

PROVE DINAMICHE SUI MONTANTI DELLE BARRIERE STRADALI

UNA METODOLOGIA INNOVATIVA PER LA VERIFICA DELLA CORRETTA INTERAZIONE PALO-TERRENO
AI FINI DEL MANTENIMENTO IN CARREGGIATA DEI VEICOLI IN SVIO

I dispositivi di ritenuta sono gli elementi posizionati ai bordi della carreggiata stradale che hanno il duplice scopo di evitare la fuoriuscita dei veicoli dalla piattaforma stradale e garantire una riduzione delle azioni d'urto sulle persone.

Ai fini della sicurezza stradale, l'importanza dei dispositivi di ritenuta e del loro corretto impiego è confermata dall'attenzione che le Normative nazionali e comunitarie hanno dedicato e continuano a dedicare a questa categoria di prodotti; in particolare, la Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei

Trasporti del 25 Agosto 2004 ne ribadisce, nell'introduzione, la rilevanza, in modo inequivocabile.

Afferma inoltre che "Il ripetersi di incidenti stradali le cui conseguenze sono rese ancor più gravi a causa della mancanza o dell'inadeguatezza di sistemi di ritenuta impone di richiamare l'attenzione di tutti gli enti proprietari e gestori di strade sulla puntuale e corretta applicazione del suddetto decreto oltreché sui compiti demandati agli stessi enti dall'art. 14 del nuovo Codice della Strada", nel quale si prescrive che "gli Enti proprietari delle strade allo scopo di garantire la sicurezza e la fluidità della circolazione, provvedono (omissis) alla manutenzione delle attrezzature" e al "controllo tecnico dell'efficienza delle strade".

La ratio dell'articolo sopra richiamato è quella di evidenziare le problematiche connesse all'installazione delle barriere di sicurezza sul rilevato stradale e, al contempo, inquadrare una metodologia di verifica della corretta installazione delle stesse.

INQUADRAMENTO DEL PROBLEMA

Il comportamento strutturale delle barriere sottoposte agli urti è generalmente schematizzabile secondo due fasi consecutive: nella prima fase, l'energia cinetica posseduta dal veicolo viene parzialmente dissipata nella deformazione del dispositivo, mentre un'altra aliquota viene accumulata elasticamente; nella seconda fase, la quota-parte di energia elastica precedentemente accumulata viene rilasciata.

Ciò avviene quando il veicolo si arresta o viene rediretto e si distacca dalla barriera, conservando una velocità residua in genere modesta.



1. Un autobus rediretto a seguito dell'impatto con una barriera stradale



2A e 2B. Una barriera installata in situ (2A) e suo comportamento in seguito a un impatto da parte di un veicolo (2B)

Le prestazioni delle barriere sono il risultato di una stretta interrelazione tra gli elementi costitutivi delle barriere stesse ed il terreno di supporto nel quale esse vengono installate: sotto quest'ultimo profilo, risulta di fondamentale importanza, per la risposta della barriera agli urti dinamici, la tipologia di terreno all'interno del quale vengono infissi i pali delle barriere di ritenuta.



3A e 3B. Una barriera installata su terreno del Campo Prove (3A) e suo comportamento durante una prova di crash (3B)

Le barriere devono essere progettate per deformarsi e rompersi, ma in modo tale che la rottura avvenga in maniera controllata. Terreno e paletti, nella risposta agli urti dinamici, si comportano come un'unica cosa. Un buon terreno, resistente e compatto, garantisce la formazione della cerniera plastica all'altezza prevista dal progettista e, conseguentemente, assicura il buon funzionamento della barriera stessa.

Il comportamento di una barriera di sicurezza è quindi strettamente legato al tipo di terreno nel quale il paletto viene installato.

I crash test vengono effettuati su terreni dalle elevate caratteristiche meccaniche, orizzontali e ben costipati, così da garantire al dispositivo le condizioni ottimali di funzionamento.

Nella realtà, le caratteristiche meccaniche dei terreni di prova sono praticamente impossibili da trovare, soprattutto a causa dello strato di terreno vegetale che generalmente ricopre i primi 15/20 cm del rilevato e della scarsa compattazione degli strati immediatamente sottostanti.

Il terreno di infissione reale delle barriere è diverso da quello dei crash test per:

- omogeneità di consistenza: nella realtà può non essere costante nello spazio e nel tempo;
- forma: nel bordo stradale non è continua come nel campo prove;
- erosione: avviene a causa degli agenti naturali e non sempre viene compensata in modo esaustivo, in virtù della vicinanza eccessiva dei paletti, che impedisce il ricarico degli arginelli.

La risposta agli urti dinamici di un paletto infisso in un terreno reale è totalmente differente da quella ottenuta dallo stesso paletto installato nel terreno del campo prove; pertanto, accade non di rado che le installazioni di barriere su rilevati non siano assolutamente in grado di fornire un'adeguata capacità di contenimento, nel caso si verificano urti con energie comparabili a quelle delle prove di crash.

