

Davide Aufiero

FISSAGGIO DELLE MERCI PERICOLOSE



Dello stesso autore:

PATENTINO SCORTA TECNICA AI TRASPORTI ECCEZIONALI
Teoria ed esercizi

PATENTINO GAS TOSSICI
Teoria ed esercizi

NORME SUL TRASPORTO STRADALE DI MERCI E DI PERSONE
Per aziende, forze dell'ordine e consulenti

PATENTINO ADR
seconda edizione
BASE - CISTERNA - RADIOATTIVI - ESPLOSIVI
TEORIA+QUIZ
Manuale ADR per autisti,
aziende e forze dell'ordine

PATENTINO ADR
BASE - CISTERNA - RADIOATTIVI - ESPLOSIVI
TEORIA+QUIZ
con nozioni per altri operatori coinvolti
nella gestione delle merci pericolose

MANUALE DEL CONDUCENTE PROFESSIONISTA
Per corsi Rinnovo CQC, corsi sul tachigrafo
ed altri corsi relativi al trasporto ed alla sicurezza stradale

Tutti i diritti sono riservati
Vietata ogni riproduzione o adattamento, parziale o totale, su qualunque supporto
Vietate le traduzioni non autorizzate in qualsiasi lingua

© 2026 - ADR CORSI S.A.S. di Aufiero Davide Claudio Francesco & C.



ADRCORSI S.A.S.
di Aufiero Davide Claudio Francesco & C.
email: adrcorsi@pec.it - adrcorsi-sas@adrcorsi.com - davide_aufiero@yahoo.it
tel.: 393 403 46 09 - 02 23054012

Indice

1. Fonti normative	4
2. Basi di fisica	5
2.1 Forze	5
2.2 Forza peso	7
2.3 Forza centrifuga	8
2.4 Forza di massa (forza d'inerzia)	9
2.5 Forza normale/Reazione vincolare	10
2.6 Forza di pendenza	10
2.7 Forza di attrito	11
2.8 Forza di fissaggio	13
2.9 Forza di pre-tensionamento	13
2.10 Stabilità (resistenza al ribaltamento)	14
3. Requisiti del veicolo	15
3.1 Carrozzerie dei veicoli	15
3.2 Capacità di carico delle pareti	15
3.2.1 Allestimento standard per i veicoli con parete piena di tipo L	15
3.2.2 Allestimenti standard per veicoli telonati tipo L -EN 12642	16
3.2.3 Allestimento veicoli tipo XL	16
3.2.4 Allestimento casse mobili EN 283	16
4. Punti di ancoraggio	17
5. Listelli ferma-carico e montanti	20
6. Distribuzione del carico	21
7. Tipi di fissaggio del carico	22
7.1 Ancoraggio verso il basso	22
8. Cinghie	23
8.1 Calcolo numero cinghie	25
8.2 Tabella numero cinghie	25
8.2.3 Utilizzo delle cinghie	27
8.2.3.1 Lanciare la cinghia	27
8.2.3.2 Agganciare l'estremità della cinghia al foro	27
8.2.3.3 Mettere angolare	28
8.2.3.4 agganciare il lato con cricchetto nell'apposito foro	28
8.2.3.5 Stringere con il cricchetto	28
8.3 Metodo di ancoraggio diagonale	29
9. Catene	29
10. Twistlock	30
11. Supporti per lo stivaggio di spedizioni a collettame	31
11.1 Gabbia di metallo	30
11.2 Pallet con gabbia	30
11.3 Porta bombole con ruote	31
11.4 Cesta porta bombole	31
11.5 IBC di plastica tagliato	31
11.6 Pallet e regge	32
11.7 Scatole forate per piccole bombole	32
11.8 Barra ferma-carico allungabile	32

1. Fonti normative

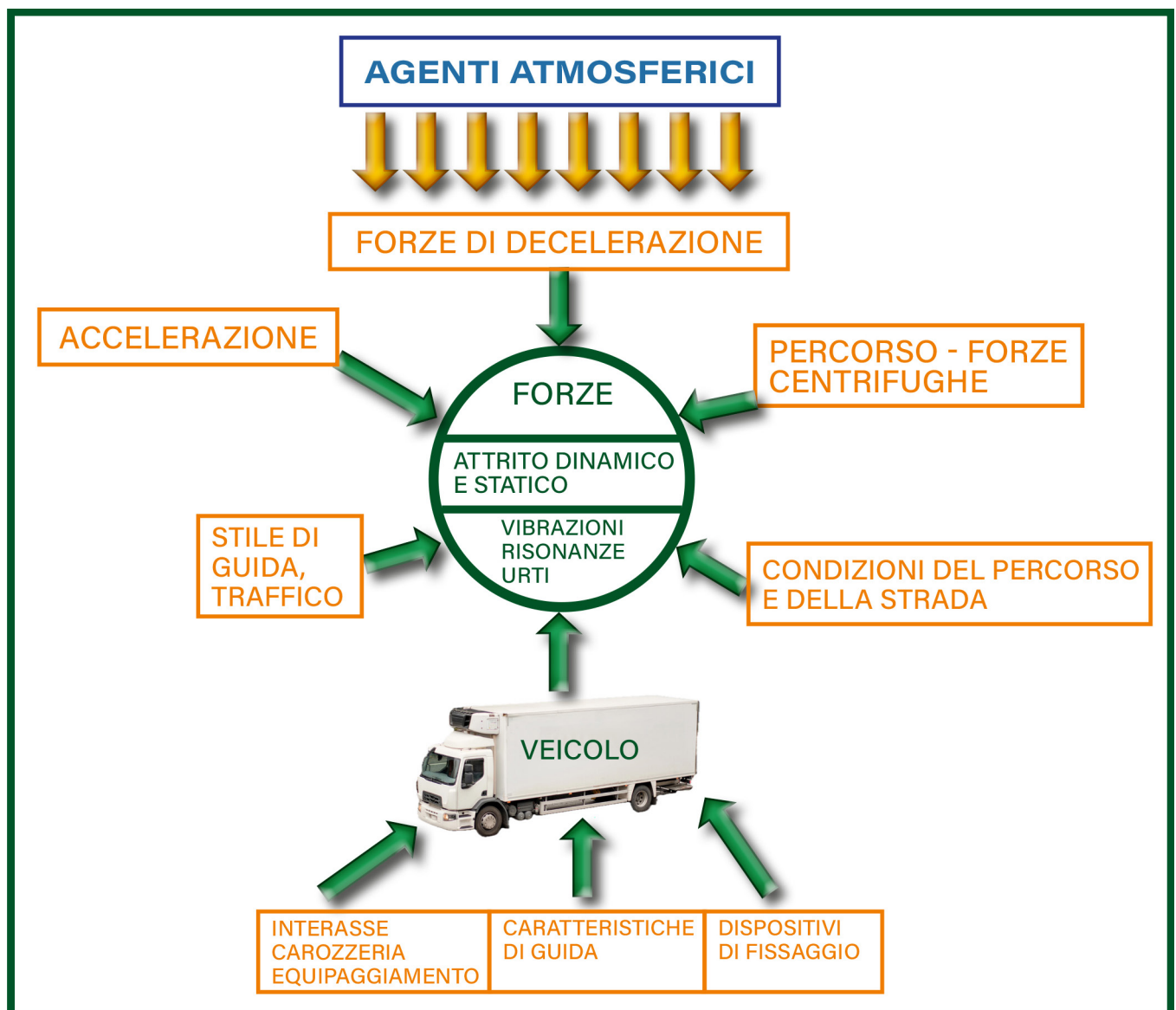
Si riportano le principali fonti normative in merito alla fissazione del carico:

NORMA	OGGETTO
EN 12195-1	Calcolo delle forze di ancoraggio
EN 12640	Punti di ancoraggio
EN 12642	Resistenza della struttura del veicolo
EN 12195-2	Cinghie di tessuto di fibra chimica
EN 12195-3	Catene di ancoraggio
ISO 1161, ISO 1496	CONTENITORE ISO
EN 283	Casse mobili-La norma EN 283 fornisce le prescrizioni di prova per le casse mobili, mezzo di contenimento ideato per il trasporto stradale e ferroviario. A differenza del container, progettato specificatamente per essere impilato, in generale le casse mobili non sono impilabili e sono munite di puntelli che consentono l'installazione e la rimozione dal veicolo.
EN 12641	Teloni impermeabili
EUMOS 40511	Pali- montanti
EUMOS 40509	Imballaggi per il trasporto

