario e dai disegni, sono solamente elementi di riferimento.

3.1 CRITERI DI SCELTA TIPOLOGICA PER LE BARRIERE LONGITUDINALI

In conformità al D.M. LL. PP. 03/06/98, integrato e modificato dal successivo D.M. LL. PP. 11/06/99 e dal successivo D.M. n° 2367 del 21/06/04, lungo il tracciato di progetto, devono essere protette con appositi dispositivi di ritenuta i seguenti elementi del margine stradale:

- 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 del ciglio ed il piano di campagna sia \geq a 1 m, quando le scarpate abbiano pendenza \geq 2/3;
- 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, tenendo conto:

- della loro destinazione e ubicazione;
- del tipo;
- delle caratteristiche dell'infrastruttura stradale;
- delle caratteristiche del traffico che interesserà l'arteria, classificato in ragione del TGM stimato (si intende il

Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi) e della percentuale di veicoli pesanti (massa superiore ai 30 KN).

Nella *Tabella 1* viene riportata la classificazione del livello di traffico in base al TGM ed alla percentuale di veicoli pesanti come previsto dalla normativa.

Livello di Traffico	TGM bidirezionale	% veicoli con massa >3,5 ton
I	≤1000 > 1000	Qualunque ≤ 5
II	> 1000	5 < n ≤ 15
III	> 1000	> 15

Tabella 1: Classificazione dei Livelli di Traffico per la scelta tipologica

(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.

Nella *Tabella 2* sono invece riportati, in funzione della tipologia di sezione stradale adottata in progetto, del tipo di traffico e della destinazione del dispositivo, le classi minime di barriere da impiegare lungo i tracciati.

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

Tabella 2: Classificazione progettuale dei dispositivi di sicurezza longitudinali (Tabella A – Estratto dall'Art. 6 delle Istruzioni tecniche allegate al D.M. 21.06.2006)

(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

In *Tabella 3* sono state riportate le capacità di contenimento espresse in KJ per ogni singola classe di barriera:

Classe	Capacità di contenimento	L_c [KJ]
N1	Minima	44
N2	Media	82
H1	Normale	127
H2	Elevata	288
H3	Elevatissima	463
H4a	Per tratti ad alto rischio	572
H4b*	Per tratti ad alto rischio	724

Tabella 3: Capacità di contenimento per singola classe di barriera

(Crash test eseguito con veicolo autoarticolato)

Per quanto attiene la 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 della testa teorica;
- P.H.D. - Indice di Decelerazione della testa dopo l'impatto.

Come definiti nella norma UNI EN 1317 parti 1 e 2. In particolare come è possibile vedere in *Tabella 4*, la norma UNI EN 1317-2 prevede anche la classificazione delle barriere in termini di severità degli urti.

Livello di severità dell'urto	Valori degli indici		
A	ASI ≤ 1.0	THIV ≤ 33 km/h	PHD ≤ 20g
B	ASI ≤ 1.4		

Tabella 4: Livello di severità dell'urto in base ai valori degli indici ASI, THIV e PHD

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, ai seguenti due parametri desunti dai crash-test:

- la deflessione dinamica ovvero 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.

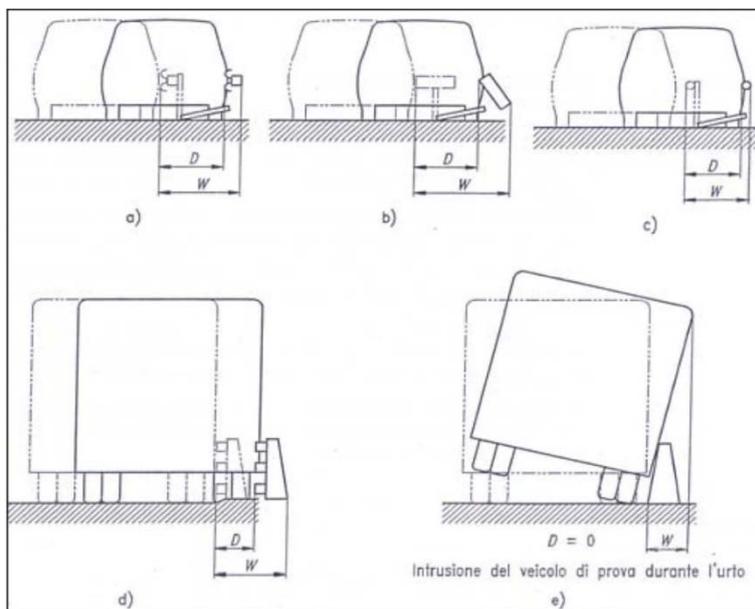


Figura 1 - Tipologia di pericoli connessi ad un urto

Nella *Tabella 5* sottostante per ogni larghezza operativa, viene riportata la distanza minima da tenere libera da ostacoli per il corretto funzionamento del dispositivo in caso di urto.

Classe di appartenenza	W [m]
W1	$W \leq 0,6$
W2	$W \leq 0,8$
W3	$W \leq 1,0$
W4	$W \leq 1,3$
W5	$W \leq 1,7$
W6	$W \leq 2,1$
W7	$W \leq 2,5$
W8	$W \leq 3,5$

Tabella 5: Distanze minime di lavoro da tenere per le singole classi di appartenenza

3.2 CRITERI DI SCELTA TIPOLOGICA PER LE TRANSIZIONI ED I TERMINALI DI BARRIERA LONGITUDINALE

3.2.1 Transizioni

Secondo la Normativa UNI ENV 1317-4 si definisce transizione "un elemento da interporre tra due barriere di sicurezza aventi diversa sezione trasversale o differente rigidità laterale, affinché sia garantito un contenimento continuo". L'obiettivo è quello di fornire un cambiamento graduale, come si può vedere chiaramente in *Figura 2*, dalla prima barriera (A) alla seconda (C), prevenendo i pericoli connessi (si veda *Figura 2*) ad una variazione improvvisa e garantendo un'efficace sicurezza passiva in ogni punto del margine stradale.

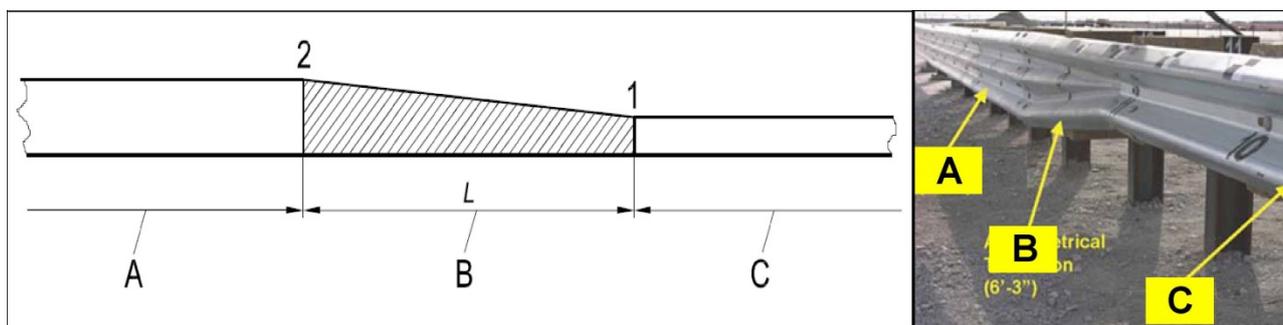


Figura 2 - Esempio di transizione graduale tra barriere

Le transizioni sono generalmente adottate tra barriere:

- caratterizzate dallo stesso materiale ma con sezione trasversale diversa;
- realizzate in materiali differenti;
- con rigidità laterale diversa.

Secondo la Normativa Europea la connessione tra due barriere aventi la medesima sezione trasversale, costituite dallo stesso materiale e diverse nella larghezza operativa in misura non maggiore di una classe, non deve essere considerata una transizione.

Per i restanti casi, invece, la classe di contenimento della transizione non deve essere né inferiore alla minore, né superiore alla maggiore delle classi delle barriere connesse, mentre la larghezza operativa non deve essere superiore a quella maggiore delle barriere collegate.

Per le transizioni la definizione degli indici di prestazione e delle classi di contenimento segue i criteri riportati nella Normativa UNI EN 1317-2 previsti per le barriere di sicurezza. Analogamente a queste ultime, inoltre, sono previsti appositi crash test di omologazione il cui superamento è condizione necessaria per l'installazione in sito del dispositivo. Questi ultimi, in particolare, prevedono l'urto con un veicolo sia leggero, per la determinazione della severità dell'impatto, sia pesante, per il contenimento massimo.

Numerosi studi disponibili in letteratura evidenziano che la direzione dell'impatto, che deve essere scelta in modo da essere la più critica per ciascuna prova, va dalla barriera più cedevole a quella più rigida e che il punto critico d'impatto si trova tra la metà ed i tre quarti della lunghezza totale della transizione nella direzione di impatto, a seconda che ad impattare sia un mezzo pesante o leggero.

Secondo quanto indicato nel D.M. 03.06.1998: "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza. Prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione" e nella Normativa UNI EN 1317-2 "Barriere di sicurezza stradali. Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza", le transizioni si classificano sulla base degli indici precedentemente specificati.

3.2.2 Terminali di barriera commerciali

In generale è possibile classificare i sistemi di ritenuta terminali come:

1. Terminali immersi (vedi *Figura 3*);



Figura 3 - Esempio di terminali immersi

2. Terminali non immersi

1. Tradizionali (vedi *Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.*)



Figura 4 – Esempio di terminale tradizionale

2. Con attenuatore (vedi *Figura 5*)



Figura 5– Esempio di terminale con attenuatore

I terminali di barriera longitudinale possono essere realizzati sagomando e/o direzionando opportunamente gli elementi del dispositivo corrente od installando sistemi a se stanti realizzati e sottoposti a crash-test indipendentemente

te dal sistema a cui sono collegati. Secondo la norma europea UNI EN 1317-4 i terminali debbono superare opportuni crash test condotti con vari angoli di incidenza.

3.2.3 Terminali semplici (barriere tipo ANAS)

Le interruzioni della continuità longitudinale delle barriere esposte al flusso di traffico dovranno essere dotate di un sistema terminale che prevenga, per quanto possibile, l'urto frontale dei veicoli contro la parte iniziale della barriera. Dovranno essere utilizzati i sistemi terminali previsti dal produttore ed indicati nei certificati di prova dei dispositivi. Nei casi di strade con traffico bidirezionale dovranno essere usati terminali inclinati verso l'esterno dell'arginello e con il nastro infisso nel terreno. Solo per carreggiate monodirezionali, e solo per la fine della barriera, può essere usato il terminale semplice "a manina".

