

RELAZIONE SULLA SCELTA DELLA BARRIERA

OGGETTO: Lavori d'urgenza per la messa in sicurezza del tratto stradale di via Khamma fuori in corrispondenza del belvedere su località Gadir.

COMMITTENTE: Comune di Pantelleria

Pantelleria, 24/11/2014

IL TECNICO

PREMESSE

L'intervento, come già riferito nel verbale di accertamento lavori d'urgenza, ha lo scopo di mettere in sicurezza il tratto di strada di via Khamma fuori, in corrispondenza del belvedere su località Gadir, in Pantelleria.

Questo è possibile a mezzo l'installazione di barriere metalliche tipo ferro/legno, idonee allo scopo, in sostituzione delle barriere esistenti in metallo.

A fronte di un mutato quadro normativo, sull'uso di barriere, si impone indirizzare la scelta verso quella tipologia a basso impatto visivo o, meglio, intervenire con barriere a matrice strutturale legno-ferro.

Tale rinnovata esigenza si fonda, altresì, sullo studio dati stradali condotto dall'ISTAT nell'anno 2007, che evidenzia la tipologia dell'incidente a secondo della causa prodotta. I dati sono riepilogati nella tabella sottostante dove è facile scorgere l'impatto percentuale degli incidenti a causa di una fuoriuscita stradale.

ISTAT 2007		INCIDENTI	MORTI	FERITI	INDICE DI MORTALITA'	PERCENTUALE RISPETTO AL TOTALE
Incidenti a veicoli isolati	Investimento di pedone	18.368	571	20.937	3,11%	11,13%
	Urto con veicolo in sosta	1.958	28	2.249	1,43%	0,55%
	Urto con ostacolo accidentale	8.023	367	9.737	4,57%	7,15%
	Urto con treno	9	1	9	11,11%	0,02%
	Fuoriuscita	20.963	990	26.191	4,72%	19,29%
	Frenata improvvisa	625	4	709	0,64%	0,08%
	Caduta da veicolo	3.586	55	3.803	1,53%	1,07%
Totale		230.871	5.131	325.850	2,22%	100,00%

Ovviamente la tabella è generalizzata e non considera la ripartizione dell'incidente in funzione della classificazione della strada né il volume di traffico TGM.

Tipo di traffico	TGM	% Veicoli con massa >3,5 t
I	≤1000	Qualsiasi
I	>1000	≤ 5
II	>1000	5 < n ≤ 15
III	>1000	> 15

Appare evidente come l'incremento della qualità prestazionale della strada ed il relativo volume di traffico, abbiano un'incidenza non indifferente sulla frequenza degli incidenti.

Tabella A – Barriere longitudinali

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte ⁽¹⁾
Autostrade (A) e strade extraurbane principali(B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 ⁽²⁾	H2-H3 ⁽²⁾	H3-H4 ⁽²⁾
Strade extraurbane	I	H1	N2	H2
secondarie(C) e Strade urbane di scorrimento (D)	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali(F).	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

Le attuali barriere, in realtà sono ritenute delle ringhiere ciglio strada, pertanto assolutamente inadeguate al contenimento dei mezzi che giornalmente percorrono l'arteria stradale, ivi compresi gli autobus di linea.

Le predette barriere, ormai obsolete e prive di stabilità, sono da dismettere ed, all'uopo, si è pensato ad una sostituzione con barriere avente la finalità di dispositivi, con lo scopo di realizzare il contenimento dei veicoli nella sede stradale, contenendo al minimo i danni per gli occupanti del veicolo. Per ottenere queste finalità è necessario che l'urto veicolo-barriera, non provochi il rovesciamento del veicolo stesso e che non gli imprima una decelerazione pericolosa per gli occupanti il mezzo di trasporto.

Tuttavia, non si deve perdere di vista lo scopo del presente progetto/intervento, che non è quello di installazione di barriere stradali, bensì la messa in sicurezza del tratto stradale, come indicato nel verbale di accertamento lavori d'urgenza.

LA NORMATIVA

Norme in campo nazionale

- D.M. 223/1992 “Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradali”
- D.M. 2367/2004 “Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di Ritenuta nelle costruzioni stradali”
- Norme UNI EN 1317
- D.M. 28/06/2011.

