

FORMAZIONE

# MANUALE DEL CORSO

**Sezione 5 - Accessori sollevamento**

GRU MOBILE



## CORSO DI FORMAZIONE PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE DI AUTOGRU

### Sezione 4 – Accessori di sollevamento

ing. Diego Sivilotti – CranEng S.r.l.

CORSO DI FORMAZIONE PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE DI AUTOGRU  
ing. Diego Sivilotti  
Sezione 4 – Accessori di sollevamento

**CranEng** S.r.l.  
Crane Engineering and Safety

Il D.Lgs. 17/2010 “Direttiva Macchine” introduce alcune definizioni nell’allegato I, punto 4.1.1.

- a) accessori di sollevamento componenti o attrezzature non collegate alle macchine e disposte tra la macchina e il carico oppure sul carico per consentire la presa
- b) accessori di imbracatura accessori di sollevamento che servono alla realizzazione o all’impiego di una braca, quali ganci ad occhiello, maniglie, golfari, ecc.

Al pari degli apparecchi di sollevamento la Norma prescrive poi (punto 4.1.2.3. Resistenza meccanica) che gli accessori devono essere progettati e costruiti per resistere alle sollecitazioni in servizio e fuori servizio nonché tenendo conto dei guasti dovuti alla fatica o all’usura

CORSO DI FORMAZIONE PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE DI AUTOGRU  
ing. Diego Sivilotti  
Sezione 4 – Accessori di sollevamento

**CranEng** S.r.l.  
Crane Engineering and Safety

Un accessorio di sollevamento deve poi garantire un livello di sicurezza rapportato anche al coefficiente di prova statica fissato dalla Norma, pari a 1,5

Gli accessori di imbracatura vengono poi ripresi anche al punto 4.1.2.5.

Gli accessori di imbracatura devono essere dimensionati tenendo conto dei fenomeni di fatica e di invecchiamento per un numero di cicli di funzionamento conforme alla durata di vita prevista alle condizioni di funzionamento specificate per l’applicazione prevista

Inoltre:

- a) il coefficiente di utilizzazione dell’insieme cavo metallico e terminale è scelto in modo tale da garantire un grado di sicurezza pari a 5

CORSO DI FORMAZIONE PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE DI AUTOGRU  
ing. Diego Sivilotti  
Sezione 4 – Accessori di sollevamento

**CranEng** S.r.l.  
Crane Engineering and Safety

- b) allorchè sono utilizzate catene a maglie saldate, devono essere del tipo a maglie corte. Il coefficiente di utilizzazione deve garantire un grado di sicurezza pari a 4
- c) nel caso di funi o cinghie di fibre tessili, il coefficiente di utilizzazione dipende dal materiale, dal processo di fabbricazione, dalle dimensioni e dall’utilizzazione. In ogni caso deve essere garantito un grado di sicurezza pari a 7
- d) il coefficiente di utilizzazione di tutti i componenti metallici di una braca o utilizzati con una braca è scelto in modo da garantire un grado di sicurezza complessivo pari a 4
- e) spetta poi al Costruttore verificare che sia rispettato il grado di sicurezza richiesto attraverso l’esecuzione di prove appropriate per ciascuna tipologia di accessorio

CORSO DI FORMAZIONE PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE DI AUTOGRU  
ing. Diego Sivilotti  
Sezione 4 – Accessori di sollevamento

**CranEng** S.r.l.  
Crane Engineering and Safety

Per quanto riguarda la marcatura si farà riferimento al punto 4.3.2.

Ogni accessorio di sollevamento deve recare i seguenti marchi:

- identificazione del fabbricante
- identificazione del materiale
- identificazione del carico massimo di utilizzazione
- marcatura CE

Per gli accessori di imbracatura che comprendono componenti quali funi e cordami sui quali la marcatura è materialmente impossibile, le indicazioni devono essere apposte su targa o con altri mezzi solidamente fissata all'accessorio

Infine, per gli aspetti riguardanti le istruzioni per l'uso, si farà riferimento al punto 4.4.1.

Ogni accessorio di sollevamento o ciascuna partita commercialmente indivisibile deve essere accompagnata da istruzioni per l'uso che forniscano almeno le seguenti indicazioni:

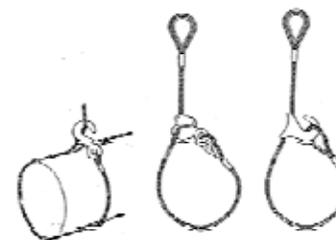
- le condizioni normali d'esercizio
- le prescrizioni per l'uso, il montaggio e la manutenzione
- i limiti di utilizzazione, in particolare per gli accessori che non possono soddisfare le disposizioni del punto 4.1.2.6. e (organi di presa non in grado di garantire la caduta improvvisa dei carichi)

## BRACHE DI FUNE D'ACCIAIO



Sono costituiti da spezzoni di funi di acciaio alle cui estremità vengono montati terminali di tipologia diversa a seconda delle specifiche necessità di utilizzo

## BRACHE DI FUNE D'ACCIAIO



Fatta salva la necessità di verificare il grado di sicurezza di tutti gli elementi posti in serie, le brache a fune presentano i pregi e gli inconvenienti già visti per le singole componenti: fune, gancio, manicotto, morsetti, anelli, ecc.

Il pregio della flessibilità si adatta molto bene per il sollevamento diretto, a canestro, a cappio, ecc.