Nel progetto essendo che vengono usate barriere Anas, è previsto l'utilizzo di una sola tipologie di terminali semplici; il terminale semplice per barriera bordo laterale H2 SM è riportato nella figura seguente.

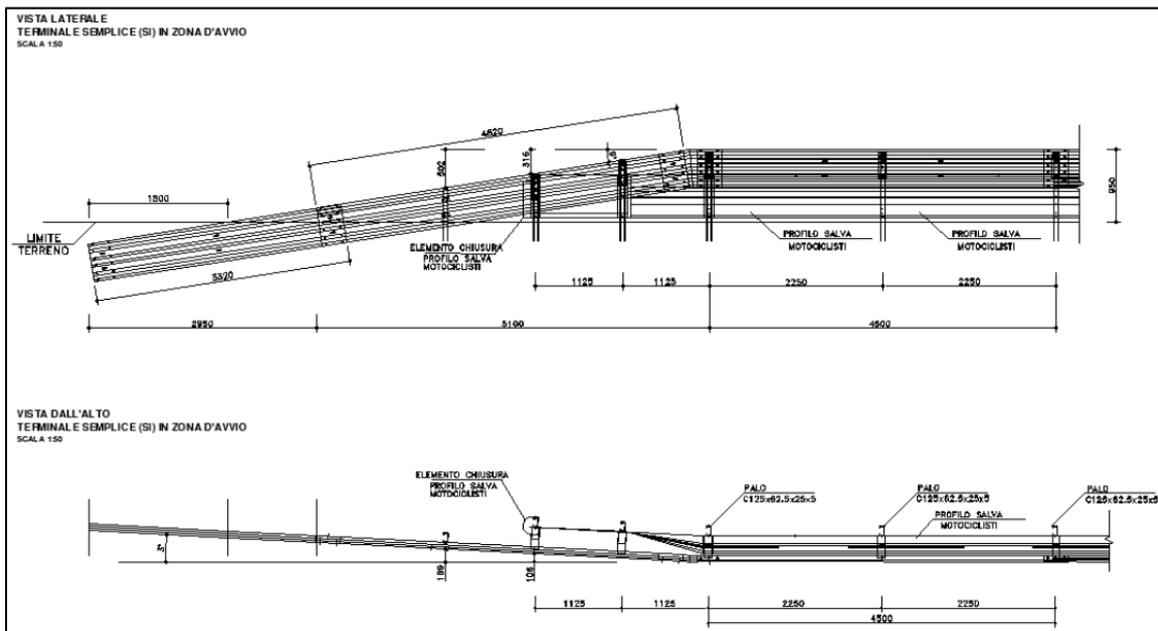


Figura 6 - Terminale semplice H2 bordo laterale Salva Motociclisti

3.2.4 Terminali speciali (barriere tipo ANAS)

Di seguito viene riportato in forma tabellare (si veda *Tabella 6*) lo schema della tipologia di terminali speciali da usare; come si nota la classe varia in base alla velocità di progetto del tratto di strada interessato dalla posa:

Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe degli attenuatori
Con velocità $V > 130$ km/h	P3
Con velocità $90 \leq V < 130$ km/h	P2
Con velocità $V < 90$ km/h	P1

Tabella 6 - Classe di terminali speciali testati da usare in base alle diverse velocità di progetto

In base alla tabella la classe dei terminali dovrà essere P2 (per l'asse principale).

3.2.5 Attenuatori d'urto

Così come prescritto dal DM 21/06/04 [2] in corrispondenza delle cuspidi delle uscite dall'asse principale, negli svincoli codificati come A, B, C, D sono stati previsti 6 attenuatori d'urto di classe 80, in conformità alla *Tabella 7* qui sotto riportata.

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

Tabella 7 - Classe degli attenuatori frontali da usare in base alle diverse velocità di progetto

Analogamente in corrispondenza delle cuspidi nelle rampe vengono previsti 5 attenuatori d'urto così come rappresentato nella planimetria di progetto di classe 50 tenendo conto della velocità ridotta in tali tratti.

4 INTERVENTI IN PROGETTO

4.1 CRITERI DI SCELTA DELLE BARRIERE DI SICUREZZA

4.1.1 Classificazione della strada

La strada oggetto dell'intervento di adeguamento e messa in sicurezza ha le caratteristiche geometriche di una strada extraurbana principale di Tipo B1 secondo la classificazione del D.M. 5/11/2001 n. 6792 con $80 \leq V_p \leq 120$ km/h e due corsia per senso di marcia.

Numero di carreggiate	2
Larghezza corsie (m)	3.75 m
Larghezza banchina interna (m)	0.50 m
Larghezza banchina esterna (m)	1.75 m
Larghezza spartitraffico	2.50 m
Larghezza complessiva della piattaforma (m)	22 m

Tabella 8: Caratteristiche della sezione trasversale SS67 Via Classicana

4.1.2 Dati di traffico

Al fine di stimare i dati di traffico necessari per la scelta delle classi delle barriere di sicurezza secondo il D.M. 21/6/2004 n. 2367 si sono considerati i dati di traffico forniti dal Committente, i quali per il tratto oggetto dell'intervento erano riferiti all'anno 2012 – 2013.

A seguito di questo, ed ad altre richieste formulate, ci è stato fornito uno studio del traffico datato Gennaio 2020 relativo al PIANO URBANISTICO ATTUATIVO (COMPARTO 1) – POC LOGISTICA, il quale serviva per la valutazione dei traffici in corrispondenza del Porto di Ravenna.

Nello studio si riporta:

- La S.S. 67 Classicana (all'incirca 700 veicoli eq./h) che nel ramo nord da/verso il Porto raggiunge oltre i 1.000 veic.eq./ora
- La percentuale di mezzi pesanti rilevati sul nodo Classicana-Trieste si attesta sul 24% al mattino e 17% al pomeriggio.

Il traffico si può classificare di **tipo III** (TGM>1000 e percentuale di veicoli pesanti maggiore del 15%) secondo il D.M. 21/6/2004.

Tali dati di traffico verranno aggiornati con ulteriori studi in corso d'opera ed elaborati in fase esecutiva per confermare quanto previsto negli scenari attuali.

4.2 TIPOLOGIA DI BARRIERE

In funzione della classe di traffico di tipo III, per le strade di tipo B (extraurbane principali) si è scelto di adottare barriere di tipo H2 per i rilevati, H3 per i cavalcavia e H4 per lo spartitraffico.

Per tale scelta, ai fini della sicurezza, si assegna la priorità dei dispositivi di sicurezza considerando le caratteristiche

delle barriere nel seguente ordine di priorità:

- 1) Tipo di barriera;
- 2) Larghezza operativa W;
- 3) Indice di severità dell'accelerazione (ASI);

In definitiva si individuano le seguenti tipologie:

	<i>Tipologia</i>	<i>Classi di livelli di larghezza operativa (W)</i>	<i>Livelli di larghezza operativa [m]</i>
<i>Barriere spartitraffico - asse principale</i>	H ₄	W ₂	≤ 0,8
<i>Barriere su rilevato / aree di servizio - asse principale e svincoli</i>	H ₂	W ₆	≤ 2,1
<i>Barriere bordo opera – asse secondario (cavalcavia Porto Fuori)</i>	H ₃	W ₃	≤ 1,0

E' bene sottolineare che in questa progettazione vengono previste **barriere di tipo ANAS** in quanto rappresenta una precisa indicazione aziendale.

4.3 BARRIERE LONGITUDINALI DI PROGETTO PER SPARTITRAFFICO

Per lo spartitraffico verrà adottato una barriera spartitraffico centrale in calcestruzzo.

La novità di questa nuova barriera, denominata National Dynamic Barrier Anas (NDBA), è il 'W₂', la larghezza operativa (il massimo spostamento della barriera in caso di urto) ottenuta con le prove di crash test.

La dinamicità della barriera è correlata alla capacità di adattarsi all'infrastruttura stradale in ragione degli spazi disponibili per la corretta installazione. In altri termini, grazie agli ancoraggi utilizzati, la barriera si adatta, nell'ambito dello stesso itinerario, in funzione del tipo di strada, dei livelli e del tipo di traffico. La barriera spartitraffico centrale consente così di risolvere il problema diffuso, riscontrato sulle strade esistenti, dell'installazione dei dispositivi di ritenuta in presenza di spazi ridotti.

L'obiettivo è innalzare i livelli di sicurezza degli utenti, riducendo anche i costi di installazione e la manutenzione dell'infrastruttura.

Una delle principali caratteristiche innovative della nuova barriera NDB Anas riguarda la definizione di un nuovo vincolo di collegamento fra i vari elementi realizzato mediante un profilato in acciaio che collega rigidamente gli elementi modulari adiacenti. Il cinematismo che si genera durante l'urto fa sì che la deformazione istantanea e permanente sia più contenuta rispetto a quella che si avrebbe con il tradizionale vincolo a cerniera.

L'NDB Anas avrà una larghezza operativa (il massimo spostamento della barriera in caso di urto), compresa tra 'W₂' e 'W₅', in ragione degli ancoraggi utilizzati.

La barriera è appoggiata direttamente sullo strato di usura della pavimentazione e pertanto non necessita di strutture di fondazione. Questo significa rapidità di esecuzione, costi di installazione contenuti, riduzione degli oneri di manu-

tenzione ordinaria. L'NDBA è anche facile e rapida da installare in quanto gli ancoraggi sono fissati attraverso l'utilizzo di macchine battipalo disponibili in commercio a costi contenuti.

È stata inoltre introdotta una cavità interna posizionata nella parte superiore della barriera utile per il passaggio di cavi tecnologici in grado di segnalare in tempo reale alle Sale Operative di Controllo delle Aree Compartmentali Anas l'eventuale danneggiamento della barriera a seguito di incidente. Tale sistema consentirà l'immediato soccorso agli utenti coinvolti nell'incidente, un tempestivo intervento di ripristino della circolazione, e la segnalazione per il potenziale pericolo agli altri utenti che sopraggiungono.

