

# TECNOLOGIE PER L'ANCORAGGIO DELLE BARRIERE BORDO LATERALE

**DAL PROGETTO S.C.RE.W.S., DOPO TE.SI E SCREW, DA TSL ENGINEERING ARRIVA A.TO.S. - ANCHORAGE TOOL FOR SOIL, IL SISTEMA DI RINFORZO DEL TERRENO DI SUPPORTO PER AUMENTARE LA PERFORMANCE DEI GUARD-RAIL INSTALLATI IN TERRENI CON SCARSA CAPACITÀ DI TENUTA**

**C**ompie 30 anni la prima Legge Quadro italiana sui dispositivi di ritenuta. Era infatti il 1992 quando l'allora Ministro dei Lavori Pubblici Prandini firmava il D.M. 223. Il Decreto ha rappresentato per il settore dei dispositivi di ritenuta una pietra miliare. Nel corso degli anni successivi ha subito diverse modifiche, tra le quali, in particolare, quelle introdotte dal D.M. 2367 nel 2004 e sono stati emessi alcuni documenti esplicativi, tra cui la Circolare del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti del 21 Luglio 2010, che però non hanno alterato i due criteri portanti:

- i dispositivi di ritenuta devono essere preventivamente verificati tramite l'esecuzione di prove dal vero, le cui caratteristiche sono progressivamente variate, fino ad arrivare, nel 2004, al recepimento delle specifiche tecniche indicate nelle Norme comunitarie (EN 1317);
- dopo le prove, in caso di esito positivo, i dispositivi devono essere omologati o certificati da un ente terzo, dapprima il Ministero dei Trasporti e, dal 2011, per i soli dispositivi la cui Norma è armonizzata (barriere e attenuatori) da un Organismo Notificato che rilascia il certificato CE (o meglio, il Certificato di Costanza della Prestazione, introdotto da Regolamento UE 305/11 relativo ai prodotti da costruzione).

Lo sviluppo che il D.M. 223 e, successivamente, le Norme comunitarie, hanno prodotto nel settore dei dispositivi di ritenuta, ha permesso nel corso degli anni di focalizzare un tema che, appena accennato nel D.M. 223, è diventato focale nel

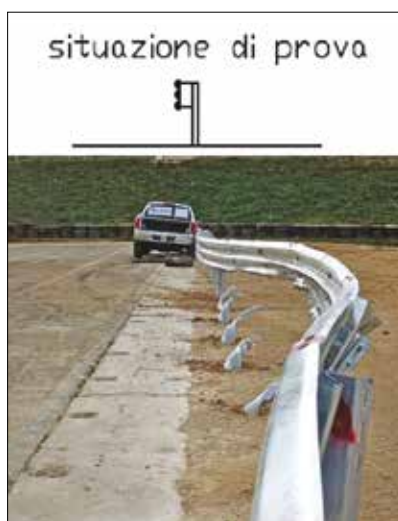
D.M. 2367: i dispositivi di ritenuta, una volta posizionati lungo le strade, devono garantire prestazioni sostanzialmente equivalenti a quelle riscontrate durante le prove dal vero che ne hanno consentito l'immissione sul mercato.

Questo significa che, oltre a focalizzare l'attenzione sul prodotto, la cui responsabilità resta in capo all'Organismo Notificato o al Ministero, è necessario analizzare con attenzione le "condizioni al contorno" che hanno consentito il superamento positivo delle prove dal vero, e sostanzialmente garantire che le stesse condizioni siano riprodotte nei siti di installazione.

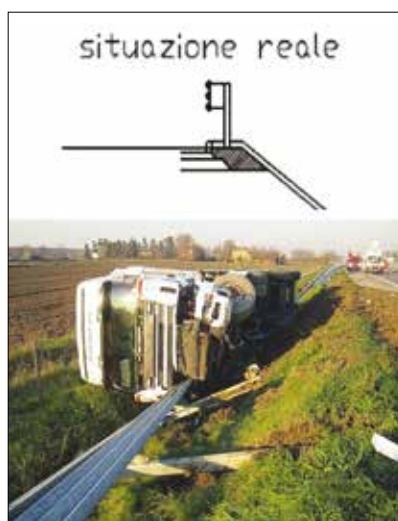
## IL RUOLO DEL PROGETTISTA DELL'INSTALLAZIONE

Responsabile della verifica delle condizioni al contorno e, quindi, dei supporti di installazione delle barriere di sicurezza, è il Progettista della installazione, figura introdotta già dal D.M. 223 ma il cui ruolo è stato chiarito ed ampliato con l'entrata in vigore del D.M. 2367.

