

**FORMAZIONE** 

### MANUALE DEL CORSO

Sezione A - Aspetti generali

**GRU MOBILE** 



Accordo Stato-Regioni del 22 febbraio 2012 Abilitazione degli operatori addetti all'utilizzo di particolari attrezzature di lavoro

### Allegato VII - GRU MOBILI

Punto 6.1. Aggiornamento periodico

### PARTE A - UTILIZZO E CONTROLLO DELLE GRU MOBILI

ing. Diego Sivilotti – CranEng S.r.l.

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 3.r.l.
Crane Engineering and Safety

### Variazione di velocità del carico

Supponiamo di avere un carico «c» di massa  $m_c$  sospeso ad una gru, sappiamo che durante il sollevamento il corpo da velocità  $\partial_0 = 0$  passa ad una velocità  $\partial_1 = 0$ , dunque valgono le seguenti:

Accelerazione 
$$a_{\mathcal{C}} = \frac{(\vartheta_1 - \vartheta_0)}{t_1 - t_0} = \frac{\Delta \vartheta}{\Delta t}$$

La forza  $\mathbf{F_c}$  è pari a  $F_c = a_c \cdot mc$ 

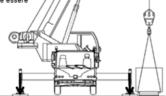
La forza F<sub>c</sub>è necessaria per

vincere la forza di gravità F<sub>a</sub> dunque la

Forza di sollevamento F<sub>s</sub> deve essere

necessariamente:

$$F_s = F_g + F_c$$



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### **Equivalenza**

Abbiamo detto che  $\mathit{F_s} = \mathit{F_g} + \mathit{F_c}$  dove  $\mathit{F_c} = \mathit{a_c} \cdot \mathit{mc}$ 

Accelerazione  $a_{_C} = \frac{(\theta_1 - \theta_0)}{(t_1 - t_0)} = \frac{\Delta \vartheta}{\Delta t}$ viene esercitata dalla potenza idraulica dell'argano.

Esempio:

 $m_c = {f 10.000} \ {f Kg}$ 

### È come se il carico pesasse 1.019,4 Kg in più!!! ovvero nell'arco di 1 s il carico si è spostato di un metro, ora supponiamo che questa variazione di velocità avvenga in 1 s, dunque:

$$a_c = \frac{(\vartheta_1 - \vartheta_0)}{(t_1 - t_0)} = \frac{1}{1} = 1 \ m/s^2$$

Dunque:

$$F_c = a_c \cdot mc = 1 \cdot 10.000 \ Kg \cdot \frac{m}{s^2} = 10.000 \ N = 1.019,4 \ Kg_p$$

$$F_s = F_g + F_c = 98.100 + 10.000 = 108.100 N = 11.019,4 Kg_p$$

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti



### Velocità di sollevamento degli argani

### 6.2 Velocità della gru

Azionamenti	senza intervalli	fune / lunghezza			
		della fune			
Verricello 1	0 m/min 125 m/min. per avvolgimento semplice	28 mm /600 m			
Verricello 2	0 m/min 125 m/mip per avvolgimento semplice	28 mm /940 m			
Verricello 3	0 m/min 125 m/min. per avvolgimento semplice	28 mm /950 m			
Meccanismo di	0 giri/min - 0,8 giri/min				
rotazione					
Meccanismo di	circa 130 s per la posizione del braccio da 1° a 86°				
inclinazione braccio					
Telescopaggio	circa 320 s per una lunghezza del braccio da 19,9 m a -	55 m			
	circa 770 s per una lunghezza del braccio da 18,3 m a -	100 m			

Range di velocità max 1,8 - 2,0 m/s

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### **Esempio**

Con velocità 1,8 m/s nell'arco di tempo di 1 s abbiamo:

Accelerazione 
$$a_c=\frac{(\vartheta_1-\vartheta_0)}{(t_1-t_0)}=\frac{\Delta\vartheta}{\Delta t}=1.8~m/s^2$$

### Ovvero

$$F_s \ = F_g + \ F_c = 98.100 + 18.000 = 116.100 \ N = 11.834,9 \ Kgp$$

Cioè poco più del 18% di sovraccarico!

Con 2 m/s avremmo 12038,7 Kg<sub>p</sub>!! Cioè il 20%!

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Cran Eng 3.r.l. Crane Engineering and 3 afecty

### Cosa può succedere?



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Comportamento umano ...

$$a_c = \underbrace{(\vartheta_1 - \vartheta_0)}_{(t1 - t0)} = \frac{\Delta \vartheta}{\Delta t}$$

In questa formula c'è un comportamento umano!

Quale?

La fretta!

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safety

### Oscillazioni

(verticali)

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Moto armonico verticale

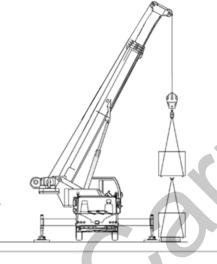
Le oscillazioni verticali sono generate dalla caratteristica di elasticità della gru (fune, braccio, carro, etc ...).

L'inversione di verso del moto è dovuta a due tipi di forze:

- 1) **La forza di gravità** genera l'inversione dall'alto verso il basso;
- 2) La forza elastica invece genera l'inversione del verso del moto dal basso verso l'alto.

La forza elastica  $F_e$  produce micro sollevamenti armonici verticali (5-10 cm), il moto armonico e smorzato dagli attriti (fune, resistenza aria, etc...).

Le forze inerziali si aggirano intorno al 0,5-1% del carico.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti



### **Graficamente**

F(N) 1

Le oscillazioni armoniche possono essere considerati cicli?

F <sub>e</sub> max	
F <sub>e</sub> max	
$F_g$	
	$a_c = \frac{(\vartheta_1 - \vartheta_0)}{(t1 - t0)} = \frac{\Delta \vartheta}{\Delta t}$
	t (s

La forza applicata alla gru avrà una parte fissa  ${\sf F_g}$  e una a carattere armonico dovuta all'elasticità  ${\sf F_e}$ 

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Conseguenze possibili



Video



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti Cran Eng 3.r.l. Crane Engineering and Safety

### Oscillazioni

(angolari)

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti



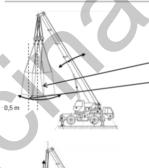
Dall'equazione del moto e dal principio di conservazione dell'energia sia che nel punto più basso abbiamo la massima tensione della fune:

$$\frac{m \cdot v^2}{r} + mgcos\theta = T$$

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and 3afety

### Cause

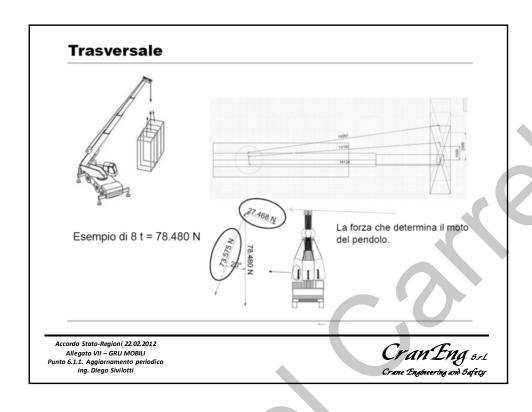


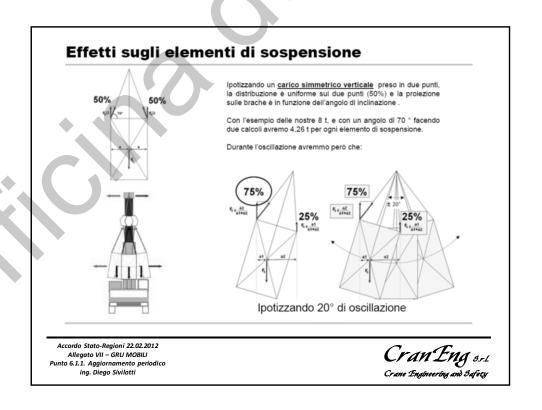
Considerando per esempio un pendolamento di  $\pm$  0,5 m avremmo come primo effetto, un decremento di portata di circa il 10%, quando il carico è in posizione a + 0,5 m di sbraccio.

In questo punto la componente tangenziale della forza di gravità (fg<sub>1</sub>) ha <u>la sua massima</u> <u>intensità, in questo punto si inverte il moto del pendolo.</u>

Si possono osservare anche sovraccarichi del 40%I

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti





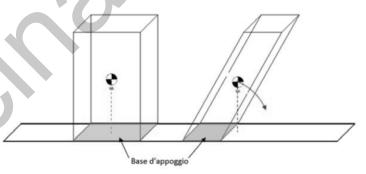
### Equilibrio e Stabilità

(alcuni cenni)

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

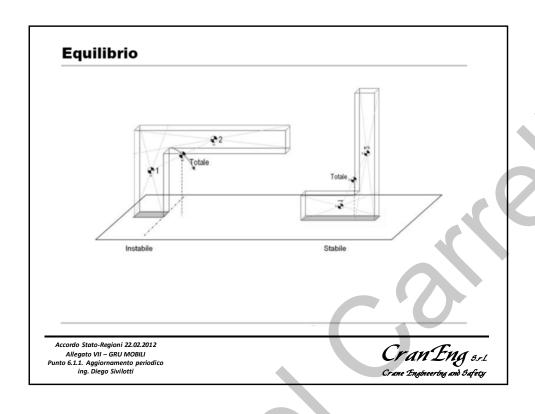
Cran Eng 5.r.l.
Crane Engineering and Safety

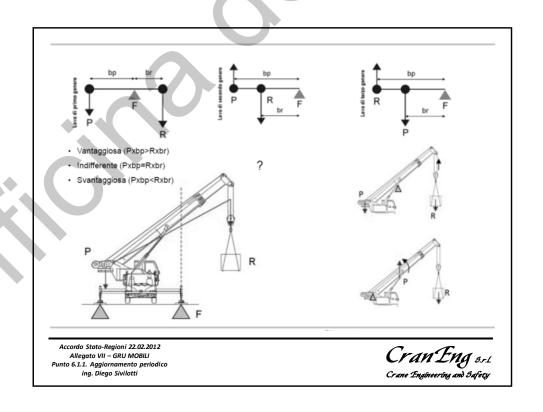
### Equilibrio di un corpo rigido

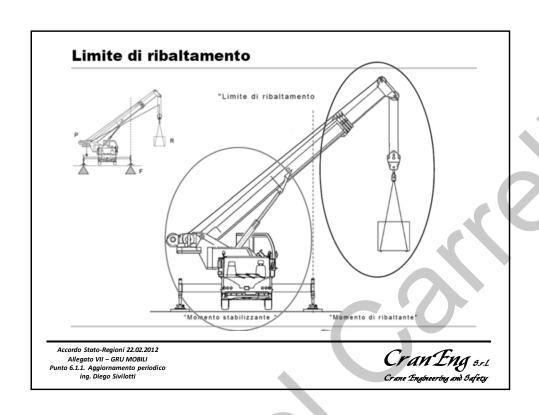


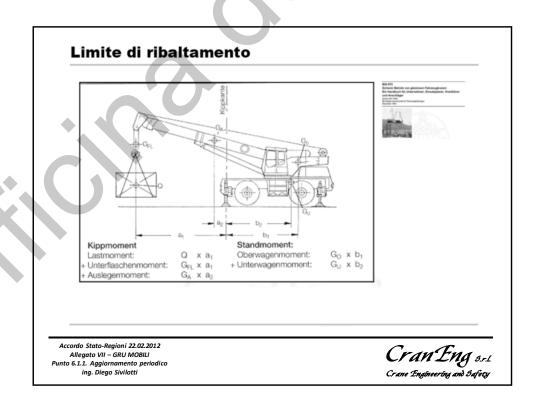
Un corpo rigido <u>è in equilibrio</u> se e solo se la proiezione del suo baricentro sul piano <u>ricade nella sua base d'appoggio</u>, diversamente il corpo comincia a ruotare attorno all'asse di appoggio per cercarla in una nuova posizione.

