

G. Tartara

Evoluzione tecnologica dei carrelli elevatori in riferimento alla sicurezza ed alla salute del conducente

Cesab Carrelli Elevatori S.p.A, Gruppo Toyota Material Handling, Bologna

RIASSUNTO. Il carrello elevatore controbilanciato è una macchina dal comportamento particolare. Al pari di una leva, è molto sensibile alla variazione della condizione di carico: ad un suo piccolo cambiamento, talvolta, corrisponde una posizione del baricentro significativamente diversa da quella iniziale. Per questo motivo, una banale distrazione od un trascurabile errore di manovra possono portare ad una condizione di pericolo con una rapidità tale da sorprendere anche il carrellista più esperto. Soltanto l'evoluzione tecnologica, spesso stimolata dalla normativa cogente, può intervenire in suo aiuto. La presente relazione descrive sinteticamente l'evoluzione del carrello in relazione alla sicurezza ed alla salute del conducente. A questa evoluzione, il mercato non sembra essere interessato come ci si aspetterebbe: o perché distratto da altri problemi ritenuti prioritari, o perché è mancata un'adeguata campagna di sensibilizzazione.

Parole chiave: carrello elevatore, sicurezza, salute.

ABSTRACT. LIFT-TRUCKS TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT RELATED TO DRIVER'S SAFETY AND HEALTH. The counterbalanced lift truck is a machinery characterized by an unusual behaviour. Like a lever, indeed, it is deeply affected by the change of the load condition: sometime, when a small variation of the load takes place, the position of the original load centre of gravity may change a lot. For this reason, an ordinary lapse or a small mistake when driving may lead to a dangerous situation in a so speedy way that the most skilled lift-truck operator too might be surprised. Only the technological development, often incited by binding provisions, can help him. This paper shortly shows the lift-truck evolution related to the driver's safety and health. In spite of our expectations, however, market does not seem to be interested in this development: either because its mind has been took away by other kind of problems, or because a suitable sensitization campaign did not take place.

Key words: lift-truck, safety, health.

La definizione "carrello elevatore" si applica ad una vasta gamma di macchine: dal transpallett manuale al portacontainer. In questa sede ci occuperemo prevalentemente di carrelli elevatori controbilanciati.

Carrello elevatore controbilanciato

È un'attrezzatura di lavoro normalmente progettata per la movimentazione ed il trasporto di carichi in singole unità pallettizzate, disposte sulle forche.

Il baricentro di tali carichi è a sbalzo, rispetto all'asse delle ruote anteriori, ed è equilibrato dalla massa del carrello: operare in condizioni di equilibrio precario è il suo modo di lavorare "normale". La guida di tale macchina richiede grande concentrazione da parte del conducente che deve conoscerne perfettamente i limiti d'impiego ed i principi che ne governano il funzionamento. Al carrellista non necessitano caratteristiche fisiche o doti particolari: si chiede soltanto di applicare responsabilmente gli insegnamenti che, normalmente, si acquisiscono frequentando uno specifico corso di formazione focalizzato sulle "particolarità" del carrello.

