



**Renato Delmastro, Danilo Rabino**  
*Consiglio Nazionale delle Ricerche*  
*Istituto per le Macchine Agricole e Movimento Terra*  
*Strada delle Cacce, 73 10135 TORINO*  
*tel. 011/3977501 - fax 011/3977209*



**Cristiano Princi, Fabio Ricci**  
*Unione Nazionale Costruttori Macchine Agricole*  
*Via L. Spallanzani, 22/A 00161 ROMA*  
*tel. 06/44298221 - fax 06/4402722*

## **Adeguamento di macchine usate**

**“SPANDILQUAME ”**

*Macchine immesse sul mercato prima 21 settembre 1996  
e non soggette a marcatura CE*



## INTRODUZIONE

Il carro spandiliquame è una macchina trainata, generalmente utilizzata per il trasporto e la distribuzione in campo di concimi organici liquidi (comunemente definiti liquami).

E' costituito da un telaio rimorchio a uno o più assi, sul quale è installata una cisterna che, per effetto della depressione generata da una pompa esterna, aspira i liquami per il carico; sempre per effetto della differenza di pressione generata dalla pompa nel serbatoio, effettua lo scarico del prodotto, consentendone lo spandimento.



Fig. 1 - Spandiliquame

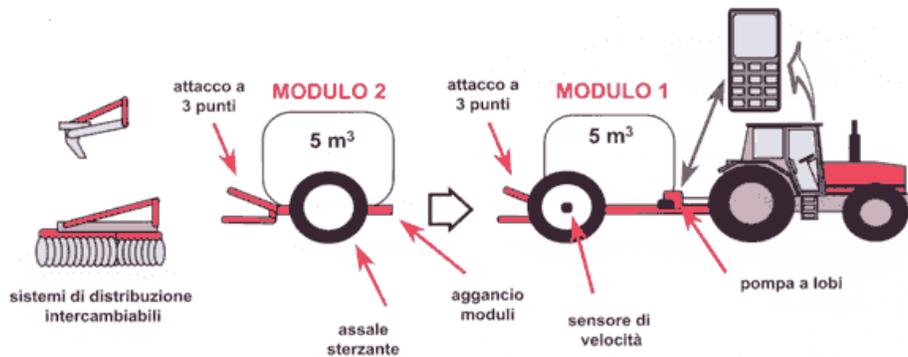


Fig. 2 - Spandiliquame modulare

## Descrizione e funzionamento

Definiti anche carri-botte, botti spandilquame o, più familiarmente, "botti", i carri spandilquame sono schematicamente costituiti da un serbatoio e da una serie di attrezzature per mettere in pressione, regolare la dose ed effettuare la distribuzione del liquame. Le principali caratteristiche costruttive sono essenzialmente riconducibili alle modalità con le quali viene messo in pressione il liquame, operazione che può avvenire, in sintesi, per immissione di aria nel serbatoio (*spandilquame con serbatoi in pressione*) o per azione diretta con liquido, per mezzo di pompe volumetriche o centrifughe, negli *spandilquame con serbatoio a pressione atmosferica*.

Dal punto di vista tecnico, l'evoluzione delle macchine è orientata verso:

- elevate capacità di carico;
- incremento della larghezza di lavoro;
- migliore uniformità di distribuzione;
- adeguamento delle macchine ai vincoli imposti per la tutela dell'ambiente, con particolare riferimento al contenimento delle emissioni di odori.

Gli **spandilquame con serbatoio in pressione** (fig. 3) sono senza dubbio le macchine oggi più diffuse, poiché possono effettuare tutte le operazioni connesse con l'omogeneizzazione, la ripresa e la distribuzione del liquame, creando, per mezzo di una pompa per l'aria, che funziona come pompa del vuoto nella fase di carico e come compressore nella fase di scarico, un differenziale di pressione fra il liquame contenuto nel serbatoio e l'ambiente esterno. La pompa per l'aria, collegata con il serbatoio per mezzo di una valvola di troppo pieno, è in grado di interrompere l'estrazione dell'aria quando il liquame nel serbatoio oltrepassa il livello di sicurezza. Inoltre, sempre per impedire che il liquame venga in contatto con la pompa dell'aria, può essere inserito, tra questa e la valvola del troppo pieno, un sifone di sicurezza.