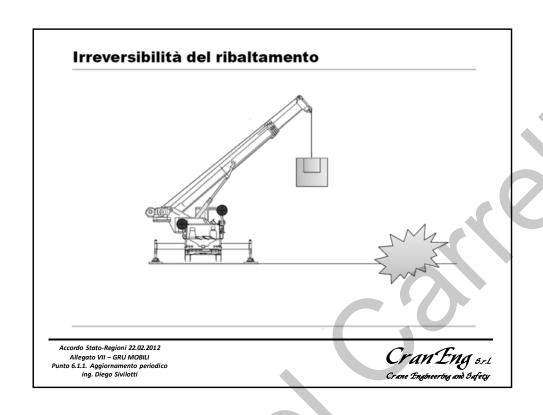
Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

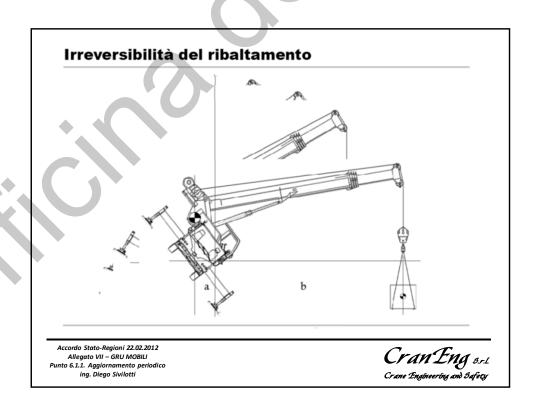


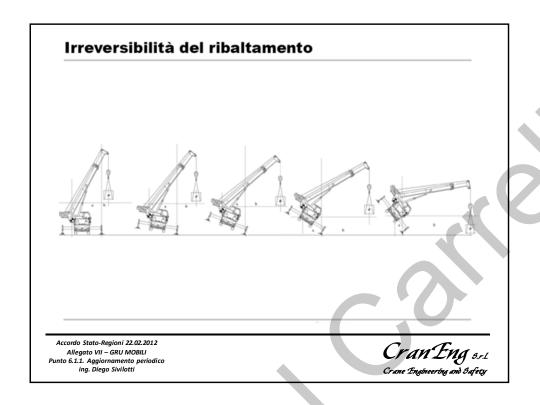


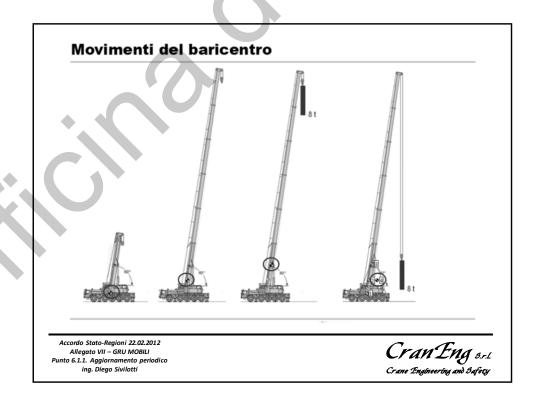












### La "cupola" o semi sferoide di stabilità. Analizzando i vari limiti di portata di una gru mobile a varie configurazioni si scopre che il baricentro si muove in un semi sferoide o «cupola». —Mov. Baricentro braccio 10% - sbraccio 10 m — Mov. Baricentro braccio 0% - sbraccio 10 m — Mov. Baricentro braccio 10% - sbraccio 10 m — Mov. Baricentro braccio 46% - sbraccio 10 m — Mov. Baricentro braccio 46% - sbraccio 10 m — Mov. Baricentro braccio 46% - sbraccio 20 m

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safety

# Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII - GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti Crane Engineering and Safecy

### Ripartizione dei carichi sul terreno

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti



### Ripartizione dei carichi sul terreno

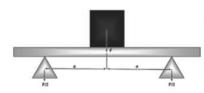




Durante un sollevamento il carico è ripartito sulla base o sui punti di appoggio della gru. La ripartizione dipende dalla configurazione della gru e dalla posizione (rotazione torretta, lunghezza braccio etc ..) del carico.

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

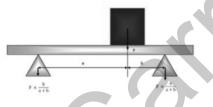
### La base del calcolo



Ad esempio, un carico appoggiato centralmente su una barra a sua volta poggiata su due vincoli equidistanti genera una equipartizione del carico sui vincoli stessi.

Se il carico viene spostato allora la ripartizione cambia a seconda delle distanza "a" e "b".

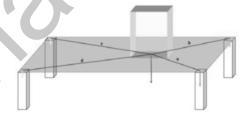
I fattori  $\frac{a}{a+b}$  e  $\frac{b}{a+b}$  non sono altro che le percentuali di "a" e "b" rispetto alla distanza totale "a+b".



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

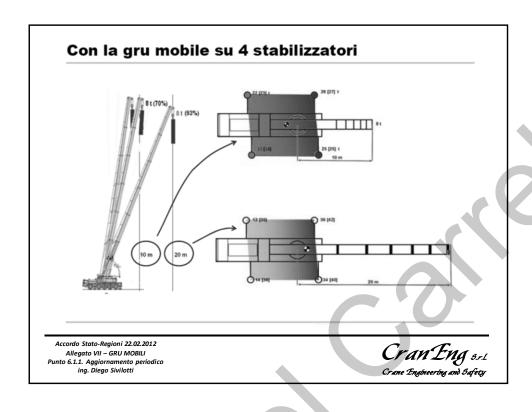
Cran Eng 3.r.l.
Crane Engineering and 3 afecy

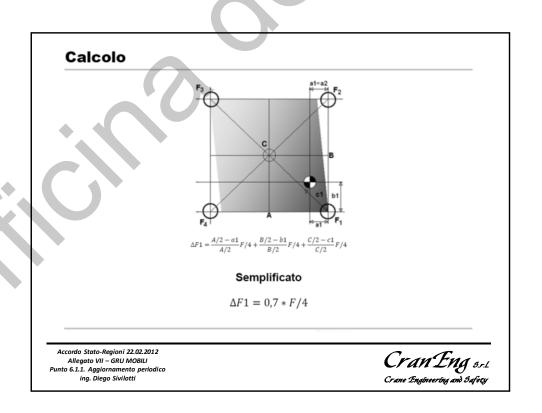
### Su quattro punti d'appoggio



Per determinare la distribuzione di un carico <u>su 4 punti d'appoggio</u> è necessaria la conoscenza approfondita delle regole matematiche applicate alla fisica. Ma possiamo già ragionevolmente pensare <u>che il piede più caricato è quello che si trova più vicino al carico.</u>

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti





### Nota

necessario tenere presente che <u>le</u>

<u>approssimazioni utilizzate</u> servono per avere

<u>una idea di cosa succede</u> nelle varie

situazioni di carico. Per esempio quando la

torretta è ruotata di un certo angolo, <u>la vera</u>

<u>posizione del baricentro non è in asse con il</u>

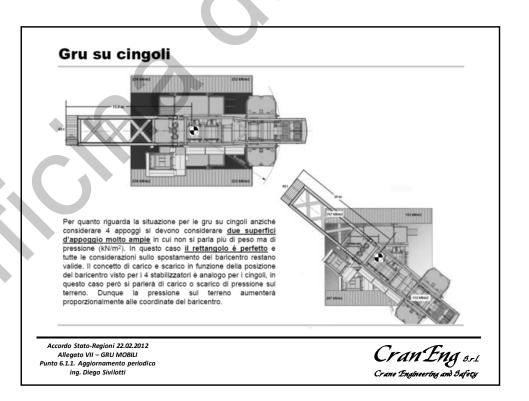
<u>braccio</u> ma bensì spostata leggermente tra

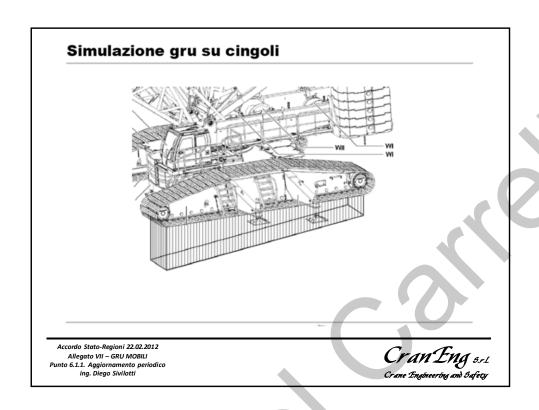
l'asse del braccio è l'asse del carro, <u>questo</u>

<u>perché il carro rimane fermo!</u>

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti







## Terreno d'appoggio Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato Vil - GRU MOBIU Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti Terreno d'appoggio Cran Engineering and 3 sfersy

### Composizione del terreno

Il terreno essendo composto da **un ammasso di granuli misti** ad **acqua**, **vapore acqueo ed aria** possiede una estrema variabilità del modello meccanico secondo due modalità:

- · comportamento pseudo-coerente
- · comportamento incoerente

I terreni pseudo-coerenti presentano una meccanica di tipo elastico (la deformazione, avviene senza espulsione del contenuto d'acqua, viene restituita al cessare della pressione)

I terreni incoerenti presentano una meccanica di tipo anelastico (la deformazione, prodotta dall'espulsione dell'acqua e dell'aria, permane al cessare della pressione)

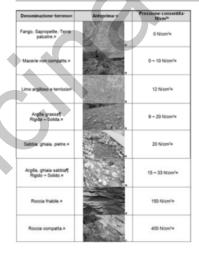
Consistenza	Ic	f <sub>x</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Descrizione pratica
Fluida	<0,00	< 0.025	
Fluido-plastica	0,00-0,25	0,025-0,040	La terra stretta nel pugno fuoriesce dalle dita
Molle-plastica	0,25-0,50	0,040-0,070	La terra si modella con le dita con una pressione leggera
Plastica	0,50-0,75	0,070-0,100	Si modella con la pressione delle dita
Solido-plastica	0,75-1,00	0,100-0,200	Si modella a fatica con forte pressione delle dita
Solida-dura	>1	0,200-0,400	Si incide a fatica con l'unghia del pollice

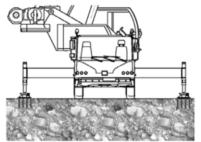
tabella che mette in relazione la consistenza del terreno e la resistenza a compressione:

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and 3afety

### Tipi di terreno



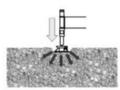


Misurando la superficie del piatto d'appoggio A e conoscendo la ripartizione del carico  $\mathcal{F}_{1..4}$  sui quattro stabilizzatori possiamo determinare la pressione  $\underline{\nu}$  massima esercitata dalla gru su ogni singolo piatto in N/cm²:

$$p_{1..4} = \frac{F_{1..4}}{A}$$

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Appoggio sicuro?



Se la resistenza del terreno non è sufficiente si ha uno sprofondamento dello stabilizzatore nel terreno con perdita di stabilità della gru e conseguente ribaltamento.



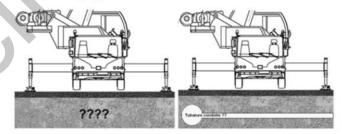


Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safety

### Appoggio sicuro?

Verificare ed accertarsi che sotto il terreno d'appoggio non ci sia materiale non resistente o che ci siano tubature o condotte. L'eccessiva pressione dello stabilizzatore farà sprofondare l'appoggio nel terreno.



