

**Sanzio Baldini Pier Luigi Bortoli Martina Cambi  
Enrico Marchi Francesco Mazzocchi Francesco Neri  
Rodolfo Picchio Raffaele Spinelli Verio Solari**

# **Concentramento ed esbosco per via aerea**

*Le gru a cavo*



1ª edizione: giugno 2020



© Copyright 2020 by "Edagricole - Edizioni Agricole di New Business Media Srl",  
via Eritrea, 21 - 20157 Milano  
Redazione: p.zza G. Galilei, 6 - 40123 Bologna  
Vendite: tel. 051/6575833; fax: 051/6575999  
e-mail: libri.edagricole@newbusinessmedia.it - <http://www.edagricole.it>

5428

Proprietà letteraria riservata - printed in Italy

*La riproduzione con qualsiasi processo di duplicazione delle pubblicazioni tutelate dal diritto d'autore è vietata e penalmente perseguibile (art. 171 della legge 22 aprile 1941, n. 633). Quest'opera è protetta ai sensi della legge sul diritto d'autore e delle Convenzioni internazionali per la protezione del diritto d'autore (Convenzione di Berna, Convenzione di Ginevra). Nessuna parte di questa pubblicazione può quindi essere riprodotta, memorizzata o trasmessa con qualsiasi mezzo e in qualsiasi forma (fotomeccanica, fotocopia, elettronica, ecc.) senza l'autorizzazione scritta dell'editore. In ogni caso di riproduzione abusiva si procederà d'ufficio a norme di legge.*

Realizzazione grafica: Exegi snc, Via Pelagio Palagi, 3/2 - 40138 Bologna  
Impianti e stampa: Rotolito S.p.A., via Sondrio 3 - 20096 Seggiano di Pioltello (MI)

Finito di stampare nel giugno 2020

ISBN-978-88-506-5428-4

# Prefazione

La gestione sostenibile dei boschi riveste una grande importanza nel salvaguardare la stabilità dei versanti e dare alle piante quella efficienza che permette loro una concreta regimazione delle acque e l'assorbimento della CO<sub>2</sub>. Nelle aree montane difficili, sia per le forti pendenze che per l'impossibilità di creare una idonea viabilità forestale che permetterebbe l'accessibilità a mezzi meccanici diversi per la raccolta del legno, l'unica soluzione per la gestione dei popolamenti sono le gru a cavo, chiamate anche teleferiche forestali. Queste sono infrastrutture essenziali per tutti gli ecosistemi forestali; sono mezzi sostenibili per l'ambiente ed economici ma necessitano di grandi competenze a tutti i livelli, da quello progettuale, alle fasi di montaggio, smontaggio, esercizio; si deve tener presente che ogni linea non è mai uguale alla precedente.

Questi impianti, sia a stazione motrice tradizionale che mobile, sono attrezzature allestite per il concentramento e l'esbosco del materiale legnoso dai popolamenti ad una pista o ad una strada forestale. A fine lavoro vengono smontate, pertanto devono essere considerate a tutti gli effetti impianti temporanei ad uso delle utilizzazioni forestali e non per il trasporto di persone.

Basi scientifiche e profonde conoscenze dei boschi, per averli materialmente percorsi, unite alle tecniche di lavoro apprese anche in Paesi diversi dal nostro e al buon senso, hanno permesso agli Autori di stilare in modo approfondito questo volume pratico, scritto con parole semplici e ricco di figure, idoneo per le scuole di qualunque livello ed i corsi per operatori forestali che le Regioni dovrebbero attivare per una gestione sostenibile degli ambienti montani e creare posti di lavoro per i giovani.

Il lettore potrà rendersi conto, sfogliando le pagine, che esistono impianti idonei anche per i boschi cedui dell'Appennino e per i dirada-

menti di giovani piantagioni, dove il materiale ritratto non riveste grande valore economico ma sarebbe errato pensare che per l'uso al meglio di questi impianti e ridurre al minimo il rischio di incidenti, non necessiti un'adeguata formazione.

Gli Autori descrivono non solo i dispositivi di sicurezza che devono essere usati dagli operatori ma anche gli aspetti, riferiti ai differenti lavori che vengono svolti da chi compie questo mestiere, necessari a ridurre i rischi di eventuali infortuni. Come gli altri volumi anche questo si conclude con la descrizione dei possibili impatti che si vengono a creare per la mancanza di conoscenza, esperienza e competenza specifica di chi lavora con queste attrezzature.