Elementi caratterizzanti tali macchine sono le basse pressioni (0,5-2 bar) e depressioni (0,5 bar) di lavoro, raggiunte peraltro solo in brevi periodi del loro funzionamento, e ciò, oltre al limitato numero di parti in movimento a diretto contatto con il liquame, si traduce in ridotti problemi legati alla corrosione dei materiali.

### Legenda

- 1 Coperchio
- 2 Compressore

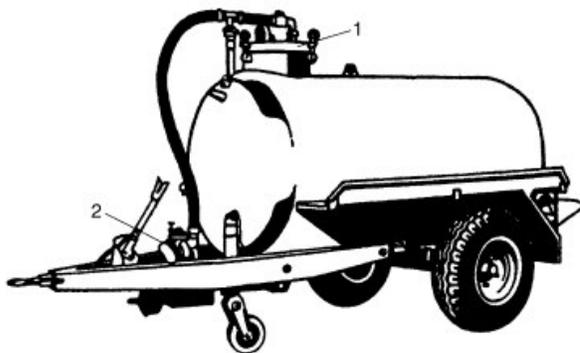


Fig. 3 - Spandilquame con serbatoio in pressione, ad azionamento pneumatico

Negli **spandilquame con serbatoio a pressione atmosferica** (fig. 4), una pompa centrifuga, di tipo aperto o semiaperto, ha la funzione di mettere in pressione il liquido e di avviarlo verso il sistema di distribuzione posto nella parte posteriore della macchina. Tali macchine risultano generalmente sprovviste di sistemi per la ripresa del liquame; il riempimento del serbatoio avviene di conseguenza per mezzo di un'apposita pompa a turbina. Il serbatoio di queste macchine ha pertanto la sola funzione di contenimento del liquame e non subisce variazioni di pressione rispetto all'esterno. Ciò rende possibile l'utilizzo in sicurezza di materiali di minor spessore, il che

comporta, rispetto ai serbatoi in pressione, una sensibile riduzione sia della massa a vuoto della macchina sia del suo costo. Per contro tale sistema è caratterizzato da maggiori usura e pericoli di intasamento.

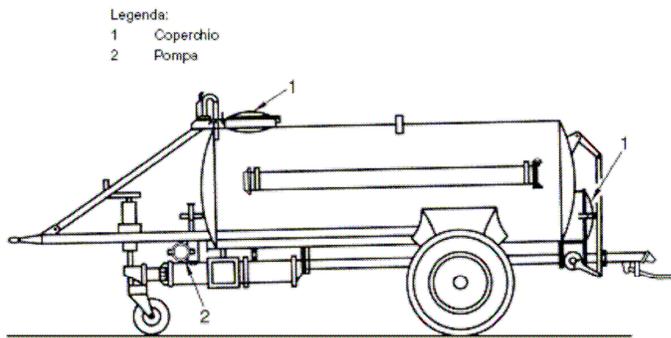


Fig. 4 - Spandiliquame con serbatoio a pressione atmosferica, ad azionamento meccanico

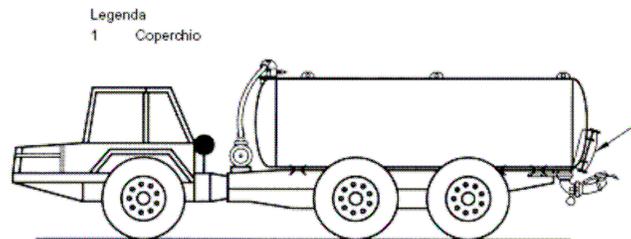


Fig. 5 - Spandiliquame con serbatoio a pressione atmosferica, ad azionamento meccanico

Per quanto riguarda il sistema di distribuzione, sostanzialmente può essere di due tipi: superficiale o ad interramento.

Il sistema di *spandimento superficiale* maggiormente in uso si avvale di un *piatto deviatore del getto*; si tratta di una soluzione caratterizzata da notevole semplicità costruttiva e da un limitato numero di componenti a diretto contatto con il liquame. D'altro canto, tuttavia, comporta notevoli problemi operativi legati essenzialmente a:

- elevata polverizzazione del getto, con conseguenti considerevoli emissioni di odori, fenomeni di deriva e scarsa uniformità di distribuzione;
- limitata larghezza di lavoro.
- insufficiente uniformità di distribuzione trasversale. Sotto questo aspetto, i migliori risultati si ottengono quando la superficie del deflettore è leggermente concava, a condizione, però, che il getto colpisca il deflettore esattamente nella sua parte centrale. Risulta quindi indispensabile una corretta regolazione e manutenzione del sistema, in quanto anche minimi errori di posizionamento, piccole incrostazioni o lesioni della superficie del deflettore, possono portare ad asimmetrie del diagramma di distribuzione.