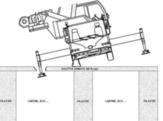
Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Appoggio sicuro?



Oppure si potrebbe verificare di poggiare su due tipologie di terreno di resistenza diversa.





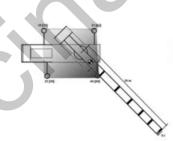
Oppure sopravvalutare la resistenza di una soletta.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safety

### Appoggio sicuro?



Nell'esempio della nostra 100 t, il piatto d'appoggio ha un'area di 55 cm x 55 cm 3025 cm². Nella situazione della figura avremmo una pressione sul terreno pari a:

 $p = \frac{400.000 \, \text{N}}{3.205 \, \text{cm}^2} = 124,8 \, \text{N/cm}^2 \quad \textbf{12,5 Kg/cm}^2$  lpotizzando di essere su un terreno con sabbia, ghiaia e pietre ovvero una resistenza di 20 N/cm² sarà necessario ampliare la base di appoggio.



La superficie A' di ampliamentodella base d'appoggio è data da:

 $A' = \frac{400.000 \, N}{20 \, \frac{N}{cm^2}} = 20.000 \, \text{cm}^2$ 

Ovvero in sicurezza una piastra di 150 cm per lato.

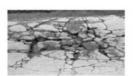
Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

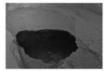
### Appoggio sicuro?

La resistenza a compressione del terreno naturale dipende da tanti fattori, uno tra i più evidenti e diretti e l'acqua. Terreni secchi , asciutti e ben compattati hanno al loro interno un alto valore di resistenza d'attrito. Ciò significa che la pressione agente sul terreno non riesce facilmente a smuoverlo per le alte tensioni interne dovute proprio alla compattezza ed all'attrito.

L'acqua invece ha l'effetto di ridurre l'attrito tra i granuli e facilità lo spostamento e l'assestamento di strati granulosi.

L'esempio in foto è caratteristico di un terreno in movimento per infiltrazioni di acqua.





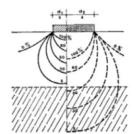


Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safety

### Tipi di supporti

La figura mostra come si propagano le pressioni di spinta su una piastra d'appoggio, <u>le ricerche dimostrano che maggiore è la superficie della piastra e più in profondità scendono le linee di pressione nel terreno.</u>



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Distribuzione della pressione sul terreno

### 4. Field measurements

Mounting mobile construction machines can be divided in two phases in principle. Phase 1 contains the positioning of the supports and mounting of the machine; Phase 2 is during operation. In the following only one support will be spotted.

With the aid of several mobile construction machine manufacturers it was possible to conduc

some series of load-displacement measurements. One aim was to prove the assumption, that the behaviour of the load-displacement curves during mounting and operation of the machines are following a hyperbolic law. An other aim is to produce a data base for different kinds of soils to use in the



Fig. 5. Set-up of general measuring device

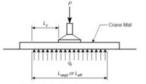


Fig. 1. Simple Crane Mat Arrangement

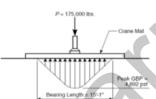


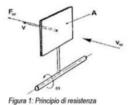
Fig. 3. Bearing Pressure Curve at the Design Load

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and 3afety

Influenza del vento

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti



Su ogni superficie esposta all'azione del vento si genera una forza di spinta. Nella figura accanto è rappresentata una superficie sulla quale agisce una massa d'aria in movimento. Su ogni parte della superficie agisce una pressione cinetica di riferimento p (in N/m²) data dall'espressione di Bernoulli:

$$p = \frac{1}{2}\rho v^2$$

Dove v è la velocità di riferimento del vento (in m/s);

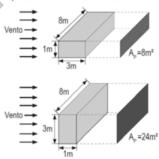
p è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1.25 kg/m³.

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti Cran Eng 3.r.l. Crane Engineering and 3 afecy

### Note tecniche

### Definizione di superficie di proiezione massima (A<sub>p</sub>)

Quando un corpo viene investito da una fonte di luce, il corpo getta un'ombra. Quest'ombra è la superficie di proiezione A, del corpo. Se il corpo invece di essere investito dalla luce viene investito dal vento viene a crearsi la stessa ombra (superficie di proiezione). L'ombra può essere più o meno grande in base alla direzione del vento. La superficie di proiezione massima viene indicata dal costruttore del carico.



L'esempio riportato sulla pagina a sinistra dovrebbe spiegare chiaramente che un oggetto può avere diverse superfici di proiezione. Per tale motivo è ne-cessario considerare sempre la superficie di proiezione massima di un carico o un corpo.

Più grande è la superficie di proiezione e maggiore è la superficie esposta alla forza del vento.

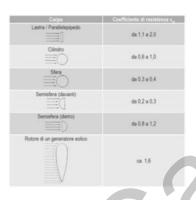
Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Definizione di coefficiente di resistenza $c_{\rm w}$



Se un corpo viene investito o avvolto dall'aria, l'aria viene frenata dal corpo stesso. Il corpo rappresenta un ostacolo per l'aria (resistenza di corrente).

La resistenza di corrente varia in funzione alla forma del corpo. Per poter descrivere la forma del corpo è stato stabilito il coefficiente di resistenza.

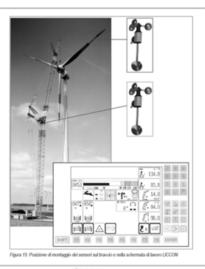


Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safecy

### Note tecniche

Sensore rilev. vento (Anemometro)



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Definizione di superficie esposta alla forza del vento (A<sub>W</sub>)

La superficie esposta alla forza del vento  $A_W$  indica l'estensione della superficie esposta alla forza del vento tenendo in considerazione la resistenza del corpo. Essa è formata dalla superficie di proiezione  $A_P$  insieme con il valore  $c_W$ .

Formula Superficie esposta alla forza del vento ( $A_W$ ):



 $A_w = A_P \cdot c_w$ 

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safety

### Note tecniche



La forza esercitata dall'aria in movimento sulle superfici può essere <u>di effetto "caricante" o "scaricante" a</u> seconda della direzione del vento sul braccio e carico.

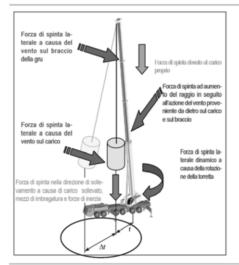
Se il **vento spinge alle spalle** del braccio allora l'effetto è "caricante" e le conseguenze sono paragonabili ad un sovraccarico.

Il carico inoltre viene spinto lontano dalla gru con un aumento di sbraccio e quindi riduzione delle portate.

Se il **vento spinge di fronte** allora l'effetto è di scarico, il carico viene spinto verso la gru e di conseguenza si ha una riduzione di sbraccio ed aumento di portata.

Questo potrebbe indurre il gruista a commettere errori di valutazione in quanto al terminare dell'effetto del vento lo sbraccio ritorna nel suo valore normale.

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti



In presenza di vento le forze che agiscono sulla gru sono rappresentate in figura.

La distribuzione delle forze che agiscono sulla gru è variabile ed imprevedibile e determina una potenziale instabilità a seconda della potenza del vento.

La pressione dell'aria agisce sia sulla gru che sul carico variando anche le geometrie (sbraccio, incurvatura braccio, oscillazioni etc ..).

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and 3 afety

### **Note tecniche**



ll braccio di una gru da 100 t ha una superficie dorsale di  $\sim$  38-40  $m^2.\,$  Facendo una media di velocità del vento a 12 m/s, applicando la regola di Bernoulli si ha:

$$p = \frac{1}{2}\rho v^2$$

Ovvero 90 N/m<sup>2</sup>

$$F = pA_v$$

Dunque la forza esercitata su 38 m² è 3420 N ovvero ~342 Kgf distribuita su tutto il braccio.

Se ragioniamo in termini di momenti ribaltanti e consideriamo per esempio solo l'ultimo sfilo avremmo la seguente situazione:

 $\begin{array}{l} {\rm Dati:} \\ A_{\it W} \ {\rm tele5} {\cong} \ 5 \ m^2 \\ \nu = 13.1 \ {\rm m/s} \\ p = 107.3 \ {\rm N/m^2} \\ F = p A_{\it W} = 527.7 \ {\rm N} \end{array}$ 

Sull'ultimo elemento telescopico agirebbe una forza orizzontale di 527,7 N con un momento ribaltante dell'ordine dei 25000 Nm.

Questa forza è l'equivalente di un carico di ~300 Kgf a 8 m di

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti



Con l'azione di queste pressioni il braccio telescopico **tende leggermente a flettersi** in avanti aumentando così lo sbraccio e immediata perdita di portata.

Analogamente come sopra, il vento proveniente dal lato è particolarmente pericoloso in quanto agisce sul braccio con una spinta laterale ribaltante. Il braccio si flette sul lato e perde la sua "assialità".

Come per le oscillazioni laterali il carico non è in asse con il braccio ed è allontanato lateralmente con aumento dello sbraccio.

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safety

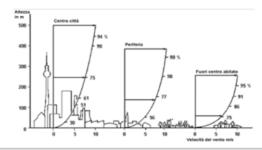
### **Note tecniche**

Man mano che ci si avvicina al suolo, la rugosità del terreno fa variare in modo differente la velocità del vento.

In centro città avremmo una repentina riduzione del vento mentre uscendo dai centri abitati dove le case si riducono di altezza e concentrazione il vento riduce la sua velocità meno rapidamente con l'altezza.

Nelle campagne ancora meno.

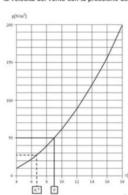
In mare la rugosità e pari a zero.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Pressione del vento

Nelle tabelle dei carichi massimi è riportata una importante curva che mette in relazione la velocità del vento con la pressione dell'aria esercitata sulle superfici.



Il diagramma accanto mostra la relazione tra la velocità del vento e la pressione che esercita sulla superficie di un carico. La pressione cinetica di riferimento p (in N/m²) è data dall'espressione di Bernoulli:

$$p = \frac{1}{2}\rho v^2$$

Dove  $\nu$  è la velocità di riferimento del

vento (in m/s); p è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1.25

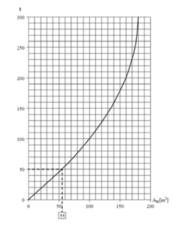
Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 3.r.l.
Crane Engineering and Safety

### Forza esercitata dal vento e relazione massa/superficie

Il diagramma a destra mostra invece la relazione tra il peso di un corpo esposto al vento e la sua superficie. Nell'esempio si prende in esame un carico da 50 t e la sua superficie massima Aw consentita è 55 m<sup>2</sup>. Se prendiamo per esempio una velocità del vento v di 9 m/s, attraverso la relazione di Bernoulli otteniamo una pressione del vento ρ pari a 50,6 N/m<sup>2</sup>. Moltiplicando la pressione ρ per la superficie A<sub>w</sub> otteniamo la forza agente sul carico da parte del vento pari a 2783 N equivalenti a 278,3 Kgf.

Aumentando la velocità del vento v a 11 m/s la pressione  $\rho$  aumenta a 75,6 N/m² e la forza agente sulla superficie A<sub>w</sub> sale a 4158 N equivalenti a 415,8 Kgf.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Relazione tra Superficie e velocità del vento

Ora cercheremo di mettere in relazione la velocità  $\nu$  del vento con una superficie A del carico

Considerato che:

$$p = \frac{1}{2}\rho v^2$$

$$F = pA \rightarrow p = \frac{F}{A}$$

Dunque

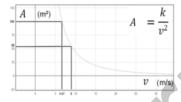
$$\frac{F}{A} = \frac{1}{2}\rho v^2 \to A = \frac{2F}{\rho v^2}$$

Se in fase di progettazione poniamo un limite massimo alla forza F, allora la relazione tra A e ν avrà la seguente forma:

$$A = \frac{k}{v^2}$$

Dove

$$k = \frac{2F}{\rho}$$
 = costante



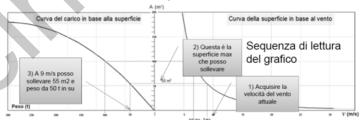
A velocità basse del vento posso movimentare grandi superfici!!!