Normativa europea

- UNI EN 1317-1, definisce la terminologia comune a livello europeo per i prodotti; i criteri generali per i metodi di prova; definisce gli indici per la severità dell'urto (ASI, THIV; PHD) e i relativi metodi di calcolo.
- UNI EN 1317-2, definisce le classi di prestazione per barriere di sicurezza stradali relativi a tre criteri per il contenimento di un veicolo stradale:
 - livello di contenimento
 - livello di severità dell'urto
 - deformazione di una barriera di sicurezza
- UNI EN 1317-3, descrive i requisiti di prestazione, i criteri di accettabilità e i metodi di prova per gli attenuatori d'urto
- (ENV 1317-4) descrive le classi di prestazione, i criteri di accettazione per la prova d'urto e i metodi di prova per le parti terminali e le parti di collegamento delle barriere di sicurezza, per le quali devono essere valutati ASI, THIV e PHD.

Lo sviluppo della normativa europea sulle barriere di sicurezza stradali è compito del CEN/TC 226 “Attrezzature stradali” e, a livello italiano, sono seguiti dal gruppo di lavoro “Barriere” della Commissione Costruzioni stradali e opere civili delle infrastrutture dell'UNI. Riepilogando:

NORMATIVA ITALIANA				
DATA	TIPO DI DOCUMENTO	TITOLO	MODIFICHE ALLE PRECEDENTI PRESCRIZIONI	INDICI UTILIZZATI PER LA CLASSIFICAZIONE
11/07/1987	Circolare LL. PP. n°2337	Provvedimenti per la sicurezza stradale. Barriere stradali. Specifica per l'impiego delle barriere in acciaio.	Vengono fornite per la prima volta delle indicazioni per la progettazione e l'impiego delle barriere in acciaio.	Nessuno.
18/02/1992	Decreto Ministeriale n°223	Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza. Prescrizioni tecniche per le prove delle barriere stradali di sicurezza ai fini dell'omologazione.	Individuazione delle zone da proteggere e dei criteri di scelta; prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione.	Indice di severità degli impatti <i>I_s</i> , che coincide con l'energia cinetica del veicolo durante l'impatto
15/10/1996	Decreto Ministeriale n°252	Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego ...	Nessuna modifica sostanziale	
03/06/1998	Decreto Ministeriale n°3256	Istruzioni tecniche per la progettazione, omologazione ed impiego ...	Individuazione di nuove zone da proteggere e di nuovi criteri per la classificazione; recepimento di alcune indicazioni fornite dalla normativa europea sui parametri da misurare durante le prove.	Livello di contenimento <i>I_c</i> , analogo all'indice <i>I_s</i> ; <i>ASI</i> (Acceleration Severity Index), utile alla classifica della severità dell'urto; <i>VCDI</i> (Vehicle Cockpit Deformation Index).
11/06/1999	Decreto Ministeriale	Aggiornamenti	ostanziale	
02/08/2001	Decreto Ministeriale n°4785	Proroga	ostanziale	
23/12/2002	Decreto Ministeriale	Proroga dei termini ...	Nessuna modifica sostanziale	
21/06/2004	Decreto Ministeriale n°2367	Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.	Recepimento delle norme europee riguardo la classificazione prestazionale delle barriere, le modalità di prova ed i criteri di accettazione ai fini dell'omologazione.	<i>ASI</i> ; <i>THIV</i> (Theoretical Head Impact Velocity); <i>PHD</i> (Post-impact Head Deceleration); <i>VCDI</i> .
15/11/2007	Circolare M.T. n°104862	Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21/06/2004	Revoca dell'obbligo di utilizzare barriere omologate; accettazione esclusiva di dispositivi rispondenti alle prescrizioni del D.M. 21/06/2004 o alle norme europee.	

INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DA PROTEGGERE

Le zone da proteggere, stabilite dal D.M. 2367/2004, con i dispositivi di ritenuta sono:

- 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; la protezione dovrà estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente ritenuto che il comportamento delle barriere in opera sia paragonabile a quello delle barriere sottoposte a prova d'urto e comunque fino a dove cessi la sussistenza delle condizioni che richiedono la protezione;
- lo spartitraffico ove presente (*non ricorre per il caso in specie n.d.r.*);
- il margine laterale stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1 metro; la protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (presenza di edifici, strade, ferrovie, depositi di materiale pericoloso o simili)
- gli ostacoli fissi (frontali o laterali) che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto

STUDIO DELL'IMPATTO

Lo studio della tipologia e degli eventi conseguenti un impatto, rivestono particolare interesse in termini di sicurezza per gli occupanti il mezzo e per coloro che sopraggiungono dalla semicarreggiata opposta.

