



LINEE GUIDA EUROPEE SULLE MIGLIORI PRATICHE

FISSAZIONE DEL CARICO PER IL TRASPORTO SU STRADA

Fissazione del carico per il trasporto su strada

Linee guida europee 2014 sulle migliori pratiche

***Europe Direct è un servizio a vostra disposizione per aiutarvi
a trovare le risposte ai vostri interrogativi sull'Unione europea.***

Numero verde unico (*):

00 800 6 7 8 9 10 11

(*) Le informazioni sono fornite gratuitamente e le chiamate sono nella maggior parte dei casi gratuite (con alcuni operatori e in alcuni alberghi e cabine telefoniche il servizio potrebbe essere a pagamento).

Numerose altre informazioni sull'Unione europea sono disponibili su Internet consultando il portale Europa (<http://europa.eu>).

Cover illustration: © zaschnaus - Fotolia.com

Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, 2014

Print ISBN 978-92-79-43672-7 doi:10.2832/83980 MI-06-14-080-IT-C
PDF ISBN 978-92-79-43650-5 doi:10.2832/74220 MI-06-14-080-IT-N

© Unione europea, 2014

Riproduzione autorizzata con citazione della fonte.

Printed in Luxembourg

STAMPATO SU CARTA SBIANCATA SENZA CLORO ELEMENTARE (ECF)

Note

1. Le presenti linee guida sulle migliori pratiche sono state redatte da un gruppo di esperti istituito dalla direzione generale della Mobilità e dei trasporti, costituito da esperti designati dagli Stati membri e dal settore in questione.
2. Le presenti linee guida sulle migliori pratiche possono rappresentare un punto di riferimento per tutti i soggetti pubblici o privati impegnati, direttamente o indirettamente, in operazioni di fissazione del carico. Il presente documento deve essere considerato e utilizzato come uno strumento di supporto all'applicazione di pratiche sicure e consolidate in tale ambito.
3. Il presente documento non è vincolante al pari di un atto giuridico adottato dall'Unione, bensì si limita a presentare le conoscenze acquisite dagli esperti europei del settore. Il rispetto dei principi e dei metodi descritti nelle presenti linee guida dovrebbe essere considerato dalle autorità preposte all'applicazione della legge come uno strumento utile al raggiungimento dei livelli di sicurezza adeguati che sono necessari allo svolgimento delle operazioni di trasporto su strada. Nell'utilizzare le presenti linee guida occorre verificare che i metodi utilizzati siano adeguati alla situazione specifica adottando precauzioni supplementari, ove necessario.
4. È importante tenere presente che gli Stati membri potrebbero avere requisiti particolari in materia di fissazione del carico, che non sono trattati nelle presenti linee guida. Si raccomanda pertanto di rivolgersi alle autorità competenti per appurare se esistano eventuali requisiti specifici.
5. Il presente documento è pubblico e può essere scaricato gratuitamente dal sito web della Commissione europea¹.
6. A seguito delle nuove esperienze e della continua evoluzione dei sistemi e delle tecniche di fissazione del carico, le presenti linee guida richiederanno inevitabilmente revisioni periodiche ed eventuali modifiche. Per informazioni sulla versione più recente del documento si rimanda al sito web della Commissione europea. Eventuali suggerimenti volti a migliorarne o a integrarne il contenuto sono particolarmente graditi e dovranno essere inviati all'indirizzo in calce², analogamente ad eventuali domande generali relative alle presenti linee guida.

¹ http://ec.europa.eu/transport/roadsafety/vehicles/best_practice_guidelines_en.htm

² Commissione europea, direzione generale della Mobilità e dei trasporti, unità Sicurezza stradale, 200 rue de la Loi, BE-1049 Bruxelles. E-mail: move-mail@ec.europa.eu.

Indice

1.	Considerazioni generali	9
1.1.	Ambito di applicazione e obiettivi	9
1.2.	Norme applicabili	10
1.3.	Responsabilità funzionali	10
1.4.	Principi base della fisica	12
1.5.	Distribuzione del carico	14
1.6.	Dotazione del veicolo	15
2.	Struttura del veicolo	16
2.1.	Pareti laterali	17
2.2.	Parete anteriore	17
2.3.	Parete posteriore	18
2.4.	Listello fermacarico	19
2.5.	Montanti	19
2.6.	Punti di ancoraggio	22
2.7.	Attrezzature specifiche	24
2.8.	Container ISO (ISO 1496-1)	24
2.8.1.	Pareti di fondo	24
2.8.2.	Pareti laterali	24
2.8.3.	Punti di attacco e di ancoraggio	24
2.8.4.	Twistlock	25
2.9.	Casse mobili	25
3.	Imballaggio	26
3.1.	Materiali di imballaggio	26
3.1.1.	Film retrattile	27
3.1.2.	Cappucci elastici	27
3.1.3.	Film estensibile	27
3.1.4.	Film pre-stirato	28
3.1.5.	Reggette	28
3.1.6.	Reti	28

3.2.	Metodi di imballaggio	28
3.2.1.	Imballaggio per il trasporto basato sulla forma	28
3.2.2.	Imballaggio di trasporto basato sulla forza	29
3.3.	Metodi di prova dell'imballaggio	30
4.	Attrezzature di fissazione	32
4.1.	Ancoraggi	32
4.1.1.	Cinghie di tessuto	32
4.1.2.	Catene	33
4.1.3.	Funi di acciaio	34
4.2.	Sistemi per aumentare l'attrito	35
4.2.1.	Rivestimento	35
4.2.2.	Tappeti anti-slittamento in gomma	35
4.2.3.	Tappeti anti-slittamento non in gomma	35
4.2.4.	Fogli anti-slittamento	36
4.3.	Barre di bloccaggio	36
4.4.	Materiali di riempimento	37
4.5.	Proteggi-angoli	37
4.6.	Reti e coperture	38
4.7.	Altri materiali di fissazione	39
5.	Metodi di fissazione	40
5.1.	Principio generale	40
5.2.	Immobilizzazione	40
5.3.	Bloccaggio locale	40
5.4.	Bloccaggio generale	42
5.5.	Ancoraggio diretto	42
5.5.1.	Ancoraggio diagonale	42
5.5.2.	Ancoraggio parallelo	43
5.5.3.	Ancoraggio a semi-anello	43
5.5.4.	Ancoraggio antirimbalzo	44
5.6.	Ancoraggio per attrito	44
5.7.	Considerazioni generali sui metodi di fissazione	45

6.	Calcoli	47
6.1.	Esempio 1 – Cassa di legno con baricentro in basso	47
6.1.1.	Scorrimento	48
6.1.2.	Carico con massa m il cui scorrimento viene impedito grazie ai due ancoraggi per attrito	48
6.1.3.	Massa del carico il cui scorrimento in avanti viene impedito grazie all'ancoraggio antirimbalo	48
6.1.4.	Peso del carico il cui scorrimento viene impedito grazie ai due ancoraggi per attrito e all'ancoraggio antirimbalo	49
6.1.5.	Ribaltamento	49
6.1.6.	Conclusione	49
6.2.	Esempio 2 – Cassa di legno con baricentro in alto	50
6.2.1.	Scorrimento	50
6.2.2.	Peso del carico il cui scorrimento viene impedito grazie ai due ancoraggi per attrito	50
6.2.3.	Peso del carico il cui scorrimento in avanti viene impedito grazie all'ancoraggio antirimbalo	51
6.2.4.	Peso del carico il cui scorrimento viene impedito grazie ai due ancoraggi per attrito e all'ancoraggio antirimbalo	51
6.2.5.	Ribaltamento	52
6.2.6.	Peso del carico il cui ribaltamento laterale viene impedito grazie ai due ancoraggi per attrito	52
6.2.7.	Conclusione	52
6.3.	Esempio 3 – Beni di consumo pallettizzati	53
7.	Verifica della fissazione del carico	55
7.1.	Classificazione delle carenze	55
7.2.	Metodi di controllo	55
7.3.	Valutazione delle carenze	56
8.	Esempi di sistemi di fissazione del carico per merci specifiche	57
8.1.	Pannelli stivati su piattaforme piatte con strutture ad A	57
8.2.	Carichi di legname	58
8.2.1.	Legname segato imballato	58
8.2.2.	Legname tondo e legname segato non imballato	59
8.2.3.	Pali lunghi	61
8.3.	Container di grandi dimensioni	62

8.4. Trasporto di macchine mobili	62
8.5. Trasporto di autovetture, furgoni e rimorchi di piccole dimensioni	64
8.6. Trasporto di autocarri, rimorchi e telai su autocarri	66
8.7. Trasporto di bobine	67
8.7.1. Bobine con peso superiore a 10 tonnellate	67
8.7.2. Bobine con peso inferiore a 10 tonnellate	68
8.8. Bevande	70
8.9. Trasporto di merci pallettizzate	70
8.10. Trasporto di merci pallettizzate mediante ancoraggio incrociato	72
8.11. Carichi misti	74
Appendice 1. Simboli	75
Appendice 2. Guida rapida all'ancoraggio	76
A.2.1. Procedura e limitazioni	76
A.2.2. Il sistema di fissazione del carico deve sostenere...	76
A.2.3. Condizioni di fissazione conformemente alla presente Guida rapida all'ancoraggio	76
A.2.4. Bloccaggio	77
A.2.5. Altre modalità di fissazione del carico	80
A.2.6. Scorrimento	80
A.2.7. Ribaltamento	81
A.2.8. Ancoraggio ad anello	82
A.2.9. Ancoraggio antirimbalzo	84
A.2.10. Ancoraggio diretto	86
A.2.11. Ancoraggio per attrito	87
A.2.12. Altre attrezzature di ancoraggio	89
A.2.13. Carico in più strati	91
A.2.14. Altre tipologie di carico	91
Appendice 3. Coefficienti di attrito	93
Appendice 4. Valutazione delle carenze	94

1. Considerazioni generali

1.1. AMBITO DI APPLICAZIONE E OBIETTIVI

Le presenti linee guida mirano a fornire istruzioni di base e consigli pratici a tutti i soggetti impegnati in operazioni di carico/scarico e fissazione del carico sui veicoli, compresi vettori e spedizionieri. Esse dovrebbero risultare utili anche alle autorità preposte all'applicazione della legge per l'esecuzione di controlli tecnici su strada in conformità alla direttiva 2014/47/UE e alle sentenze degli organi giurisdizionali. Potrebbero inoltre servire come punto di riferimento per gli Stati membri nell'adozione di misure relative alla formazione dei conducenti, in conformità alla direttiva 2003/59/CE sulla qualificazione iniziale e formazione periodica dei conducenti di taluni veicoli stradali adibiti al trasporto di merci o passeggeri. Il presente documento intende inoltre fornire orientamenti per una corretta fissazione del carico in tutte le situazioni che potrebbero verificarsi in normali condizioni di traffico, nonché fornire una base comune per l'attuazione pratica e per l'applicazione delle disposizioni in materia di fissazione del carico.

Durante il trasporto tutte le unità di carico devono essere fissate al fine di impedirne lo scivolamento, il ribaltamento, il rotolamento, lo spostamento incontrollato o deformazioni sostanziali e rotazioni in qualsiasi direzione, utilizzando metodi quali immobilizzazione, bloccaggio, ancoraggio, anche in combinazione tra loro. Queste misure mirano a proteggere i soggetti impegnati nelle operazioni di carico, scarico e guida del veicolo, nonché gli altri utenti della strada, i pedoni, il veicolo e il carico stesso.

Il carico deve essere posizionato sul veicolo in modo tale che non possa arrecare danno a persone o cose, né muoversi all'interno e al di fuori del veicolo.

Ciononostante, si verificano quotidianamente infortuni e incidenti stradali dovuti a carichi non correttamente stivati e/o fissati. Le presenti linee guida europee sulle migliori pratiche forniscono informazioni di base di natura fisica e tecnica e regole pratiche per il trasporto su strada. Per maggiori dettagli si rimanda alle norme internazionali. Le presenti linee guida non sostituiscono in alcun modo i risultati dei test approfonditi svolti in tutta Europa su tipologie di carico o condizioni di trasporto specifiche, né descrivono nel dettaglio tutte le soluzioni possibili per ogni tipo di carico. Sono destinate a tutti i soggetti coinvolti nella catena del trasporto e addetti alla pianificazione, alla preparazione, alla supervisione o al controllo del trasporto su strada allo scopo di garantire la sicurezza dei trasporti.