Anche per la stesura di questo volume, di carattere tecnico-applicativo, e per la peculiarità degli argomenti trattati, U.N.I.F. (ass. Onlus) ha coinvolto non solo esperti appartenenti all'Unione, ma anche docenti universitari, del mondo della ricerca e privati con affermate conoscenze pratiche su come si lavora con le gru a cavo in ambiente alpino e appenninico. Infine per dare alle figure una maggiore chiarezza la fune portante è sempre nera, la traente rossa, le controventature permanenti rosa, mentre quelle provvisorie rosa tratteggiate, la fune che forma il cavalletto ad aeroplano nera tratteggiata e in alcuni casi semplici nera.

**Prof. Sanzio Baldini**

già Presidente U.N.I.F. (ass. Onlus)

### ***Ringraziamenti***

Per la grande professionalità, esperienza pratica dimostrata ed il materiale illustrativo messo a disposizione per la stesura di questo volume, U.N.I.F. (ass. Onlus) ringrazia le ditte:

De Angeli ing. Andrea di Bolzano

Valentini ing. Ilario di Clès (TN)

Inoltre: David Rabbai (collaboratore U.N.I.F.) per gli aspetti informatici, il dott. for. Nicolò Di Marzio ed i co-Autori per la disponibilità dimostrata.

# Indice

<b>1. Generalità sugli impianti a fune forestali .....</b>	<b>1</b>
1.1 Classificazione delle teleferiche forestali .....	1
1.1.1 Monofuni .....	1
1.1.2 Bifuni .....	2
1.1.2.1 Tipo gru a cavo o pescanti.....	2
1.1.3 Trifuni .....	5
1.2 L'esbosco del legname con le gru a cavo .....	6
1.2.1 Gru a cavo a funzionamento per gravità.....	9
1.2.2 Gru a cavo per tutti i terreni .....	12
1.3 Tipi di argano.....	14
1.3.1 Gli argani tradizionali.....	14
1.3.2 Argani a stazione motrice mobile .....	18
1.4 Carrelli .....	20
1.4.1 Carrello a taglia.....	21
1.4.2 Carrello semiautomatico .....	23
1.3.2.3 Carrello automatico .....	23
1.4.4 Carrelli motorizzati .....	34
<b>2. Le funi metalliche .....</b>	<b>37</b>
2.1 Tipi di fune.....	39
2.1.1 Tipo di acciaio .....	39
2.1.2 Numero dei fili in una fune e tipo di formazione (cordatura) .....	39
2.1.3 Tipo di avvolgimento dei fili.....	42
2.2 Caratteristiche delle funi .....	43
2.3 Dimensionamento e scelta delle funi.....	44

2.4	Maneggio delle funi .....	46
2.4.1	Trasporto delle bobine.....	46
2.4.2	Svolgimento delle funi.....	47
2.4.3	Avvolgimento delle funi su un tamburo e loro ancoraggio.....	48
2.4.4	Taglio di una fune.....	52
2.4.5	Collegamento di due funi .....	53
2.4.5.1	Impalmatura normale .....	53
2.4.5.2	Nodo piano.....	57
2.4.5.3	Asole .....	58
2.5	Misura delle dimensioni della fune .....	63
2.5.1	Capacità di fune di una bobina o di un tamburo .....	63
2.5.2	Misura del diametro della fune .....	63
2.6	Ispezione delle funi metalliche in acciaio.....	64
2.7	Funi tessili .....	66
<b>3.</b>	<b>Le carrucole o pulegge .....</b>	<b>69</b>
3.1	Carrucole di rinvio delle funi .....	70
3.2	Carrucole di sostegno della portante o di montaggio sui ritti terminali.....	71
3.3	Controllo delle carrucole durante l'uso.....	71
<b>4.</b>	<b>Staffe .....</b>	<b>77</b>
<b>5.</b>	<b>Dispositivi di aggancio dei carichi.....</b>	<b>79</b>
5.1	Cordoli.....	79
5.2	Catene .....	79
5.3	Cordoli con apertura radiocomandata .....	82
<b>6.</b>	<b>Dispositivi per ancorare carrucole e strumenti di tensionatura delle funi.....</b>	<b>83</b>
6.1	Fasce o cinghie o braghe.....	83
6.1.1	Tubolari.....	83
6.1.2	Piatte.....	84
6.2	Collegamenti finali delle funi.....	86
6.2.1	Collegamento finale con carico di rottura uguale a quello della fune .....	86