Dalla letteratura in materia, vedansi “*Barriere di Protezione stradali - Dott. Ing. A. Brencich L. S. in Ingegneria dei Trasporti e della Logistica*”, si evince come il cervello umano rimane lesionato permanentemente se si superano valori di decelerazione di 80 g ($g = 9.81 \text{ m/sec}^2$) per una durata maggiore di 3 millisecondi, così come cuore e polmoni non possono sopportare valori superiori ai 60 g per più di 3 millisecondi.

Il veicolo, inoltre, dovrà essere riportato su una traiettoria tale da non diventare esso stesso un pericolo per gli altri veicoli sopraggiungenti sulla stessa carreggiata. Ciò significa che il veicolo, quando si allontana dalla barriera dopo l'urto dovrà farlo rimanendo in prossimità della barriera di protezione. In linea generale l'urto autoveicolo-barriera può essere distinto in due fasi:

I fase:

l'autoveicolo entra in contatto con la barriera, urtandola con un angolo θ detto *angolo d'impatto*, e con una velocità v detta *velocità d'impatto*. La barriera si deforma (sia localmente che nella zona di contatto per effetto degli spostamenti rigidi che interessano anche più elementi di barriera) contemporaneamente alla carrozzeria del veicolo. Il moto rettilineo si trasforma in modo rotatorio intorno al punto d'impatto, che diventa centro di istantanea rotazione, con moto vario. Alla fine del movimento di rotazione, il veicolo si dispone parallelo alla barriera. A questo punto la componente della velocità, normale all'asse della barriera, diminuisce fino ad annullarsi. Mentre la deformazione dell'autoveicolo e della barriera aumentano fino ai valori massimi.

II fase:

la barriera deformata restituisce parte dell'energia immagazzinata, imprimendo all'autoveicolo tutta una serie di reazioni che possono ricondurlo verso l'interno della carreggiata, con angoli di rinvio variabili in un campo molto esteso. Il veicolo quindi si allontana dalla barriera con una componente di velocità trasversale di verso opposto rispetto alla prima fase che dipende dall'eventuale restituzione di deformazione da parte della barriera.

Questa schematizzazione riduce al minimo i parametri da analizzare, ma risulta efficace per determinare la resistenza della barriera alle azioni più critiche di esercizio (velocità e angoli d'impatto). Le fasi appena descritte, possono essere riepilogate nel modello grafico che segue

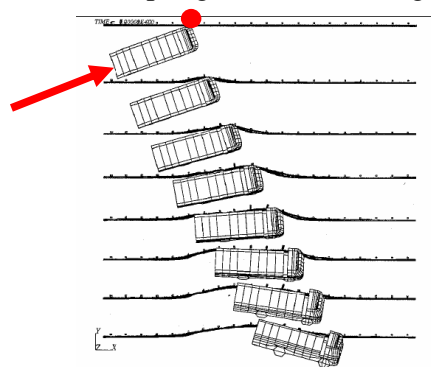


Figura 1. Fasi dell'urto (da SÈTRA)

Durante la prima fase dell'urto, il veicolo ruota intorno al punto d'impatto con la barriera, assistendo alla simultanea deformazione del veicolo e della barriera. Pertanto il parametro dell'energia cinetica che un veicolo possiede al momento dell'impatto, detta *energia d'urto*, è pari a : $E = \frac{1}{2} m v^2$ dove (m) rappresenta la massa del veicolo e (v) la sua velocità.

Se a seguito dell'urto nel punto A, l'asse longitudinale dell'autoveicolo forma con la barriera un angolo d'impatto θ , l'energia cinetica associata alla componente trasversale della velocità è: $E = \frac{1}{2} m (v \sin \theta)^2$.

Tale energia è quella che deve essere dissipata durante l'urto contro la barriera per l'attrito dei pneumatici sulla strada nella rotazione del veicolo e per il lavoro compiuto dalla forza trasversale che la barriera esercita sul veicolo. Per il principio delle forze vive si ha che:

$$\int_{(0-s)} F ds = E$$

dove F è lo sforzo di decelerazione nel percorso s.