Al variare della consistenza del suolo, per assicurare il corretto comportamento palo-terreno, occorre intervenire sui terreni stessi sia in termini di configurazione che di consistenza, oppure agire in modo tale da aumentare la superficie resistente



4A e 4B. Differenti tipologie di impattatori dinamici

del sistema palo-terreno: ciò è possibile se si incrementa la profondità d'infissione dei pali e/o si amplia la superficie di contrasto tra palo e suolo.

Negli ultimi anni, il focus dell'attenzione da parte dei più importanti Enti Gestori e Aziende leader nel settore delle barriere stradali ha posto l'accento sulla sicurezza degli utenti della strada e sul controllo dell'effettivo comportamento della barriera nel sito reale di impianto, soprattutto in presenza di rilevato stradale.



5A e 5B. La configurazione post-urto dinamico di un palo installato in sito (5A) e in campo prove (5B)



NECESSITÀ DI CRITERI PER LA VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO E LORO CARATTERISTICHE

Vista la complessità e la molteplicità dei parametri che influenzano sul comportamento del terreno di infissione, occorre definire un criterio di misura globale alla stregua del quale valutare l'effettiva capacità di contenimento della barriera in un determinato sito, partendo dall'analisi dei risultati ottenuti durante i crash test nei campi prova certificati, in presenza di terreno in piano, ben costipato e con caratteristiche pressoché omogenee.

Nel Maggio 2020 è stata pubblicata la Norma UNI/TR 11785:2020 "Documento tecnico di supporto per la redazione del manuale d'utilizzo e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradali su rilevato", redatta nell'ambito dell'Organo tecnico UNI/CT 012/SC 01/GL 01 Barriere di sicurezza stradali. Nel documento sono riportate le problematiche, di cui si chiede il superamento, connesse all'installazione delle barriere per il bordo del rilevato, e i metodi teorici e strumentali predisposti per risolverle.

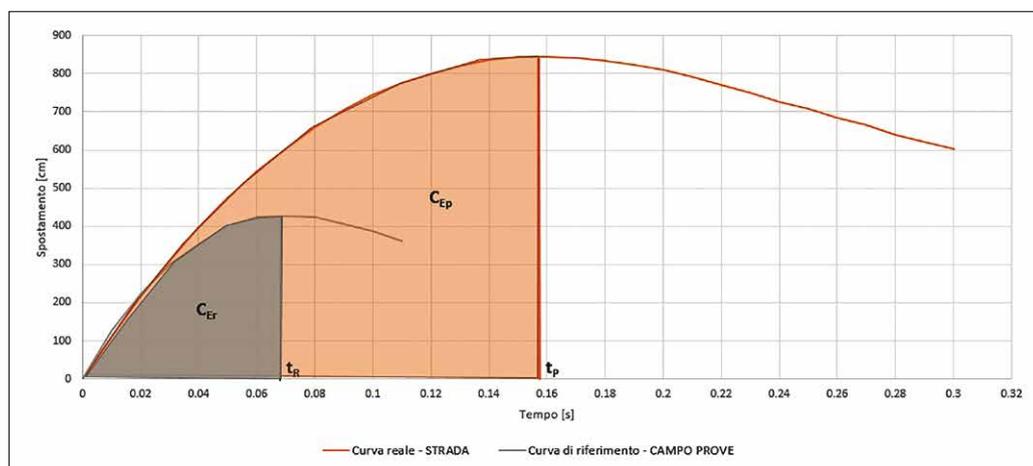
In appendice C del suddetto documento, sono allegate le attrezzature, operanti in Italia, in grado di verificare l'interazione montante/terreno attraverso prove dinamiche o statiche. Al paragrafo 4.3.1 "Tipo di prova da effettuare" si riporta espressamente che il miglior modo di procedere per la valutazione del comportamento montante/terreno è quello delle prove di tipo dinamico. Le prove statiche, infatti, sono meno indicative dell'effettivo comportamento del dispositivo in caso di urto, sia perché i parametri geotecnici di resistenza variano sensibilmente a seconda della velocità dei carichi, sia perché l'urto di un veicolo su una barriera stradale avviene sempre in un contesto dinamico.

PROVE DINAMICHE PER LA VERIFICA DEI SUPPORTI DEI MONTANTI DELLE BARRIERE DI SICUREZZA STRADALI

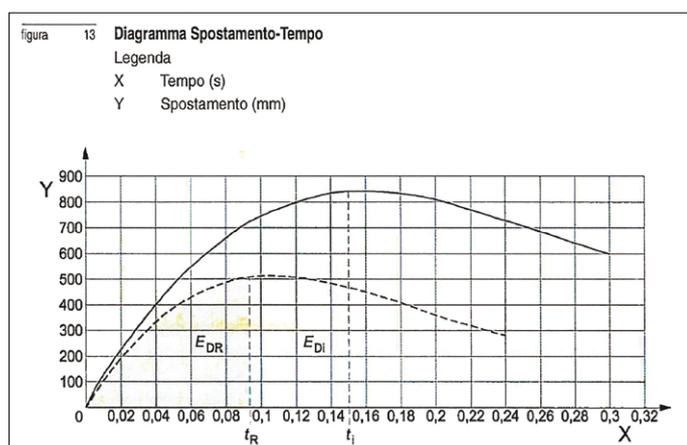
Al fine di evitare le problematiche esposte nei paragrafi precedenti e consentire il corretto funzionamento della barriera di sicurezza, è necessario testare i montanti delle barriere da installare prima del collaudo delle stesse e, successivamente, registrare in sito un comportamento compatibile con quello preventivamente ottenuto in campo prove.