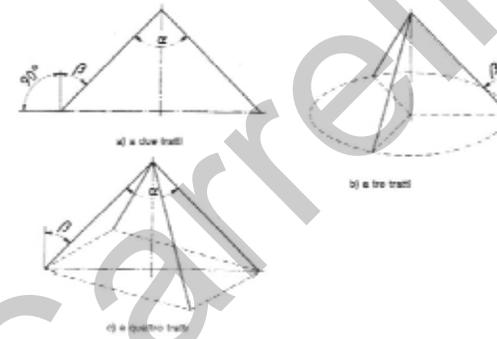


## BRACHE DI FUNE D'ACCIAIO

In ambito nazionale le caratteristiche che deve possedere una braca a fune sono definite dalla:

UNI ISO 7531  
Brache a fune d'acciaio per usi generali  
Caratteristiche e prescrizioni

## BRACHE DI FUNE D'ACCIAIO



E' ammesso dalla Norma l'assemblaggio di brache a 2, 3 e 4 tratti semplici. In questo caso subentra un abbattimento della portata complessiva della braca in relazione alla inclinazione che la stessa ha rispetto alla verticale.



## BRACHE DI FUNE D'ACCIAIO

Nel caso specifico delle brache a fune si applica poi la

UNI ISO 8792  
Brache a fune  
Criteri di sicurezza e procedure di controllo per l'uso

E' una norma tecnica che fornisce una serie di indicazioni relative alle modalità d'uso corretto delle brache e nel merito del loro controllo.

Modalità di sollevamento	Tipo di braca			
	2 tratti	3 tratti	4 tratti	5 tratti
Carico semplice				
Carico complesso				
Carico con attrito				
Carico con attrito e rotazione				

## BRACHE DI FUNE D'ACCIAIO

Riguardo alle modalità d'uso vengono fornite istruzioni:

- prima di sollevare il carico
- montaggio della braca
- sollevamento e discesa del carico
- precauzioni generali

Per quanto riguarda poi le ispezioni è previsto un controllo completo almeno ogni 6 mesi.

## BRACHE DI FUNE D'ACCIAIO

La valutazione delle condizioni di una braca e i criteri di scarto. Si considerano i seguenti elementi:

**FILI ROTTI** – si distingue tra rotture distribuite casualmente (maggiore del 5% del numero dei fili della fune) e le rotture localizzate (tre o più fili rotti ravvicinati)

**USURA** – quando il diametro della fune misurato in un qualunque punto è minore del diametro nominale

**CORROSIONE** – soprattutto quando si utilizza la braca in ambienti acidi/alcalini

**DISTORSIONI** – dovute a piegature, schiacciamenti o espulsione dell'anima

**SURRISCALDAMENTO** – scoloritura dei fili, perdita di lubrificazione o usura dei fili

**ALTRE COMPONENTI** – gancio, anello, redancie, perni, ecc.

CORSO DI FORMAZIONE PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE DI AUTOGRU  
ing. Diego Sivilotti  
Sezione 4 – Accessori di sollevamento

**CranEng** S.r.l.  
Crane Engineering and Safety

## BRACHE DI FUNE D'ACCIAIO

Il manifestarsi di una sola delle condizioni indicate determina la messa fuori servizio dell'accessorio e la sua consegna a persona competente per un esame completo

Il giudizio finale sulla accettabilità o meno della tipologia di danneggiamento comporta pertanto l'intervento di personale addestrato, in grado di giudicare, in base alla conoscenza dei requisiti che devono possedere le diverse componenti, se sussistono o meno condizioni di rischio non compatibili con l'effettuazione in sicurezza delle operazioni di sollevamento

CORSO DI FORMAZIONE PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE DI AUTOGRU  
ing. Diego Sivilotti  
Sezione 4 – Accessori di sollevamento  
Corso ECM – Gli apparecchi di sollevamento nel contesto delle aziende e dei cantieri

Sesione 2 – IZIO  
Gli accessori di sollevamento  
ing. Diego Sivilotti

## BRACHE DI CATENA



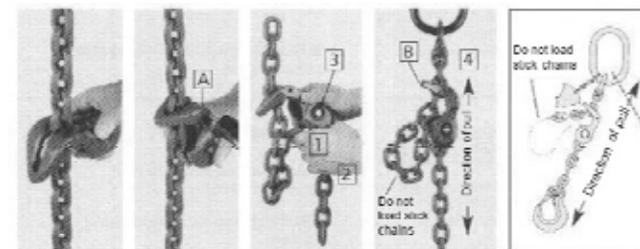
Ha caratteristiche di resistenza al danneggiamento sicuramente superiori a quella a fune, ma è meno flessibile e quindi non adatta per realizzare alcune tipologie di tiro. Rimane confermato il grado di attenzione per ciascun anello della catena in quanto il cedimento di uno solo di essi causa il collasso dell'intero accessorio

CORSO DI FORMAZIONE PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE DI AUTOGRU  
ing. Diego Sivilotti  
Sezione 4 – Accessori di sollevamento

**CranEng** S.r.l.  
Crane Engineering and Safety

## BRACHE DI CATENA

Le brache a catena possono essere dotate di accessori che permettono la regolazione della lunghezza, così come indicato nella figura in basso

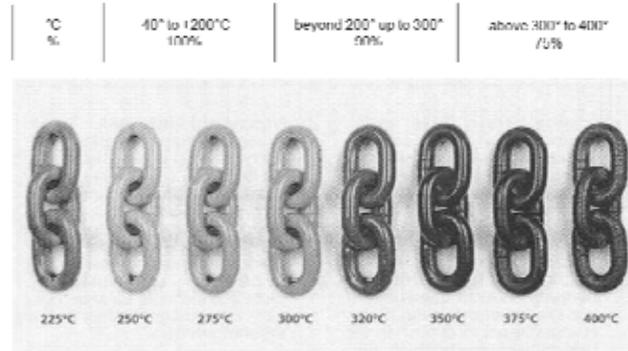


CORSO DI FORMAZIONE PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE DI AUTOGRU  
ing. Diego Sivilotti  
Sezione 4 – Accessori di sollevamento