Oggi l'Organismo Notificato e il Progettista delle installazioni hanno ruoli complementari ma ugualmente determinanti per la verifica del funzionamento di un dispositivo di ritenuta: l'Organismo Notificato è responsabile della esecuzione e della valutazione delle prove dal vero e delle eventuali modifiche del prodotto, che non devono alterare le prestazioni originarie; il Progettista delle installazioni è responsabile delle prestazioni del dispositivo laddove le "condizioni al contorno" non siano sostanzialmente simili a quelle utilizzate nelle prove di crash.



**1.** La situazione di prova indica la situazione ideale dell'impatto nel campo prove



**2.** La situazione reale indica la situazione reale dell'impatto presso il sito di installazione

L'Organismo Notificato è quindi responsabile delle modifiche del prodotto e il Progettista delle installazioni è responsabile delle modifiche dei supporti.

Tra i supporti più a rischio di sostanziali differenze tra quelli utilizzati nelle prove dal vero e quelli in sito vi sono sicuramente i bordi laterali.

Le differenze riguardano la conformazione del terreno (prove eseguite con terreno retrostante piano e presenza di scarpate nella realtà) ma soprattutto la consistenza del terreno, cioè la sua capacità di opporsi alla rotazione del paletto infisso in caso di urto e di consentire al dispositivo di esprimere la sua capacità massima di contenimento, normalmente evidenziata dalla formazione di una cerniera plastica.

Nonostante il richiamo del D.M. 2367, emesso nel 2004, alla puntuale verifica dei supporti, nella realtà per diversi anni la questione è stata sostanzialmente trascurata. Solo alcuni anni dopo, verso il 2011, soprattutto grazie alla citata Circolare del 2010 ma anche come conseguenza di diversi incidenti dovuti proprio alla inadeguatezza dei supporti, gli operatori hanno cominciato a prestare attenzione al comportamento della barriera installata in presenza di terreni di scarsa consistenza: gli enti gestori hanno cominciato a chiedere prove eseguite su terreni con profili simili agli arginelli reali o su terreni di scarsa consistenza, i fabbricanti hanno cominciato ad eseguire prove su supporti diversi, i progettisti hanno iniziato a prevedere opere di consolidamento o l'impiego di sistemi alternativi, i direttori lavori e i collaudatori a chiedere prove di spinta, statiche o

dinamiche, per la verifica della portanza dei terreni. Sono stati pertanto sviluppati una serie di dispositivi di ritenuta più performanti o, in caso di impossibilità, si è cominciato ad adottare accorgimenti diversi per consentire al dispositivo di funzionare correttamente.

Quali accorgimenti, però, può adottare il Progettista per accertarsi, sotto la propria responsabilità, che la barriera abbia comportamenti simili a quelli riscontrati durante le prove dal vero? E quali criteri può adottare per verificare che l'accorgimento adottato sia efficace realmente?

Il primo accorgimento è quello di bonificare il terreno di supporto, rendendolo simile a quello presente nel campo prove, anche se questa soluzione presenta spesso difficoltà operative, elevati costi e richiede cantieri di lunga durata, con conseguenti disagi al traffico.

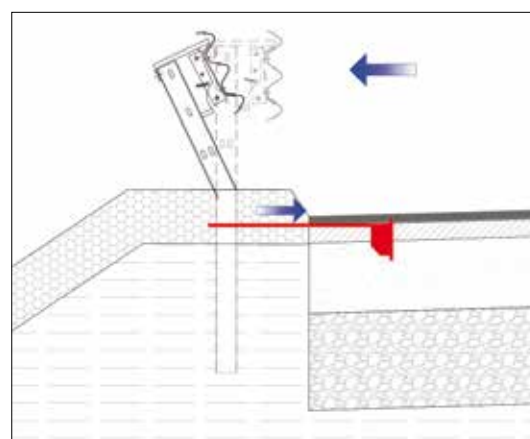
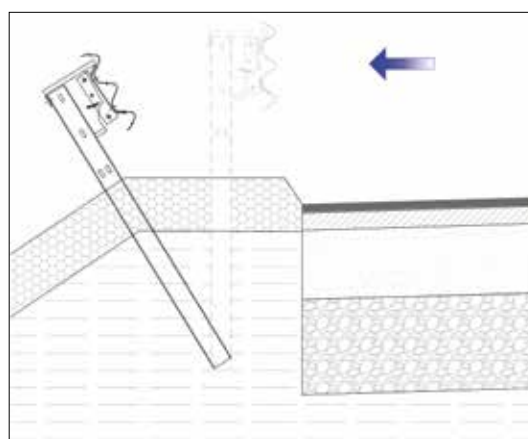
Altra soluzione è l'adozione di elementi aggiuntivi che siano in grado di integrare la capacità

portante del terreno.