Legenda  
1 Coperchio  
2 Dispositivo di spargimento a spaglio

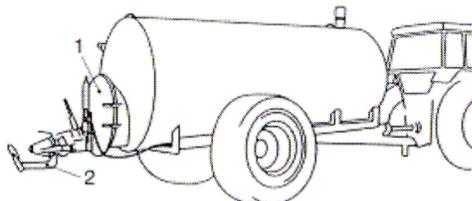


Fig. 6 - Spandiliquame con piatto deviatore del getto

Per ovviare ai problemi illustrati, negli ultimi anni si è fatto ricorso a soluzioni più innovative, con sistemi di distribuzione:

- a getto oscillante;
- a piatto deviatore oscillante;
- a barra con getti deviati;

Legenda

1 Braccio di spargimento per file

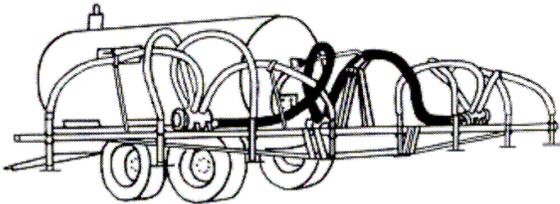


Fig. 7 - Spandiliquame a barra con getti deviati

- a tubi flessibili adduttori;

Legenda

1 Braccio di spargimento con tubi flessibili a strascico

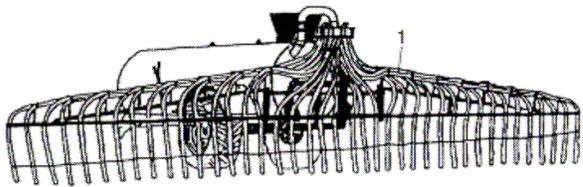


Fig. 8 - Spandiliquame a tubi flessibili adduttori

In alternativa, si fa ricorso alla *distribuzione con interramento* del liquame; tra i vantaggi di questa lavorazione, annoveriamo:

- maggior controllo degli odori;
- migliore utilizzo degli elementi nutritivi (riduzione delle perdite di azoto ammoniacale);
- riduzione della contaminazione della parte aerea della coltura e conseguente riduzione dello sviluppo di microrganismi patogeni;
- eliminazione dei rischi di scorrimento superficiale del liquame e di contaminazione delle acque superficiali;
- miglioramento delle condizioni fisiche del suolo;
- possibilità di distribuire il liquame anche in prossimità dei centri abitati.

Per contro, gli svantaggi legati a tale tecnica sono essenzialmente dovuti a:

- maggiore complessità dell'operazione di distribuzione dei liquami ed incremento dei costi energetici ad essa connessi;
- possibile danneggiamento della cuticola erbosa per azione dei denti assolcatori;
- non uniforme risposta della coltura alla concimazione in seguito alla localizzazione degli elementi nutritivi;
- impraticabilità del terreno per un certo periodo dopo la distribuzione;
- maggiori slittamenti e difficoltà di guida del trattore in eventuali successive lavorazioni del terreno.

La distribuzione del liquame avviene direttamente nello strato coltivato del terreno, grazie all'ausilio di utensili fissi o rotanti.

Nel primo caso, in particolare, la macchina monta alcuni elementi (denti apri-solco), che incidono il terreno, scavando un solco sul fondo del quale un tubo adduttore scarica il liquame, per gravità o in leggera sovrappressione (0,5 bar).

- Legenda  
1 Coperchio  
2 Dispositivo di iniezione

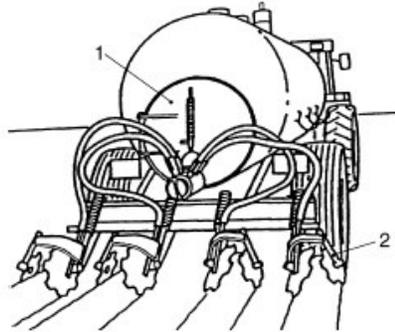


Fig. 9 - Spandiliquame con sistema di distribuzione ad interramento



Fig. 10 – Particolare del sistema di interramento

## ANALISI RISCHI

Dal punto di vista normativo, lo standard tecnico di riferimento per i carri spandiliquame è rappresentato dalla UNI EN 707:2001.