Le presenti linee guida europee sulle migliori pratiche si basano sulla norma europea EN 12195-1³. Esse presentano le attuali migliori pratiche nel settore, in particolare per i veicoli con massa massima superiore a 3,5 tonnellate. Per l'applicazione delle presenti linee guida occorrerà verificare che i metodi utilizzati siano adatti alla situazione specifica adottando, ove necessario, precauzioni supplementari.

Le presenti linee guida europee sulle migliori pratiche sono intese a favorire l'applicazione delle normative internazionali definite dall'accordo europeo relativo al trasporto internazionale di merci pericolose su strada (ADR) e dalla direttiva 2014/47/UE relativa ai controlli tecnici su strada.

³ Norma EN12195-1 "Dispositivi di ancoraggio del carico su veicoli stradali – Sicurezza – Parte 1 "Calcolo delle forze di ancoraggio". Al momento della stesura delle presenti linee guida era in vigore la versione EN12195-1:2010.

Maggiori informazioni o metodi alternativi per carichi e/o veicoli specifici possono essere indicati in altri documenti di orientamento, i quali non devono tuttavia stabilire requisiti supplementari o ulteriori limitazioni ma devono garantire costantemente la conformità alla norma europea EN 12195-1.

1.2. NORME APPLICABILI

Le presenti linee guida europee in materia di fissazione del carico si basano su leggi fisiche relative all'attrito, alla gravità, alla dinamica e alla resistenza dei materiali. L'applicazione quotidiana di tali leggi può tuttavia risultare complessa. Per semplificare la progettazione e il controllo dei sistemi di fissazione del carico, norme specifiche relative alla resistenza e alle prestazioni di una sovrastruttura, ai sistemi di fissazione, ai materiali utilizzati a scopo di ancoraggio ecc. sono reperibili nella versione più recente delle seguenti norme internazionali⁴:

Norma ¹	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
- EN 12195-4	Funi di ancoraggio di acciaio
- ISO 1161, ISO 1496	Contenitore ISO
- EN 283	Casse mobili
- EN 12641	Teloni impermeabili
- EUMOS 40511	Pali - Montanti
- EUMOS 40509	Imballaggio per il trasporto

Le norme nazionali e locali che sono in contrasto con le suddette norme internazionali o indicano ulteriori limitazioni non si applicano al trasporto internazionale.

Per le operazioni di trasporto intermodale possono essere applicabili altre norme quali il Codice CTU (Code of Practice for Packing of Cargo Transport Units, codice relativo alle pratiche di imballaggio delle unità di carico) redatto da IMO/ILO/UNECE.

1.3. RESPONSABILITÀ FUNZIONALI

Tutti i soggetti impegnati nel processo logistico, compresi imballatori, caricatori, imprese di trasporto, operatori e conducenti, concorrono ad assicurare che il carico sia adeguatamente imballato e caricato su un veicolo adatto.

È essenziale comprendere che le responsabilità relative alla fissazione del carico si basano su convenzioni e regolamenti internazionali, sulla legislazione nazionale e/o su contratti tra le parti in causa.

Si consiglia pertanto di stipulare un accordo contrattuale sulle responsabilità funzionali. In assenza di tale accordo tra le parti coinvolte, e fatta salva la legislazione vigente, la catena di responsabilità

⁴ Per trasporti con veicoli di massa massima consentita fino a 3,5 tonnellate possono essere applicate altre norme quali ISO 27955 e ISO 27956.

⁵ Le norme sono reperibili di regola presso i rispettivi istituti di normalizzazione nazionali.

riportata di seguito individua le principali responsabilità funzionali in materia di fissazione del carico:

Responsabilità/azioni relative alla pianificazione del trasporto

1. Corretta descrizione del carico che comprende almeno
 - a) la massa del carico e di ciascuna unità di carico;
 - b) la posizione del baricentro di ciascuna unità di carico se non è al centro;
 - c) le dimensioni di imballaggio di ciascuna unità di carico;
 - d) le limitazioni relative all'impilamento e all'orientamento da applicare durante il trasporto;
 - e) tutte le informazioni supplementari necessarie per la corretta fissazione del carico;
2. assicurare che le unità di carico siano adeguatamente imballate per resistere alle sollecitazioni previste in condizioni di trasporto normali, comprese le forze di ancoraggio applicabili;
3. assicurare che le merci pericolose siano correttamente classificate, imballate ed etichettate;
4. assicurare che i documenti di trasporto per le merci pericolose siano debitamente compilati e sottoscritti;
5. assicurare che il veicolo e i sistemi di fissazione siano idonei al carico da trasportare;
6. assicurare che il caricatore abbia ricevuto tutte le informazioni relative alle funzionalità di fissazione del carico del veicolo;
7. assicurare che non possano verificarsi interazioni indesiderate tra i carichi di caricatori diversi.

Responsabilità/azioni relative alle operazioni di carico

1. Accertarsi che vengano caricate solo merci sicure e idonee al trasporto;
2. verificare la disponibilità di un piano di fissazione del carico quando si inizia a caricare;
3. accertarsi che possano essere forniti tutti i certificati dei componenti del veicolo utilizzati per la fissazione del carico;
4. accertarsi che il veicolo sia in buone condizioni e che il vano di carico sia pulito;
5. accertarsi che tutte le attrezzature necessarie alla fissazione del carico siano disponibili e in buono stato quando si inizia a caricare;
6. accertarsi che il pavimento del veicolo non venga sollecitato eccessivamente durante le operazioni di carico;
7. accertarsi che il carico sia correttamente distribuito nel veicolo, tenendo conto della distribuzione del carico sugli assi e degli spazi vuoti ammessi (nel piano di fissazione, ove disponibile);
8. accertarsi che il veicolo non venga caricato eccessivamente;
9. accertarsi che tutte le attrezzature supplementari quali tappeti anti-slittamento, materiali di riempimento e di fardaggio, barre di bloccaggio e tutte le altre attrezzature di ancoraggio da fissare durante le operazioni di carico, siano posizionate correttamente (in base al piano di fissazione, ove disponibile);

10. accertarsi che il veicolo sia correttamente sigillato, se del caso;
11. accertarsi che tutte le attrezzature di ancoraggio siano correttamente posizionate (in base al piano di fissazione, ove disponibile);
12. chiudere il veicolo, se del caso.

Responsabilità/azioni relative alla guida

1. Esame visivo dell'esterno del veicolo e del carico, ove accessibile, per verificare la presenza di situazioni di evidente pericolo;
2. accertarsi che possano essere presentati tutti i certificati/contrassegni dei componenti del veicolo utilizzati per la fissazione del carico, se necessario;
3. effettuare controlli regolari della fissazione del carico durante il viaggio nella misura in cui sia possibile accedervi.

1.4. PRINCIPI BASE DELLA FISICA

La progettazione dei sistemi di fissazione del carico deve tenere conto dei seguenti aspetti:

- accelerazioni;
- coefficienti di attrito;
- fattori di sicurezza;
- metodi di prova.

I parametri e i metodi indicati sono trattati e descritti nella norma europea EN 12195-1.

Gli effetti di immobilizzazione, bloccaggio, ancoraggio diretto e ancoraggio per attrito possono essere utilizzati in combinazione tra loro per impedire al carico di muoversi, ad esempio di scivolare, inclinarsi, rotolare, spostarsi, subire deformazioni consistenti e rotazioni (intorno ad un qualsiasi asse verticale).

Per semplificare i compiti di conducenti, caricatori e addetti al controllo, i sistemi di fissazione del carico possono essere progettati in base alla Guida rapida all'ancoraggio (cfr. allegato). Il numero, il tipo e il metodo utilizzato per i sistemi di fissazione del carico possono essere diversi, purché siano conformi alle norme applicabili.

Il sistema di fissazione del carico deve essere in grado di sostenere ...

... 0,8 of the cargo weight forwards

... 0,5 of the cargo weight sideways and towards the rear

... 0,6 of the cargo weight sideways if there is risk of the load tipping

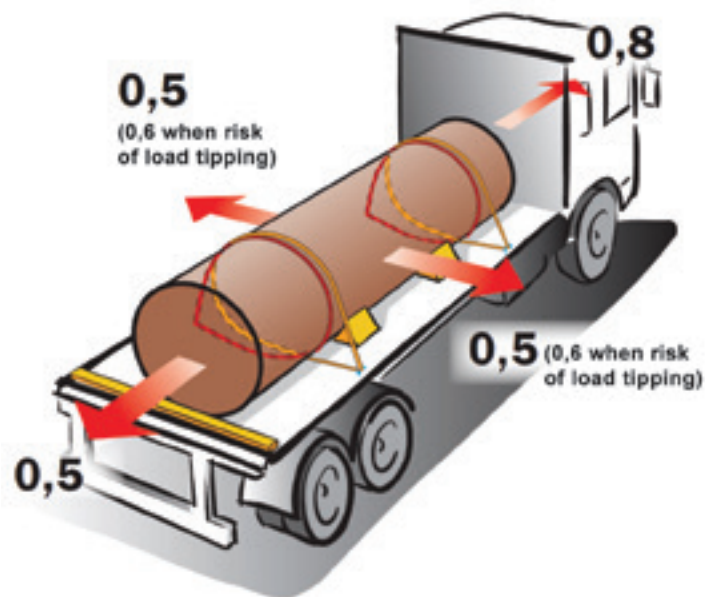


Figura 1: forze di massa durante il trasporto su strada

Attrito

Le forze di attrito massime sono il risultato della forza di contatto tra due oggetti moltiplicata per il coefficiente di attrito.

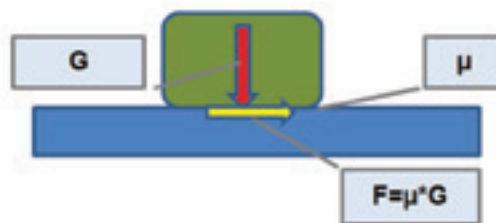


Figura 2: forza di attrito

Nota: se la forza di contatto “G” tra due oggetti viene ridotta, si riduce anche la forza di attrito; se la forza tra due elementi è pari a 0, la forza di attrito è nulla. La presenza di vibrazioni verticali può ridurre la forza verticale tra il carico e la piattaforma di carico.



Figura 3: vibrazione verticale durante la guida

1.5. DISTRIBUZIONE DEL CARICO

Quando un carico viene posizionato su un veicolo, non si devono superare le dimensioni massime autorizzate e i limiti imposti per il peso sugli assi e il peso lordo. Occorre inoltre considerare i carichi minimi sugli assi al fine di assicurare stabilità, sterzata e frenata adeguate, come previsto dalla legge o dal costruttore del veicolo.

Le unità di trasporto sono particolarmente sensibili alla posizione del baricentro del carico, dati i carichi specificati per gli assi al fine di mantenere la capacità di sterzata e frenata. Tali veicoli possono essere provvisti di diagrammi specifici (cfr. gli esempi seguenti, figura 4 e figura 5) che illustrano il carico utile ammesso in funzione della posizione longitudinale del rispettivo baricentro. In generale, il carico utile massimo può essere applicato solo quando il baricentro è posizionato con tolleranza ridotta circa a metà della lunghezza dello spazio di carico.

I diagrammi di distribuzione del carico devono essere forniti dal costruttore del veicolo o della carrozzeria, ma possono anche essere calcolati in seguito insieme alla geometria del veicolo, a tutti i carichi minimi e massimi sugli assi, alla distribuzione della tara sui diversi assi e al carico utile massimo, attraverso un foglio di calcolo o tramite semplici programmi informatici reperibili su Internet, gratuitamente o a costi estremamente ridotti.

La distribuzione del carico in conformità al diagramma di distribuzione relativo al veicolo permetterà di non superare i carichi massimi ammessi sugli assi del veicolo.