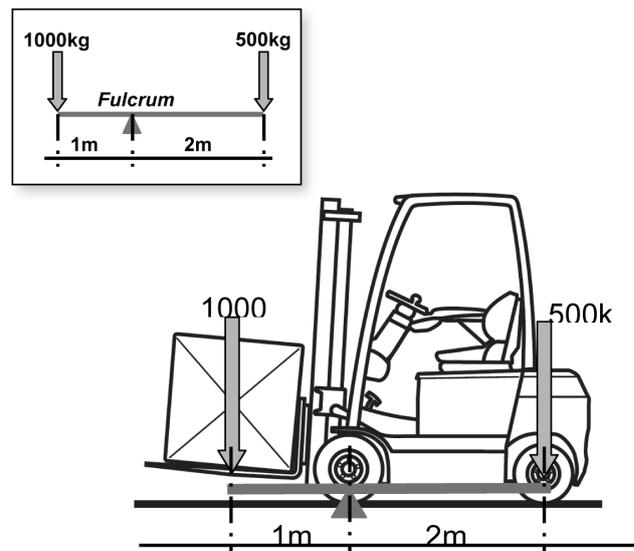


Figura 1. Il sistema carico + carrello elevatore è assimilabile ad una leva

Il repentino passaggio dalla situazione di carrello “con carico” a quella “senza carico”, talvolta abbinato all’estrema variabilità del peso trasportato, implica importanti cambiamenti della posizione del baricentro.

Questa continua variazione di configurazione, tipica del sistema carico/ carrello, finisce per influenzarne notevolmente il comportamento: anche agendo nello stesso modo e sullo stesso comando, la risposta della macchina può essere diversa.

In circostanze particolari, si passa da una situazione stabile ad una instabile con una tale facilità da poter cogliere di sorpresa anche l’operatore più esperto.

La risoluzione di questo problema è stata affidata all’impegno dei costruttori che hanno continuato ad innovare il loro prodotto stimolati, anche, dalla normativa cogente.

Evoluzione del carrello elevatore (Fig. 2)

Tratteremo questo argomento in termini di sicurezza e salute (ergonomia e vibrazioni) dell’operatore.

Sicurezza

L’instabilità del carrello contrappesato, come si è visto, è uno dei principali fattori di rischio; l’evoluzione tecnologica ha reso disponibile un’ampia scelta di dispositivi atti ad eliminare all’origine, o a ridurre, i danni potenzialmente derivanti dal realizzarsi di tale situazione.

In Europa, prima dell’anno 1998, le cinture di sicurezza non venivano installate sul carrello.

Quando le statistiche evidenziarono che, nella maggior parte dei casi, il rovesciamento era la causa principale di incidenti letali, la loro applicazione venne resa obbligatoria sui carrelli già in uso, come su quelli di nuova costruzione, dalle Direttive 95/63/CEE e 98/37/CE

(Direttiva Macchine). In Italia, però, sembra che tale soluzione non abbia ottenuto un grande successo: a differenza di altri paesi europei, non si è riscontrata una significativa riduzione del numero di tali incidenti. L’operatore, infatti, raramente indossa la cintura.

Per far fronte a questa situazione, su richiesta del cliente, i costruttori mettono a disposizione dispositivi di trattamento alternativi e più efficaci.

Sono stati proposti, ad esempio, i “cancelletti” il cui compito è quello di impedire che il carrellista possa finire schiacciato fra il carrello ed il suolo in caso di ribaltamento (Fig. 3).

Quando il carrello è equipaggiato con cabina, si ottiene lo stesso risultato se, come nel caso precedente, si impedisce che la traslazione possa avvenire anche con gli sportelli rigidi non correttamente chiusi.

Grazie all’evoluzione dell’elettronica, oggi, si può incrementare la sicurezza in fase operativa a condizioni economiche particolarmente allettanti. In questa direzione, uno degli obiettivi prioritari è quello di limitare le funzioni della macchina a ciò che è consentito: impedendo, quindi, che l’operatore possa incorrere in pericoli dovuti a distrazione o a comportamenti non corretti. L’applicazione del principio sopra enunciato è all’origine delle funzioni e dei dispositivi di seguito descritti.