Tuttavia, ai fini di calcolo, è opportuno tenere conto della decelerazione media del veicolo che prima dell'urto cessa la fase di accelerazione, cioè di energia cinetica non alimentata dalla sforzo di trazione sulle ruote motrici. Trascurando il contributo delle reazioni d'attrito, a causa della variabilità del coefficiente d'attrito, e quello relativo alla deformazione del veicolo, la decelerazione sarà funzione della sola deformazione della barriera.

Premesso che nel piano orizzontale le due forze principali sono le componenti della reazione della barriera, ovvero R *quale componente normale alla direzione dell'asse della barriera* e Re *quale componente parallela alla direzione dell'asse della barriera (dovuta all'attrito)*, per reindirizzare in carreggiata il veicolo, la barriera deve offrire una reazione globale la cui direzione sia tale da impedire che il veicolo ruoti attorno al punto d'impatto in senso antiorario, che porterebbe il veicolo in testacoda.

Quanto detto è da mettere in relazione alla *rigidezza reale esplicita dalla barriera in fase di urto*, che deve tener conto anche del comportamento strutturale del veicolo, della sua massa, velocità e traiettoria.

La rigidezza serve alla barriera per resistere gradualmente all'urto, essendo stata progettata per deformarsi e rompersi, ma sempre in maniera tale che la rottura avvenga in modo controllato ed al fine di trattenere il veicolo in strada, limitare le azioni dell'urto sulle persone, reindirizzare il veicolo in carreggiata mantenendolo vicino alla barriera (piccoli angoli di riflessione).

Questo, viene ottenuto mediante una forte dissipazione dell'energia, ovvero con forti danneggiamenti permanenti della barriera e del veicolo.

Il problema è ora quello di determinare indici numerici che siano in grado di definire quantitativamente il concetto di *cedevolezza* o *plasticità* della barriere con un criterio unico e sicuro. Questi indici sono stati individuati nella valutazione delle sollecitazioni a cui sono sottoposti i passeggeri durante l'urto, che sono valutabili attraverso le accelerazioni e le velocità che essi subiscono, e del comportamento strutturale del veicolo. La sicurezza dei passeggeri è funzione di:

- 1) decelerazione del veicolo mantenuta entro valori accettabili;
- 2) deformazioni dell'abitacolo inferiori ai limiti prefissati;
- 3) nessuna penetrazione di elementi di barriera nell'abitacolo;
- 4) traiettoria successiva all'urto senza cappottamento ed il più possibile vicina alla barriera.

I primi due punti riguardano in maniera diretta la barriera, che presuppone la definizione preliminare delle grandezze da misurare durante e/o dopo l'impatto e gli strumenti con cui farlo.

Per gli ultimi due punti solo un'analisi visiva successiva ai test può mettere in luce la risposta della barriera a quanto richiesto.

In risposta ai predetti interrogativi e valutazioni dell'efficacia delle barriere, a mezzo appositi test, il legislatore ha introdotto quattro "indici" che servono a valutare le prestazioni di una barriera nei confronti della sicurezza degli occupanti. Questi sono:

ASI (Acceleration Severity Index), Indice di severità dell'accelerazione;

THIV (Theoretical Head Impact Velocity), Velocità teorica d'urto della testa;

PHD (Post-impact Head Deceleration), Decelerazione post-urto della testa;

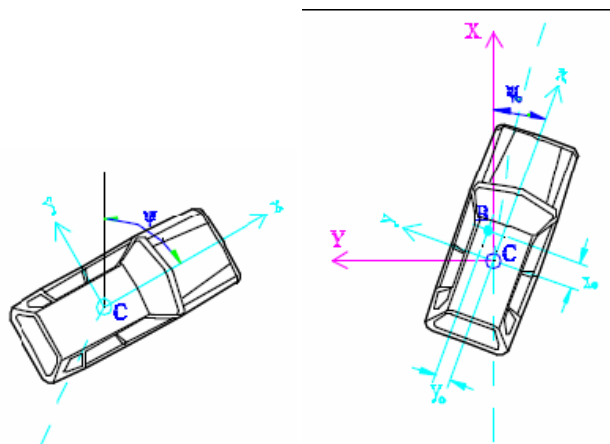
VCDI (Vehicle Cockpit Deformation Index), Indice di deformazione dell'abitacolo del veicolo.

I primi tre indici servono a valutare i rischi che gli occupanti del veicolo possano subire gravi danni, dato che il corpo umano ha resistenza limitata a tempi molto brevi nei confronti delle violente accelerazioni.