Per essere sempre identificabili, le macchine devono essere dotate di una targhetta di identificazione, con i dati del costruttore, il modello e le caratteristiche principali.

## Targhetta di identificazione

Nome e indirizzo del costruttore

Anno di costruzione

Modello

Matricola

Pressione ammissibile

Capacità del serbatoio

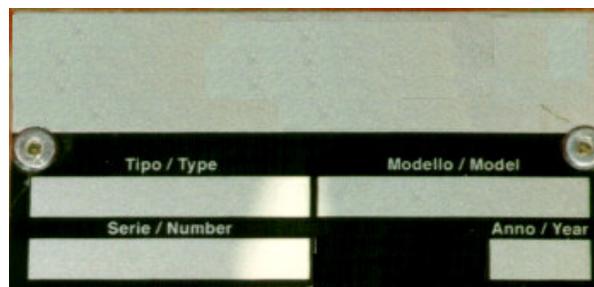


Fig. 11 – Esempio di targhetta di identificazione

Il manuale d'uso e manutenzione è un documento fondamentale, che deve accompagnare la macchina durante il suo intero ciclo di vita: prima di eseguire qualunque intervento (manutenzione, riparazione, regolazione, ecc.) occorre conoscere ed applicare scrupolosamente quanto vi è contenuto.

Sebbene inoltre il costruttore debba provvedere per quanto possibile all'eliminazione dei pericoli connessi con l'uso della macchina, è necessario porre attenzione alle istruzioni ed agli avvertimenti contenuti nei pittogrammi di sicurezza, applicati in prossimità dei punti della macchina dove possono essere presenti dei rischi residui.

Fig. 11 – Esempio di ubicazione di pittogrammi

## **ALBERO CARDANICO**

L'albero cardanico deve essere scelto in funzione dell'accoppiamento trattrice-macchina.

Verificare che siano efficienti le protezioni sul cardano, sulla trattrice e sulla macchina, in modo che tutto il complesso della trasmissione sia protetto, in particolare a livello dell'innesto dell'albero cardanico devono essere inserite delle protezioni (cuffie, controcuffie) come richiesto dal DPR 547/55. Tale protezione deve sovrapporsi alla protezione dell'albero cardanico di trasmissione dalla presa di potenza almeno per 50 mm (EN 1553).

L'albero cardanico utilizzato deve essere dotato di una protezione integra e in buono stato.

La macchina deve essere provvista di un supporto per l'albero di trasmissione quando la macchina non è agganciata (non può essere utilizzata la catenella usata per impedire la rotazione della protezione dell'albero cardanico) (EN 1553).



Albero cardanico non supportato



Protezioni assenti



Albero cardanico protetto e supportato



Cuffia conforme

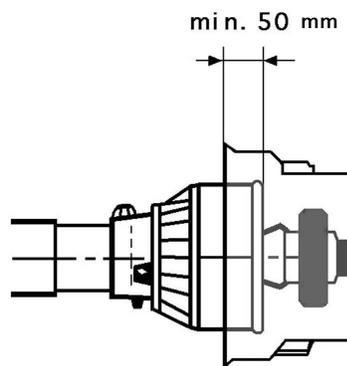


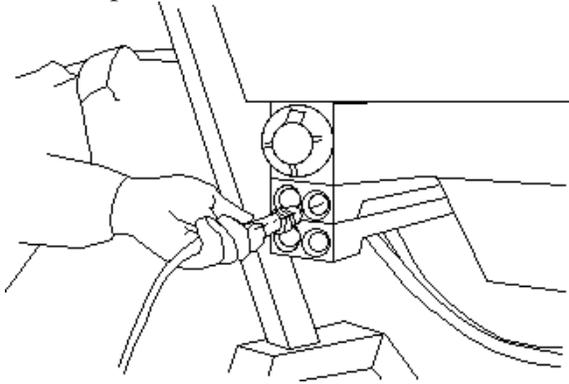
Fig. 7 - Quota minima di sovrapposizione (EN 1553)

**LINEE IDRAULICHE**

I pericoli derivanti dagli impianti idraulici sono molteplici.