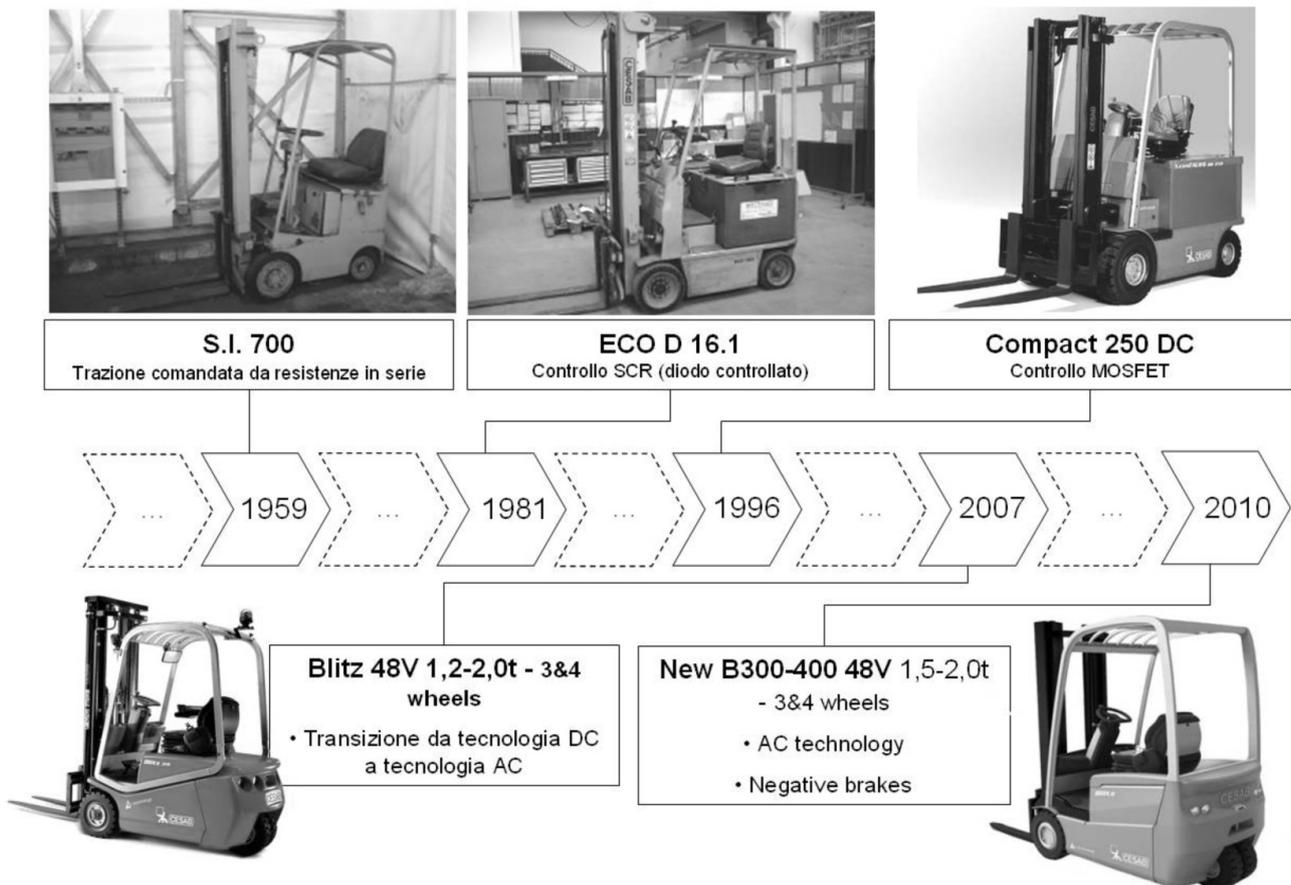


Figura 2. Le tappe più significative dell’evoluzione del carrello negli ultimi 50 anni



Figura 3. Esempio di cancelletto

Funzione di riduzione automatica della velocità di traslazione in curva

Se il carrellista, agendo sul pedale acceleratore, imposta una velocità di marcia idonea per una traiettoria rettilinea, quando affronta una curva, anche senza modificare la posizione originale del pedale acceleratore, vede diminuire automaticamente tale velocità. Il carrello, infatti, rallenta la corsa all'aumentare dell'angolo di sterzata: a destra come a sinistra, in modo simmetrico.