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safety

### Curve per vento massimo

La curva del carico in base alla superficie stabilisce la relazione tra carico e superficie massima ammissibile. In fase di progettazione si stabilisce un limite massimo di azione del vento sulla superficie cosicché tra i tre valori (Peso, Superficie e Vento) è stabilita una correlazione diretta al di fuori della quale sussiste il rischio di incidente.



Nota che fin qui non abbiamo considerato l'altezza, ovvero abbiamo supposto la ns. analisi ad h = costante e fissa.

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### $\mathbf{V}_{\mathsf{max\_TAB}}$

 $\mbox{Dunque V}_{\mbox{\scriptsize max\_TAB}} \ \mbox{\'e} \ \mbox{la velocit\`a massima consentita nella tabella dei carichi massimi delle gru mobili. }$ 

Ma è valida per ogni forma e dimensione di carico?

No, perché abbiamo visto che su superfici grandi la pressione e dunque la forza sul carico e sulla gru aumentano pericolosamente.

Domanda: Ma a che condizione è valida la  $V_{max\_TAB}$ , esiste una condizione limite di validità?

Si, la V<sub>max TAB</sub> è valida entro la seguente condizione, ovvero:

Superficie esposta al vento del carico  $(A_W)$  / Massa del carico  $(m_H) \le 1,2$  m²/t, questo valore è stabilito come limite (EN 13000) per il calcolo delle tabelle di portata.

Ricordo che  $A_W = A_P \cdot c_W$  e che questi ultimi due valori sono caratteristiche del carico

Dunque è necessario sempre verificare che:

$$\frac{A_W}{m_H} \leq 1.2 \; m^2/t$$

E se >  $1,2 \text{ m}^2/\text{t}$ ?

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti



### $c_{\rm W}$ e formula per il calcolo di $V_{\rm max}$

Se 
$$\frac{A_W}{m_H} > 1.2 \text{ m}^2/\text{t}$$

Allora è necessario ricalcolare la nuova V<sub>max</sub> con la seguente formula:

$$V_{max} = V_{max\_TAB} \times \sqrt{\frac{1,2 \times m_H}{A_W}}$$

 $A_W = A_P \cdot c_W \quad \text{e che questi ultimi due valori sono caratteristiche del carico}$ 

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Esempi

Qual' è la velocità massima del vento ammessa per un carico  $m_{H}$  di 11,4 t e superficie  $A_{p}$  da 50  $m^{2}$  e  $c_{W}\,$  pari a 1,4?

Verifichiamo che 
$$rac{A_W}{m_H} \leq 1,2 \; m^2/t$$

$$A_W = A_P \cdot c_W = 50 \times 1,4 = 70 \text{ m}^2$$

Verifichiamo che 
$$\frac{A_W}{m_H} \leq 1.2~m^2/t~$$
 cioè  $\frac{70}{11.4} = 6.14~m^2/t$ 

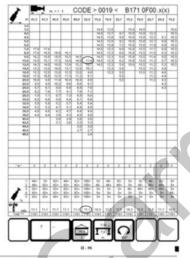
Dunque è necessario calcolare la velocità del vento ammessa:

$$V_{max} = V_{\text{max\_TAB}} \times \sqrt{\frac{1,2 \times m_H}{A_w}}$$

ovver

$$= 11.1 \times \sqrt{\frac{1.2 \times 11.4}{70}} = 4.9 \, m/s$$

4,9 m/s < 11,4 m/s !!! Ovvero oltre la metà!!



Cran Eng 3.r.l. Crane Engineering and 3 efecty

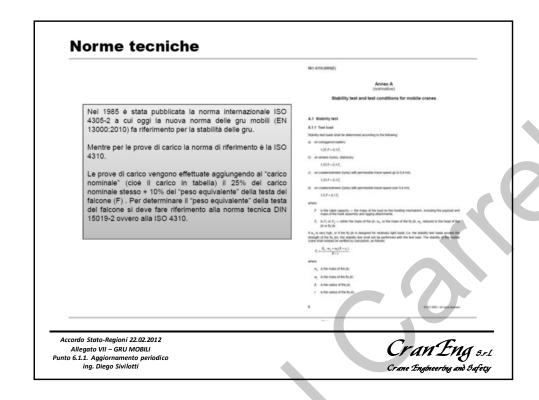
Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

## Calcoli, le raffiche | Per / valori di picco si prende per piferimento un artifica di 3,5 nolle per il calcolo della velocità media si ocierno l'andiamento per il prindi antique di 10 na alone grand or san level. | Velocità del vento in m/s, misurata ad un'apitezza di (0 m dal sucio). | Velocità del vento in m/s, misurata ad un'apitezza di (0 m dal sucio). | Velocità del vento in m/s, misurata ad un'apitezza di (0 m dal sucio). | Verlauf der Windgeschwindigneit in einer Höhe z [m] über die Zeit | Verlauf der Windgeschwindigneit in einer Höhe z [m] über die Zeit | Windgeschwindigneit me einen Zeitraum von 3 | Sekunden gemiteller Wert der Windgeschwindigneit in einer Höhe z [m] über die Zeit | Windgeschwindigneit me einen Zeitraum von 3 | Sekunden gemiteller Wert der Windgeschwindigneit in w. Meeresprager [m] von Windgeschwindigneit in Windgeschwindigneit in Union Windgeschwindigneit in Windgeschwindigneit in Union Windgeschwindi

	Beaufortwert	3	4	5ª	5	6	7°	7	8	9	10	
Velocità media a 10 m dal suolo.	∇ m/s <sup>a</sup>	5,4	7,9	10,1	10,7	13,8	14,3	17,1	20,7	24,4	28,4	
	z m					v(z)	m/s					
	10	7,6	11,1	14,1	15,0	19,3	20,0	23,9	29,0	34,2	39,8	
	20	8,1	11,9	15,2	16,1	20,7	21,5	25,7	31,1	36,6	42,7	
	30	8,5	12,4	15,8	16,8	21,6	22,4	26,8	32,4	38,2	44,5	
	40	8,7	12,8	16,3				e raffici	ne han	no un		
	50	8,9	13,1	16,7	inc	incremento del 38%.						
	60	9,1	13,3	17,0	Mentre	l'azio	ne del v	vento è	icreme	entata (	del	
	70	9,3	13,5	17,3				valore r			Щ	
Altezza dal suolo	80	9,4	13,7	17,6	18,6	24,0	24,8	29,7	36,0	42,4	49,4	
	90	9,5	13,9	17,8	18,8	24,3	25,1	/30,1	36,4	42,9	50,0	
	100	9,6	14,1	18,0	19,1	24,6	25,4/	30,4	36,9	43,4	50,6	
Raffiche per 3 secondi	120	9,7 9.8	14,2	18,2	19,2 19.4	24,8 25,1	25,7 /25,9	30,8	37,2 37,6	43,9 44,3	51,1 51,6	
	130	9,8	14,3	18,3	19,4	25,1	26.2	31,1	37,6	44,3	52.0	
	140	10.0	14.6	18.7	19.8	25,3/	26.4	31.6	38.2	45.1	52.5	
	150	10,0	14.7	18.8	19.9	25.7	26.6	31.8	38.5	45,4	52,9	
	160	10,0	14.8	18.9	20.1	25.9	26.8	32.1	38.8	45.7	53.2	
	170	10.2	14.9	19.1	20.2	26.0	27.0	32.3	39.1	46.0	53.6	
	180	10,3	15.0	19,2	29.3	26,2	27,1	32,5	39,3	46,3	53,9	
	190	10,3	15,1	19,3	20,4	26,4	27.3	32,7	39,5	46,6	54,2	
	200	10,4	15,2	19,4	20,6	26,5	27.4	32,8	39,8	46,9	54,6	
	_					7						

### Le tabelle di carico Cran Eng 8.1. Crane Engineering and Sufezy

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti



### Sistemi e dispositivi di sicurezza delle gru mobili Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti Cran Eng s.r.l

Crane Engineering and Safety

# Origine e tecnologia

L'evoluzione tecnologica ha rapidamente e massicciamente influito sulla progettazione e costruzione delle gru. Dalla ricerca su nuovi materiali più leggeri e resistenti, dalla evoluzione di applicazione dell'elettronica e della "sensoristica", dallo sviluppo di motori sempre più performanti e compatti si è passati da macchine idrauliche semplici principalmente comandate elettricamente a mezzo di interruttori e leve (rubinetti) idrauliche, a macchine complesse con una estesissima applicazione dell'elettronica per la gestione pressoché automatica della messa in funzione, per la gestione della sicurezza, il controllo dei parametri di funzionamento , gli automatismi dei movimenti meccanici del braccio e tante altre applicazioni.



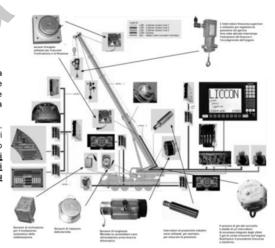


Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safety

# Schema generale BUS dati

Con l'evoluzione dell'elettronica si è potuto pian piano monitorare i parametri tecnologici delle macchine e di conseguenza averne il controllo.

A mezzo di sensori, trasduttori, elettrovalvole, teleruttori ed altri componenti elettromeccanici o elettroidraulici <u>si è in grado di controllare e gestire tutti i movimenti previsti di una gru mobile.</u>



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

#### **Funzionamento**

Il sistema di controllo raccoglie le informazioni (segnali elettrici) dai vari dispositivi dislocati sulla gru ed effettua una elaborazione di confronto con dati preimpostati.

I trasduttori di pressione per esempio misurano una pressione idraulica e trasmettono un segnale elettrico corrispondente all'unità di controllo.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safety

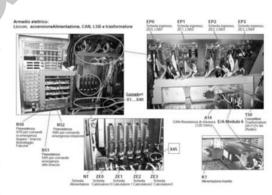
## **Funzionamento**

La complessità di applicazione della gestione elettronica delle macchine è data dal numero di dispositivi di controllo delle variabili che è necessario conoscere per la gestione dello stato reale della macchina.

stato reale della macchina.

Le schede di controllo ricevono le informazioni elettriche provenienti dai vari dispositivi installati sulla gru, il segnale elettrico viene trasformato in un dato elettronico (un valore) che il calcolatore centrale elabora.

Il risultato del calcolo viene poi confrontato con quanto precaricato in memoria ovvero con la configurazione scelta dall'operatore.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

# Allestimento e configurazione gru

Il Computer carica le impostazioni scelte dall'operatore ovvero:

Configurazione del braccio %Tele1/%Tele2/.... (nell'immagine il braccio è 100% tutto fuori)

Zavorra (nell'immagine 50 T)

Apertura stabilizzatori (nell'immagine 8.85x8.3 m)

Numero di taglie della fune ( nell'immagine 2)

Eventuale attrezzatura (nell'esempio Nessuna)



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safecy

# Controllo durante il sollevamento



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Il limitatore di carico

L'Obbligo del limitatore di carico in Italia è dovuto all'entrata in vigore del DPR 459/96 che ha recepito la direttiva macchine 89/392/CEE a sua volta modificata dalle direttive 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE.