### I SISTEMI DI ANCORAGGIO: L'ESPERIENZA DI TSL ENGINEERING

La TSL Engineering Srl è stata la prima Società ad occuparsi in modo sistematico del problema ed a sperimentare diverse soluzioni innovative. Al progetto è stato dato il nome "S.C.Re.W.S.®", Save Crash Reinforcing Weak Soil, cioè adottare dei sistemi che, grazie al loro comportamento, anche sostanzialmente diverso, consentono al Produttore di utilizzare i dati delle prove di crash già eseguite senza doverne prevedere altre.

Il primo studio risale al 2014 quando TSL Engineering ha cominciato a studiare il sistema TE.SI. (Terreni Sicuri). Il prodotto, brevettato nel 2015, consisteva in una cravatta che avvolge il paletto della barriera alla quota del terreno e, tramite un elemento di collegamento orizzontale diretto verso la sede stradale, trasferisce le sollecitazioni a un elemento infisso nella pavimentazione.



**3A e 3B.** Il funzionamento della barriera su terreno a scarsa portanza (3A) e della barriera su terreno a scarsa portanza con TE.SI. (3B)

Il sistema è stato sperimentato con prove statiche e dinamiche ma, sebbene utilizzabile in alcune condizioni particolari, ha evidenziato fin dall'inizio una serie di problemi applicativi, non solo per l'interferenza con la sede stradale ma anche per gli effetti geotecnici che richiedono elevati spazi trasversali, con conseguente invasione della corsia di marcia o della corsia di emergenza.

Per tali motivi il prodotto è stato abbandonato e, nel 2016, si è cominciato a lavorare su un prodotto denominato SCREW (vite), brevettato nel successivo 2017 che, rispetto a TE.SI., si è dimostrato più performante ed affidabile. Il principio di funzionamento è quello di una barra che viene collegata alla base del paletto e infissa, a rotazione o percussione, con un angolo definito a tergo della barriera verso il sottofondo stradale. Il principio di funzionamento, quindi, è quello di una vite che, grazie a sporgenze presenti nella parte infissa, si aggrappa al terreno.

La sua installazione non richiede lo smontaggio di nessuna parte della barriera e può essere eseguito agevolmente dalla sede stradale con attrezzature speciali. Il sistema, a lungo testato in diverse configurazioni con prove statiche e dinamiche e prove di impatto dal vero, pur fornendo risultati accettabili, ha evidenziato però alcune criticità.

Difficoltà sono state riscontrate, ad esempio, nella installazione che, soprattutto in presenza di sottofondi particolarmente compatti, risulta estremamente complessa. Inoltre, la ridotta rigidità della barra innesca in alcuni casi fenomeni di flessione non controllabile, con conseguente perdita di tenuta dell'intero sistema.

L'ampia campagna di prove eseguita sui primi due sistemi ha permesso la messa a punto di un ultimo sistema che si differenzia dalle soluzioni precedenti e che supera tutti i problemi riscontrati sia con TE.SI. che con SCREW. Nel 2019, infatti, TSL Engineering ha cominciato a studiare il prodotto A.To.S.<sup>®</sup> - Anchorage Tool for Soil, brevettato nel 2020.

Il prodotto ha un principio di funzionamento completamente diverso dai precedenti. Infatti, la funzionalità di A.To.S.<sup>®</sup> è garantita da un tirante rigido, infisso inclinato nel terreno a tergo della barriera verso la pavimentazione, costituito da un profilato privo di sporgenze superficiali, e da un attacco rigido con il paletto.