**CranEng** S.r.l.  
Crane Engineering and Safety

## BRACHE DI CATENA

Percentuale di riduzione della portata di una catena in relazione alla temperatura di esposizione



Catene verniciate con pigmenti che assumono una colorazione diversa in relazione alla temperatura raggiunta

Uno degli aspetti di maggiore preoccupazione è dato dall'eccessivo riscaldamento che può subire una catena quando venga utilizzata per lungo tempo a contatto con superfici molto calde. Per temperature superiori ai 400 °C è compromessa la portata della catena.

CORSO DI FORMAZIONE PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE DI AUTOGRU  
ing. Diego Sivilotti  
Sezione 4 – Accessori di sollevamento

**CranEng** S.r.l.  
Crane Engineering and Safety

## Esaminiamo insieme alcuni dei principali aspetti operativi che si accompagnano all'utilizzo delle brache nella fase di sollevamento di un carico

CORSO DI FORMAZIONE PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE DI AUTOGRU  
ing. Diego Sivilotti  
Sezione 4 – Accessori di sollevamento

**CranEng** S.r.l.  
Crane Engineering and Safety

## MONTAGGIO DI UNA BRACA

L'operazione di montaggio di una braca deve rispettare alcune semplici regole generali:

- a) i tratti della braca non tendano a piegarsi → ovvero i tratti di fune tendono a disporsi sul piano di appoggio senza distorsioni permanenti
- b) le estremità siano opportunamente sistemate, senza grovigli → non è ammessa la presenza di nodi, attorcigliamenti o altre deformazioni permanenti che impediscano alla fune di ridistendersi sotto carico

CORSO DI FORMAZIONE PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE DI AUTOGRU  
ing. Diego Sivilotti  
Sezione 4 – Accessori di sollevamento

**CranEng** S.r.l.  
Crane Engineering and Safety

## MONTAGGIO DI UNA BRACA

- c) l'angolo relativo del tratto non sia maggiore di quello per cui la braca è classificata e marcata → si tratta di rispettare le prescrizioni del Costruttore per quanto riguarda la portata di una braca con angoli di tiro diversi da quello verticale
- d) la braca non sia avvolta intorno a spigoli taglienti che possano danneggiarla o ridurre la sua effettiva capacità → uno spigolo è considerato tagliente quando il raggio di curvatura è minore del diametro della fune quando una fune è avvolta sul suo stesso diametro perde il 50% della sua capacità originale

CORSO DI FORMAZIONE PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE DI AUTOGRU  
ing. Diego Sivilotti  
Sezione 4 – Accessori di sollevamento

**CranEng** S.r.l.  
Crane Engineering and Safety

## MONTAGGIO DI UNA BRACA

e) quando viene usato un fermo annodato assicurarsi che:

→ l'angolo dell'annodatura sia in grado di formarsi naturalmente e non sia forzato

→ Se possibile, sia usata una redancia, in modo da ridurre il danno alla fune e quindi prolungare la vita sia dell'occhio sia di tutta la fune

## LA SCELTA DI UNA BRACA

La scelta di una braca in una operazione di sollevamento sarà legata a una serie di fattori di cui è necessario tenere conto ai fini del mantenimento delle necessarie condizioni di sicurezza

La natura del carico:  
peso, forma e dimensioni  
regolarità o meno nella distribuzione dei pesi  
natura della superficie esterna  
disponibilità o meno di punti di attacco  
solidità dell'involucro esterno  
possibilità o meno che durante il sollevamento il carico interno possa spostarsi  
è il primo fattore da considerare  
sulla base di esso si progetterà l'intera operazione e la scelta degli accessori adatti

## LA SCELTA DI UNA BRACA

Vanno poi considerate le caratteristiche che devono possedere le brache stesse e gli accessori ad esse collegati:

carico nominale di rottura dichiarato dal Costruttore → abbattuto di un fattore di sicurezza (4, 5 o 7 a seconda del materiale costituente) fornisce il carico massimo ammissibile

grado di efficienza dei terminali e degli attacchi → a seconda della tipologia adottata (morsetti, cuneo, ecc.) si ha una ulteriore riduzione (5-20%) del carico ammissibile

## LA SCELTA DI UNA BRACA

numero di parti, loro lunghezza e tipologia di collegamento → nel caso in cui sia necessario utilizzare più elementi di braca per realizzare il sollevamento (per esempio con carico molto grande)

tipologia dell'imbracatura → a tiro diretto, a canestro, a strozzo, semplice, doppio, ecc.

angolo d'inclinazione della direzione di tiro della braca rispetto alla verticale → comporta una riduzione della capacità portante tanto maggiore quanto più grande è l'angolo

## LA SCELTA DI UNA BRACA

diametro di curvatura degli spigoli compatibile con il diametro della fune



tanto più piccolo è il raggio di curvatura tanto più elevata è la riduzione della capacità portante

Un aspetto molto importante che ha notevole influenza sulla sicurezza dell'operazione di sollevamento è dato dal **BILANCIAMENTO DEL CARICO**

E' una operazione semplice nel caso in cui il carico da sollevare presenti uno o più assi di simmetria e il materiale che lo costituisce sia distribuito in maniera uniforme