Esempio di diagramma di distribuzione del carico per un autocarro a 2 assi da 18 t di tipo convenzionale:

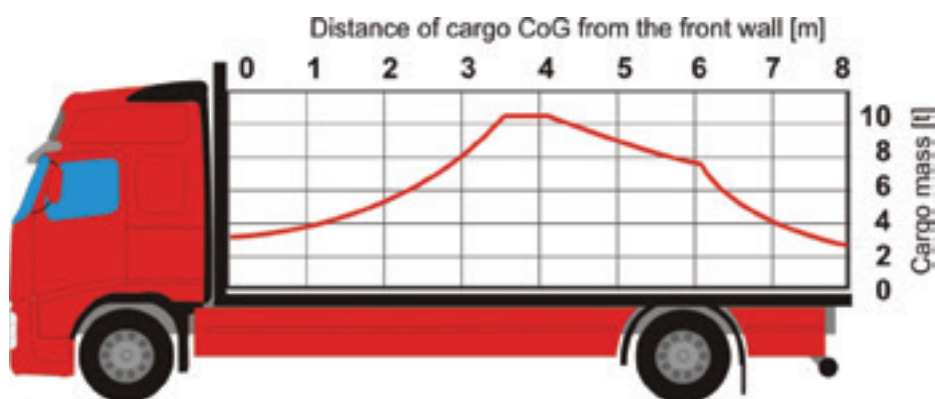


Figura 4: diagramma di distribuzione del carico per autocarro a 2 assi

Esempio di diagramma di distribuzione del carico per un semirimorchio da 13,6 m di tipo convenzionale:

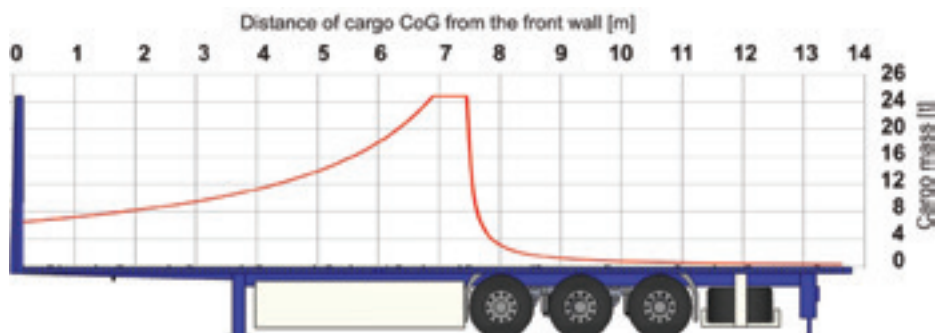


Figura 5: diagramma di distribuzione del carico per semirimorchio a 3 assi

1.6. DOTAZIONE DEL VEICOLO

Va ricordato che eventuali accessori o equipaggiamenti presenti sul veicolo in via permanente o temporanea sono anch'essi considerati parte del carico. Come hanno dimostrato alcuni incidenti mortali, i danni che possono essere causati da una zampa di appoggio non adeguatamente fissata, che si estende mentre il veicolo è in marcia, sono enormi.

Eventuali attrezzature non fissate come cinghie, funi, teloni, ecc. vanno inoltre posizionate in modo da non arrecare danno agli altri utenti della strada. È buona pratica disporre di un vano separato in cui conservare in sicurezza questi articoli quando non vengono utilizzati. Se invece vengono tenuti nell'abitacolo, devono essere riposti in modo da non interferire con i comandi del conducente.

2. Struttura del veicolo

Le norme europee EN 12640, EN 12641, EN 12642 e EN 283 illustrano i requisiti relativi alla struttura del veicolo e ai punti di ancoraggio delle unità di carico (CTU, cargo transport unit), ai veicoli e alle casse mobili, come descritto di seguito.

La quantità di sistemi di fissazione del carico nelle varie CTU dipende dal tipo di carico e dalla resistenza delle pareti laterali, della parete anteriore e della parete posteriore.

Confronto tra i requisiti di resistenza delle pareti laterali, della parete anteriore e della parete posteriore delle CTU.

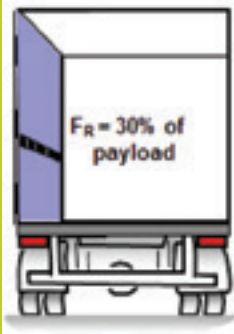
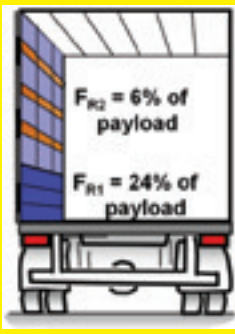
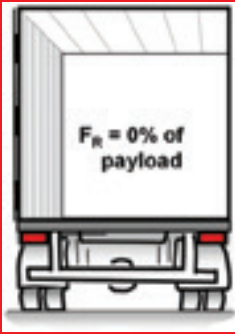
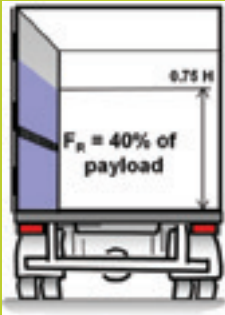
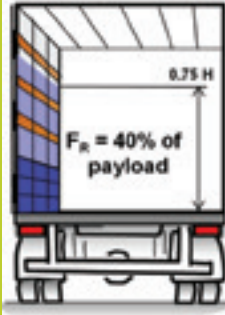
	VEICOLO A PARETI PIENE	VEICOLO TELONATO/ DOTATO DI STECCHE (CON FIANCATE INCERNIERATE)	VEICOLO TELONATO
			
EN 12642 L			
	Parete anteriore: $F_R = 40\%$ del carico utile P, max 5000 daN Parete posteriore: $F_R = 25\%$ del carico utile P, max 3100 daN		
EN 12642 XL			
	Parete anteriore: $F_R = 50\%$ del carico utile P Parete posteriore: $F_R = 30\%$ del carico utile P		

Figura 6: requisiti di resistenza di varie CTU

I veicoli su sfondo verde dispongono di pareti laterali robuste, quelli su sfondo giallo solo di pareti per il bloccaggio sul fondo, mentre le pareti dei veicoli su sfondo rosso devono essere considerate

unicamente come protezioni dalle intemperie. Di seguito viene descritto l'utilizzo pratico dei diversi valori di resistenza.

Nota: se le pareti laterali servono unicamente a bloccare il carico, è importante utilizzare il tipo e il numero di listelli indicati sul certificato di prova. I listelli vanno posizionati in modo che il peso del carico si distribuisca sulle parti portanti delle pareti laterali: stecche, trave del tetto e pianale.

2.1. PARETI LATERALI

I veicoli sono raggruppati nelle categorie di seguito indicate a seconda della resistenza delle pareti laterali:

- EN 12642 XL con resistenza pari al 40% del carico utile (0,4 P);
- EN 12642 L con resistenza pari al 30% del carico utile (0,3 P);
- nessuna resistenza; 0% del carico utile.

Pareti laterali - EN 12642 XL

Le pareti laterali realizzate in conformità alla norma EN 12642 XL sono testate per assorbire una forza pari al 40% del carico utile (0,4 P), distribuito uniformemente sulla lunghezza e su almeno il 75% dell'altezza interna della parete laterale. L'accelerazione di progetto in direzione laterale è di 0,5 g. Quindi, se il coefficiente di attrito è pari ad almeno 0,1, le pareti laterali hanno una resistenza sufficiente a sopportare le forze laterali di un carico utile completo.

Pareti laterali - EN 12642 L

Le pareti laterali in un rimorchio a pareti piene, realizzate in conformità alla norma EN 12642 L, sono testate per assorbire una forza pari al 30% del carico utile (0,3 P), distribuito uniformemente sulla lunghezza e sull'altezza della parete laterale. L'accelerazione di progetto in direzione laterale è di 0,5 g. Quindi, se il coefficiente di attrito è pari ad almeno 0,2, le pareti laterali hanno una resistenza sufficiente a sopportare le forze laterali di un carico utile completo.

***Nota:** le pareti laterali in un veicolo telonato realizzate in conformità alla norma EN 12642 L sono considerate unicamente come una protezione dalle intemperie.*

Pareti laterali - Nessuna resistenza

Quando il carico viene trasportato in un'unità sprovvista di pareti laterali robuste e resistenti, l'intero peso va fissato per evitarne spostamenti laterali per mezzo di ancoraggi in conformità alla Guida rapida all'ancoraggio.

2.2. PARETE ANTERIORE

La parete anteriore può avere i seguenti valori di resistenza:

- EN 12642 XL con resistenza pari al 50% del carico utile (0,5 P);
- EN 12642 L con resistenza pari al 40% del carico utile (0,4 P), max 5000 daN;
- CTU non contrassegnate o carichi non stivati con fissaggio sulla parete anteriore, 0% del carico utile.

I coefficienti di attrito sono conformi a EN 12195-1:2010.

Parete anteriore - EN 12642 XL

La parete anteriore realizzata in conformità alla norma EN 12642 XL è in grado di assorbire una forza pari al 50% del carico utile (0,5 P). L'accelerazione di progetto in avanti è di 0,8 g. Quindi, se il coefficiente di attrito è pari ad almeno 0,3, la parete anteriore ha una resistenza sufficiente a sopportare le forze dirette in avanti di un carico utile completo.

Parete anteriore - EN 12642 L

Le pareti anteriori realizzate in conformità alla norma EN 12642 L sono in grado di sopportare una forza pari al 40% del carico utile dei veicoli (0,4 P). 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. Relativamente a questo limite, la tabella 1 seguente mostra il peso del carico in tonnellate che può essere bloccato contro una parete anteriore con una resistenza limitata di 5 000 daN per diversi coefficienti di attrito. Se la massa del carico è superiore al valore riportato in tabella, occorre predisporre sistemi di fissazione supplementari.

Coefficiente di attrito μ	Massa di carico bloccabile contro la parete anteriore in avanti (tonnellate)
0,15	7,8
0,20	8,4
0,25	9,2
0,30	10,1
0,35	11,3
0,40	12,7
0,45	14,5
0,50	16,9
0,55	20,3
0,60	25,4

Tabella 1

Parete anteriore - Nessuna resistenza

Quando il carico viene trasportato in un'unità di trasporto provvista di una parete anteriore senza resistenza o quando non viene stivato con fissaggio sulla parete anteriore, l'intero peso va fissato per evitarne lo spostamento in avanti, ad esempio per mezzo di ancoraggi in conformità alla Guida rapida all'ancoraggio.

2.3. PARETE POSTERIORE

La parete posteriore può avere i seguenti valori di resistenza:

- EN 12642 XL con resistenza pari al 30% del carico utile (0,3 P);
- EN 12642 L con resistenza pari al 25% del carico utile (0,25 P), max 3 100 daN;
- CTU non contrassegnate o carichi non stivati con fissaggio sulla parete posteriore, 0% del carico utile.

I coefficienti di attrito sono conformi a EN 12195-1:2010.

Parete posteriore - EN 12642 XL

La parete posteriore realizzata in conformità alla norma EN 12642 XL è in grado di assorbire una forza pari al 30% del carico utile (0,3 P). L'accelerazione di progetto all'indietro è di 0,5 g. Quindi, se il coefficiente di attrito è pari ad almeno 0,2, la parete posteriore ha una resistenza sufficiente a sopportare le forze dirette all'indietro di un carico utile completo.

Parete posteriore - EN 12642 L

Le pareti posteriori realizzate in conformità alla norma EN 12642 L sono in grado di sopportare una forza pari al 25% del carico utile dei veicoli (0,25 P). Tuttavia, nel caso di veicoli con un carico utile superiore a 12,5 tonnellate, il requisito di resistenza è limitato a una forza di 3 100 daN. Relativamente a questo limite, la tabella 2 che segue mostra il peso del carico in tonnellate che può essere bloccato contro una parete posteriore con una resistenza limitata di 3 100 daN per diversi coefficienti di attrito. Se la massa del carico è superiore al valore riportato in tabella, occorre predisporre sistemi di fissazione supplementari.

Coefficiente di attrito μ	Massa di carico bloccabile contro la parete posteriore all'indietro (tonnellate)
0,15	9,0
0,20	10,5
0,25	12,6
0,30	15,8
0,35	21,0
0,40	31,6

Tabella 2

Parete posteriore - Nessuna resistenza

Quando il carico viene trasportato in un'unità di trasporto provvista di una parete posteriore senza resistenza o quando non viene stivato con fissaggio sulla parete posteriore, occorre fissare l'intero peso al fine di impedirne lo spostamento all'indietro utilizzando ancoraggi in conformità alla Guida rapida all'ancoraggio o istruzioni alternative, a condizione che sia possibile verificare il raggiungimento di un livello di sicurezza equivalente.

Fissazione contro porte

Quando le porte sono progettate per fornire una resistenza di bloccaggio definita, possono essere considerate come una valida limitazione spaziale del carico a patto che questo venga stivato in modo da evitare carichi dinamici sulle porte e da impedire la caduta del carico all'esterno quando si aprono le porte.

