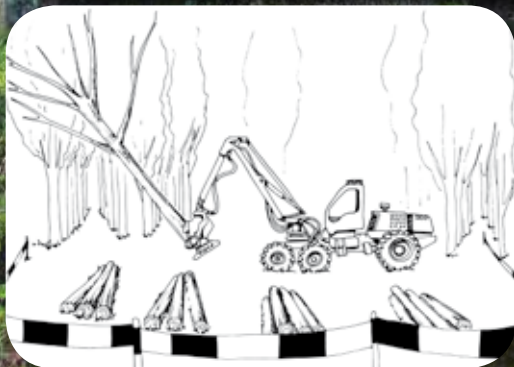


Filiera bosco-legno-energia, elementi di sicurezza sul lavoro: cippatrici, gru a cavo e harvester



GRU A CAVO



Servizio
Sanitario
della
Toscana

I crescente interesse per le energie rinnovabili e alternative di cui assistiamo a livello mondiale, nella nostra regione si concretizza anche attraverso l'implementazione dell'impiego delle biomasse legnose. I benefici che lo sviluppo locale della filiera bosco-legno-energia può apportare vanno oltre la riduzione delle emissioni di anidride carbonica ed investono la capacità di creare e consolidare l'occupazione nelle aree rurali, favorendo un presidio del territorio e dell'ambiente. La recente firma del Protocollo d'intesa per l'attivazione della filiera bosco-legno-energia evidenzia la volontà da parte della Regione Toscana di attivare un processo virtuoso fra istituzioni, categorie economiche e sociali finalizzato a far decollare in tempi rapidi lo sviluppo di questo importante segmento produttivo sul territorio regionale.

Il manuale che pubblichiamo fornisce indicazioni tecniche ed elementi di riferimento utili per l'organizzazione e la gestione razionale di cantieri forestali che utilizzano macchinari di recente introduzione e alta meccanizzazione. L'esigenza che ha portato alla elaborazione della pubblicazione è quella di coniugare le necessità produttive con quelle della sicurezza sui luoghi di lavoro. Una ricerca di sintesi che non è nuova alla Regione Toscana che da anni pone una particolare attenzione al comparto agricolo forestale promuovendo progetti regionali che affrontano le specifiche problematiche della sicurezza dei processi lavorativi e delle attrezzature impiegate, realizzandoli con il coinvolgimento di enti di ricerca, istituzioni ma anche rappresentanti del mondo produttivo tramite il Tavolo Tecnico regionale "Sicurezza e salute nel comparto agricolo forestale".

Un ringraziamento agli autori della pubblicazione per la professionalità e passione dimostrata e agli operatori dei dipartimenti di prevenzione delle aziende USL che ogni giorno sono impegnati nel non facile compito di veicolazione della cultura della prevenzione. Un ringraziamento speciale va poi alle ditte boschive che hanno contribuito con la loro disponibilità a rendere concrete le indicazioni elaborate, annullando quel divario a cui spesso si assiste, fra mondo della ricerca, istituzioni e realtà produttive.

Luigi Marroni
Assessore al Diritto alla salute, Regione Toscana

In Toscana i boschi ricoprono più del 50% del territorio regionale, pari ad una superficie di oltre un milione di ettari, con circa 10.465 soggetti, fra pubblici e privati, che direttamente o indirettamente hanno a che fare con il bosco a titolo professionale (Rapporto sullo stato delle foreste in Toscana 2009). Una realtà quindi importante su cui poggiano numerosi impegni e strategie elaborate dalla Regione per la programmazione dello sviluppo a medio e lungo termine della Toscana.

Un comparto ancora caratterizzato da un elevato numero di infortuni e sul quale la Regione sta dedicando una particolare attenzione concretizzatasi recentemente nella elaborazione degli indirizzi operativi regionali per la sicurezza e salute nei cantieri forestali che affrontano la maggior parte delle lavorazioni e attrezzature in uso nel comparto.

La presente pubblicazione, rivolta ai tecnici e agli operatori pubblici e privati coinvolti a vario livello nella filiera bosco-legno-energia, è il risultato di un'indagine compiuta nell'ambito del progetto regionale "Promozione della sicurezza nello sviluppo produttivo della filiera Bosco-legno-Energia" volta a rilevare la percezione del rischio presso gli addetti di macchine di più recente introduzione e alta meccanizzazione quali harvester, gru a cavo, cippatrici. Il progetto prevedeva inoltre l'individuazione e sperimentazione di idonee tecniche, procedure e aspetti organizzativi da elaborare in buone prassi per la diffusione della sicurezza sui luoghi di lavoro nelle operazioni forestali che vedono l'impiego di queste macchine. Nell'ambito delle attività promosse dalla Regione Toscana per l'implementazione del livello di sicurezza nel settore agricolo forestale, il lavoro realizzato si prefigura quindi come un approfondimento di un particolare segmento produttivo del comparto ed evidenzia l'attenzione e l'impegno delle istituzioni a delineare una strategia di prevenzione al passo con l'evoluzioni che in esso si manifestano.

Un ringraziamento agli autori della pubblicazione e a tutti coloro che hanno contribuito alla sua realizzazione in particolar modo a tutte quelle ditte boschive che con la loro disponibilità di tempo e di "mettersi in gioco" hanno permesso l'effettuazione delle indagini in campo di cui il progetto si componeva, permettendo così la predisposizione di indicazioni tecniche, organizzative, procedurali supportate dalla concretezza della realtà produttiva. Disponibilità da leggersi come dimostrazione di una volontà presente fra gli addetti di operare insieme, nella ricerca di un miglioramento del livello di sicurezza del comparto, che ci auguriamo trovi un'ampia attuazione.

Emanuela Balocchini
Dirigente Settore prevenzione, Igiene e Sicurezza sui luoghi di lavoro
Direzione Generale Diritti di Cittadinanza e Coesione Sociale, Regione Toscana



“Filiera bosco-legno-energia, elementi di sicurezza sul lavoro: cippatrici, gru a cavo e harvester”

Coordinamento

Emanuela Balocchi

Responsabile Settore Prevenzione e sicurezza in ambienti di vita e di lavoro, alimenti e veterinaria - DG diritti di cittadinanza e coesione sociale- Regione Toscana

Cecilia Nannicini

Settore Prevenzione e sicurezza in ambienti di vita e di lavoro, alimenti e veterinaria - DG diritti di cittadinanza e coesione sociale- Regione Toscana

Rodolfo Amati

Azienda USL 9 di Grosseto

Enrico Marchi

Dipartimento di gestione dei sistemi agrari, alimentari e forestali dell'Università degli Studi di Firenze-GESAAF-

Vincenzo Laurendi

INAIL DTS/VIII U.F.

Nataschia Magagnotti

Consiglio Nazionale delle Ricerche Istituto per la valorizzazione del legno e delle specie arboree- CNR- IVALSA

Autori

Fabio Fabiano, Francesco Neri

Dipartimento di gestione dei sistemi agrari, alimentari e forestali dell'Università degli Studi di Firenze-GESAAF-

Franco Piegai

DEISTAF – Facoltà di Agraria – Università degli Studi di Firenze

Nataschia Magagnotti, Raffaele Spinelli, Gianni Picchi

Consiglio Nazionale delle Ricerche Istituto per la valorizzazione del legno e delle specie arboree- CNR- IVALSA

Marco Pirozzi, Vincenzo Laurendi, Daniele Puri

INAIL DTS/VIII U.F.

Ringraziamenti

Gruppo regionale “Tutela della salute dei lavoratori in agricoltura e selvicoltura” della Regione Toscana

Gruppo regionale “Macchine e impianti”

Massimo Barbani Azienda USL 3 di Pistoia

Andrea Bonacci Azienda USL 7 di Siena

Tarquinio Prisco Azienda USL 9 di Grosseto

Lucia Vivaldi Azienda sanitaria USL 5 di Pisa

Paolo Borghi Azienda sanitaria Firenze

Maria Rosaria Libone Azienda sanitaria 12 Versilia

Gianfranco Nocentini Settore “Forestazione, promozione

dell'innovazione e interventi comunitari per l'agroambiente” della Regione Toscana

Andrea Vinci Settore “Forestazione, promozione dell'innovazione e interventi comunitari per l'agroambiente” della Regione Toscana

Hanno collaborato alla revisione del testo e si ringraziano per i consigli:

Azienda Sanitaria Firenze U.F. P.I.S.L.L.: Claudio Grifoni, Daniele Novelli

Facoltà di Agraria - Università degli Studi di Firenze - DI-STAF: Giovanni Hippoliti

Magnifica Comunità di Fiemme (TN): Giorgio Behmann
Provincia Autonoma di Trento - Servizio Foreste e Fauna: Dario Bitussi, Davide Pozzo

Ministero della Difesa - Stato Maggiore Aeronautica (Roma): T. Col. Piero Pietrotti

Immagini

Archivio fotografico GESAAF

Archivio fotografico CNR Ivalsa

I disegni di copertina e nella pubblicazione sono di Giovanni Tribbiani, Comunicambiente.net

Le macchine, le attrezzature e l'abbigliamento che compaiono nelle immagini non costituiscono in alcun caso indicazioni di merito o di qualità da parte di chi ha realizzato questa pubblicazione

Stampa

Litografodi S.r.l.

Via Umbria, 148 - 06059 Todi (PG)

Finito di stampare nel mese di gennaio 2014

Tiratura 5.000 copie su carta certificata PEFC™ e distribuzione gratuita

Filiera bosco-legno-energia, elementi di sicurezza sul lavoro : cippatrici, gru a cavo e harvester

I. Balocchi, Emanuela

II. Fabiano, Fabio

III. Marroni, Luigi

IV. Toscana <Regione>. Direzione generale diritti di cittadinanza e coesione sociale. Settore prevenzione, igiene e sicurezza sui luoghi di lavoro

1. Aziende forestali – Addetti – Igiene del lavoro e sicurezza sul lavoro – Normativa statale – Applicazione 344.450465

La pubblicazione è stata promossa dalla Regione Toscana Assessorato al diritto alla Salute nell'ambito del progetto regionale “Promozione della sicurezza nello sviluppo produttivo della filiera Bosco-Legno-Energia”.

Sommario

Introduzione.....	13
1. Generalità	15
1.1. <i>Classificazione delle gru a cavo</i>	16
2. Principali tipologie.....	18
2.1. <i>Gru a cavo tradizionali con argano a slitta a funzionamento per gravità</i>	18
2.2. <i>Gru a cavo con stazione motrice mobile a funzionamento per gravità</i>	18
2.3. <i>Gru a cavo con stazione motrice mobile per tutti i terreni, con tre funi</i>	19
2.4. <i>Gru a cavo monofune (solo fune portante)</i>	19
2.5. <i>Mini-gru a cavo</i>	20
3. Campo d'impiego.....	20
4. Elementi costituenti la teleferica.....	21
4.1. <i>Le funi di acciaio</i>	21
4.1.1. <i>Scelta delle funi</i>	21
4.1.2. <i>Diametri di avvolgimento</i>	24
4.1.3. <i>Capacità di fune di un tamburo</i>	24
4.1.4. <i>Direzione di avvolgimento su di un tamburo</i>	25

4.1.5. Designazione delle funi.....	26
4.1.6. Messa fuori servizio delle funi.....	26
<i>4.2. Argani.....</i>	<i>27</i>
4.2.1. Argani tradizionali.....	28
4.2.2. Argani con stazione motrice mobile.....	28
<i>4.3. Carrelli.....</i>	<i>30</i>
4.3.1. Carrelli a taglia.....	30
4.3.2. Carrelli semiautomatici.....	31
4.3.3. Carrelli automatici.....	31
<i>4.4. Sistemi di comunicazione.....</i>	<i>34</i>

5. Accessori per il montaggio degli impianti... 35

<i>5.1. Carrucole.....</i>	<i>35</i>
<i>5.2. Paranchi manuali.....</i>	<i>36</i>
<i>5.3. Brache o capichiusi.....</i>	<i>37</i>
<i>5.5. Morsettoni.....</i>	<i>40</i>
<i>5.6. Altri accessori.....</i>	<i>40</i>

6. Impiego delle gru a cavo..... 41

<i>6.1. Parametri per i calcoli e definizioni.....</i>	<i>41</i>
<i>6.2. Montaggio degli impianti.....</i>	<i>43</i>
6.2.1. Scelta e dimensionamento degli ancoraggi.....	43
<i>6.3. Sistemi di protezione contro le cadute dall'alto.....</i>	<i>49</i>
<i>6.4. Funzionamento.....</i>	<i>50</i>
<i>6.5. Montaggio e smontaggio degli impianti.....</i>	<i>50</i>
<i>6.6. Principi generali di sicurezza nel lavoro e</i>	

<i>autorizzazioni necessarie</i>	52
7. Lavorare in sicurezza.....	54
<i>7.1. Le esperienze degli operatori</i>	54
<i>7.2. Le osservazioni in campo</i>	55
8. Buone prassi e principi di sicurezza.....	56
Appendice A.....	61
<i>Caratteristiche delle funi di acciaio</i>	61
Appendice B.....	66
<i>Riferimenti legislativi</i>	66
<i>Riferimenti normativi</i>	66
Bibliografia.....	69

Introduzione

Negli ultimi anni l'interesse a sostituire le fonti energetiche fossili con quelle rinnovabili è aumentato a livello globale. A livello nazionale, il Piano d'azione nazionale per le energie rinnovabili redatto nel giugno 2010 dal Ministero dello Sviluppo economico, dichiara che la promozione delle risorse rinnovabili è una delle priorità della politica energetica italiana, e secondo quanto stabilito dalla direttiva 2009/287 Ce, nel 2020 l'Italia dovrà coprire il 17% dei consumi finali di energia con le risorse rinnovabili.

La Regione Toscana recentemente ha avviato politiche di sviluppo e di sostegno alle energie da fonti rinnovabili ed in considerazione del contesto ambientale e produttivo presente sul territorio sta ponendo particolare attenzione alle biomasse forestali e agricole.

Nel Programma Regionale di Sviluppo (PSR 2011/2015) l'evoluzione delle fonti energetiche rinnovabili rappresenta un elemento strategico della politica regionale e le foreste del nostro territorio sono indicate come elementi basilari per il raggiungimento dell'obiettivo; in particolare come specificato nel recente Protocollo di intesa fra i soggetti istituzionali e sociali per la costituzione della filiera corta integrata bosco-legno-energia del territorio toscano, la produzione di biomassa agro-forestale ed il suo impiego a fini energetici a livello locale rappresentano un importante fattore di sviluppo del territorio rurale con ricadute positive di ordine economico, sociale e ambientale. Parallelamente all'implementazione dell'uso di biomassa si registra la necessità di promuovere studi di tipologie di cantieri forestali finalizzati alla riduzione del costo delle biomasse forestali attraverso l'applicazione di tecniche e tecnologie ottimizzanti; a tale proposito la Regione Toscana ha partecipato al progetto interregionale Woodland Energy (2005/2009) promosso dal Ministero delle Politiche agricole, alimentari e forestali (MIPAAF) e finalizzato alla messa a punto di sistemi razionali di raccolta e gestione delle biomasse agroforestali per fini energetici economicamente sostenibili e facilmente replicabili.

I risultati scaturiti da queste esperienze sono stati oggetto di ulteriori approfondimenti con indagini tese a evidenziare gli aspetti della sicurezza nei cantieri di utilizzazione forestale che forniscono biomassa legnosa per uso energetico e si avvalgono di macchinari forestali di più recente introduzione ed elevata meccanizzazione.

A tal fine la Direzione Generale "Diritti di cittadinanza e coesione sociale, Assessorato

Diritto alla Salute della Regione Toscana, ha istituito il progetto “Promozione della sicurezza nello sviluppo produttivo della filiera Bosco-Legno-Energia” realizzato in collaborazione con l'Istituto di valorizzazione del legno e delle specie arboree del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR IVALS), il Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali (GESAAF) dell'Università degli Studi di Firenze, INAIL- VIII unità funzionale macchine agricole, i dipartimenti di prevenzione delle Aziende USL della Toscana in particolare dell'Azienda USL 9 di Grosseto che ha curato anche il coordinamento.

Il progetto ha visto il coinvolgimento diretto di operatori del comparto che si sono resi disponibili ad accogliere i ricercatori nelle loro aziende e a sottoporsi ai rilievi che le indagini in campo richiedevano. I risultati di queste indagini tradotte in buone prassi e indicazioni operative sono oggetto di questa pubblicazione e rispondono alla finalità di promuovere presso gli operatori sistemi ottimali di raccolta della biomassa legnosa forestale per fini energetici sotto tutti gli aspetti, da quello tecnico, economico, ambientale e della sicurezza sui luoghi di lavoro.

1. Generalità

Con il termine “gru a cavo” vengono indicate tutte le teleferiche che permettono di raccogliere e scaricare il legname lungo tutta la linea; cioè le teleferiche da “esbosco”. Le gru a cavo sono anche dei mezzi di concentramento, poiché possono agganciare il legname sul letto di caduta e trascinarlo, tramite la fune traente, o quella di sollevamento, ed il gancio di carico, fino alla linea d’esbosco (cioè la fune portante).

Il concentramento si limita al solito a circa 50 m ai lati delle linee.

Mentre le teleferiche “da trasporto” sono fisse o semi fisse, le gru a cavo lavorano su linee temporanee che devono essere montate e smontate in occasione di ogni singolo esbosco.

Le gru a cavo sono costituite da:

- una **fune portante**, ancorata alle estremità e tenuta sollevata da terra mediante carrucole o staffe appese a cavalletti, sulla quale scorre
- un **carrello complesso** (che può contenere anche una fune di sollevamento) controllato da
- una **fune traente** (o più di una) che si avvolge su di un tamburo azionato da
- un **argano** o verricello.

L’esercizio delle gru a cavo è caratterizzato dalla ripetizione ciclica di una serie d’operazioni. L’insieme d’operazioni che costituiscono il ciclo elementare di lavoro, cioè un viaggio, sono:

- spostamento del carrello, sulla fune portante, dal punto di scarico al punto di carico;
- bloccaggio del carrello sulla fune portante;
- discesa a terra dell’estremità della fune traente o di quella di sollevamento con il gancio di carico;
- spostamento del gancio fino al carico, attraverso lo stendimento della fune traente o di quella di sollevamento;
- aggancio del carico;
- concentramento del carico sotto la fune portante, lungo le linee di massima pendenza, a strascico con la fune traente (in alcuni casi per avvallamento da monte) o con quella di sollevamento;
- issaggio del gancio con il carico fino al carrello;
- sbloccaggio del carrello dalla fune portante;
- spostamento del carrello dal punto di carico fino al punto di scarico;
- bloccaggio del carrello, sulla fune portante;
- discesa a terra dell’estremità della fune traente o di quella di sollevamento con il gancio ed il carico;
- scarico del legname;
- issaggio del gancio di carico;
- sbloccaggio del carrello dalla fune portante.

A questo punto può iniziare un nuovo ciclo.

1.1. Classificazione delle gru a cavo

Sulla base del sistema di funzionamento le gru a cavo possono essere distinte in:

- **gru a cavo a funzionamento per gravità**

Nell'esercizio di queste gru a cavo, il carrello si sposta verso valle sfruttando la forza di gravità e verso monte utilizzando la forza esercitata dalla fune traente azionata dall'argano o dal verricello. Su questi impianti l'argano è posto a monte dell'area d'intervento e la pendenza minima indicativa per il loro corretto funzionamento è del 15% (12% più 1% per ogni ettometro di linea).



Fig. 1 - Argano tradizionale su telaio a slitta

- **gru a cavo per tutti i terreni** (a funzionamento indipendente dalla forza di gravità)

Questi impianti sono generalmente più complessi di quelli funzionanti per gravità, ma consentono di ampliare il campo d'impiego delle gru a cavo anche a linee con pendenza limitata o pianeggianti e di operare con l'argano a valle della linea. Sono azionate da argani con più traenti che controllano il movimento del carrello nei due sensi. Possono essere utilizzate anche sfruttando la forza di gravità.

Un'altra classificazione, fatta sulla base delle caratteristiche degli argani impiegati, porta a distinguere:

- **gru a cavo tradizionali**

Le gru a cavo tradizionali (Figura 1) impiegano argani con telaio a slitta. Questi argani possono spostarsi sul terreno del bosco (per autoissaggio, Figura 2) ed essere sistemati in punti anche molto distanti dalle strade. In tal senso sono prevalentemente utilizzate per l'esbosco verso valle. L'autoissaggio dell'argano può essere effettuato al solito fino su pendenze del 80%. I principali fattori che limitano questa operazione sono l'accidentalità del terreno e il fatto che non si può andare di traverso alla pendenza. Il trasporto dell'argano, sul o in prossimità del punto di lavoro, può essere effettuato anche con l'elicottero.



Fig. 2 - Autoissaggio dell'argano

Gli argani con telaio a slitta sono dotati del solo tamburo per la fune traente. La fune portante è separata dall'argano ed è normalmente avvolta su una bobina che può essere carrellata (montata su un ri-



Fig. 3 - Gru a cavo a stazione motrice mobile per trattore



Fig. 4 - Gru a cavo a stazione motrice mobile su rimorchio

morchio). In quest'ultimo caso il recupero e/o il riavvolgimento della fune portante, durante lo smontaggio delle linee, può essere effettuato azionando la bobina attraverso la presa di potenza di un trattore.