6.2.2	Collegamento finale con carico di rottura ridotto del 10% rispetto a quello della fune .....	87
6.2.3	Collegamento finale con carico di rottura ridotto del 15% rispetto a quello della fune .....	87
6.2.4	Collegamento finale con carico di rottura ridotto del 20% rispetto a quello della fune .....	88
6.2.5	Collegamenti finali con grillo o manigliotto .....	89
6.3	Dispositivi di ancoraggio della fune portante .....	90
6.3.1	Morsettoni a bulloni per la portante .....	90
6.3.2	Taglie .....	91
6.4	Dispositivi per mettere in tensione le funi .....	94
6.4.1	Paranchi .....	94
<b>7.</b>	<b>Cavalletti</b> .....	<b>97</b>
7.1	Quanti cavalletti servono .....	98
7.2	Altezza minima della portante al suolo (franco) .....	100
7.3	Norme generali sui cavalletti .....	102
7.4	Tipi di cavalletti .....	102
7.4.1	Cavalletti a falcone .....	102
7.4.1.1	Falcone con punta a terra .....	104
7.4.1.2	Falcone su due piante .....	109
7.4.1.3	Falcone aereo a bilanciere .....	109
7.4.2	Cavalletto a portale .....	116
7.4.3	Cavalletto a puntone .....	121
7.4.3.1	Puntone artificiale .....	121
7.4.3.2	Puntone naturale o pianta inclinata .....	126
7.4.4	Cavalletto ad aeroplano .....	132
7.4.5	Cavalletto a semiaeroplano .....	137
7.4.6	Cavalletto pretensionato (staffa agganciata al supporto) .....	141
<b>8.</b>	<b>Ritti di estremità</b> .....	<b>147</b>
8.1	Ritto di estremità vivo, pianta .....	147
8.2	Ritto di estremità artificiale .....	153

<b>9. Legature</b> .....	155
9.1 Metodi di legature di una estremità della fune ad una pianta, a ceppaie e giunture fra due funi.....	155
9.1.1 Legatura della fune, con dispositivo finale, ad una pianta.....	155
9.1.2 Legature di una estremità della fune col nodo del muratore .....	155
9.1.3 Legature dell'estremità della fune, ad una pianta, con morsetti .....	158
9.1.4 Modalità di collegamento delle funi per essere tensionate per mezzo di strumenti a trazione .....	159
9.1.5 Ancoraggio alle ceppaie .....	162
9.1.6 Giuntura fra due funi.....	163
9.1.7 Uso delle funi di acciaio per legare supporti ed accessori .....	164
9.1.7.1 Legatura di traverse ai supporti.....	165
9.1.7.2 Legatura di staffe .....	166
9.1.7.3 Legatura della carrucola di montaggio e di rinvio ..	167
<b>10. Ancoraggi della fune portante</b> .....	171
10.1 Ancoraggi naturali, loro scelta e metodologia di aggancio...	171
10.1.1 Caratteristiche delle piante e ceppaie disponibili per l'ancoraggio .....	171
10.1.2 Ancoraggio diretto della fune portante con estremità non attrezzata, ad una pianta e uso di morsetti .....	173
10.1.2.1 Ancoraggio diretto a due piante con uso di morsetti.....	175
10.1.2.2 Ancoraggio diretto su tre piante con uso di morsetti.....	177
10.1.2.3 Ancoraggio indiretto con quattro rami di fune e morsettone con carrucole .....	177
10.1.2.4 Ancoraggio su ceppaia .....	180
10.1.3 Ancoraggi indiretti della fune portante con estremità attrezzata .....	181
10.1.3.1 Ancoraggio con cinghie piatte .....	181
10.1.3.2 Ancoraggio con cinghie tubolari .....	182
10.2 Ancoraggio artificiale con "corpo morto o dormiente" .....	184



