

8. Allegati

8.1. Guida alla distribuzione del carico

Formatted: Bullets and Numbering

8.1.1. Obiettivi e condizioni

Il diagramma di distribuzione del carico rappresenta la base di una corretta collocazione del carico a bordo del veicolo, senza sovraccarico o sottocarico dei singoli assi. Il diagramma di distribuzione del carico di un singolo veicolo dovrà essere redatto solo una volta, considerando il peso massimo totale e il carico minimo/massimo per asse. Il ricalcolo del diagramma di distribuzione del carico dovrà essere effettuato solo in presenza di modifiche delle caratteristiche del veicolo, quali ad esempio un cambiamento di carrozzeria. Ogni apparato montato sul veicolo (gru, elevatori a forca, ecc.) ed eventuali carichi verticali su rimorchi dovranno essere anch'essi considerati nel diagramma di distribuzione del carico.

Gli autocarri dotati di dispositivo di accoppiamento per rimorchio saranno trattati in base alle modalità operative abituali. I carichi con accoppiamento verticale potranno essere considerati come carichi veri e propri (nel caso in cui il rimorchio non venga applicato) o come parte del peso del veicolo (nel caso in cui l'autocarro venga normalmente utilizzato assieme a un rimorchio).

Si indicano in seguito i dati necessari per il calcolo del diagramma di distribuzione del carico:

- peso massimo complessivo;
- carico utile massimo;
- peso a vuoto;
- carico sull'asse anteriore con veicolo vuoto;
- carico sull'asse posteriore con veicolo vuoto;
- carico massimo consentito sull'asse anteriore;
- carico massimo consentito sull'asse posteriore;
- carico minimo sull'asse anteriore;
- carico minimo sull'asse posteriore (% del peso totale);
- passo;
- distanza tra l'asse anteriore e l'estremità della sponda anteriore;
- lunghezza della piattaforma di carico.

La maggior parte di questi dati possono essere rilevati dalle targhe applicate sul veicolo, dalla carta di circolazione e dal certificato di collaudo, oppure misurati direttamente sul veicolo. Tuttavia, alcune informazioni potrebbero essere disponibili solo presso il fabbricante del veicolo (ad esempio il carico minimo sull'asse anteriore).

8.1.2. Utilizzo del diagramma di distribuzione del carico

Formatted: Bullets and Numbering

Prima di caricare il veicolo e realizzare un diagramma di distribuzione del carico, è necessario stabilire il peso/le dimensioni e la collocazione orizzontale del centro di gravità di ogni singolo elemento del carico da trasportare.

A questo punto si potrà procedere alla redazione di un diagramma di carico virtuale.

La collocazione orizzontale dell'intero carico potrà essere stabilita, ad esempio, calcolando il bilanciamento del momento di torsione rispetto all'estremità anteriore del pianale di carico (o ad un qualsiasi altro punto di riferimento conveniente).

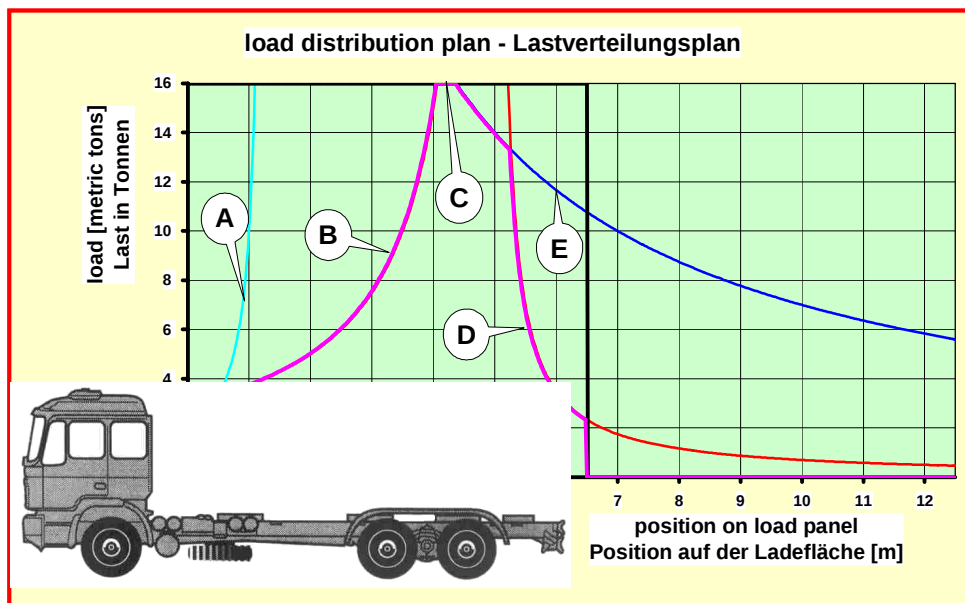
Come descritto nel prosieguo, il diagramma di distribuzione del carico determinerà la capacità del veicolo di trasportare il peso complessivo del carico nel centro di gravità individuato.