La tesatura della fune portante deve comunque essere effettuata con l'impiego di taglie e morsettoni.

• **gru a cavo con stazione motrice mobile**

A differenza delle gru a cavo tradizionali, queste sono costituite da argani dotati di un ritto di estremità e di due o più tamburi, su uno dei quali è avvolta la fune portante. La possibilità d'avere la fune portante montata su un tamburo azionato a motore consente di effettuarne più rapidamente la tesatura ed il recupero a fine lavoro, con conseguente riduzione dei tempi di montaggio e smontaggio.

Questi argani possono essere montati su trattori (Figura 3), su rimorchi (Figura 4) o su autocarri (Figura 5); nel primo caso sono normalmente azionati dalla presa di potenza dei trattori cui sono applicati, negli altri casi sono dotati di motore autonomo. Proprio per le loro caratteristiche, l'impiego è legato alla presenza di una strada d'accesso all'area d'intervento. Generalmente sono utilizzate nell'esbosco verso monte.

Infine un'ulteriore classificazione che tiene conto dell'entità del carico massimo che può essere trasportato, legata dunque alle caratteristiche dimensionali dell'attrezzatura impiegata, porta a distinguere gli impianti in:

- **leggeri;**
- **medi;**
- **pesanti.**



Fig. 5 - Gru a cavo a stazione motrice mobile su autocarro

2. Principali tipologie

Al variare delle caratteristiche costruttive e funzionali dei principali componenti si possono individuare diverse tipologie di impiego, con campi di utilizzo più o meno ampi. Le principali tipologie utilizzate nel nostro paese sono:

2.1. Gru a cavo tradizionali con argano a slitta a funzionamento per gravità

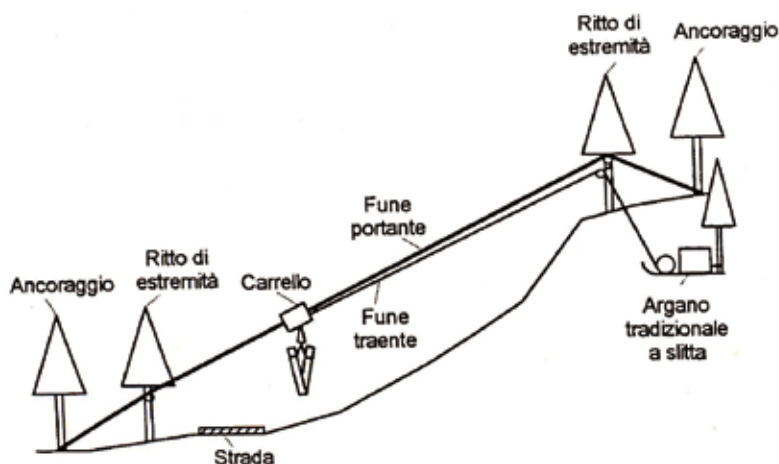


Fig. 6 - Rappresentazione schematica di gru a cavo tradizionale a funzionamento per gravità

2.2. Gru a cavo con stazione motrice mobile a funzionamento per gravità

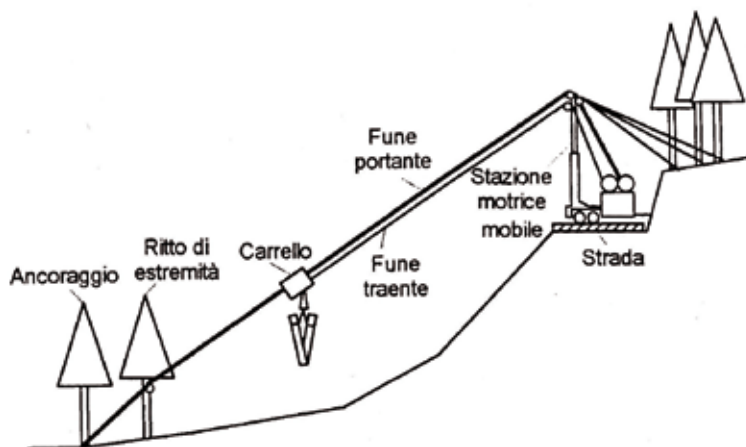


Fig. 7 - Rappresentazione schematica di gru a cavo a stazione motrice mobile a funzionamento per gravità

2.3. Gru a cavo con stazione motrice mobile per tutti i terreni, con tre funi

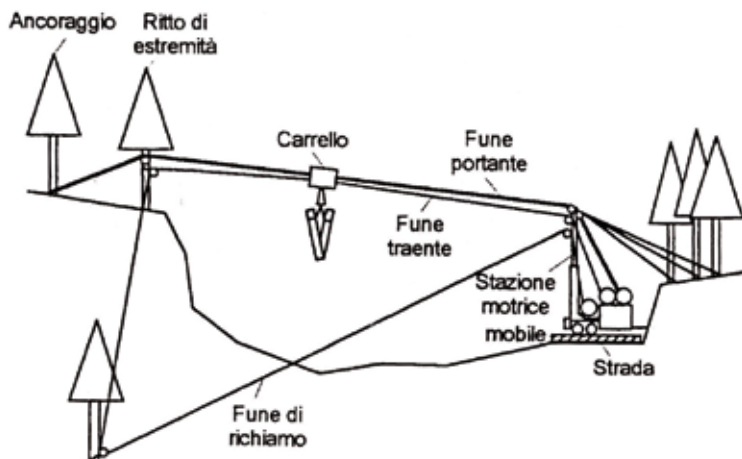


Fig. 8 - Rappresentazione schematica di gru a cavo a stazione motrice mobile con due funi traenti e funzionamento indipendente dalla pendenza

2.4. Gru a cavo monofune (solo fune portante)

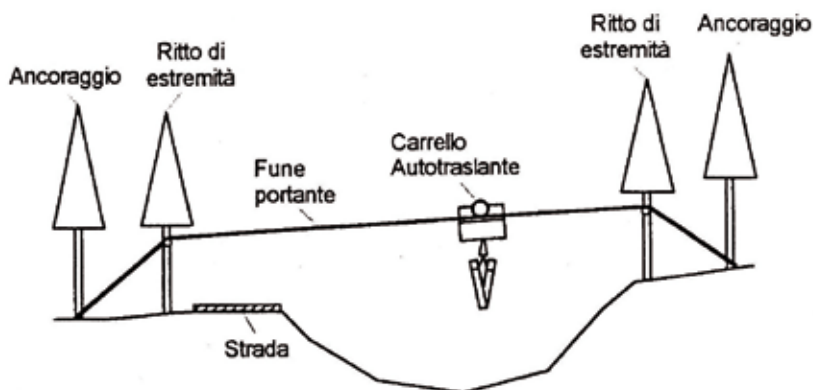


Fig. 9 - Rappresentazione schematica di gru a cavo monofune

2.5. Mini-gru a cavo

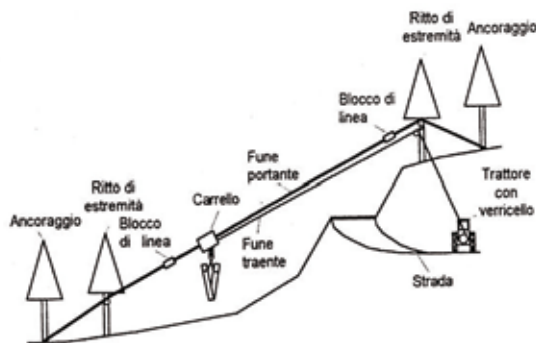


Fig. 10 - Rappresentazione schematica di mini gru a cavo

3. Campo d'impiego

Le gru a cavo vengono normalmente impiegate su terreni non accessibili a trattori a causa della pendenza o dell'accidentalità della superficie.

Nell'esbosco in salita su terreni con pendenza superiore al 20-30% non vi è alternativa quando la distanza d'esbosco supera i 50-100 m, fino alla quale è possibile concentrare a strascico con i verricelli dei trattori.

Nell'esbosco in discesa i trattori possono operare fino su pendenza del 40% circa, a condizione di disporre delle piste necessarie; su pendenze superiori è possibile ricorrere all'avvallamento per distanze più o meno brevi (fino 100 m), secondo la pendenza e l'accidentalità del terreno. Perciò si ricorre alle gru a cavo per l'esbosco in discesa su terreni con pendenza superiore al 40% circa, e su distanze superiori ai 100 m.

Per l'esbosco in salita, a una strada a monte della tagliata, si impiegano di preferenza gru a cavo con stazione motrice mobile, che permettono di contenere i tempi di montaggio e smontaggio degli impianti e sono di conseguenza più convenienti, soprattutto per tagli di media o, peggio, debole intensità. Gru a cavo mobili leggere, impiegate per legname di piccole e medie dimensioni, cioè in diradamenti, possono operare fino a distanze di 300-400 m; impianti mobili medi, impiegati per legname di grandi dimensioni, cioè tagli di maturità in fustaie, arrivano fino a 600-800 m di distanza. Naturalmente si possono impiegare anche gru a cavo con argano a slitta, in particolare per linee lunghe e grandi quantità di legname.

Per l'esbosco in discesa, ad una strada a valle della tagliata, si ricorre normalmente alle gru a cavo tradizionali fino a distanze di 1.000-1.500 m e più.

Per l'esbosco in discesa si possono impiegare anche le gru a cavo con funzionamento indipendente dalla pendenza della linea: con due (o più) funi traenti (o ausiliarie) o con una traente chiusa ad anello. Le stazioni motrici mobili con due (o tre) funi traenti vengono piazzate sulla strada, all'estremità a valle della linea e possono operare su

distanze fino a 300-400 m quelle più piccole e fino a 600-1.000 m quelle maggiori. Le gru a cavo mosse da una fune traente chiusa ad anello, azionata da un argano con telaio a slitta dotato di una gola parabolica per la fune traente, con fune di sollevamento che si avvolge su un argano portato dal carrello, possono operare anche su distanze di 2 e più km, su linee con qualsiasi tipo di profilo. Non risulta che in Italia siano presenti impianti di tale tipo.

4. Elementi costituenti la teleferica

4.1. Le funi di acciaio

Per una descrizione dettagliata delle caratteristiche delle funi di acciaio si rimanda all'Appendice A.

4.1.1. Scelta delle funi

Le funi più usate in campo forestale sono in acciaio lucido (U). Non si ricorre a funi zincate, i cui fili vengono sottoposti a zincatura (facendo passare i fili in un bagno di zinco fuso prima della cordatura) per migliorare la loro resistenza alla ruggine, poiché tali funi sono idonee ad impieghi statici e non dinamici (la zincatura si perde rapidamente strisciando per terra, avvolgendosi su tamburi e scorrendo su carrucole). Per impieghi statici (controventature, funi di cavalletti, ecc.) possono essere prese in considerazione anche **funi di materiale plastico**, di recente introduzione nel mercato di attrezzature forestali, che, a parità di dimensioni, hanno le stesse resistenze delle funi d'acciaio, pesano molto di meno ma costano molto di più.

Per **portanti di teleferiche forestali** si usano normalmente formazioni Seale o Warrington a 114 fili, ad avvolgimento possibilmente parallelo, in acciaio lucido 180 kg/mm², oppure funi a trefoli compattati o compattate a 114 fili in acciaio lucido 200 kg/mm², naturalmente preformate e preingrassate, nei diametri da 14 a 28 mm, secondo i carichi previsti.

Se queste funi vengono avvolte su tamburi di diametro ridotto, come avviene con gru a cavo con stazione motrice mobile, può essere necessario ricorrere a formazioni Warrington-Seale a 186 o a 216 fili in acciaio lucido 180 kg/mm², oppure a funi a trefoli compattati o compattate a 150 o a 216 fili in acciaio lucido 200 kg/mm².

Per **traenti di teleferiche** forestali si usano normalmente funi Seale a 114 fili, in acciaio lucido 180 kg/mm², oppure funi a trefoli compattati o compattate a 114 fili in acciaio lucido 200 kg/mm², nei diametri 7-12 mm (il più usato è il 10 mm).

Per **funi di ancoraggio** e per **tiranti**, per appendere staffe, carrucole e simili impieghi si ricorre normalmente a funi flessibili, a trefoli a 114, a 186, a 216 o a 222 fili. Per questi impieghi possono essere prese in considerazione anche funi di materiale plastico.

Le funi d'acciaio, al momento dell'acquisto, devono essere accompagnate da un attestato, rilasciato dal fabbricante, che riporti le caratteristiche sostanziali, tra cui il carico minimo di rottura e le dimensioni nominali (la norma UNI EN 12385-1:2009 *Funi di acciaio - Sicurezza Parte 1: Requisiti generali* riporta al punto 7.2.1. l'elenco delle informazioni che tale documento deve presentare).

ATTENZIONE!!! Il **carico di rottura (CR)** è direttamente legato al tipo di acciaio ed al diametro della fune (o meglio alla sezione metallica della fune, quindi tra formazioni diverse ci possono essere differenze anche rilevanti), può essere espresso in kg o in N⁽¹⁾. Nell'attestato o nei listini dei costruttori può essere riportato:

- il **carico di rottura effettivo**: è un valore sperimentale rilevato su spezzoni di fune campione alla macchina prova materiali utilizzando un metodo prescritto; tale dato serve soltanto per il collaudo della fune e deve essere sempre superiore al carico minimo di rottura. Tale valore non deve essere impiegato nei calcoli per il dimensionamento delle funi.
- Il **carico minimo di rottura (CR)**: è un valore calcolato sulla base della sezione metallica, della classe di resistenza minima dell'acciaio (la classe 1.770 N/mm² va da 1.770 N/mm² a 1.960 N/mm²) e del coefficiente della perdita di cordatura. Rappresenta la soglia di carico al di sotto della quale viene garantito che la fune nuova non si rompa. Il **carico minimo di rottura (CR)** è quello che viene impiegato di seguito nei calcoli per il dimensionamento delle funi.
- Il **carico somma minimo (CRs)**: è un valore teorico, è dato dal prodotto tra la classe di resistenza dell'acciaio con il quale è fatta la fune e la sua sezione metallica (sezione metallica intesa come somma delle sezioni di tutti i fili della fune), non tiene conto della perdita di cordatura della fune, quindi il CRs è sempre maggiore del CR. Il **coefficiente della perdita di cordatura** tiene conto del fatto che, nella fune, i singoli fili non vengono tirati parallelamente al loro asse, ma con un certo angolo. Tale coefficiente esprime quindi il carico di rottura residuo, rispetto al carico somma, dopo la cordatura della fune ed è dato da: **Coeff. cord.=100-[(CRs-CR)/CRs]**.

Il coefficiente della perdita di cordatura assume valori solitamente compresi tra 0,80~0,90.

Nell'impiego delle funi durante il lavoro non si devono mai raggiungere tensioni elevate non solo superiori, ma anche soltanto prossime al carico di rottura (concetto di carico di snervamento: se si sollecita ripetutamente un pezzo di acciaio a valori molto vicini al carico di rottura, questo prima o poi si rompe anche se non viene mai raggiunto il carico di rottura; questa soglia del carico di snervamento è, per l'acciaio delle funi, pari a circa l'80% del CR). È quindi necessario definire quale è la **Tensione massima (Tmax)** che si può raggiungere durante il lavoro pur rimanendo entro il margine di sicurezza voluto; in definitiva si dovrà scegliere un opportuno **Coefficiente di Sicurezza (Z)**, indicato nelle Norme come **Coefficiente di utilizzazione (Zp)**, cioè quel rapporto minimo che ci deve essere fra il carico di rottura della fune e lo sforzo massimo al quale si prevede che la fune possa essere assoggettata. Questo coefficiente di sicurezza varia secondo il tipo di impiego: è chiaro che funi di funivie per il trasporto di persone dovranno avere un coefficiente di sicurezza più elevato che funi di teleferiche

¹ 1 kg = 9,81 Newton (N), o più semplicemente 1 kg = circa 10 N, quindi se una fune ha un carico di rottura di 100.000 N si può determinare il valore approssimato in kg: $CR = 100.000 \text{ N} / 10 = 10.000 \text{ kg}$. Di seguito nel testo verrà utilizzato il kg come unità di misura. Tale scelta è giustificata dal fatto che nella pratica del lavoro in bosco il Newton non è ancora molto diffuso e compreso.

per il trasporto di legname, ed ancor più basso potrà essere il coefficiente di sicurezza di funi di verricelli impiegati per lo strascico a terra, poiché in questo caso la fune viene facilmente e continuamente controllata ed una sua eventuale rottura non comporta normalmente un pericolo rilevante. Questo coefficiente serve anche per ovviare o compensare le imprecisioni nella valutazione di:

- resistenza effettiva della fune(per funi usate);
- tensione effettivamente applicata alla fune (scarica) al montaggio (Tscar);
- entità reale del carico;
- valore effettivo dell'incremento di tensione (vedi in seguito),che dipende soprattutto dalle caratteristiche della linea e dalla tensione di montaggio adottata.

Per i calcoli la tensione massima è data da: $T_{max} = \frac{CR}{Z}$

facendo riferimento al carico minimo di rottura (CR).

In mancanza di specifiche indicazioni fornite dal costruttore, si riportano di seguito i coefficienti di sicurezza (Z) da adottare per le funi impiegate in campo forestale:

- portanti di teleferiche tipo gru a cavo, non inferiore a 2,5;
- traenti di teleferiche tipo gru a cavo, non inferiore a 2,0 la forza di trazione massima dell'argano e non meno di 3,0 rispetto al carico massimo trasportabile;
- funi di controventatura, di cavalletti, per taglie non inferiore a 4,0.

Quando si utilizzano funi d'acciaio si deve prestare particolare attenzione al loro maneggio: è estremamente pericoloso indossare anelli perché, anche con i guanti, potrebbero essere agganciati da fili rotti della fune.

Per la possibile presenza di fili rotti le funi devono essere maneggiate con guanti ad elevata resistenza meccanica (DPI cat.II).

Se le funi vengono svolte manualmente si deve fare attenzione che non si formino asole o cappole; queste, se la fune viene messa in tensione, possono provocarne deformazioni permanenti e rotture (Figura 11). Nel caso in cui si riavvolgano le funi manualmente, vanno assecondate le loro naturali tensioni.

Le funi devono essere dimensionate in relazione alla forza di tiro dell'apparecchio di

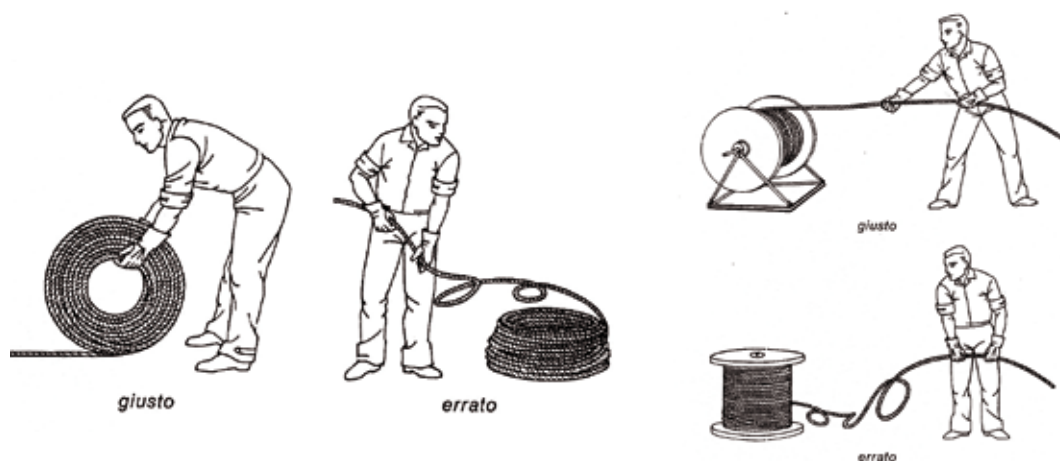


Fig. 11 - Svolgimento corretto ed errato di una fune da una matassa o da un tamburo

trazione ed allo sforzo massimo al quale la fune sarà assoggettata durante il lavoro, considerando gli specifici coefficienti di sicurezza in funzione dell'uso previsto, ed accoppiate alle altre attrezzature (brache, carrucole ecc.) tenendo presenti le rispettive portate e modalità di impiego.

Le funi devono essere sottoposte ad esame in occasione del montaggio e dello smontaggio sulle varie attrezzature, nonché ad esami periodici durante il loro impiego, e messe fuori servizio quando previsto o indicato dal costruttore ovvero, in assenza di queste indicazioni, secondo norme tecniche o codici di buone prassi, o ancora sulla base delle condizioni di conservazione rilevate in sede di controllo. I controlli effettuati e i relativi risultati devono essere riportati su apposito registro, da conservare per almeno 3 anni a disposizione degli organi di vigilanza (art. 71 commi 8 e 9 D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.). In particolare, il documento attestante l'esecuzione dell'ultimo controllo con esito positivo deve accompagnare le attrezzature di lavoro usate al di fuori della sede dell'unità produttiva (art. 71 comma 10 D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.).