Anche l'accelerazione del carrello varia in funzione dell'angolo di sterzata, essendo funzione del differenziale tra la velocità attesa e quella ottenuta. Se la velocità imposta dal sistema è più bassa di quella attesa, come in curva, anche l'accelerazione viene ridotta (Figura 4).

Sicurezza attiva: il sistema SAS TOYOTA

Aumentare la stabilità del carrello e del suo carico è l'obiettivo principale di tale sistema:

- per quanto riguarda il rovesciamento laterale, nei carrelli a 4 ruote, il risultato è stato ottenuto eliminando, all'occorrenza, l'effetto basculante dell'assale posteriore (Fig. 5);
- l'eliminazione del rovesciamento longitudinale e la caduta del carico in quota sono stati ottenuti, invece, limitando l'angolo di brandeggio in avanti, la velocità di brandeggio all'indietro ed il carico sollevato in funzione dell'altezza raggiunta dalle forche.

Dispositivo per la riduzione delle prestazioni

Alcune funzioni, sviluppate per ridurre i rischi connessi alla mobilità ed alla movimentazione del carico, agiscono sulla velocità di traslazione e di sollevamento.

Nel caso dei carrelli elettrici CESAB, nei quali il dispositivo è normalmente previsto di serie, premendo il pulsante contraddistinto dalla figura della tartaruga, si ottiene una riduzione delle prestazioni del 10%. Un indicatore visivo sul cruscotto segnala quando è inserita tale funzione.

Su richiesta, il Servizio Assistenza può ridurre la velocità di traslazione a 5/6 Km/ora.

Dispositivo rilevatore della presenza di persone o mezzi

Installato a bordo del carrello, il PAS (Pedestrian Alert System) è in grado di riconoscere appositi "indicatori di presenza" (TAGs elettronici) all'interno del suo raggio di azione.

Tali indicatori (con dimensioni di un normale portachiavi), possono essere trattenuti dal personale abilitato a lavorare nell'ambiente in cui opera il carrello, o essere trasportati da altri mezzi dei quali sia necessario rilevare la presenza.

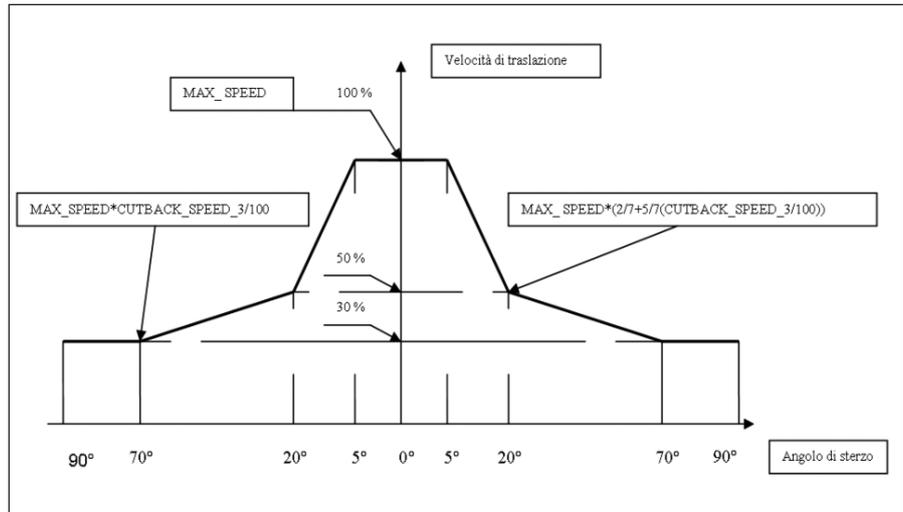
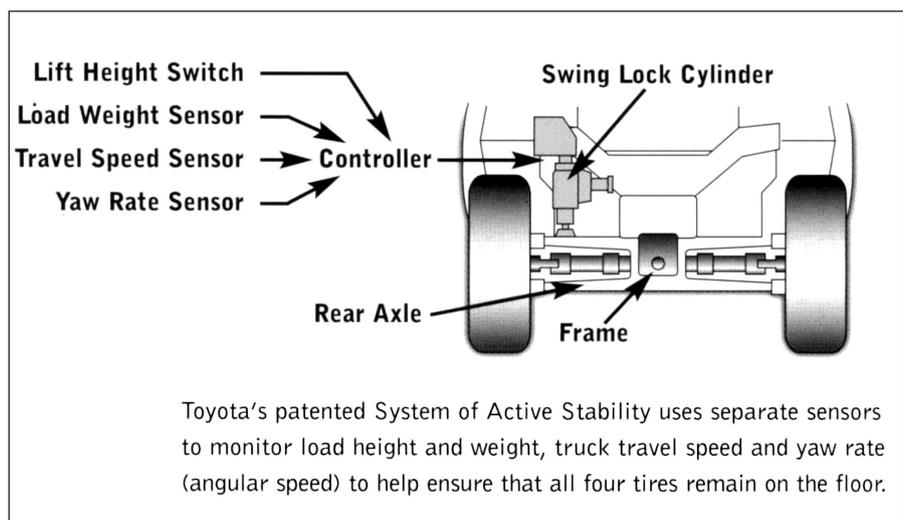


