

Barriere di sicurezza

Barriere di protezione per motociclisti: l'Italia si mette in moto

PRESSO IL CENTRO PROVE AISICO (ASSOCIAZIONE ITALIANA PER LA SICUREZZA DELLA CIRCOLAZIONE) DI ANAGNI, L'UNICO LABORATORIO ACCREDITATO IN ITALIA PER L'ESECUZIONE DI CRASH TEST SU DISPOSITIVI DI SICUREZZA STRADALI, SONO STATE EFFETTUATE LE PRIME PROVE UFFICIALI SU BARRIERE DI PROTEZIONE PER MOTOCICLISTI, LA RISPOSTA ITALIANA AL NUMERO SEMPRE CRESCENTE DI INCIDENTI CHE COINVOLGONO GLI UTENTI DEI VEICOLI A DUE RUOTE E CHE HANNO COME PROTAGONISTA IN NEGATIVO I GUARD-RAIL ATTUALMENTE INSTALLATI SULLE NOSTRE STRADE, CAUSA SPESSO DI DECESSI O DI TRAUMI IRREVERSIBILI.

Andrea Bianchi
ingegnere, Responsabile
scientifico Centro Prove AISICO

Stefano Calamani
ingegnere, Direttore
Centro Prove AISICO

Sono 3200 gli utenti delle due ruote morti nel 2006 in incidenti stradali. Un numero enorme, che equivale al 8% del totale, soprattutto considerando che moto e scooter valgono solo il 2% del totale dei chilometri percorsi in Europa. L'allarme arriva dall'European Transport Safety Council (ETSC) che da Bruxelles denuncia una situazione che va di anno in anno peggiorando e che allontana sempre di più l'obiettivo di dimezzare le vittime di incidenti stradali entro il 2010. I dati europei, inoltre, evidenziano un ulteriore fattore allarmante: la presenza sul luogo dell'incidente di barriere di sicurezza incrementa dal 2 all'11% il rischio di mortalità per i motociclisti. C'è quindi la necessità, per determinati incidenti, di dover rivalutare la sicurezza di una infrastruttura stradale in funzione delle caratteristiche degli elementi di sicurezza passiva che, posti ai lati di una carreggiata, hanno la possibilità di essere impattati nel caso di fuoriuscita di un mezzo dalla sede stradale.





Infatti, le principali cause dei decessi o dei traumi irreversibili dei motociclisti sono attualmente rappresentati dalle lesioni alla colonna vertebrale, considerando la diminuzione dei traumi alla testa dovuta all'uso del casco obbligatorio. Le lesioni alla colonna vertebrale, nelle maggior parte dei casi, non avvengono durante la caduta dalla moto, ma in un secondo tempo, quando il motociclista in caduta scivola sulla superficie stradale e colpisce il dispositivo di ritenuta o altri dispositivi (come i pali di illuminazione) presenti ai lati delle strade.

Pertanto, le barriere di sicurezza installate sulle nostre infrastrutture stradali, pur rivestendo un ruolo indispensabili nel caso di urti di veicoli leggeri e pesanti, possono costituire un serio pericolo per i motociclisti vittime di incidenti, il cui numero è in costante aumento, se non adeguatamente progettate, realizzate e testate.

DISPOSITIVI DI PROTEZIONE PER MOTOCICLISTI

In genere, il progetto di una strada richiede l'installazione laterale di barriere di sicurezza e parapetti; tali sistemi sono tradizionalmente progettati per il contenimento dei veicoli pesanti ed il ridirezionamento dei veicoli leggeri, senza fornire prestazioni nel caso di impatti di utenti più vulnerabili, come motociclisti e ciclisti.

Infatti, per poter installare un dispositivo di ritenuta lungo una strada è necessario conseguire un'omologazione, rilasciata attualmente dal Ministero dei Trasporti, sulla base delle risultanze di prove dal vero, definite "prove iniziali", previste da specifiche direttive comunitarie ed eseguibili presso uno dei Centri Prova europei accreditati all'esecuzione di tali test. Le prove, conformemente a quanto previsto dalle norme comunitarie EN 1317, consistono in due *crash*, di cui uno con veicolo leggero, per valutare che le decelerazioni indotte siano compatibili con quelle accettabili per il corpo umano, ed uno con veicolo pe-

sante, per valutare la capacità di contenimento del dispositivo; prove, quindi, che prescindono da valutazioni del comportamento del dispositivo nel caso di urti di motociclisti.