Onde evitare che le funi subiscano deformazioni permanenti è necessario scegliere tamburi o pulegge con diametro, dell'anima o della gola, non troppo piccolo; funi di acciaio con elevata resistenza (200 e più kg/mm²) sono più rigide di funi di acciaio con resistenza inferiore (160-180 kg/mm²) e quindi più soggette a deformarsi.

4.1.2. Diametri di avvolgimento

Il res 4.1.2.4. Pulegge, tamburi, rulli, funi e catene della Direttiva 2006/42/CE prescrive la scelta di adeguate dimensioni dei diametri delle pulegge e dei tamburi, compatibilmente con le dimensioni delle funi di cui possono essere muniti.

Per evitare deformazioni permanenti e la conseguente rapida usura della fune, in assenza di indicazioni fornite dal costruttore, sulla base dell'esperienza acquisita si forniscono di seguito suggerimenti, volti a garantire il soddisfacimento di quanto prescritto dal res 4.1.2.4.:

- i tamburi di argani dovrebbero avere un diametro dell'anima (o nucleo) non inferiore a 250 volte il diametro del filo elementare della fune impiegata (circa 20 volte il diametro della fune);
- il diametro di carrucole (principali o di rinvio), sulle quali il ramo della fune in entrata con il ramo in uscita formi un angolo pari o inferiore a 90°, dovrebbe essere almeno uguale a 300 volte il diametro del filo elementare della fune;
- il diametro di carrucole, sulle quali il ramo della fune in entrata con il ramo in uscita formi un angolo compreso tra 90° e 120°, dovrebbe essere almeno uguale a 200 volte il diametro del filo elementare della fune;
- il diametro di carrucole (secondarie o di deviazione), sulle quali il ramo della fune in entrata con il ramo in uscita formi un angolo superiore a 120°, dovrebbe essere almeno uguale a 150 volte il diametro del filo elementare della fune.

4.1.3. Capacità di fune di un tamburo

Per capacità di fune di un tamburo si intende la lunghezza di fune, di un determinato diametro, che può essere montata su di un tamburo. Tale capacità può essere semplicemente determinata attraverso il rapporto tra il volume utile di immagazzinamento e la superficie unitaria della sezione della fune (si assume la sezione della fune come

quadrata, poiché nella pratica lo spazio che essa occupa sul tamburo è assimilabile a questa sezione:

$$L = \frac{[(D^2 - d^2) \times \frac{\pi}{4} \times l]}{s^2}$$

dove:

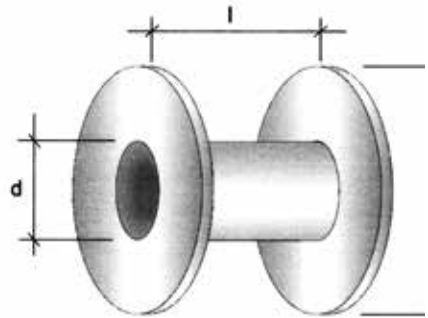
L = lunghezza della fune;

D = diametro delle flange del tamburo;

d = diametro dell'anima o nucleo;

l = larghezza interna del tamburo;

s = diametro della fune.



Attenzione!!!: nella formula usare sempre la stessa unità di misura per tutte le grandezze (mm, cm, m).

4.1.4. Direzione di avvolgimento su di un tamburo

Se non diversamente spiegato nelle istruzioni dal fabbricante dell'attrezzatura, la direzione di avvolgimento di una fune di acciaio su di un tamburo dovrebbe seguire le seguenti regole (Figura 12).

- **Fune con avvolgimento destro**: se parte dal bordo della flangia destra del tamburo deve uscire da sotto (mano destra con indice e pollice aperti, le altre dita chiuse, con il palmo rivolto verso l'alto: il pollice indica dove è fissata la fune, l'indice il verso di uscita); se parte dal bordo della flangia sinistra del tamburo deve uscire da sopra (mano destra con indice e pollice aperti, le altre dita chiuse, con il palmo rivolto verso il basso).
- **Fune con avvolgimento sinistro**: se parte dal bordo della flangia destra del

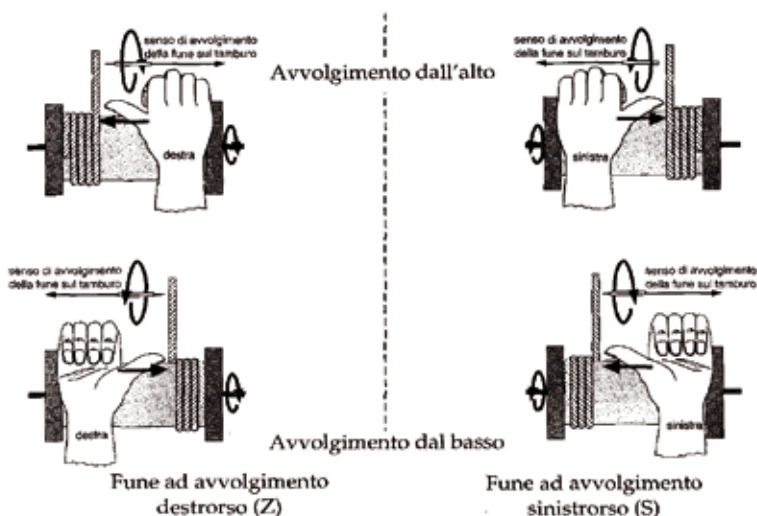


Fig. 12 - Avvolgimento della fune su di un tamburo

tamburo deve uscire da sopra (mano sinistra con indice e pollice aperti, le altre dita chiuse, con il palmo rivolto verso il basso); se parte dal bordo della flangia sinistra del tamburo deve uscire da sotto (mano sinistra con indice e pollice aperti, le altre dita chiuse, con il palmo rivolto verso l'alto).

4.1.5. Designazione delle funi

Le funi vengono indicate con i seguenti elementi:

- dimensioni (diametro e lunghezza);
- se fatte di acciaio lucido (U) o zincate;
- grado della fune (R - resistenza a trazione dell'acciaio), per mm^2 di sezione (in kg/mm^2 o in N/mm^2);
- costruzione della fune (formazione: p.e. 6×36WS);
- costruzione dell'anima (fibre, acciaio, ecc.: p.e. IWRC);
- se sono preformate e preingrassate (normalmente lo sono);
- sensi e tipi di avvolgimento (sZ, zS, zZ, sS).

Poiché le funi vengono normalmente commercializzate a peso, per quanto riguarda la lunghezza (da misurare sulla fune non in tensione) è prevista una certa tolleranza:

- ≤ 400 m di lunghezza è prevista una tolleranza compresa tra 0 e +5%;
- >400 m da 0 a +20 m per ogni 1.000 m o parte di 1.000 m supplementare.

È consigliabile indicare, al momento dell'ordine, l'uso al quale è destinata la fune.

Esempio: Fune in acciaio lucido (U), resistenza (R) 1.770 N/mm² (180 kg/mm²), a trefole tipo Seale a 114 fili con anima in fibra tessile (6×19S -NFC), avvolgimento parallelo destro (zZ), preformata e preingrassata, diametro 10 mm, lunghezza 1.200 m. La fune verrà impiegata come traente per una teleferica per trasporto legname.

4.1.6. Messa fuori servizio delle funi

Le funi devono essere sottoposte ad esame visivo, per verificarne lo stato di conservazione, in occasione del montaggio e dello smontaggio sulle varie attrezzature, nonché ad esami periodici durante il loro impiego, e messe fuori servizio quando previsto o indicato dal costruttore ovvero, in assenza di queste indicazioni, secondo norme tecniche (UNI ISO 4309:2011) o codici di buone prassi, o ancora sulla base delle condizioni di conservazione rilevate in sede di controllo da parte del datore di lavoro. In presenza di danni localizzati (strozzature, rigonfiamenti, schiacciamenti, allentamento dei trefoli) in prossimità delle estremità si può procedere al taglio, eliminando la parte danneggiata con conseguente riduzione della lunghezza della fune. Qualche esempio dei più frequenti danni è riportato nelle figure 13 e 14. Alcune indicazioni pratiche, per procedere ad un controllo speditivo per l'esclusione dall'impiego di una fune, possono essere:

- il diametro della fune si sia ridotto del 10% o più rispetto al diametro nominale originale;
- presentino tracce di corrosione interna, verificabile allargando i trefoli;
- presentino sui trefoli esterni, esclusa l'anima, un certo numero di fili rotti in rapporto alla lunghezza del tratto di fune interessato, come dalla seguente tabella rielaborata dalla norma UNI ISO 4309:2011, a titolo di esempio, per i tipi di fune più utilizzati nel campo forestale.

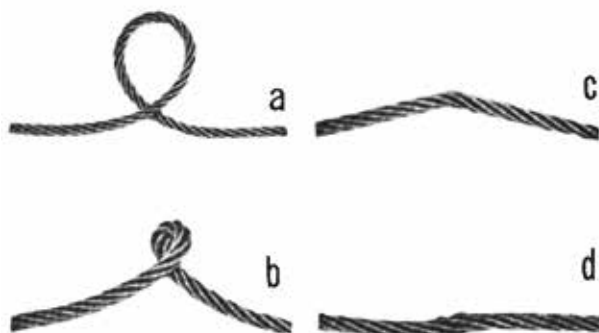


Fig. 13 - Formazione di un'asola e piegatura



Fig. 14 - Fune con un considerevole numero di fili rotti

Tabella 1 - Limite di sostituzione di funi metalliche* in base al numero di fili rotti nei trefoli esterni

Numero di fili della fune nei trefoli esterni (anima esclusa)	Numero di fili visibilmente rotti su una lunghezza di	
	6 volte s	30 volte s
42 fili	4	8
114 fili	10	20
186 fili	16	32
216 fili	18	36

s = diametro nominale della fune

* sia parallele che crociate (da UNI ISO 4309:2011 "Apparecchi di sollevamento – Funi. Cura, manutenzioni, ispezioni e scarto ")

4.2. Argani

Gli argani specifici per gru a cavo si dividono in due grandi categorie:

- **tradizionali con telaio a slitta;**
- **con stazione motrice mobile.**

La norma UNI EN 14492-1:2009 con UNI EC 1-2010 UNI EN 14492-1 contiene le informazioni necessarie per la progettazione, l'uso e la manutenzione degli argani motorizzati. Qui di seguito si riportano alcune delle indicazioni fornite da tale norma per gli argani motorizzati riguardanti, in particolare, alcune caratteristiche di sicurezza.

Gli elementi mobili di trasmissione (alberi, ventilatori, ruote, ingranaggi, cinghie, giunti) devono essere progettati, situati o segregati al fine di proteggere le persone esposte durante l'uso previsto contro i rischi connessi con la possibilità di contatto accidentale. I dispositivi di comando manuali per avviare e fermare manualmente gli argani devono essere muniti di comando ad azione mantenuta in modo che la fornitura di energia sia

interrotta quando gli elementi di azionamento dei comandi vengono rilasciati.

Gli elementi di azionamento dei dispositivi di comando devono incorporare caratteristiche che impediscono il funzionamento accidentale e quindi gli spostamenti non voluti del carico. Inoltre tali elementi di azionamento dei dispositivi di comando devono incorporare caratteristiche ed essere disposti e contrassegnati in modo tale che le loro funzioni siano inequivocabilmente riconoscibili.

Gli argani motorizzati devono essere dotati di arresto di emergenza.

Un'indicazione invece dettata dalle buone prassi è quella che i tamburi degli argani dovrebbero avere un diametro dell'anima (o nucleo) non inferiore a 250 volte il diametro del filo elementare della fune impiegata (circa 20 volte il diametro della fune), in modo da evitare deformazioni permanenti della fune (cfr. par. 4.1.2.).

4.2.1. Argani tradizionali

Sul telaio a slitta degli argani tradizionali sono montati: il motore, la trasmissione, il tamburo per la fune traente, i freni.

La maggior parte degli argani a slitta con trasmissione idrostatica può essere dotata di stazioni per il comando a distanza. Ciò permette agli operatori di lavorare in maggior sicurezza e lontano dalle fonti di rumore: per un sicuro impiego è in ogni modo neces-

sario che l'addetto all'argano sia in grado di azionare, dal comando a distanza, tutti i dispositivi principali dell'argano e possa controllare il corretto avvolgimento della fune traente sul tamburo. La velocità massima della fune traente varia normalmente dai 2-4 m/s a tamburo vuoto ai 4-8 m/s a tamburo pieno. Sul tamburo si trovano uno o due freni a nastro, a disco o a tamburo (coppie di ganasce montate all'interno del tamburo della traente). Sugli argani con trasmissione idraulica si possono trovare inoltre dei freni automatici di sicurezza a dischi multipli che entrano in funzione in caso di rottura della trasmissione. Un altro tipo di freno, che può essere presente (più frequentemente sugli argani con trasmissione meccanica), è quello aerodinamico (ventola a mulinello), collegato al tamburo con un



Fig. 15 - Argano tradizionale

rapporto di trasmissione di 1:4-1:6. Per l'impiego su tutti i terreni, alcuni argani tradizionali sono predisposti per il montaggio di un secondo tamburo, altri sono predisposti per il montaggio sul tamburo, al posto dell'immagazzinamento della traente, di una puleggia motrice a gola parabolica che consente di utilizzare l'argano con una fune traente chiusa ad anello.

4.2.2. Argani con stazione motrice mobile

Questi argani sono montati su veicoli (autocarri o rimorchi) o portati da trattori (applicati all'attacco a tre punti). La stazione motrice mobile è formata da: un motore (che

manca in quelle azionate da trattore), una trasmissione, uno o più tamburi per la/e fune/i traente/i, per la fune di richiamo e/o ausiliaria, tamburi per le controventature, un tamburo per la fune portante, un ritto (traliccio) telescopico o ripiegabile, avente un'altezza di norma variabile dai 7 ai 15 m sul quale vengono rinviate le funi, e da tamburi per le funi di controventatura del ritto. Anche questa tipologia di argani può avere a disposizione stazioni per il comando a distanza e/o apposite cabine che aumentano il comfort e la sicurezza del lavoro. È in ogni modo opportuno che l'addetto all'argano sia in grado di azionare, dal comando a distanza, tutti i dispositivi principali dell'argano e possa controllare il corretto avvolgimento della fune traente sul tamburo.

La trasmissione idrostatica di questi impianti non viene utilizzata solo per il movimento delle funi che azionano il carrello (traente/i), ma anche per la tesatura ed il recupero della fune portante, per l'innalzamento del ritto e in alcuni casi per la tesatura delle controventature e per l'abbassamento del piede di appoggio del ritto sul terreno. Nella loro forma più semplice questi argani sono dotati di due tamburi principali, per la fune portante e per la fune traente. In questo caso possono però essere utilizzati solo su linee a funzionamento per gravità e con stazione motrice a monte. I comandi dei due tamburi devono essere facilmente distinguibili mediante l'apposizione di etichette o utilizzando diversi colori.

Gli impianti più complessi, utilizzabili in tutte le condizioni e indipendentemente dalla pendenza della linea, sono dotati di altri tamburi.

Per migliorare la sicurezza sul lavoro le stazioni motrici mobili sono talvolta dotate sia di dispositivi manuali per l'allentamento rapido della fune portante in caso di pericolo, che di sistemi di bloccaggio del tamburo della portante basati su freni tarati che permettono l'allentamento automatico della fune portante quando si supera la tensione massima prevista per quel dato tipo di fune.

La norma ISO 19472:2006 tratta dei requisiti costruttivi, funzionali e di sicurezza che possono essere applicati agli argani (verricelli) collegati mediante un attacco a tre punti a macchine motrici (trattori o macchine semoventi). Riguardo ai **requisiti di sicurezza**, ad esempio, tale norma prevede, in generale, per il rischio di contatto accidentale con gli elementi pericolosi, il rispetto delle distanze di sicurezza indicate nella norma UNI EN ISO 13857:2008 con UNI EC 1-2010 UNI EN ISO 13857. Requisiti specifici sono riportati per gli elementi mobili di trasmissione che in particolare devono essere protetti o mediante il rispetto delle suddette distanze o mediante l'uso di ripari che devono poter rimanere attaccati alla macchina quando normalmente vi è la necessità (al



Fig. 16 - Argano a stazione motrice mobile su rimorchio

fine, ad esempio, di compiere opportune regolazioni) di aprirli. Altri requisiti riguardano il tamburo e le funi, per esempio se la fune di un argano passa su una puleggia deve essere assicurata la condizione che la fune rimanga nella sede della puleggia durante la condizione di fune allentata. In generale i comandi devono essere progettati in modo da ridurre la possibilità di attivazione non intenzionale. Per quanto riguarda i comandi di potenza, essi devono immediatamente permettere il ritorno automatico alla posizione neutra di fermo quando sono rilasciati, mentre i comandi dei freni devono automaticamente azionare i freni quando sono rilasciati.

4.3. Carrelli

I carrelli per gru a cavo si possono distinguere in:

- a taglia;
- semiautomatici;
- automatici;
- motorizzati.

4.3.1. Carrelli a taglia

I **carrelli a taglia** sono schematicamente formati da un telaio con due carrucole che scorrono sulla fune portante, sotto alle quali si trova una carrucola di rinvio della fune traente. La fune traente scorre su questa carrucola, raggiunge e scorre nella taglia di sollevamento per poi tornare al carrello al quale viene agganciata con un giunto girevole. Il gancio di carico è fissato alla taglia di sollevamento.

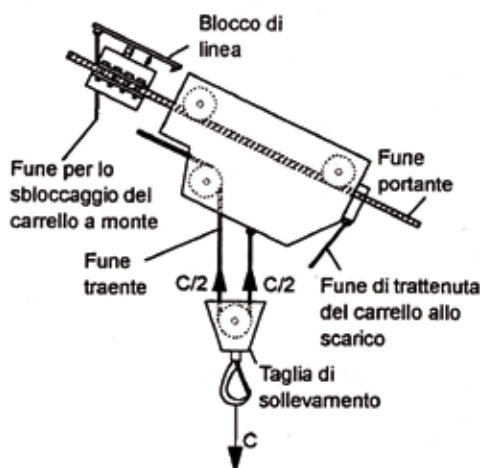


Fig. 17 - Carrello a taglia

Il loro funzionamento è basato sull'impiego di blocchi di linea. I blocchi di linea sono dei dispositivi, al solito elementi molto semplici trattenuti da terra con una fune, che vanno

posizionati sulla fune portante in corrispondenza dei punti di carico e scarico. Il carrello si ferma sui punti di carico e scarico rispettivamente appoggiandosi o agganciandosi ai blocchi di linea.

Questi carrelli funzionano esclusivamente per gravità. Possono essere utilizzati nell'esbosco in salita su linee ripide, con pendenza \geq al 50%, o almeno superiore al 30% purché decorrenti lungo le linee di massima pendenza.

Al solito hanno una portata di 1-1,5 t.

4.3.2. Carrelli semiautomatici

I **carrelli semiautomatici** strutturalmente sono simili ai carrelli a taglia, ma sono costruttivamente più complessi in quanto dotati di più sofisticati sistemi di aggancio e sgancio ai blocchi di linea nonché di un meccanismo di bloccaggio/sbloccaggio del gancio di carico al carrello.

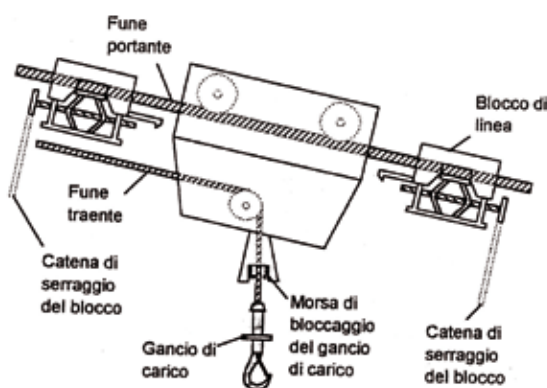


Fig. 18 - Carrello semiautomatico

I blocchi di linea di questi carrelli sono più complessi di quelli dei carrelli a taglia e possono essere sbloccati e ribloccati alla fune portante da terra, per mezzo di funi o catene, e spostati lungo la fune con l'aiuto del carrello. Questi carrelli funzionano esclusivamente per gravità e presentano difficoltà di impiego con linee molto alte (oltre 50 m da terra), poiché le funi o catene di comando dei blocchi possono intralciare l'issaggio dei carichi. La loro portata varia normalmente tra 1,5 e 2 (2,5) t.

4.3.3. Carrelli automatici

A differenza dei precedenti i **carrelli automatici** non richiedono blocchi di linea in quanto dispongono di una morsa interna che consente loro di bloccarsi in qualsiasi punto della linea. Oltre a quella per la portante dispongono, come i carrelli semiautomatici, di una morsa per il bloccaggio del gancio di carico o della traente quando il carrello è in movimento. La loro portata varia normalmente tra 1 e 3 t.