Sviluppo di un diagramma di distribuzione del carico.

Per determinare la massa di carico massima trasportabile sul veicolo, tenendo in considerazione la posizione del centro di gravità dell'intero carico, dovranno essere valutati gli elementi seguenti.

- Il carico sull'asse posteriore dovrà superare un determinato valore minimo, se richiesto dalle caratteristiche del veicolo.
- Per ogni punto del pianale di carico potrà essere calcolato il carico massimo stabilendo un bilanciamento del momento di torsione rispetto all'asse anteriore che consideri la massa di carico, il peso a vuoto, il carico minimo sugli assi posteriori e la distanza tra l'asse anteriore, l'estremità del carico e il passo.
- Alcuni Stati membri prevedono che il carico sull'asse motore rappresenti almeno il 15%-25% del peso complessivo del veicolo o dell'autotreno. E' auspicabile che il carico sull'asse motore costituisca almeno il 25% del peso totale effettivo del veicolo a pieno carico (curva "A").
- Non deve essere superato il carico massimo sull'asse anteriore. Il relativo calcolo può essere effettuato tramite bilanciamento del momento di torsione rispetto alla ruota posteriore (curva "B").
- Non deve essere superato il carico utile massimo, riscontrabile dai dati del veicolo (curva "C").
- Non deve essere superato il carico massimo sull'asse posteriore. Il relativo calcolo può essere effettuato tramite bilanciamento del momento di torsione rispetto alla ruota anteriore (curva "D").
- Il carico sull'asse anteriore dovrà essere pari a un valore minimo consigliato (20% del peso totale o altro valore indicato dal produttore). Il relativo calcolo può essere effettuato tramite bilanciamento del momento di torsione rispetto alla ruota anteriore (curva "E").

Il carico massimo consentito sarà pari al più basso dei risultati ottenuti.



Load distribution plan = Diagramma di distribuzione del carico

Load (metric tonnes) = Carico (tonnellate metriche)

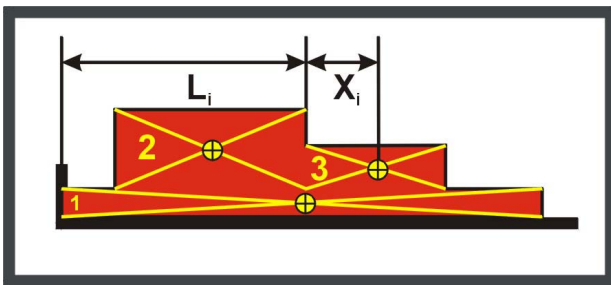
Position on load panel = Posizione sul pianale di carico

Si noti che l'autocarro presente nel grafico è rappresentato schematicamente, con dimensioni che non necessariamente corrispondono a quelle effettivamente utilizzate per i calcoli. Sebbene la lunghezza del pianale di carico dell'esempio sia pari a 6,5 m, il diagramma considera una lunghezza fino a 12,5 m per evidenziare l'ulteriore sviluppo delle curve.