Pertanto un dispositivo può essere omologato ed installato sulle strade senza fornire alcuna indicazione del suo comportamento nel caso di impatto di motociclisti; si possono quindi utilizzare, senza alcuna preclusione, dispositivi che possono rappresentare un ostacolo mortale nel caso che contro di esso finisca un motociclista. Altro problema è inoltre rappresentato dagli ostacoli puntuali fissi che rappresentano un grave pericolo sia per gli autoveicoli che per i motociclisti.

Tale "dimenticanza" o "trascuratezza" del legislatore è particolarmente sorprendente se si pensa all'elevato numero di vittime per incidenti stradali in Italia che vede coinvolti motociclisti.

La sicurezza degli utenti delle due ruote rispetto all'impatto contro dispositivi di ritenuta potrebbe quindi essere migliorata con l'impiego di specifici dispositivi che abbiano la capacità di limitare le conseguenze di traumi nel caso di impatto di un motociclista, e che siano stati a tale scopo progettati e verificati.

Purtroppo allo stato attuale non esiste ancora una norma comunitaria finalizzata all'esecuzione di prove di crash su sistemi di protezione per motociclisti,



1. Esempio di barriera installata sulle strade

2. Urto di un motociclista contro un guard-rail

3. Esempio di sistema continuo

4. Esempio di sistema puntuale

sebbene alcuni produttori siano già impegnati nella ricerca e nella progettazione di tali dispositivi.

I sistemi progettati a tale scopo ed attualmente disponibili possono essere suddivisi in due tipologie: sistemi puntuali e sistemi continui.

Le barriere di sicurezza o parapetti che sono stati designati specificatamente per ridurre la severità degli impatti dei motociclisti contro di essi vengono inclusi nel gruppo dei sistemi continui.

LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO

All'interno di alcuni Paesi della Comunità Europea si sta cercando di ovviare in maniera tempestiva a questo problema; in Francia e Germania, solo per citare alcuni esempi, già da qualche anno si interviene sulle infrastrutture, cercando di renderli meno pericolosi per i motociclisti.

In Spagna, invece, la sensibilità su questo problema è elevatissima, anche grazie ad iniziative di protesta per garantire la sicurezza degli utenti dei veicoli a due ruote. Ed è stata proprio quest'ultima il primo Paese in Europa a dotarsi di una norma tecnica per l'esecuzione di queste prove: la Norma UNE 135900 parte 1 e 2 dell'Ottobre 2005.

La UNE 135900 definisce i metodi che permettono di valutare il comportamento dei sistemi di protezione dei motociclisti, puntuali e continui, ed il comportamento durante l'impatto di un motociclista contro una barriera di sicurezza; definisce, inoltre, le classi di comportamento per ogni tipo di sistema, in funzione di due criteri principali:

- il livello di protezione (riferito alla velocità d'impatto);
- la severità dell'impatto (riferito agli indici biomeccanici).

L'impatto considerato è quello di un motociclista che perde la verticalità, cade al suolo e scivola, in contatto con il terreno, fino all'impatto contro una barriera di sicurezza o parapetto situato al margine o in mezzo ad una strada, ipotizzando che la motocicletta e il corpo del motociclista descrivono traiettorie differenti dopo la caduta.

La norma è divisa in due parti: nella prima vengono definiti i termini, gli indicatori e le grandezze fisiche e meccaniche da utilizzare per la valutazione delle caratteristiche dei dispositivi di ritenuta stradale; Tra questi, gli indici biomeccanici, necessari per la valutazione della severità dell'impatto di un motociclista contro un dispositivo di sicurezza stradale. Gli indici biomeccanici comprendono i valori rappre-

sentativi del rischio di lesioni sul collo (definiti in forze e momenti) e sulla testa, mediante l'Head Injury Criterion (HIC).