La classe di prestazione che verrà adottata nel nostro caso è: H4b W2

4.3.1 Chiusura varchi

Come previsto dal DM 05/11/2001, lo spartitraffico deve essere interrotto in linea di massima ogni 2 Km da una zona pavimentata in modo da garantire il passaggio dei veicoli da una carreggiata all'altra sia per situazioni di emergenza, sia per esigenze di transito temporaneo (manutenzione dell'infrastruttura).

Tali barriere mobili sono note anche come "Chiusura varchi", le quali devono essere aperte in tempi brevi.



Figura 7 - Barriere amovibili per chiusura varchi

Il tratto oggetto di intervento ha uno sviluppo di 5,15 Km per cui si intende predisporre 2 varchi; l'estensione per singolo varco è di 50 m e deve rispettare quanto previsto dall'art. 6 del DM 21/06/2004.

4.4 BARRIERE LONGITUDINALI DI PROGETTO PER BORDO LATERALE

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

- pendenza delle scarpate;
- altezza del rilevato;
- presenza di elementi rigidi, edifici, strade, o simili in prossimità del confine stradale;
- percentuale di traffico pesante.

Come riportato nei precedenti paragrafi, in riferimento alla protezione realizzata in rilevati, il D.M. 21.06.2004 obbliga l'installazione di dispositivi di ritenuta per altezza superiore a 1 metro nel caso di scarpate con pendenze $\geq 2/3$.

Riguardo alla tipologia di barriere bordo laterale su rilevato è stato scelto di adottare barriere in acciaio di classe **H2** tipo **W6** con montanti infissi nell'arginello.

Il livello di severità assunto deve essere pari ad A.

La scelta è motivata dalle seguenti considerazioni:

- come previsto dalla normativa cogente, dopo aver verificato i prodotti attualmente in commercio, viene uniformata la classe di deformazione con quella prevista per le barriere bordo opera lungo i tracciati. Si viene così a creare un dispositivo "misto" utile nei casi in cui le singole tipologie di barriere non raggiungano la stessa minima;
- viene razionalizzata la posa di barriere.

L'interesse tra i montanti e la loro profondità di infissione sono descritti nei report di crash-test di ciascun dispositivo. In particolare, l'infissione secondo il certificato dovrà essere rispettata e comunque compresa tra lunghezze pari a 1,5 - 2 volte l'estensione della porzione di montante emersa dal ciglio. La sagoma di quest'ultimo dovrà essere tale per cui a tergo di ogni singolo montante infisso sia garantito un margine ricoperto di almeno 70-80 cm affinché il terreno possa esplicare le reazioni necessarie al vincolamento del montante stesso.

Pertanto tutte le barriere potranno essere installate con paletti aventi una profondità d'infissione pari a quella riportata nei rispettivi certificati d'omologazione.

La lunghezza minima utile di ciascuna installazione indipendente deve corrispondere almeno alla lunghezza dell'estesa di prova riportata nel Certificato di omologazione del dispositivo stesso se omologato, o comunque nei report di prova dei crash-test eseguiti in uno dei Centri autorizzati.

L'installazione complessiva del dispositivo longitudinale deve poi prevedere opportuni elementi terminali d'inizio e fine qualora il sistema di ritenuta si interrompa, o di opportuni elementi di transizione nel caso in cui vi sia il passaggio ad altra tipologia.

Gli elementi pericolosi del bordo laterale, presenti sull'opera d'arte, risultano sempre schermati dall'urto con le barriere correnti.

In particolare elementi marginali non deformabili, come per esempio sostegni di portali a cavalletto o a bandiera, saranno posizionati dietro le barriere di sicurezza ad una distanza tale da non interferire con la loro larghezza operativa omologata.

4.4.1 Barriera ANAS bordo laterale classe H2 BLSM

La barriera di classe H2 Bordo Laterale, ha una struttura composta da una tripla onda superiore da 3 mm. di spessore, posta ad un'altezza media di circa 950 mm., e da un profilato a basso spessore (1,5mm) destinato alla protezione dei motociclisti, opportunamente sagomato, collegato alla parte inferiore della lama; detto profilo termina a 50 mm dalla superficie del terreno per permettere lo smaltimento delle acque di pioggia, senza che sia possibile l'infilamento al di sotto del corpo del motociclista o di parti di esso.

La lama e la parte inferiore del profilo SM sono collegati ai paletti infissi nel terreno; il profilo in modo diretto e la lama tramite specifico distanziatore universale a tempo di deformazione rallentato descritto nel seguito.

I paletti sono a sezione a "C" 125x62,5x25 di 5 mm di spessore, posti ad interasse di 2250 mm, lunghi 1800 mm ed infissi nel terreno per 880 mm.

L'altezza massima della barriera (filo superiore della tripla onda) è di 950 mm, mentre l'ingombro trasversale tra paletto lato esterno e fronte strada è di 472 mm.

Per quanto concerne le caratteristiche prestazionali, con riferimento all'esito delle prove al vero, si riportano di seguito le risultanze salienti.

- Prova AISICO n. 463 – TB 11 (veicolo leggero):
 - Indice di severità dell'accelerazione - ASI : 1.0 (A)
 - Velocità teorica d'urto della testa - THIV: 25 Km/h
 - Larghezza di lavoro dispositivo: 0.8 m (W2)
 - Deformazione dinamica: 0.4 m
 - Massima deformazione permanente: 0.2 m
- Prova AISICO n. 464 - TB 51 (veicolo pesante):
 - Larghezza di lavoro dispositivo: 1.7 m (W7)
 - Deformazione dinamica 1.6 m
 - Intrusione del veicolo: 2.3 m (V17)
 - Massima deformazione permanente 1.4 m

4.5 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
- Per opere di scavalco di ferrovie: classe H₄

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 nella *Figura 8 - Barriere per ponti, viadotti e sottovia*:

Luce libera complessiva (m)	Insedimenti abitativi o industriali al margine / scavalcamenti su strade, ferrovie	Classe
≤ 10	NO	classe prevista per l'adiacente bordo laterale (H ₂)
≤ 10	SI	H ₂
> 10 ⁽⁶⁾	NO	min H ₃
> 10 ⁽⁶⁾	SI	H ₃

Figura 8 - Barriere per ponti, viadotti e sottovia

Nello specifico, in corrispondenza del viadotto sui Fiumi Uniti, si è scelto di adottare barriere di sicurezza di tipo H₃BP.

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 10 m.

Per la protezione dei cavalcavia (nel nostro caso su Via Stradone che sovrappassa la SS67 e che permette il collegamento tra la frazione di Porto Fuori ed il capoluogo) è stato adottato, indipendentemente dal rango della viabilità so-

vrappassante, 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 L_f), 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 elaborati "schemi di installazione".

4.5.1 Barriera ANAS bordo ponte classe H₃ BPSM

La barriera di classe H₃ Bordo Ponte, è caratterizzata da una piastra di appoggio di due tipi: quella di minor resistenza, testata nei crash test di riferimento, è progettata per cordoli stretti di almeno 40 cm di larghezza e va montata a filo del cordolo; in questo modo l'ancoraggio è montato a 95 mm dal bordo e può esplicare tutta la resistenza necessaria. Della barriera esiste una variante equivalente in prestazioni, per cordoli larghi, cioè di almeno 50 cm, che permette l'appoggio completo della piastra di base per cui l'elemento ad U 150x125x10 mm non è necessario: tale versione sarà quella da installare nel progetto. La parte frontale, ha montato un profilo continuo che eviti danni gravi ai motociclisti urtanti impedendo l'urto diretto su elementi discontinui come i paletti e/o sui bordi taglienti della lama.

Ai fini di ottimizzare le manutenzioni, distanziatore, DSM, tondino e manicotti antispianciamento sono sempre gli stessi in tutte le barriere di progetto ANAS della serie "con tondino".

La barriera è composta da un mancorrente superiore di profilato scatolare di 3,5 mm di spessore rinforzato che ricopre un tondino di acciaio B450C Φ 24mm inserito nell'anima dei paletti e da una tripla onda sottostante da 2,7 mm. di spessore; ad essa è connesso un profilato sottile (1,5 mm) destinato, alla protezione dei motociclisti, opportunamente sagomato, collegato alla parte inferiore della lama; detto profilo passa con la sua parte più bassa, a circa 50 mm dalla superficie del cordolo di supporto, senza che sia possibile l'infilamento al di sotto del corpo del motociclista o di parti di esso. La lama e la parte inferiore del DSM sono collegati ai paletti ancorati al cordolo; il DSM in modo diretto e la lama tramite specifico distanziatore universale a tempo di deformazione rallentato descritto nel seguito.

I paletti sono a sezione a "C" 160x120x40 di 5,0 mm di spessore, posti ad interasse di 15000 mm., lunghi 1510 mm. e saldati alle piastre. L'altezza massima della barriera (filo superiore della tripla onda) è di 950 mm., mentre l'ingombro trasversale tra paletto lato esterno e fronte strada è di 514 mm.

Per quanto concerne le caratteristiche prestazionali, esse sono riferite alle prove al vero eseguite sulla barriera senza rete, che si riportano di seguito, in quanto la presenza della rete è stata valutata con la prova di laboratorio consistenti di cui al Report AISICO N. PS/052/16/16 del 02/08/2016.

- Prova AISICO n. 847 – TB 11 (veicolo leggero):
 - Indice di severità dell'accelerazione - ASI: 1.3 (B)
 - Velocità teorica d'urto della testa - THIV: 30 Km/h
 - Larghezza di lavoro dispositivo: 0.7 m (W2)
 - Deformazione dinamica: 0.3 m
 - Massima deformazione permanente: 0.3 m
- Prova AISICO n. 848 - TB 61 (veicolo pesante):
 - Larghezza di lavoro dispositivo: 1.6 m (W5)
 - Deformazione dinamica 1.2 m
 - Intrusione del veicolo: 1.9 m (VI6)
 - Massima deformazione permanente 0.8 m

4.6 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; tuttavia, lungo tutto il tracciato si preferisce adottare dispositivi di ritenuta del tipo H2 in quanto migliorativo.