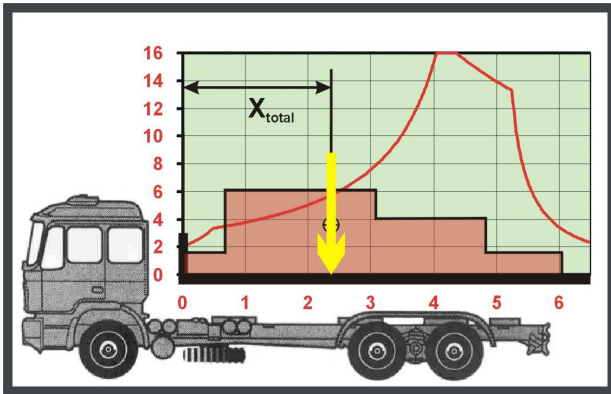
Istruzioni dettagliate per il calcolo sono disponibili nella versione tedesca delle Linee guida VDI "VDI2700 Parte 4" ("Come assicurare carichi su veicoli per trasporto stradale: distribuzione del peso del carico").

Esempio:

Un carico pesante con massa totale di 10 t deve essere caricato su un autocarro con capacità totale di 16 t. Il centro di gravità del carico non è noto e deve essere individuato. La massa e la posizione delle tre parti di carico sono invece note, come anche il centro di gravità di tutte e tre le parti.

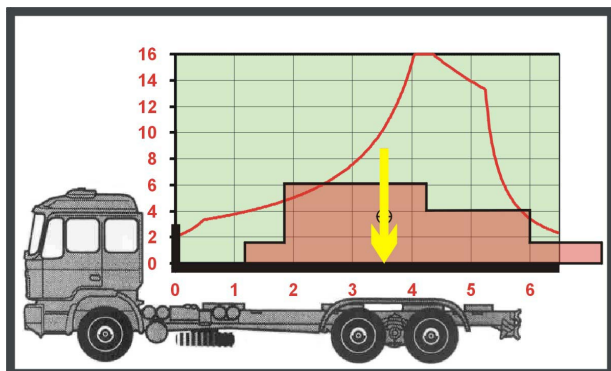


La distanza tra la sponda anteriore e il centro di gravità dei carichi è indicata con X_{totale} e la freccia gialla rappresenta la massa totale del carico nel suo centro di gravità. Se il carico viene collocato sul veicolo come indicato, il grafico di distribuzione del carico mostra che il veicolo è sovraccarico: nonostante la massa del carico (10 t) risulti inferiore alla capacità totale del veicolo (16 t), il carico massimo sull'asse anteriore è stato superato, visto che la freccia gialla attraversa la parte B del grafico.

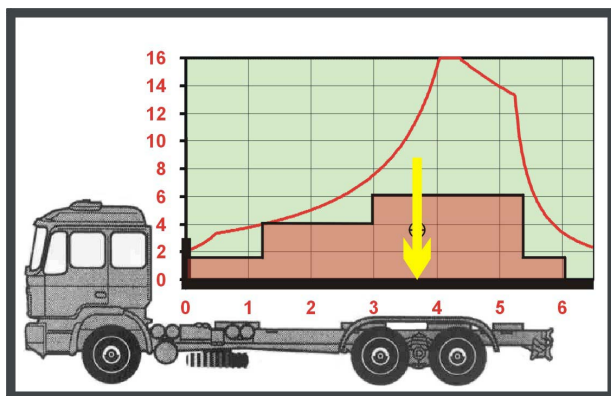


Si potrebbe spostare il carico nella parte posteriore del veicolo, ma a quel punto insorgerebbero altri due problemi:

- il carico sporgerebbe dalla parte posteriore del veicolo;
- il carico non potrebbe essere fissato correttamente a causa dello spazio vuoto tra la sponda anteriore e il carico stesso.



Ruotando il carico di 180° , i problemi scompaiono e la distribuzione del carico risulta finalmente corretta.