2.4. LISTELLO FERMACARICO

Il listello fermacarico è estremamente utile per evitare lo scivolamento dalla piattaforma in direzione laterale. Secondo la norma EN 12642:2006 i listelli devono avere un'altezza di almeno 15 mm e sopportare una forza pari a 0,4 del carico utile (P).

2.5. MONTANTI

I montanti sono spesso molto utili per fissare il carico. Possono essere saldati alla sovrastruttura del veicolo, ma nella maggior parte dei casi sono montati in fori specifici all'interno della sovrastruttura. I montanti vengono utilizzati sui due lati del veicolo per fissare carichi in direzioni trasversali

mediante bloccaggio (cfr. capitolo 5). Alcuni pali posizionati in sequenza in direzione longitudinale al centro della larghezza della piattaforma di carico risultano estremamente utili, ad esempio per una combinazione di bloccaggio ed ancoraggio ad anello. In molti veicoli è possibile utilizzare i pali per il bloccaggio in avanti. Vengono posizionati uno o più pali proprio davanti al carico e si potrebbe di preferenza utilizzare un ancoraggio in alto per sostenere i pali.



Figura 7: montanti utilizzati per il bloccaggio in avanti

Un montante può essere utilizzato per il bloccaggio, uno dei metodi di fissazione del carico. Per applicare questo metodo occorre conoscere la capacità di resistenza del montante alle forze. Questa capacità dipende dal tipo di carico (carico concentrato, carico distribuito o entrambi) e dall'effetto leva. La capacità di bloccaggio di riferimento (RBC, reference blocking capacity) in una determinata direzione di un palo montato rappresenta il carico massimo distribuito uniformemente in sicurezza sul fondo a 1 m dal montante stesso. Il valore RBC tiene quindi conto della robustezza del montaggio. Questa capacità di bloccaggio di riferimento può essere utilizzata per verificare se il palo è in grado di resistere a una forza specifica nota con uno specifico valore di leva. Le formule per calcolare la forza massima $F_{\max}$ nel caso di un carico distribuito o di un carico concentrato sono illustrate nella figura 8.

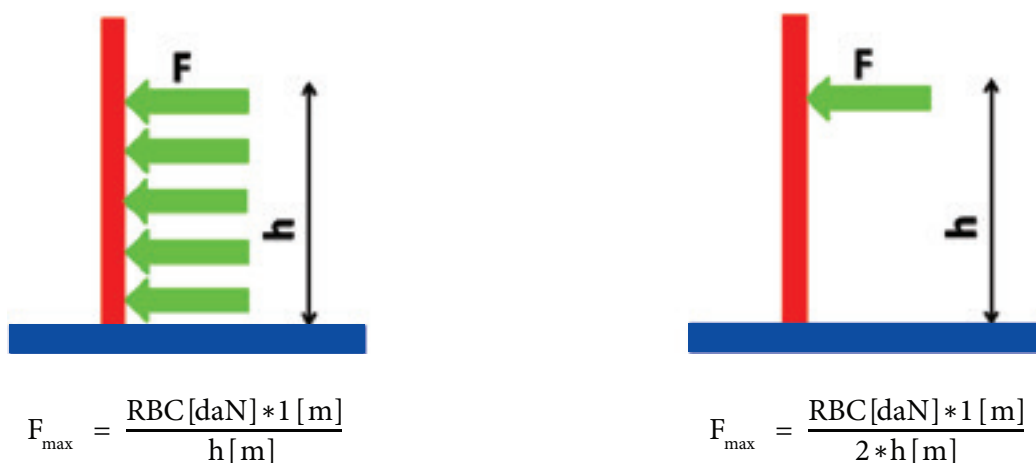


Figura 8: calcolo della forza massima $F_{\max}$

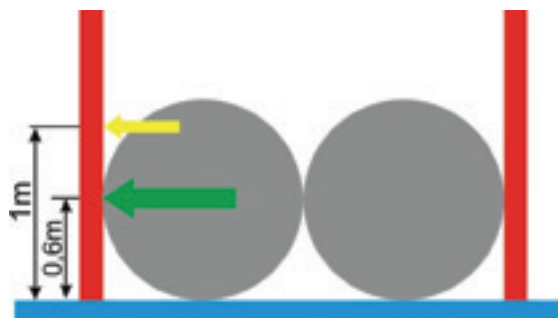
Il valore RBC dei montanti varia da 250 a 10 000 daN ed è molto difficile da definire poiché dipende dalla resistenza del materiale, dalla sua sezione e dalla robustezza del montaggio. Il valore RBC deve quindi essere certificato dal costruttore del veicolo. I montanti non devono essere utilizzati su veicoli di tipo diverso da quello per cui sono stati progettati e testati.

La capacità di bloccaggio RBC di un montante posato non dipende dall'altezza del palo, a condizione che la sezione sia la stessa. Si possono utilizzare montanti di altezze diverse senza la necessità di test o certificazioni supplementari.

In alcuni casi i montanti sono collegati tra loro, ad esempio due montanti ciascuno su un lato del veicolo sono collegati nella parte superiore per mezzo di una catena. La capacità di bloccaggio totale del sistema completo, inclusi i due montanti e la catena, deve essere testata e non può essere calcolata in base alle singole capacità di bloccaggio dei due pali.

Esempi di calcolo per i montanti:

Esempio 1: due tubi con la stessa massa, diametro 1,2 m. Sono presenti due coppie di montanti, ciascuna con un RBC di 1 800 daN. Qual è la massa massima dei tubi che i montanti sono in grado di sopportare in questa configurazione? Questi tubi applicano un carico concentrato. Quindi si deve selezionare la formula a destra in alto.



La forza massima $F_{\max}$ è dunque pari a 3 000 daN. Considerando che un tubo è un carico che potrebbe ribaltarsi, il limite applicabile per lo spostamento laterale è di 0,6 g.

$$F_{\max} = \frac{2 \cdot 1800 [\text{daN}] \cdot 1 [\text{m}]}{2 \cdot 0,6 [\text{m}]} = 3000 [\text{daN}]$$

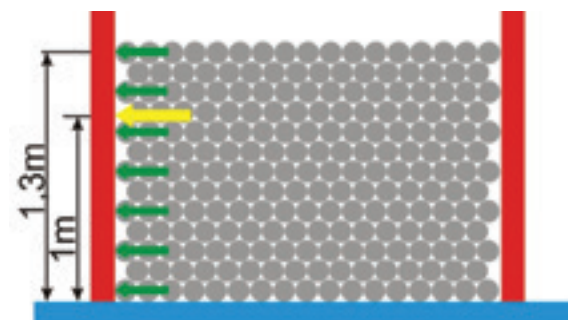
Figura 9: calcolo di $F_{\max}$

$$3000 / 0,6 = 5000$$

Approssimativamente, i due tubi insieme possono avere una massa massima di 5 tonnellate.

Esempio 2: numerosi tubi impilati a un'altezza di 1,3 m.

Sono presenti due coppie di montanti, ciascuna con un RBC di 1 800 daN. Qual è la massa massima dei tubi che i montanti sono in grado di sopportare in questa configurazione? Questi tubi applicano un carico distribuito, pertanto si deve applicare la formula a sinistra in alto.



La forza massima $F_{\max}$ è dunque pari a 2 769 daN. Considerando che un tubo è un carico che potrebbe ribaltarsi, il limite applicabile per lo spostamento laterale è di 0,6 g.

$$F_{\max} = \frac{2 \cdot 1800 [\text{daN}] \cdot 1 [\text{m}]}{1,3 [\text{m}]} = 2769 [\text{daN}]$$

Figura 10: calcolo di $F_{\max}$

$$2769 / 0,6 = 4615$$

Approssimativamente, questi tubi insieme possono avere una massa massima di 4,6 tonnellate.

2.6. PUNTI DI ANCORAGGIO



Figura 11: barra di ancoraggio

Un punto di ancoraggio è un dispositivo di fissazione specifico su un veicolo cui può essere collegato un ancoraggio, una catena o un cavo di acciaio. Un punto di ancoraggio può essere ad esempio una maglia ovale, un gancio, un anello, una spalla di ancoraggio.

Punto di attacco è un termine più generale. I punti di attacco includono punti di ancoraggio, la struttura del veicolo e guide o tavole per fissare montanti, tavole di bloccaggio, ...

I punti di ancoraggio nelle unità di carico vanno posizionati a coppie, uno di fronte all'altro, lungo i lati lunghi con una distanza di 0,7-1,2 m in direzione longitudinale e a un massimo di 0,25 metri dal bordo esterno. Si preferiscono barre di ancoraggio continue. Ciascun punto di ancoraggio deve resistere almeno alle seguenti forze di ancoraggio, entro i limiti previsti dalla norma EN12640:

Massa totale del veicolo in tonnellate	Resistenza del punto di ancoraggio in daN
Da 3,5 a 7,5	800
Da oltre 7,5 a 12,0	1 000
Oltre 12,0	2 000*

*(si raccomanda in generale 4 000 daN)

Tabella 3

Punti di ancoraggio in buono stato su un veicolo in buono stato sono considerati conformi ai requisiti riportati nella tabella 3 di cui sopra, anche in assenza di certificazioni specifiche.

Di seguito vengono illustrati attacchi di ancoraggio sotto forma di tensionatori fissi e ganci montati sull'unità di carico.

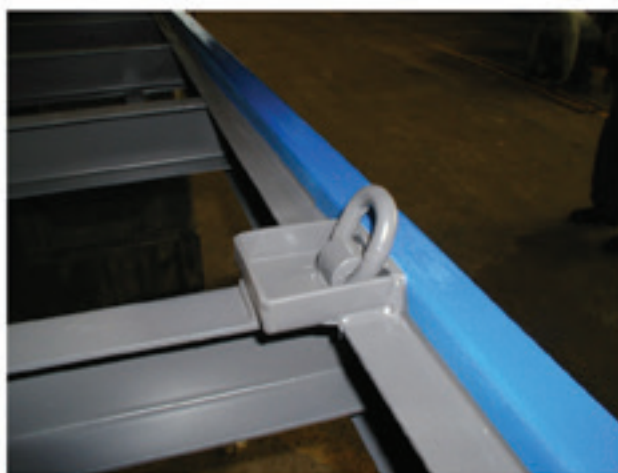
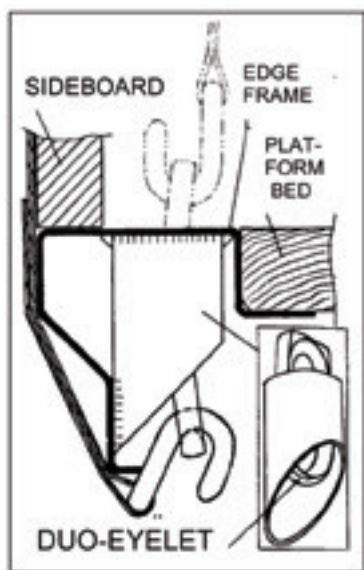


Figura 12: occhiello di ancoraggio

- Un carico di trazione superiore ai valori riportati nella tabella 3 è ammesso in tutte le direzioni o in una direzione specifica se il punto di ancoraggio è certificato in conformità alla norma e sul veicolo è presente un relativo contrassegno.

- Il carico ammesso su un punto di ancoraggio fisso può essere notevolmente inferiore rispetto alla resistenza del punto stesso. Se si utilizza un punto di ancoraggio, occorre distinguere chiaramente tra un certificato del punto di ancoraggio e un certificato del punto di ancoraggio fisso secondo la norma EN12640. Alcuni punti di ancoraggio sono certificati a fini di sollevamento ma resistono difficilmente alle forze esercitate nella direzione di un ancoraggio.
- I punti di ancoraggio utilizzati per l'ancoraggio di carichi pesanti rappresentano un problema rilevante. In taluni casi si utilizzano varie catene o ancoraggi per contenere un carico pesante in un'unica direzione. Ogni catena o ancoraggio, per contenere il carico in quella direzione, è fissato a un punto di ancoraggio. Nella maggior parte dei casi le forze di inerzia causano forze disomogenee su detti punti di ancoraggio. È preferibile utilizzare un unico punto di ancoraggio rigido.
- In taluni casi sono montati sulla struttura punti di ancoraggio a cricchetto non conformi alle norme EN12640 o EN12195-2. Poiché sono disponibili in dimensioni e tipologie diverse, non è noto un valore minimo di resistenza generico. Questo tipo di punto di ancoraggio può essere utilizzato in base alle specifiche riportate sul certificato di prova.