La seconda parte della norma stabilisce i livelli di sicurezza e di comportamento dei sistemi di protezione dei motociclisti durante l'impatto, definendo le classi di prestazione per ogni tipo di sistema, in funzione del livello di protezione e della severità dell'impatto. Le modalità di esecuzione delle prove in scala reale e le caratteristiche delle differenti tipologie d'impatto per le diverse verifiche vengono definite e stabilite attraverso alcuni parametri. Primo tra questi è la traiettoria di avvicinamento, che può essere ad impatto centrato, ad impatto decentrato o all'interasse dei punti di sostegno dei sistemi di protezione continui.

In Italia non esiste attualmente nessuna normativa riguardante *crash test* su sistemi di protezione per motociclisti; pertanto, il Centro Prove AISICO, unico laboratorio italiano accreditato all'esecuzione di crash test su dispositivi di ritenuta, ha richiesto ed ottenuto dal SINAL (Sistema nazionale per l'accreditamento dei laboratori), l'accreditamento ai sensi della norma EN ISO 17025 per eseguire crash test su barriere di protezione per motociclisti secondo la normativa spagnola UNE 135900.

5. Il Centro Prove AISICO di Anagni



6. Manichino Hybrid III, con completo da motociclista

7. Particolare del dummy

8. Sequenza del crash test



6



7

SVILUPPO DEI CRASH TEST

L'area su cui viene eseguita la prova comprende una zona pavimentata di lunghezza 100 m e larghezza 20 m, un cordolo in cemento armato per il posizionamento di dispositivi per opere d'arte, una zona di terreno restrostante per il posizionamento di dispositivi su terra ed un binario di lancio, con un'inclinazione di 30° rispetto l'asse del dispositivo da testare, dove viene lanciato il carrello su cui viene adagiato il manichino utilizzato per le prove. Il sistema di controllo del carrello, collegato ai sensori di rilievo istantaneo della velocità, è dotato di un efficiente programma di regolazione della potenza dei motori di trascinamento che con-

sente una notevole precisione della velocità di lancio del veicolo. Nel Centro Prove AISICO, infatti, raramente si supera l'imprecisione nella velocità di lancio di +1%.

Il manichino utilizzato per questo tipo di prove è il modello Hybrid III 50th percentile maschio, (fig. 6) equipaggiato con un casco commerciale integrale con una carcassa in policarbonato e con un completo da motociclista costituito da guanti e tuta di pelle e stivali; si cerca, quindi, di ricreare il più fedelmente possibile, le condizioni che dovrebbe avere un motociclista su strada. Per misurare le caratteristiche del moto e dell'urto del manichino, viene installato al suo interno un sistema di acquisizione dati, formato da:

- centralina di acquisizione dati fissata all'interno del manichino, costituita da un modulo di 16 canali;
- fondo scala 1500 g disposti secondo i tre assi di riferimento del manichino (x,y,z), installata in corrispondenza del centro di gravità della testa del manichino;
- sulla base del cranio del *dummy*, all'altezza della prima vertebra, una cella di carico a 6 canali, per la determinazione delle forze e dei momenti che agiscono sul collo.
- nella zona toracica, una cella di carico per la misurazione delle forze e dei momenti ed un potenziometro per misurare la deformazione della gabbia toracica durante l'urto.

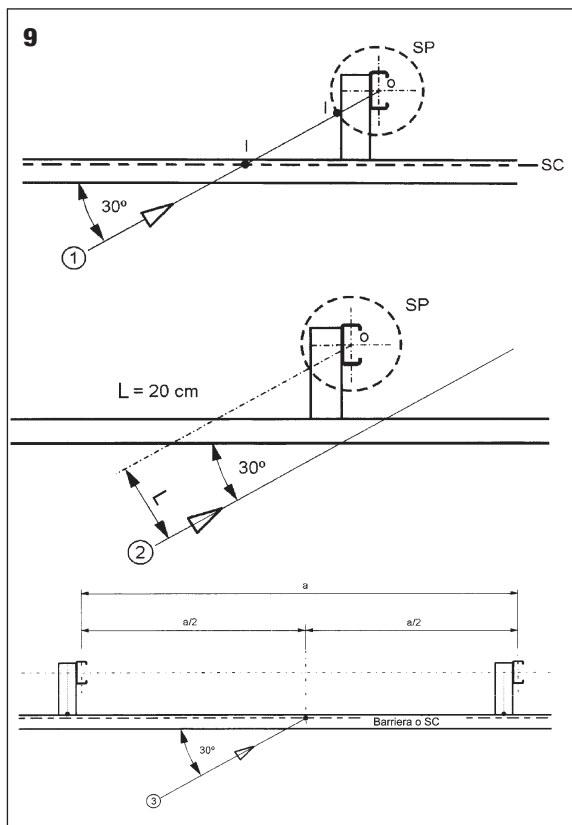
La posizione di lancio del manichino è in asse con la traiettoria di impatto, adagiato in posizione orizzontale, completamente disteso e con la schiena appoggiata.