AISICO ha studiato e messo a punto una metodologia, che verrà adottata a livello nazionale da una normativa in Irlanda, in grado di valutare l'affidabilità dei terreni di supporto e le loro caratteristiche meccaniche nei siti di impianto.

Tale metodologia trova il suo fondamento nel principio del confronto tra il comportamento di un montante durante un urto dinamico in campo prove, e la reazione ottenuta nella sua reale configurazione su strada. Questa comparazione viene effettuata in ter-



6. Il grafico spostamento-tempo di una prova dinamica reale con in arancione la prova effettuata in sito e in grigio quella effettuata presso il Campo Prove



7. Il grafico spostamento-tempo di una prova dinamica contenuto nel documento tecnico di supporto UNI/TR 11785:2020

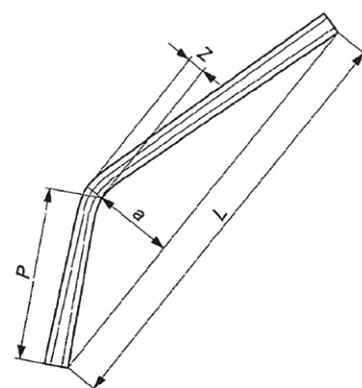
mini di Capacità di Dissipazione dell'Energia (CE), parametro che racchiude in sé i due concetti fondamentali richiamati nel documento tecnico di supporto UNI/TR 11785:2020:

- area sottesa alla curva spostamento-tempo calcolata fino al punto di massimo spostamento dinamico, che si raggiunge nel momento in cui la testa impattante ha dissipato tutta l'energia d'urto e ha invertito il suo moto;
- profondità della cerniera plastica.

IL METODO DI VALUTAZIONE DI UNA PROVA DINAMICA

La prova dinamica si valuta quindi analizzando in toto lo svolgimento dell'urto del paletto, così da ricavare la curva spostamento-tempo e la profondità, rispetto al piano campagna, a cui il montante si torce in seguito ad un urto dinamico.

Se le due aree in cui si svolge la prova sono paragonabili e la cerniera plastica si forma a profondità confrontabili, i due pali mostrano, in caso di urto, un'analogia capacità di dissipazione dell'energia. In tale ipotesi, si può supporre che il comportamento dell'intero sistema palo-terreno sia il medesimo nelle due configurazioni; pertanto, la barriera installata in sito, qualora si verificasse una deviazione e un impatto da parte



8. L'immagine "Determinazione della posizione della "cerniera plastica" nel documento tecnico di supporto UNI/TR 11785:2020



9. Il confronto tra due pali post urto dinamico con formazione della cerniera plastica (a destra) e senza formazione della cerniera plastica (a sinistra)

di un veicolo, sarà in grado di esplicitare correttamente la sua funzione; in altri termini riuscirà a contenerlo e redirigerlo.

Diversamente, se dall'analisi emergesse che i comportamenti registrati risultano differenti, si dovranno adottare, sui paletti o sui terreni, soluzioni alternative che consentano di realizzare il corretto funzionamento del sistema. L'efficacia della soluzione alternativa sarebbe verificabile con la medesima metodologia di prova dinamica.

CONCLUSIONI

La metodologia descritta in questo articolo nasce dall'esigenza

di valutare la corretta installazione delle barriere di sicurezza sul margine stradale e di intervenire in caso di scarse caratteristiche meccaniche del terreno di supporto.

La corrispondenza tra il comportamento di un montante sul terreno di prova e in situ risulta fondamentale per garantire agli utenti della strada l'efficacia del dispositivo di ritenuta così come descritto all'interno del Documento Tecnico di Supporto per la redazione del manuale d'utilizzo e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradali su rilevato UNI/TR 11785:2020.

Grazie alla metodologia studiata, validata e brevettata da AISICO è possibile definire, con l'utilizzo di parametri precisi, puntuali e dettagliati un quadro di valutazione della prova dinamica esaustivo e completo tale da assicurare che, in caso di urto, le barriere installate sul margine stradale abbiano una capacità di contenimento adeguata e coerente con quella preventivamente rilevata nel campo prove in fase di crash test. ■

(1) Ingegnere, Responsabile Nuove Tecnologie di AISICO Srl

(2) Ingegnere, Responsabile Commerciale di TSL Engineering Srl