I tubi idraulici devono essere protetti in modo da evitare fuoriuscite di liquido in caso di rotture. (es: dotare i tubi di guaina antiscoppio) (DPR 547 - EN 1553). Prima di mandare in pressione l'impianto, occorre verificare la correttezza delle connessioni e l'eventuale presenza di danneggiamenti sui tubi idraulici.

La macchina inoltre deve essere dotata di idonei dispositivi per supportare tutti i tubi ad innesto rapido (EN 1553).



Innesto tubi con codice di riconoscimento



Supporto tubi idraulici

Inoltre, le prese olio e gli innesti rapidi delle macchine devono essere dotati di un codice di riconoscimento per evitare errori di connessione potenzialmente dannosi.

## **BRACCIO DI SPARGIMENTO O INIEZIONE**

L'azionamento del comando manuale del braccio di riempimento deve essere possibile solamente dalla posizione di guida della trattrice o della macchina semovente; da qui, inoltre, l'operatore deve avere completa visibilità su tutta la zona raggiunta dal braccio di riempimento.

Inoltre, la massima altezza raggiungibile da questo dispositivo in fase di chiusura o apertura non può essere superiore a 4 m dal suolo. Se l'apertura o chiusura avvengono manualmente, il braccio deve presentare due maniglie, poste ad una distanza di almeno 300 mm dal punto di articolazione più vicino; nel caso invece l'operazione avvenga meccanicamente, il comando di rotazione deve essere del tipo ad azione mantenuta e va posizionato all'esterno della zona di rotazione.



Braccio di spargimento o iniezione

Il braccio deve rimanere bloccato in posizione di trasporto, per via meccanica oppure idraulica, tramite valvola di blocco; in tal caso, occorre precisare che il dispositivo di bloccaggio e le operazioni di apertura/chiusura del braccio vanno comandate da sistemi separati.

In fase di regolazione in altezza del braccio, se l'operazione avviene per mezzo di un verricello, questo deve essere ad arresto automatico, deve sopportare uno sforzo pari al doppio del peso del braccio e deve poter essere azionato da terra.

Qualora tale regolazione avvenga invece per via motorizzata, il comando deve essere ad azione mantenuta e manovrabile dalla postazione di guida. Inoltre, al fine di proteggere l'operatore dai rischi derivanti dal possibile guasto del circuito di comando, lo spandilicame va dotato di un dispositivo che limiti la velocità massima di discesa del braccio a 10 mm/s.

Infine, la norma richiede che sia possibile isolare il contenuto del serbatoio dal braccio, in maniera che questo possa essere svuotato in posizione abbassata per esigenze di trasporto, manutenzione, smontaggio o rimessaggio.

## SERBATOIO

La norma tecnica richiede che il serbatoio sia dotato di una o più aperture poste in posizione adeguata e di dimensioni sufficienti a consentire un'efficace pulizia di tutto l'interno della cisterna o ad eliminare qualsiasi eventuale ostruzione, evitando che un operatore debba entrare nel serbatoio.

In aggiunta, le aperture circolari di diametro maggiore di 400 mm oppure quelle rettangolari di dimensioni maggiori di 400 mm x 300 mm, localizzate nella parte superiore, devono essere protette da una griglia, rimovibile soltanto con l'ausilio di attrezzi.

Allo scopo di limitare gli effetti dell'oscillazione del liquame all'interno della cisterna, se la sua capacità è uguale o maggiore di 6000 l, il serbatoio deve presentare all'interno dei diaframmi anti-sbattimento, perpendicolari alla direzione di movimento della macchina e ciascuno con superficie pari ad almeno 2/3 della sezione trasversale del serbatoio.

Capacità C del serbatoio (litri)	Numero minimo diaframmi
$6.000 \leq C \leq 10.000$	1
$10.000 \leq C \leq 15.000$	2
$C \geq 15.000$	3

Legenda  
1 Esempio di sezione circolare di un serbatoio  
2 Diaframmi

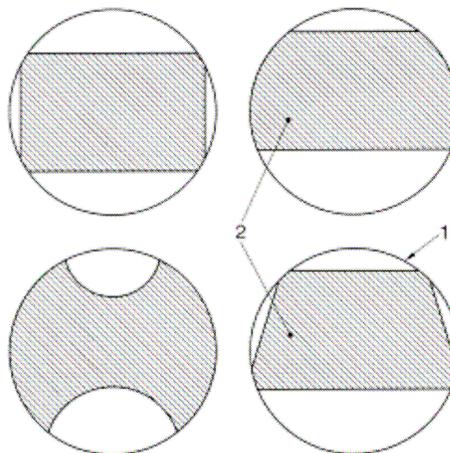


Fig. 9 – Esempi di diaframmi anti-sbattimento

Le catene dei trasportatori devono presentare un sistema di regolazione della tensione progettato in modo tale che, durante questa fase, l'operatore non debba andare sotto il cassone della macchina.