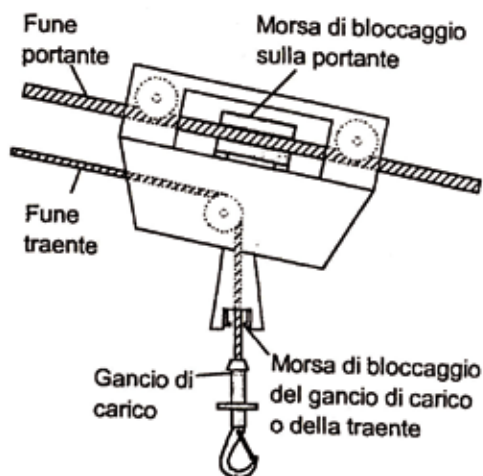


Fig. 19 - Carrello automatico

I carrelli automatici si possono distinguere in:

- a) **normali**, per l'esclusivo funzionamento per gravità;
- b) **speciali**, per il funzionamento su tutti i terreni indipendentemente dalla pendenza della linea.

a) I vari tipi di **carrelli automatici a funzionamento per gravità** si differenziano esclusivamente per il sistema di azionamento del bloccaggio sulla fune portante, che può essere:

- per inversione di marcia
per azionare le morse di bloccaggio alla portante il carrello deve superare di poco il punto di carico o scarico per essere poi riportato in posizione. Questa inversione di marcia porta alla chiusura della morsa.
- a tempo
per provocare il bloccaggio della morsa alla fune portante è sufficiente che il carrello si fermi per un determinato tempo (regolabile) sul punto di carico o scarico.
- con radiocomando
il bloccaggio del carrello alla portante è indotto da un segnale radio. Tale segnale agisce sia sulla morsa della portante, serrandola sulla fune, che su una morsa di sbloccaggio della traente che può così scendere a terra. Con un altro segnale il carrello si sblocca dalla portante e la traente si blocca al carrello.

b) I carrelli automatici speciali hanno dei sistemi per lo svolgimento forzato della fune traente che permette la discesa a terra del gancio di carico e lo stendimento della fune traente fino al carico anche su linee pianeggianti o poco inclinate, sulle quali il peso del gancio dei carrelli automatici normali non è sufficiente a vincere la resistenza offerta dalla fune traente. Questi carrelli si differenziano per il sistema utilizzato nello svolgimento obbligato della fune traente, che può essere:

- a motore
lo svolgimento della fune traente avviene grazie ad un motore integrato nel carrello

controllato con dei radiocomandi. Il concentramento e l'issaggio del carico sono invece controllati ed eseguiti con l'organo della traente.

- con funi ausiliarie o di richiamo

per il funzionamento di questi carrelli, di cui ne esistono molte varianti, oltre alla fune traente è necessaria un'altra fune di richiamo (per lo spostamento del carrello nella direzione contraria a quella comandata dalla fune traente) o ausiliaria (utilizzata esclusivamente per l'azionamento dei meccanismi del carrello).

Nella forma più semplice questi carrelli vengono dotati di un tamburo sul quale si avvolge la fune di richiamo o ausiliaria.

Tirando la fune di richiamo, quando il carrello è bloccato sulla fune portante, si provoca la discesa forzata della fune traente.

Il recupero della traente, durante il concentramento e l'issaggio, avviene per mezzo dell'organo e provoca il riavvolgimento della fune di richiamo o ausiliaria sul tamburo del carrello.

- con fune di sollevamento

questi carrelli sono dotati di un tamburo con una fune di sollevamento, separata dalla traente, da utilizzare per il concentramento e l'issaggio dei carichi, e sono azionati da una fune traente chiusa ad anello. Quando il carrello è bloccato alla fune portante il movimento della traente ad anello provoca la discesa a terra della fune di sollevamento o, viceversa, il concentramento e l'issaggio dei carichi.



Fig. 20 - Carrelli motorizzati

Anche i **carrelli motorizzati** dispongono di una fune di sollevamento montata su di un tamburo, interno al carrello, azionato da un motore interno al carrello stesso. I movimenti della fune di concentramento e issaggio sono controllati mediante radiocomandi. Un particolare tipo di carrelli motorizzati è rappresentato dai **carrelli semoventi** o **autotraslanti**.

Sono carrelli simili ai precedenti che utilizzano la potenza generata dal motore interno anche per muoversi lungo la portante; non richiedono l'impiego della fune traente. Il



Fig. 21 - Carrello autotraslante

movimento del carrello lungo la linea avviene grazie all'attrito generato tra la fune portante ed una puleggia motrice azionata appunto dal motore del carrello. Gli spostamenti del carrello ed il movimento della fune di sollevamento e issaggio, montata su un tamburo interno, sono controllati con dei radiocomandi. Il loro impiego è ancora limitato a linee pianeggianti o poco inclinate.

Dispositivi di sicurezza dei carrelli

Tutti i tipi di carrello montano un dispositivo di sicurezza anticarrucolamento, come prescritto dal res 4.1.2.2. Macchina che si sposta lungo guide o su vie di scorrimento dell'allegato I alla Direttiva 2006/42/CE; tale dispositivo è costituito da leve, apribili manualmente per sistemare il carrello sulla fune e tenute in posizione chiusa a molla, che impediscono al carrello di fuoriuscire accidentalmente dalla fune portante. Sui carrelli automatici ed anche sui carrelli

motorizzati è opportuno che vengano montati dei sistemi di sicurezza (a comando meccanico-idraulico, elettro-idraulico o altro) che provocano l'immediato bloccaggio del carrello alla fune portante in caso di rottura della fune traente. Sui carrelli automatici, anche il sistema di bloccaggio con radiocomando può assolvere questa funzione.



Fig. 22 - Impianto di comunicazione ad altoparlante

4.4. Sistemi di comunicazione

Nell'esercizio delle gru a cavo è necessario disporre di sistemi di comunicazione sicuri che colleghino le varie zone di lavoro (argano, carico e scarico). A tale scopo vengono utilizzati telefoni o radio.

Il collegamento radio è il più semplice, ma non sempre è il più sicuro poiché, in alcuni casi, non garantisce l'efficienza e la sicurezza necessaria nelle comunicazioni (batterie scariche, zone d'ombra dei ripetitori).

Tra i vari tipi di telefoni quelli ad altoparlante, alimentati dalla batteria dell'argano, sono ancora i più affidabili per questo lavoro. Infatti gli altoparlanti nei punti di carico e scarico funzionano sia in ricezione che in trasmissione e gli ordini possono essere comunicati anche da distanze di alcune decine di metri dall'altoparlante senza bisogno di azionare interruttori o pulsanti. Gli unici inconvenienti sono che richiedono lo stendimento del filo telefonico e che questo può essere danneggiabile.

In caso di segnalazioni a vista, si ricorda che il Tito-

lo V della 81/08 e s.m.i. tratta di “Segnaletica di salute e sicurezza sul lavoro” e che nell’Allegato XXXII sono riportate le “Prescrizioni per i segnali gestuali”.

Si deve immediatamente sospendere il lavoro, quando si interrompe per qualsiasi causa la comunicazione tra l’arganista e il personale addetto al carico e/o allo scarico.

5. Accessori per il montaggio degli impianti

5.1. Carrucole

Le carrucole sono impiegate per rinviare (dette “di rinvio” o “di deviazione”) e/o anche per sostenere funi (ed in questo caso vengono chiamate “di montaggio”).

Le carrucole di rinvio (dette anche per impieghi dinamici) sono utilizzate per funi in movimento, in particolare per funi traenti, e per questo sono montate su cuscinetti, a sfere o a cilindri, stagni. Le carrucole di montaggio (dette anche per impieghi semidinamici) vengono utilizzate per sostenere funi statiche o che scorrono a bassa velocità, cioè per il sostegno delle funi portanti o delle funi utilizzate per la realizzazione dei sostegni intermedi. Per questo motivo la ruota è al solito più piccola ed è montata su bronzine o su boccole di teflon.

Tutte le carrucole è necessario che presentino alcune caratteristiche funzionali quali: la protezione delle flange contro la fuoriuscita accidentale della fune (il telaio di queste carrucole deve essere dotato, intorno alla ruota, di protezioni che impediscano alla fune di incastrarsi accidentalmente tra ruota e telaio); la possibilità di essere apribili per il posizionamento della fune; una chiusura di sicurezza che non permetta l’apertura accidentale.

Sulle carrucole di rinvio principali le funi possono formare angoli piccoli, anche inferiori a 90°, e per questo sono al solito grandi e pesanti.

Sulle carrucole di rinvio secondarie o di deviazione le funi formano angoli grandi, più vicini ai 180° che ai 90°, e per questo sono meno sollecitate e possono essere più piccole e leggere.



Fig. 23 - Carrucola

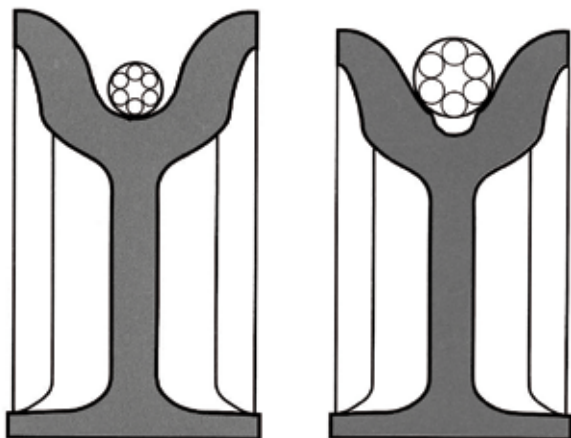


Fig. 24 - Errati accoppiamenti fune/gola carrucola

Prima della messa in funzione della carrucola, l'operatore deve aver letto attentamente le istruzioni eventualmente predisposte dal costruttore e, prima dell'inizio di ogni lavoro, si deve accertare che la carrucola ed i suoi componenti siano integri e funzionanti.

Le carrucole devono essere impiegate tenendo presenti le loro portate, l'entità dello sforzo al quale saranno sottoposte, le dimensioni delle funi e l'angolo che queste ultime formeranno sulle stesse. La gola della ruota deve contenere adeguatamente la fune. Un errato accoppiamento dimensionale fra carrucola e fune può determinare

deformazioni permanenti e rapida usura di quest'ultima.

In mancanza di indicazioni fornite dal costruttore si consigliano i seguenti valori (cfr. par. 4.1.2):

- il diametro di carrucole (principali o di rinvio), sulle quali il ramo della fune in entrata con il ramo in uscita sia pari o inferiore a 90° , dovrebbe essere almeno uguale a 300 volte il diametro del filo elementare della fune;
- il diametro di carrucole, sulle quali il ramo della fune in entrata con il ramo in uscita sia compreso tra 90° e 120° , dovrebbe essere almeno uguale a 200 volte il diametro del filo elementare della fune;
- il diametro di carrucole (secondarie o di deviazione), sulle quali il ramo della fune in entrata con il ramo in uscita sia superiore a 120° , dovrebbe essere almeno uguale a 150 volte il diametro del filo elementare della fune.

Nell'impiego di carrucole per rinviare funi si deve fare attenzione a non trovarsi all'interno di quello che è chiamato "angolo della morte", l'angolo chiuso formato dai due rami di fune rinviati sulla carrucola.

Le carrucole devono riportare impressa in maniera chiara la portata di esercizio.

Le carrucole devono essere dimensionate sullo sforzo massimo previsto (tensione ed ampiezza dell'angolo formato dalla fune) ed accoppiate ad altre attrezzature (brache, funi ecc.) tenendo presenti le rispettive portate e modalità di impiego.

5.2. Paranchi manuali

Sono apparecchi che, con l'ausilio di funi d'acciaio, servono ad esercitare sforzi di trazione.

Sono costituiti essenzialmente da una coppia di ganasce che stringono, alternatively, una fune d'acciaio, spesso specifica e dotata di un gancio alla sua estremità. Il movimento alternato di apertura e chiusura delle ganasce e lo spostamento della fune avviene attraverso una leva che agisce su di un sistema di leveraggi. Questi paranchi

sono dotati anche di retromarcia che, con i soliti movimenti alternati, serve ad allentare la fune gradatamente. Per aprire le ganasce e far scorrere liberamente la fune al loro interno, in alcuni tipi è presente una posizione di folle.

Prima della messa in funzione del paranco, l'operatore deve aver letto

attentamente le istruzioni predisposte dal costruttore, riportate nel manuale d'uso e manutenzione che obbligatoriamente deve accompagnarlo, e, prima dell'inizio di ogni lavoro, deve accertarsi che il paranco ed i suoi componenti di sicurezza siano integri e funzionanti.

Per la manutenzione occorre seguire attentamente quanto riportato nelle istruzioni d'uso predisposte dal costruttore, curandone la pulizia dell'interno, verificando lo stato di usura dei vari componenti e lubrificando periodicamente gli organi in movimento.

Alcuni tipi sono dotati di una sicurezza contro i sovrasforzi posizionata nel collegamento tra la leva di avanzamento ed il sistema interno di leveraggi. Essa consiste in una o più spine di rottura, realizzate in metallo con resistenza inferiore a quello del collegamento, che vengono tranciate dall'azionamento della leva quando si supera la forza di trazione massima consentita. Per la sostituzione delle spine di rottura devono essere impiegate soltanto quelle indicate dal costruttore; l'uso di spine diverse o improvvisate (chiodi, pezzi di ferro ecc.) non solo è vietato ma potrebbe compromettere la sicurezza degli operatori.

Nell'impiego del paranco c'è da fare attenzione a non compiere eccessivi sforzi e a non assumere posture inadeguate che comportino eccessivo carico sulla colonna vertebrale.

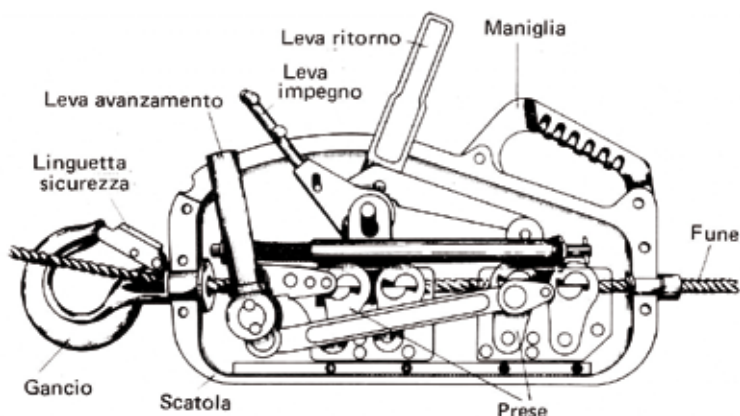


Fig. 25 - Spaccato di paranco manuale

5.3. Brache o capichiusi

Le brache o capichiusi (tubolari, fasce piatte e spezzoni di fune) sono impiegate per l'ancoraggio di paranchi, di carrucole ed altro. Sono fabbricate in fibre sintetiche o possono essere costituite da spezzoni di funi d'acciaio con asole alle estremità.

Le **brache a fascia piatta** sono formate da una striscia di tessuto, di nylon o di altre fibre sintetiche, dotata di asole alle estremità. Le lunghezze possono variare a seconda delle necessità (al solito vanno da 2 a 6 m) mentre la larghezza deve essere proporzionata ai carichi applicati.

Più resistenti a parità di ingombro sono le **brache a tubolare** costituite da fibre artificiali ad alta resistenza chiuse ad anello e rivestite da un elemento tubolare di nylon.



Fig. 26 - Designazione della portata di brache

(che con il lavoro può andare perduta), ma è anche individuabile dal colore (ad ogni colore corrisponde una certa portata), dal numero di strisce nere riportate sulla loro superficie (ad ogni striscia corrisponde 1 t di portata) oppure anche dalla portata scritta a grandi lettere sulla superficie della bracca.

Qualora non sia più possibile identificare la portata della bracca, questa deve essere messa fuori servizio qualsiasi sia il suo stato di conservazione.

Queste attrezzature devono essere impiegate, mantenute, conservate e messe fuori servizio seguendo quanto previsto nelle istruzioni d'uso fornite dal costruttore.

Prima del loro impiego è comunque consigliabile procedere ad un controllo a vista per verificarne l'integrità.

Le brache devono essere dimensionate sullo sforzo massimo previsto ed accoppiate ad altre attrezzature (carrucole, paranchi ecc.) tenendo presenti le rispettive portate e modalità di impiego.

Queste brache a tubolare rispetto alle precedenti hanno però lo svantaggio di offrire una minore superficie di appoggio sui tronchi ai quali vengono applicate con una conseguente maggiore probabilità di danni se applicate a piante vive.


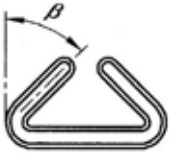


Le brache possono anche essere costituite da spezzoni di fune metallica, preferibilmente a fili sottili (114 fili o più), di 2-3 m di lunghezza e con asole alle estremità.

La portata (carico massimo di esercizio) delle brache a tubolare e a fascia è indicata in una targhetta attaccata alla bracca



Fig. 27 - Danneggiamenti di brache tali da metterle fuori servizio

Tabella 2 - Brache, a fascia piatta e a tubolare: carico massimo di esercizio

Carico massimo di esercizio	Colore del rivestimento	Brache: carico massimo di esercizio in tonnellate (t)				
		Sollevamento diritto	Sollevamento a strozzo	Braca usata ad U		
						
				Parallela	β da 0° a 45°	β da 45° a 60°
1,0	Violetto	1,0	0,8	2,0	1,4	1,0
2,0	Verde	2,0	1,6	4,0	2,8	2,0
3,0	Giallo	3,0	2,4	6,0	4,2	3,0
4,0	Grigio	4,0	3,2	8,0	5,6	4,0
5,0	Rosso	5,0	4,0	10,0	7,0	5,0
6,0	Marrone	6,0	4,8	12,0	8,4	6,0
8,0	Blu	8,0	6,4	16,0	11,2	8,0
10,0	Arancione	10,0	8,0	20,0	14,0	10,0
Oltre 10,0	Arancione					

5.4. Taglie

Nel montaggio di gru a cavo tradizionali per tendere la fune portante, e per sviluppare quindi tensioni elevate, vengono utilizzate le taglie, come previsto dal res 4.2.3. Impianti guidati da funi dell'allegato I alla Direttiva 2006/42/CE.

Le taglie sono costituite da due gruppi di pulegge, uno fisso ed uno mobile (taglia fissa e taglia mobile), ciascuno comprendente da due a sei ruote (taglie in seconda, in terza,... e in sesta), allineate lungo lo stesso asse oppure, a coppie, in posizione diversa.

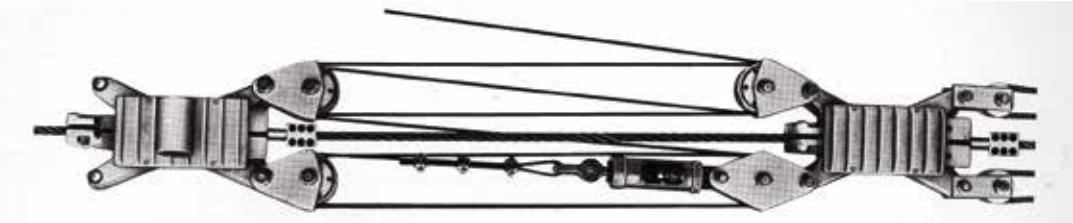


Fig. 28 - Taglia di tensionamento con morsettone integrato e dinamometro

Tra le ruote e sui loro fianchi esterni sono presenti delle flange di collegamento delle ruote al gancio di ancoraggio che deve essere di tipo chiuso. Al solito sono realizzate in acciaio anche se esistono dei modelli realizzati con particolari leghe metalliche che ne possono ridurre il peso e le dimensioni, ma ne aumentano il costo.

Aumentando il numero delle pulegge (per ogni puleggia mobile ce ne vuole una fissa che rinvia la fune) aumenta la forza che si può trasmettere, ma il rendimento complessivo delle taglie diminuisce.

Il dimensionamento e l'accoppiamento delle taglie con le altre attrezzature (carrucole, brache di ancoraggio, paranchi, ecc.) deve essere fatto tenendo presenti le rispettive portate e modalità di impiego, basandosi sulla forza di tiro dell'apparecchio di trazione e sullo sforzo massimo al quale la fune sarà assoggettata durante il lavoro.

Prima dell'impiego delle taglie, l'operatore deve aver letto attentamente le istruzioni eventualmente predisposte dal costruttore e, prima dell'inizio di ogni lavoro, si deve accertare che i suoi componenti siano integri e funzionanti.

Queste attrezzature devono essere impiegate, mantenute, conservate e messe fuori servizio seguendo quanto previsto nelle istruzioni d'uso del costruttore.

Nell'impiego delle taglie è sempre necessario prevedere di applicare, nel punto di ancoraggio della fune o tra il paranco e il suo ancoraggio, un **dinamometro** che consenta di controllare la forza esercitata e di conoscere la tensione data alla fune portante (Tscar).

5.5. Morsettoni

I morsettoni vengono utilizzati nelle gru a cavo tradizionali per collegare la taglia mobile alla fune portante consentendone la tesatura.