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

5 ALLEGATI – SCHEDE TECNICHE

Qui di seguito verranno riportate le schede tecniche dei dispositivi adottati

5.1 H₂ PER BORDO LATERALE DELL'ASSE PRINCIPALE



Anas SpA Società con Socio Unico
Cap. Soc. € 2.269.892.000,00 – Iscr. R.E.A. 1024951- P.IVA 02133681003 – C.F. 80208450587
Via Monzambano, 10 – 00185 Roma – Tel. 06 44461
Fax 06 4456224 – 06 4454956 – 06 4454948 – 06 44700852
Pec anas@postacert.stradeanas.it

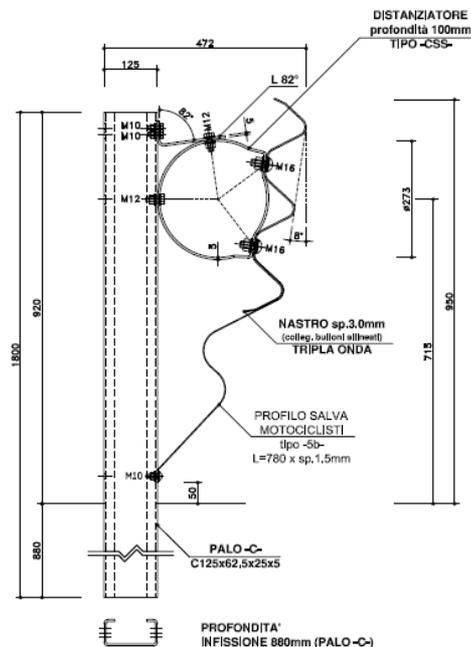
DIREZIONE CENTRALE RICERCA E NUOVE TECNOLOGIE Centro Sperimentale Stradale - Settore Barriere di sicurezza

RELAZIONE TECNICA

BARRIERA DI SICUREZZA STRADALE PER BORDO LATERALE A LAMA E PALETTI IN ACCIAIO A TRIPLA ONDA CON PROFILO SALVA MOTOCICLISTI CLASSE H2

ANAS S.p.A., ha progettato e messo a punto una barriera di sicurezza stradale in acciaio, a nastri e paletti, dotata di un dispositivo aggiuntivo a sagoma stirabile per proteggere i motociclisti dall'urto diretto su parti taglienti della barriera di sicurezza principale.

Detto dispositivo di sicurezza è dotato di uno speciale distanziatore, progettato per ottenere una decelerazione **graduale e controllata** per i veicoli leggeri urtanti; esaurita questa parte di resistenza controllata alla deformazione si ha un **contenimento deciso** che serve nel caso di urto di veicoli pesanti. La barriera è progettata per il **bordo laterale di classe H2** ed è riportata in sezione trasversale in Fig. 1



ELEMENTO ASSEMBLATO
RIF.: H2-ANAS(02d) (Interasse 2250mm)
SCALA 1:10

Figura 1- Sezione barriera ANAS H2 BLSM





La barriera è concepita quindi, oltre che per contenere i veicoli urtanti leggeri e pesanti, all'interno della sede stradale, anche per:

- evitare che i passeggeri delle autovetture non abbiano danni dall'urto, controllando questo fatto con l'uso di manichini antropomorfi nella prova di crash TB11 con la vettura leggera;
- evitare danni gravi ai motociclisti urtanti con l'aggiunta di un dispositivo che eviti l'urto diretto sui paletti e sui bordi taglienti della lama.

Il tutto con il minimo spostamento trasversale a seguito dell'urto per minimizzare lo spazio necessario a tergo del dispositivo.

Descrizione della barriera

La barriera ha una struttura e composta da una tripla onda superiore da 3 mm. di spessore, posta ad un'altezza media di circa 950 mm., e da un profilato a basso spessore (1,5mm) destinato alla protezione dei motociclisti, opportunamente sagomato, collegato alla parte inferiore della lama; detto profilo termina a 50 mm dalla superficie del terreno per permettere lo smaltimento delle acque di pioggia, senza che sia possibile l'infilamento al di sotto del corpo del motociclista o di parti di esso.

La lama e la parte inferiore del profilo SM sono collegati ai paletti infissi nel terreno; il profilo in modo diretto e la lama tramite specifico distanziatore *universale* a tempo di deformazione rallentato descritto nel seguito.

I paletti sono a sezione a "C" 125x62,5x25 di 5 mm di spessore, posti ad interasse di 2250 mm., lunghi 1800 mm. ed infissi nel terreno per 880 mm.

L'altezza massima della barriera (filo superiore della tripla onda) è di 950 mm., mentre l'ingombro trasversale tra paletto lato esterno e fronte strada è di 472 mm.

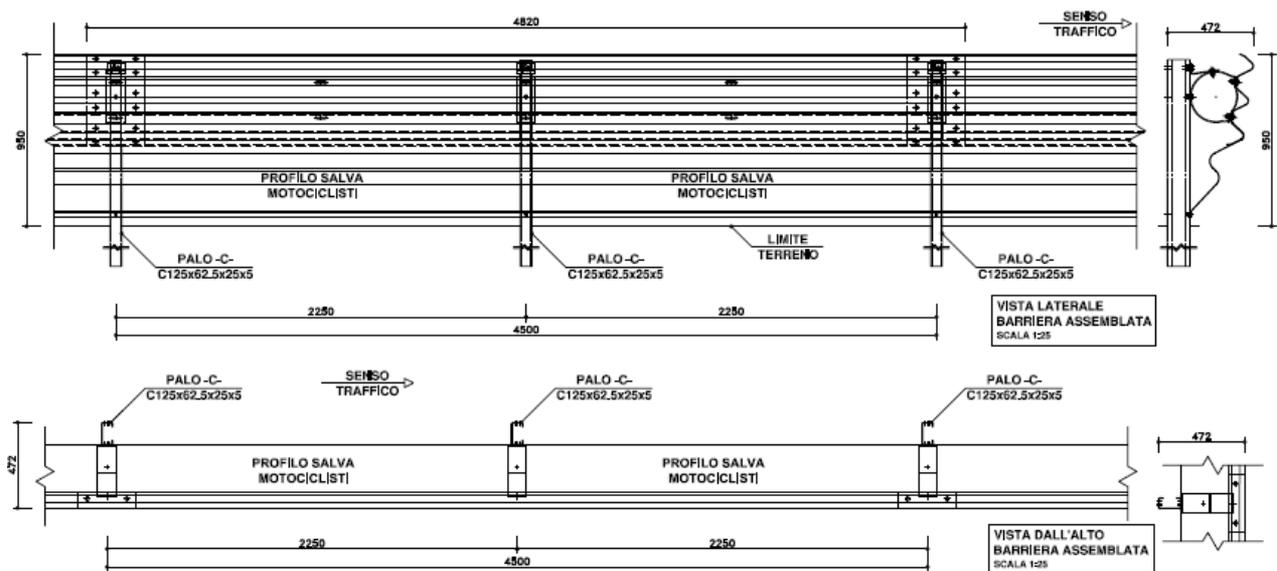
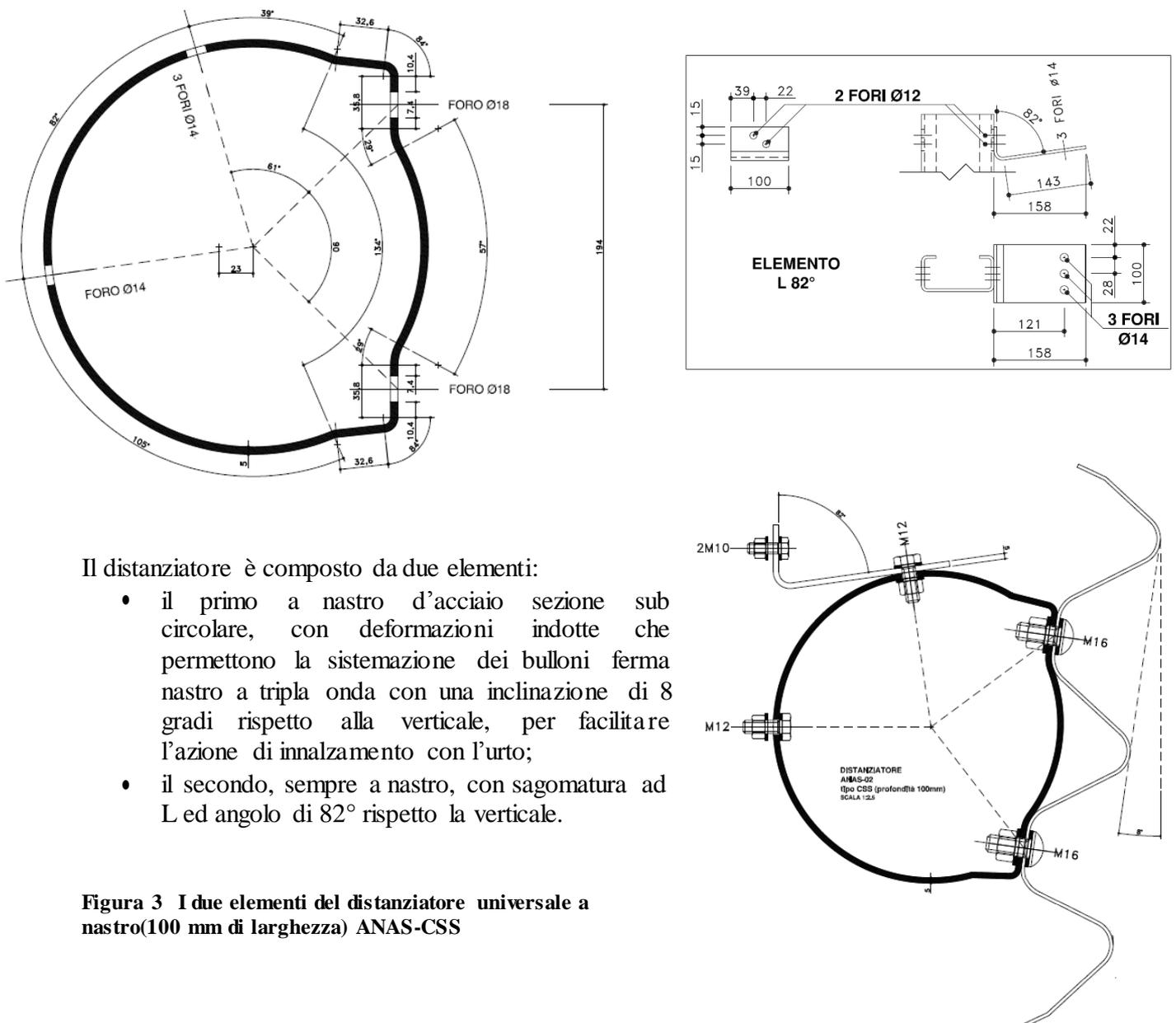


Figura 2 - Vista laterale e dall'alto della barriera



Distanziatore universale a rigidità variabile “ANAS - CSS”

La barriera è stata progettata partendo dal distanziatore *universale* a tempo di deformazione rallentato; universale perché suscettibile di sviluppare tempi di deformazione fissi anche al variare della resistenza della barriera al cambiare della Classe energetica. Questa caratteristica del distanziatore è legata al fatto che lo stesso dispositivo (gli stessi pezzi indifferenziati), con variazioni nel numero e tipo di bulloni di collegamento mutuo e con i paletti, sarà lo stesso in tutte le classi e tipologie di barriere ANAS-CSS, perché la sua prima funzione è quella di proteggere l'urto di vetture di peso ridotto, le più vulnerabili, che richiedono sempre la stessa cedevolezza di risposta della protezione anche se il dispositivo è destinato al contenimento di veicoli sempre più grandi e pesanti.