2. Basi di fisica

2.1 Forze

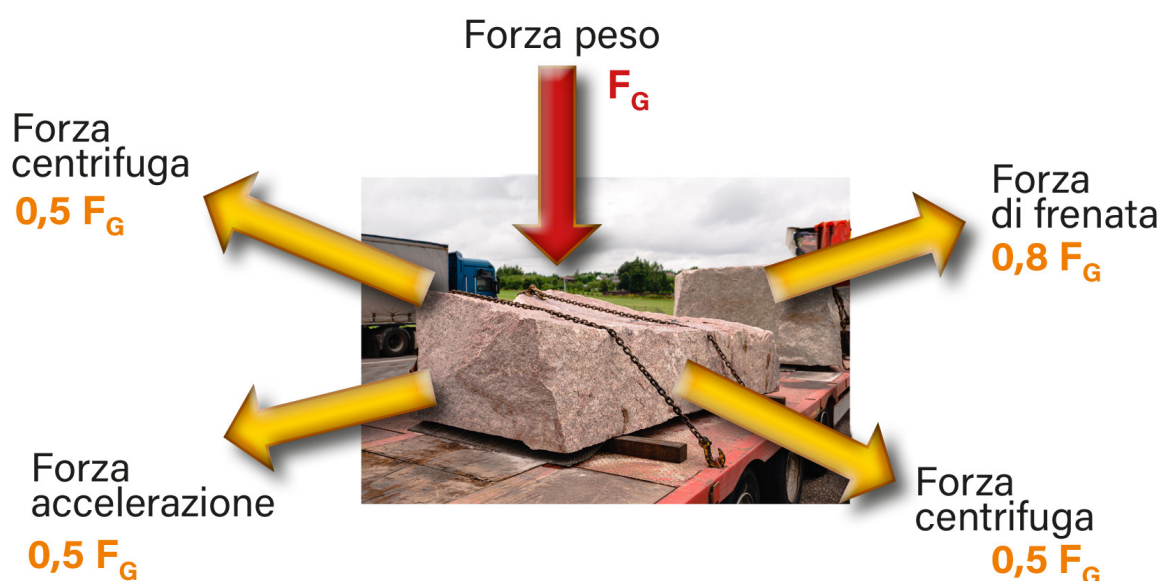
Durante la guida, le diverse condizioni operative generano forze d'inerzia dovute ad accelerazioni, frenate o curve, quali forze di accelerazione, decelerazione, centrifuga e verticale. Queste agiscono sul baricentro del carico e, in caso di fissaggio insufficiente sulla superficie di carico, possono farlo scivolare, ribaltare, rotolare, spostarsi a causa delle forze verticali o cadere dal veicolo. Un carico mal distribuito può persino causare il ribaltamento del mezzo. Di conseguenza, ad esempio, gli imballaggi di merci pericolose possono subire danni tali da causare la fuoriuscita del contenuto. Per il fissaggio del carico si deve partire dal presupposto che debbano essere assorbite le seguenti forze:



Per il corretto calcolo relativamente al fissaggio è necessario calcolare le forze in gioco. Per meglio comprendere il seguito vengono espone alcune informazioni di fisica, si tenga subito conto che massa e peso sono concetti distinti tra loro anche se interconnessi. Si riporta di seguito una tabella con le principali grandezze fisiche utilizzate per le argomentazioni sul fissaggio delle merci.

Descrizione	Simbolo della formula	Unità di misura
Accelerazione/decelerazione	a	m ² /s
Fattore/coefficiente di accelerazione	c	
Accelerazione di gravità	g	m ² /s
Forza centrifuga /forza trasversale del carico)	F_y	daN
Velocità	V	m/s
Forza peso	F_G	daN
Coefficiente di attrito radente	μ	-
Forza di pendenza	F_H	daN
Forza	F	N (newton)
Raggio di curvatura	r	m (metri)
Massa	m	Kg
Forza d'inerzia (forza longitudinale del carico, forza d'inerzia)	F_x	daN
Forza normale	F_N	daN
Forza di attrito	F_a	daN
Distanza	s	m (metri)
Tempo	t	s (secondi)

Si riportano le forze d'inerzia massime per il carico da considerare per il fissaggio del carico durante la marcia



2.2 Forza peso

La forza peso è la forza con cui un corpo viene attratto dalla Terra, l'unità di misura è indicata in N (Newton) o daN (decanewton) cioè dieci volte il newton e si calcola come segue:

massa in kg x accelerazione di gravità in $\text{m/s}^2 = F_G = m \cdot g$



L' accelerazione di gravità "g" è di circa $9,81 \text{ m/s}^2$.

Se si sceglie come unità di misura il daN per la forza peso F_G ($1 \text{ daN} = 10 \text{ N}$), il calcolo risulta numericamente più semplice. Un carico con una massa di $10\,000 \text{ kg}$ corrisponde quindi a una forza peso di circa $10\,000 \text{ daN}$.

In direzione longitudinale anteriore (durante le frenate) agisce $0,8$ volte la forza peso del carico, ad esempio con un carico di 10 t agiscono ben 8 t , per taluni veicoli moderni raggiungono persino $1 F_G$ cioè lo stesso valore della forza peso.

In direzione trasversale (durante la marcia in curva) e in direzione longitudinale verso il retro (in fase di partenza) agisce comunque una forza pari a $0,5$ volte (ossia 5 t) il peso del carico; nel caso di un carico di 10 t significa 5 t .

In direzione verticale, verso l'alto e verso il basso, si verificano accelerazioni del carico a causa di vibrazioni e urti (ad es. dovuti a forti irregolarità del manto stradale). A causa delle forze dirette verticalmente verso l'alto causa una riduzione dell'attrito, favorendo così lo spostamento del carico. Tuttavia, nelle norme e nelle linee guida, questo valore non viene attualmente preso in considerazione.

Riepilogo:

Con un peso del carico di 10000 kg agiscono le seguenti forze:

In frenata $0,8 \times 10\,000 \text{ daN} = 8000 \text{ daN}$

In partenza $0,5 \times 10\,000 \text{ daN} = 5000 \text{ daN}$

In curva $0,5 \times 10\,000 \text{ daN} = 5000 \text{ daN}$

2.3 Forza centrifuga

$$F_y = m \cdot v^2 / r$$

m = massa

v = velocità

r = raggio di curvatura

La forza centrifuga di un corpo, chiamata anche forza trasversale, è la forza con cui esso viene spinto lontano dal centro durante un movimento su una traiettoria circolare.

La forza centrifuga dipende:

- dalla grandezza della massa: maggiore è la massa, maggiore è la forza centrifuga
- dalla velocità: all'aumentare della velocità, la forza centrifuga cresce al quadrato
- dal raggio di curvatura: minore è il raggio di curvatura, maggiore è la forza centrifuga a velocità costante.



2.4 Forza di massa (forza d'inerzia)

$$F_x = m \cdot a$$

m= massa

a= accelerazione

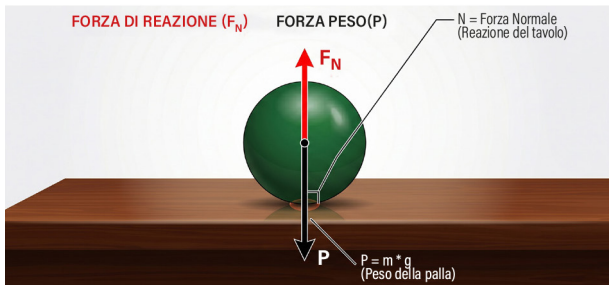
A causa dell'inerzia, il carico tende a opporsi ai cambiamenti del suo stato di movimento. Questa forza di massa viene definita anche come forza d'inerzia o, in caso di guida in curva, come forza centrifuga.

Cosa succede al carico durante la partenza? A causa dell'inerzia (legge di inerzia), il carico tende a non seguire il processo di accelerazione. L'inerzia che scaturisce dal carico è dunque una forza contraria alla direzione di marcia.

Come si comporta il carico durante la frenata? Se il veicolo e il suo carico hanno raggiunto una determinata velocità di marcia, entrambi tenderanno a mantenerla a causa della loro inerzia. Quando il veicolo frena (accelerazione negativa), il carico tende a mantenere la velocità (accelerazione positiva) e la direzione originarie. Il fatto che il carico non si metta immediatamente in movimento dipende dalla forza di attrito. Questa forza di resistenza F_F trattiene il carico sul piano di carico fino a un certo punto.