La struttura del veicolo va considerata altamente rigida ed è in grado di resistere a forze elevate. In taluni casi è pertanto possibile utilizzarla per la fissazione del carico in combinazione con opportune attrezzature quali:

- la trave longitudinale a destra e a sinistra sotto la piattaforma di carico di numerosi veicoli può essere utilizzata per fissare un gancio di ancoraggio per attrito e ancoraggi ad anello.
- Il numero di ancoraggi fissati alla trave longitudinale e la loro forza di ancoraggio totale devono essere adeguati onde evitare deformazioni alla carrozzeria del veicolo;
- i componenti strutturali di un carrellone possono essere utilizzati per fissare i ganci delle catene.

È possibile utilizzare altri punti di attacco in conformità alle linee guida del produttore e con i carichi certificati che sono in grado di sopportare.

- I fori di attacco posti nei profili sinistro e destro della piattaforma di carico sono in grado di resistere a forze elevate nella maggior parte delle direzioni. In mancanza di linee guida del produttore è possibile caricare due fori di attacco per ogni metro, con le forze indicate nella tabella 3.
- Le guide presenti nella piattaforma di carico, sul tetto del veicolo e nelle pareti laterali sono in grado di sopportare forze elevate in direzione longitudinale, ma praticamente non resistono a forze trasversali alla superficie a cui sono fissati. Pertanto, se non diversamente indicato dal produttore, non devono essere utilizzate in combinazione con gli ancoraggi ma con barre di bloccaggio speciali come da specifiche contenute nel certificato di prova. Nel paragrafo 4.3 sono descritte le tipologie comuni di barre di bloccaggio e le relative limitazioni.



Figura 13: foro di ancoraggio nel profilo laterale

2.7. ATTREZZATURE SPECIFICHE

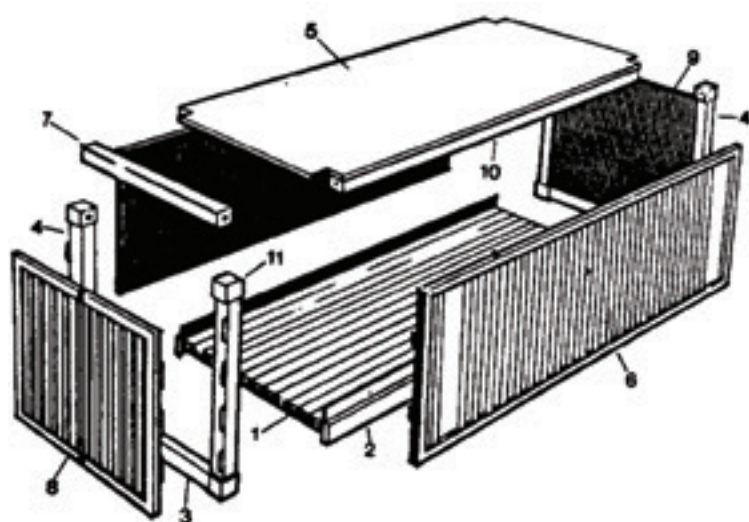
Per alcuni tipi di carico vengono utilizzati veicoli apposti dotati di attrezzature di fissazione specifiche. Il costruttore è tenuto a certificare la resistenza del veicolo in conformità alla norma EN12642 e la resistenza delle attrezzature specifiche in conformità alla norma EN12195-2/4. Tale veicolo e le relative attrezzature devono essere utilizzati come indicato nelle linee guida del costruttore.

In caso di trasporti eccezionali la fissazione del carico può risultare molto complessa e necessitare dell'analisi di un esperto. La deformazione del veicolo, del carico e delle attrezzature di fissazione può determinare forze impreviste, in particolare durante le manovre.



Figura 14: lastre di acciaio trasportate con un'inclinazione di 45°

2.8. CONTAINER ISO (ISO 1496-1)



- 1 Pavimento
- 2 Elemento di base
- 3 Soglia
- 4 Montante d'angolo
- 5 Tetto
- 6 Profilo della parete
- 7 Intelaiatura superiore della porta
- 8 Chiusura posteriore
- 9 Parete di fondo
- 10 Elemento del tetto
- 11 Attacco a fazzoletto

Figura 15: vista in esploso della struttura di un container

2.8.1. Pareti di fondo

In conformità alla norma ISO la parete anteriore e quella posteriore (porte posteriori) devono sopportare entrambe un carico interno (forza) pari al 40% del peso massimo del carico, distribuito uniformemente sull'intera superficie della parete di fondo (superficie della porta).

2.8.2. Pareti laterali

Le pareti laterali devono sopportare un carico interno (forza) pari al 60% del peso massimo del carico, distribuito uniformemente sull'intera parete.

2.8.3. Punti di attacco e di ancoraggio

La maggior parte dei container portacarichi generici dispone di un numero limitato di anelli o di barre di ancoraggio. Quando sono presenti anelli di ancoraggio, i punti di attacco in basso hanno

una capacità di ancoraggio pari ad almeno 1 000 daN in qualsiasi direzione. I container di recente costruzione in molti casi hanno punti di attacco con una capacità di ancoraggio pari a 2 000 daN. I punti di ancoraggio in corrispondenza delle guide superiori hanno una capacità di ancoraggio di almeno 500 daN.

2.8.4. Twistlock

I blocchi girevoli, i cosiddetti “twistlock”, sono elementi noti per il fissaggio di un container a un rimorchio. Si tratta sostanzialmente di un perno posizionato in un foro all’interno del carico. Il movimento del carico risulta impossibile data la forma della giunzione. Per motivi di sicurezza occorre utilizzare sempre un sistema atto ad evitare l’allentamento di questo tipo di bloccaggio.

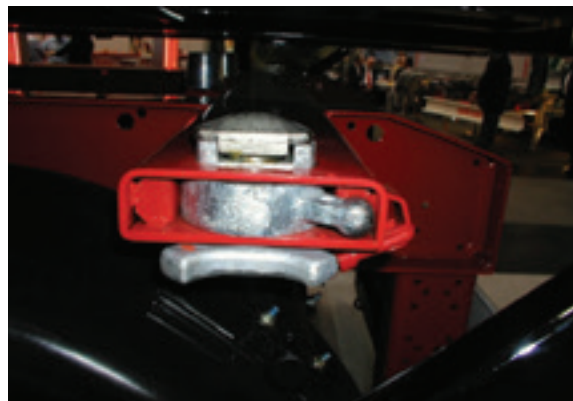


Figura 16: twistlock



Figura 17: twistlock con container

Anche per i container ISO sono disponibili varie tipologie di twistlock, retrattili o non retrattili, ad azionamento manuale o automatico. I twistlock possono anche essere utilizzati per altri carichi tipo container. Alcuni veicoli per il trasporto di gabbie contenenti bombole di gas fanno uso di twistlock per fissare le gabbie alla piattaforma di carico.

2.9. CASSE MOBILI

I valori relativi alla forza di carico delle casse mobili sono descritti nella norma EN283, i cui requisiti corrispondono in pratica a quelli relativi alla struttura dei veicoli di trasporto illustrati nella norma EN12642 codice L (cfr. le precedenti sezioni 2.1–2.3).



Figura 18: cassa mobile

3. Imballaggio

3.1. MATERIALI DI IMBALLAGGIO

Spesso i carichi destinati al trasporto su strada sono imballati. La convenzione CMR relativa al trasporto di merci su strada non richiede la presenza di imballaggi ma solleva il vettore da ogni responsabilità in caso di perdita o danni, se il carico non è correttamente imballato. In funzione del tipo di prodotto e della modalità di trasporto, l'imballaggio può servire come protezione dalle intemperie, sostenere il prodotto durante le operazioni di carico e scarico, evitare danni ai prodotti e consentire un'efficace fissazione dei carichi.

Per i prodotti di grandi dimensioni (ad esempio i macchinari) vengono utilizzati imballaggi speciali quali piattaforme atte a sostenere i prodotti e una copertura che può essere rigida o flessibile.

Per i prodotti più piccoli vengono utilizzati vari livelli di imballaggio:

- l'imballaggio primario è rappresentato dalle confezioni che racchiudono i prodotti, come latine, scatole per biscotti, bottiglie per bevande, ...;
- l'imballaggio secondario può essere utilizzato per semplificare le operazioni di movimentazione e manipolazione, come vassoi che contengono 12 scatole di biscotti, cestelli da 24 bottiglie, ... I prodotti muniti di imballaggi secondari vengono spesso definiti "prodotti fardellati";
- l'imballaggio terziario, spesso chiamato imballaggio per il trasporto: questo livello ha lo scopo di garantire una manipolazione e un trasporto semplici e sicuri. L'imballaggio per il trasporto include pallet (in legno, plastica, materiali misti, eccetera), fogli interfalda (cartone corrugato, pannello di fibre, fogli antisdrucchiolo, carta rivestita, cartone multiplex, ...) proteggi-angoli (in cartone o multi-materiale), reggette (PE, PP, PET, fibra di vetro o acciaio), film (cappuccio elastico, film estensibile, film retrattile), casse (cartone corrugato, plastica, alluminio, legno o acciaio). Anche vari tipi di colla e materiali di fardaggio vengono classificati come imballaggi per il trasporto.

L'imballaggio per il trasporto deve resistere alle forze esterne che agiscono sull'unità di carico. L'entità, la posizione e la durata di queste forze dipendono dal metodo di fissazione utilizzato. In altre parole, la rigidità dell'imballaggio per il trasporto influisce notevolmente sul metodo consigliato di fissazione del carico. Se l'imballaggio per il trasporto non è sufficientemente robusto da mantenere in posizione l'unità di carico senza deformazioni dovute alle forze che si verificano durante il trasporto, si deve utilizzare il metodo di "bloccaggio generale".

La rigidità di un'unità di carico dipende in larga misura da tutti i livelli dell'imballaggio: l'imballaggio secondario, l'imballaggio primario e il prodotto stesso possono influire sul comportamento di un'unità di carico (ad esempio un'unità di carico costituita da bottiglie in PET ha un comportamento molto più flessibile se le bottiglie contengono acqua naturale invece che acqua gassata). Si ritiene comunque che l'imballaggio di trasporto irrigidisca un'unità di carico. L'imballaggio per il trasporto a cassa è concepito per resistere a specifiche forze orizzontali indicate dal produttore. È anche possibile irrigidire molte unità di carico applicando opportunamente reggette e/o film.

Di seguito vengono descritti materiali specifici per gli imballaggi di trasporto in grado di contribuire all'irrigidimento delle unità di carico.

3.1.1. Film retrattile

Il film retrattile è un particolare tipo di film piuttosto spesso, disponibile sotto forma di guaina o film piano avvolto su un rotolo. Una guaina di larghezza superiore all'unità di carico da imballare viene infilata sull'unità stessa. Il film piano può essere avvolto intorno all'unità di carico. Il film intorno all'unità di carico viene riscaldato nella maggior parte dei casi con aria calda. Questo particolare tipo di film si ritrae intorno all'unità di carico e, se correttamente applicato, può risultare molto efficace per l'irrigidimento di un'unità di carico. Viene spesso utilizzato per mattoni, alcuni fertilizzanti in sacco eccetera. L'impiego del film retrattile in Europa è in diminuzione, soprattutto a causa del costo relativamente elevato e del rischio di incendio durante l'applicazione. Il vantaggio principale di un film retrattile è rappresentato dal fatto che può essere applicato manualmente e contratto utilizzando un semplice cannello a gas.

3.1.2. Cappucci elastici

Un cappuccio elastico è costituito da un materiale in film che si ritrae dopo lo stiramento. Viene utilizzato sotto forma di guaina di dimensioni inferiori all'unità di carico. Per stirare la guaina ed infilarla sull'unità di carico occorre utilizzare un macchinario speciale. Questo sistema è stato sviluppato come protezione dalle intemperie per le unità di carico e può essere applicato in automatico a velocità elevate. L'applicazione manuale non è possibile poiché le forze necessarie per stirare il film sono troppo elevate. Se opportunamente progettato e applicato, un cappuccio elastico è in grado di conferire un ottimo irrigidimento all'unità di carico. Per i prodotti stratificati il cappuccio elastico deve essere stirato in direzione verticale durante l'applicazione. I vantaggi principali sono rappresentati da velocità elevata, applicazione automatizzata, protezione ottimale dalle intemperie e costi inferiori ai cappucci termoretrattili. Lo svantaggio principale è invece la bassa flessibilità: per ogni misura dell'unità di carico occorre una specifica misura del cappuccio con specifici parametri di applicazione. Un cappuccio di alcuni centimetri più largo rispetto al valore ottimale non è in grado di irrigidire a sufficienza l'unità di carico.