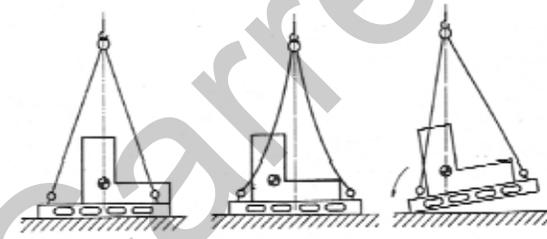


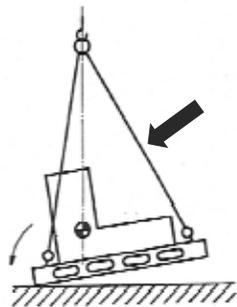
Fig. 1 – Allineamento del centro di gravità

Fig. 2 – Caso in cui non viene rispettato l'effetto di centro di gravità non allineato

Un carico non si inclinerà se, prima del sollevamento, la braca è sistemata in modo tale che il baricentro del carico sia allineato sulla verticale del gancio

Se un carico non rispetta tale condizione, una volta sollevato si inclinerà oscillando poi nella direzione che farà sì che si realizzi l'allineamento

Tale movimento di ricerca dell'equilibrio può creare delle situazioni potenzialmente pericolose:



il carico oscillante potrebbe colpire, in modo assolutamente non controllato, persone, macchine, impianti

i singoli tratti della braca possono sovraccaricarsi, avvicinandosi pericolosamente al valore di rottura

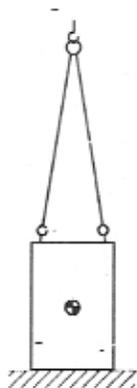
o, ancora:

Il carico può muoversi rispetto alla braca (scorrimento, allentamento, ecc.) e, nei casi più gravi si può verificare il rovesciamento completo

Nei casi in cui vi siano dei dubbi sulla esatta posizione del baricentro e, quindi, dell'allineamento di esso rispetto al gancio, è opportuno effettuare alcuni tiri di prova, alzando gradualmente e di poco il carico

In questo modo si può intervenire spostando di volta in volta la posizione della braca fino all'eliminazione della tendenza del carico ad inclinarsi ed oscillare

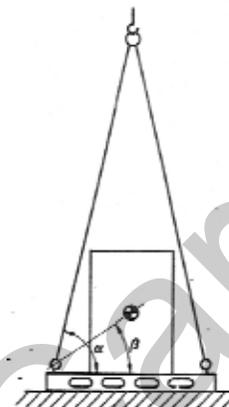
Non va poi trascurato l'aspetto proprio dei carichi che presentano una posizione molto alta del baricentro



Ciò si manifesta nei casi in cui il carico abbia una estensione in altezza prevalente rispetto alle altre dimensioni oppure in presenza di una distribuzione di massa irregolare, con la parte più pesante disposta in alto

La scelta tecnica che garantisce al meglio la stabilità del carico è quella in cui i punti di attacco della braca si collocano al di sopra del baricentro

In molti casi si ha invece una situazione di sollevamento come quella in figura, con baricentro situato al di sopra dei punti di attacco



In questo caso si possono ottenere adeguate condizioni di stabilità quando l'angolo formato dalla braca ( $\alpha$ ) è maggiore dell'angolo formato dalla retta che interseca il baricentro ( $\beta$ )

## LA SCELTA DELLA BRACA IN RELAZIONE AL CARICO DA SOLLEVARE

Nell'individuazione della braca più adatta per effettuare il sollevamento si deve fare attenzione all'angolo di inclinazione ed alla tipologia di imbracatura

Per quanto riguarda la tipologia gli esempi più comuni sono quelli riportati di seguito:



**ATTACCO DIRETTO** quando il terminale della braca utilizza punti di supporto (golfari, anelli, ecc.) direttamente montanti sul carico

Fermo annodato



**FERMO ANNODATO** ("a strozzo") quando la braca si avvolge sul carico ed un capo viene infilato dentro l'altro per poi essere collegato al gancio

Fermo a cesto



**FERMO A CESTO** quando la braca si avvolge sul carico senza stringerlo e le due estremità vengono entrambe collegate al gancio

## LA VALUTAZIONE DEI PESI E IL BARICENTRO DI UN CORPO

L'operazione di sollevamento di un corpo richiede una valutazione preliminare del valore del suo peso, al fine di stabilire se la gru è in grado di compiere la manovra.

Non sempre il valore del peso è noto. Si rende pertanto necessaria una valutazione approssimata del volume del corpo



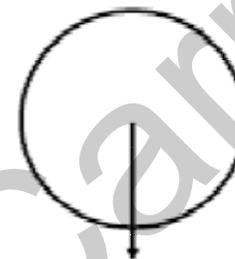
E' poi necessaria la conoscenza della posizione del baricentro del corpo in quanto la configurazione di equilibrio durante il sollevamento si ha solo se sussiste l'allineamento sulla stessa retta verticale del gancio e del baricentro

CORSO DI FORMAZIONE PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE DI AUTOGRU  
ing. Diego Sivilotti  
Sezione 4 – Accessori di sollevamento

**CranEng** S.r.l.  
Crane Engineering and Safety

## BARICENTRO DI UN CORPO

Il baricentro (o centro di gravità) di un corpo (o di un insieme di corpi) è il punto nel quale si può pensare di concentrare l'intero peso dei vari elementi che compongono il corpo stesso. Il baricentro è unico, indipendentemente dall'orientamento del corpo.