2.5 Forza normale/Reazione vincolare



$$F_N = m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

m = massa

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (accelerazione di gravità)

$\cos \alpha$ = coseno dell'angolo di inclinazione del piano inclinato (se presente), senza angolo inclinato ($\cos 0 = 1$) la formula diventa $F_N = m \cdot g$

Per il terzo principio della dinamica un camion non sprofonda nella strada perché vi è una forza uguale e contraria creata dalla strada stessa, questa forza normale o forza di reazione è la forza che consente di non sprofondare nella strada.

2.6 Forza di pendenza

La forza di pendenza aumenta con l'aumentare dell'angolo di inclinazione α .

$$F_H = m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

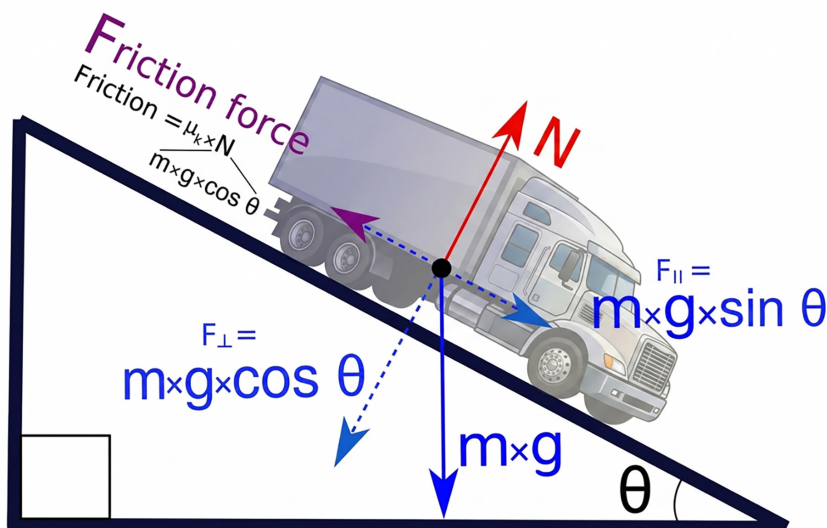
m = massa

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (accelerazione di gravità)

$\sin \alpha$ = seno dell'angolo di inclinazione del piano inclinato (se presente)

In caso di frenata d'emergenza, la forza che agisce verso il basso lungo il pendio è maggiore di quella verso l'alto. Esempio: una forza peso di 10 000 daN, in caso di forza normale con una forza frenante di $0,8 F_G$, agirebbe in avanti con 8000 daN.

Se si considerasse ora la forza di discesa su una pendenza del 10%, si genererebbe una forza aggiuntiva, la forza di discesa, pari a 1700 daN. Ciò significa che il carico in pendenza deve essere considerato con una forza di discesa supplementare. Quindi, in questo esempio, con 9700 daN in direzione di marcia.



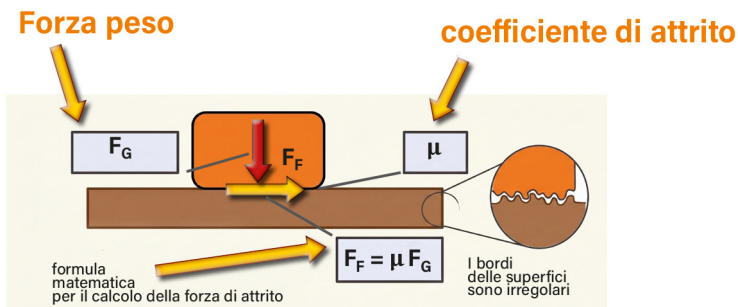
2.7 Forza di attrito

$$F_F = \mu \cdot F_G$$

F_F = forza di attrito

μ = coefficiente di attrito

F_G = forza peso



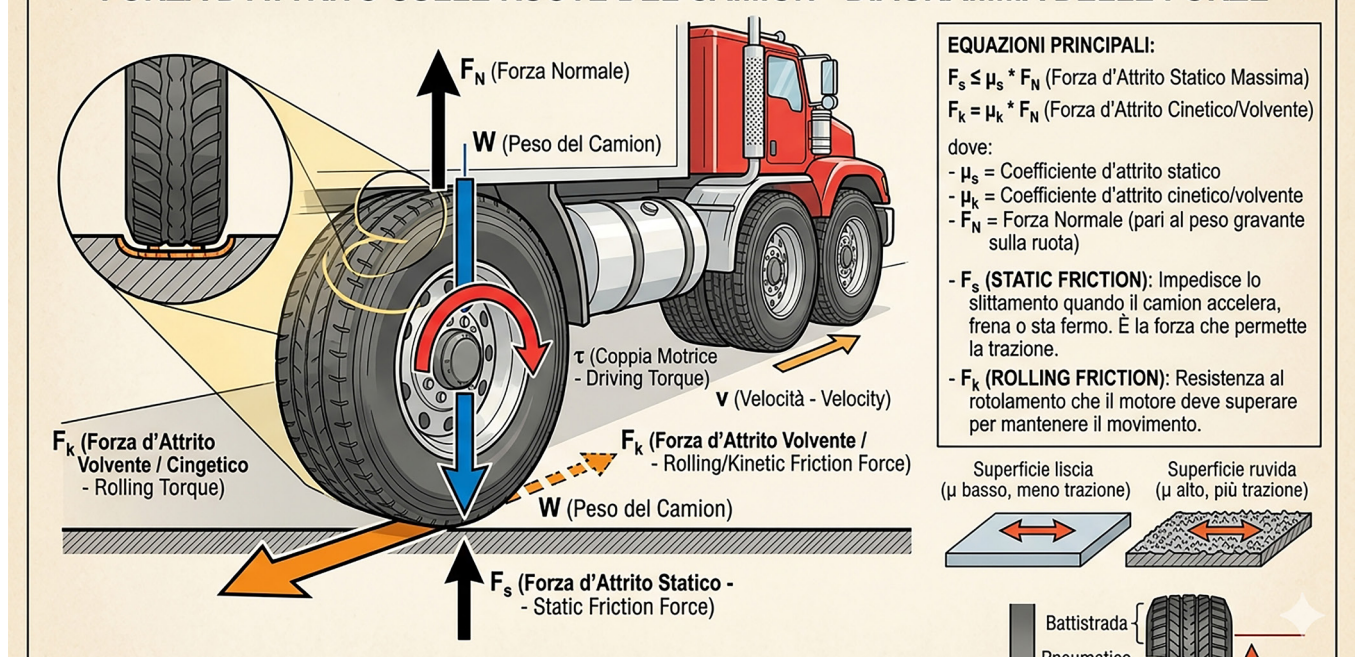
La forza d'attrito è una forza di resistenza che si oppone allo spostamento di un corpo su una superficie, ad esempio tra il carico e il piano di carico. Essa viene influenzata in modo determinante dal coefficiente di attrito radente μ .

Se i corpi sulla superficie hanno aree di appoggio di diverse dimensioni, la forza di trazione non cambia. Ciò significa che la forza d'attrito è indipendente dalla dimensione della superficie d'attrito.

Si distinguono tre tipi di forze di attrito:

- l'attrito statico (la forza di resistenza che un corpo a riposo oppone allo spostamento sulla sua superficie),
- l'attrito radente (la forza di resistenza che un corpo in movimento oppone all'ulteriore spostamento sulla sua superficie)
- l'attrito volvente (la forza di resistenza che un corpo in movimento oppone al rotolamento sulla sua superficie).

FORZA D'ATTRITO SULLE RUOTE DEL CAMION - DIAGRAMMA DELLE FORZE



In determinate circostanze vanno considerati anche l'“attrito misto” e l'“attrito in caso di superfici di contatto contaminate”. In caso di attrito misto, va assunto il coefficiente di attrito radente più basso della combinazione di materiali. L'attrito in caso di superfici di contatto contaminate è simile all'attrito volvente. In questo caso, il piano di carico deve essere sempre pulito prima del caricamento.