<b>11. Pianificazione del lavoro .....</b>	<b>187</b>
11.1 Documentazione di supporto per pianificare il tracciato.....	187
11.2 Criteri di disposizione delle linee.....	188
11.2.1 Linee parallele a rittochino .....	190
11.2.1 Linee parallele trasversali al versante .....	191
11.2.3 Linee a ventaglio o a raggiera .....	193
11.3 Distanza fra le linee.....	193
11.4 Tracciamento delle linee, loro caratteristiche e scelta del sistema di lavoro.....	195
11.4.1 Tracciamento.....	195
11.4.2 Caratteristiche e apertura del tracciato .....	200
11.4.3 Scelta del sistema di lavoro .....	201
11.4.4 Metodi di esbosco.....	204
11.4.5 Direzione ed angolo di atterramento delle piante..	209
11.4.6 Ciclo di lavoro .....	209
<b>12. Montaggio degli impianti .....</b>	<b>213</b>
12.1 Gru a cavo tradizionali .....	213
12.1.1 Esbosco verso monte, con carico sospeso o a semistrascico con pista/strada forestale a monte ...	213
12.1.2 Esbosco verso valle, con carichi sospesi e con strada/pista a valle .....	222
12.2 Gru a cavo a stazione motrice mobile .....	226
12.2.1 Gru a cavo a stazione motrice mobile, esbosco verso monte, con pista/strada a monte .....	226
12.2.2 Gru a cavo con stazione motrice mobile a valle, esbosco verso valle (impianti trifune) .....	230
<b>13. Prevenzione e sicurezza nei sistemi di esbosco     con gru a cavo forestali.....</b>	<b>235</b>
13.1 Aspetti generali.....	235
13.2 Formazione.....	236
13.3 Abbigliamento e Dispositivi di Protezione Individuale (D.P.I.).....	237

13.4 Utilizzo dei sistemi di aggancio del carico .....	239
13.5 Montaggio, smontaggio dei cavalletti e dei ritri di estremità.....	241
13.6 Funzionamento dell'impianto.....	243
13.7 Dispositivi di sicurezza presenti sui carrelli .....	245
13.8 Dispositivi di sicurezza presenti sugli argani .....	245
13.9 Interventi di manutenzione e riparazione guasti .....	246
13.10 Mansioni dell'arganista .....	247
13.11 Aspetti di sicurezza riferiti all'addetto al carico .....	249
13.12 Aspetti di sicurezza riferiti all'addetto allo scarico.....	249
13.13 Segnalazione e delimitazione delle aree di pericolo.....	251
13.14 Comunicazione fra i gruppi di lavoro, in fase di montaggio, smontaggio ed esercizio.....	254
13.14.1 Comunicazione gestuale .....	254
13.14.2 Radiocomunicazione.....	255
13.15 Principali regole da rispettare per la sicurezza .....	259

## **Appendice**

### **Protezione ambientale e impatti nei lavori di esbosco**

<b>con gru a cavo .....</b>	<b>263</b>
Impatti a seguito di esbosco con gru a cavo .....	264
La scelta del sistema di lavoro .....	266
La formazione professionale .....	266
Meccanizzazione razionale .....	267
Manutenzione delle macchine e delle attrezzature.....	268
Effetti dell'utilizzazione integrale della biomassa legnosa.....	269

<b>Glossario .....</b>	<b>271</b>
------------------------	------------

<b>Bibliografia .....</b>	<b>277</b>
---------------------------	------------

# 1. Generalità sugli impianti a fune forestali

Gli impianti a fune “forestali” sono un mezzo molto importante per il trasporto/esbosco del legname. Nelle regioni alpine, questi impianti hanno avuto un notevole sviluppo dagli anni '60 del secolo scorso, dando vita ad un'incredibile varietà di sistemi e concezioni tecniche che tengono conto delle diverse condizioni ambientali (morfologia del territorio, accessibilità dell'area di esbosco, caratteristiche del bosco, trattamenti selvicolturali). Con questo tipo d'impianti si possono effettuare il concentramento e l'esbosco o il trasporto del materiale ricavato dagli interventi selvicolturali in aree difficilmente raggiungibili con altri sistemi.