3.1.3. Film estensibile

Il film estensibile è un film molto sottile (da 10 a 30 micron) di norma fornito sotto forma di bobine con una larghezza di 50 cm. Viene avvolto intorno ad un'unità di carico tramite un'avvolgitrice che stira il film due volte. Il primo stiramento avviene tra due rulli dell'avvolgitrice, il secondo tra il secondo rullo e l'unità di carico. Oltre alla prima e alla seconda deformazione, sono molti altri i parametri critici per l'ottenimento di un'unità di carico rigida: sovrapposizione, numero di giri in funzione dell'altezza, velocità di avvolgimento, percentuale di ritiro, tipo di film. Il film estensibile è in grado di irrigidire quasi tutti i tipi di unità di carico scegliendo i parametri più appropriati. Gli svantaggi principali sono rappresentati dall'impossibilità di un'applicazione manuale corretta e di una perfetta protezione dalle intemperie, nonché dall'eventualità che i parametri necessari siano molto diversi per cambiamenti minimi nei prodotti imballati.

3.1.4. Film pre-stirato



Figura 19: insufficiente fissazione del carico solo con film estensibile

Il film pre-stirato è il tipo di imballaggio per il trasporto più utilizzato. Viene venduto di solito i bobine da 50 cm di larghezza ed è molto simile al film estensibile stirato tra due rulli. Viene avvolto intorno a un'unità di carico in modo manuale o con un'avvolgitrice estremamente semplice. Quando il film viene applicato manualmente, manca la seconda deformazione e la forza tra il carico e il film è pressoché assente. In tal modo è possibile evitare il crollo di colonne di prodotti, pur senza poter impedire lo scorrimento tra gli strati. Il film pre-stirato non deve quindi essere utilizzato per l'irrigidimento manuale delle unità di carico.

3.1.5. Reggette

Le reggette sono elementi ben noti e possono essere in PP, PET, PE, acciaio e materiali rinforzati con fibre di vetro. Possono essere applicate manualmente o automaticamente su un piano orizzontale o verticale intorno all'unità di carico. L'effetto delle reggette dipende notevolmente dai prodotti da irrigidire. Le reggette sono molto utili per evitare l'inclinazione di parti del carico e sono in grado di evitare lo scorrimento spingendo insieme tra loro gli strati ed incrementando l'attrito. Occorre tuttavia tenderle molto bene. In molti casi le reggette tendono a danneggiare i prodotti se non viene applicata un'opportuna protezione per gli angoli. Il vantaggio principale delle reggette è rappresentato dai costi estremamente ridotti, mentre lo svantaggio principale delle reggette in PP, PET e PE consiste nella tendenza a perdere, con il tempo, la tensione cui sono sottoposte. Occorre prendere opportune precauzioni per evitare situazioni pericolose quando si tagliano le reggette.

3.1.6. Reti

Le reti possono essere utilizzate per mantenere in posizione i prodotti su un pallet. Il vantaggio principale delle reti rispetto a film e reggette è che la rete può essere aperta per rimuovere o aggiungere prodotti e successivamente può essere chiusa con facilità. Sebbene esistano sistemi intelligenti per tendere la rete intorno al prodotto e compattare i prodotti su un pallet, è praticamente impossibile evitare la deformazione dovuta alle forze di inerzia durante il trasporto su strada. A parte la combinazione di una rete particolare per una classe di prodotti specifica, non si può ritenere che una rete rappresenti una soluzione adatta per l'imballaggio di trasporto.

3.2. METODI DI IMBALLAGGIO

Per la fissazione del carico e per garantire la rigidità delle unità di carico vengono utilizzati due metodi di imballaggio principali finalizzati a evitare deformazioni eccessive nelle unità stesse: l'imballaggio basato sulla forma e l'imballaggio basato sulla forza. L'imballaggio basato sulla forma è di norma preferibile per motivi di sicurezza, ma non è sempre realizzabile a livello economico.

3.2.1. Imballaggio per il trasporto basato sulla forma

I prodotti vengono posizionati in una scatola rigida tipo container e tutti gli eventuali spazi vuoti vengono riempiti per evitare lo spostamento dei prodotti nel container. Le pareti del container

possono essere chiuse o avere una struttura aperta. Possono inoltre essere fisse o pieghevoli. I container in acciaio sono solitamente destinati al trasporto di specifiche tipologie di prodotti (ad esempio nell'industria automobilistica). I pallet a cassa in plastica sono una combinazione di un pallet e una cassa. Spesso viene usata una cassa rettangolare, esagonale o ottagonale in cartone corrugato, fissata su un pallet in legno o plastica. I container su ruote vengono utilizzati nella distribuzione e in svariati settori industriali e possono essere muniti di ruote fisse o orientabili.

I produttori di questo tipo di imballaggi di trasporto a cassa sono tenuti a specificare la massima forza statica orizzontale distribuita a cui le pareti della cassa possono resistere in totale sicurezza, senza ulteriori ausili di supporto. Fintantoché la forza effettiva che agisce sulle pareti della cassa – derivante dalle massime forze di inerzia durante il trasporto – è minore di questa forza massima di sicurezza, la scatola può essere fissata analogamente agli altri container rigidi.

In molti casi tutti gli spostamenti dei prodotti nel container vengono impediti per evitare danni agli stessi. Tuttavia, anche se non si prevedono danni ai prodotti, occorre impedirne qualsiasi spostamento nel container per garantire un trasporto sicuro. L'energia cinetica che si forma durante lo spostamento può determinare un'elevata forza d'impatto sulla parete del container. Anche se il container resiste alla forza, questa potrebbe compromettere la stabilità del veicolo.

3.2.2. Imballaggio di trasporto basato sulla forza

L'imballaggio per mezzo di film e/o reggette viene considerato un imballaggio basato sulla forza, anche se altri effetti possono coadiuvare l'azione di rinforzo.

Quando un prodotto è soggetto a forze di inerzia orizzontali, tende a scivolare e a inclinarsi. Spesso vari strati di prodotti o sacchi fardellati vengono posizionati su un pallet. In questo caso si possono verificare vari tipi di anomalie e l'imballaggio per il trasporto deve essere in grado di fornire le forze atte ad impedirle.

- Lo scorrimento di tutti gli strati sul pallet: può essere impedito aumentando l'attrito tra il pallet e il carico e/o utilizzando un film adatto nella zona superiore del pallet e nella zona inferiore del carico. In taluni casi lo scorrimento viene impedito mediante fusti (ad esempio cestelli di birra su pallet in plastica o legno) oppure utilizzando una tavola di legno (trasformando così l'imballaggio basato sulla forza in un imballaggio basato sulla forma). Impedire lo scorrimento con un film è praticamente impossibile se vi è un attrito ridotto tra il pallet e il carico (e se il carico è molto più piccolo del pallet).
- Lo scorrimento tra gli strati può essere impedito aumentando l'attrito, utilizzando un film adatto, applicando colla tra gli strati. Gli strati possono essere incastrati su altri strati (ad es. nel caso di cestelli per bevande). Sul mercato sono disponibili fogli interfalda ad attrito elevato. Occorre notare che i fogli interfalda in cartone corrugato non trattato o pannello di fibre tendono ad aumentare il rischio di scorrimento.
- Sollevamento di uno o più strati: se viene impedito lo scorrimento, è possibile che uno o più strati si inclinino intorno ad uno dei bordi inferiori dello strato in questione. Questo effetto di sollevamento ha come conseguenza l'annullamento dell'attrito tra gli strati e il rilascio di alcuni sistemi a scatto, con conseguente deformazione praticamente illimitata dell'unità di carico. Il sollevamento può essere impedito mediante reggette o un film opportunamente applicato.
- Anche impedendo lo scorrimento e l'inclinazione, gli strati tenderanno comunque a scorrere e a inclinarsi. Questo può determinare elevate forze di compressione verticali in alcune zone del carico, con conseguente improvvisa caduta del prodotto o dell'imballaggio primario o

secondario. Questa modalità di errore può essere evitata solo modificando l'imballaggio primario e/o secondario. È importante sottolineare che l'ancoraggio a terra (vedere capitolo 5) aumenta il rischio di questo tipo di caduta.

- Nell'inclinazione degli strati: tutti i prodotti di uno strato tendono a inclinarsi simultaneamente nella stessa direzione, con conseguente leggero incremento dell'ingombro dello strato in questione. Ciò significa che per evitare questa modalità di errore occorre applicare adeguate forze di trazione intorno allo strato. Se l'imballaggio secondario è sufficientemente rigido, queste forze di trazione possono essere create attraverso reggette o film opportunamente in tensione. Il metodo più vantaggioso è tuttavia la modifica del modello di impilamento o la modifica dell'imballaggio primario/secondario.
- Rottura: è ben noto che le forze di inerzia sono proporzionali alla massa dei prodotti da contenere. Quanto più il prodotto si trova in basso in un pallet, tanto più elevate saranno le forze di inerzia nella zona superiore. D'altro canto, anche le forze di contenimento del film di imballaggio spesso sono più elevate nella zona inferiore del pallet. Se la forza di contenimento dell'imballaggio non è proporzionale alle forze di inerzia, un carico su pallet può rompersi in due. Ciò può essere impedito aumentando la qualità dell'imballaggio nella zona in questione (incrementando la robustezza e/o l'attrito del film).

Variazioni minime dell'imballaggio primario, secondario o di trasporto possono determinare una diversa modalità di errore. Per evitare tutte queste modalità di errore è possibile applicare al carico delle forze tramite la presenza di film e/o reggette:

- forze orientate in basso aumentano le forze di contatto tra gli strati e tra lo strato inferiore e il pallet. Queste forze di contatto sono proporzionali all'attrito in un piano orizzontale;
- una forza circonferenziale a un'altezza specifica impedisce l'aumento dell'ingombro a tale altezza;
- in teoria, anche gli spostamenti tra gli strati possono essere evitati tramite le forze di taglio presenti nel film.

Poiché l'attrito tra gli strati e tra singoli prodotti o fardelli non è noto ed è influenzato dalla deformazione locale dei materiali, e poiché gli effetti dinamici sui carichi deformabili sono molto complessi, non si possono calcolare le forze di interazione necessarie tra film/reggette e carico. La rigidità di una specifica unità di carico non può essere valutata mediante ispezione (visiva) né misurando le forze nell'imballaggio di trasporto.

3.3. METODI DI PROVA DELL'IMBALLAGGIO

La rigidità di un'unità di carico può essere testata con una prova tipo. Poiché tutte le unità di carico tendono a deformarsi, una deformazione accettabile è stata descritta in dettaglio in specifiche norme relative all'imballaggio. È inoltre descritto il metodo per la quantificazione di diversi tipi di deformazione. La deformazione più consistente viene misurata in un piano parallelo alla piattaforma di carico e calcolata come percentuale dell'altezza dell'unità di carico (collocata su un pavimento orizzontale). Questa deformazione elastica deve essere inferiore al 10%, mentre la deformazione permanente post-prova deve essere minore di 6 cm e inferiore al 5%. I prodotti e gli imballaggi primari e secondari non devono mostrare deformazioni o danni permanenti.

È possibile utilizzare uno dei tre metodi di prova seguenti:

- in una prova di inclinazione la piattaforma di carico viene inclinata. Un angolo di inclinazione di $26,6^\circ$ corrisponde a una forza di inerzia di 0,5 g, mentre un angolo di inclinazione di $38,7^\circ$ corrisponde a 0,8 g (semplice approccio statico conformemente alla norma EN12195-1);
- con una prova di accelerazione a livello del pallet vengono applicate forze di inerzia per almeno 0,3 s. Una durata inferiore delle forze di inerzia potrebbe non determinare la massima deformazione permanente dell'unità di carico deformabile. Per includere gli effetti dinamici nella prova, l'accelerazione va applicata entro 0,05 s (approccio dinamico conformemente alla norma EUMOS40509);
- una prova di accelerazione a livello del veicolo. L'unità di carico viene posizionata su un veicolo condotto su una curva a S per generare una forza di inerzia di 0,5 g incluso l'effetto dinamico. Viene effettuata una frenata di emergenza per generare una forza di inerzia di 0,8 g. Requisiti maggiormente dettagliati oltre al metodo di misurazione sono descritti nella norma europea (approccio dinamico secondo la norma EN12642).