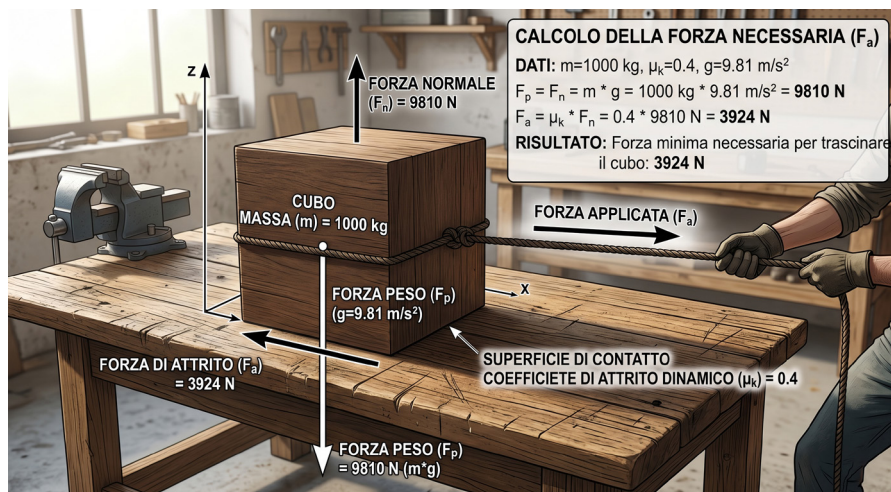
In che modo questo valore μ (attrito radente) viene considerato nel fissaggio del carico?

Esempio: un coefficiente di attrito radente μ di 0,4 significa che è necessaria una forza di 400 kg per spostare un carico di 1000 kg sul piano di carico.

Questo significa che devono essere fissati in aggiunta altri 600 Kg che non sono assicurati dall'attrito.

Nella determinazione del coefficiente di attrito radente, in caso di dubbio, si dovrebbe considerare un valore inferiore, se viene stabilito un valore μ inferiore, ad esempio $\mu = 0,2$ e il carico è di 1000 Kg, dovranno quindi essere fissati altri 800 Kg.

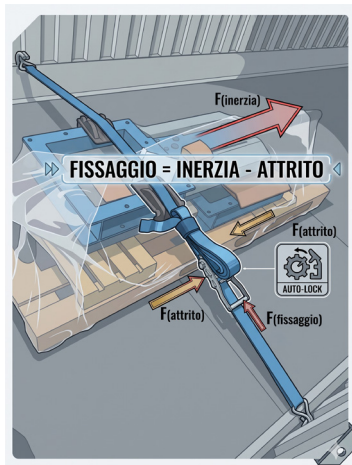
$$F_F = \mu \cdot F_G \quad \mu = F_F / F_G = 400 \text{ daN} / 1000 \text{ daN} = 0,4$$



Esempi di coefficiente di attrito

Materiali	asciutto	bagnato	Presenza grasso
Legno/legno	0,2-0,50	0,2- 0,25	0,05-15
Metallo/legno	0,2-0,5	0,2-0,25	0,02-0,1
Metallo/metallo	0,1-0,25	0,1-0,20	0,01-0,1
Calcestruzzo/legno	0,3-0,60	0,30-0,50	0,1-0,2

2.8 Forza di fissaggio



$$F_R = F_{x,y} - F_F$$

F_R = forza di messa in sicurezza (capacità di tenuta di un dispositivo di ancoraggio)

$F_{x,y}$ = forza di inerzia e forza centrifuga

F_F = forza di attrito

La forza di fissaggio F_R è la forza che deve essere assorbita dai mezzi di ancoraggio per impedire lo scivolamento o il ribaltamento del carico. Le forze da applicare, con cui deve essere fissato il carico, si calcolano sottraendo la forza di attrito dalla forza d'inerzia.

2.9 Forza di pre-tensionamento

$$F_T = \frac{(C_{x,y} - \mu)}{\mu \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{F_G}{k}$$

$C_{x,y}$ = coefficiente di accelerazione trasversale o longitudinale

μ = coefficiente di attrito

F_G = forza peso collo da ancorare

k = coefficiente di trasmissione (descrive la perdita di forza di pre-tensionamento dovuta all'attrito tra il dispositivo di ancoraggio e il carico $k=1,5$ se è presente un solo elemento di tensionamento, $k=2$ se presenti due elementi di tensionamento)

$\sin \alpha$ = seno dell'angolo tra la cinghia ed il pianale

La forza di pre-tensionamento viene ottenuta attraverso i dispositivi di ancoraggio. Grazie all'aumento della pressione di contatto, l'attrito aumenta e il carico viene così mantenuto sulla superficie di carico. La forza di pre-tensionamento necessaria dipende inoltre dall'angolo di ancoraggio α , che si trova tra il piano di carico e il dispositivo di ancoraggio.

Questo si può tuttavia applicare solo nell'ancoraggio verso il basso.

Angolo di ancoraggio	$\sin \alpha$
90°	1
80°	0,98
70°	0,94
60°	0,87
50°	0,77
40°	0,64
30°	0,50

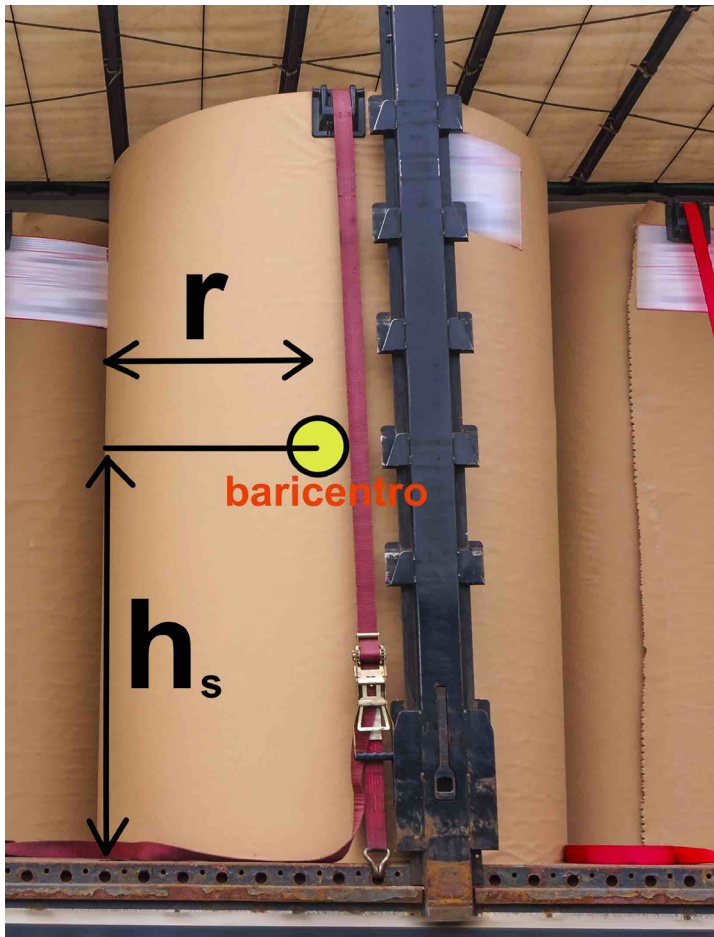
2.10 Stabilità (resistenza al ribaltamento)

Durante il fissaggio del carico, è fondamentale considerare la stabilità o la resistenza al ribaltamento laterale della merce. La stabilità di un carico dipende dall'altezza del baricentro e dalla relativa larghezza.

Il carico è stabile quando l'altezza del baricentro è inferiore alla metà della larghezza della sua base; per i carichi con base circolare, alla metà del diametro (= raggio).

Esempio

- Rotolo di cartone
- Altezza: 200 cm
- Larghezza: 148 cm
- Altezza del baricentro: 100 cm
- Raggio: 74 cm



L'altezza del baricentro è superiore al raggio, il rotolo di carta non è quindi stabile.

In caso di carico instabile deve essere aggiunto ai consueti carichi di trasporto un "fattore di rollio" trasversale rispetto alla direzione di marcia pari a 0,2 g. In senso longitudinale rispetto alla direzione di marcia deve essere effettuato un calcolo specifico.

3. Requisiti del veicolo

3.1 Carrozzerie dei veicoli

Le strutture del veicolo devono essere tali da poter accogliere in sicurezza il carico da trasportare.

La stabilità del veicolo viene spesso sopravvalutata. I veicoli cassonati con sponde laterali e telone, così come le pareti anteriori, ad esempio anche nei Curtainsider, non sono strutturalmente abbastanza stabili da garantire il fissaggio completo del carico.

Non esiste una norma di legge specifica sulla robustezza delle carrozzerie dei veicoli.

Di seguito un esempio di camion non adatto al trasporto effettuato.



Per il carico ammissibile delle casse mobili si possono consultare le norme EN 283 e 284. Per le carrozzerie dei veicoli industriali è valida la norma EN 12 642.