## 1.1 CLASSIFICAZIONE DELLE TELEFERICHE FORESTALI

Le teleferiche forestali possono essere monofuni, bifuni o trifuni a seconda del numero di funi portanti e traenti che vanno a costituire l'impianto.

### 1.1.1 MONOFUNI

Sono impianti semplici usati non solo per lo spostamento del legno ma anche in agricoltura di montagna.

- **Fili a sbalzo o palorci.** Sono costituiti dalla sola fune portante sulla quale i carichi, concentrati in un unico punto a monte, scendono per gravità verso valle appesi a ganci. Tale fune viene ancorata

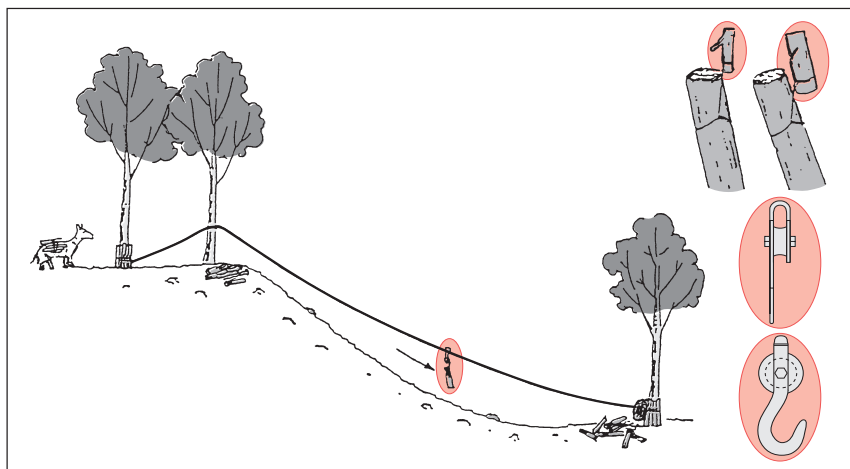


Fig. 1.1 | Filo a sbalzo con carico e ganci in legno o carrucole metalliche.

alle due estremità della linea, poste a quote differenti. È un sistema usato per il trasporto di singoli pezzi o fasci di legna di piccola pezzatura ed in particolare per quella da ardere (Fig. 1.1).

- **Gru a cavo con carrello motorizzato autotraslante.** Sono le gru a cavo di ultima generazione costituite dalla sola fune portante e da un carrello motorizzato in grado di spostarsi in modo autonomo lungo la linea per mezzo di un sistema di pulegge sulle quali si avvolge la fune portante. Questo impianto per il funzionamento non richiede una pendenza minima o l'ausilio di altre funi. Il movimento avviene tramite un motore montato sul carrello che aziona anche un verricello con una fune di sollevamento (al solito di 50-80 m) utilizzata per il concentramento e l'issaggio del materiale (Fig. 1.33).

## 1.1.2 BIFUNI

Sono impianti entrati in commercio della seconda metà del secolo scorso.

### 1.1.2.1 Tipo gru a cavo o pescanti

Sono impianti costituiti da una fune portante ancorata alle estremità in due punti ad altitudini differenti sulla quale è montato un carrello

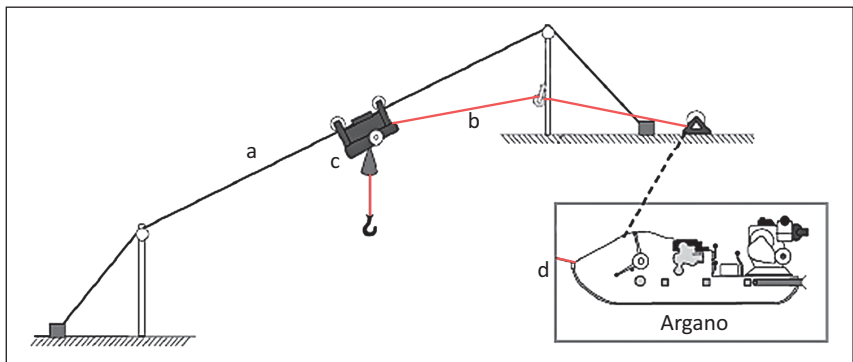
i cui movimenti sono controllati da una traente. Questa viene utilizzata anche per il concentramento ed issaggio del carico (legname). Con questo tipo di gru a cavo il legname può essere caricato e scaricato in qualsiasi punto lungo la fune portante e per questo vengono anche chiamate pescanti. Sono presenti in Europa fino dagli anni '50 del secolo scorso e per la loro maneggevolezza sono le teleferiche forestali più usate. Si distinguono in tradizionali ed a stazione motrice mobile.

