

Un attenuatore d'urto più corto è più economico e più sicuro

Al ridursi delle dimensioni dell'attenuatore d'urto si riduce la probabilità d'impatto perché l'attenuatore per se rappresenta un ostacolo al moto dei veicoli sulla strada

Luigi Grassia

Professore aggregato afferente al Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione della Seconda Università degli Studi di Napoli

Gli attenuatori d'urto sono posti a protezioni di ostacoli quali cuspidi metalliche in corrispondenza di diramazioni stradali, caselli autostradali, inizio di barriere spartitraffico metalliche o in cemento. Essi hanno lo scopo di proteggere gli occupanti del veicolo rallentando opportunamente il veicolo medesimo in caso di collisione. La normativa di riferimento per la progettazione e il dimensionamento degli attenuatori d'urto è la UNI EN 1317. La norma UNI EN 1317 classifica gli attenuatori d'urto in funzione del livello di velocità e della capacità di ridirezionare il veicolo in caso di urti laterali: esistono quattro classi di velocità, rispettivamente 50 Km/h, 80 Km/h, 100 Km/h e 110Km/h e nell'ambito di ciascuna classe di velocità un attenuatore d'urto può essere riderittivo (è compatibile con urti laterali ed angolati) o non ridirettivo (non è capace di ridirezionare il veicolo in caso di un urto laterale). Questi ultimi andrebbero utilizzati solo nei luoghi in cui non è possibile che si verifichi l'eventualità di urto laterale sull'attenuatore. Il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti del 21/06/2004 fornisce delle indicazioni per l'installazione degli attenuatori d'urto in funzione del limite di velocità della strada: per strade con un limite di velocità maggiore o uguale di 130Km/h devono essere installati attenuatori d'urto almeno di classe 100, per strade con limite di velocità superiore o uguale a 90Km/h ed inferiore a 130 Km/h devono essere installati attenuatori almeno di classe 80 ed infine per strade con limite di velocità inferiore a 90km/h devono essere installati attenuatori almeno di classe 50.

Oggi sul mercato sono disponibili prodotti sia redirettivi che non ridirettivi per ogni classe di velocità fino alla classe 110. Il decreto del 2004 andrebbe rivisto alla luce dei progressi della tecnologia che, negli ultimi anni, ha reso disponibili prodotti per la classe 110 con costi non molto differenti da quelli delle classi inferiori. La possibilità di installare un attenuatore di classe 80 su una strada con limite di velocità di 120Km/h comporta che in caso di urto frontale a 120 Km/h un veicolo di 1300 Kg ha ancora, dopo aver deformato completamente l'attenuatore d'urto, una velocità residua di circa 89Km/h. L'installazione nello stesso punto di attenuatore d'urto di classe 110 (testato con veicoli di 1500 Kg a 110km/h) in luogo di quello di classe 80 comporterebbe che la velocità residua del veicolo impattante è di soli 21Km/h.

La classe di velocità di un attenuatore d'urto andrebbe quindi determinata in funzione del limite di velocità della strada selezionando la classe di velocità superiore al limite della strada in oggetto dell'installazione e qualora questo non fosse possibile, andrebbe selezionata la classe di velocità più vicina al limite di velocità imposto.

Dal punto di vista dei costi, la scelta di un attenuatore d'urto andrebbe fatta in funzione del costo dello stesso riferito al suo ciclo di vita piuttosto che al suo prezzo di acquisto.

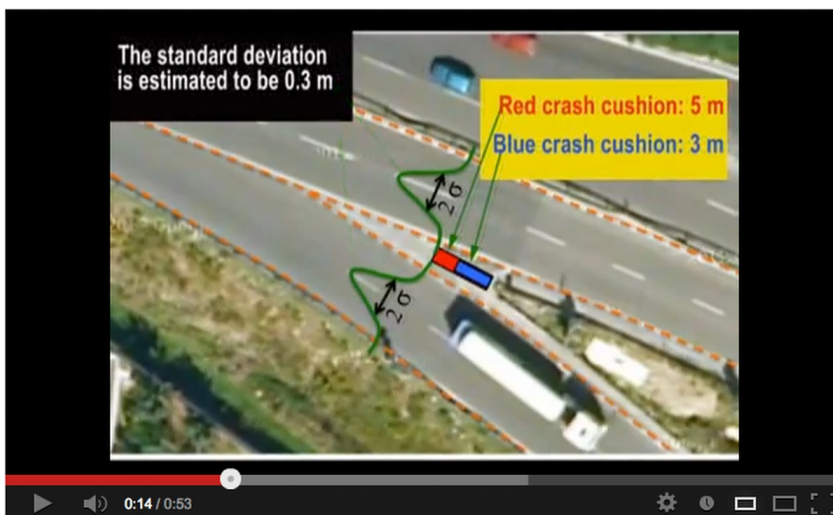
Il costo di un attenuatore d'urto riferito al suo ciclo di vita (life cycle cost – LCC) può essere calcolato con la seguente relazione:

$$LCC = C_{bw} + C_{pr} \cdot \text{int} \left[\frac{N \cdot Y}{M} \right] + C_{re} \cdot \left(N \cdot Y - \text{int} \left[\frac{N \cdot Y}{M} \right] \right) \quad (1)$$

in cui C_{bw} è il costo delle opere murarie, C_{pr} è il costo del prodotto compreso dell'installazione a meno delle opere murarie, C_{re} è il costo necessario al ripristino del sistema qualora l'attenuatore sia riutilizzabile a valle di un impatto, N è il numero di impatti per anno che subisce l'attenuatore, M è il numero massimo di impatti che può subire un attenuatore prima di essere sostituito, Y è il numero di anni per i quali si effettua il calcolo del costo riferito al ciclo di vita del prodotto ed infine la funzione $\text{int}[x]$ restituisce l'intero più vicino al suo argomento x .

In funzione dei costi associati al ripristino di un attenuatore d'urto impattato, è possibile suddividere i prodotti presenti sul mercato in tre diverse tipologie:

1. sacrificali: gli attenuatori d'urto di questo tipo devono essere sostituiti completamente a valle di un urto e non possono essere ripristinati; per essi $M = 1$ e sono generalmente caratterizzati da un basso costo di prodotto (C_{re}). Essi andrebbero installati in luoghi caratterizzati da un basso numero di impatti per anno (N) al fine di minimizzare il costo del prodotto riferito al suo ciclo di vita (LCC);
2. riutilizzabili: gli attenuatori di questo tipo sono progettati per poter essere riparati quando impattati dal veicolo in condizioni non molto differenti da quelle dei test di certificazione; generalmente vanno ripristinati gli elementi assorbitori di energia mentre la struttura di supporto dell'attenuatore può essere riutilizzata. Per essi $M = 3-4$, il costo di ripristino (C_{re}) è basso (dell'ordine del 20-30% del costo dell'attenuatore C_{pr}) ed il costo del prodotto (C_{pr}) è intermedio tra gli attenuatori sacrificali e a bassa manutenzione. Essi andrebbero installati in luoghi in cui il numero di impatti per anno (N) è medio-alto al fine di minimizzare il costo del prodotto riferito al suo ciclo di vita (LCC);
3. a bassa manutenzione: gli attenuatori di questo tipo sono progettati per poter sostenere più impatti soltanto con piccoli interventi di manutenzione. Per essi $M = 4-5$, i costi di ripristino sono molto bassi (dell'ordine del 5-10% del costo del attenuatore, C_{pr}) ma il costo del prodotto è generalmente elevato. Spesso gli elementi assorbitori d'energia sono realizzati in materiale iperelastico (elastomeri e simili); in tal caso l'energia assorbita durante l'impatto è restituita alla vettura nella fase post urto. Andrebbero in tal caso valutati i parametri biomeccanici per gli occupanti del veicolo nella fase di unloading al fine di garantire l'incolumità degli stessi ed evitare effetti tipo "colpo di frusta". Essi andrebbero installati in luoghi in cui il numero di impatti per anno (N) è molto elevato al fine di minimizzare il costo del prodotto riferito al suo ciclo di vita (LCC);



➤ [Vai al video](#)

Con riferimento all'equazione (1) risulta evidente che, aldilà della banale riduzione del costo di prodotto, un modo per minimizzare il costo dell'attenuatore riferito al suo ciclo di vita (LCC) è quello di aumentare il numero M di impatti che l'attenuatore è in grado di sopportare prima di essere sostituito e di ridurre il numero N di impatti per anno che si verificano nel luogo in cui esso è installato. La progettazione di un attenuatore d'urto può essere orientata sia ad incrementare M che a ridurre N . Il modo di incrementare M è di utilizzare un approccio alla progettazione robusta al fine di garantire che il comportamento reale su strada non sia molto differente dal comportamento dell'attenuatore riscontrato nei test di certificazione. Il numero N di impatti per anno nel luogo di

istallazione è influenzato dall'ingombro dell'attenuatore medesimo. L'attenuatore d'urto, infatti, costituisce esso stesso un ostacolo al modo delle vetture sulla strada e quindi la sua presenza e i suoi ingombri contribuiscono a determinare la probabilità che si verifichi un impatto in una determinata posizione. La larghezza dell'attenuatore dipende dalle dimensioni dell'ostacolo che si vuole proteggere ed è quindi un vincolo di progetto; la lunghezza dell'attenuatore, invece, è funzione soltanto dell'efficienza degli assorbitori e della classe di velocità dell'attenuatore. Fissata la classe di velocità risulterà più corto e quindi meno ingombrante l'attenuatore con assorbitori a più alta efficienza. Facendo riferimento ad un impatto frontale la EN 1317 fornisce un limite per la massima decelerazione, a_{max} , nella direzione del moto del veicolo. La norma impone che $a_{max} < 16.8 g = 12g ASI_{max}$, dove $ASI_{max} = 1.4$ e g è l'accelerazione di gravità pari a $9.81 m/s^2$. La minima lunghezza possibile di un attenuatore d'urto è quindi fornita dalla seguente equazione:

$$S = \frac{1}{2} \frac{V_0^2}{\eta \cdot ASI_{max} \cdot g} \quad (2)$$

E' evidente dall'equazione (2) come, per ogni livello di velocità ($V_0 = 50, 80, 100$ e 110 Km/h) la lunghezza e quindi l'ingombro dell'attenuatore d'urto dipenda essenzialmente dall'efficienza,

$$\eta = \frac{F_m}{F_{max}} \approx \frac{a_m}{a_{max}}, \text{ degli assorbitori d'energia.}$$

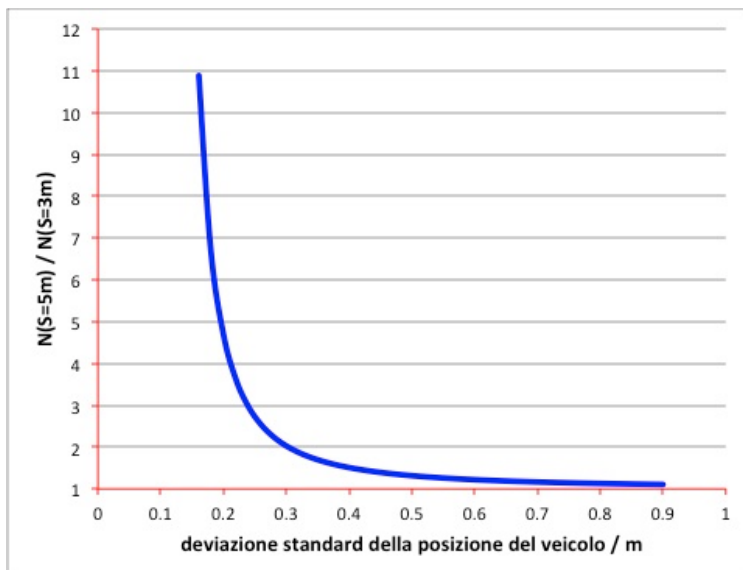


Figura 1. il rapporto tra la probabilità d'impatto contro l'attenuatore di 5 m e la probabilità d'impatto contro l'attenuatore di 3 m in funzione della deviazione standard della posizione del veicolo.

Al fine di valutare come la lunghezza dell'attenuatore d'urto influenzi la probabilità che avvenga un impatto in un determinato luogo di istallazione è stato effettuato un calcolo quantitativo delle probabilità di impatto in corrispondenza di uno svincolo della SS 162 NC Asse Mediano (si veda la figura 1). Si è ipotizzato che la traiettoria del veicolo segua la linea di mezzaria della carreggiata e che la posizione del veicolo sia una variabile statistica la cui densità di probabilità sia descritta in ogni istante da una curva Gaussiana con deviazione standard pari a 0.3 m. Si è poi ipotizza che il volume di traffico sulla strada in esame sia pari a 3000 veicoli al giorno e che la velocità di percorrenza della medesima strada sia pari a 80 Km/h. La probabilità di impatto è stata poi calcolato considerando sia il caso in cui l'attenuatore installato è lungo 5 m sia il caso in cui l'attenuatore d'urto istallato nella medesima posizione è lungo 3m. I risultati del calcolo mostrano che la probabilità di impatto nel caso di un attenuatore di 5 m è di 14 impatti per anno, mentre nel caso di un attenuatore di 3 m il numero di impatti per anno si riduce ad 8. Il calcolo è stato poi ripetuto al

variare della deviazione standard ed il risultato è riportato in figura 2 dove il rapporto tra il numero di impatti per anno dell'attenuatore di 5 m e il numero di impatti per anno dell'attenuatore di 3 m è diagrammato in funzione della deviazione standard della posizione del veicolo. Dalla figura 2 resta evidente che la riduzione di lunghezza è dell'attenuatore è tanto più efficace quanto minore è l'incertezza sulla posizione del veicolo. Nelle figure 3a-3d e 4a-4d sono infine riportati i risultati di simulazioni numeriche di tipo multibody che evidenziano che a parità di traiettoria del veicolo l'installazione di un attenuatore più lungo in luogo di uno più corto della stessa classe di velocità rende più probabile l'impatto del veicolo quindi rende più onerosa la gestione della strada. In definitiva, è possibile concludere che, a parità di classe di velocità, quanto più corto è un attenuatore d'urto tanto minore sarà il costo riferito al suo ciclo di vita e tanto maggiore sarà la sicurezza dell'installazione.