L'imprenditore e l'ufficio spedizioni dovrebbero selezionare veicoli adeguati per trasportare la merce in modo sicuro.

3.2 Capacità di carico delle pareti

In generale, nel rispetto delle norme EN 283, 284 e EN 12642, si può affermare che sia le casse mobili che le carrozzerie dei veicoli industriali hanno una resistenza strutturale certificata.

3.2.1 ALLESTIMENTO STANDARD PER I VEICOLI CON PARETE PIENA DI TIPO L

Le pareti in conformità alla norma EN 12642 L sono in grado di sopportare forza pari:

- al 40% del carico utile dei veicoli (0,4 P) per le pareti laterali in un rimorchio a pareti piene;
- al 30% del carico utile dei veicoli (0,3 P) per le pareti laterali in un rimorchio a pareti piene;
- al 25% del carico utile dei veicoli (0,25 P) per la parete posteriore.

Tuttavia, nel caso di veicoli con un carico utile superiore a 12,5 tonnellate:

- il requisito di resistenza è limitato a una forza di 5 000 daN per l'anteriore;
- il requisito di resistenza è limitato a 3100 daN per il posteriore.

Se la massa del carico è superiore al valore riportato in tabella, occorre predisporre sistemi di fissazione supplementari.

3.2.2 ALLESTIMENTI STANDARD PER VEICOLI TELONATI TIPO L -EN 12642

Le pareti in conformità alla norma EN 12642 L per un telonato sono in grado di sopportare una forza pari:

- al 40% del carico utile dei veicoli (0,4 P) per la parete anteriore, il massimo possibile comunque rimane 5.000 daN
- al 25% del carico utile del veicolo (0,25 P) per la parete posteriore con un massimo possibile di 3.100 daN
- 0% del carico laterale (con le sponde arriva al 24% e con la centina al 6%)

3.2.3 ALLESTIMENTO VEICOLI TIPO XL

ELEMENTO	RESISTENZA
PARETE ANTERIORE	0,5 P
PARETE POSTERIORE	0,4 P
PARETE LATERALE	Fino a 0,3 P
$P = (\text{MASSA LORDA} - \text{MASSA NETTA}) \times 9.81$	



3.2.4 ALLESTIMENTO CASSE MOBILI EN 283

Struttura delle casse mobili, tipo di costruzione EN 283, tutte le varianti:

ELEMENTO	RESISTENZA
PARETE ANTERIORE	0,4 P
PARETE POSTERIORE	0,4 P
PARETE LATERALE	Fino a 0,3 P
$P = (\text{MASSA LORDA} - \text{MASSA NETTA}) \times 9.81$	

4. Punti di ancoraggio

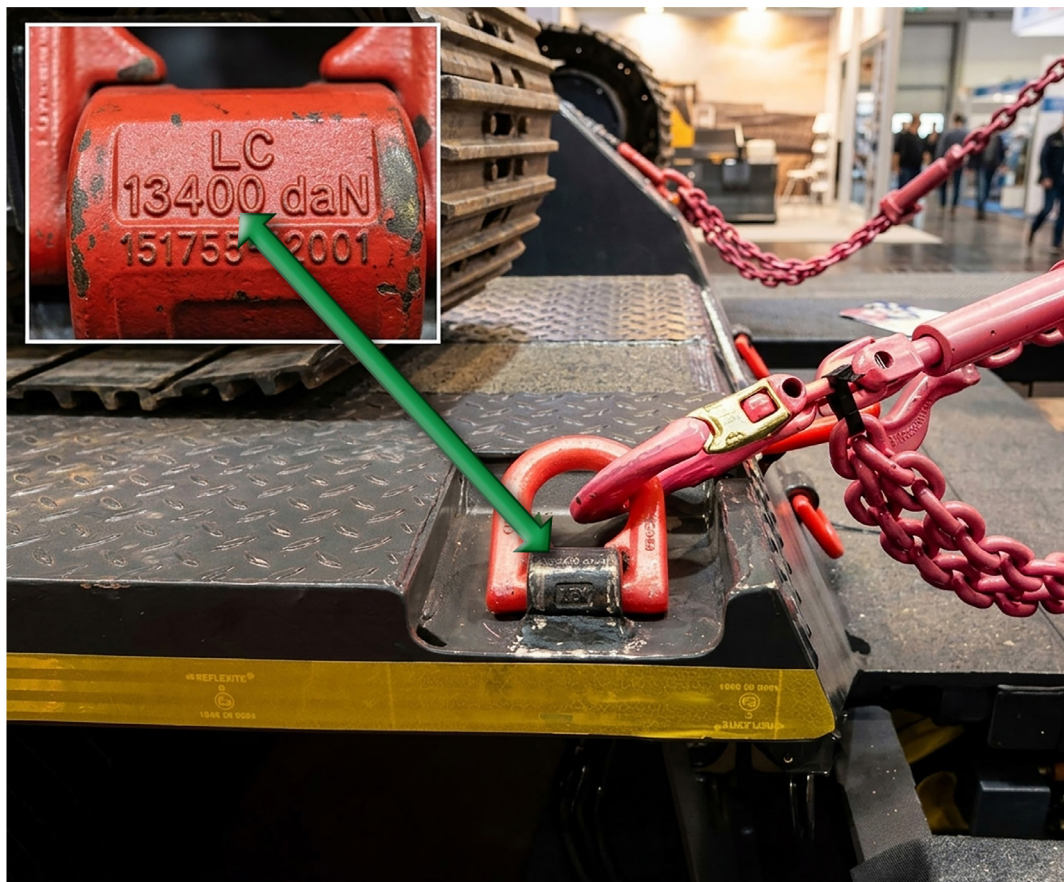
Se i punti di ancoraggio sono applicati ai veicoli commerciali, devono essere conformi alla norma DIN EN 12 640. Al momento dell'acquisto di veicoli commerciali, l'imprenditore deve assicurarsi che le normative siano rispettate, affinché il carico possa essere fissato correttamente.



Ecco come non dovrebbero presentarsi i punti di ancoraggio cioè arrugginiti e rovinati.



La norma EN 12 640 stabilisce quanti punti di ancoraggio debbano essere presenti e quale debba essere la capacità di carico minima di ogni singolo punto di ancoraggio. Ad esempio, per un veicolo con massa complessiva a pieno carico superiore a 12 t, ogni singolo punto di ancoraggio deve poter sostenere almeno 2000 daN.



Il telaio del veicolo (telaio principale o esterno) nella maggior parte dei casi non è adatto come punto di ancoraggio. Se sul veicolo sono presenti dei punti di ancoraggio, questi devono essere utilizzati, anche se il carico si trova sopra di essi.

Se fosse inevitabile fissare i dispositivi di ancoraggio al telaio perché mancano i punti di ancoraggio sul veicolo, è necessario utilizzare elementi di collegamento speciali, come ad esempio ganci a profilo a U. È necessario verificare se le forze esercitate durante l'ancoraggio verso il basso possano essere effettivamente assorbite dal telaio. L'ancoraggio diagonale non è realizzabile sul telaio, poiché il gancio della cinghia non può essere fissato correttamente ad esso e il telaio dovrebbe possedere inoltre un'elevata resistenza.

Nelle foto che seguono vengono mostrare situazioni non idonee e non conformi.



NO



NO

Ecco di seguito una foto di un punto di ancoraggio corretto.



5. Listelli ferma-carico e montanti

Secondo la norma EN 12642:2006 i listelli devono avere un'altezza di almeno 15 mm e sopportare una forza pari al 40% carico utile.



Per montante si intende un palo inserito in apposita fessura, lo si può utilizzare per bloccare il carico.

6. Distribuzione del carico

La corretta distribuzione del carico riveste un'importanza fondamentale.

In caso di carico errato (ad esempio se posizionato troppo in avanti), il veicolo potrebbe facilmente uscire di traiettoria in curva.

Se il carico è troppo arretrato, le ruote anteriori potrebbero perdere aderenza e il veicolo tenderebbe a proseguire dritto.