Appare, tuttavia, opportuno osservare che la sola misura dell'accelerazione impressa al veicolo è però insufficiente, perché non tiene conto del tipo di veicolo, per cui si potrebbe, ad esempio, ipotizzare un veicolo molto deformabile per ottenere bassi valori di accelerazione, con la conseguenza però di avere grandi deformazioni dell'abitacolo con la seguente riduzione dello spazio vitale necessario agli occupanti.

Per questo motivo il quarto indice misura le principali deformazioni dell'abitacolo per fissare valori limite.

Per il calcolo degli indici si ipotizza che, durante l'impatto, il veicolo si muova solo sul piano orizzontale, per cui è possibile scegliere due sistemi di riferimento: il primo (x, y) solidale con il veicolo, con origine nel baricentro di questo, o in un punto ad esso vicino, dove vengono installati gli accelerometri (indicato con C), e con l'asse X coincidente con l'asse del veicolo; il secondo sistema (X, Y) solidale con il terreno, con origine nel punto C nella sua posizione iniziale C_0 e con l'asse della X coincidente con la direzione del vettore velocità prima dell'impatto.



L'indice di severità dell'accelerazione ASI è una funzione del tempo, calcolata come media quadratica delle componenti di accelerazione:

$$ASI(t) = [(\bar{a}_x/\dot{a}_x)^2 + (\bar{a}_y/\dot{a}_y)^2 + (\bar{a}_z/\dot{a}_z)^2]^{1/2}$$

dove \dot{a}_x , \dot{a}_y e \dot{a}_z sono valori limite per le componenti dell'accelerazione lungo gli assi del veicolo x, y e z; \bar{a}_x , \bar{a}_y e \bar{a}_z sono le componenti dell'accelerazione di un punto P definito del veicolo, mediate su un intervallo di tempo in movimento $\delta = 50$ ms, cosicché l'indice ASI consente di fornire una misura della severità del moto del veicolo per una persona seduta in prossimità del punto P durante un urto.

Le accelerazioni limite sono interpretate come i valori al disotto dei quali il rischio per i passeggeri è molto basso (al massimo lesioni lievi). Per i passeggeri che indossano le cinture di sicurezza, le accelerazioni limite generalmente adottate sono: $\dot{a}_x = 12$ g, $\dot{a}_y = 9$ g, $\dot{a}_z = 10$ g

L'ASI è definito come una quantità adimensionale funzione scalare del tempo e, in generale, del punto del veicolo selezionato, che ha solo valori positivi. Quanto più l'ASI supera l'unità, tanto più il rischio per l'occupante in quel punto supera i valori di sicurezza; pertanto il valore massimo raggiunto dall'ASI in una collisione viene assunto come singola misura della severità, oppure:

$$ASI = \max. [ASI(t)]$$

I limiti richiesti dalle norme ai fini di sicurezza sono :

ASI max ≤ 1,00 per le barriere di bordo laterale

ASI max ≤ 1,40 per le barriere da spartitraffico e da ponte

Una barriera, per essere omologata, deve soddisfare le seguenti caratteristiche:

Livello di severità dell'urto (Impact severity level)	Valori degli indici
A	ASI ≤ 1,0 e THIV ≤ 33 km/h
B	ASI ≤ 1,4 e PHD ≤ 20 g

LIVELLI DI PRESTAZIONE DELLA BARRIERA

Si definiscono diversi livelli di prestazione contraddistinti attraverso i tre criteri principali relativi al contenimento di un veicolo stradale:

- il *livello di contenimento*: T1, T2, T3, N1, N2, H1, H2, H3, H4a, H4b;
- i *livelli di severità dell'urto*: A e B;
- la *deformazione* espressa dalla larghezza operativa: W1, W2, etc.