### Spandiliquame ad azionamento meccanico

Queste macchine, onde evitare l'insorgere di una sovrappressione, devono disporre di un troppo pieno, con precisi requisiti: un diametro minimo di 150 mm ed un'ubicazione tale che liquidi

e gas non vengano espulsi in direzione dell'operatore, quando questi si trovi nella sua postazione di lavoro.

### **Spandiliquame ad azionamento pneumatico**

Lo spandiliquame deve montare un dispositivo che consenta lo sfiato di eventuali pressioni prima del rilascio completo del meccanismo di fermo, impedendo l'apertura incondizionata dei coperchi del serbatoio.

E' prevista inoltre la presenza di un manometro che consenta la lettura della pressione di esercizio dalla postazione di guida della trattrice o della macchina semovente. Lo strumento deve riportare indicata la pressione massima ammissibile e va concepito e/o ubicato in maniera da non poter essere reso inattivo dal contenuto del serbatoio, né escluso da una valvola di arresto posta tra il manometro e la cisterna.

Infine, gli spandilicome ad azionamento pneumatico devono essere dotati di una valvola di sicurezza e la norma EN 707 ne descrive le caratteristiche tecniche e costruttive.

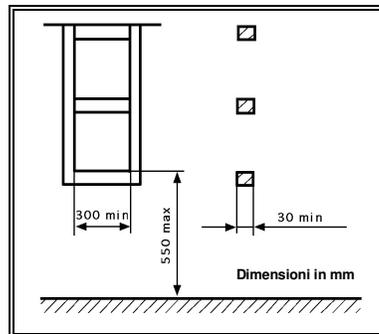
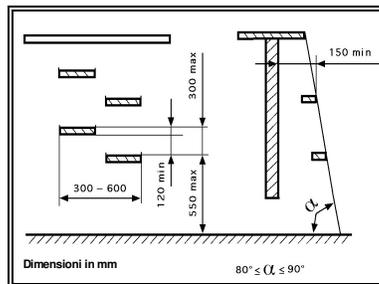
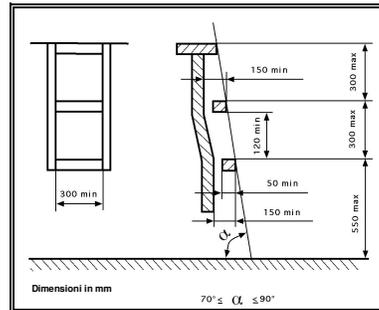
## MEZZI DI ACCESSO

Se la parte superiore del cassone raggiunge un'altezza superiore a 1,5 m dal suolo, la macchina deve essere dotata di appropriati mezzi di accesso.

Qualora vi sia presenza di un albero cardanico al di sopra della barra di traino, tali mezzi di accesso non vanno ubicati al di sopra dello stesso.

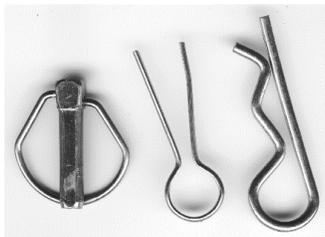
I mezzi d'accesso al cassone di carico devono essere dotati di almeno un corrimano o di una maniglia che sia facilmente raggiungibile da terra.

Le scale di accesso devono rispettare le misure riportate in figura (EN 1553).



## SPINE DI SICUREZZA

Le spine di sicurezza devono essere collegate al perno tramite un filo di plastica, di gomma o una catenella.



Spine antisfilo di sicurezza

## SOLLEVAMENTO DELLA MACCHINA

Sulla macchina deve essere presente e chiaramente identificato il o i punti di aggancio per il suo sollevamento.