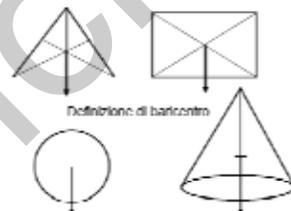
Nei corpi omogenei regolari nei quali la distribuzione della massa è uniforme (al pari della superficie) il baricentro coincide con il centro geometrico della figura. Si tratterà pertanto di individuare gli assi di simmetria e tracciare delle linee ideali. Il punto d'intersezione di tali linee sarà il baricentro

CORSO DI FORMAZIONE PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE DI AUTOGRU  
ing. Diego Sivilotti  
Sezione 4 – Accessori di sollevamento

**CranEng** S.r.l.  
Crane Engineering and Safety

## BARICENTRO DI UN CORPO

Figura	Posizione del baricentro
Triangolo	Punto d'incontro delle mediane e comunque a due terzi dal vertice di ciascuna mediana
Parallelogrammi	Punto d'incontro delle diagonali
Cerchio	Coincidente con il centro
Piramide regolare	Sull'altezza a un quarto della sua lunghezza a partire dalla base
Cono retto	Sull'altezza a un quarto della sua lunghezza a partire dalla base
Parallelepipedi	Punto d'incontro delle diagonali principali
Sfera	Coincide con il centro



Definizione di baricentro

CORSO DI FORMAZIONE PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE DI AUTOGRU  
ing. Diego Sivilotti  
Sezione 4 – Accessori di sollevamento

**CranEng** S.r.l.  
Crane Engineering and Safety

## LA DETERMINAZIONE DEL PESO DI UN CORPO

Materiale	Kg/dm <sup>3</sup>
Acciaio	7
Alluminio	2,50
Asfalto	1,10 - 1,50
Calcestruzzo	2,00 - 2,50 (2,20)
Cemento	1,40
Ferro	7,85
Ghiaccio	0,90
Ghiaia	1,50 - 1,80
Legna ciocchi	0,30 - 0,40
Legno segati	0,60 - 1,10 (0,90)
Marmo	2,50 - 2,80
Muratura mattoni piani	1,50 - 1,85
Ulio lubrificante	0,85 - 0,95
PVC	1,37 - 1,45
Sabbia asciutta	1,40 - 1,60
Vetro	2,40 - 2,70

La determinazione del peso di un corpo, anche in via approssimata, richiede la conoscenza del valore del volume nonché del peso specifico del materiale che lo compone

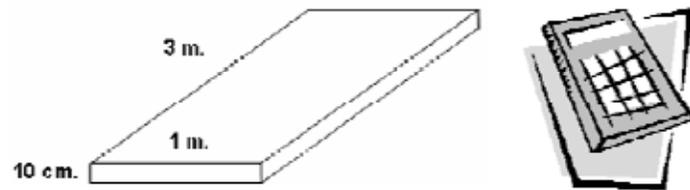
Nella tabella a lato sono riportati i pesi specifici dei materiali di maggiore utilizzo

CORSO DI FORMAZIONE PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE DI AUTOGRU  
ing. Diego Sivilotti  
Sezione 4 – Accessori di sollevamento

**CranEng** S.r.l.  
Crane Engineering and Safety

## LA DETERMINAZIONE DEL PESO DI UN CORPO

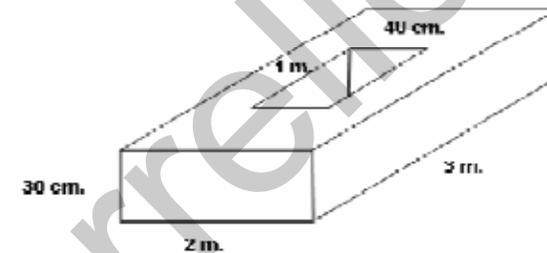
Calcolare il peso di una piastra in acciaio delle seguenti misure:



$$\text{Volume} = (3\text{ m} \times 1\text{ m}) \times 10\text{ cm} = 3\text{ m}^2 \times 0,1\text{ m} = 0,3\text{ m}^3$$

$$\text{Peso} = \text{Volume} \times \text{Peso specifico} = 0,3 \times 7000\text{ kg/m}^3 = 2100\text{ Kg}$$

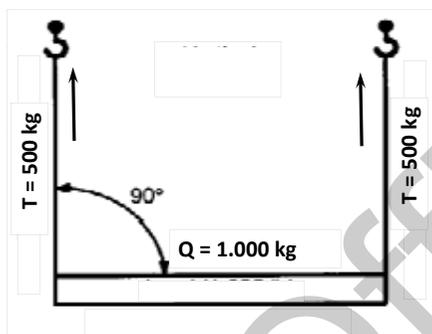
Calcolare il peso di un solaio in calcestruzzo delle seguenti misure:



$$\text{Volume} = (2\text{ m} \times 3\text{ m} \times 0,3\text{ m}) - (1\text{ m} \times 0,4\text{ m} \times 0,3\text{ m}) = 1,8\text{ m}^3 - 0,12\text{ m}^3 = 1,68\text{ m}^3$$

$$\text{Peso} = \text{Volume} \times \text{Peso specifico} = 1,68 \times 2200\text{ kg/m}^3 = 3696\text{ Kg}$$

Una volta individuata la tipologia di imbracatura che meglio si adatta al carico ed alle esigenze del sollevamento si porrà l'attenzione sul reale sforzo agente su ciascun elemento dell'imbracatura stessa