Figura 4. Rappresentazione di una tipica funzione di riduzione della velocità di traslazione in relazione all'angolo di sterzata



Toyota's patented System of Active Stability uses separate sensors to monitor load height and weight, truck travel speed and yaw rate (angular speed) to help ensure that all four tires remain on the floor.

Figura 5. Rappresentazione del dispositivo di bloccaggio dell'assale basculante posteriore



Figura 6. La posizione delle forche è indicata dal vertice della sagoma triangolare riportata sul lato destro delle tre immagini

Normalmente, il dispositivo riconosce due zone di pericolo, a circa 15 e 6 m dal carrello, rispettivamente. In funzione della distanza raggiunta, quando si avvicina all'indicatore di presenza, emette segnali acustici o visivi, d'intensità diversa.

Per rendere più efficace il sistema, è possibile far sì che entri in funzione soltanto nei luoghi prescelti. Un transponder sistemato in vicinanza della porta di accesso lo attiva o lo disattiva all'ingresso ed all'uscita. Può, inoltre, interagire con il dispositivo di riduzione della velocità di traslazione, se presente.

In tal caso il carrello, automaticamente, riduce la velocità, ad esempio, quando l'ostacolo è a 15 m di distanza. Se si riduce a 6 m, si ferma.

Videocamere

I carrelli possono essere equipaggiati con videocamere e monitor per consentire una perfetta visibilità degli eventuali ostacoli o per agevolare il prelievo del carico (Fig. 6).

NOTA Per evitare pericolosi problemi di incompatibilità, è necessario scegliere i dispositivi sopra visti fra quelli installati od autorizzati dal costruttore del carrello.

Ergonomia

È stato ampiamente dimostrato come una postura non corretta contribuisca ad affaticare precocemente il conducente che, al termine della giornata lavorativa, avverte pesantemente la stanchezza: al punto di perdere lucidità nell'azione. Anche in questo caso, però, è passato

parecchio tempo prima che ci si rendesse conto dell'importanza di avere un posto di guida adeguato.

È sufficiente dare uno sguardo ai carrelli costruiti antecedentemente al 1996 e paragonarli a quelli più recenti (Fig. 7, 8).

La diffusione dell'elettronica e la sua applicazione ai sistemi idraulici ha portato allo sviluppo di molteplici soluzioni atte a migliorare l'ergonomia del carrello. In primo luogo ha permesso la progettazione di componenti più compatti. Questo fatto, combinato alla maggior sensibilità dei costruttori al problema, ha portato, negli anni, a realizzare macchine in cui lo spazio per l'operatore è aumentato, mantenendo invariate le dimensioni esterne e le prestazioni.