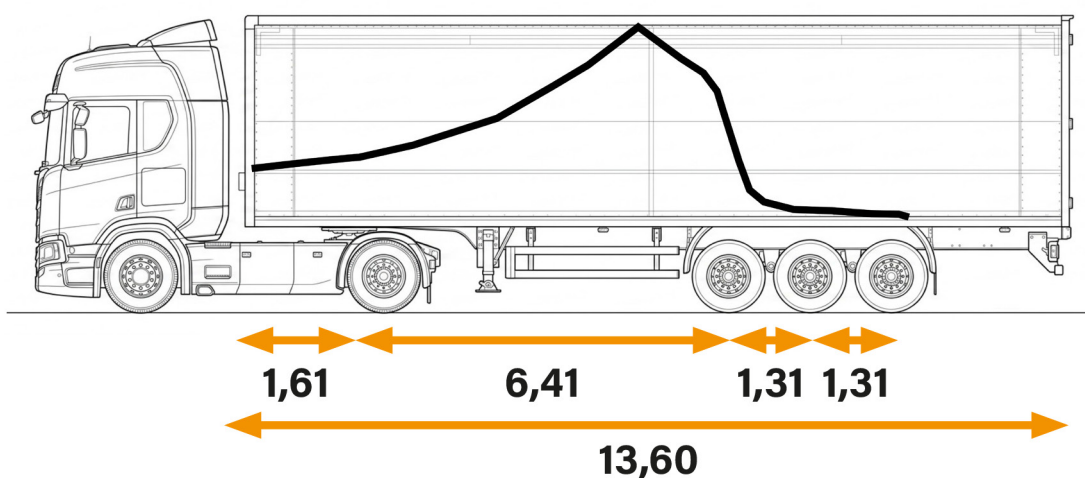
Inoltre, non si dovrebbe mai scendere al di sotto del carico minimo sull'asse sterzante.

Il baricentro del carico dovrebbe trovarsi il più possibile sulla linea mediana longitudinale del veicolo e mantenersi il più basso possibile.

Distanza dal bordo del pianale

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

metri



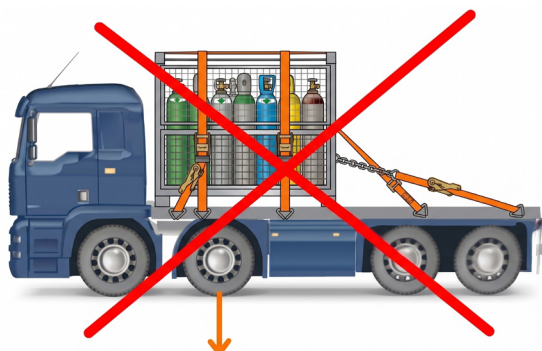
La distribuzione del carico deve essere omogenea per quanto possibile considerando che non si può caricare in equal modo su tutta la superficie del pianale.



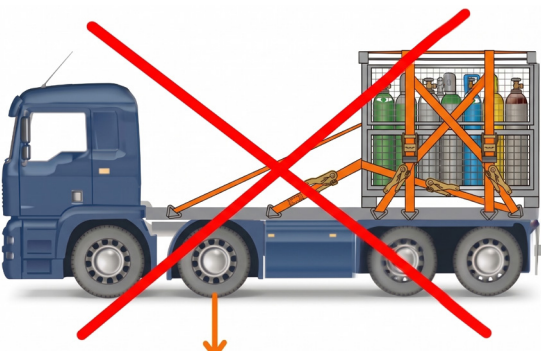
Il carico potrebbe essere fissato in corrispondenza del baricentro.



Il carico non si deve trovare dietro la cabina perché si rischia di sovraccaricare l'asse anteriore.



Il carico non si deve trovare neanche in prossimità della fine del pianale con rischio di alleggerire gli assi anteriori.



7. Tipi di fissaggio del carico

I metodi più comuni per il fissaggio del carico sono:

- Ancoraggio verso il basso (fissaggio del carico per attrito).
- Ancoraggio diagonale, ancoraggio trasversale, ancoraggio orizzontale (fissaggio del carico per accoppiamento geometrico).
- Bloccaggio tramite, ad esempio, travi di fissaggio, spesso in combinazione con chiodi e cunei.
- Fissaggio del carico tramite pareti divisorie, barre ferma-carico, telai di carico, reti, teloni, selle per coils ecc.

7.1 Ancoraggio verso il basso

Questo tipo di ancoraggio è molto diffuso perché è facile da realizzare con molti tipi di carico. In questo caso, il carico viene premuto con forza sulla superficie di carico tramite i mezzi di ancoraggio e, grazie all'aumento dell'attrito, ne viene impedito lo scivolamento. La forza esercitata attraverso il mezzo di ancoraggio è definita forza di pre-tensionamento e viene applicata tramite gli elementi di tensionamento del mezzo stesso.

I principali fattori di influenza nell'ancoraggio per attrito sono

- il peso del carico,
- l'angolo di ancoraggio α , misurato tra il mezzo di ancoraggio e la superficie di carico del veicolo. Questo non dovrebbe essere inferiore a 35°.

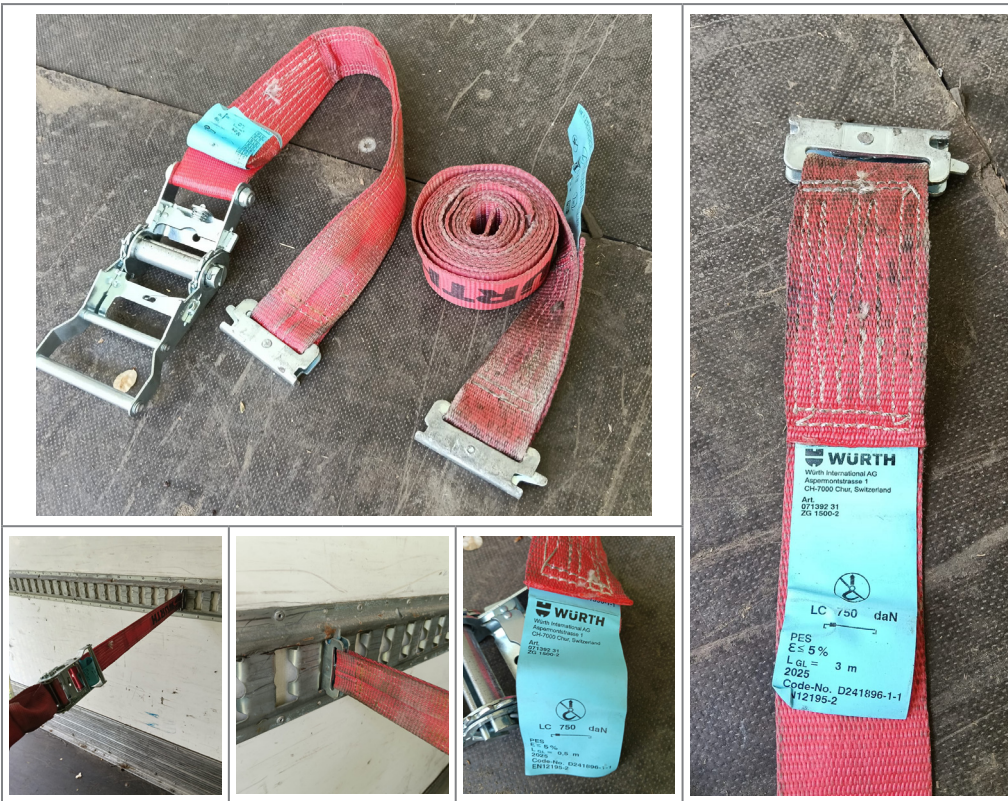
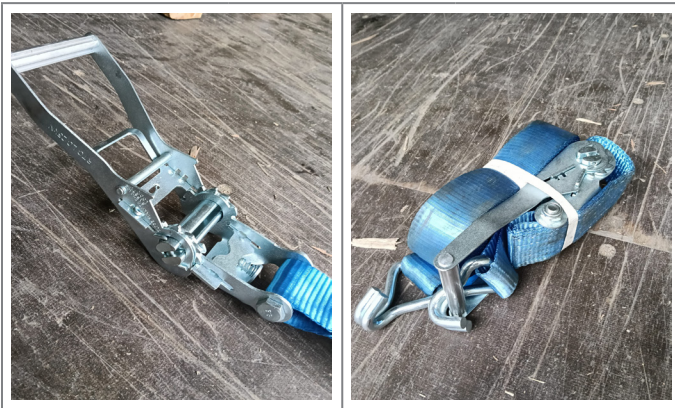
Nel metodo di ancoraggio verso il basso, il carico da fissare viene avvolto con dei sistemi di ancoraggio. Questi devono essere fissati su entrambi i lati del piano di carico a punti di ancoraggio adeguati. In questa operazione, i cricchetti dovrebbero essere orientati alternativamente a sinistra o a destra, poiché si verificano perdite per attrito nei punti di contatto della cinghia sul carico. Di conseguenza, sul lato opposto al cricchetto si ottiene una forza di pre-tensionamento inferiore. Inoltre, la forza di pre-tensionamento dovrebbe essere identica in tutti i punti di ancoraggio.