8.2. Tabelle relative all'attrito

Maggiore è il coefficiente di attrito, maggiore è il contributo dato dalle forze d'attrito all'ancoraggio del carico. Le linee guida IMO considerano l'attrito statico per il calcolo dell'ancoraggio a terra mentre lo standard EN12195-1 considera esclusivamente l'attrito dinamico. L'attrito dinamico è ritenuto pari al 70% dell'attrito statico. Nelle tabelle sottostanti sono riportati l'attrito statico e l'attrito dinamico esistenti tra alcuni materiali.

Il sistema migliore per determinare l'attrito effettivo tra veicolo e carico è procedere alla sua misurazione. Nel caso in cui tale misurazione non sia possibile, possono essere utilizzati i valori contenuti nelle tabelle in calce. Tali valori sono applicabili esclusivamente se la piattaforma di carico è in buone condizioni, pulita e asciutta.

8.2.1. Tabella attrito statico

COMBINAZIONE DI MATERIALI NELL'AREA DI CONTATTO	COEFFICIENTE DI ATTRITO μ -statico
SEGATI DI LEGNO/ PALLET DI LEGNO	
Segati di legno contro compensato/plyfa/legno	0,5
Segati di legno contro alluminio rigato	0,4
Segati di legno contro fogli di metallo	0,4
Segati di legno contro film termoretraibile	0,3
FILM TERMORETRAIBILE	
Film termoretraibile contro plyfa	0,3
Film termoretraibile contro alluminio rigato	0,3
Film termoretraibile contro fogli di metallo	0,3
Film termoretraibile contro film termoretraibile	0,3
CARTONE (NON TRATTATO)	
Cartone contro cartone	0,5
Cartone contro pallet di legno	0,5
BALLE	
Balle contro pallet di legno	0,4
METALLO E FOGLI DI METALLO	
Metallo piatto contro segati di legno	0,5
Fogli di metallo ruvido non verniciato contro segati di legno	0,5
Fogli di metallo ruvido verniciato contro segati di legno	0,5
Fogli di metallo ruvido non verniciato contro fogli di metallo ruvido non verniciato	0,4
Fogli di metallo ruvido verniciato contro fogli di metallo ruvido verniciato	0,3
Fusto di metallo verniciato contro fusto di metallo verniciato	0,2

8.2.2. Tabella attrito dinamico

Fattori di attrito dinamico di alcune merci comuni μ_d

Formatted: Bullets and Numbering

Combinazione di materiali nella superficie di contatto	Coefficiente di attrito μ_d
Segati di legno	
Segati di legno contro ??????	0,35
Segati di legno contro alluminio rigato	0,3
Segati di legno contro fogli di metallo	0,3
Segati di legno contro lamine ondulate	0,2
Lamine ondulate	
Lamine ondulate contro pannelli in laminato/compensato	0,3
Lamine ondulate contro alluminio rigato	0,3
Lamine ondulate contro fogli di metallo	0,3
Lamine ondulate contro lamine ondulate	0,3
Scatole di cartone	
Scatole di cartone contro scatole di cartone	0,35
Scatole di cartone contro pallet in legno	0,35
Balle di grandi dimensioni	
Balle di grandi dimensioni contro pallet in legno	0,3
Metallo e fogli di metallo	
Fogli di metallo ingrassati contro fogli di metallo ingrassati	0,1
Metallo piatto contro segati di legno	0,35
Fogli di metallo ruvido non verniciato contro segati di legno	0,35
Fogli di metallo ruvido verniciato contro segati di legno	0,35
Fogli di metallo ruvido non verniciato contro fogli di metallo ruvido non verniciato	0,3
Fogli di metallo ruvido verniciato contro fogli di metallo ruvido verniciato	0,2
Fusto di metallo verniciato contro fusto di metallo verniciato	0,15
Calcestruzzo	
Muro contro muro senza strato intermedio (calcestruzzo/calcestruzzo)	0,5
Parti finite con strato intermedio di legno su legno (calcestruzzo/legno/legno)	0,4