Esistono in commercio anche dei gruppi integrati di **taglie e morsettoni**, più comodi e facili da usare, ma più costosi.

Il dimensionamento e l'accoppiamento dei morsettoni con le altre attrezzature (carrucole, brache di ancoraggio, paranchi, taglie, ecc.) deve essere fatto tenendo presenti le rispettive portate e modalità di impiego, basandosi sulla forza di tiro dell'apparecchio di trazione e sullo sforzo massimo al quale la fune sarà assoggettata durante il lavoro.

Prima dell'impiego dei morsettoni, l'operatore deve aver letto attentamente le istruzioni eventualmente predisposte dal costruttore e, prima dell'inizio di ogni lavoro, si deve accertare che i suoi componenti siano integri e funzionanti.

Queste attrezzature devono essere impiegate, mantenute, conservate e messe fuori servizio seguendo quanto previsto nelle istruzioni d'uso del costruttore.

5.6. Altri accessori

Per il montaggio delle gru a cavo sono necessari inoltre una serie di accessori come spezzoni di fune di controventatura, trancia per funi, cordoli per l'aggancio dei carichi, grilli, morsetti a cavallotto, ecc.. La disponibilità di questi accessori, in quantità e qualità adeguate, influisce in modo determinante sui tempi di montaggio e sulla sicurezza del lavoro. Essi vengono spesso trascurati, con inevitabili conseguenze negative.

Il dimensionamento e l'accoppiamento di tutti i vari componenti ed accessori deve essere fatto tenendo presenti le rispettive portate e modalità di impiego, basandosi sulla

forza di tiro dell'apparecchio di trazione e sullo sforzo massimo al quale le funi saranno assoggettate durante il lavoro.

6. Impiego delle gru a cavo

6.1. Parametri per i calcoli e definizioni

- **CR**: è il carico minimo di rottura della fune (nuova). È riportato nell'attestato rilasciato obbligatoriamente dal venditore o dal costruttore della fune; risulta anche dalle tabelle che riportano le caratteristiche delle funi;
- **Z**: coefficiente di sicurezza o di utilizzazione: va scelto secondo lo stato della fune, le caratteristiche del suo impiego e la sollecitazione di riferimento. Normalmente per funi portanti si assume $Z = 2,5$; per funi traenti $Z = 3$, con riferimento al peso del carico massimo di progetto e 1,5 rispetto alla forza massima di trazione dell'argano;
- **Tmax**: CR/Z è la tensione massima prevista dal progetto per la fune portante, quando vi è appeso il carico massimo previsto;
- **Tscar**: è la tensione che viene applicata alla fune portante al montaggio, senza carichi sulla fune. Viene indicata, con procedura empirica, in frazione di Tmax. Varia secondo le caratteristiche della linea, in particolare del numero di campate che la formano e, secondariamente, in funzione dell'entità di P, peso del carico massimo previsto. Normalmente Tscar è compreso fra 3/5 e 4/5 di Tmax (fra 0,6-0,8 di Tmax). Da notare che esiste una differenza tra la tensione che si ha nell'ancoraggio a valle e quella nell'ancoraggio a monte, che, per linee a campata unica, è data da:

$$T_{monte} = T_{valle} + (h \times p)$$

dove:

h = dislivello monte-valle

p = peso a metro della fune

Per linee a più campate la differenza di tensione tra monte e valle non è determinabile in misura certa, ma dipende dal numero e tipo dei supporti della portante, dall'angolo che la portante fa sui cavalletti, dalla geometria e dalla posizione delle varie campate nel contesto della linea;

- **P**: è il peso del carico massimo previsto in progetto. Viene indicato in frazione di Tmax. Dipende dalle caratteristiche della linea, in particolare dal numero di campate che la formano e dalla lunghezza della campata maggiore in rapporto a quella complessiva di tutta la linea, e dal Tscar adottato. Normalmente P è compresa fra 1/10 e 1/7 (1/6) (f =fattore di carico) di Tmax;
- **f**: fattore di carico, rappresenta il rapporto esistente tra P e Tmax ($f = P/T_{max}$, normalmente compreso fra 1/10 e 1/7 (1/6));
- **Δt** = $n \times P$: è l'incremento di tensione che si manifesta nella fune portante

ancorata fissa alle estremità, quando a questa viene appeso il carico P; n dipende essenzialmente dal numero di campate che formano la linea, dalla lunghezza relativa della campata maggiore, dall'entità di Tscar. L'incremento di tensione (ΔT):

- diminuisce all'aumentare del numero di campate che costituiscono la linea;
- diminuisce all'aumentare della tensione scarica;
- aumenta all'aumentare del peso del carico;
- aumenta all'aumentare della lunghezza della campata.

In linea generale l'incremento di tensione massimo si ha quando il carico si trova sulla mezzeria della campata. Su linee a più campate l'incremento di tensione massimo, e quindi la tensione più alta, si ha quando il carico di peso P transita sulla mezzeria della campata più lunga.

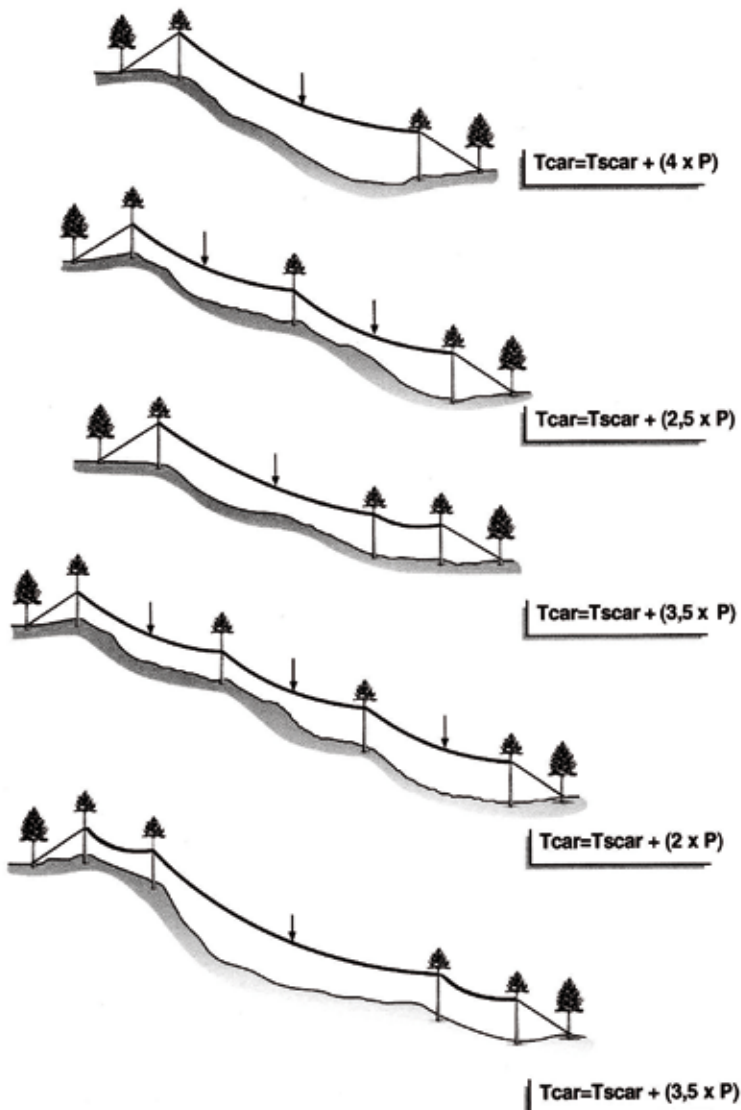


Fig. 29 - Tensioni a carico e incremento medio di tensione in funzione della tipologia di linea

Considerando un carico di peso uguale a P si possono considerare i seguenti valori medi indicativi di incremento di tensione (ΔT):

- linee a campata unica $\Delta T \approx 4 \times P$
- linee a 2 campate (circa uguali) $\Delta T \approx 2,5 \times P$
- linee a 3 o più campate (circa uguali) $\Delta T \approx 2 \times P$
- linee a 2, 3 o più campate, con la campata maggiore più lunga dei 2/3 della linea, $\Delta T \approx 3,5 \times P$.

Quindi per non superare la T_{max} , a seconda delle caratteristiche della linea, si devono applicare adeguate tensioni scariche e carichi massimi.

- **p**: peso di 1 m di lunghezza della fune portante, in kg.

6.2. Montaggio degli impianti

Il montaggio dell'impianto comprende:

- il taglio della traccia,
- il piazzamento dell'organo,
- la preparazione degli ancoraggi di estremità della fune portante,
- il montaggio dei cavalletti,
- l'eventuale stendimento della linea telefonica,
- lo stendimento della fune portante ed il suo ancoraggio ad una estremità,
- la sistemazione del carrello sulla portante, fino che questa è a terra, e l'aggancio della fune traente al carrello, o, eventualmente (se questo è all'estremità a monte), l'assicurazione dello stesso,
- la sistemazione della fune portante sulle scarpe,
- la tesatura della portante,
- il controllo della linea, con eventuale taglio di rami o di alberi troppo vicini alla portante (questo lavoro deve essere fatto con la portante a terra!),
- l'effettuazione dei viaggi di prova: prima con carrello scarico o con un carico ridotto, poi con il carico massimo previsto, controllando gli ancoraggi ed i cavalletti.

Normalmente dopo 1-2 giorni di lavoro è necessario ritendere la fune portante per compensare gli assestamenti.

6.2.1. Scelta e dimensionamento degli ancoraggi

L'ancoraggio della portante può essere fatto:

- ad alberi;
- ad elementi artificiali.

Ancoraggi ad alberi

Sono da preferire alberi sani, ben radicati e specie con apparato radicale profondo (per esempio larice, faggio, abete bianco) (Tabella 3).

Se necessario ancorare la portante a più alberi in maniera che lo sforzo si scarichi su più ancoraggi.

Nel caso di alberi allineati (Figura 30) intorno ai primi due (da destra) la fune portante deve essere fatta girare una sola volta: la tensione si scarica così per 2/3 sul primo albero di ancoraggio, mentre l'ultimo (a sinistra) rimane quasi scarico.

Per ancorare correttamente la fune portante a più alberi non allineati (Figura 31) si deve

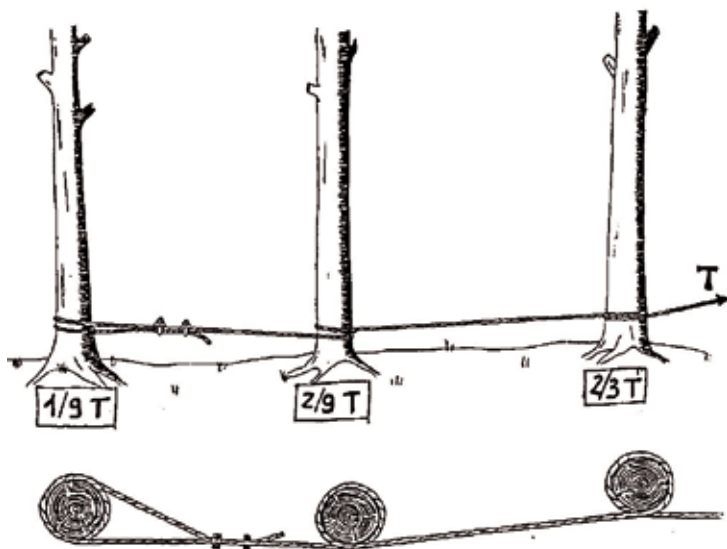


Fig. 30 - Ancoraggio corretto di una fune portante a più alberi allineati

impiegare un apposito morsettone e una fune di ancoraggio.

Sull'albero centrale la fune di ancoraggio deve fare solo mezzo giro in maniera che si possa assestare

Ancorare la portante a più alberi non è possibile quando si ancora in contropendenza; in questo caso la pianta di ancoraggio deve essere adeguatamente controventata (Figure 32 e 33).

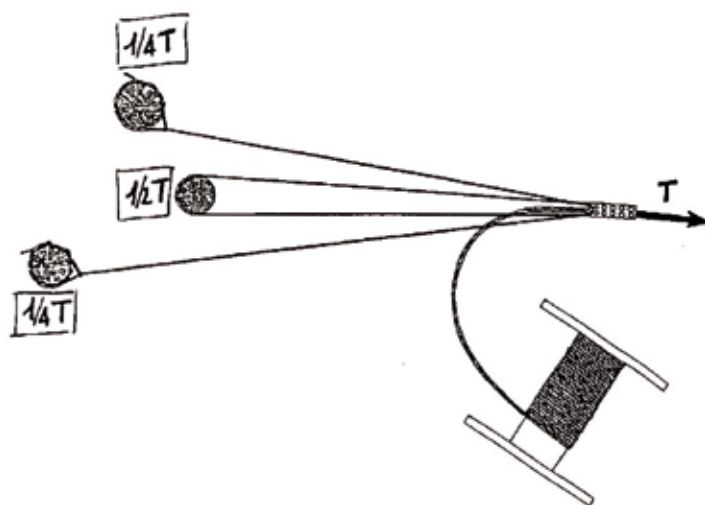


Fig. 31 - Ancoraggio corretto della fune portante a più alberi non allineati

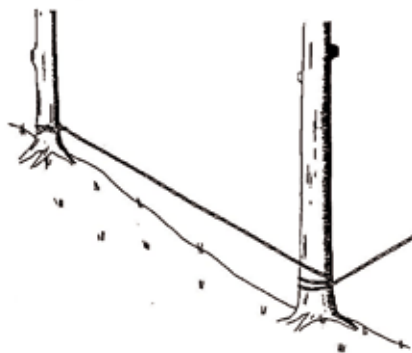


Fig. 32 - Ancoraggio sbagliato in contropendenza: la fune tende a scivolare verso l'alto; inoltre sul primo albero la fune fa più di un giro scaricando così su questo tutta la tensione

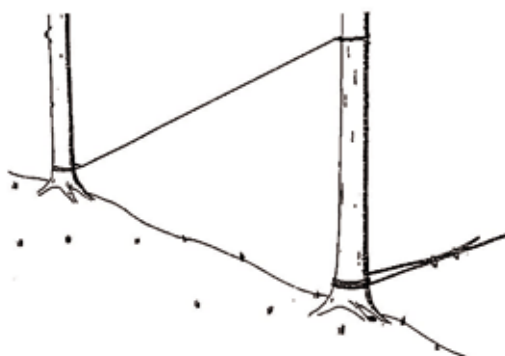


Fig. 33 - Ancoraggio corretto in contropendenza con adeguata controventatura

È anche importante che l'angolo che la fune fa in uscita dalla pianta di ancoraggio sia il più basso (piccolo) possibile in modo che la pianta possa sviluppare il massimo di resistenza (Figura 34).

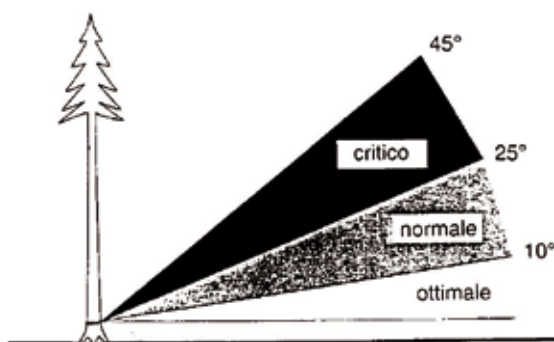


Fig. 34 - Angolo in uscita della fune portante sull'ancoraggio (ottimale inferiore a 10°)

Tabella 3 - Valori indicativi di riferimento del carico massimo ammissibile su alberi di ancoraggio con trazione esercitata alla base

Diametro a 1,30 m cm	Tensione massima orientativa* kg
20	1.000
25	2.000
30	3.000
35	4.000
40	5.000
45	6.500
50	8.000
55	10.000
60	12.000
65	14.000

**In condizioni particolarmente favorevoli come:*

- specie ad apparato radicale profondo (p.e. larici);
- apparato radicale molto sviluppato;
- forza di trazione esercitata particolarmente in basso;
- angolo tra terreno e fune molto piccolo;

tali valori possono essere aumentati di circa il 50%

Ancoraggi artificiali

a) **Con tronco interrato orizzontalmente** (dormiente o corpo morto) (Figura 35)

Si impiegano normalmente tronchi lunghi 4 m del diametro di 30-60 cm ed anche più, secondo lo sforzo previsto (Tabella 4). Questi vengono interrati, in posizione orizzontale e perpendicolarmente alla linea, a circa 1,5-2,5 m di profondità (fino a 2,5-3 m in caso di ancoraggio in contropendenza). La buca viene ricoperta lasciando libera solo la trincea dove passano le funi di ancoraggio alla portante.

E' un ancoraggio solido ma laborioso da preparare.

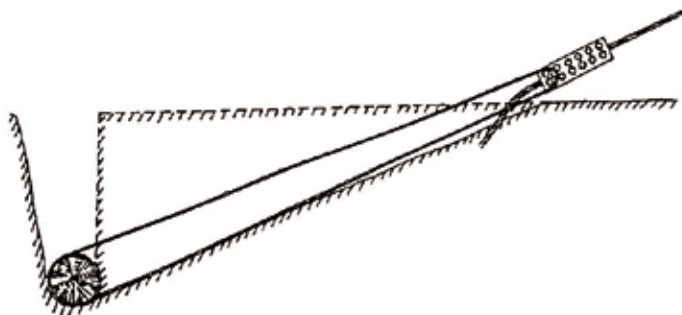


Fig. 35 - Ancoraggio artificiale con dormiente o corpo morto

Tabella 4 - Dimensionamento indicativo di tronchi interrati orizzontalmente per ancoraggio di funi portanti

Tensione max kg	Profondità di interramento m	Lunghezza del tronco m	Diametro del tronco cm
4.000	1,5	4	30
7.000	1,5	4	35
10.000	2	4	40
12.000	2	4	45
14.000	2	4 (6)	50
16.000	2,5	4 (6)	55
18.000	2,5	4 (6)	60

b) Con tronco interrato in posizione inclinata (Figura 36)

Si impiega un tronco lungo 4 m piantato nel terreno per 2,5-3 m, in posizione inclinata e perpendicolare alla linea. Il tronco deve essere inclinato in modo che la portante vi arrivi con un angolo di 90° od inferiore in modo che non tenda a sfilarlo.

Dietro al tronco, in basso, e davanti al tronco, in alto, si posizionano dei tondelli lunghi 1-2 m per meglio ripartire lo sforzo sul terreno. Il tronco deve essere controventato con un tirante assicurato alla sua estremità. La pendenza del tirante deve essere superiore o al più uguale a quella della portante.

In caso di ancoraggio in contropendenza il tronco deve essere più lungo, 6 m, in maniera che sporga di più dal terreno per poter montare i tiranti di controventatura con pendenza adeguata.

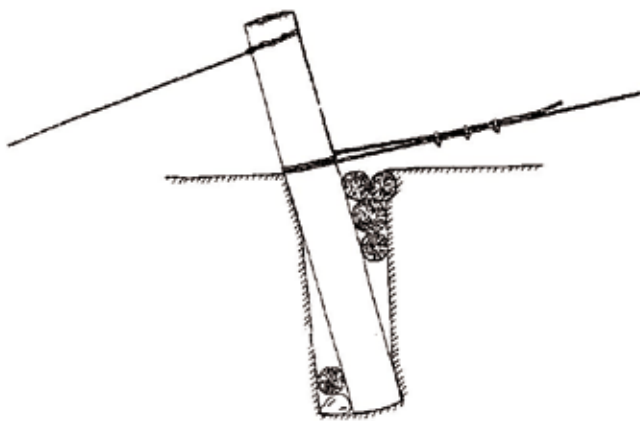


Fig. 36 - Ancoraggio artificiale con tronco inclinato

Tabella 5 - Dimensionamento indicativo di tronchi interrati inclinati per ancoraggio di funi portanti

Tensione max kg	Profondità di interramento m	Diametro del tronco cm
5.000	2 – 2,5	40
6.000	2 – 2,5	45
8.000	2 – 2,5	50
10.000	2 – 2,5	55
12.000	2 – 2,5	60
14.000	2,5 – 3	65
16.000	2,5 – 3	70

6.2.1.1. Dimensionamento dei ritti di estremità

I ritti di estremità svolgono la funzione di tenere la fune portante alzata da terra in prossimità degli ancoraggi, a monte e a valle. Sono realizzati con una carrucola od una sella d'appoggio, all'interno delle quali passa la portante, attaccate ad una pianta ad una certa altezza.

I ritti di estremità, a causa dell'angolo che la fune portante fa sulla carrucola, possono essere sollecitati a ribaltamento e quindi devono essere controventati. Di solito il ritto di monte è più sollecitato rispetto a quello di valle in quanto la fune ha su questo angoli di deviazione più pronunciati.

Nella tabella 6 sono riportati i valori indicativi di dimensionamento per alberi utilizzati per ritti di estremità.