### Gru a cavo tradizionali (con stazione motrice semifissa)

Sono costituite da:

- un argano dotato di gruppo motore, trasmissione, impianto frenante e un tamburo che contiene la fune traente tutti montati su un telaio a slitta;
- una fune portante tesa fra due estremità e portata da una bobina indipendente;
- un carrello.

Le gru a cavo di tipo tradizionale trovano prevalente impiego nell'esbosco verso valle del legname che si trova a monte delle strade ma possono essere utilizzate nell'esbosco verso monte nel caso di presenza di una strada a monte nell'area interessata dall'intervento selvi-



**Fig. 1.2** | Schema di impianto di gru a cavo bifune tradizionale con fune portante (a), fune traente (b), carrello (c) argano (d).

colturale. Nella configurazione più comune, nell'utilizzo delle gru a cavo munite di carrelli tradizionali, l'argano viene collocato in prossimità dell'ancoraggio di monte (Fig. 1.2).

### Gru a cavo con stazione motrice mobile

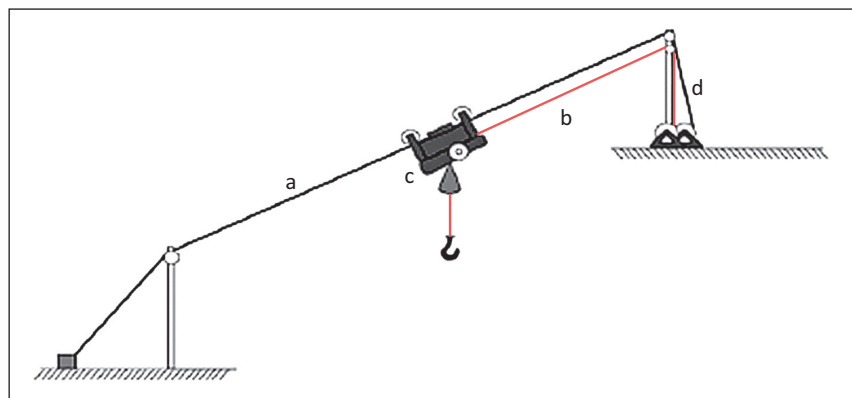
Sono costituite da:

- un argano dotato di gruppo motore, una trasmissione, un ritto di estremità (pilone o torretta) ed i tamburi che contengono le funi portante, traente e le controventature del ritto. Negli impianti più semplici il tutto, ad eccezione del motore, è montato su una struttura da applicare all'attacco a tre punti del trattore e azionato dal motore dello stesso (Fig. 1.3). Negli impianti più complessi l'argano è montato su rimorchio o autocarro;
- un carrello.

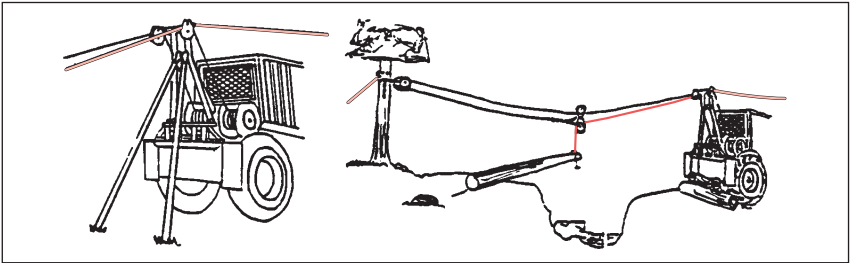
Richiede, sempre la presenza di strade o piste nella zona di piazzamento dell'argano.

### Allestimenti bifune particolari (mini gru a cavo)

Alcuni allestimenti particolari, previsti dai costruttori, per l'installa-



**Fig. 1.3** | Schema di impianto di gru a cavo a stazione motrice mobile bifune; portante (a), traente (b), carrello (c), stazione motrice mobile con torretta (d).