8. Cinghie

La norma EN 12195-2 descrive le cinghie di tessuto di fibra chimica. Esse possono essere realizzate di un pezzo o in due parti. Nella maggior parte dei casi sono munite di un sistema a cricchetto per mettere in tensione la cinghia tirando o spingendo l'impugnatura del cricchetto. Il cricchetto deve essere sempre bloccato durante il trasporto.

Le estremità della cinghia possono essere dotate di vari tipi di ganci o anelli per il corretto fissaggio della stessa nei o sui punti di ancoraggio presenti sul veicolo o sul carico.





ST_F = Forza di tensione standard o forza del verricello sulla leva di tensione per la quale l'attrezzatura è stata omologata

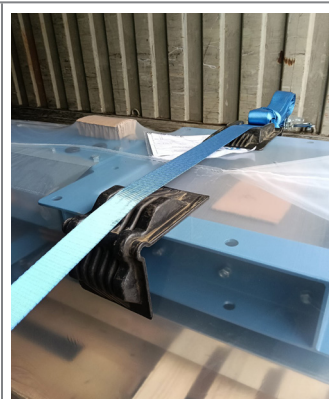
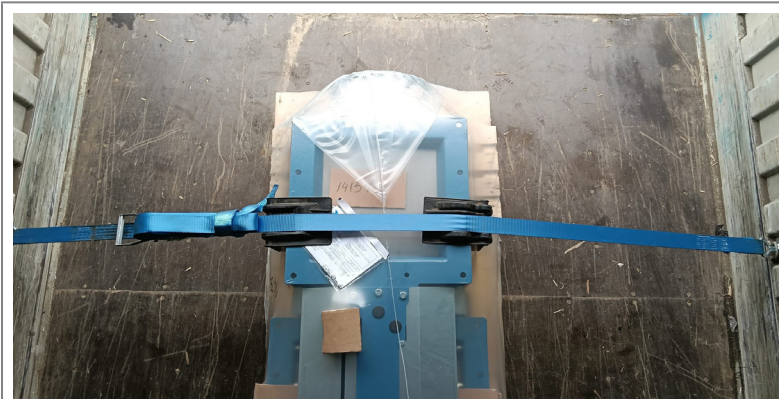
SH_F = Forza manuale standard

L_g = lunghezza in metri

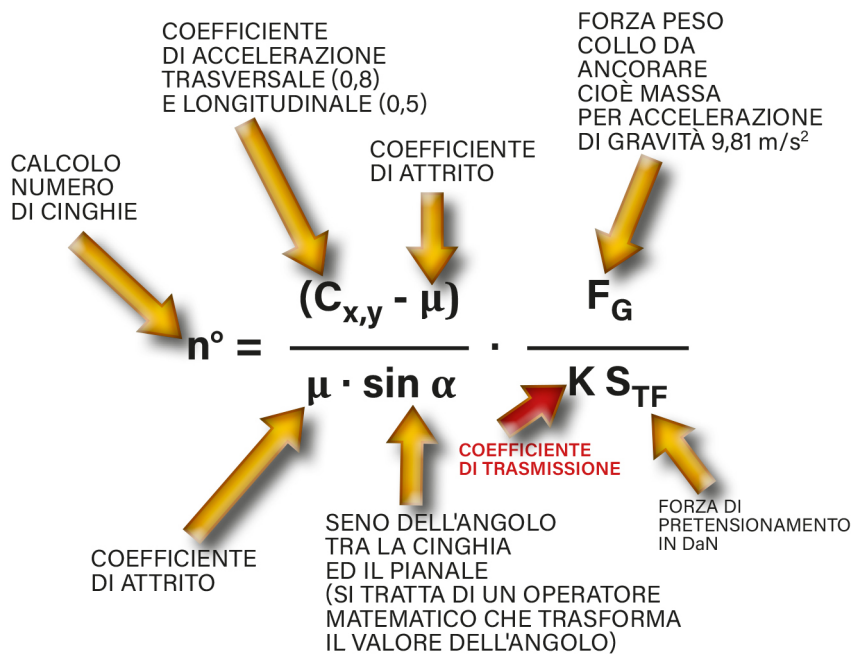
L'effettiva forza di trazione può essere diversa, ovvero maggiore o minore, rispetto al valore STF.

Occorre prestare particolare attenzione per evitare di danneggiare la cinghia e l'etichetta. Una cinghia sotto tensione si può facilmente spezzare a causa di spigoli vivi presenti sul veicolo o sul carico.

I bordi di profilati o lastre di acciaio, gli spigoli vivi in calcestruzzo e anche i bordi di alcune gabbie in plastica rigida, ecc. non devono essere a diretto contatto con una cinghia di tessuto. Sul mercato sono disponibili guaine protettive da infilare sulla cinghia e da posizionare sugli spigoli vivi. In alternativa si possono utilizzare proteggi-angoli.



8.1 Calcolo numero cinghie



8.2 Tabella numero cinghie

Di seguito viene riportata una tabella che riporta il numero di cinghie in base alla massa, all'angolo, al coefficiente di attrito, si assume come coefficiente di trasmissione 1,5.

Forza di precarico STF	Peso del carico	1 t			2 t			3 t			4 t			5 t			6 t		
	Angolo cinghia	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90
	Coefficiente di attrito																		
300 daN	0,1	27	18	16	54	36	31	80	53	46	107	71	62						
	0,2	12	8	7	23	16	14	35	23	20	46	31	27	58	38	33	69	46	40
	0,3	7	5	4	13	9	8	20	13	11	26	17	15	32	21	19	39	26	22
	0,4	4	3	3	8	6	5	12	8	7	16	11	9	20	13	11	23	16	14
	0,5	3	2	2	5	4	3	7	5	4	10	7	6	12	8	7	14	10	8
	0,6	2	2	2	3	2	2	4	3	3	6	4	3	7	5	4	8	6	5
500 daN	0,1	16	11	10	32	22	19	48	32	28									
	0,2	7	5	4	14	10	8	21	14	12	28	19	16	35	23	20	42	28	24
	0,3	4	3	3	8	6	5	12	8	7	16	11	9	20	13	11	23	16	14
	0,4	3	2	2	5	4	3	7	5	4	10	7	6	12	8	7	14	10	8
	0,5	2	2	2	3	2	2	5	3	2	6	4	4	7	5	4	9	6	5
	0,6	2	2	2	2	2	2	3	2	2	4	3	2	4	3	3	5	4	3

Forza di precarico STF	Peso del carico	1t			2 t			3 t			4 t			5 t			6 t		
	Angolo cinghia	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90
	Coefficiente di attrito																		
750 daN	0,1	11	8	7	22	15	13	32	22	19									
	0,2	5	4	3	10	7	6	14	10	8	19	13	11	23	16	14	28	19	16
	0,3	3	2	2	6	4	3	8	6	5	11	7	6	16	9	8	16	11	9
	0,4	2	2	2	4	3	2	5	4	3	7	5	4	8	6	5	10	7	6
	0,5	2	2	2	2	2	2	3	2	2	4	3	3	5	4	3	6	4	4
	0,6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	4	3	2
1000 daN	0,1	8	6	5	16	11	10	24	16	14									
	0,2	4	3	2	7	5	4	11	7	6	14	10	8	18	12	10	21	14	12
	0,3	2	2	2	4	3	3	6	4	4	8	6	5	10	7	6	12	8	7
	0,4	2	2	2	3	2	2	4	3	2	5	4	3	6	4	4	7	5	4
	0,5	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	4	3	2	5	3	3
	0,6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2

Forza di precarico STF	Peso del carico	7t			8 t			9 t			10 t			11 t			12 t		
	Angolo cinghia	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90
	Coefficiente di attrito																		
500 daN	0,2	47	32	28	55	37	32	62	41	36	69	46	40						
	0,3	27	18	16	31	21	18	35	23	20	39	26	22						
	0,4	16	11	10	19	13	11	21	14	12	23	16	15	26	17	15	28	19	16
	0,5	10	7	6	11	8	7	13	9	8	14	10	8	16	10	9	17	11	10
	0,6	6	4	4	7	5	4	7	5	4	8	6	5	9	6	5	10	7	6
750 daN	0,2	32	22	19	37	25	21	42	28	24	46	31	27						
	0,3	18	12	11	21	14	12	23	16	14	26	17	15	29	19	16	31	21	18
	0,4	11	8	7	13	9	7	14	10	8	16	11	9	17	12	10	19	13	11
	0,5	7	5	4	8	5	5	9	6	5	10	7	6	11	7	6	11	8	7
	0,6	4	3	3	5	3	3	5	4	3	6	4	3	6	4	4	7	5	4