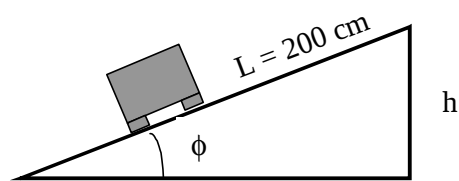
Formatted: Highlight

Combinazione di materiali nella superficie di contatto	Coefficiente di attrito μ_0
Tetto su tetto senza strato intermedio (calcestruzzo/travatura a traliccio)	0,6
Struttura in metallo con strato intermedio di legno (metallo/legno)	0,4
Tetto su struttura in metallo con strato intermedio di legno (calcestruzzo/legno/metallo)	0,45
Pallet	
Compensato con resina epossidica, liscio – Europallet (legno)	0,2
Compensato con resina epossidica, liscio –pallet box (metallo)	0,25
Compensato con resina epossidica, liscio –pallet di plastica (PP)	0,2
Compensato con resina epossidica, liscio – pallet in legno pressato	0,15
Compensato con resina epossidica, forato – Europallet (legno)	0,25
Compensato con resina epossidica, forato –pallet box (metallo)	0,25
Compensato con resina epossidica, forato –pallet di plastica (PP)	0,25
Compensato con resina epossidica, forato –pallet in legno pressato	0,2
Travi di alluminio nella piattaforma di carico (barre perforate) – Europallet (legno)	0,25
Travi di alluminio nella piattaforma di carico (barre perforate) – pallet box (metallo)	0,35
Travi di alluminio nella piattaforma di carico (barre perforate) – pallet di plastica (PP)	0,25
Travi di alluminio nella piattaforma di carico (barre perforate) – pallet in legno pressato	0,2

Se l'attrito non è noto, un metodo semplice per determinarne il valore è quello di aumentare successivamente l'inclinazione della piattaforma di carico fino a che l'oggetto non inizi a scivolare.

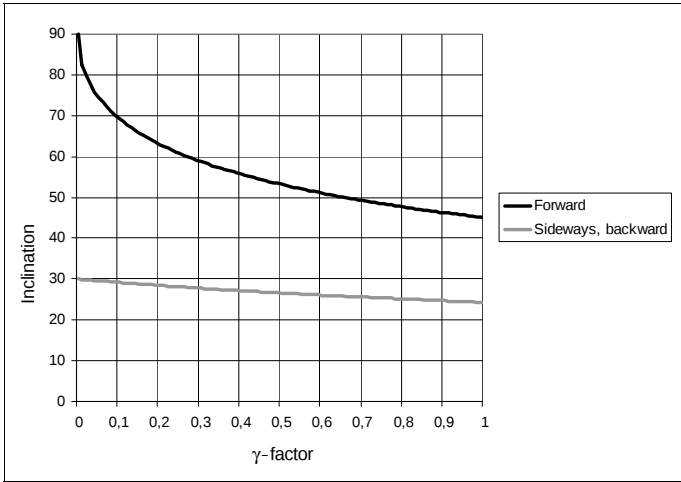
Espresso in parole semplici, il coefficiente di attrito indica con quanta facilità un'unità di carico scivolerà se viene inclinata la piattaforma di carico. L'attrito è proporzionale al peso delle merci. Le cifre riportate in calce illustrano alcuni dei rapporti più comuni tra

coefficiente di attrito e angolo di inclinazione. Un metodo semplice per stabilire l'attrito consiste nell'inclinare la piattaforma con il carico e misurare l'angolo a cui il carico inizia a scivolare. Tale rilevazione rappresenterà l'attrito statico a riposo.



Quando il coefficiente di attrito μ è pari a	il carico inizia a scivolare ad un angolo di ϕ°	equivalente ad un'altezza h di (cm) (se L = 200 cm)
0,2	11,3°	39
0,3	16,7°	57
0,4	21,8°	74
0,5	26,6°	89

Se l'attrito è noto, si può verificare in maniera simile se il sistema di ancoraggio del carico è adeguato. La piattaforma di carico deve essere inclinata con una certa angolazione, come illustrato nel diagramma sottostante. Se il carico rimane in posizione vuol dire che il sistema di ancoraggio è in grado di sopportare la relativa accelerazione.