4. Attrezzature di fissazione

4.1. ANCORAGGI

Per il trasporto su strada vengono utilizzate molto spesso cinghie di tessuto o catene. Per particolari tipi di carico risulta vantaggioso l'impiego di funi in acciaio.

Tutti questi tipi di ancoraggi sono in grado di trasferire unicamente forze di trazione. La forza di trazione massima ammessa è espressa come capacità di ancoraggio (LC, lashing capacity). È una parte del carico di rottura ed è indicata in unità di forza, ossia chiloneuton (kN) o decanewton (daN).

4.1.1. Cinghie di tessuto

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.



Figura 20: cricchetto per cinghia di tessuto

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 (cfr. la figura).

L'utilizzo delle cinghie deve avvenire in base alle specifiche del produttore. Per la maggior parte dei tipi di carico il materiale della cinghia non è importante.

Il materiale della cinghia è riportato sull'etichetta. Un altro contrassegno importante è il valore STF relativo alla forza di trazione standard. Si tratta della forza di trazione nell'ancoraggio dopo la messa in tensione del cricchetto manualmente con una forza SHF 50 daN quando l'ancoraggio è teso linearmente tra due punti.

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

Altre informazioni da indicare sull'etichetta sono visibili nella figura 21.

Molti produttori indicano due valori per la LC: solo il valore inferiore è definito nella norma e va utilizzato nella formula di calcolo del capitolo 6. È praticamente impossibile effettuare un esame visivo della STF e della LC di una cinghia; l'etichetta risulta pertanto necessaria.

Alcune cinghie di tessuto sono concepite per essere messe in tensione con un verricello fissato al veicolo, nella maggior parte dei casi al di sotto della piattaforma di carico.



Figura 21: etichetta per cinghia di tessuto

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.

È possibile misurare la tensione effettiva (FT) di un ancoraggio. Alcuni ancoraggi vengono commercializzati con un indicatore di tensionamento integrato che permette una stima approssimativa dell'effettiva forza di tensione. Sono disponibili anche dispositivi di misurazione universali con funzionamento manuale per cinghie con una larghezza ± 50 mm, che consentono di misurare l'effettiva forza di tensione con una precisione superiore a 50 daN (figura 23). Tali dispositivi possono essere montati su una cinghia in tensione per la misurazione. È inoltre disponibile una versione elettronica di questi dispositivi, caratterizzata da una precisione ancora superiore. Per controllare le effettive forze di tensione si possono utilizzare anche celle di carico standard, che però possono essere montate solo contemporaneamente alla cinghia.



Figura 22: protezione su spigoli vivi



Figura 23: dispositivo per misurare la forza di tensione

Molto spesso le società di trasporto professionali utilizzano cinghie di tessuto in PES con una larghezza di 50 mm, con STF da 250 a 500 daN e LC da 1 600 a 2 000 daN. L'effettiva tensione in una cinghia di tessuto tesa con un cricchetto varia tra 0 e 600 daN. Sono disponibili, pur non venendo utilizzate di frequente, cinghie di tessuto con STF di 1 000 daN e LC di 10 000 daN.

A fini di calcolo la tensione effettiva FT deve essere misurata sul lato del tensionatore.

4.1.2. 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. La differenza principale rispetto alle catene di sollevamento è la presenza di un dispositivo di tensionamento, che può essere una parte fissa della catena (figura...) o un dispositivo separato che viene fissato lungo la catena da mettere in tensione (figura...). Sul mercato sono disponibili varie tipologie di dispositivi di tensionamento, per esempio a cricchetto e a tenditore. La norma EN 12195-3 specifica che i dispositivi di tensionamento devono essere muniti di sistemi che ne evitino l'allentamento. È vietato l'impiego di dispositivi con un gioco post-tensionamento superiore a 150 mm.

Diametro nominale catena in mm	Massima capacità di ancoraggio in 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

Tabella 4

Le catene devono essere munite di un'etichetta che riporta il valore LC. Nella tabella è riportato il valore massimo di LC per la classe 8.

Le catene rappresentano un sistema ottimale per il collegamento di un punto di ancoraggio sul carico a un punto di ancoraggio sul veicolo senza che la catena venga a contatto con altre parti. In taluni casi le catene vengono a contatto con spigoli del veicolo o del prodotto. Poiché le catene non scorrono facilmente in corrispondenza degli angoli, potrebbero non risultare tese sull'intera lunghezza. In questo caso potrebbe essere utile un dispositivo specifico atto a migliorare lo scorrimento della catena su un angolo.

Occorre utilizzare catene con ganci di diverso tipo in base alle specifiche del produttore. Un gancio aperto va fissato in un anello progettato per questo scopo e non va mai fissato in una normale maglia di una catena. Un gancio di compensazione va invece agganciato alla maglia di una catena.

Le catene danneggiate non devono più essere utilizzate e vanno rimosse. Non si può inoltre fare affidamento sulla robustezza di una catena usurata. La regola vuole che una catena sia usurata quando la sua lunghezza supera di oltre il 3% il valore teorico.

4.1.3. Funi di acciaio

La norma EN 12195-4 descrive le funi di acciaio utilizzabili per l'ancoraggio. Le funi di acciaio vengono messe in tensione per mezzo di tensionatori a verricello fissati sul veicolo, di tensionatori a cricchetto separati e di cinghie corte in tessuto con un tensionatore a cricchetto. Le funi di acciaio sono adatte in particolar modo per la fissazione di lastre da costruzione in acciaio. Il valore LC delle funi di acciaio è indicato dal produttore.



Figura 24: fune di acciaio messa in tensione da un verricello

4.2. SISTEMI PER AUMENTARE L'ATTRITO

È possibile utilizzare materiali ad attrito elevato per aumentare l'attrito tra il pianale della piattaforma e il carico, nonché tra gli strati del carico, se del caso. Esistono diversi tipi di materiali ad attrito elevato, per esempio rivestimenti, stuoie, tappeti in gomma e fogli di carta (fogli anti-slittamento) ricoperti con materiali di attrito. Possono essere utilizzati insieme ad altri metodi di fissazione. I sistemi per aumentare l'attrito possono essere liberi, fissati alla piattaforma, integrati nel carico o assicurati all'unità di carico.

4.2.1. Rivestimento

Molto spesso un rivestimento è fissato alla piattaforma di carico. Il coefficiente di attrito in combinazione con uno specifico materiale di contatto del carico va determinato secondo quanto descritto nella norma EN 12195-1:2010.

4.2.2. Tappeti anti-slittamento in gomma

A tal fine si può utilizzare gomma vulcanizzata o agglomerata e vengono impiegati vari tipi di additivi e/o cariche di rinforzo. Alcuni produttori aggiungono anche particolari granuli colorati. Lo spessore dei tappeti può variare tra 2 e 30 mm.

Si considera che il coefficiente di attrito di tutti questi tipi di tappeti in gomma in combinazione con altri materiali di qualsiasi genere sia pari a 0,6 in caso di superficie di contatto pulita, sia essa asciutta o bagnata. In caso di superficie di contatto con neve, ghiaccio, grasso o olio, il coefficiente di attrito è molto più basso di quanto riportato nella norma EN 12195-1:2010. Un coefficiente di attrito superiore a 0,6 è utilizzabile se confermato in un certificato di prova conformemente alla norma EN 12195-1:2010.

Non vi sono regole generali in merito alle dimensioni minime dei tappeti in gomma da utilizzare. Dimensioni e spessore dei tappeti vanno scelti in modo da garantire che il peso del carico venga trasferito completamente attraverso i tappeti stessi, tenendo conto della compressione dei tappeti se sottoposti a una pressione elevata, della deformazione del carico ed eventualmente anche della deformazione della piattaforma di carico. I tappeti di dimensioni inferiori a 10 x 10 cm tendono ad arrotolarsi se soggetti a forze tangenziali e pertanto non vanno utilizzati.

Occorre prestare attenzione in caso di impiego di tappeti in gomma in presenza di spigoli vivi. Alcuni tipi di tappeti possono forarsi a causa dell'elevata pressione di contatto e delle vibrazioni, riducendo in tal modo l'attrito. In particolare, sono sensibili a questo fenomeno alcuni tipi di tappeti di gomma agglomerata. D'altro canto, la gomma agglomerata è il materiale più adatto in presenza di polvere.

4.2.3. Tappeti anti-slittamento non in gomma

Per i tappeti anti-slittamento vengono utilizzati anche materiali non di gomma, il cui coefficiente di attrito deve essere garantito attraverso un certificato di prova in conformità alla norma EN 12195-1:2010. Sotto carichi pallettizzati o tra i pallet e il carico sul pallet vengono utilizzati materiali in schiuma. Il coefficiente di attrito può arrivare fino 1,2 per particolari combinazioni di materiali in condizioni ideali. Come per i rivestimenti il coefficiente di attrito tende a diminuire nel tempo. In caso di tappeti molto sottili potrebbe essere necessario coprire l'intera superficie di contatto.

4.2.4. Fogli anti-slittamento

Si tratta di fogli di carta ricoperti con un rivestimento ad attrito elevato in silicone, PU o altro. Nella maggior parte dei casi questi fogli vengono utilizzati tra strati di merci pallettizzate, ma risultano anche particolarmente adatti per il trasporto di pacchi o simili. Sono disponibili in diverse varianti, da varianti molto sottili a varianti in cartone corrugato spesso, e vanno scelti tenendo conto delle forze di inerzia che tendono a separare questi fogli.

4.3. BARRE DI BLOCCAGGIO

Le barre di bloccaggio sono progettate per essere montate sui veicoli, sia verticalmente tra la piattaforma di carico e il tetto, sia orizzontalmente tra le due pareti laterali. Non esistono versioni definitive di una norma internazionale specifica relativa alle barre di bloccaggio. È essenziale distinguere tra la resistenza di una barra di bloccaggio quale specificata dal produttore e la capacità di bloccaggio di una barra. La capacità di bloccaggio dipende in larga misura dalla fissazione della barra nel/sul veicolo.

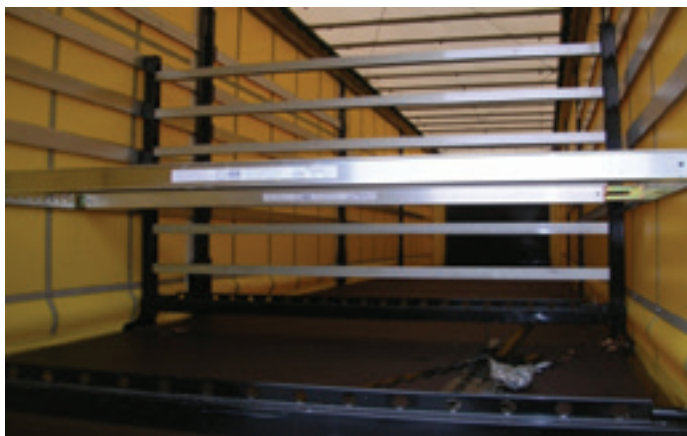


Figura 25: barre di bloccaggio

Nelle barre di bloccaggio più comuni la fissazione si basa sull'attrito.



Figura 26: barra di bloccaggio con fissazione ad attrito sulle pareti laterali/sui listelli

Valori tipici per la capacità di bloccaggio sono compresi tra 80 e 200 daN.



Figura 27: listello di alluminio con fori per barre di bloccaggio

Recentemente è uscita sul mercato una nuova generazione di barre di bloccaggio che vengono fissate in fori presenti sul veicolo. Poiché non sono disponibili misure standard per questi fori, le barre di bloccaggio vengono fornite insieme al veicolo munite di un certificato che ne attesta la capacità di bloccaggio. I valori sono in genere compresi tra 200 daN e 20 000 daN, e dipendono principalmente dalla qualità della fissazione delle barre nei fori.

4.4. MATERIALI DI RIEMPIMENTO

Per un ancoraggio efficace del carico mediante bloccaggio occorre stivare le confezioni in modo compatto sia contro le attrezzature di bloccaggio dell'unità di carico, sia tra le singole confezioni. Quando il carico non riempie tutto lo spazio tra le pareti laterali e la parete posteriore e non è ancorato in altro modo, occorre inserire negli spazi vuoti un materiale di riempimento atto a creare forze di compressione tali da garantire un bloccaggio soddisfacente del carico. Tali forze di compressione devono essere proporzionali al peso totale del carico.