La direttiva 91/368/CEE del 1991 modifica la direttiva macchine 89/392/CEE ed inserisce gli apparecchi di sollevamento ed anche l'obbligo del limitatore di carico

La direttiva 98/37/CE modifica la precedente ed inserisce il controllo delle sollecitazioni dovuti a sovraccarichi o a eccessivi momenti di ribaltamento.

Le macchine devono essere dotate di dispositivi che avvertano il conducente e impediscano i movimenti pericolosi.

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and 3 difety

# Controllo delle sollecitazioni

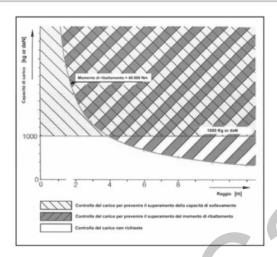
4.2.1.4. Controllo delle sollecitazioni

Le macchine con un carico massimo di utilizzazione pari almeno a 1 000 kg o il cui momento di rovesciamento è pari almeno a 40 000 Nm, devono essere dotate di dispositivi che avvertano il conducente e impediscano i movimenti pericolosi del carico in caso:

- di sovraccarico delle macchine:
  - sia per eccesso di carico massimo di utilizzazione;
  - sia per superamento dei momenti dovuti a tali carichi;
- di superamento dei momenti che tendono al rovesciamento dovuti in particolare al carico sollevato.

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti





Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safety

# Principio di funzionamento, anni 80'

La limitazione del momento di carico è costituita, principalmente, da una centralina elettronica e dal pannello degli strumenti di controllo e di comando (inserita nel cruscotto della cabina del gruista).

Un trasduttore di pressione applicato al cilindro di manovra braccio che misura la sollecitazione della gru, un trasduttore dell'angolo di inclinazione del braccio telescopico rispetto all'orizzontale ed un trasduttore di lunghezza del braccio telescopico completano il dispositivo di limitazione del momento di carico.

Se l'autogru è attrezzata di punta a traliccio azionabile, il limitatore del momento di carico è dotato anche di un trasduttore dell'angolo d'inclinazione della punta.

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

# Principio di funzionamento, anni 80'

I segnali inviati dal trasduttore di lunghezza e di angolo consentono al calcolatore di determinare la lunghezza e l'angolazione del braccio rispetto all'orizzontale, ottenendo così lo sbraccio momentaneo. Il segnale del trasduttore di pressione consente di determinare la forza nel cilindro di alzata braccio, dalla quale, mediante la curva di sollecitazione memorizzata nell'EPROM (scheda di memoria dati), viene elaborato il momento del braccio.

Dallo sbraccio e dalla sollecitazione viene calcolato il carico, considerando il momento a vuoto del braccio, e quindi paragonato al valore massimo memorizzato.

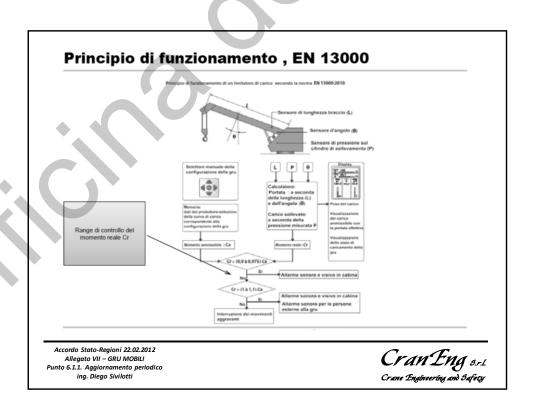
La centralina elettronica calcola dunque la condizione reale della gru e trasmette, quale risultato, (attraverso il relè di preallarme ed il relè di sovraccarico), le informazioni da indicare al pannello di controllo.

Il relè di preallarme attiva la spia incorporata nel pannello, non appena il carico raggiunge circa il 95 % del carico massimo consentito.

Il relè di sovraccarico interrompe, mediante l'impianto elettrico della gru, tutte le manovre atte a peggiorare il momento ribaltante, non appena il carico raggiunge il 100% di quello massimo ammissibile

Contemporaneamente vengono attivati l'allarme acustico e la spia luminosa sul pannello di controllo. In caso di sovraccarico viene interrotto anche il movimento "rientro correttivo", sebbene si tratti di una manovra atta a diminuire il momento di carico.

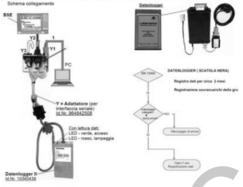
Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti



# Datenlogger o scatola nera

Datenlogger (scatola nera)
La norma EN 13000 prevede l'installazione di una scheda di memoria che registra i sovraccarichi denominata Datenlogger. Il Datenlogger registra tutti i parametri di configurazione della gru quali allestimento, inclinazione del braccio, configurazione del braccio, carico, sbraccio etc.

I dati possono essere scaricati collegando un PC a mezzo di uno specifico software.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 3.r.l. Crane Engineering and 3afety

# Sistemi e dispositivi di sicurezza ausiliari

I dispositivi o sistemi di sicurezza che elencheremo sono ideati per garantire l'uso in sicurezza delle gru mobili.

Tratteremo solo quei dispositivi relativi alle caratteristiche costruttive delle gru ovvero tutto ciò che consente di destinare la macchina all'uso per cui è stata progettata.

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Il perno di sicurezza stabilizzatori.

Ha la funzione di bloccare le travi degli stabilizzatori e di consolidarle con il resto del carro. Sono indispensabili per la sicurezza della stabilizzazione della gru in quanto si verificano quei casi di perdita del livellamento trasversale anche di poche decine di gradi. Questo può anche di poche decine di gradi. Questo può verificarsi per esempio per l'assestamento del terreno. Durante la marcia evita l'estrazione della trave per forza centrifuga o inclinazione.





Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti



# Principali dispositivi di sicurezza meccanici

Perno bloccaggio torretta.

Questo perno è a comando elettroidraulico dalla torretta. Azionando una elettrovalvola col pulsante apposito in cabina di manovra, il perno viene spinto o estratto in direzione verticale. Un sensore di prossimità indica se il perno è estratto, ovvero terretta espinata oppure se è rientrato, ovvero terretta espinata oppure se è rientrato, ovvero oi prossimita indica se il perno e estratto, ovvero torretta spinata, oppure se è rientrato, ovvero torretta libera. La torretta deve essere spinata quando si è in fase di parcheggio o trasferimento stradale ed in cantiere con attrezzatura montata, durante la fase di stabilizzazione, durante il montaggio delle zavorre.







Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Perni o spine di bloccaggio del piatto d'appoggio.

I perni di bloccaggio della guida del "piatto d'appoggio" sono essenziali per la centralità d'appoggio del cilindro sul piatto e per impedire la fuori uscita del cilindro dello stabilizzatore. I perni e la guida rendono solidali il piatto col cilindro.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

CVAN ENG 3.r.L. Crane Engineering and Safety

# Principali dispositivi di sicurezza meccanici

L'asta antiscarrucolamento, secondo la DIN 15020 la distanza tra la fune e l'asta non deve superare 1/3 del diametro della fune o max 10 mm. L'asta impedisce la fuori uscita della fune dalla puleggia.





Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

# Le sicurezze antisgancio

Le Norme di riferimento dei bozzelli sono le DIN 15002 (definizioni) , DIN 15020 ; DIN 15400 – 15402, che standardizzano le caratteristiche costruttive. Le sicurezze antisgancio impediscono alla fune di fuori uscire dal gancio.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 3.r.l.
Crane Engineering and 3 afecty

# Principali dispositivi di sicurezza meccanici

Le spalle dell'argano devono essere più alte di 1,5 volte il diametro della fune quando quest'ultima è tutta avvolta sull'argano. Impediscono la fuoriuscita della fune dall'argano.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

<u>Guida della fune di sollevamento</u> sul dorso del braccio, vincola la fune di sollevamento

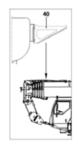


Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safety

# Principali dispositivi di sicurezza meccanici

Supporto di sicurezza del falcone
Un supporto meccanico che assicura il falcone al braccio base. Impedisce che il falcone cada in caso di errato fissaggio.





Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

#### Principali dispositivi di sicurezza idraulici, EN 13000:2010

I cilindri adibiti a sopportare i carichi della gru (ad esempio il cilindro di sollevamento, i cilindri stabilizzatori, il cilindro di telescopaggio) devono essere muniti di dispositivi che bloccano i movimenti della gru in caso di rottura di tubi flessibili o frattura di tubi rigidi, alcuni esempi di questi dispositivi sono valvole per la chiusura automatica del freno o valvole di non ritorno. Questi dispositivi devono essere montati direttamente sui cilindri.

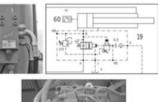
Le valvole di protezione di massima pressione devono essere installate in ogni circuito idraulico per fornire una sicurezza contro l'eccesso di pressione. La regolazione di queste valvole deve prevedere utensili particolari e deve essere previsto un sigillo. La pressione di massima non deve eccedere il 110% della pressione di esercizio.

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti Cran Eng s.r.l.
Crane Engineering and Safety

#### Principali dispositivi di sicurezza idraulici, EN 13000:2010

La valvola di discesa del braccio (Senkbremsventil) è una valvola di bilanciamento ed è posizionata sul cilindro di sollevamento, controlla il valore della pressione in discesa e con un compensatore controlla il valore della pressione minima. Funge da rallentatore per il controllo della discesa del braccio sotto carico. Inoltre nello stesso corpo è montata la valvola di massima pressione, questo dispositivo protegge il circuito idraulico anche da eccessivi carichi di pressione che potrebbero danneggiare altri dispositivi idraulici, tubi flessibili, raccordi etc.

Questo tipo di valvole sono montate anche sui falconi ad inclinazione idraulica, sul cilindro di telescopaggio e sull'argano.







Senkbremsventil V1

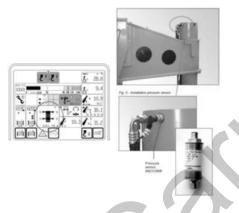
Senkbren

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

## Principali dispositivi di sicurezza idraulici, EN 13000:2010

#### Trasduttori di pressione degli stabilizzatori

Questi dispositivi, non obbligatori al momento per le gru mobili, trasmettono al calcolatore il valore della pressione all'interno del cilindro. Conoscendo tale dato possiamo conoscere il carico gravante sullo stabilizzatore. Il dato misurato viene trasmesso all'elaboratore centrale come segnale elettrico attraverso una particolare scheda o modulo elettronico che ne interpreta il valore. L'elaboratore centrale effettua i calcoli e sul monitor compare il dato del carico su ogni singolo stabilizzatore.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti



# Principali dispositivi di sicurezza elettrici

#### Sensore di lunghezza

Sensore di lunghezza II dispositivo elettrico misura la lunghezza del braccio, è tarato in fabbrica per misurare l'esatta lunghezza totale del braccio alle varie configurazioni degli elementi telescopici. È formato da un cavo avvolto ad un tamburo, la misurazione della lunghezza è data da un potenziometro, un cursore interno collegato meccanicamente al movimento del braccio o del cilindro di sfilo si sposta su un resistore facendo variare la tensione di alimentazione in uscita generando così una campo di valori elettrici. Questi valori elettrici vengono trasmessi al processore centrale che le elabora e le trasforma in un valore numerico.

Per gru mobili con bracci corti il sensore è posizionato all'esterno del braccio base e collegato direttamente con la testa braccio.