Figura 7. Confronto fra posti di guida vecchi e nuovi



Figura 8. Confronto fra comandi per la movimentazione del carico vecchi e nuovi

L'elemento essenziale per realizzare un posto di guida ergonomico è il sedile.

I vantaggi di un sedile ben progettato ed adeguato all'applicazione, però, sono sensibilmente ridotti se la posizione dei comandi costringe l'operatore ad assumere una postura non corretta.

Per quanto riguarda la movimentazione del carico, ad esempio, l'integrazione dei comandi tipo joystick o fingertips, nel bracciolo di destra del sedile, ha apportato un importante contributo al miglioramento dell'ergonomia (Fig. 9 e 10).



Figura 9. Esempio di comando joystick



Figura 10. Esempio di comando fingertips



Figura 11. Esempio di sedile girevole a 30°



Figura 12. Esempio di posto guida reclinabile

Tali comandi, infatti, possono essere posizionati esattamente dove le esigenze dell'operatore lo richiedono poiché sono del tipo "by wire": senza alcun vincolo meccanico al telaio.

A completamento della panoramica sull'ergonomia, è interessante osservare la Fig. 12) che rappresenta un carrello da magazzino (BTP) con posto guida reclinabile all'indietro per evitare all'operatore di assumere posizioni innaturali quando deve stoccare o prelevare un carico da scaffalature ad altezze elevate.

Vibrazioni

Originariamente, i carrelli elevatori, per incrementare la stabilità del carico in quota, erano equipaggiati, quasi esclusivamente, con gommatura cushion: anelli di gomma piena, di spessore contenuto, scarsamente deformabili sotto carico, e con limitata attitudine ad assorbire le vibrazioni. I sedili erano assolutamente inadatti per un lavoro di otto ore giornaliero: con insufficiente imbottitura per contenere al minimo gli ingombri in altezza.

Nelle versioni “ribassate” (altezza da terra ridotta, rispetto allo standard) il sedile era sostituito da un cuscino di gommapiuma di 3 o 4 cm di spessore. Normalmente erano regolabili soltanto orizzontalmente, in direzione longitudinale.

Per quanto riguarda le vibrazioni, qualche miglioramento si ebbe a metà degli anni 80, quando, su tutti i carrelli, si resero disponibili di serie le gommature “superelastiche” ed i sedili con molleggio registrabile, in funzione del peso dell’operatore.

Le gommature superelastiche hanno le dimensioni di una normale gomma pneumatica e sono realizzate con strati di gomma piena dalle caratteristiche diverse. Sotto carico si deformano poco ma sono in grado di smorzare egregiamente le vibrazioni.

Nelle Fig. 2) e 7) si può vedere un confronto fra gommature cushion e superelastiche.

Nell’anno 2002, la Direttiva 2002/44/CE introdusse i valori limite delle vibrazioni all’esposizione. Tali valori vennero successivamente modificati, in Italia, dal D.lgs. 81/2008.

L’esperienza ha dimostrato che il valore delle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio dal volante o dalle leve di comando del carrello è generalmente minore a 2.5 m/s^2 (Norma UNI EN 13059), quindi, normalmente, non vengono rilevate.

L’attenzione si focalizza, dunque, sulla trasmissione di vibrazioni all’intero corpo che prevede:

- il valore limite di esposizione giornaliero, normalizzato ad 8 ore, fissato a $1,0 \text{ m/s}^2$;
- il valore d’azione giornaliero, normalizzato ad 8 ore, fissato a $0,5 \text{ m/s}^2$.