Livello di contenimento

Ci si attiene alle norme che in materia stabiliscono le opportune barriere in funzione della tipologia della strada e quindi della velocità ammissibile, della massa del veicolo e del tipo del veicolo stesso. I dati sono stati riepilogati nelle sottoesposte tabelle:

Prove d'urto				
Prova	Velocità d'urto [km/h]	Angolo d'urto [°]	Massa totale del veicolo [kg]	Tipo di veicolo
TB11	100	20	900	Automobile
TB21	80	8	1300	Automobile
TB22	80	15	1300	Automobile
TB31	80	20	1500	Automobile
TB32	110	20	1500	Automobile
TB41	70	8	10000	Autocarro rigido
TB42	70	15	10000	Autocarro rigido
TB51	70	20	13000	Autobus
TB61	80	20	16000	Autocarro rigido
TB71	65	20	30000	Autocarro rigido
TB81	65	20	38000	Autocarro articolato

Livelli di contenimento e Prova di accettazione		
	Livelli di contenimento	Prova di accettazione
Contenimento con angolo d'urto basso	T1	TB21
	T2	TB22
	T3	TB41 e TB21
Contenimento normale	N1	TB31
	N2	TB32 E TB11
Contenimento più elevato	H1	TB42 E TB11
	H2	TB51 E TB11
	H3	TB61 E TB11
Contenimento molto elevato	H4a	TB71 E TB11
	H4b	TB81 E TB11

Indice di severità

È importante sottolineare che le attuali norme classificano le barriere mediante l'indice di severità I_s inteso come l'energia cinetica posseduta dal mezzo all'atto dell'impatto, calcolato con riferimento alla componente della velocità ortogonale alle barriere, espresso dall'equazione:

$$I_s = \frac{1}{2} P/g (V \sin \varphi)^2$$

misurato in kilojoule (KJ) o in kilonewton per metro (KN/m).

Le barriere e gli attenuatori d'urto nelle seguenti classi di resistenza:

N1 con indice di severità maggiore di 44 Kj

N2 con indice di severità maggiore di 82 Kj

H1 con indice di severità maggiore di 127 Kj

H2 con indice di severità maggiore di 288 Kj

H3 con indice di severità maggiore di 463 Kj

H4a con indice di severità maggiore di 572 Kj

H4b con indice di severità maggiore di 724 Kj

TC1 con indice di severità maggiore di 320 Kj

TC2 con indice di severità maggiore di 500 Kj

Deformazione delle barriere di sicurezza

La deformazione delle barriere di sicurezza durante le prove d'urto è caratterizzata dalla deflessione dinamica e dalla larghezza operativa. È importante che la deformazione sia compatibile con lo spazio o la distanza disponibile dietro il sistema.

La larghezza operativa (W) è la distanza fra il lato rivolto verso il traffico prima dell'urto della barriera di sicurezza e la massima posizione laterale dinamica di una qualunque parte principale della barriera.

La deflessione dinamica (D) è lo spostamento dinamico laterale massimo del lato della barriera rivolto verso il traffico. Per le barriere strette, la deflessione dinamica può essere difficile da misurare e, in tal caso, è possibile prendere come deflessione dinamica la larghezza operativa.

Livelli di larghezza operativa

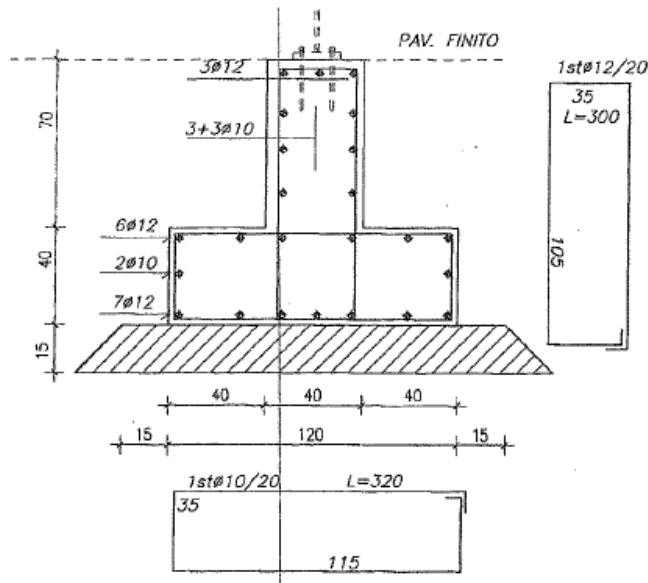
Classi di livelli di larghezza operativa (W)	Livelli di larghezza operativa [m]
W1	$W \leq 0,6$
W2	$W \leq 0,8$
W3	$W \leq 1,0$
W4	$W \leq 1,3$
W5	$W \leq 1,7$
W6	$W \leq 2,1$
W7	$W \leq 2,5$
W8	$W \leq 3,5$

SISTEMA DI ANCORAGGIO

Ulteriore aspetto, ma di particolare importanza, è costituito dal cordolo di base nel quale fondare la piastra ed il montante delle barriere classificate “bordo ponte”.