Tabella 6 - Dimensionamento indicativo del diametro sotto corteccia (in cm) di un albero di supporto verticale

Carico kg	Diametro (cm) nel punto di applicazione del carico ad un'altezza pari a:							
	6 m	8 m	10 m	12 m	14 m	16 m	18 m	20 m
1.000	12	13	14	15	16	16	17	17
2.000	15	17	18	19	19	21	22	22
3.000	17	19	20	22	23	24	25	26
4.000	18	20	22	24	25	26	27	28
5.000	19	22	24	25	27	28	29	30
6.000	20	23	25	27	29	30	31	32
7.000	21	24	26	28	30	31	33	34
8.000	22	25	27	29	31	33	34	36
9.000	23	26	28	30	32	34	36	37
10.000	24	27	29	31	33	35	37	38
12.000	25	28	31	33	35	37	39	40
14.000	27	29	32	35	37	39	41	42

I diametri sono validi a condizione che la rastremazione della pianta non superi 1 cm/m

6.2.1.2. - Tipologie e dimensionamento dei cavalletti

Le tipologie di cavalletto più comuni sono essenzialmente:

- cavalletto ad aeroplano: è formato da una fune fissata a due alberi situati ai lati della linea, su questa fune è appesa la staffa che supporta la portante. La fune non deve essere troppo tesa ma è meglio se forma un angolo di circa 45° rispetto all'orizzontale. Più la fune dell'aeroplano è tesa e quindi l'angolo dei due rami di fune è vicino all'orizzontale maggiore è lo sforzo che si scarica sulla fune. Se la fune forma angoli diversi in uscita sui due lati della staffa, i due rami di fune supporteranno tensioni diverse e la staffa tenderà a scorrere sul ramo di fune meno inclinato. Analogamente è necessario che le funi formino angoli uguali, sulla staffa e sulle carrucole di rinvio posizionate sulle piante, diversamente le risultanti delle forze non saranno centrate sulle piante che rischiano di piegarsi lateralmente;
- cavalletto ad aeroplano con fune di trattenuta: in questo caso la staffa è appesa ad una sola pianta mentre l'altro ramo di fune ha la funzione di trattenere la staffa tenendola in linea. La fune che sorregge la staffa e la pianta sulla quale è montata la carrucola sopportano in questo caso gran parte dello sforzo. È necessario che le due funi, quella che regge la staffa e quella di trattenuta, siano indipendenti altrimenti la staffa tende a scorrere sul ramo di trattenuta ed è necessaria un'altra fune per impedire questo movimento;
- cavalletto a puntone: è formato da un ritto (naturale, tronco, o artificiale, traliccio), piazzato lateralmente alla linea, inclinato verso la portante con la staffa appesa alla sua estremità e tenuto in posizione da funi di controventatura. Di solito è piazzato a monte della linea. L'inclinazione del puntone verso la linea è di 1:3-1:4. Più il puntone è ripido più lunga deve essere la fune alla quale è appesa la staffa. Più le controventature scendono ripide maggiore è il carico che si scarica assialmente sul puntone.

6.3. Sistemi di protezione contro le cadute dall'alto

Qualora debba essere eseguito del **lavoro in quota** (es.: montaggio di cavalletti), è presente il **rischio di cadute dall'alto**. Occorre pertanto adottare sistemi idonei a consentire l'esecuzione in sicurezza di tutte le fasi di lavoro.

Il personale che esegue lavori in quota deve essere adeguatamente formato e dotato di tutta l'attrezzatura di sicurezza specifica (imbrachi, cordini di sicurezza, ecc.) necessaria per effettuare questo tipo di lavoro.

Si ricorda che è vietata l'assunzione di alcol per i lavori in quota al di sopra dei 2 m.

Per salire sugli alberi si fa ricorso, normalmente, a tecniche di salita mediante ramponi metallici, fissati all'altezza del piede e della caviglia dell'operatore, e di una imbracatura (art. 115 del D.Lgs. 81/08 e s.m.i.).

Nel caso di arrampicata con i ramponi deve essere utilizzata una cintura di posizionamento (UNI EN 358:2001) o meglio una cintura di posizionamento con cosciali (UNI EN 813:2008). La cintura di posizionamento deve essere sufficientemente comoda ed imbottita, con almeno due attacchi laterali per il fissaggio del cordino di posizionamento. Questo deve avere una lunghezza adeguata al diametro degli alberi intorno ai quali

deve essere fatto passare ed essere dotato di un sistema di regolazione rapida della lunghezza.

Per il superamento delle biforcazioni di rami o spostamenti da eseguire sull'albero è indispensabile la presenza di un secondo cordino di posizionamento in modo che l'operatore non abbia mai la possibilità di cadere. Nel caso si utilizzino strumenti taglienti (roncola, accetta, motosega, ecc.) il cordino di posizionamento deve essere del tipo con anima di acciaio contro il taglio accidentale.

6.4. Funzionamento

La squadra è formata normalmente da 3 a 5 operai con gli impianti tradizionali, da 2 a 4 operai con le stazioni motrici mobili:

- 1 uomo addetto all'argano che, nel caso delle stazioni motrici mobili, può effettuare anche lo scarico,
- 1 o 2 uomini addetti al carico,
- 1 o 2 uomini allo scarico.

Con il miglioramento dei sistemi di comunicazione e dei radiocomandi, ovviamente per l'importanza sempre più marcata degli aspetti economici, si tende ad operare con squadre di ridotto numero di addetti. Se lo scarico è in prossimità dell'argano di impianti tradizionali, come avviene normalmente con l'esbosco verso monte, può essere sufficiente un solo operaio per sganciare e movimentare (spostare, accatastare) con mezzi meccanici il legname esboscato, perché in caso di necessità può intervenire l'addetto all'argano. Nel caso di stazioni motrici mobili l'organista può anche effettuare lo scarico, se è particolarmente vicino a questo punto.

Con l'esbosco si inizia normalmente da monte e si procede verso valle; soltanto nel caso di utilizzazione di schianti è necessario iniziare da valle e risalire lungo la linea, per evitare che gli addetti al carico lavorino sotto a ceppaie sradicate ed instabili.

6.5. Montaggio e smontaggio degli impianti

Il montaggio e lo smontaggio degli impianti vanno effettuati con personale adeguatamente preparato, sotto la guida del responsabile dell'installazione. Devono essere noti i parametri necessari per il montaggio e l'esercizio, in particolare, occorre almeno conoscere:

- **la tensione da applicare nella fune portante al montaggio (Tscar)**, che normalmente è compresa fra $3/5$ e $4/5$ della tensione massima ammissibile (T_{max}), che a sua volta è data da CR/Z (Carico minimo di Rottura della fune portante/coefficiente di sicurezza), **considerando Z non inferiore a 2,5**. L'entità di Tscar dipende dalle caratteristiche della linea;
- **il peso del carico massimo previsto**, che normalmente deve essere compreso tra $1/9$ ($1/10$) e $1/7$ ($1/6$) del valore di T_{max} . Il peso del carico massimo dipende dalle caratteristiche della linea.

Sia la tensione scarica da applicare alla fune portante sia l'entità del carico devono essere rispettate potendone verificare l'entità.

L'utilizzatore della gru a cavo deve impiegare i vari componenti dell'impianto (argano, carrello, funi, ecc.) secondo quanto previsto nei libretti di uso e manutenzione e nelle

attestazioni dei componenti stessi, verificando inoltre che i vari componenti siano compatibili tra di loro.

Il personale addetto al montaggio, allo smontaggio e al funzionamento degli impianti è obbligato a portare l'abbigliamento e i DPI previsti.

In occasione del montaggio e dello smontaggio delle linee le funi devono essere sottoposte a controllo visivo per verificarne l'idoneità all'impiego.

Esercizio

Il personale incaricato dell'esercizio dell'impianto deve essere adeguatamente addestrato.

Per ogni impianto deve essere individuato un responsabile dell'esercizio.

Durante l'esercizio devono essere rispettate le seguenti norme comportamentali:

a) A montaggio effettuato, prima di iniziare il trasporto normale, devono essere effettuati alcuni viaggi di prova.

Durante questi viaggi di prova devono essere controllati il corretto funzionamento e la sicura installazione dell'impianto, nonché tutti i suoi componenti; in particolare:

- che il carrello passi agevolmente le staffe;
- gli ancoraggi della fune portante;
- gli eventuali cavalletti, ritti di estremità e le loro funi di controventatura.

Per salvaguardare l'incolumità di terzi estranei ai lavori, le vie di accesso all'area di cantiere devono essere sbarrate con apposita segnaletica di divieto e pericolo.

Per tutti i lavoratori valgono le regole generali di sicurezza di non sostare all'interno degli angoli di rinvio delle funi in tensione e sotto la fune portante con il carico in movimento.

b) Il lavoro può essere iniziato solamente quando:

- è stato realizzato un sicuro sistema di comunicazione tra i vari punti di lavoro;
- l'addetto all'argano è a conoscenza della forza massima di trazione dell'argano a tamburo vuoto, dell'entità del carico massimo previsto e del carico di rottura della traente;
- l'addetto al carico è a conoscenza del carico massimo previsto.

c) Durante il funzionamento dell'impianto:

- è fatto divieto all'addetto all'argano di allontanarsi dal suo posto di lavoro;
- è vietato sostare all'interno dell'angolo formato sulle carrucole da funi in tensione o in movimento;
- è vietato sostare sui sostegni della fune portante, nonché sulle torrette di gru a cavo con stazione motrice mobile;
- è assolutamente vietato toccare o guidare con le mani funi in movimento;
- è vietato effettuare lavori di manutenzione o riparazione all'impianto;
- è vietato sostare sotto la fune portante quando il carico è in movimento.

d) Si deve immediatamente sospendere il lavoro, quando:

- viene dato il segnale di arresto;
- si interrompe per qualsiasi causa la comunicazione tra l'organista e il personale addetto al carico e/o allo scarico;
- si avvertono sollecitazioni o sforzi anomali nel funzionamento dell'impianto;
- c'è un temporale in avvicinamento verso la linea; in questo caso tutto il personale si deve allontanare dall'impianto per il rischio di folgorazione;

- si presentano condizioni meteorologiche avverse (forte vento);
 - si manifestano difetti di funzionamento dell'impianto;
 - si riscontrano danneggiamenti alle funi o ai sostegni della portante.
- e) Durante tutto il periodo di esercizio dell'impianto (dalla fine del montaggio all'inizio dello smontaggio) devono essere effettuate le seguenti verifiche:
- 1) dopo interruzioni di più giorni del lavoro, e comunque settimanalmente, devono essere controllati:
 - gli ancoraggi della fune portante;
 - i cavalletti e le loro controventature;
 - il piazzamento dell'organo e le sue controventature o ancoraggi;
 - le carrucole di rinvio della fune traente (e di quella di richiamo, se presente) e le loro sospensioni;
 - lo stato della fune traente.
 - 2) periodicamente, ma almeno una volta al giorno:
 - lo stato della fune traente in prossimità del gancio di carico.
 - l'integrità delle misure adottate per sbarrare le vie di accesso.

6.6. Principi generali di sicurezza nel lavoro e autorizzazioni necessarie

Le teleferiche tipo "gru a cavo" sono mezzi di concentrazione ed esbosco montati temporaneamente; sono impianti provvisori, al di sotto dei quali vi è terreno agricolo o forestale, che non attraversano strade a traffico libero.

Sono degli impianti per il solo trasporto di materiale con assoluta esclusione del trasporto di persone.

Il dimensionamento e l'accoppiamento di tutti i vari componenti ed accessori deve essere fatto tenendo presenti le rispettive portate e modalità di impiego, basandosi sulla forza di tiro dell'apparecchio di trazione e sullo sforzo massimo al quale le funi saranno assoggettate durante il lavoro.

Funi, tralicci e cavalletti possono costituire un ostacolo, e quindi un pericolo, per la sicurezza della navigazione aerea. Devono essere quindi autorizzati dagli Enti competenti (ENAC/ENAV e Aeronautica Militare) i quali sono deputati anche a dare le opportune disposizioni per la collocazione dei segnali atti ad incrementare la visibilità diurna e notturna dell'ostacolo. In particolare:

a.) **Manufatti soggetti al rilascio del preventivo NULLA-OSTA** da parte delle autorità competenti

Sono soggetti al rilascio del preventivo NULLA-OSTA alla loro realizzazione:

- linee di teleferiche (funi, tralicci, cavalletti, ecc.) che si trovano ad una distanza in linea d'aria inferiore ai 15 km da un aeroporto (civile o militare) ;
- linee di teleferiche (funi, tralicci, cavalletti, ecc.) che si trovano ad una distanza tra 15 e 45 km da aeroporti aperti al traffico aereo strumentale se di altezza uguale o superiore a 25 m dal suolo;
- tutti gli impianti e i manufatti in genere, il cui sito di installazione ricade in aree poste ad una distanza superiore a 15 km dall'aeroporto più vicino con riferimento all'ARP, che abbiano un'altezza uguale o maggiore a 100 m dal piano di campagna o di

45 m sull'acqua.

I riferimenti normativi afferenti a quanto precede sono:

- Codice della Navigazione così come modificato dal D.Lgs. 96/2005 e s.m.i.;
- D.M. 20 aprile 2006 del Ministero della Difesa.

L'ENAV nel proprio portale, in riferimento agli aeroporti civili di propria competenza, ha attivato il servizio on line di richiesta valutazione potenziali ostacoli alla navigazione aerea (<http://www.enav.it/portal/page/portal/PortaleENAV/Home>).

In riferimento agli aeroporti militari, le istanze devono essere presentate a:

- Aeronautica Militare - Comando 1^a Regione Aerea - Reparto Territorio e Patrimonio, Piazza Ermete Novelli, 1 - 20129 Milano, per impianti da realizzarsi nelle regioni Val d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Liguria, Trentino Alto Adige, Friuli Venezia Giulia, Veneto, Emilia Romagna, Toscana, Marche e Umbria;

ovvero a:

- Aeronautica Militare - Comando 3^a Regione Aerea - Reparto Territorio e Patrimonio, Lungomare Nazario Sauro, 37 - 70121 Bari, per impianti da realizzarsi nelle regioni Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia e Sardegna;

e, per conoscenza, al:

- Centro Informazioni Geotopografiche Aeronautiche (C.I.G.A.) - Aeroporto di Pratica di Mare - 00040 Pomezia (RM).

b.) **Manufatti soggetti a segnaletica** (cromatica e luminosa) e/o rappresentazione cartografica

I manufatti che **non rientrano** tra quelli elencati al precedente punto **a.)** ma che, ai fini dell'aggiornamento cartografico o per l'attività a bassa quota dei velivoli militari/civili, hanno particolare rilevanza sono:

- linee di teleferiche (funi, tralicci, cavalletti, ecc.) di altezza **uguale o maggiore di 15 m** (dal piano di campagna o dall'altezza dell'area boschiva circostante); tali impianti devono essere segnalati ai fini della **rappresentazione sulla cartografia aeronautica**;
- linee di teleferiche (funi, tralicci, cavalletti, ecc.) con altezza dal suolo (piano di campagna) compresa tra **61 e 150 m**; tali impianti devono essere dotati di **segnaletica cromatica** e devono essere segnalati ai fini della rappresentazione sulla cartografia aeronautica;
- linee di teleferiche (funi, tralicci, cavalletti, ecc.) con altezza dal suolo (piano di campagna) superiore a 150 m (o 45 m su specchi d'acqua); tali impianti devono essere dotati di segnaletica cromatica e luminosa e devono essere segnalati ai fini della rappresentazione sulla cartografia aeronautica.

La segnaletica cromatica e luminosa deve essere conforme alle disposizioni della Circolare dello Stato Maggiore Difesa n. 146/394/4422 del 9 agosto 2000.

Ai fini della rappresentazione sulla cartografia aeronautica l'Ente a cui comunicare i dati dell'impianto è il:

- **Centro Informazioni Geotopografiche Aeronautiche (C.I.G.A.) - Aeroporto di Pratica di Mare - 00040 Pomezia (RM).**

In merito a quanto sopra, si rimanda il lettore a documentarsi anche su eventuali disposizioni regionali che potrebbero imporre ulteriori e più restrittivi obblighi.

7. Lavorare in sicurezza

L'uso delle gru a cavo è in significativa espansione in Italia, tuttavia per la grande versatilità che stanno raggiungendo gli ultimi modelli e per il ridotto impatto sul bosco di queste attrezzature, l'espansione potrebbe essere assai più marcata. Uno degli ostacoli più consistenti che queste incontrano è la scarsa conoscenza, da parte delle imprese boschive, sui vantaggi del loro impiego e sul loro corretto dimensionamento. Le teleferiche sono attrezzature forestali che, per essere impiegate al meglio e ridurre i rischi al minimo, necessitano di una notevole conoscenza ed esperienza riguardo alle procedure essenziali per la scelta, il dimensionamento ed il montaggio degli impianti. L'uso delle gru a cavo comporta l'esecuzione di una serie di operazioni consecutive di varia complessità finalizzate al raggiungimento degli equilibri indispensabili per lavorare con efficacia e sicurezza.

A tal proposito risulta evidente quanto sia importante il ruolo di una corretta attività di formazione professionale finalizzata al corretto dimensionamento e montaggio degli impianti ed anche all'individuazione delle norme e dei comportamenti di sicurezza da rispettare durante il lavoro.

Dall'analisi svolta in cantiere e dalle interviste degli operatori è risultato che la maggior parte degli incidenti e degli infortuni si verificano solitamente durante le operazioni di carico e scarico all'imposto e spesso sono dovuti al mancato rispetto delle basilari norme di sicurezza quali ad esempio il divieto di stazionare sotto la linea durante le operazioni di concentramento ed esbosco. Gli altri problemi ed inconvenienti, riscontrati durante il lavoro, hanno riguardato principalmente i difetti di dimensionamento e di montaggio degli impianti.

7.1. Le esperienze degli operatori

Dalle interviste con gli operatori è emerso che l'attività di formazione professionale è avvenuta soltanto in occasione dell'acquisto della teleferica; gli stessi costruttori solitamente effettuano alcune ore di formazione in occasione della consegna dell'attrezzatura. Questa modalità di effettuare formazione è doverosa da parte del venditore, ma assolutamente insufficiente per l'acquirente che non può imparare in una volta soltanto tutte le diverse scelte che è necessario effettuare ad ogni montaggio.

Riguardo alla scelta ed al dimensionamento degli elementi necessari per la realizzazione di un impianto di teleferica la formazione degli operatori è avvenuta direttamente in campo, talvolta per affiancamento con i colleghi più anziani ed esperti.

Gli operatori intervistati hanno ben chiara la percezione del rischio e conoscono quali sono i comportamenti pericolosi sia durante il lavoro che durante la manutenzione, anche se a volte sono evidenti i difetti nel montaggio e dimensionamento degli impianti (Figura 37).

La maggior parte degli operatori considera particolarmente pericolose le fasi relative al carico e scarico del materiale legnoso e quelle relative alle operazioni di montaggio e smontaggio degli impianti. Nelle operazioni di carico e scarico spesso si possono verificare degli inconvenienti dovuti alla movimentazione del legname ed alla gestione

dei carichi sospesi, mentre riguardo alle fasi di montaggio e smontaggio sono note le difficoltà per la realizzazione dei cavalletti (problemi relativi alla salita sugli alberi) e degli ancoraggi.

Alla domanda sugli incidenti accaduti o evitati, molti operatori rispondono dapprima in modo negativo, anche se poi nel corso delle interviste emergono episodi di lievi incidenti durante le operazioni di carico e di movimentazione del carrello sulla fune portante.

Vi è comunque il sospetto che gli operatori tendano a minimizzare il rischio d'incidente perché abituati a lavorare con macchine potenzialmente pericolose.

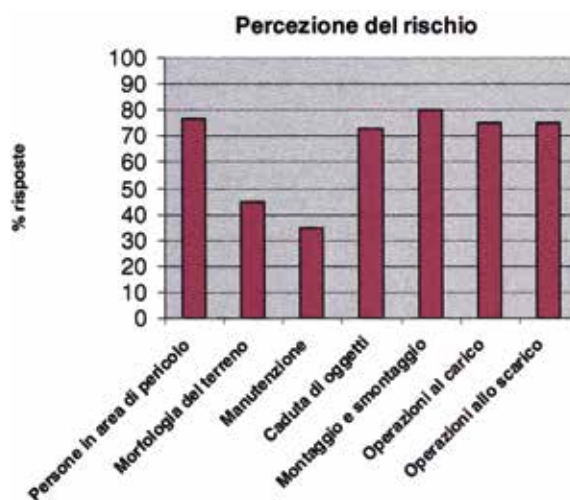


Fig. 37 - Risposte date dagli operatori sulla loro percezione del rischio

7.2. Le osservazioni in campo

Nei cantieri osservati, sono stati notati alcuni comportamenti pericolosi durante le operazioni di esbosco del legname con teleferica, in particolare si sottolineano:

- presenza di persone in zone di pericolo (durante il carico e lo scarico sotto la fune portante ed in vicinanza della fune traente);
- errato posizionamento delle controventature;
- errato aggancio dei carichi;
- difetti nella realizzazione degli ancoraggi;
- mancato uso dei dispositivi di protezione individuale (DPI);
- interferenza con altre macchine operatrici presenti all'imposto soprattutto nella zona dello scarico.