In nessun caso deve essere superato il primo dei due valori. Il secondo, invece, è quello che fa scattare i provvedimenti, da parte del datore di lavoro, per contenere l’esposizione alle vibrazioni. Tali vibrazioni sono correlate a molteplici fattori: fra questi, alla scelta ed all’uso del carrello stesso. L’esperienza ha dimostrato che fra i più importanti vi sono:

- le condizioni della superficie di lavoro;
- la velocità di traslazione;
- le caratteristiche del carrello;
- il tipo di gommatura;
- il tipo di sedile e la sua corretta registrazione in funzione del peso del carrellista;
- l’eventuale sospensione su supporti elastici della protezione conducente (o della cabina) alla quale è ancorato il cofano motore che sostiene il sedile dell’operatore (Fig. 13).

All’occorrenza, il datore di lavoro può intervenire sui fattori sopra elencati per rientrare entro i limiti di esposizione prestabiliti dalla legge. Lo strumento che consente un approccio scientifico al problema è un accelerometro che, adeguatamente posizionato, misura le vibrazioni alle quali viene sottoposto l’operatore. Analizzando i dati rilevati in un campione rappresentativo del ciclo di lavoro, si verifica se la conseguente esposizione alle vibrazioni può essere nociva alla salute dell’operatore stesso. Se dopo l’intervento effettuato sui fattori sopra visti, ancora non è possibile rientrare nei limiti di accettabilità è necessario ridurre il tempo di esposizione dell’operatore, ad esempio, riducendolo secondo quanto indicato dalla Tab. I.

Nel metodo sopra descritto rimane un punto di incertezza: le valutazioni vengono fatte sulla base dei rilievi effettuati su di un campione “rappresentativo”, preso come riferimento per rappresentare l’intero ciclo di lavoro. È possibile che tale campione non sia stato scelto adeguatamente. Per eliminare tale incertezza vi è uno strumento che può essere installato permanentemente sul sedile dell’operatore (Fig. 14): quando si raggiunge il valore limite di esposizione giornaliero, emette un segnale acustico e/o luminoso. È facile intuire la validità di tale applicazione:



Figura 13. Esempio di sospensioni elastiche per il posto di guida del carrello

Tabella I. Riduzione del tempo di esposizione in funzione dell'accelerazione rilevata

| Acceleration (m/s ²) | Time (h) |
|----------------------------------|----------|
| 0.5 | 8 |
| 0.6 | 5.5 |
| 0.7 | 4 |
| 0.8 | 3.1 |
| 0.9 | 2.4 |
| 1.0 | 2 |
| 1.09 | 1.6 |

- 1) viene evidenziato con precisione il momento in cui l'operatore deve sospendere il lavoro;
- 2) se adeguatamente utilizzata, è in grado di valutare l'efficacia dei singoli provvedimenti adottati per ridurre l'esposizione individuando, ad esempio, il percorso e la velocità ottimale, nonché la miglior registrazione del sedile.....

Conclusioni

Come si è visto, l'evoluzione tecnologica ha introdotto soluzioni che possono migliorare la sicurezza e la salute del carrellista. Il mercato, purtroppo, non sembra essere ancora particolarmente attratto da tali innovazioni. Probabilmente per mancanza di un'adeguata sensibilizzazione ma, soprattutto, per il perdurare di una situazione genera-



Figura 14. Esempio di dosimetro per misurare le vibrazioni trasmesse

le piuttosto difficile, è più interessato al contenimento dei costi ed all'incremento della produttività.

In questo contesto, a nostro parere, l'accordo raggiunto il 22 Febbraio scorso, tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome di Trento e Bolzano per rendere obbligatoria la patente per carrellisti rappresenta un importante contributo per implementare l'informazione e la formazione in merito alla sicurezza ed alla salute dei conducenti. Confidiamo, pertanto, che questo provvedimento possa portare importanti risultati fra qualche tempo, quando finalmente ci sarà un ritorno alla normalità del mercato.

Richiesta estratti: G. Tartara - Via Muzzinello n. 27 - 40017 S. Giovanni in Persiceto (BO), Italy