Allo scopo è importante, durante le operazioni di dismissione della pavimentazione stradale, indagare se i manufatti adiacenti la strada siano del tipo ammissibile a quelle del crash test o bisogna costituire una trave rovescia di contenimento.

Per quanto osservato, in alcuni punti accessibili all’indagini visiva, è stato riscontrato un sistema di ancoraggio inadeguato al dispositivo di protezione, pertanto si dovrà prevedere la formazione di una trave dalle seguenti caratteristiche:



Sezione della trave in calcestruzzo (misure in cm) / Concrete beam drawing (measures in cm)

La predetta trave dovrà essere progettata e verificata dall’appaltatore in base alla tipologia della barriera adottata, ma (in ogni caso) dovrà prevedere un calcestruzzo di classe non inferiore a RcK 40 N/mm². L’armatura progettuale tiene conto delle seguenti sollecitazioni (sottoposte a nuovo dimensionamento da parte dell’appaltatore in base a propri dati di calcolo e verifica):

Sollecitazioni massime stimate sui supporti delle barriere Bordo Ponte

Tipo Barriera	Tipo di cordolo	Calcestruzzo R_{ck} (N/mm ²)	Momento (kNm)	Taglio (kN)
H2 BP - 01	rialzato 10 cm	45	7,63	55,0
H2 BP - 02	livello asfalto	40	11,20	58,6
H2 BP - 03	livello asfalto	40	11,20	73,6

Sollecitazioni massime stimate sul singolo tirafondo M20x250mm - classe 6.8

Tipo Barriera	Interasse dei montanti (m)	Interasse dei tirafondi (mm)	Trazione (kN)	Taglio (kN)
H2 BP - 01	2	190	20,08	13,75
H2 BP - 02	2	185	30,27	14,65
H2 BP - 03	3	185	30,27	18,40

L'appaltatore avrà anche l'onere del deposito dei calcoli presso il competente Genio Civile ed il ritiro dell'attestazione di avvenuto deposito e/o autorizzazione all'esecuzione dell'opera e quant'altro necessario alla realizzazione delle opere in c.a. fino a collaudo e rilascio della relativa certificazione.

CONCLUSIONI

Alla luce di tutto quanto relazionato alle pagine precedenti, *con espresso riferimento alla tipologia stradale con volume di traffico TGM I percorribile da bus di linea*, si ritiene che la miglior barriera atta ad assicurare un idoneo grado di contenimento, sia quella riferibile alla tipologia con livello di contenimento **H2**.

Va, tuttavia, evidenziato che l'impatto veicolo-barriera produce un'energia, da dissipare, proporzionale alla semimassa del veicolo ed al quadrato della componente della velocità, ortogonale alla barriera, pertanto è facile comprendere come il fattore cui intervenire per la mitigazione ed il miglioramento del contenimento stradale, sia rappresentato proprio dalla velocità che dovrà essere regolamentata, *dagli organi preposti*, non solo in funzione della tipologia e delle caratteristiche della barriera installabile, ma anche in relazione:

- agli ostacoli fissi presenti lungo l'arteria stradale;
- al tracciato plano-altimetrico stradale esistente;
- alla sezione trasversale dell'arteria stradale;
- ai restringimenti della sezione stradale;
- agli innesti pubblici/privati con la strada in argomento;
- al tipo ed allo stato di manutenzione del manto stradale;
- allo spessore dello stesso manto;
- alle pendenze longitudinali e trasversali della sede stradale;
- ai raccordi plano-altimetrici attuali;
- alla geometria dei tratti in curva;
- alle condizioni di visibilità;
- alle esposizioni ambientali;
- allo stato di regimentazione e smaltimento delle acque meteoriche;
- ai regimi vincolistici propri dell'area in cui la strada si sviluppa.

Quanto sopra si rammenta che il perseguimento delle condizioni di sicurezza sono insite a tutti i fattori sopra dichiarati, ma l'elemento determinante (in termine di effetto) dell'impatto è rappresentato dalla velocità consentita nell'arteria stradale di riferimento che dovrà essere contenuta anche in funzione degli ostacoli fissi inamovibili (costruzioni private).

Tecnico comunale territorialmente competente
Arch. Domenico Orobello