Inclination = inclinazione
y-factor= fattore y
Forward = in avanti
Sideways, backward = di lato, indietro

fattore γ = base diviso altezza(B/H)

Il fattore γ rappresenta il valore più basso tra quelli relativi a coefficiente di attrito (μ) e rapporto tra

larghezza (B) e altezza (H) per numero di file (n), $\frac{B}{n \times H}$, con accelerazione laterale. Con accelerazioni in avanti o indietro, rappresenta il valore più basso tra quelli relativi a rapporto tra lunghezza (L) e altezza $\frac{L}{H}$, e coefficiente di attrito (μ).

Per sistemi di ancoraggio che non permettano lo scivolamento del carico, si utilizza il coefficiente di attrito statico al posto di quello dinamico. Se l'attrito dinamico non è noto dovrà essere considerato pari al 70% dell'attrito statico.



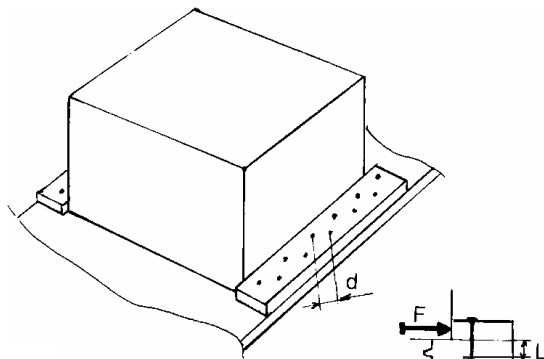
Sistemi di ancoraggio di uno scambiatore di calore sottoposti a test di resistenza all'accelerazione in avanti e di lato

8.3. Forza di chiusura massima per chiodo e carico massimo consentito per le rosette dentellate

Formatted: Bullets and Numbering

8.3.1. Forza di chiusura massima per chiodo

Nella tabella che segue è indicata la forza di chiusura massima di un chiodo dal diametro di 5 mm (equivalente ad un chiodo con testa quadrata con profilo di 0,85 per il diametro di un chiodo a testa tonda). La distanza minima tra i chiodi è di 50 mm. La profondità di inserimento nel pianale della piattaforma è di almeno 40 mm.



Blocking force table			
Round nail diameter (equivalent to square nail with edge design of 0.85 x round nail diameter)	ϕ mm	4	5
Minimum distance between nails	d, mm	50	50
Insertion length in platform bed	L, mm	32	40
Blocking force per nail	F, tonne	0.06	0.09

Tabella relativa alla forza di chiusura			
Diametro di un chiodo a testa tonda (equivalente ad un chiodo a testa quadrata con profilo di 0,85 per il diametro di un chiodo a testa tonda)	ϕ mm	4	5
Distanza minima tra i chiodi	d, mm	50	50
Profondità di inserimento nel pianale della piattaforma	L, mm	32	40
Forza di chiusura del chiodo	F, tonnellate	0,06	0,09

8.3.2. Carico massimo consentito per le rosette dentellate

Formatted: Bullets and Numbering

Rosette dentellate legno (mm)	per	$\phi 48$	$\phi 62$	$\phi 75$	$\phi 95$	30x57	48x65	130x130
-------------------------------	-----	-----------	-----------	-----------	-----------	-------	-------	---------

Carico consentito in daN/rosetta	500	700	900	1.200	250	350	750
-------------------------------------	-----	-----	-----	-------	-----	-----	-----

8.4. Capacità di ancoraggio delle catene

Formatted: Bullets and Numbering

Le catene dovranno essere conformi quanto meno allo standard EN818-2:1996 oppure, nel caso di argani a leva multiuso, allo standard EN818-7, classe T.

Solo le catene di ancoraggio di 6, 9 e 11 mm per il trasporto di legname (legname lungo o legname rotondo) potranno avere un passo massimo superiore a $6x d_n$.