**Fig. 1.4** | Impianto di gru a cavo super leggero fatto azionare da un verricello forestale a due tamburi montato su trattore agricolo e (—) ancoraggi.

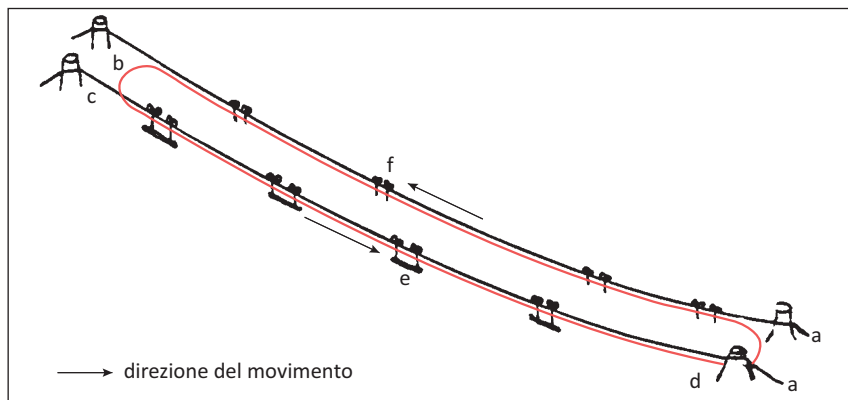
zione di mini gru a cavo si basano sull'utilizzo di verricelli forestali a doppio tamburo applicati a trattori o a macchine speciali.

- si possono realizzare piccoli impianti a fune del tipo “va e vieni” (Fig. 1.4);
- a doppio tamburo modificato per accogliere anche una fune portante; in questo caso può funzionare come una piccola gru a cavo;
- a singolo tamburo con capienza maggiorata per contenere fino a 200 m di fune traente e tamburo supplementare dove alloggia la fune portante.

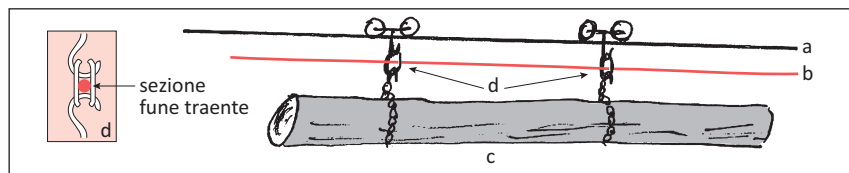
### 1.1.3 TRIFUNI

Sono impianti molto usati all'inizio del secolo scorso per trasportare legname anche oltre 10 km di distanza dall'imposto. Nella seconda metà del secolo scorso la tecnologia ha permesso di avere impianti più corti e di facile montaggio.

**Teleferiche tipo Valtellina.** Sono costituite da due funi portanti di diverso diametro, maggiore quella che porta i carichi, ancorate alle estremità, e da una traente chiusa ad anello che controlla il movimento dei carichi che sono concentrati in un unico punto a monte (Fig. 1.5). Sono mezzi per il trasporto del legname ormai praticamente scomparsi in quanto l'installazione dell'impianto risulta troppo costosa rispetto alla quantità di legname che attualmente dovrebbe spostare verso valle.



**Fig. 1.5** | Schema d'impianto trifune tipo Valtellina: a) funi portanti, b) fune traente ad anello, c) zona di carico, d) zona di scarico, e) carrelli con carico, f) carrelli scarichi.



**Fig. 1.6** | Particolare di impianto trifune tipo Valtellina: a) fune portante, b) fune traente ad anello, c) carico. L'anello, tagliato longitudinalmente, a cui viene agganciato il carico (d) tiene imprigionata la traente permettendo la movimentazione dei tronchi.

**Gru a cavo a stazione motrice mobile trifune.** Sono costituite da un argano dotato oltre che di fune portante e fune traente, anche di una fune di richiamo. La configurazione trifune permette di montare impianti con stazione motrice mobile a valle della linea o anche in aree con scarsa pendenza (Fig. 1.6).

## 1.2 L'ESBOSCO DEL LEGNAME CON LE GRU A CAVO

I principali fattori da considerare nell'esbosco del legname con le gru a cavo sono la pendenza della linea (fune portante) e la direzione di movimentazione del materiale.