Il distanziatore è composto da due elementi:

- il primo a nastro d'acciaio sezione sub circolare, con deformazioni indotte che permettono la sistemazione dei bulloni ferma nastro a tripla onda con una inclinazione di 8 gradi rispetto alla verticale, per facilitare l'azione di innalzamento con l'urto;
- il secondo, sempre a nastro, con sagomatura ad L ed angolo di 82° rispetto la verticale.

Figura 3 I due elementi del distanziatore universale a nastro(100 mm di larghezza) ANAS-CSS



Con la Classe H2 della barriera il tempo ottimale si ottiene con gli elementi riportati nella figura 3 con i bulloni della figura più in basso che mostra il distanziatore assemblato.

Per Classi superiori i bulloni varieranno ma gli elementi di base resteranno invariati.

Ciò riduce gli stoccaggi necessari per le riparazioni.

Il distanziatore a nastro ha anche la particolarità di permettere il suo inserimento su una delle due coste del paletto a C e non sulla parte laterale; questo fatto permette di ottenere barriere che possono essere usate facilmente nelle due direzioni di urto, mantenendo la simmetria della struttura. Questo montaggio non è possibile con i distanziatori ricavati con la pressa da una lamina di acciaio (stampati), che devono essere applicati sulla parte laterale dei paletti dando così luogo a strutture asimmetriche negli impianti dei bordi laterali delle carreggiate a senso unico o negli spartitraffico.

Dispositivo Salva Motociclisti DSM

Per proteggere i motociclisti che dopo una caduta, in scorrimento libero o anche con il motoveicolo urtino la barriera è stato progettato un apposito profilo in acciaio sottile (A320 1,5 mm) denominato Dispositivo Salva Motociclisti - DSM - che impedisca l'urto diretto con parti rigide della barriera o anche con parti sottili della medesima che diventerebbero taglienti data l'alta velocità a cui può avvenire l'urto.

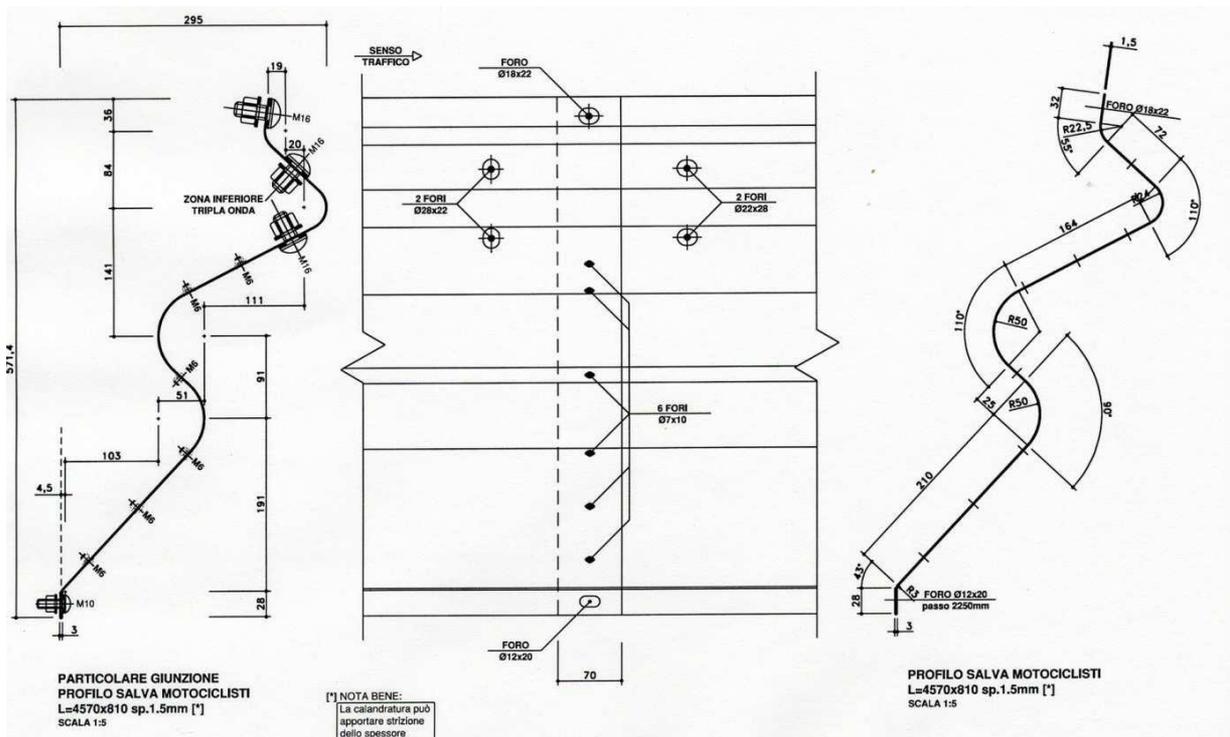


Figura 4 - Forma del profilo SM e particolare della sua giunzione

Il DSM è collegato con la parte inferiore del nastro a tripla onda per evitare che nella deformazione possano rendersi libere superfici di taglio che potrebbero ferire il motociclista nel rimbalzo, anche per questo motivo il bordo inferiore è risvoltato all'interno e sovrapposto per 30 mm, in modo tale da avere un bordo arrotondato e non tagliente.



È poi sagomato per due motivi:

- deve deformarsi gradualmente per attutire l'urto del motociclista
- non deve impedire l'azione di sollevamento verso l'alto generata dal distanziatore quando l'urto è da parte di autoveicoli.

Terminali della barriera

Questo tipo di barriera ha uno specifico terminale, ottenuto con la deviazione, verso l'esterno del bordo stradale, della onda superiore, previa interruzione protetta del corrente inferiore; il corrente superiore è deviato anche in senso verticale, verso il livello del supporto, nel quale va interrato.

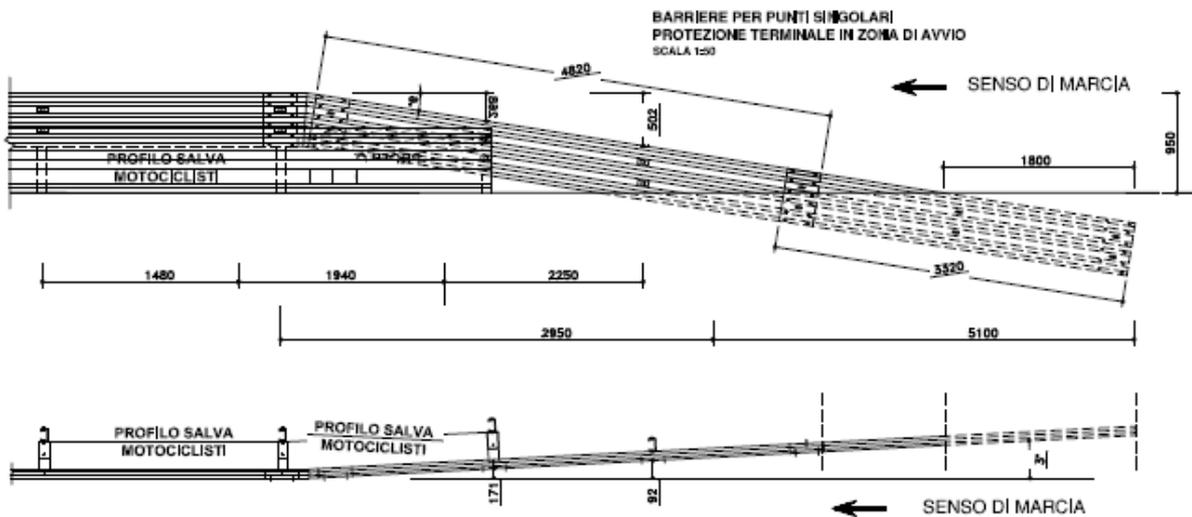


Figura 5 - Terminale barriera Anas

Questo terminale va inserito alla fine della protezione corrente, in modo che risulti situato nella sezione stradale in trincea, oppure in una zona di rilevato basso o in raso campagna, in luoghi cioè dove la protezione del bordo non è più necessaria, in quanto la fuoriuscita è impossibile (trincea) o senza rischio (rilevato basso, senza ostacoli esterni).

Ciò naturalmente sarà eseguito dal progettista della protezione sulla strada, in base a precise disposizioni, che ricalcano quanto prescritto dal D.M. n° 223/92.

Materiali impiegati

Per la realizzazione dei prototipi delle barriere da sottoporre a prove di crash è stato impiegato sempre lo stesso tipo di acciaio Fe 360 B (S225JR), solo il DSM è realizzato in acciaio Fe 320 B.

Per la bulloneria sono stati impiegati:

- bulloni TTDE M16 a testa tonda in classe 8.8 per la lama e per il suo collegamento con il distanziatore;
- bulloni TDE M12 a testa esagonale classe 8.8 nel collegamento distanziatore palo e distanziatore L82°;
- bulloni TDE M 10 a testa esagonale classe 8.8 nel collegamento Palo - elemento L 82°;



- bulloncini TTDE M10 a testa tonda classe 8.8 nel collegamento palo - profilo salva motociclisti;
- bulloncini TTDE M6 a testa tonda classe 8.8 del collegamento profilo salva motociclisti - profilo salva motociclisti e del collegamento nastro a tripla onda - dispositivo salva motociclisti.