## STABILITA' DELLA MACCHINA

### PIEDI DI APPOGGIO

Nelle macchine trainate, con un carico verticale sul punto di attacco del timone superiore a 500 N, deve essere presente un piede di appoggio in grado di supportare la barra di traino.

Il punto di attacco della barra di traino deve essere posto ad una distanza di almeno 150 mm al di sopra del terreno.

I piedi di appoggio o gli stabilizzatori (eccetto le ruote) devono avere una superficie di appoggio progettata per limitare la pressione di contatto con il terreno ad un valore massimo di 400 kPa (EN 1553).



### CUNEI DI BLOCCO

Quando la macchina viene sganciata su terreno in pendenza, è necessario utilizzare i cunei di blocco forniti in dotazione con la macchina.



## COMANDI MANUALI

### Comando manuale per l'operazione di distribuzione

La UNI EN 707:2001 prescrive che sia possibile avviare ed arrestare l'operazione di distribuzione dalla posizione di guida della trattrice o della macchina semovente.

### Comando manuale del compressore o della pompa

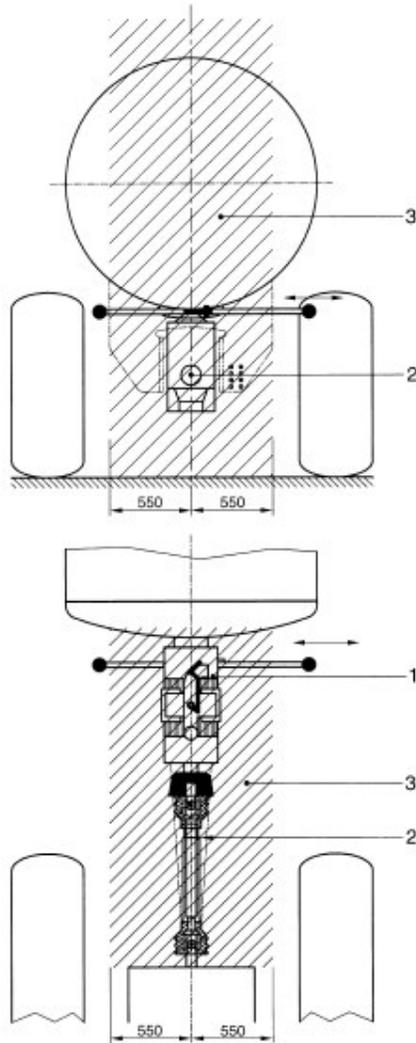
Preferibilmente deve essere possibile azionare il comando manuale del compressore o della pompa dalla posizione di guida del trattore o della macchina semovente.

In caso contrario, deve essere disponibile un comando manuale, accessibile da terra, posizionato su ciascun lato del serbatoio, ad una distanza orizzontale minima di 550 mm dall'asse centrale dell'albero cardanico, misurata perpendicolarmente a questo asse.

Le funzioni collegate alle diverse posizioni del comando manuale devono essere chiaramente identificate.

Legenda

- 1 Compressore o pompa
  - 2 Asse centrale dell'albero cardanico
  - 3 Zona nella quale non devono essere posizionati i comandi manuali del compressore
- Dimensioni in mm



## PITTOGRAMMI

Le macchine, infine, devono essere dotate di idonei pittogrammi di sicurezza che inducano l'operatore a porre particolare attenzione, in prossimità dei punti evidenziati, nelle cui vicinanze sussiste un pericolo residuo.



Leggere il manuale prima di effettuare qualsiasi intervento sulla macchina



Non sostare tra la macchina e la trattrice



Pericolo di lancio di oggetti. Mantenersi a distanza di sicurezza



Pericolo di intrappolamento degli arti, non avvicinare le mani agli organi in movimento



Pericolo di impigliamento, non avvicinare le mani agli organi in movimento



Pericolo di schiacciamento, non avvicinare le mani



Prima di effettuare interventi sulla macchina, fermare il motore della trattrice ed estrarre la chiave di accensione



Pericolo di caduta, non salire e non farsi trasportare dalla macchina



Verificare i giri ed il senso di rotazione della pdp della trattrice prima di inserire la trasmissione di potenza



Pericolo di ferimento delle mani, attendere l'arresto dei componenti della macchina prima di toccarli



Pericolo di ferimento da liquidi in pressione, rimanere a distanza di sicurezza



Punto di ingrassaggio



Punto di sollevamento



Utilizzare i dispositivi di protezione individuale