Per bracci molto lunghi invece è collegato al cilindro telescopico interno al braccio misura sequenzialmente gli spostamenti del cilindro stesso.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII - GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

# Torretta – argano







# Torretta - argano

## Ispezione dei verricelli di sollevamento e di regolazione

- Poichè i verricelli sono costituiti da un rotismo epicicloidale chiuso, un controllo visivo esterno non è sufficiente in fase d'ispezione.
- La durata degli ingranaggi interni può essere influenzata da intervalli irregolari di sostituzione dell'olio, guarnizioni lesionate, eccessive sollecitazioni.
- Ogni 4 anni, dal giorno della prima omologazione, il verricello deve essere ispezionato da un perito.
- Dopo 10 anni di esercizio, se la durata teorica d'uso non è ancora scaduta, devono essere ispezionati annualmente da un perito.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

# Torretta - argano

#### Ispezione dell'olio del riduttore

- Controllare il livello dell'olio tramite l'astina d'ispezione.
- Porre attenzione alla colorazione dell'olio. Una colorazione tendente al marrone/nero e/o un odore di bruciato potrebbero presupporre un surriscaldamento dell'olio.
- Un analisi approfondita di un campione di olio è una delle metodologie più immediate e fondamentali per la rilevazione di possibili sostanze estranee solide così come la contaminazione da liquidi diversi dall'olio per riduttori.
- La massima massa consentita delle sostanze estranee è di 0,15% della massa complessiva dell'olio.
- La massima grossezza consentita di possibili corpi estranei non deve superare una granulometria di 0,25 micron.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 3.r.l. Crane Engineering and Safety

## Torretta - argano

#### Calcolo della durata d'uso teorica

- La durata d'uso teorica non deve essere scambiata con la durata reale (effettiva) di un verricello.
- Agenti esterni che influenzano la durata reale possono essere:
  - Sovraccarichi
  - Manutenzione insufficiente
  - Accelerazioni o rallentamenti estremi
  - Perdita del carico
  - Impiego di un olio non conforme
  - Quantità di rifornimento errata
  - Perdite non riscontrate
  - Danni occulti derivati da incidenti
  - Temperature estreme
  - Ambiente chimicamente aggressivo

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

# Torretta – argano

#### Calcolo della durata d'uso teorica

- L'olio impiegato nei riduttori (argano e rotazione) è il VG 220, un lubrificante completamente sintetico, sviluppato per consentire vantaggi in termini di efficienza, durata e protezione.
- Elevata protezione degli ingranaggi e dei cuscinetti dall'usura da micropitting, corrosione, resistenza alla formazione di schiuma, stabilità termica sono altre peculiarità di questo olio.
- Tuttavia tale olio è caratterizzato da un elevata igroscopicità. Il raffreddarsi dell'olio all'interno del riduttore (durante la notte) porta alla condensazione dell'umidità presente nell'aria (nella parte vuota della camera) sulle pareti del riduttore stesso. Lo stagnare dello strato d'acqua nella parte alta (causa l'elevata densità di questo tipo di olio) associata alla presenza di ossigeno risulta particolarmente aggressiva sulle parti ferrose del riduttore.

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safety

# Torretta - argano

Esempi di danneggiamento dovuti a scarsa manutenzione

Ingranaggi riduttore (vista dall'alto)



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti





# Torretta - argano

#### Calcolo della durata d'uso teorica

- Nel calcolo e dimensionamento dei verricelli della gru, il costruttore si è basato su determinate condizioni d'impiego e sul calcolo del tempo d'impiego totale da cui si ottiene una durata d'uso teorica.
- I verricelli della gru sono classificati nel modo seguente secondo ISO 4301/1:

Verricelli	Classificazione
Gruppo del meccanismo del motore	M3
Accumulazione cicli di carico	L1
Fattore accumulazione cicli di carico Km	0,125
Durata d'uso teorica D	3200 h

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safety

# Torretta - argano

### Classe accumulazione dei cicli di carico leggera L1

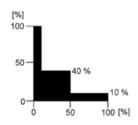
In casi di meccanismi motori e loro parti che sono sottoposte a sforzi estremi solo eccezionalmente, normalmente sottoposte a sollecitazioni molto ridotte.

#### Percentuale della durata

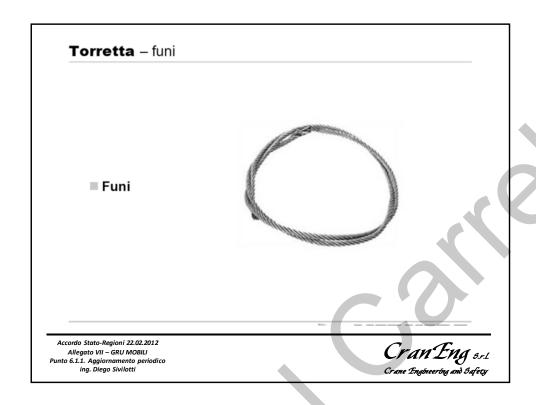
- 10% della durata col carico massimo (carico morto e 1/1 carico d'impiego)
- 40% della durata con carico morto e 1/3 del carico d'impiego
- 50% della durata con solo carico morto

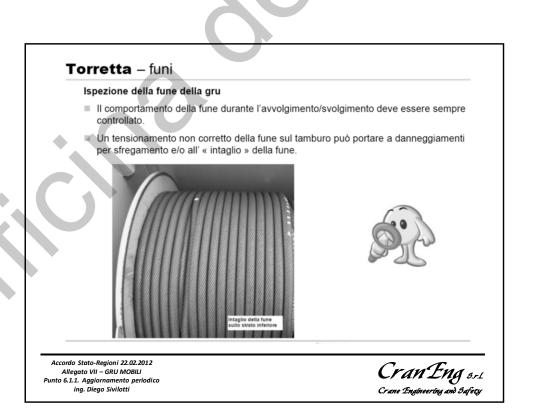
#### Fattore dell'accumulazione dei cicli di carico

Km = 0,125



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti





#### Ispezione della fune della gru

- La struttura dell fune va controllata su tutta la sua lunghezza.
- Prima che venga svolto completamente il tamburo sarebbe opportuno marcare con un gesso ogni strato completo in senso trasversale.





Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safecy

# Torretta - funi

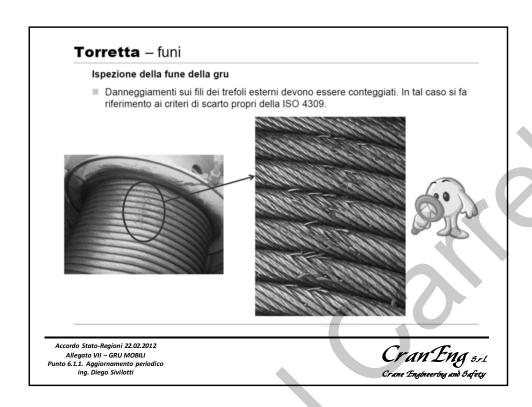
### Ispezione della fune della gru

- Verificare l'opportuna lubrificazione della fune su l'intera struttura dei trefoli.
- Presenza eccessiva di ruggine deve essere segnalata all'operatore.





Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti



Ispezione	della	fune	della	aru
SPEZIONE	aciia	Idile	aciid	9. 4

Numero categoria della fune RCN	Diametro della fune	Numero delle rotture visibili di fili in caso di soddisfazione dei criteri di sostituzione su una lunghezza di:	
		- M	x diametro ella fune
23-2 fune di sollevamento	Si veda il manuale d'uso e manutenzione	5	10
09 fune di regolazione (avvolgimento incrociato)	Si veda il manuale d'uso e manutenzione	9	18
22 fune di montaggio	Si veda il manuale d'uso e manutenzione	4	8
04 funi del braccio telescopico e funi di ritenuta	Si veda il manuale d'uso e manutenzione	5	10
06 funi a nastro di zavorraggio	Si veda il manuale d'uso e manutenzione	6	13

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

#### Ispezione della fune della gru

- Periodicamente è opportuno tensionare la fune sul tamburo.
- Dopo averla svolta completamente si deve applicare un carico pari al 10% del tiro massimo in singolo della fune.
- Tale operazione deve essere SEMPRE eseguita al montaggio di una fune nuova.



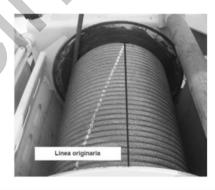
Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l.
Crane Engineering and Safety

# Torretta - funi

## Ispezione della fune della gru

- Lo spostamento della linea di riferimento fatta in precedenza dimostrerà se la fune non era stata manutenuta nel suo tensionamento prima dell' ispezione.
- Un corretto tensionamento conferisce compattezza a tutti gli strati della fune.





Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

#### Ispezione della fune della gru

- La riduzione del diametro esterno della fune può essere causato da un usura esterna ma anche da un danneggiamento interno.
- Il contatto sotto pressione con le gole delle pulegge e dei tamburi dovuto ad esempio alla « frenata » del carico presenta il danneggiamento sotto forma di appiattimento dei fili externi.
- Presenza di polveri e/o sostanze aggressive diminuiscono la vita della fune.
- La riduzione del diametro, per abrasione esterna, può portare a scartare la fune se questo si è ridotto del 7%.
- Nel caso di un danneggiamento del nucleo (rottura degli strati interni) il limite di scarto passa a 3% del diametro nominale (per funi antigiro) e 10% per tutte le altre tipologie di fune.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti



## Torretta - funi

## Ispezione della fune della gru

- Nelle funi di regolazione (a causa della tipologia di sforzi cui sono sottoposte) va osservata anche la deformazione e/o lo schiacciamento della fune stessa.
- Con deformazione superiore al 5% va documentata l'ispezione e controllata prima di ogni montaggio e messa in esercizio.
- Nel caso si superi il 10% si deve sostituire la fune di regolazione.

#### Formula per il calcolo della deformazione

V = deformazione della fune in %

d = diametro nominale della fune di regolazione

dmax = diametro massimo del punto di deformazione

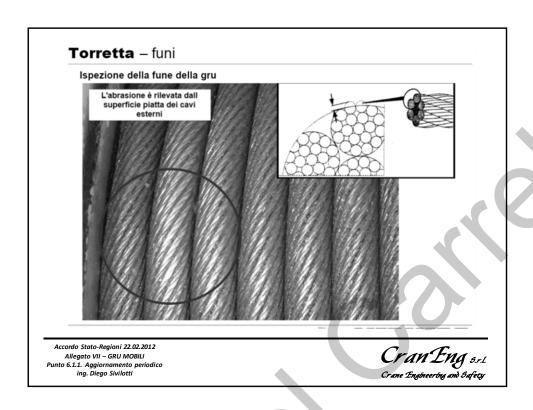
dmin = diametro minimo del punto di deformazione

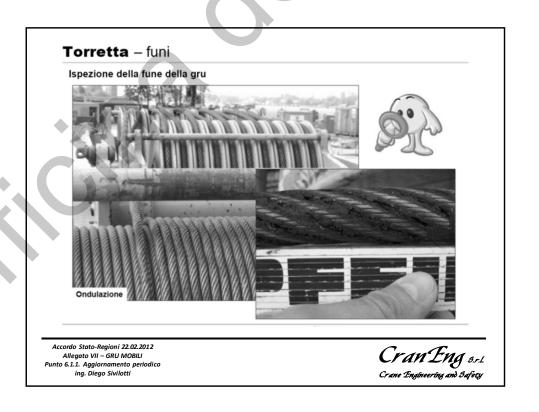




 $V \% = \underbrace{(dmax - dmin) \times 100}_{d}$ 

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti



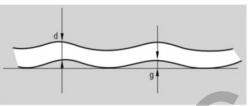


#### Ispezione della fune della gru

Avendo a disposizione un calibro digitale ed un riscontro è applicabile la formula

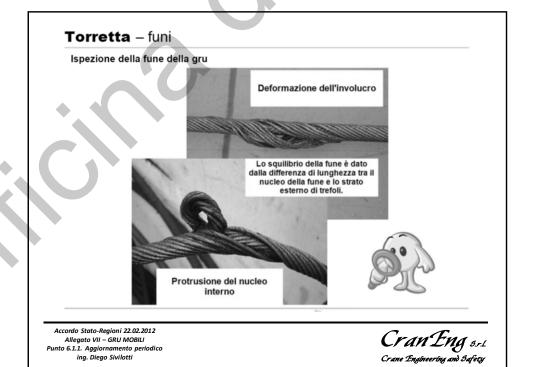
$$g \ge 1 \times d$$

- d = diametro nominale della fune
- g = scostamento dal piano di riscontro



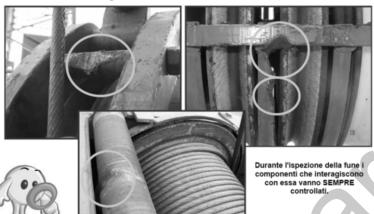


Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti





### Ispezione della fune della gru



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safety

# Torretta – funi

# Ispezione della fune della gru

- IL tamburo di scorrimento è posto sulla testa di ogni elemento telescopico.
- Il rullo di guida fune posto sul braccio base va assolutamante verificato..





Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

#### Ispezione della fune della gru

- Le pulegge hanno una grossa influenza nella sistema fune.
- Il diametro del profilo della gola deve essere dal 6% al 8% maggiore del diametro nominale della fune, affichè lo stress a cui essa viene sottoposta sia il minore possibile e lo sforzo venga distribuito in maniera corretta.





Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

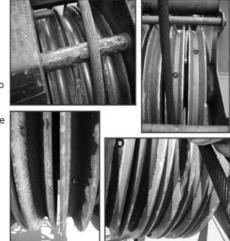
Cran Eng s.r.l. Crane Engineering and Safety

# Torretta - funi

## Ispezione della fune della gru

- Pulegge non lubrificate (sia nel cuscinetto interno che nella gola di scorrimento fune) portano ad un aumento della resistenza per il passaggio della fune.
- Impiego di un lubrificante non idoneo crea variazioni di profilo della gola della puleggia, un aumento della resistenza per il passaggio della fune ed una più facile possibilità di impronta negativa.





Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Ispezione della fune della gru

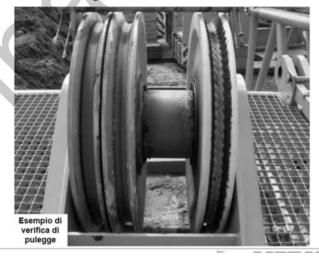
- Le pulegge hanno una grossa influenza nella sistema fune.
- Il diametro del profilo della gola deve essere dal 6% al 8% maggiore del diametro nominale della fune, affinchè lo stress a cui essa viene sottoposta sia il minore possibile e lo sforzo venga distribuito in maniera corretta.
- La puleggia deve essere priva di residui di grasso secco o contaminato da altre sostanze (sabbia, ghiaino).
- La puleggia deve ruotare liberamente senza impedimenti (il cuscinetto della puleggia deve essere corretamente manutenuto).
- Pulegge con profilo negativo della fune sul fondo della gola di scorrimento devono essere immediatamente scartate.

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

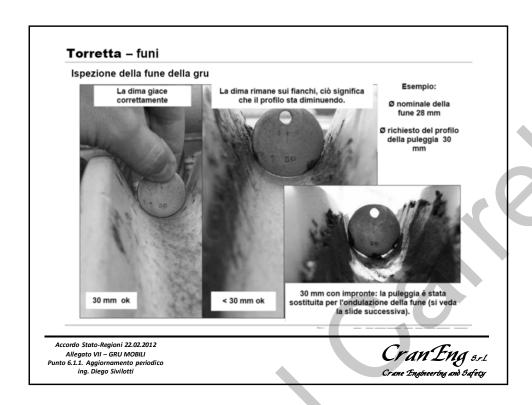
Cran Eng 3.r.l. Crane Engineering and 3afety

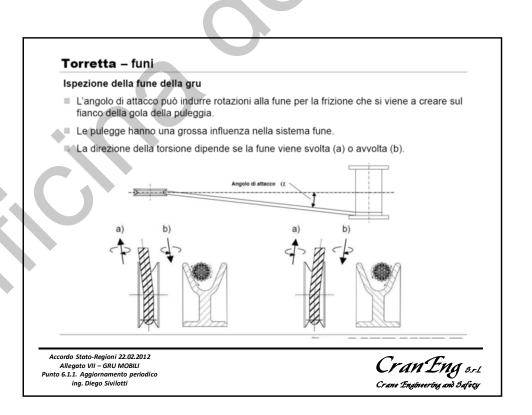
## Torretta - funi

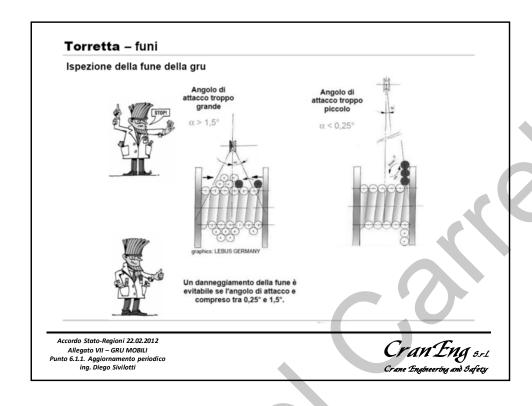
Ispezione della fune della gru



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti



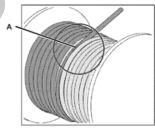


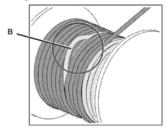


## Torretta - bozzello

### Peso minimo richiesto del bozzello

- Nel caso il bozzello venga messo in esercizio con un'infilatur molto maggiore di quella necessaria per la portata massima (in base alla configurazione del braccio), il peso minimo necessario del bozzello aumenta.
- Un peso del bozzello insufficiente a tendere la fune di sollevamento porterà a dei problemi di avvolgimento (sia in manovra di salita che di discesa).
- L'allentamento della fune sul tamburo porterà ad un suo danneggiamento.
- Un « zavorramento » del bozzello risulterà quindi essere necessario.





A - Intersezioni nello strato inferiore della fu

B - Formazione di cappi negli strati inferiori

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

## Torretta - bozzello

## $G = L \times M \times N \times F$

Lunghezza braccio L [m]

Peso della fune M [kg/m] vedi tabella 1

Rinvii N [-]

Fattore F [-] vedi tabella 2

Peso minimo richiesto

del bozzello G [kg]

Si prega di notare che nel caso si utilizzi un bozzello doppio (per impiego con due argani) il peso minimo richiesto del bozzello deve essere calcolato con un fattore addizionale di 2.

 $G = 2 \times L \times M \times N \times F$ 

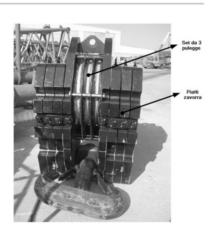
Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safety

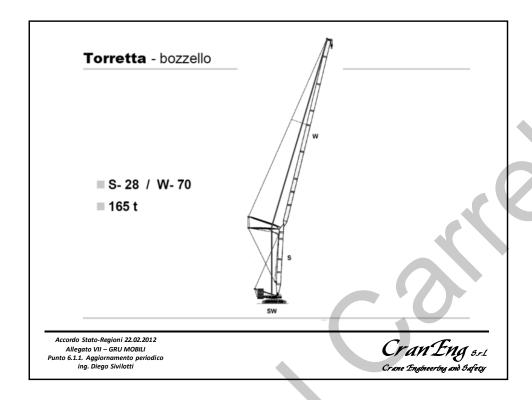
# Torretta - bozzello

#### Descrizione

Sul bozzello vi è la possibilità di applicare delle plastre di zavorramento, necessarie all'incremento del suo peso in determinate condizioni di esercizio.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti



# Torretta - bozzello

Esempio:

S 28 + W 70 Argano singolo

L = 70m + 28m = 98m

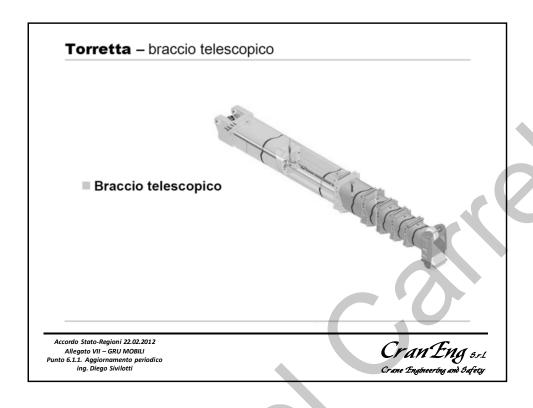
 $\emptyset$ 28mm  $\rightarrow$  M = 3,85 kg/m

 $N = 12 \rightarrow F = 1,60$ 

 $G = L \times M \times N \times F$ 

G = 98m x 3,85 kg/m x 12 x 1,60 = 7244 kg = 7,2 t

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti



# Torretta - braccio telescopico

### Ispezioni del braccio telescopico

- Il braccio telescopico deve essere controllato da un esperto almeno una volta all'anno (a seconda delle condizioni d'impiego).
- Ogni 4 anni l'ispezione deve essere eseguita da un perito.
- Il braccio deve essere sottoposto a revisione completa dopo 10 anni o 20.000 ore di esercizio.
- Essendo esso una delle parti portanti della gru, tutti i componenti che lo costituiscono e tutti i cordoni di saldatura vanno esaminati con estrema attenzione.

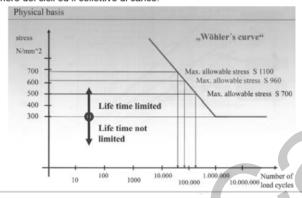


Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

## Torretta - braccio telescopico

#### Ispezioni del braccio telescopico

- La sollecitazione a fatica degli acciai alto-resistenziali che costituiscono la maggior parte degli elementi costitutivi la torretta tra cui appunto il braccio telescopico dipende da:
- Il numero dei cicli ed il collettivo di carico.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng s.r.l.
Crane Engineering and Safety

# Torretta - braccio telescopico

#### Ispezioni del braccio telescopico

- La scelta costante di acciai sempre più tecnologicamente all'avanguardia ha portato ad utilizzare materiali con un carico di snervamento più elevato.
- L'aumento di tale caratteristica ha come conseguenza la diminuzione dei cicli di carico.
- La vita delle autogru mobili è limitata dal punto di vista costruttivo.
- Gru che non vengono utilizzate in accordo con le specifiche ed istruzioni dettate dal costruttore possono evidenziare cricche sulle strutture portanti.
- La curva di Woehler è valida solo per sollecitazioni che si presentano sempre alla stessa intensità.
- I livello di stress, nella realtà, variano ad ogni ciclo d'impiego.
- Liebherr raccomanda quindi una revisione generale dopo i 12, 20 e 26 e successivamente ogni 4 anni al fine d'ispezionare anche la parti « nascoste » costituenti la struttura della gru.

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

# Torretta – braccio telescopico

#### Ispezioni del braccio telescopico

- Durante l'ispezione è bene osservare le ombreggiature sulla parte inferiore degli elementi telescopici.
- La presenza di grasso lubrificante non rimosso dal pattina durante l'operazione di sfilo potrebbe nascondere un danneggiamento.
- Tali danni sono dovuti ad urti con carichi, ganci o ad interferenze in cantiere.
- Classici esempi sono gli urti tra una gru mobile ed una gru edile.

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safety

# Torretta - braccio telescopico

Ispezioni del braccio telescopico



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti



Ispezioni del braccio telescopico

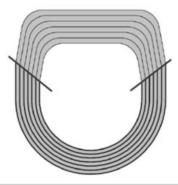


Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti Cran Eng s.r.l.