Risultati delle prove in scala reale

L'ANAS S.p.A., per ottenere l'omologazione della barriera da bordo laterale in classe H2 "ottimale", oggetto della presente Relazione Tecnica, ha condotto due crash test, sul prototipo di barriere messo a punto con i calcoli e le simulazioni dinamiche.

Per la descrizione e l'analisi completa dei risultati delle prove si rimanda ai Rapporti di Prova ufficiali preparati dal Centro Prove AISICO di Anagni Certificato in Qualità ISO 17025, nel quale sono avvenuti i crash test, in base alle prescrizioni della vigente normativa.

Di seguito si riporta brevemente un sunto e un commento sull'esito delle prove di crash:

Prova AISICO n. 463 del 19 dicembre 2007 (Autovettura UNO Fiat) TB 11

Classe di riferimento :	H2
Massa del veicolo :	878.2 Kg
Velocità di prova :	100.7 Km/h
Angolo d'impatto :	20.7 °
Indice di severità dell'accelerazione - ASI :	1.0
Velocità teorica d'urto della testa -THIV:	25 Km/h
Attraversamento della barriera	NO
Ribaltamento del veicolo :	NO
Veicolo entro box CEN :	SI
Larghezza di lavoro dispositivo:	0.8 m
Deformazione dinamica:	0.4 m
Massima deformazione permanente:	0.2 m

Prova AISICO n. 464 del 21 dicembre 2007 (Autobus a 2 assi IVECO 370) TB 51

Classe di riferimento :	H2
Massa del veicolo :	12678 Kg
Velocità di prova :	70.4 Km/h
Angolo d'impatto :	20.2°
Massima deformazione permanente	1.4 m
Larghezza di lavoro dispositivo	1.7 m
Deformazione dinamica	1.6 m
Attraversamento della barriera	NO
Ribaltamento del veicolo :	NO
Veicolo entro box CEN :	SI
Il dispositivo contiene e redireziona il veicolo	SI



Tutti i parametri di prova previsti dalla vigente normativa sono quindi stati rispettati; ad avvalorare l'ottimo comportamento del veicolo leggero durante l'urto, oltre al basso valore dell'indice ASI, è il valore dell'indice V.C.D.I. (Vehicle Cockpit Deformation Index) pari a **000000** che evidenzia come non ci sia stata quasi nessuna deformazione a carico dell'abitacolo a garanzia della sicurezza dei passeggeri.

5.2 H3 BORDO OPERA PER OPERE D'ARTE (VIADOTTO FIUMI UNITI E SOVRAPPASSO VIA STRADONE)



Detto dispositivo di sicurezza è dotato di uno speciale distanziatore, progettato per ottenere una decelerazione **graduale e controllata** per i veicoli leggeri urtanti; esaurita questa parte di resistenza controllata alla deformazione si ha un **contenimento deciso** che serve nel caso di urto di veicoli pesanti. La barriera è progettata per il **bordo ponte di classe H3** ed è riportata in sezione trasversale in Fig. 1.

La barriera è concepita quindi, oltre che per contenere i veicoli urtanti leggeri e pesanti, all'interno della sede stradale, anche per:

- evitare che i passeggeri delle autovetture non abbiano danni dall'urto, controllando questo fatto con l'uso di manichini antropomorfi nella prova di crash TB11 con la vettura leggera;
- evitare danni gravi ai motociclisti urtanti con l'aggiunta di un dispositivo che eviti l'urto diretto sui paletti e sui bordi taglienti della lama.

Il tutto con il minimo spostamento trasversale a seguito dell'urto per minimizzare lo spazio necessario a tergo del dispositivo.

Descrizione della barriera

La barriera di sicurezza H3BPSM, è caratterizzata da una piastra di appoggio di due tipi: quello di minor resistenza, testato nei crash test di riferimento, è progettato per cordoli stretti di almeno 40 cm di larghezza e va montato a filo del cordolo come mostrato in figura 1; in questo modo l'ancoraggio è montato a 95 mm dal bordo e può esplicare tutta la resistenza necessaria.

Della barriera esiste una variante equivalente in prestazioni, per cordoli larghi, cioè di almeno 50 cm, che permette l'appoggio completo della piastra di base per cui l'elemento ad U 150x125x10 mm (fig. 1) non è necessario.

La parte frontale, ha montato un profilo continuo che eviti danni gravi ai motociclisti urtanti impedendo l'urto diretto su elementi discontinui come i paletti e/o sui bordi taglienti della lama.

Ai fini di ottimizzare le manutenzioni, distanziatore, DSM, tondino e manicotti anti-spanciamento sono sempre gli stessi in tutte le barriere di progetto ANAS della serie "con tondino".

La barriera è composta da un mancorrente superiore di profilato scatolare di 3,5 mm di spessore rinforzato che ricopre un tondino di acciaio B450C $\Phi 24$ mm inserito nell'anima dei paletti e da una tripla onda sottostante da 2.7 mm. di spessore; ad essa è connesso un profilato sottile (1,5 mm) destinato, alla protezione dei motociclisti, opportunamente sagomato, collegato alla parte inferiore della lama; detto profilo passa con la sua parte più bassa, a circa 50 mm dalla superficie del cordolo di supporto, senza che sia possibile l'infilamento al di sotto del corpo del motociclista o di parti di esso.

La lama e la parte inferiore del DSM sono collegati ai paletti ancorati al cordolo; il DSM in modo diretto e la lama tramite specifico distanziatore universale a tempo di deformazione rallentato descritto nel seguito.

I paletti sono a sezione a "C" 160x120x40 di 5,0 mm di spessore, posti ad interasse di 1500 mm., lunghi 1510 mm. e saldati alle piastre.

L'altezza massima della barriera (filo superiore della tripla onda) è di 950 mm., mentre l'ingombro trasversale tra paletto lato esterno e fronte strada è di 514 mm.

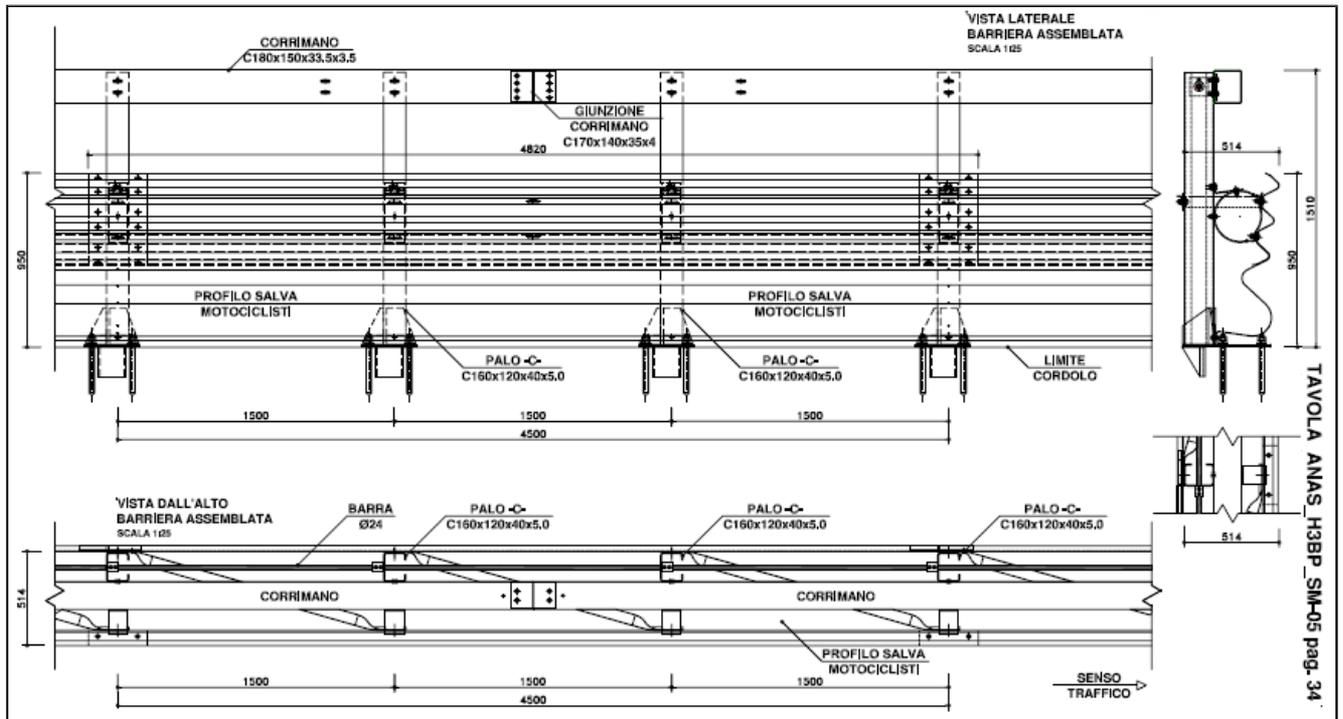


Figura 2 - Vista laterale e dall'alto della barriera

Distanziatore universale a rigidità variabile "ANAS - CSS"

La barriera è stata progettata partendo dal distanziatore *universale* a tempo di deformazione rallentato; universale perché suscettibile di sviluppare tempi di deformazione fissi anche al variare della resistenza della barriera al cambiare della Classe energetica. Questa caratteristica del distanziatore è legata al fatto che lo stesso dispositivo (gli stessi pezzi indifferenziati), con variazioni nel numero e tipo di bulloni di collegamento mutuo e con i paletti, sarà lo stesso in tutte le classi e tipologie di barriere ANAS-CSS, perché la sua prima funzione è quella di proteggere l'urto di vetture di peso ridotto, le più vulnerabili, che richiedono sempre la stessa cedevolezza dirisposta della protezione anche se il dispositivo è destinato al contenimento di veicoli sempre più grandi e pesanti.

Il distanziatore è composto da due elementi:

- il primo a nastro d'acciaio sezione sub circolare, con deformazioni indotte che permettono la sistemazione dei bulloni ferma nastro a tripla onda con una inclinazione di 8 gradi rispetto alla verticale, per facilitare l'azione di innalzamento con l'urto;
- il secondo, sempre a nastro, con sagomatura ad L ed angolo di 82° rispetto la verticale.