Il sistema richiede tempi molto rapidi di installazione, garantisce ottime prestazioni per impatti provenienti da qualsiasi direzione e richiede cantieri facilmente rimovibili. Inoltre, non richiede lo smontaggio di nessuna



4. Il test dinamico del sistema TE.SI.

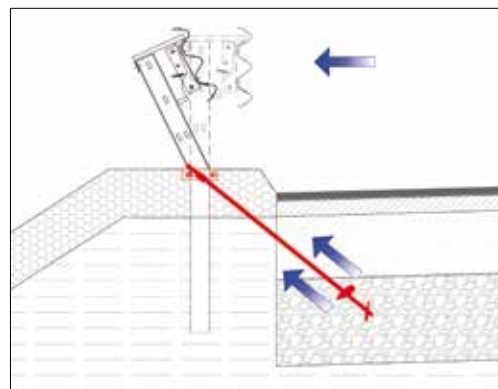
parte della barriera ed è installabile dalla sede stradale senza alcuna interferenza con l'infrastruttura. Il sistema supera tutti i problemi emersi nei due sistemi precedenti ed è attualmente l'unico applicato in maniera intensiva.

Le modalità di installazione e manutenzione sono riportati all'interno di uno specifico manuale di installazione.

I principi che consentono le ottime prestazioni di A.To.S.<sup>®</sup> su strada (peraltro verificate anche in relazione ad incidenti reali



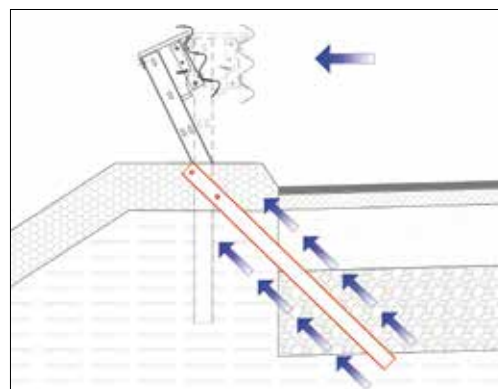
5. Il modello SCREW



6. Lo schema di funzionamento del modello SCREW



7. Il modello ATOS



8. Lo schema di funzionamento del modello ATOS



9A e 9B. L'installazione di ATOS (9A) e un particolare (9B)



accaduti recentemente in tratti dove il sistema è stato installato sono:

- rigidità dei tiranti, in quanto l'impiego di prodotti con rigidità ridotta (come barre di acciaio) tende a innescare durante l'urto fenomeni di flessione con conseguente perdita di funzionalità;
- stretto collegamento tra il palo della barriera e il tirante, in quanto un collegamento non serrato o addirittura senza contatto, oltre a non impedire il fenomeno dello sfilamento del palo, molto frequente nei pali infissi in terreni di scarsa consistenza, non è in grado di opporsi alle elevate sollecitazioni indotte alla base del palo da urti di elevata energia.

### LE PROVE

Attualmente la verifica del funzionamento dei paletti, eventualmente anche dotati di elementi di rinforzo, si basa su prove di spinta, statiche o dinamiche, applicate ortogonalmente all'asse della barriera. Tali prove, da sole, non sono però in grado di dimostrare il corretto funzionamento di una barriera alla quale sia stato aggiunto un elemento di rinforzo, perché nella realtà, durante gli impatti, i paletti tendono a deformarsi nella direzione dove trovano minor resistenza o addirittura a sfilarsi. La prova di spinta ortogonale può essere rappresentativa solo dopo che il sistema sia stato verificato e collaudato con prove di crash, simulazioni e prove di impatto in diverse condizioni. Solo successivamente è possibile, per semplicità operativa, verificare il funzionamento locale delle barriere (e non generale) con prove di spinta. A partire dal 2014, quando TSL Engineering ha cominciato a sviluppare il progetto S.C.Re.W.S.<sup>®</sup>, è stato eseguito un

ingente programma di prove finalizzato a definire per ciascun sistema le principali peculiarità. Il programma ha comportato oltre 20 crash test dal vero, circa 1.000 tra prove statiche e dinamiche su diversi dispositivi installati su supporti con diverse caratteristiche e oltre 150 simulazioni. Tutte le prove sono state eseguite presso il Centro Prove AISICO che, grazie all'eccellenza delle sue attrezzature, ha permesso di verificare i sistemi in tutti i loro aspetti.