8. Buone prassi e principi di sicurezza

La ricerca bibliografica di articoli e pubblicazioni, riguardanti l'uso in sicurezza delle teleferiche per l'esbosco del legname, e l'esperienza acquisita nel tempo dai componenti il gruppo di lavoro ha fornito elementi utili per l'individuazione delle buone prassi che sono riportate nel testo a corredo della descrizione dei singoli elementi costitutivi degli impianti e ad integrazione delle varie operazioni necessarie per il montaggio, funzionamento e smontaggio degli impianti.

Di seguito si riassumono, per dar loro un maggior risalto e per richiamarne l'importanza.

Funi d'acciaio

Le funi devono essere accompagnate da un attestato, rilasciato dal fabbricante, che riporti le caratteristiche sostanziali, tra cui il carico minimo di rottura e le dimensioni nominali.

Maneggiare funi d'acciaio senza indossare anelli perché, anche con i guanti, potrebbero essere agganciati da fili rotti della fune.

Non accompagnare con le mani funi in movimento per il rischio di essere agganciati da fili rotti e trascinati dalla fune.

Mantenere adeguate distanze di sicurezza da funi in movimento. In modo particolare la fune traente può subire colpi non previsti in conseguenza dei movimenti: del carico nel concentramento e del carrello durante gli spostamenti.

Nel caso in cui debba essere tagliata una pianta in prossimità della fune portante, effettuare l'abbattimento con la fune portante a terra, non in tensione.

Se le funi vengono svolte manualmente si deve fare attenzione a che non si formino asole o cappole che, quando si tende la fune, costituiscono punti critici di possibile deformazione e conseguente rottura.

Nel caso in cui si riavvolgano le funi manualmente in matassa vanno assecondate le loro naturali tensioni.

Le funi devono essere dimensionate in relazione alla forza di tiro dell'apparecchio di trazione ed allo sforzo massimo al quale la fune sarà assoggettata durante il lavoro, considerando gli specifici coefficienti di sicurezza (o di utilizzazione) in funzione dell'uso previsto:

- funi portanti, coefficiente di sicurezza (coefficiente di utilizzazione) non inferiore a 2,5 (tensione massima previsto = carico minimo di rottura della fune diviso 2,5);
- funi traenti, coefficiente di sicurezza (coefficiente di utilizzazione) non inferiore a 3,0 (sforzo massimo previsto = carico minimo di rottura diviso 3) e non inferiore a 2,0 la forza di trazione massima dell'argano;
- funi di controventatura, di cavalletti, per taglie non inferiore a 4,0 (sforzo massimo previsto = carico minimo di rottura diviso 4).

Le funi devono essere accoppiate alle altre attrezzature (brache, carrucole ecc.) tenendo presenti le rispettive portate e modalità di impiego.

Le funi devono essere sottoposte ad esame in occasione del montaggio e dello smontaggio sulle varie attrezzature, nonché ad esami periodici durante il loro impiego, e messe fuori servizio quando previsto o indicato dal costruttore ovvero, in assenza di queste indicazioni, secondo norme tecniche o codici di buone prassi, o ancora sulla base delle condizioni di conservazione rilevate in sede di controllo. Per evitare deformazioni permanenti delle funi e la conseguente rapida usura, in assenza di indicazioni fornite dal costruttore:

- i tamburi di argani dovrebbero avere un diametro dell'anima (o nucleo) non inferiore a 250 volte il diametro del filo elementare della fune impiegata (circa 20 volte il diametro della fune);
- il diametro di carrucole (principali o di rinvio), sulle quali il ramo della fune in entrata con il ramo in uscita formi un angolo pari o inferiore a 90° , deve essere almeno uguale a 300 volte il diametro del filo elementare della fune;
- il diametro di carrucole, sulle quali il ramo della fune in entrata con il ramo in uscita formi un angolo compreso tra 90° e 120° , deve essere almeno uguale a 200 volte il diametro del filo elementare della fune;
- il diametro di carrucole (secondarie o di deviazione), sulle quali il ramo della fune in entrata con il ramo in uscita formi un angolo superiore a 120° , deve essere almeno uguale a 150 volte il diametro del filo elementare della fune.

Carrucole

Devono essere dotate di dispositivi di protezione delle flange contro la fuoriuscita accidentale della fune; devono essere apribili per il posizionamento della fune; devono avere una chiusura di sicurezza che non permetta l'apertura accidentale. Scegliere le carrucole in funzione dell'impiego previsto: impiego semidinamico, uso statico o per basse velocità (es. per il montaggio di cavalletti); impiego dinamico o per elevate velocità (es. per il rinvio della fune traente).

La gola della ruota deve contenere adeguatamente la fune.

Impiegare, mantenere, conservare e mettere fuori servizio queste attrezzature seguendo quanto previsto nelle istruzioni d'uso fornite dal costruttore, o seguendo principi di buona tecnica.

Le carrucole per impiego semidinamico devono essere sottoposte ad esame prima del loro uso. Le carrucole per impiego dinamico devono essere sottoposte ad esame prima del loro uso ed anche devono essere sottoposte ad esame periodico, almeno una volta al giorno.

Le carrucole devono essere dimensionate sullo sforzo massimo previsto ed accoppiate ad altre attrezzature (brache, funi ecc.) tenendo presenti le rispettive portate e modalità di impiego.

Per evitare deformazioni permanenti delle funi e la conseguente rapida usura, in assenza di indicazioni fornite dal costruttore:

- il diametro di carrucole (principali o di rinvio), sulle quali il ramo della fune in entrata con il ramo in uscita formi un angolo pari o inferiore a 90° , deve essere almeno uguale a 300 volte il diametro del filo elementare della fune;
- il diametro di carrucole, sulle quali il ramo della fune in entrata con il ramo in

uscita formi un angolo compreso tra 90° e 120°, deve essere almeno uguale a 200 volte il diametro del filo elementare della fune;

- il diametro di carrucole (secondarie o di deviazione), sulle quali il ramo della fune in entrata con il ramo in uscita formi un angolo superiore a 120°, deve essere almeno uguale a 150 volte il diametro del filo elementare della fune.

Nell'impiego delle carrucole fare attenzione a non trovarsi all'interno di quello che è chiamato "angolo della morte", l'angolo chiuso formato dai due rami di fune rinviati sulla carrucola.

Paranchi manuali

Leggere attentamente le istruzioni d'uso predisposte dal costruttore.

Per la manutenzione occorre seguire attentamente quanto riportato nelle istruzioni d'uso fornite dal costruttore.

Per la sostituzione delle spine di rottura devono essere impiegate soltanto quelle indicate dal costruttore.

I paranchi devono essere dimensionati sullo sforzo massimo previsto ed accoppiati ad altre attrezzature (brache, funi, ecc.) tenendo presenti le rispettive portate e modalità di impiego.

Taglie e morsettoni

Prima del loro impiego è consigliabile procedere ad un controllo a vista per verificarne l'integrità.

Il dimensionamento e l'accoppiamento delle taglie con le altre attrezzature (carrucole, brache di ancoraggio, paranchi, ecc.) deve essere fatto tenendo presenti le rispettive portate e modalità di impiego, basandosi sulla forza di tiro dell'apparecchio di trazione e sullo sforzo massimo al quale la fune sarà assoggettata durante il lavoro. Queste attrezzature devono essere impiegate, mantenute, conservate e messe fuori servizio seguendo quanto previsto nelle istruzioni d'uso fornite dal costruttore, o seguendo principi di buona tecnica.

È sempre necessario applicare, nel punto di ancoraggio della fune o tra il paranco e il suo ancoraggio, un dinamometro che consenta di controllare la forza esercitata.

Altri accessori

Il dimensionamento e l'accoppiamento di tutti i vari componenti ed accessori deve essere fatto tenendo presenti le rispettive portate e modalità di impiego, basandosi sulla forza di tiro dell'apparecchio di trazione e sullo sforzo massimo al quale le funi saranno assoggettate durante il lavoro.

Sistemi di protezione contro le cadute dall'alto

Per il superamento delle biforcazioni di rami o spostamenti da eseguire sull'albero è indispensabile la presenza di un secondo cordino di posizionamento in modo che l'operatore non abbia mai la possibilità di cadere.

Nel caso si utilizzino strumenti taglienti (roncola, accetta, motosega ecc.) il cordino di posizionamento deve essere del tipo con anima di acciaio contro il taglio accidentale.

Carrelli

Sui carrelli deve essere presente un dispositivo di sicurezza antiscarrucolamento che impedisce la fuoriuscita accidentale dalla fune portante.

Sui carrelli automatici e motorizzati devono essere presenti dei sistemi di sicurezza che provochino l'immediato bloccaggio del carrello alla fune portante in caso di rottura della fune traente.

Argani

Avere a disposizione stazioni per il comando a distanza consente agli operatori di lavorare in maggior sicurezza e lontano dalle fonti di rumore. È in ogni modo opportuno che l'addetto all'argano sia in grado di azionare a distanza tutti i dispositivi principali dell'argano e possa controllare il corretto avvolgimento della fune traente sul tamburo.

I tamburi della fune portante devono essere dotati di dispositivi che permettano l'allentamento automatico della fune portante quando si supera la tensione massima prevista per quel dato tipo di fune.

Sistemi di comunicazione

In caso di interruzione delle comunicazioni, chi aziona argani per il movimento di funi (es. tesatura della fune portante, azionamento della fune traente per il recupero del carico) deve bloccare il lavoro e non compiere più alcuna manovra per non mettere a repentaglio la salute di chi sta operando alle funi od in prossimità delle stesse.

Montaggio e smontaggio degli impianti

Il montaggio e lo smontaggio degli impianti vanno effettuati con personale adeguatamente preparato, sotto la guida del responsabile dell'installazione, impiegando i vari componenti secondo quanto previsto nei rispettivi manuali di uso e manutenzione.

Devono essere noti i parametri necessari per il montaggio degli impianti.

Come ancoraggi preferire alberi sani, ben radicati ad apparato radicale fittonante. Quando possibile, ancorare la portante a più alberi.

Nel caso di ancoraggi in contropendenza è necessario controventare adeguatamente.

L'angolo che la fune fa in uscita dalla pianta di ancoraggio principale deve essere il più basso (piccolo) possibile.

I ritti di estremità, a causa dell'angolo che la fune portante fa sulla carrucola di sostegno della fune portante, possono essere sollecitati a ribaltamento e quindi devono essere controventati.

Nei cavalletti ad aeroplano è necessario che le funi formino angoli uguali, in uscita dalla staffa e sulle carrucole di rinvio posizionate sulle piante.

Nei cavalletti ad aeroplano con fune di trattenuta è necessario che le due funi, quella che regge la staffa e quella di trattenuta, siano indipendenti.

Nel caso in cui debba essere tagliata una pianta in prossimità della fune portante, effettuare l'abbattimento con la fune portante a terra, non in tensione.

In occasione del montaggio e dello smontaggio delle linee le funi devono essere sottoposte a controllo visivo per verificarne l'idoneità all'impiego.

Funi, tralicci e cavalletti possono costituire un ostacolo, e quindi un pericolo, per la sicurezza del volo aereo. Devono essere quindi opportunamente segnalati e deve esserne comunicata la presenza agli enti competenti.

Esercizio degli impianti

A montaggio effettuato, prima di iniziare il lavoro di esbosco, devono essere effettuati alcuni viaggi di prova per controllare: il corretto funzionamento dell'argano (la fune o le funi si avvolgono sui tamburi correttamente); il corretto funzionamento del carrello (passa bene sui supporti intermedi, le staffe, si blocca e si sblocca bene sulla portante); la sicura installazione dell'impianto (ancoraggi, cavalletti, carucole di rinvio, ecc.).

Iniziare il lavoro soltanto quando sono garantite le comunicazioni (tra argano, punto di carico e di scarico) e quando si è a conoscenza del carico massimo di esercizio.

Per ogni impianto deve essere individuato un responsabile dell'esercizio

Per salvaguardare l'incolumità di terzi estranei ai lavori, le vie di accesso all'area di cantiere devono essere sbarrate con apposita segnaletica di divieto e pericolo. Il personale incaricato dell'esercizio dell'impianto deve essere adeguatamente addestrato.

Non toccare o guidare con le mani le funi in movimento.

Durante l'esercizio, non sostare sui sostegni della portante né sulle torrette di impianti mobili.

Durante il funzionamento non effettuare operazioni di manutenzione, né abbandonare la postazione all'argano.

Non sostare all'interno degli angoli delle funi in tensione ed in movimento.

Non sostare sotto la fune portante durante le operazioni di concentramento e con il carico in movimento.

Dopo interruzioni di più giorni del lavoro, e comunque settimanalmente, devono essere controllati gli ancoraggi, i cavalletti e le relative controventature.

Controllare almeno una volta al giorno lo stato della fune traente in prossimità del gancio di carico.

In caso di interruzione delle comunicazioni, non compiere più alcuna manovra e bloccare il lavoro.

Interrompere il lavoro ed allontanarsi dall'impianto in caso di temporali o di forte vento.

Appendice A

Caratteristiche delle funi di acciaio

Le funi sono formate da più **fili di acciaio** avvolti fra loro in vari modi. Intorno ad un filo si possono avvolgere 6 fili dello stesso diametro, intorno a questo nucleo 12 fili, poi 18 fili; in ogni strato successivo il numero di fili - dello stesso diametro - aumenta di 6. Funi formate da uno o più strati di fili avvolti intorno ad un filo centrale sono dette **funi spiroidali**. Se invece attorno ad un nucleo centrale (anima, **C**) si avvolgono 6 (o più) funi spiroidali (dette in questo caso **trefoli**) si ottengono le **funi a trefoli**.

Si possono avere di conseguenza delle funi spiroidali formate da:

7 fili = (1+6)

19 fili = (1+6+12)

37 fili = (1+6+12+18)ecc.

e delle **funi a trefoli normali**, cioè composte da fili dello stesso diametro, formate da:

42 fili = $6 \times (1+6)$

114 fili = $6 \times (1+6+12)$

222 fili = $6 \times (1+6+12+18)$ ecc..

Le caratteristiche delle funi di acciaio (resistenza alla trazione, a vari tipi di usura, flessibilità) dipendono, a parità di diametro della fune, dalle caratteristiche dell'acciaio impiegato, dal diametro dei fili, dal loro numero e dal tipo di avvolgimento dei fili nel trefolo e dei trefoli nella fune.

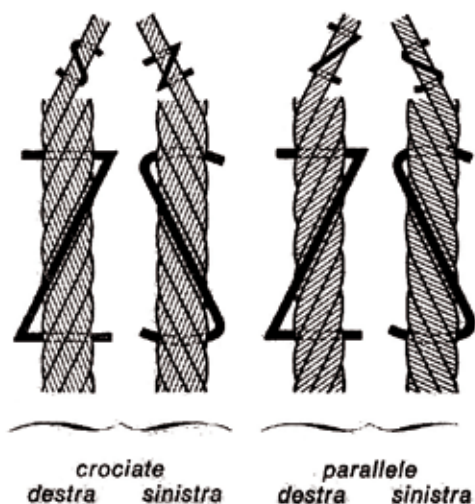
Secondo le caratteristiche dell'acciaio (grado della fune) e la sua lavorazione, si ottengono dei fili che presentano gradi di resistenza alla trazione (**R**) diversi: in campo forestale si utilizzano funi con R compresa al solito fra 1.570 e 2.160 N/mm² (160 e 220 kg/mm²).

Maggiore è la resistenza alla trazione dell'acciaio del filo, minore è la sua flessibilità e la sua capacità di sopportare ripetute sollecitazioni a flessione (alla fatica).

Funi formate da pochi fili di diametro elevato hanno una **resistenza all'usura** (allo strisciamento) maggiore di quelle formate da numerosi fili più sottili; queste ultime sono **più flessibili** ed hanno maggiore resistenza a ripetute e forti sollecitazioni a flessione senza rompersi o deformarsi in modo permanente (Tabelle 7 e 8).

L'anima (**C**) delle funi può essere di fibra tessile (**FC**), costituita da fibre naturali (**NFC**) o fibre sintetiche (**SFC**). Funi con anima di acciaio (**WC**), costituita da un trefolo (**WSC**) o da un'altra fune (**IWRC**), si usano nei paranchi manuali e per ridurre il loro deterioramento quando sono sottoposte a forti e frequenti pressioni di schiacciamento, come avviene p.e. su tamburi con nucleo (anima) piccolo di verricelli. L'anima delle funi può anche essere composta da plastica (**SPC**).

Normalmente le funi sono preingrassate (non subiscono questo trattamento p.e. le funi per paranchi manuali, le zincate utilizzate per impieghi statici), cioè imbevute di lubrificante per fune all'atto della cordatura. Durante il lavoro, quando la fune è sottoposta a trazione, il lubrificante riduce gli attriti interni della fune e contribuisce a proteggere dall'ingresso di umidità e dalla conseguente formazione, all'interno, di ruggine, una delle principali cause del loro deterioramento.



Se il senso di avvolgimento dei trefoli nella fune è uguale a quello dei fili nel trefolo, le funi sono dette **ad avvolgimento parallelo** (destra zZ, sinistro sS), se invece è opposto si hanno le funi **ad avvolgimento crociato** (destra sZ, sinistro zS) (Figura 38).

Fig. 38 - Avvolgimento delle funi

Tabella 7 - Flessibilità delle funi in funzione delle altre caratteristiche

Flessibilità	Diametro dei fili	Tipo di avvolgimento	Classe di resistenza dell'acciaio
maggiore	fili sottili	parallelo	1.570 N/mm ² (160 kg/mm ²)
minore	fili grandi	crociato	2.160 N/mm ² (220 kg/mm ²)

Tabella 8 - Resistenza all'usura delle funi in funzione delle altre caratteristiche

Resistenza all'usura	Diametro dei fili	Tipo di avvolgimento
maggiore	fili grandi	parallelo
minore	fili sottili	crociato

Funi parallele hanno una maggiore resistenza all'usura e sono più flessibili di funi crociate, ma tendono a girare su loro stesse (a svolgersi) sotto carico, se una estremità è libera, a causa delle tensioni interne che si formano quando i fili vengono avvolti a formare la fune.

Per ridurre questo fenomeno, prima della **cordatura** (della formazione della fune) i fili ed i trefoli vengono **preformati** facendo assumere loro la forma ad elica che poi avranno nella fune. La preformazione si ottiene facendo passare i trefoli sotto tensione fra una serie (al solito 3) di rulli di piccolo diametro. Con questo procedimento si riducono le tensioni interne della fune, si migliora la sua resistenza a fatica e la si rende più stabile e maneggevole.

Le funi d'acciaio, più frequentemente utilizzate nel settore forestale, sono quelle che si descrivono brevemente di seguito (UNI EN 12385-1:2009; UNI EN 12385-2-3-4:2008).

- A **trefoli normali** (Figura 39), formate da sei trefoli composti da un ugual numero di fili dello stesso diametro (7, 19 o 37 per trefolo).

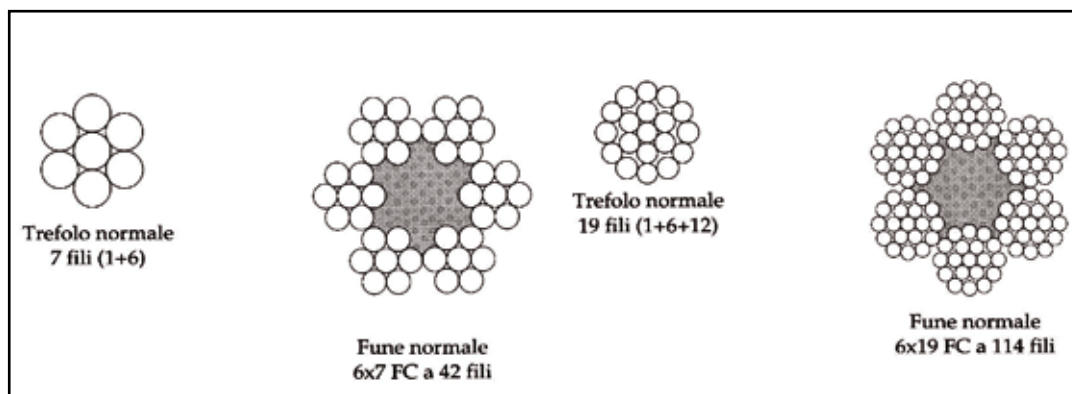


Fig. 39 - Funi a trefoli normali

Per cercare di conciliare le esigenze di resistenza all'usura e di flessibilità sono state sviluppate funi formate da fili di diametro diverso.