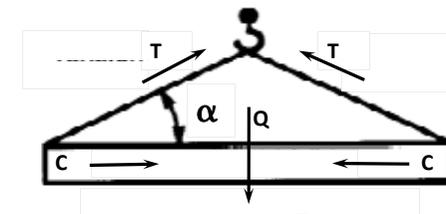
Il caso più semplice è quello dell'attacco diretto con braca verticale (angolo di inclinazione di  $\alpha = 90^\circ$ )

Con due elementi è facile calcolare lo sforzo agente su ciascuna braca:

$$T = 1.000/2 = 500\text{ kg}$$

Nel caso di tiro diretto con braca inclinata la situazione cambia notevolmente

L'equilibrio del carico durante il sollevamento viene garantito dal sostegno dei due capi della braca, ciascuno dei quali è sollecitato da uno sforzo di trazione T

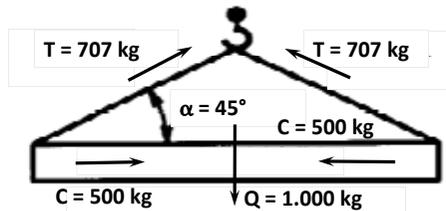


E' importante però notare anche che si sviluppa anche una sollecitazione di compressione del carico stesso (C)

A parità di carico sollevato (Q), il valore di T e di C tende a diventare sempre più grande man mano che l'angolo diminuisce

Si consideri un esempio numerico con un angolo d'inclinazione  
 $\alpha = 45^\circ$

Analizzando l'equilibrio del carico si possono calcolare i valori di T e di C

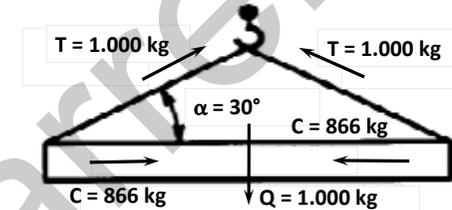


Si nota che il valore di T non è più pari al 50% del carico ma è cresciuto a circa il 71 %

Si nota poi che lo sforzo di compressione del carico non è trascurabile (pari al 50 % di esso)

Se si diminuisce ulteriormente l'angolo d'inclinazione, per esempio raggiungendo i  $30^\circ$

I valori crescono ancora: in ciascun ramo di braca agisce una forza pari all'intero carico sollevato



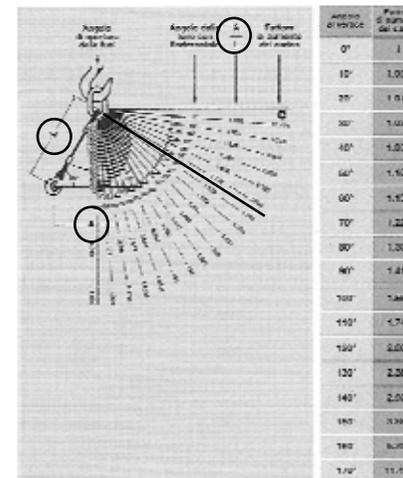
Anche il valore della forza C è aumentato, raggiungendo una intensità pari a circa l'87% del carico

Si evidenziano due considerazioni importanti:

Trascurare l'effetto dell'inclinazione porta a una sottostima molto pericolosa dell'effettivo sforzo agente nella braca con conseguente scelta di una fune non adatta (di sezione inferiore rispetto a quanto necessario)

Trascurare la presenza dello sforzo di compressione agente sul carico può essere fonte di rischi e di danni. Si pensi infatti al sollevamento di una cassa di contenimento di materiale sciolto. Se non adeguatamente robusta potrebbe rompersi sotto l'azione di C con conseguente caduta non controllata del carico e dei resti della cassa stessa

Tanto più pesante è il carico tanto più grande deve essere l'attenzione riposta nell'esame dell'idoneità del contenitore o del supporto utilizzato (bancali, ceste, casse, ecc.)



Per valutare in modo corretto l'effettivo stato di sollecitazione della braca si possono utilizzare delle tabelle che consentono, una volta individuato l'angolo, di stabilire qual è il fattore di maggiorazione da applicare

Si procede misurando la lunghezza della braca (L) e la distanza che intercorre tra i due punti di attacco delle brache al carico (A)

Si calcola il rapporto A/L e, con tale valore si entra nella figura. Per ciascun valore del rapporto si può individuare l'angolo d'inclinazione al vertice ed il fattore di incremento del carico

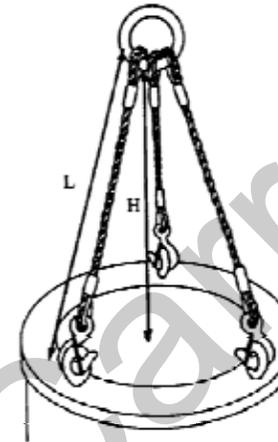
Per ragioni legate alla sicurezza statica e funzionale è stato introdotto un angolo limite oltre il quale è vietato procedere con il sollevamento

E' consigliato contenere l'angolo d'inclinazione alla base su valori vicini ai 45° (angolo al vertice di 90°)  
Non si deve scendere al di sotto dei 30° (angolo al vertice di 120°)

Molti Costruttori di brache hanno già da tempo adottato tali prescrizioni, le quali costituiscono condizione vincolante anche per gli aspetti legati alla responsabilità in caso di infortunio

In altri termini se viene provato che durante un'operazione di sollevamento si è adottato un angolo troppo piccolo e ciò ha portato al verificarsi del sinistro (per esempio per rottura della braca) la responsabilità dell'accaduto resta in carico a colui che ha realizzato l'imbracatura