L'impatto contro il dispositivo di protezione avviene ad una velocità di 60 km/h e con una inclinazione rispetto all'asse del dispositivo di 30°, così come richiesto dalla norma UNE 135900.

La velocità d'impatto è misurata mediante un sistema velox posto ad una distanza non superiore a 50 cm dal punto d'impatto. Per garantire una cor-



8



retta interpretazione del comportamento del dispositivo di protezione, vengono installate una serie di telecamere ad alta velocità (500 frame/sec.) e videocamere HD (25 frame/sec.), in posizione frontale, retro e zenitale rispetto al sistema di protezione. In aggiunta vengono sistemate ulteriori sistemi di ripresa video per determinare in maniera chiara l'interazione dovuta al contatto tra il motociclista e la barriera di protezione.

A seconda della tipologia del sistema di sicurezza per motociclista (continuo o puntuale) vengono definite tre differenti traiettorie di impatto:

- traiettoria 1: Impatto centrato. L'urto avviene sul palo o montante su cui viene installato il dispositivo di protezione, sia continuo che puntuale;
- traiettoria 2: Impatto decentrato. L'impatto si ve-

rifica ad una distanza di 20 cm dal palo su cui è ancorato il sistema di protezione. (Valido solo per i sistemi puntuali). In questo modo vengono determinati quali sono gli effetti dovuti al contatto della spalla e del torace con tali dispositivi.

- traiettoria 3: Impatto nel centro del dispositivo. L'urto avviene a metà dell'interasse tra due pali su cui è installato il sistema di protezione per motociclisti.

(Valido solo per sistemi continui) (fig. 9).

I PARAMETRI E GLI INDICATORI DELLE PROVE D'IMPATTO

Il livello di severità del dispositivo di scurezza per motociclisti si stabilisce a partire dalla combinazione degli indici biomeccanici.

Tali grandezze sono il parametro HIC e gli indici rappresentativi del rischio di lesioni del collo.

Il parametro HIC (*Head Injury Criterion*), viene definito, dal valore massimo calcolato dal profilo temporale della risultante delle accelerazioni applicate al centro di gravità della testa, secondo la seguente espressione:

$$HIC(t) = (t_2 - t_1) \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt \right]^{2.5}$$

Dove:

- a è la risultante delle accelerazioni nel centro di gravità della testa espressa come multiplo di g (accelerazione di gravità standard 9.81 m/s^2);

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

- a_x : accelerazione secondo l'asse di riferimento X;
- a_y : accelerazione secondo l'asse di riferimento Y;
- a_z : accelerazione secondo l'asse di riferimento Z;
- t_1 e t_2 sono due qualsiasi istanti temporali durante il contatto della testa con il dispositivo di sicurezza.

Nel calcolo effettuato l'intervallo di integrazione ($t_2 - t_1$) è definito a partire dagli istanti di inizio e di fine del contatto della testa con il dispositivo di sicurezza, come stabilito dal rapporto tecnico ISO/TR 12351 e dalla norma ISO 13232 parte 5.

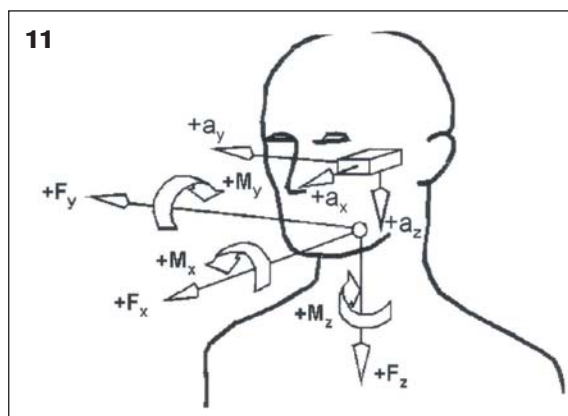
Ciascun "contatto della testa" è stabilito a partire dall'istante in cui la forza risultante sulla testa supera i 500 N.