## Schema di funzionamento di una gru a cavo tradizionale

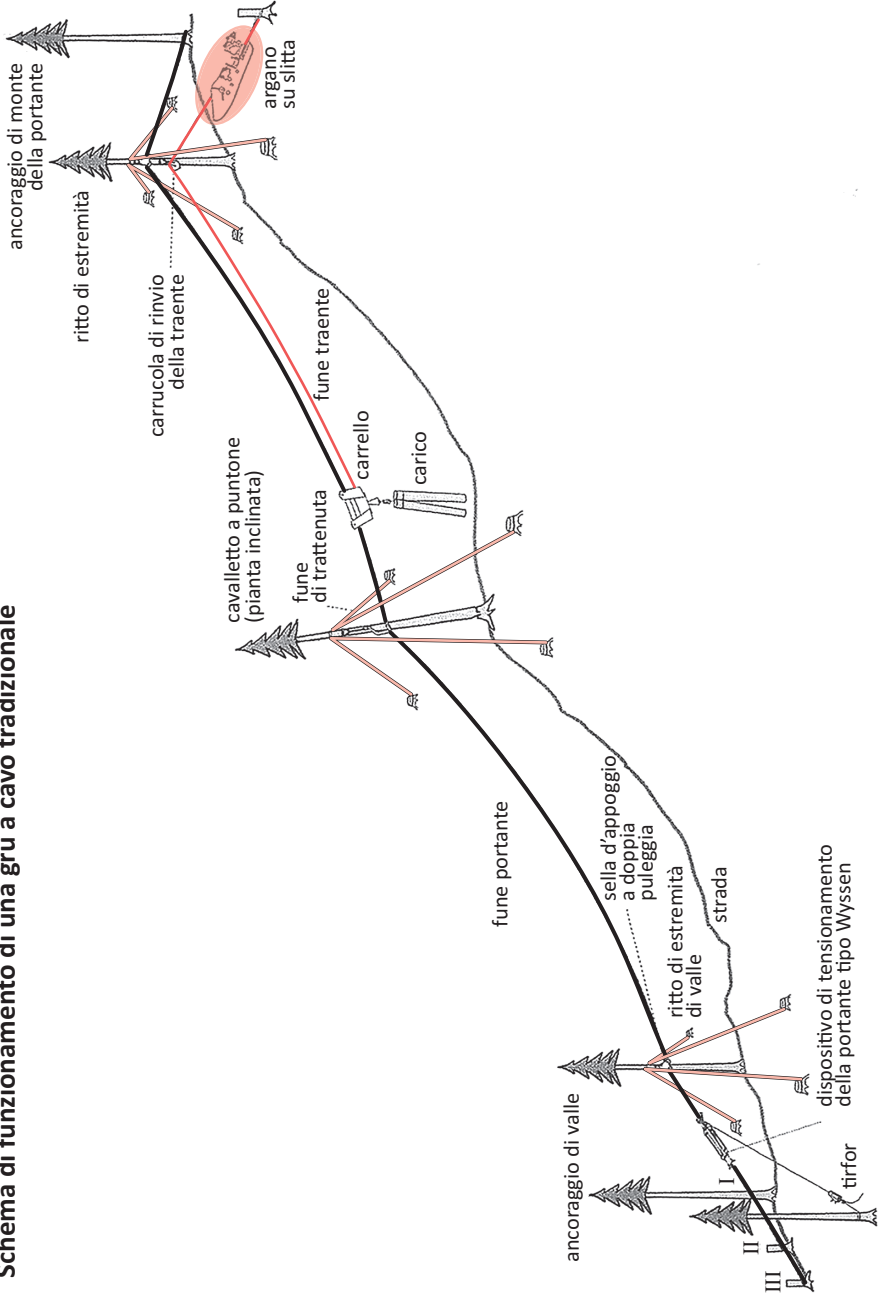


Fig. 1.7 | Elementi generali che costituiscono una linea di gru a cavo con stazione motrice tradizionale (argano) nell'esbosco verso valle.

# Concentramento ed esbosco per via aerea



Clicca QUI per  
**ACQUISTARE il libro ONLINE**

Clicca QUI per scoprire tutti i LIBRI  
del catalogo EDAGRICOLE

Clicca QUI per avere maggiori  
**INFORMAZIONI**