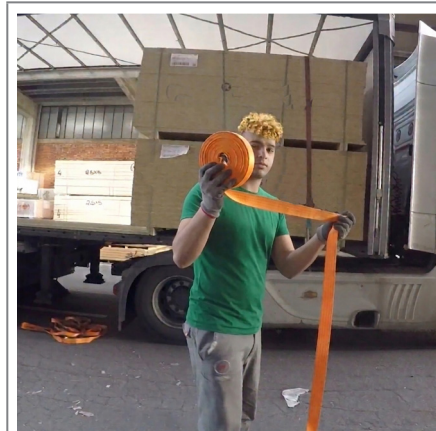
Forza di precarico STF	Peso del carico	7t			8 t			9 t			10 t			11 t			12 t		
	Angolo cinghia	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90
	Coefficiente di attrito																		
1000 daN	0,2	24	26	14	28	19	16	31	21	18	35	23	20						
	0,3	14	9	8	16	11	9	18	12	10	20	13	1	21	14	12	23	16	14
	0,4	8	6	5	10	7	6	11	7	6	12	8	7	13	9	8	14	10	8
	0,5	5	4	3	6	4	4	7	5	4	7	5	4	8	5	5	9	6	5
	0,6	3	2	2	4	3	2	4	3	2	4	3	3	5	3	3	5	4	3
1500 daN	0,1	38	25	22	43	29	25												
	0,2	16	11	10	19	13	11	21	14	12	23	16	14	26	17	15	28	19	16
	0,3	9	6	6	11	7	6	12	8	7	13	9	8	14	10	8	16	11	9
	0,4	6	4	4	7	5	4	7	5	4	8	6	5	9	6	5	10	7	6
	0,5	4	3	2	4	3	3	5	3	3	5	4	3	6	4	3	6	4	4
	0,6	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	4	3	2

Forza di precarico STF	Peso del carico	100 kg			200 Kg			300 Kg			400 Kg			600 Kg			800 Kg		
	Angolo cinghia	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90	35	60	90
	Coefficiente di attrito																		
250 daN	0,1	4	3	2	7	5	4	10	7	6	13	9	8	20	13	12	26	17	16
	0,2	2	1	1	3	2	2	5	3	3	6	4	4	9	6	5	11	8	7
	0,3	1	1	1	2	2	1	3	2	2	4	3	2	5	4	3	7	5	4
	0,4	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	3	2	2	4	3	3
	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	3	2	2
	0,6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
400 daN	0,1	2	2	2	4	3	3	6	4	4	8	6	5	12	8	8	16	11	10
	0,2	1	1	1	2	2	2	3	2	2	4	3	2	6	6	4	7	5	5
	0,3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	3	3	2	4	3	3
	0,4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	3	2	2
	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1
	0,6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

8.2.3 UTILIZZO DELLE CINGHIE

Bisogna fare in modo che le cinghie vengano tirare ai due lati del pianale, per fare questo si può pensare di tenere fisso un lato e lanciare il resto al di sopra della merce.

8.2.3.1 Lanciare la cinghia



Si prende un'estremità arrotolata



Si lancia l'estremità libera tenendo l'altra estremità

8.2.3.2 Agganciare l'estremità della cinghia al foro



8.2.3.3 Mettere angolare



8.2.3.4 agganciare il lato con cricchetto nell'apposito foro



8.2.3.5 Stringere con il cricchetto



8.3 Metodo di ancoraggio diagonale

Questo tipo di ancoraggio viene utilizzato molto raramente e solo per carichi estremamente pesanti che, grazie a questo sistema, vengono fissati saldamente al piano di carico nonostante il loro peso elevato. Il numero di paia di ancoraggi da utilizzare dipende anche in questo caso, come per l'ancoraggio per attrito, da determinati fattori d'influenza. I fattori d'influenza più importanti nell'ancoraggio diagonale sono:

- Peso del carico.
- Coefficiente di attrito radente μ .
- Angolo di ancoraggio α , β . L'angolo di ancoraggio α dovrebbe essere compreso tra 20°-65° e l'angolo di ancoraggio β tra 6°-55°.



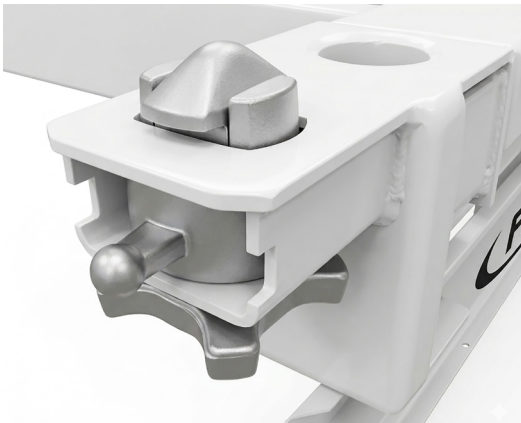
9. Catene

La norma EN 12195-3 descrive le catene utilizzabili per l'ancoraggio di carichi destinati al trasporto su strada. Si tratta perlopiù di catene a maglie corte con ganci o anelli specifici da fissare sul veicolo e/o sul carico. Sul mercato sono disponibili varie tipologie di dispositivi di tensionamento, per esempio a cricchetto e a tenditore. Le catene devono essere munite di etichetta che riporta il valore LC.



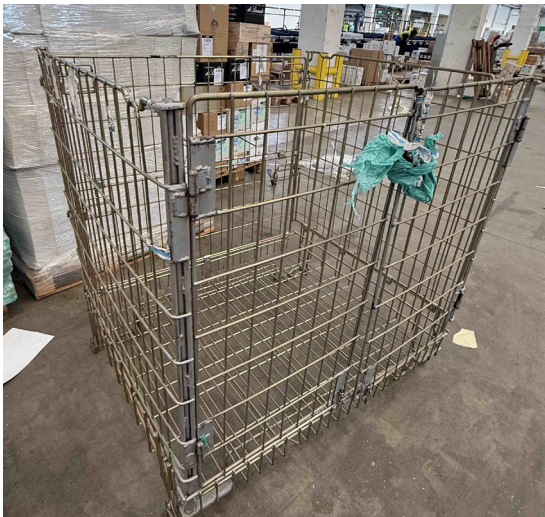
10. Twistlock

Perno posizionato in un foro all'interno del carico, utilizzati per casse e container.



11. Supporti per la movimentazione dei colli

11.1 Gabbia di metallo



11.2 Pallet con gabbia



11.3 Porta bombole con ruote



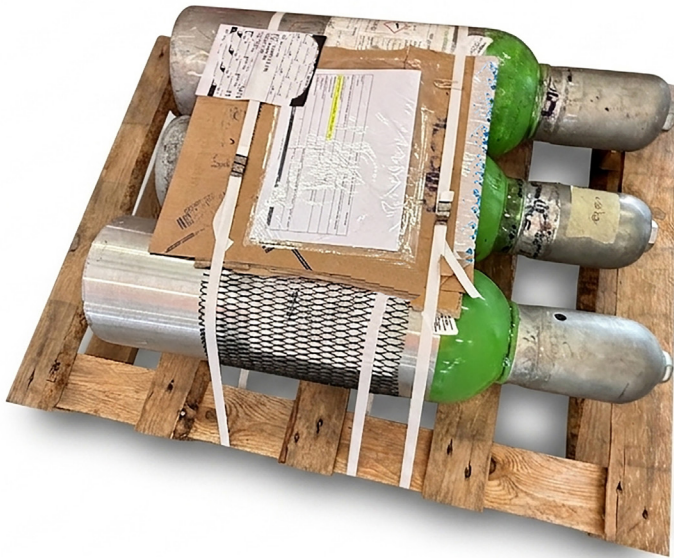
11.4 Cesta porta bombole



11.5 IBC di plastica tagliato



11.6 Pallet e regge



11.7 Scatole forate per piccole bombole



11.8 Barra ferma-carico allungabile