Convenzionalmente viene stabilito come istante di inizio di ciascun contatto della testa (t_e) il tempo in cui la forza risultante sulla testa eccede il valore di 200 N prima di raggiungere i 500 N, mentre l'istan-

9. Traiettorie d'impatto

10. Impatto del motociclista contro il dispositivo di protezione

11. Schema di riferimento delle accelerazioni, forze e momenti calcolati



12. Immagine del manichino dopo il crash test

te di fine contatto (t_d) è definito dal tempo in cui successivamente la forza risultante sulla testa ritorna al disotto del valore di 200 N.

La forza risultante sulla testa è definita dalla seguente equazione:

$$F = \sqrt{(Ma_x - F_x)^2 + (Ma_y - F_y)^2 + (Ma_z - F_z)^2}$$

Dove:

- a_x, a_y, a_z sono le componenti triassiali delle accelerazioni del baricentro della testa del manichino secondo gli assi di riferimento del manichino;
- M è la massa della testa, incluse le masse degli accelerometri, dei sistemi di alloggiamento degli stessi e della eventuale cella di carico che deve essere rigidamente collegata alla testa;
- F_x, F_y, F_z sono le forze che agiscono sulla collo e sono determinate dalle celle di carico posizionate alla base del cranio del manichino, all'altezza della prima vertebra.

Le forze e le accelerazioni devono essere elaborate attraverso un filtro CFC 1000. In accordo con la normativa ISO 6487 il filtraggio deve avvenire prima del calcolo dei risultati.

Per la durata del possibile intervallo di integrazione per il calcolo del valore massimo del HIC_{36} , vanno considerati rispettivamente $(t_2 - t_1) \leq 36$ ms. (fig. 11)

Gli indici rappresentativi del rischio di lesioni del collo riguardano invece le forze ed i momenti calcolati secondo i tre assi di riferimento (x, y, z) misurati dalla cella di carico posta in prossimità della prima vertebra cervicale e che consentono di valutare le forze di taglio, di compressione o di estensione a cui è sottoposto il collo del motociclista durante l'urto. Vengono ulteriormente determinati i momenti M_{cox} ed M_{coy} in prossimità del condilo occipitale (l'articolazione d'appoggio del collo con la prima vertebra cervicale) ed il momento torsionale M_z del collo.

La norma UNE 135900 stabilisce due livelli di severità crescente (livello I e livello II), secondo dei valori massimi degli indici biomeccanici e tale livello viene soddisfatto, se e solo se, i valori sono minori o uguali ai limiti massimi imposti dalla norma. (fig. 12)

OBIETTIVI

I test effettuati presso il Centro Prove AISICO permettono di valutare il comportamento dei sistemi di protezione dei motociclisti, sia puntuali che continui, così come il comportamento dell'impatto degli utenti dei veicoli a due ruote contro qualsiasi tipo di dispositivo, nella speranza che in futuro le omologazioni dei dispositivi di ritenuta non prescindano da valutazioni sul comportamento del dispositivo nel caso di impatti con motociclisti. Oltre ai crash test che stanno effettuando presso il Centro Prove AISICO diversi produttori europei, l'AISICO continua a sviluppare ricerche e studi finalizzati allo sviluppo di nuovi sistemi di sicurezza che garantiscano l'incolumità dei motociclisti nel caso di urto, nonché ai criteri più idonei per valutare con oggettività le reali caratteristiche prestazionali del dispositivo. I test effettuati fino ad oggi nel Centro Prove AISICO dimostrano, in ogni caso, l'importanza dei dispositivi di protezione per i motociclisti per la prevenzione di traumi e lesioni che spesso producono effetti molto gravi; la questione riveste ormai una tale importanza che riteniamo non possa passare troppo tempo prima che vengano adottati provvedimenti atti ad assicurare l'incolumità degli utenti delle due ruote, ed in tal modo rendere le strade italiane ed europee veramente più sicure. ■■