Con la Classe H3 della barriera il tempo ottimale si ottiene con gli elementi riportati nelle figure 3 e 4.



Il distanziatore a nastro ha anche la particolarità di permettere il suo inserimento su una delle due coste del paletto a C e non sulla parte laterale; questo fatto permette di ottenere barriere che possono essere usate facilmente nelle due direzioni di urto, mantenendo la simmetria della struttura. Questo montaggio non è possibile con i distanziatori ricavati con la pressa da una lamina di acciaio (stampati), che devono essere applicati sulla parte laterale dei paletti dando così luogo a strutture asimmetriche negli impianti dei bordi laterali delle carreggiate a senso unico o negli spartitraffico.

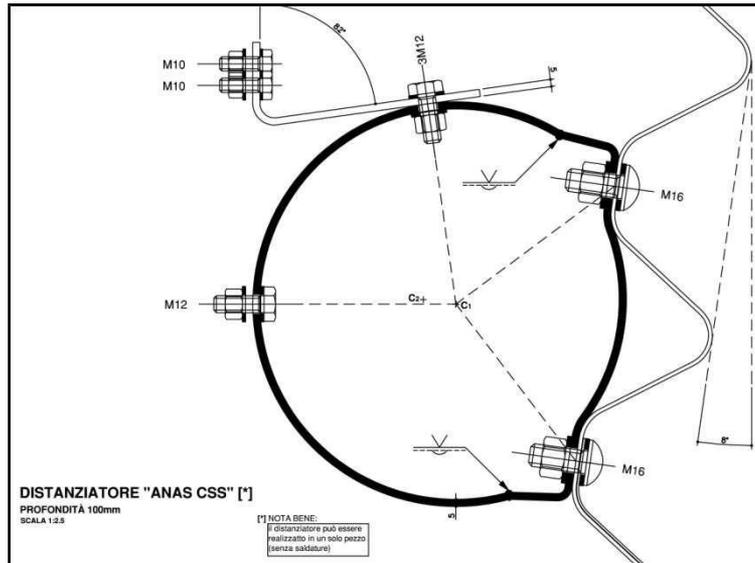


Figura 3 Distanziatore Universale Anas

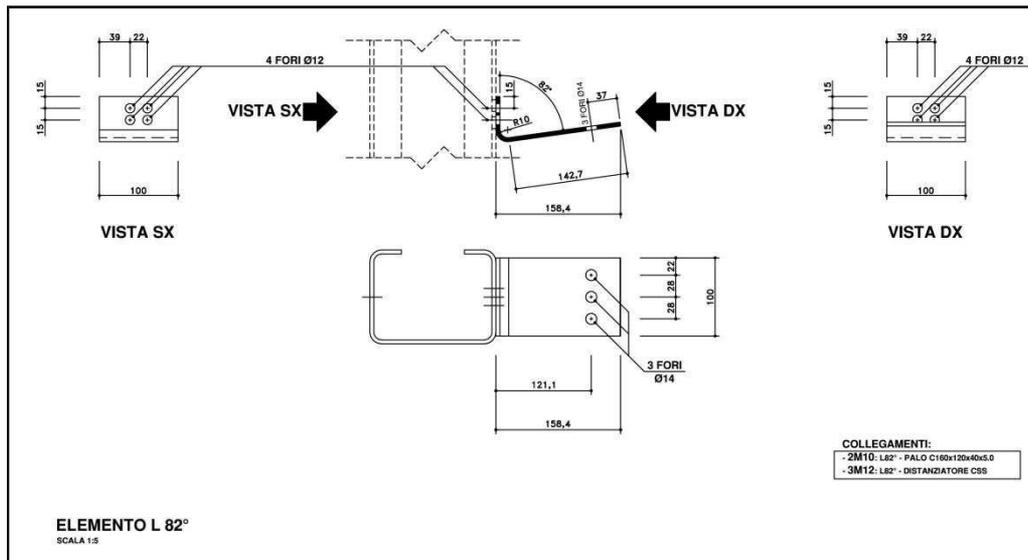


Figura 4 Distanziatore ANAS assemblato per la barriera di Classe H3

Tondini tenditori dei paletti

Ricordiamo che quella dei tondini è la struttura resistente più importante per il contenimento degli spostamenti e riduce la larghezza operativa del dispositivo (vedi Norma EN 1317 edizione 2010). Il tondino è infilato nella parte superiore del paletto, in una zona rinforzata da un fazzoletto saldato all'anima del palo, si impedisce il suo scorrimento dovuto all'urto tramite un manicotto a due viti montato alternativamente nella parte interna e nella parte esterna del paletto (vedi figura 5a e 5b) in modo di mantenere la simmetria del comportamento da qualsiasi parte arrivi l'urto. Le barre sono lunghe 6 o 12 o più metri e vengono giuntate con manicotti lunghi a più viti.

Il montaggio del tondino si può effettuare sia dal fondo che da punti intermedi della barriera, data la flessibilità del medesimo; questo fatto facilita le operazioni di manutenzione/riparazione. La sequenza dei montaggi è riportata nel seguito.

Ulteriore resistenza allo spostamento trasversale è fornita dal mancorrente superiore che ha anche l'importante funzione di coprire il tondino tenditore ed impedire l'eventuale urto, pericolosissimo, di parti del corpo di motociclisti, guidatori o passeggeri in eiezione totale o parziale.

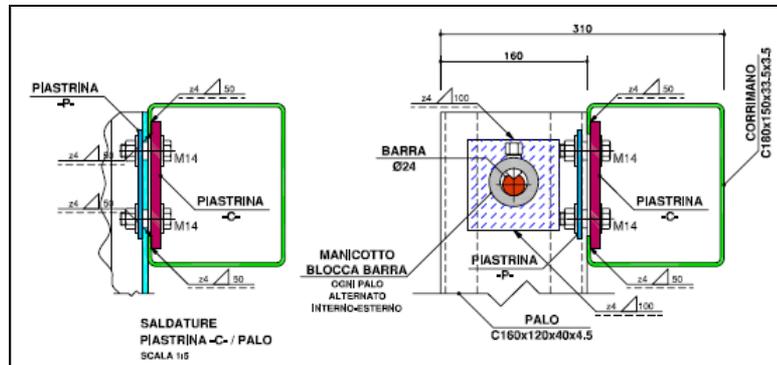


Figura 5a: Tondino tenditore e mancorrente superiore - dettagli

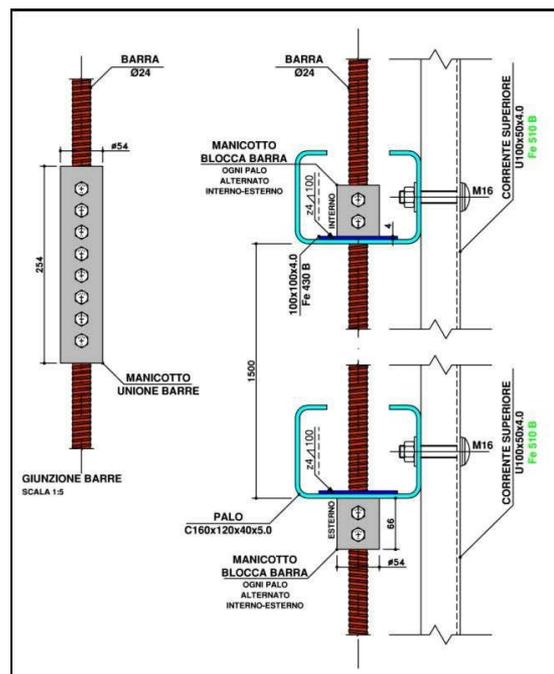


Figura 5b: Tondino tenditore e mancorrente superiore

Dispositivo Salva Motociclisti DSM

Per proteggere i motociclisti che dopo una caduta, in scorrimento libero o anche con il motoveicolo urtino la barriera viene montato un apposito profilo in acciaio sottile A320 di 1,5 mm di spessore denominato Dispositivo Salva Motociclisti (DSM) che rende continua la barriera e impedisce l'urto diretto sia con le sue parti rigide (paletti) che con le sue parti sottili (nastri) che diventerebbero taglienti data l'alta velocità a cui può avvenire l'urto.

Il profilo DSM va collegato con la parte inferiore del nastro a tripla onda, figura 6, diversamente da quello che si fa con analoghi dispositivi, per evitare che nella deformazione possano rendersi libere superfici di taglio che potrebbero ferire il motociclista nel rimbalzo. Va poi collegato alla base del paletto.

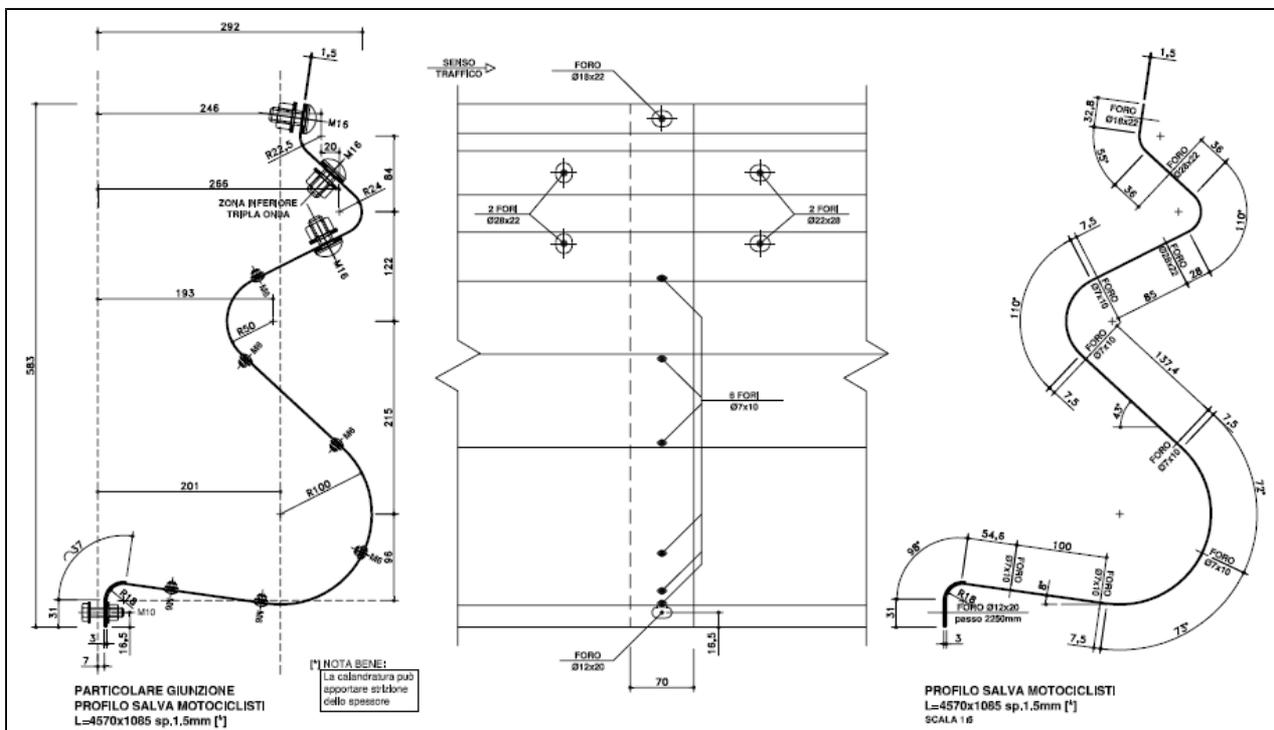


Figura 6: Forma del profilo DSM

Il DSM è collegato con la parte inferiore del nastro a tripla onda per evitare che nella deformazione possano rendersi libere superfici di taglio che potrebbero ferire il motociclista nel rimbalzo, anche per questo motivo il bordo inferiore è risvoltato all'interno e sovrapposto per 30 mm, in modo tale da avere un bordo arrotondato e non tagliente.