- A **trefoli Seale (S)** (Figura 40), che hanno i fili esterni dei trefoli di diametro maggiore di quelli interni $[6 \times (1+9+9)]$;

- A **trefoli Warrington (W)** (Figura 41), che hanno, nello strato esterno dei trefoli, fili di

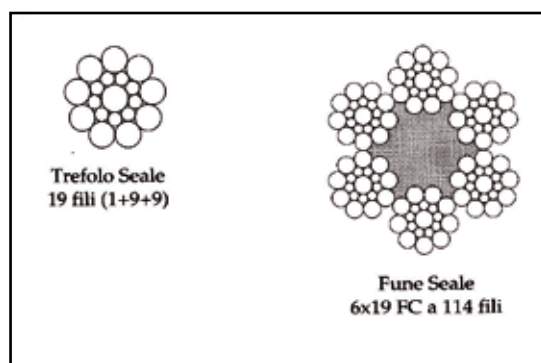


Fig. 40 - Fune a trefoli Seale

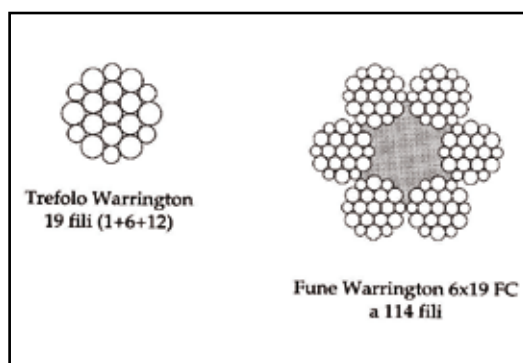


Fig. 41 - Fune a trefoli Warrington

diametro diverso alternati $\{6 \times [1+6+(6+6)]\}$;

- A **trefoli Warrington-Seale (WS)** (Figura 42), che hanno la parte interna dei trefoli con formazione Warrington e lo strato esterno dei fili con formazione Seale $\{6 \times [1+7+(7+7)+14]\}$;

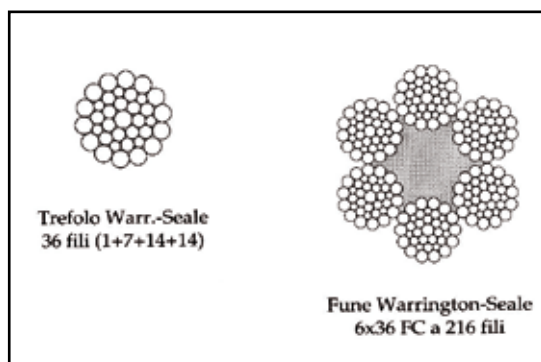


Fig. 42 - Fune a trefoli Warrington - Seale

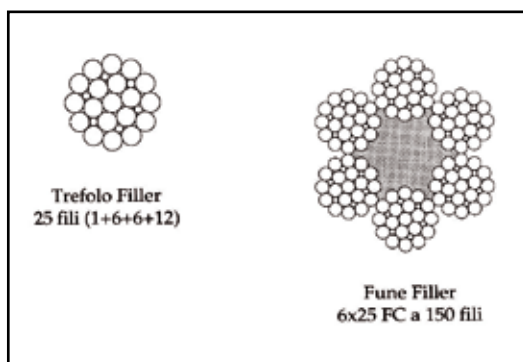


Fig. 43 - Fune a trefoli Filler

- **A trefoli Filler (F)** (Figura 43), che hanno inseriti fra i vari strati di fili altri fili, detti riempitivi, di diametro molto piccolo $[6 \times (1+6+6+12)]$.

Con queste diverse formazioni si cerca di migliorare l'appoggio dei fili di uno strato su quelli dello strato sottostante, per ridurre la pressione specifica fra i fili di strati successivi: in pratica ogni filo appoggia su due fili dello strato sottostante e non li incrocia; le funi Seale poi sono più resistenti di funi a trefoli normali, all'usura per strisciamento, avendo appunto i fili esterni di diametro maggiore.

Vengono spesso impiegate in campo forestale anche altre tre formazioni particolari:

- **Funi Ercole** (Figura 44), costituite da una parte centrale spiroidale e da uno o due strati esterni di trefoli, vengono usate prevalentemente come portanti di teleferiche di tipo tradizionale avendo dei carichi di rottura, a parità di altre caratteristiche, superiori ai tipi di fune precedenti (non possono essere impalmate, cioè giuntate);
- **Funi a trefoli compattati (K)** (Figura 45), costituite da trefoli che, prima della corda-

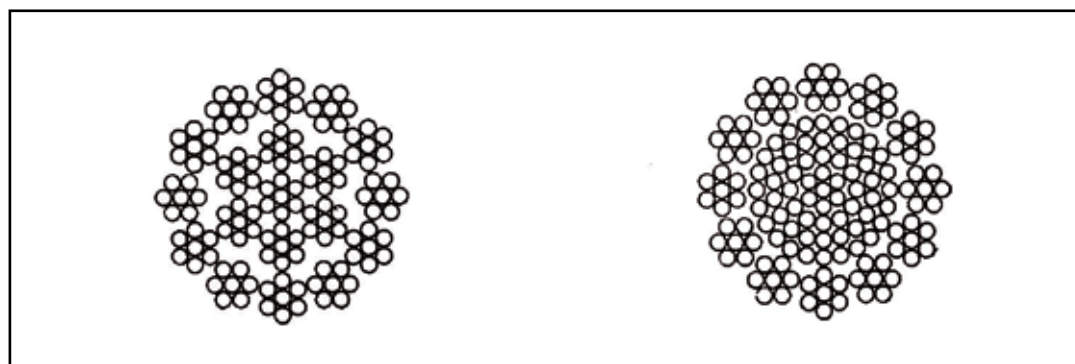


Fig. 44 - Funi Ercole

tura della fune, sono sottoposti ad un processo di compattazione (stiramento, compressione o martellatura);

- **Funi compattate (martellate)** (Figura 46), che subiscono un processo di com-

pattazione (in genere martellatura) dopo la cordatura, con conseguente riduzione del diametro.

Le funi a trefoli compattati e le compattate (sviluppate in Austria dopo il 1980), avendo

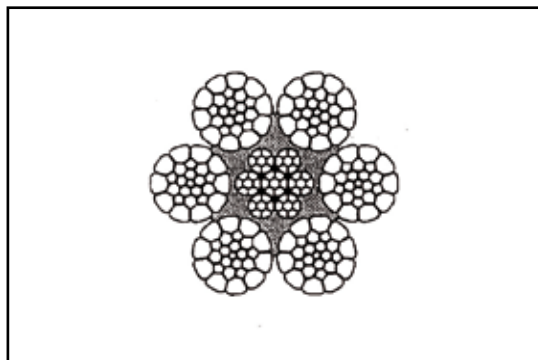


Fig. 45 - Fune a trefoli compattati

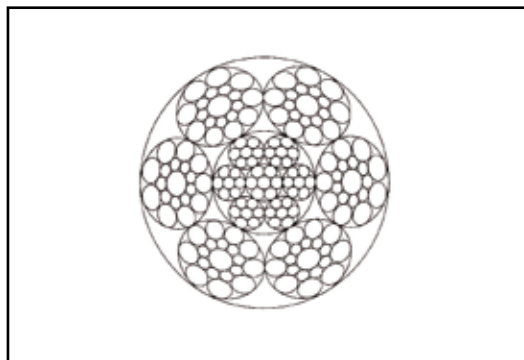


Fig. 46 - Fune compattata "martellata"

una sezione metallica maggiore, a parità di altre caratteristiche, hanno dei carichi di rottura superiori (circa il 20% in più rispetto alle funi tradizionali); vengono impiegate sia come portanti che come traenti in modo particolare nelle stazioni motrici mobili.

Altri accorgimenti - preformazione, plastificazione degli spazi residui tra fili e trefoli - consentono migliori prestazioni, alle quali corrisponde ovviamente un prezzo di vendita superiore.

Appendice B

Riferimenti legislativi

D.Lgs. 81/08 e s.m.i.	La tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
D.Lgs. 17/2010	Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori
L. 125/2001	Legge quadro in materia di alcol e di problemi alcol-correlati
G.U. 75 del 30/03/2006	Provvedimento Conferenza Permanente Stato-Regioni del 16/03/2006. Divieto di assunzione e di somministrazione di bevande alcoliche e superalcoliche
G.U. n. 8 del 11/01/2012	Accordo 21 dicembre 2011 sui corsi di formazione per lo svolgimento diretto, da parte del datore di lavoro, dei compiti di prevenzione e protezione dai rischi
D.Lgs. 96/2005	Revisione della parte aeronautica del Codice della navigazione
D.M. 20 aprile 2006	Ministero della Difesa - Applicazione della parte aeronautica del Codice della navigazione
Circolare di S.M.D. del 9/08/2000 n.146/394/4422	Allegato A - Opere costituenti ostacolo alla navigazione aerea. Segnaletica e rappresentazione cartografica

Riferimenti normativi

Macchine forestali	
ISO 5673-1:2005	Agricultural tractors and machinery. Power take-off drive shafts and powerinput connection Part 1: General manufacturing and safety requirements
ISO 5673-2:2005	Agricultural tractors and machinery Power take-off drive shafts and power-input connection Part 2: Specification for use of PTO drive shafts, and position and clearance of PTO drive line and PIC for various attachments
ISO 6814:2009	Machinery for forestry - Mobile and self-propelled machinery - Terms, definitions and classification - Third Edition
ISO 8082-1:2009	Self-propelled machinery for forestry - Laboratory tests and performance requirements for roll-over protective structures - Part 1: General machines - First Edition

ISO 8083:2006	Machinery for Forestry - Falling-Object Protective Structures (FOPS) - Laboratory Tests and Performance Requirements - Second Edition
ISO 8084:2003	Machinery for forestry. Operator protective structures. Laboratory tests and performance requirements - Second Edition
UNI EN ISO 4254-1: 2013	Macchine agricole - Sicurezza - Parte 1: Requisiti generali
UNI EN ISO 13857:2008	Sicurezza del macchinario - Distanze di sicurezza per impedire il raggiungimento di zone pericolose con gli arti superiori e inferiori
ISO 5673-1:2005	Agricultural tractors and machinery Power take-off drive shafts and powerinput connection Part 1: General manufacturing and safety requirements - First Edition
UNI EN ISO 12100:2012	Sicurezza del macchinario. Principi generali di progettazione. Valutazione del rischio e riduzione del rischio
UNI EN ISO 11850:2012	Macchine forestali. Requisiti di sicurezza generali
UNI EN 12965:2010	Trattrici e macchine agricole e forestali. Alberi cardanici di trasmissione dalla presa di potenza (p.d.p.) e loro protezioni. Sicurezza
UNI EC 1-2010 UNI EN ISO 13857:2008	Sicurezza del macchinario. Distanze di sicurezza per impedire il raggiungimento di zone pericolose con gli arti superiori e inferiori
Funi d'acciaio	
ISO 2408:2004	Steel wire ropes for general purposes. Minimum requirements - Third Edition
ISO 17893:2004	Steel wire ropes Vocabulary, designation and classification - First Edition
ISO 17893:2004/Amd 1:2010	Steel wire ropes -- Vocabulary, designation and classification
UNI ISO 4309:2011	Apparecchi di sollevamento. Funi - Cura, manutenzione, installazione, controlli e scarto
UNI EN 12385-1:2009	Funi di acciaio - Sicurezza. Parte 1: requisiti generali
UNI EN 12385-2:2008	Funi di acciaio - Sicurezza. Parte 2: definizioni, designazione e classificazione
UNI EN 12385-3:2008	Funi di acciaio - Sicurezza. Parte 3: informazioni per l'uso e la manutenzione
UNI EN 12385-4:2008	Funi di acciaio - Sicurezza. Parte 4: funi a trefoli per usi generali nel sollevamento
UNI EN 12385-6:2005	Requisiti di sicurezza per gli impianti a fune progettati per il trasporto di persone - Funi. Parte 6: criteri di dismissione
Brache	
UNI EN 1492-1:2009	Brache di tessuto. Sicurezza. Parte 1: brache di nastro tessuto piatto di fibra chimica, per uso generale

UNI EN 1492-2:2009	Brache di tessuto. Sicurezza. Parte 2: brache ad anello continuo di tessuto di fibra chimica, per uso generale
Argani	
UNI EN ISO 12100:2012	Sicurezza del macchinario. Principi generali di progettazione. Valutazione del rischio e riduzione del rischio
UNI EN 14492-1:2009	Apparecchi di sollevamento - Argani e paranchi motorizzati - Parte 1: Argani motorizzati
UNI EC 1-2010 UNI EN 14492-1:2009	Apparecchi di sollevamento - Argani e paranchi motorizzati - Parte 1: Argani motorizzati
UNI EN 14492-2:2009	Apparecchi di sollevamento - Argani e paranchi motorizzati - Parte 2: Paranchi motorizzati.
UNI EC 1-2010 UNI EN 14492-2:2009	Apparecchi di sollevamento. Argani e paranchi motorizzati. Parte 2: Paranchi motorizzati
ISO 19472:2006	Machinery for forestry - Winches - Dimensions, performance and safety
Carrelli	
UNI EN ISO 12100:2012	Sicurezza del macchinario. Principi generali di progettazione. Valutazione del rischio e riduzione del rischio
UNI EN 14492-2:2009	Apparecchi di sollevamento - Argani e paranchi motorizzati - Parte 2: Paranchi motorizzati
EC 1-2010 UNI EN 14492-2:2009	Apparecchi di sollevamento. Argani e paranchi motorizzati. Parte 2: Paranchi motorizzati
ISO 19472: 2006	Machinery for forestry - Winches - Dimensions, performance and safety
Paranchi manuali	
UNI EN 13157:2009	Apparecchi di sollevamento. Sicurezza - Apparecchi di sollevamento azionati a mano
Taglie	
UNI CEN/TS 13001-3-2:2008	Apparecchi di sollevamento. Criteri generali per il progetto. Parte 3-2: Stati limite e verifica di idoneità delle funi nei sistemi in taglia
Cadute dall'alto	
UNI EN 358:2001	Dispositivi di protezione individuale per il posizionamento sul lavoro e la prevenzione delle cadute dall'alto. Cinture di posizionamento sul lavoro e di trattenuta e cordini di posizionamento sul lavoro
UNI EN 813:2008	Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute. Cinture con cosciali
UNI EN 12492:2012	Attrezzature per alpinismo. Caschi per alpinisti. Requisiti di sicurezza e metodi di prova

Bibliografia

Bolognesi R., Borghi P., Fabiano F., Giannelli M., Piegai F., Ulivi A. (2008) - *Linee guida per la prevenzione e sicurezza nei lavori forestali in Toscana* - Casa Ed. Compagnia delle Foreste, Arezzo, pagg.128.

Bortoli P.L., Solari V. (1996) - *Le moderne teleferiche forestali* - Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia. Direzione Regionale delle Foreste e Parchi. Servizio Selvicoltura (5 manuali).

Currò P., Hippoliti G., Piegai F., Verani S. (1989) - *Sugli incrementi di tensione con carico nella fune portante della gru a cavo "Koller K 300" in funzione della tensione di montaggio, campata, pendenza e carico* - Monti e Boschi, 40(4): 49-60. Edagricole, Bologna.

Fabiano F. (1996) - *Incidenti e sicurezza nel lavoro con gru a cavo* - Monti e Boschi, Anno XLVII, n.6: 37-41, Edagricole, Bologna.

Fabiano F., Marchi E., Pasquinelli P., Piegai F., Ricci G. (1998) - *Valutazione dei rischi e programma di miglioramento aziendale in selvicoltura* - Edizioni Regione Toscana, Firenze, pagg. 74.

Fabiano F., Marchi E. (2001) - *Gru a cavo forestali: diffusione attuale e possibilità d'impiego* - Sherwood, n.67 (Anno 7, n.5): 43-47, Editrice Compagnia delle Foreste, Arezzo.

Fabiano F., Marchi E. (2001) - *Note pratiche sul dimensionamento di gru a cavo forestali* - Editrice Compagnia delle Foreste, Arezzo, pagg. 94.

Fabiano F., Marchi E., Piegai F. (2001) - *Note pratiche per l'impiego delle mini-gru a cavo equipaggiate con carrello a taglia* - Progetto Operativo Multiregionale: "Nuove metodologie per la gestione sostenibile dei sistemi forestali complessi dell'Italia Meridionale" (POM - Misura 2, Progetto B28, SISFOR). Pubblicato a cura di Regione Sicilia, Assessorato Agricoltura e Foreste; Regione Basilicata, Agenzia Lucana di Sviluppo ed Innovazione in Agricoltura; Regione Campania, Assessorato Agricoltura.

Fabiano F., Hippoliti G., Marchi E., Piegai F. (2001) - *Analisi delle sollecitazioni in funi portanti di gru a cavo forestali* - Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali, Vol. LI: 121-158. Tip. Coppini, Firenze.

Fabiano F., Marchi E., Piegai F. (2002) - *Tensioni e carichi in funi portanti di gru a cavo forestali: istruzioni per l'uso* - Sherwood, n. 82 (Anno 8, n.9): 1-10. Casa Ed. Compagnia delle Foreste, Arezzo.

Fabiano F., Piegai F. (2002) - *Linee guida per la sicurezza nei lavori in bosco* - Sherwood, n. 84 (Anno 8, n.11): 13-17. Casa Ed. Compagnia delle Foreste, Arezzo.

Fanari F., Bolognani R., Piegai F. (1999) - Produttività nelle operazioni di abbattimento, allestimento ed esbosco con gru a cavo in utilizzazioni forestali nella Magnifica Comunità di Fiemme - Sherwood, n. 49. Casa Ed. Compagnia delle Foreste, Arezzo.

Hippoliti G. (1967) - *Norme pratiche per l'impiego e l'impianto di gru a cavo leggere* - C.S.P., CNR, fascicolo IX. Firenze.

Hippoliti G. (1974) - *Prime prove di impiego di una gru a cavo leggera con stazione motrice semovente* - C.S.P., CNR. Firenze. 18(45): 43-52.

Hippoliti G. (1990) - *Esbosco con teleferiche*. - Edizioni DREAM, Poppi (AR).

Hippoliti G. (1990) - *Teleferiche e strade: storia degli ultimi 30 anni* - Atti del Convegno "Teleferiche e Selvicoltura, convivenza possibile?". Moena (TN) 24-25 settembre 1990.

Hippoliti G. (1997) - *Appunti di meccanizzazione forestale* - STEF, Firenze.

Hippoliti G. (1998) - *Manuale pratico per il montaggio e lo smontaggio delle gru a cavo con stazione motrice mobile* - Quaderni dell'Istituto di Assestamento e Tecnologia Forestale, fascicolo VI. Facoltà di Agraria - Università degli Studi di Firenze.

Hippoliti G., Uzielli L., Bronzi A., Piegai F. (1985) - *Messa a punto di moderne attrezzature per l'esbosco dei prodotti forestali* - I.S.E.A., Bologna.

Hippoliti G., Piegai F. (2000) - *Tecniche e sistemi di lavoro per la raccolta del legno* - Casa Ed. Compagnia delle Foreste, Arezzo.

Marchi E., Pasquinelli P., Piegai F. (1998) - *Rischi ed interventi di prevenzione nelle utilizzazioni forestali* - Sherwood, n. 30. Casa Ed. Compagnia delle Foreste, Arezzo.

Masi M., Nannicini C., Amati R., Fabiano F., Neri F., Piegai F., Magagnotti N., Spinelli R., Laurendi V., Pirozzi M., Puri D. (2010) - *Safety and Prevention in Mechanised Forest Operations: a Tuscan Project* - "Work Safety and Risk Prevention in Agro-food and Forest Systems", International Conference: september 16-18, 2010, Ibla Campus Ragusa - Italy – Poster.

Masi M., Borghi P., Giannelli M., Bolognesi R., Giovannini P., Ulivi A., Grifoni C., Novelli D., Pozzo D., Bitussi D., Behmann G., Laurendi V., Pirozzi M., Fabiano F., Piegai F., Pietrotti P. (2011) - *Prevenzione nei lavori forestali in Toscana. Schede sulla sicurezza ai sensi del D.Lgs. 81/08 e s.m.i.: Esbosco con teleferica tipo gru a cavo* - Sherwood n. 172 Casa Ed. Compagnia delle Foreste, Arezzo. Pag. 46-50.

Neri F., Piegai F., Marchi E., Nati C. (2008) - *Cableway logging operations and residuals harvesting: cases study in windthrown areas in the Eastern Alps - Italy* - FOR-MEC'08-KWF June 2nd – 5th, 2008, Schmallebenberg - Germany.

Piegai F. (1990) - *Produttività dell'esbosco con gru a cavo in confronto all'esbosco per avvallamento ed all'esbosco a strascico con trattori* - L'Italia Forestale e Montana, n. 6. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.

Piegai F., Verani S. (1992) - *Tragseilspannungszunahme unter Last bei mobilen Seilkrananlagen* - 2. Workshop "Seil bringung", Ort/Gmunden (Austria).

Piegai F., Verani S. (1993) - *Sulle tensioni della fune portante di gru a cavo in linee a campata unica* - Monti e Boschi, n. 3. Edagricole, Bologna.

Piegai F., Marchi E., Fabiano F. (1997) - *Indagine sui parametri numerici in linee di gru a cavo a una e più campate* - Monti e Boschi, Anno XLVIII, n. 2: 33-40, Edagricole, Bologna.



Teleferiche

Filiera bosco-legno-energia, elementi di sicurezza sul lavoro:
cippatrici, gru a cavo e harvester