Per verificare il funzionamento dei sistemi è stata adottata una procedura messa a punto dalla Aisico, prevista anche nella Norma UNI/TR 11785 - Documento tecnico

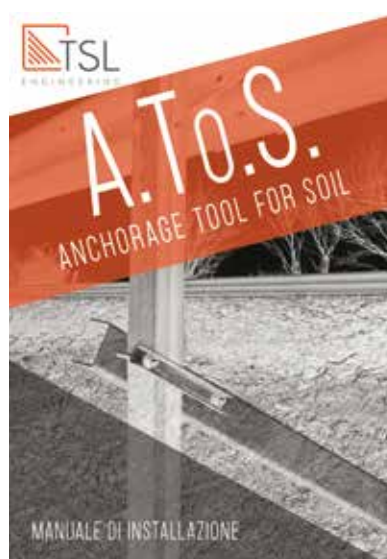
di supporto per la redazione del manuale di utilizzo e installazione dei dispositivi di ritenuta stradale su rilevato - dal documento del PIARC "Documento Tecnico di supporto per la redazione e per l'utilizzo e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale su rilevato" e da una bozza di norma, in corso di perfezionamento, redatta dal TII (Transport Infrastructure Ireland) dal titolo "Dynamic Testing of safety barrier".

La procedura consiste sinteticamente nel valutare preventivamente la necessità o meno di utilizzare sistemi di rinforzo attraverso il confronto dei risultati di prove dinamiche, eseguite presso il sito di installazione e presso il terreno del Centro Prove utilizzato per la certificazione del prodotto

Una volta stabilita la necessità di ricorrere ad elementi di rinforzo, è necessario dimensionare il sistema attraverso prove dinamiche di confronto in sito eseguite sul paletto della barriera completo del sistema di rinforzo.

Dopo il dimensionamento e l'installazione sia su barriere già presenti in situ che di nuova costruzione, il sistema A.To.S.<sup>®</sup> garantisce il corretto funzionamento delle barriere di sicurezza e delle barriere integrate installate su terreni di scarsa consistenza. Non richiede interventi di consolidamento della banchina, non richiede lo smontaggio di nessun componente dei dispositivi già installati o modifiche di prodotto. Inoltre, ha costi ridotti di produzione e di installazione, necessita di ridotte cantierizzazioni, non necessita di manutenzione o di sostituzione nel caso di urti sui dispositivi a cui è stato applicato e non interferisce con il manto stradale e con i sottoservizi.

A.To.S.<sup>®</sup> è già stato installato su diverse importanti arterie italiane ed europee e ha dimostrato una ottima funzionalità in occasione di incidenti reali.



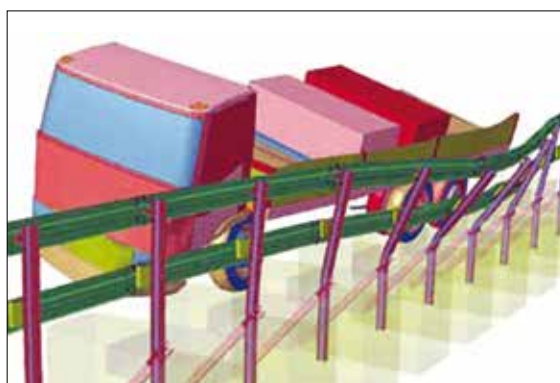
10. Il manuale



11A e 11B. La prova dinamica nel campo prove (11A) e in sito (11B)

### CONCLUSIONI

È oramai noto che il buon funzionamento di una barriera stradale sia legato alla capacità del supporto su cui è installata la barriera di assorbire le sollecitazioni dinamiche prodotte dall'impatto e che l'interazione palo/terreno ottenuta in sede di crash test sia molto difficile da ottenere in situ, dove il terreno si presenta spesso poco compattato, costituito a volte da una buona parte di terreno vegetale e con geometria diversa da quella del campo prove. La minore consistenza del terreno reale, rispetto alla condizione di prova, ha come effetto complessivo una maggiore deformabilità della barriera, la quale potrebbe portare a una minore capacità di contenimento e, quindi, a prestazioni di molto inferiori da quelle con le quali sono state certificate dall'Organismo notificato.



12. Una simulazione FEM

A partire dal 2014, TSL Engineering ha iniziato a studiare e provare sistemi di rinforzo per barriere installate su terreni di scarsa consistenza. Nel 2020 ha messo a punto il sistema A.To.S.<sup>®</sup>, che rappresenta oggi il sistema più avanzato per il rinforzo di barriere. Il sistema, verificato con un intenso programma di prove sperimentali e già applicato in diverse installazioni in Italia e in Europa, consente alla barriera di raggiungere le prestazioni che ne hanno consentito la certificazione e permette al progettista di utilizzare una soluzione semplice ed efficace e ampiamente collaudata.

<sup>(1)</sup> Ingegnere, General Manager - TSL Engineering Srl

<sup>(2)</sup> Ingegnere, New Technologies Manager di Aisico Srl



13A e 13B. Un crash bus senza (13A) e con (13B) ATOS