È poi sagomato per due motivi:

- deve deformarsi gradualmente per attutire l'urto del motociclista
- non deve impedire l'azione di sollevamento verso l'alto generata dal distanziatore quando l'urto è da parte di autoveicoli.



Terminali della barriera

Questo tipo di barriera ha uno specifico terminale, ottenuto con la deviazione, verso l'esterno del bordo stradale, della onda superiore, previa interruzione protetta del corrente inferiore; il corrente superiore è deviato anche in senso verticale, verso il livello del supporto, nel quale va interrato.

Questo terminale va inserito alla fine della protezione corrente, in modo che risulti situato nella sezione stradale in trincea, oppure in una zona di rilevato basso o in raso campagna, in luoghi cioè dove la protezione del bordo non è più necessaria, in quanto la fuoriuscita è impossibile (trincea) o senza rischio (rilevato basso, senza ostacoli esterni).

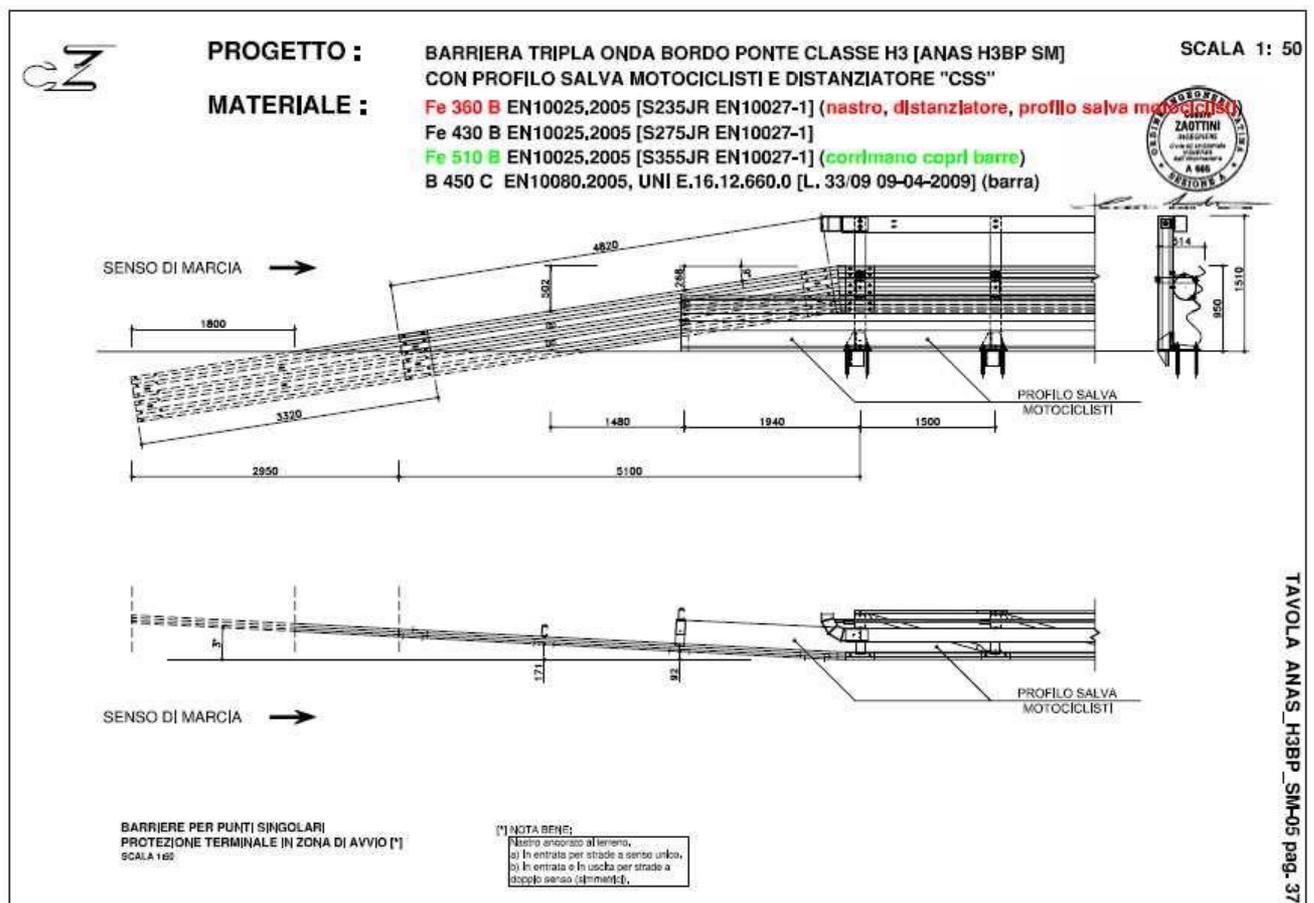


Figura 7 - Terminale barriera Anas



Materiali impiegati

I materiali sono indicati dettagliatamente in ognuno dei disegni di dettaglio e sintetizzati nella figura 8 che segue.

	PROGETTO :	BARRIERA TRIPLA ONDA BORDO PONTE CLASSE H3 [ANAS H3BP SM] CON PROFILO SALVA MOTOCICLISTI E DISTANZIATORE "CSS"	SCALA 1: 50
	MATERIALE :	Fe 360 B EN10025,2005 [S235JR EN10027-1] (nastro, distanziatore, profilo salva motociclisti) Fe 430 B EN10025,2005 [S275JR EN10027-1] Fe 510 B EN10025,2005 [S355JR EN10027-1] (corrimano copri barre) B 450 C EN10080,2005, UNI E.16.12.660.0 [L. 33/09 09-04-2009] (barra)	

Figura 8: Materiali costituenti la barriera

Risultati delle prove in scala reale

ANAS S.p.A., ha superato con successo due crash test, sul prototipo di barriere messo a punto con i calcoli e le simulazioni dinamiche.

Per la descrizione e l'analisi completa dei risultati delle prove si rimanda ai Rapporti di Prova ufficiali preparati dal Centro Prove AISICO di Anagni Certificato in Qualità ISO 17025, nel quale sono avvenuti i crash test, in base alle prescrizioni della vigente normativa.

Di seguito si riporta brevemente un sunto e un commento sull'esito delle prove di crash:

Prova AISICO n. 847 del 9 novembre 2011 (Autovettura UNO Fiat) **TB 11**

Classe di riferimento :	H3
Massa del veicolo :	860.9 Kg
Velocità di prova :	100.8 Km/h
Angolo d'impatto :	20.0°
Indice di severità dell'accelerazione - ASI :	1.3
Velocità teorica d'urto della testa -THIV:	30 Km/h
Attraversamento della barriera	NO
Ribaltamento del veicolo :	NO
Veicolo entro box CEN :	SI
Larghezza di lavoro dispositivo:	0.7 m
Deformazione dinamica:	0.3 m
Massima deformazione permanente:	0.3 m

Prova AISICO n. 848 del 9 novembre 2011 (Camion Scania 143 H) **TB 61**

Classe di riferimento :	H3
Massa del veicolo :	15703 Kg
Velocità di prova :	82.3 Km/h
Angolo d'impatto :	20.0°
Larghezza di lavoro dispositivo	1.6 m
Deformazione dinamica	1.2 m
Massima deformazione permanente	0.8 m
Attraversamento della barriera	NO



Ribaltamento del veicolo :	NO
Veicolo entro box CEN :	SI
Il dispositivo contiene e redireziona il veicolo	SI

Tutti i parametri di prova previsti dalla vigente normativa sono quindi stati rispettati; ad avvalorare l'ottimo comportamento del veicolo leggero durante l'urto, oltre al basso valore dell'indice ASI, è il valore dell'indice V.C.D.I. (Vehicle Cockpit Deformation Index) pari a **1010101** che evidenzia come non ci sia stata quasi nessuna deformazione a carico dell'abitacolo a garanzia della sicurezza dei passeggeri.

5.3 H₄ PER SPARTITRAFFICO CENTRALE DELL'ASSE PRINCIPALE

NDBA Spartitraffico

Scheda tecnica



Classe di prestazione	H4b W2
Larghezza operativa primo urto TB 81	$0,73 \leq 0,80$ m (W2)
Deflessione dinamica	0,05 m
Larghezza operativa secondo urto TB 81	$0,74 \leq 0,80$ m (W2)
ASI	1,26 (B)
Intrusione del veicolo	VI8
Lunghezza del sistema testato	72,00 m
Report di certificazione CE	0109/ME/HRB/19
Lunghezza elemento	6,00 m
Altezza del sistema	1,20 m
Larghezza del sistema (alla base)	0,68 m
Larghezza del sistema (in testa)	0,19 m
Peso elemento / lunghezza	5650 Kg / 6,00 m
Modalità di funzionamento	Spartitraffico monofilare
Modalità di montaggio	Ancoraggio con IPE80 su usura