## PROGETTO DI UNA OPERAZIONE DI SOLLEVAMENTO – CASO 1

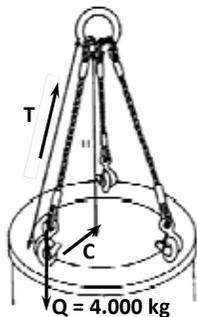


E' il caso di un carico di forma cilindrica che presenta tre punti di attacco disposti sulla corona superiore  
Si utilizzeranno pertanto tre elementi di braca della medesima lunghezza

In tale modo, anche se le brache dovessero presentare una lunghezza leggermente diversa, si è certi che tutti gli elementi saranno caricati allo stesso modo

## PROGETTO DI UNA OPERAZIONE DI SOLLEVAMENTO – CASO 1

Supponiamo che i parametri L ed H comportino un angolo d'inclinazione della braca pari a circa 60° e che il carico sollevato sia pari a 12.000 kg



Su ogni punto di attacco agirà pertanto una forza verticale pari a  
 $Q = 12.000/3 = 4.000 \text{ kg}$

Utilizzando poi la tabella che fornisce il fattore d'incremento del carico in funzione dell'angolo si può calcolare il valore di T

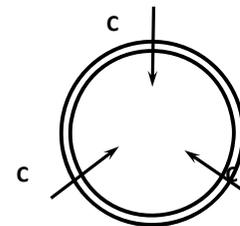
$$T = 1,155 \cdot 4.000 = 4.620 \text{ kg}$$

## PROGETTO DI UNA OPERAZIONE DI SOLLEVAMENTO – CASO 1

Se utilizziamo delle brache a fune applicheremo poi un fattore di sicurezza minimo pari a 5.  
La braca dovrà pertanto possedere un carico di rottura minimo garantito da parte del Costruttore pari a:

$$T_{\text{ROTTURA}} = 5 \cdot 4.620 = 23.100 \text{ kg}$$

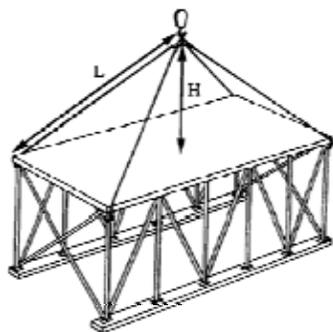
Dal confronto con i dati forniti nei cataloghi si ottiene che è necessario usare una fune con diametro di 20 mm (con anima metallica)



Non ci si deve poi dimenticare di verificare l'azione di compressione esercitata nel piano dell'anello  
Su ogni punto di appoggio agirà una forza diretta verso l'interno pari a:  
 $C = 2.309 \text{ kg}$

## PROGETTO DI UNA OPERAZIONE DI SOLLEVAMENTO – CASO 2

E' il caso di un carico forma prismatica (impalcato e traliccio reticolare). Il sollevamento avverrà utilizzando i punti di supporto collocati in corrispondenza degli angoli superiori



Nel caso di quattro punti di sospensione è molto importante la verifica che tutti gli spezzoni di braca siano sotto tensione al momento del sollevamento

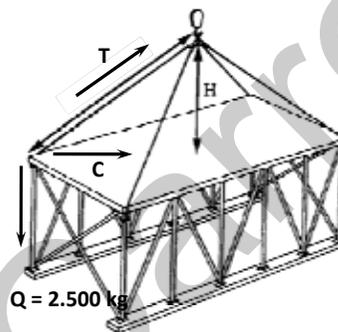
E' importante perciò che gli elementi abbiano la medesima lunghezza o che si impieghino brache più lunghe (in grado di collegare un angolo con quello opposto)

CORSO DI FORMAZIONE PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE DI AUTOGRU  
ing. Diego Sivillotti  
Sezione 4 – Accessori di sollevamento

**CranEng** S.r.l.  
Crane Engineering and Safety

## PROGETTO DI UNA OPERAZIONE DI SOLLEVAMENTO – CASO 2

Supponiamo che i parametri L ed H comportino un angolo d'inclinazione della braca pari a circa 30° e che il carico sollevato sia pari a 10.000 kg



Su ogni punto di attacco agirà pertanto una forza verticale pari a  $Q = 10.000/4 = 2.500$  kg

Utilizzando poi la tabella che fornisce il fattore d'incremento del carico in funzione dell'angolo si può calcolare il valore di T  
 $T = 2,0 \cdot 2.500 = 5.000$  kg

CORSO DI FORMAZIONE PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE DI AUTOGRU  
ing. Diego Sivillotti  
Sezione 4 – Accessori di sollevamento

**CranEng** S.r.l.  
Crane Engineering and Safety

## PROGETTO DI UNA OPERAZIONE DI SOLLEVAMENTO – CASO 2

Se utilizziamo delle brache a fune applicheremo poi un fattore di sicurezza minimo pari a 5.