Gli elementi di raccordo devono conformarsi allo standard EN1677-1 - Componenti per brache, grado 8.

Gli elementi di raccordo e di riduzione devono essere provvisti di apposito dispositivo di protezione contro distacco accidentale.

Per i dispositivi di tensionamento manuali, il rinculo dall'estremità del dispositivo non dovrà superare i 150 mm; il che implica l'esclusione dei tensionatori a leva.

Non dovrebbe verificarsi lo sganciamento non intenzionale dei tensionatori sottoposti a tensione.

I tenditori e i tiranti di carico devono essere provvisti di apposito dispositivo di protezione contro eventuali sganciamenti. I tensionatori con estremità uncinata dovranno essere provvisti di dispositivi di sicurezza contro allentamento accidentale.

Capacità di ancoraggio delle catene, EN12195-3:

Catena di ancoraggio complessiva con dimensione nominale in mm o numero di codice di componenti	Capacità di ancoraggio (LC) daN
6	2.200
7	3.000
8	4.000
9	5.000
10	6.300
11	7.500
13	10.000
16	16.000
18	20.000
20	25.000
22	30.000

8.5. Capacità di ancoraggio (LC) delle funi in acciaio

Formatted: Bullets and Numbering

La forza di rottura minima delle nuove funi di acciaio grezzo o di acciaio piatto dovrà essere di almeno 3 xLC di modo che, nonostante l'usura, l'ancoraggio impiegato sia in grado di resistere alle sollecitazioni d'uso. Le parti metalliche di cinghie e catene di ancoraggio dovranno avere una capacità di ancoraggio doppia.

Le funi a trefoli dovranno essere ad avvolgimento crociato a 6 trefoli, con un'anima fibrosa o in acciaio provvista di un minimo di 114 fili, o ad avvolgimento crociato a 8 trefoli con un'anima in acciaio provvista di un minimo di 152 fili, come indicato nello standard EN12385-4. Potranno essere impiegate solo ed esclusivamente funi di acciaio a trefoli con grado di resistenza 1770 e diametro minimo pari a 8 mm.

Non dovranno sussistere spigoli vivi che possano venire a contatto con le funi di ancoraggio in acciaio (piatto o grezzo) o con le mani dell'operatore.

Il rinculo dell'estremità del braccio del dispositivo di tensionamento sottoposto a tensione (nel caso di argani la manovella) non deve superare i 150 mm quando il dispositivo è aperto.

Gli argani, i tenditori e i tiranti di carico corti dovranno essere approntati in maniera da evitare la formazione di punti di taglio o di compressione che possano ferire le mani dell'operatore durante l'uso.

Con l'applicazione di una forza massima di 50 daN alla manovella dell'argano o del dispositivo di tensionamento si dovrà generare una tensione residuale di almeno 0,25 LC nelle funi di ancoraggio in acciaio (grezzo o piatto).

L'argano o il tensionatore dovranno essere sganciabili con una forza inferiore a 50 daN.

La capacità di ancoraggio degli elementi di raccordo dovrà essere equivalente quanto meno a quella della fune di ancoraggio in acciaio.

La sicurezza degli occhielli delle ferrule dovrà essere conforme a quanto stabilito dal prEN13411-3.

L'impalmatura delle asole sarà conforme allo standard EN13411-2. La lunghezza minima della fune tra le estremità delle impalmature dovrà essere pari ad almeno 15 volte il diametro nominale della fune.

La lunghezza di un'asola dovrà essere pari a 15 volte circa il diametro della fune mentre la larghezza dovrà essere pari a metà circa della sua lunghezza.

I capicorda dovranno essere conformi allo standard EN13411-1.

Dimensioni della fune mm	Capacità di ancoraggio LC daN
8	1.120
10	1.750
12	2.500
14	3.500
16	4.500
18	5.650
20	7.000
22	8.500
24	10.000
26	12.000
28	14.000
32	18.000
36	23.000
40	28.000