# Torretta - braccio telescopico

## Ispezioni del braccio telescopico

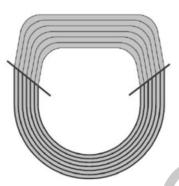
- Il braccio telescopico può essere suddiviso in due parti fondamentali:
- La parte superiore che viene sottoposta a trazione sotto carico.
- La parte inferiore che viene sottoposta a compressione sotto carico.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Ispezioni del braccio telescopico

- La linea evidenzia il punto in cui vengono saldate le due parti precedentemente descritte.
- A questa linea corrisponde l'asse neutro, per quanto riguarda le sollecitazioni a cui viene sottoposto l'elemento telematico.



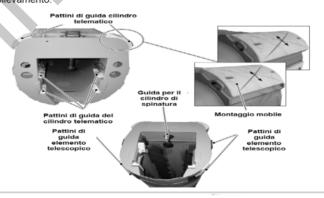
Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 3.r.l.
Crane Engineering and Safety

# Torretta - braccio telescopico

# Ispezioni del braccio telescopico

- All'interno sono montati dei pattini di scorrimento in poliammide con punti di lubrificazione.
- Tali pattini mantengono in guida gli elementi durante la procedura di sfilo e di sollevamento.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Ispezioni del braccio telescopico

I collari degli elementi telescopici devono essere ispezionati in tutti i punti di saldatura.





Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safety

# Torretta - braccio telescopico

# Ispezioni del braccio telescopico

■ I fori di spinatura sono presenti su ogni elemnto telescopico. Durante il sollevamento sono tra le zone più sollecitate del braccio.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Ispezioni del braccio telescopico

Increspature, aperture dello strato verniciato, presenza di « linee ruggini » sono sinonimo di stress e possbile cricca.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safecy

# Torretta - braccio telescopico

### Ispezioni del braccio telescopico

La rimozione della vernice fino all'esposizione della lamiera nude consente di effettuare una verifica con liquidi penetranti.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Ispezioni del braccio telescopico

Manutenzione, ispezioni, verifiche periodiche non eseguite sugli elementi telescopici possono portare a gravi conseguenze.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safety

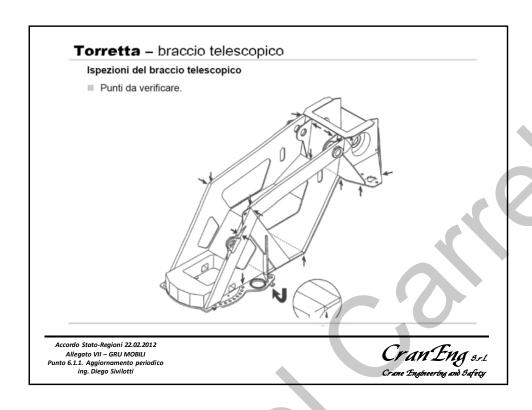
# Torretta - braccio telescopico

### Ispezioni del braccio telescopico

Andando a vedere più da vicino.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti





### Ispezioni del braccio telescopico

- Spesso i danneggiamenti non appaiono in maniera così evidente durante le ispezioni.
- Segni di stress sul materiale, increspature sulla superficie verniciata possono nascondere problematiche o danneggiamenti più rilevanti.
- Spesso la perdita del carico, gli urti con strutture prefabbricate, scariche da alta tensione o fulmini, manovre errate, sovraccarichi non vengono registrati dall'operatore o dal cliente stesso.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 3.r.l.
Crane Engineering and 3 afety

# Torretta - braccio telescopico

### Ispezioni del braccio telescopico

Increspatura anomala della vernice nella zona di « appoggio » dell'elemento telescopico.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Ispezioni del braccio telescopico

Allentamento del registro del pattino superiore dell'elemento visto precedentemente.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng s.r.l. Crane Engineering and Sufecty

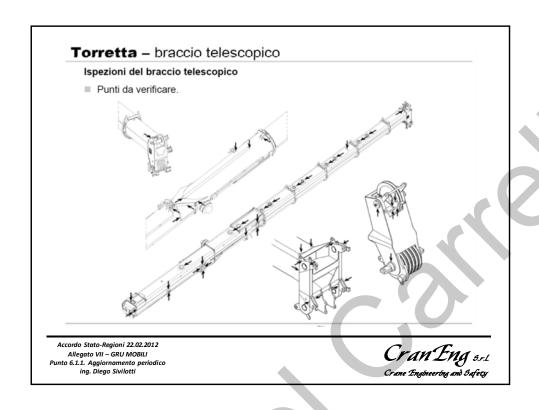
# Torretta - braccio telescopico

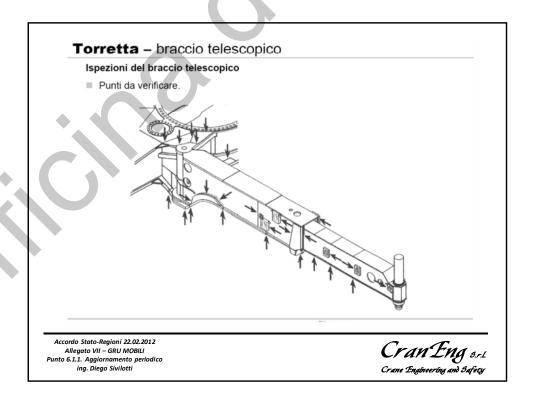
# Ispezioni del braccio telescopico

Una volta smontato il braccio ecco come apparivano le guide del cilincdro telematico.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti







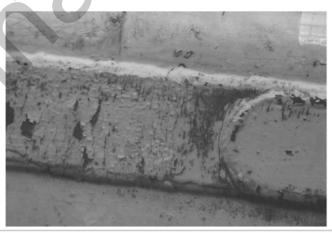
Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

# Cran Eng 3.r.l. Crane Engineering and 3afecy

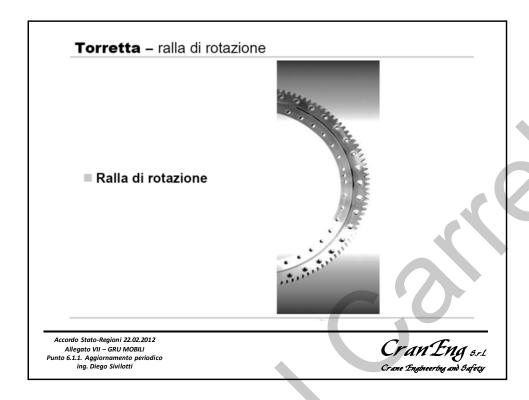


Ispezioni del braccio telescopico

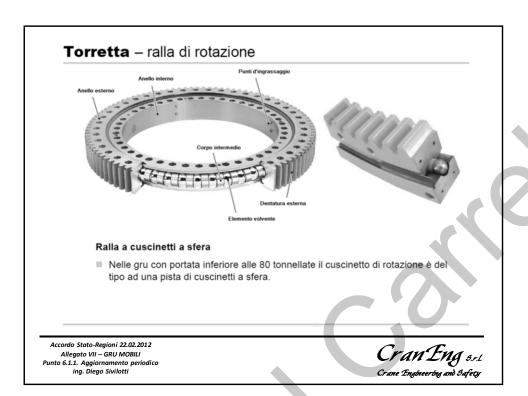
Esempio.



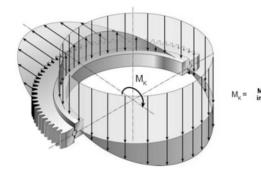
Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti



# Torretta – ralla di rotazione Ralla di rotazione Tramite il cuscinetto di rotazione avviene la connessione della torretta al carro. L'anello esterno è fissato al telaio del carro. L'anello interno è collegato al telaio della torretta. Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti Crame Engineering and Sufecy







#### Momento inclinante

Il momento inclinante aumenta in base all'usura delle piste di scorrimento degli elementi volventi del cuscinetto.

Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 3.r.l.
Crane Engineering and 3 afecty

# Torretta - ralla di rotazione

### Ispezioni della ralla di rotazione

- La ralla deve essere lubrificata in maniera idonea sia internamente che esternamente.
- Dopo lunghe pause di esercizio è necessario eseguire, prima dell'impiego, una lubrificazione manuale del cuscinetto di rotazione, ruotare lentamente e ripetere la lubrificazione
- Ogni 1500 ore o annualmente deve essere verificato il serraggio delle viti di fissaggio della ralla alla torretta e al carro.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Ispezioni della ralla di rotazione

- Il gioco ralla è deve essere controllato su quattro punti posti a 90° l'uno dall'altro.
- Il limite di revisionabilità usura è 1,2 mm nel caso delle ralle ROD; 1,0 mm per le ralle KUD
- Il limite di pericolo/criterio di scarto è di 2,5 mm per le ralle La ralla deve essere lubrificata in maniera idonea sia internamente che esternamente.
- Dopo lunghe pause di esercizio è necessario eseguire, prima dell'impiego, una lubrificazione manuale del cuscinetto di rotazione, ruotare lentamente e ripetere la lubrificazione
- Ogni 1500 ore o annualmente deve essere verificato il serraggio delle viti di fissaggio della ralla alla torretta e al carro.

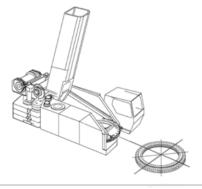
Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 3.r.l. Crane Engineering and 3 afecty

### Torretta - ralla di rotazione

### Ispezioni della ralla di rotazione

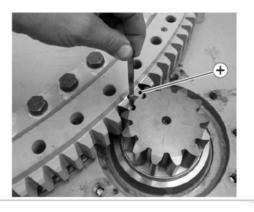
- Il gioco ralla fornisce delle informazioni dirette sull'usura del cuscinetto di rotazione.
- Un'analisi del grasso completerà l'ispezione andando a controllare la presenza di eventuali residui metallici all'interno del lubrificante e confermando o meno la qualità e le caratteristiche del grasso impiegato.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Ispezioni della ralla di rotazione

- Il punto dove eseguire tale misurazione è evidenziato da un + stampato o sulla cresta del dente o sul fianco del dente.
- Tale simbolo evidenzia il punto di maggiore eccentricità della ralla di rotazione.





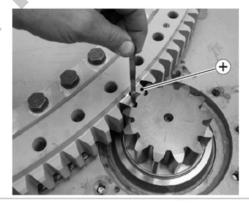
Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safety

# Torretta - ralla di rotazione

# Ispezioni della ralla di rotazione

- Il gioco ralla-pignone è di 0,1 mm.
- Nelle gru equipaggiate con più motori di rotazione tale misura potrebbe differire da riduttore a riduttore.



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Ispezioni della ralla di rotazione

 Manutenzione trascurata, impiego di grasso non idoneo, sovraccarichi localizzati possono portare a





Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

Cran Eng 5.r.l. Crane Engineering and Safety

# Torretta - ralla di rotazione

### Ispezioni della ralla di rotazione

 Manutenzione trascurata, impiego di grasso non idoneo, sovraccarichi localizzati possono portare a



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti

### Ispezioni della ralla di rotazione

 Manutenzione trascurata, impiego di grasso non idoneo, sovraccarichi localizzati possono portare a



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti Cran Eng 5.r.l.
Crane Engineering and Safety

# Torretta - ralla di rotazione

### Ispezioni della ralla di rotazione

 Manutenzione trascurata, impiego di grasso non idoneo, sovraccarichi localizzati possono portare a



Accordo Stato-Regioni 22.02.2012 Allegato VII – GRU MOBILI Punto 6.1.1. Aggiornamento periodico ing. Diego Sivilotti