La braca dovrà pertanto possedere un carico di rottura minimo garantito da parte del Costruttore pari a:

$$T_{\text{ROTTURA}} = 5 \cdot 5.000 = 25.000 \text{ kg}$$

Dal confronto con i dati forniti nei cataloghi si ottiene che è necessario usare una fune con diametro di 22 mm (con anima metallica)

Confrontando questo risultato con quello del primo esempio si nota che pur in presenza di un carico sollevato minore (10.000 kg contro 12.000 kg) e di un maggiore numero di punti di attacco (4 contro 3) viene richiesto un diametro maggiore della fune

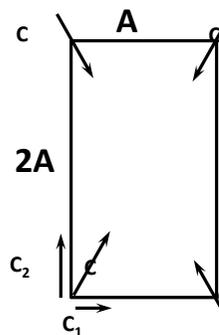
Da ciò l'importanza di non sottovalutare mai l'influenza dell'angolo d'inclinazione

CORSO DI FORMAZIONE PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE DI AUTOGRU  
ing. Diego Sivillotti  
Sezione 4 – Accessori di sollevamento

**CranEng** S.r.l.  
Crane Engineering and Safety

## PROGETTO DI UNA OPERAZIONE DI SOLLEVAMENTO – CASO 2

E' interessante poi soffermarsi nuovamente sulla azione di compressione trasmessa nel piano dell'impalcato



Da ogni punto di attacco si origina una forza (C) diretta verso l'interno pari a:  
 $C = 4.330$  kg

Se la forma del carico è allungata si svilupperanno due azioni di compressione, una diretta nella direzione del lato più lungo, l'altra verso quello corto

$$C_1 = C \cdot \cos 63^\circ = 1.966 \text{ kg}$$

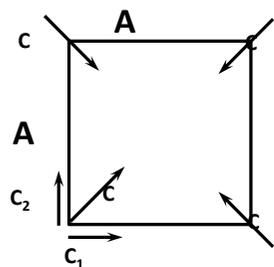
$$C_2 = C \cdot \sin 63^\circ = 3.858 \text{ kg}$$

CORSO DI FORMAZIONE PER ADDETTI ALLA CONDUZIONE DI AUTOGRU  
ing. Diego Sivillotti  
Sezione 4 – Accessori di sollevamento

**CranEng** S.r.l.  
Crane Engineering and Safety

## PROGETTO DI UNA OPERAZIONE DI SOLLEVAMENTO – CASO 2

C'è quindi una prevalenza della componente di compressione diretta lungo il lato più lungo e lo sarà tanto di più quanto più allungato è il corpo

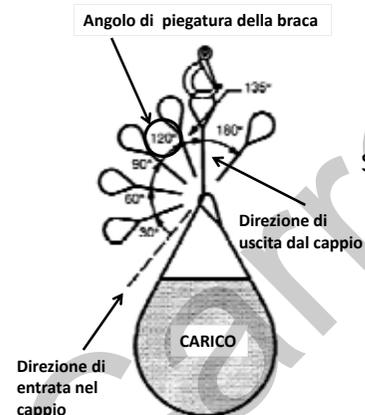


Se sviluppiamo gli stessi calcoli di prima (mantenendo inalterato l'angolo di inclinazione della braca)

$$C_1 = C_2 = C \cdot \cos 45^\circ = 3.062 \text{ kg}$$

Quindi una azione uguale in intensità nelle due direzioni

## IL SOLLEVAMENTO A FERMO ANNODATO (“A STROZZO”)



Nell'avvolgimento a “strozzo” è molto importante fare attenzione al valore dell'angolo di piegatura della braca

Si tratta dell'angolo che si forma tra la direzione di entrata della braca nel cappio e quella d'uscita

La capacità portante della braca varia in relazione all'ampiezza di questo angolo, ovvero di quanto la braca venga stretta e piegata sul carico

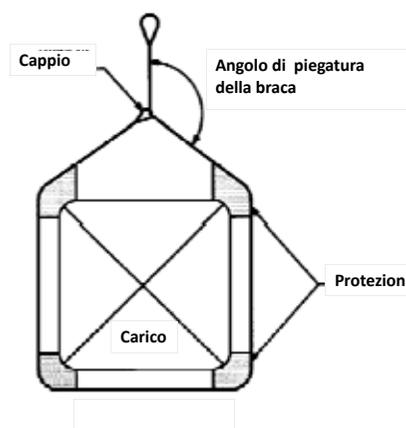
## IL SOLLEVAMENTO A FERMO ANNODATO (“A STROZZO”)

Angolo di piegatura della braca.....	Capacità portante espressa in percentuale rispetto al valore nominale
Oltre 120	100
90–120	87
60–89	74
30–59	62
0–29	49

Per una valutazione della riduzione in percentuale della capacità portante si può fare riferimento alla tabella

Come si può notare per angoli di deviazione compresi tra i 180° e i 120° la braca conserva intatta la sua capacità portante. Per angoli minori si ha una progressiva riduzione fino al valore limite di 30° dove la capacità si riduce al 50% di quella nominale dichiarata dal Costruttore

## IL SOLLEVAMENTO A FERMO ANNODATO (“A STROZZO”)

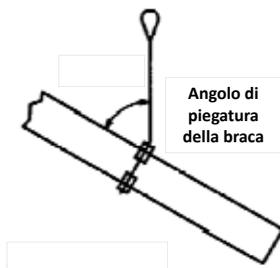


Un caso classico di sollevamento “a strozzo” è quello rappresentato in figura

Si nota l'utilizzo delle protezioni sugli spigoli, tali però da mantenere un buon valore dell'angolo di piegatura e la lunghezza della braca è tale da consentire un sollevamento senza un eccessivo serraggio sul cappio (angolo di 120°)

## IL SOLLEVAMENTO A FERMO ANNODATO ("A STROZZO")

E' importante poi fare attenzione nel valutare l'angolo di piegatura anche nel piano perpendicolare a quello in cui giace la braca



Nel caso di figura è rappresentato un carico che, in fase di sollevamento, può inclinarsi facendo sì che il tratto di braca collegato con il gancio non sia più allineata con il tratto che si avvolge attorno al carico

Si applicherà pertanto la riduzione della capacità portante come nei casi già analizzati in precedenza

Officina del Carrello