Figura 28: riempitivo tra file di carico

Di seguito sono illustrati alcuni materiali di riempimento utilizzabili.

- **Pallet per trasporto merci**

I pallet costituiscono spesso un materiale di riempimento adeguato. Se lo spazio libero verso il bloccaggio è maggiore dell'altezza di un pallet EURO (circa 15 cm), esso potrebbe essere riempito, ad esempio, con pallet posizionati all'estremità, in modo da bloccare correttamente il carico. Se invece lo spazio libero verso le pareti laterali su qualsiasi lato della sezione di carico è minore dell'altezza di un pallet EURO, lo spazio verso la parete laterale deve essere riempito con un materiale adatto, per esempio tavole di legno.

- **Cuscini ad aria**

I cuscini ad aria sono disponibili sia sotto forma di articoli usa-e-getta, sia sotto forma di prodotti riciclabili. Sono facili da installare e vengono gonfiati con aria compressa, spesso per mezzo di un attacco nell'impianto di aria compressa dell'autocarro. I fornitori di questi cuscini sono tenuti a fornire istruzioni e raccomandazioni relative alla capacità di carico e ai valori di pressione ottimali. È essenziale evitare danni da usura. Per questo motivo, si consiglia di non usare mai i cuscini come riempitivo contro porte o superfici/divisori non rigidi.

A scopo di riempimento si possono anche utilizzare vari tipi di materiali cartacei disponibili sul mercato, ad esempio cartone riempitivo e cartone corrugato.

Alcuni conducenti di autocarri fanno uso di lastre in materiale isolante come PU per riempire gli spazi vuoti.



Figura 29: cuscino ad aria per bloccaggio laterale

4.5. PROTEGGI-ANGOLI

Non esistono norme internazionali in relazione ai proteggi-angoli. Un proteggi-angoli può svolgere una o più funzioni:

- proteggere l'ancoraggio da eventuali danni causati dagli spigoli vivi del carico;

- proteggere il carico da eventuali danni causati dall'ancoraggio;
- facilitare lo scorrimento dell'ancoraggio in direzione longitudinale al di sopra del carico;
- distribuire la forza di ancoraggio su una zona più ampia al di sopra del carico.



Figura 30: proteggi-angoli

sul proteggi-angoli. Si tratta di una soluzione molto efficace ma talvolta difficile da realizzare. Il posizionamento di guaine sull'ancoraggio (spesso designate protezioni antiusura) risulta in taluni casi più semplice: questi elementi proteggono efficacemente l'ancoraggio ma non distribuiscono la forza su una zona più ampia.

Alcuni proteggi-angoli possono avere una lunghezza notevole ma non sono intesi a sostituire l'imballaggio di trasporto del carico e non sono in grado di mantenere la forma originaria del carico stesso (figura). La funzione principale di questi elementi è la distribuzione delle forze di ancoraggio su una zona più lunga, come illustrato al punto 5.7.2.

I proteggi-angoli non devono causare situazioni pericolose durante le operazioni di ancoraggio e/o trasporto. L'impiego di lastre di acciaio piegate con funzione proteggi-angoli non è accettabile poiché può provocare infortuni gravi durante le operazioni di ancoraggio e trasporto.

Non è altresì consentito l'impiego di tappeti anti-slittamento come proteggi-angoli.

4.6. RETI E COPERTURE



Figura 31:fissazione con copertura

Le reti per la fissazione o il contenimento di alcuni tipi di carico possono essere realizzate a partire da cinghie o funi di fibra naturale o chimica o di acciaio. Le reti in tessuto vengono generalmente utilizzate come barriere per dividere lo spazio di carico in compartimenti. Le reti di funi o corde possono essere utilizzate per fissare i carichi a pallet o direttamente al veicolo come sistema di ritenuta primario. I loro effetti

possono essere valutati applicando le formule della norma EN 12195-1 per l'ancoraggio diretto o per attrito, a seconda dei casi.

Per la copertura di veicoli aperti e autocarri è possibile utilizzare reti più leggere laddove il tipo di carico non richieda un foglio di copertura. Occorre prestare particolare attenzione al fine di garantire che le parti metalliche delle reti non siano corrose o danneggiate, che le cinghie non siano tagliate e che le cuciture siano in buono stato. È necessario altresì controllare la presenza di tagli o altri danni alle fibre in reti di funi e corde.

Se necessario, le riparazioni devono essere eseguite da personale competente prima di utilizzare la rete. Le dimensioni delle maglie della rete devono essere inferiori alla parte più piccola del carico.

L'impiego di reti è anche possibile per evitare la caduta del carico all'esterno del veicolo all'apertura delle porte, per esempio nel caso di un veicolo con codice XL con il carico posizionato proprio contro le porte posteriori.



Figura 32: fissaggio con rete e ancoraggio diretto in avanti

4.7. ALTRI MATERIALI DI FISSAZIONE

Per la fissazione del carico vengono utilizzati molti altri materiali che sono in taluni casi estremamente adeguati.

Il legno viene utilizzato come materiale di fardaggio, soprattutto nei container ma anche su rimorchi a piattaforma o altri veicoli per il trasporto su strada. Per riempire gli spazi vuoti tra le unità di carico, nonché quelli tra tali unità e le parti rigide del veicolo, possono essere utilizzate sbarre di legno. Le sbarre possono essere inchiodate sulla piattaforma di carico del veicolo oppure bloccate accanto alle parti rigide del veicolo.

5. Metodi di fissazione

5.1. PRINCIPIO GENERALE

Il principio fondamentale della fissazione del carico è evitare gli spostamenti di parti del carico rispetto alla piattaforma di carico, dovuti ad accelerazioni del veicolo in direzione longitudinale e trasversale. Possono essere ammessi esclusivamente spostamenti causati da deformazioni elastiche delle unità di carico e delle attrezzature di fissaggio, a condizione che non provochino elevate forze di impatto inammissibili sulle pareti del veicolo o in altre attrezzature di ritenuta. Per evitare questi spostamenti relativi è possibile applicare, separatamente o in combinazione tra loro, i seguenti metodi di ritenuta di base:

- immobilizzazione;
- loccaggio;
- ancoraggio diretto;
- ancoraggio per attrito.

Il metodo o i metodi di ritenuta utilizzati devono essere in grado di resistere alle condizioni climatiche variabili (temperatura, umidità eccetera) che possono verificarsi durante il viaggio.

5.2. IMMOBILIZZAZIONE

L'immobilizzazione è di gran lunga il metodo migliore per la fissazione del carico. Il veicolo e il carico hanno una forma specifica progettata per adattarsi tra loro ed evitare spostamenti relativi. Occorre verificare in anticipo la robustezza delle strutture. Tale sistema di immobilizzazione va utilizzato in base alle specifiche del costruttore.

Un esempio noto è il twistlock per i container ISO. Il container stesso è considerato come un carico da fissare sul rimorchio. Per evitare tutti gli spostamenti relativi del container sul rimorchio si devono utilizzare 4 twistlock.

Un altro esempio è rappresentato dall'impiego di gabbie in acciaio per bombole di gas sotto pressione. I piedini delle gabbie sono progettati per l'inserimento in fori presenti nella piattaforma di carico di un veicolo destinato al trasporto di tali gabbie. Per bloccare i piedini in questi fori viene utilizzato uno speciale perno.

5.3. BLOCCAGGIO LOCALE

Tale bloccaggio può essere utilizzato se l'unità di carico da fissare è sufficientemente rigida.

Lo scorrimento viene impedito creando supporti rigidi in avanti, all'indietro e in ciascuna direzione trasversale.

- Le unità di carico vengono collocate contro una parete rigida, una recinzione o uno o più pali, oppure contro un'altra unità di carico.
- Se non è possibile creare un supporto diretto contro una parte rigida del veicolo, gli spazi vuoti possono essere riempiti con pezzi di legno o un sistema analogo.

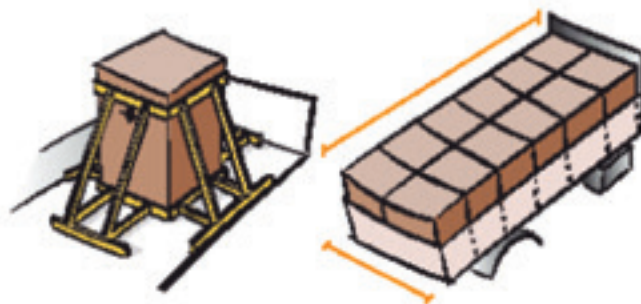


Figura 33: bloccaggio

In un'unità di carico sensibile all'inclinazione, questo fenomeno viene impedito mediante bloccaggio locale con creazione dei supporti rigidi ad un'altezza adeguata. Per garantire la sicurezza senza eseguire ulteriori calcoli, l'unità di carico viene bloccata al di sopra del baricentro. Spesso si utilizza una barra di bloccaggio orizzontale o verticale per evitare in questo modo l'inclinazione.

Una particolare tipologia di bloccaggio locale è il bloccaggio di soglia o con pannelli. Questo metodo viene spesso utilizzato per trasportare alcune unità di carico sopra uno strato inferiore. Utilizzando un materiale adatto per la base, come pallet di carico, la sezione del carico viene sollevata in modo da creare una soglia e lo strato superiore del carico viene bloccato localmente in direzione longitudinale, come mostrato nella figura... Va notato che le forze utilizzate per il bloccaggio, nella zona superiore dell'unità di carico, possono essere molto elevate. Questa concentrazione di forze può essere ridotta posizionando i pallet in direzione verticale tra due sezioni consecutive.

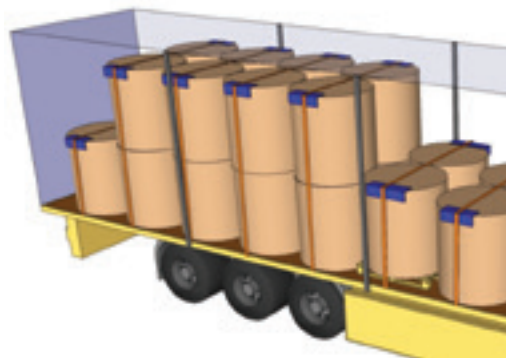


Figura 34: bloccaggio con pannello tramite pallet

Per un altro tipo di bloccaggio locale vengono utilizzate zeppe atte ad evitare lo spostamento di oggetti cilindrici lungo la piattaforma di carico.

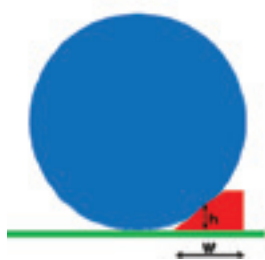


Figura 35: zeppa di bloccaggio

- Le zeppe di bloccaggio devono avere un angolo di circa 37° per impedire il rotolamento in avanti e un angolo di circa 30° per impedire il rotolamento all'indietro o in direzione laterale. Devono inoltre essere a contatto con l'oggetto cilindrico sul piano inclinato e vanno fissate alla piattaforma di carico poiché l'oggetto cilindrico tende a spostare all'indietro la zeppa. La forza orizzontale in direzione posteriore sulla zeppa è di $0,8 G$ o $0,5 G$ (dove G è il peso del cilindro).

L'altezza delle zeppe deve essere:

- minimo $R/3$ (un terzo del raggio di rotolamento) in assenza di ancoraggio per attrito, oppure
- massimo 200 mm, se il rotolamento sulle zeppe viene impedito in altro modo, per esempio mediante un ancoraggio per attrito.
- Le zeppe a punta con un angolo di 15° hanno una capacità limitata di fissazione del carico e la loro funzione principale è di mantenere in posizione merci di forma rotonda durante le

operazioni di carico e scarico. Il vantaggio dell'angolo ridotto è che la zeppa di norma si blocca automaticamente in condizioni statiche e non scorre in direzione orizzontale sotto il peso del cilindro.

- Un pianale con zeppe utilizza due lunghe zeppe che vengono mantenute in posizione tramite dispositivi di irrigidimento trasversale regolabili come tiranti. I dispositivi di irrigidimento trasversale vanno collocati in modo da lasciare uno spazio libero di circa 20 mm tra il cilindro e la piattaforma di carico. Le zeppe devono avere un angolo di 37° per il bloccaggio in direzione longitudinale e un angolo di circa 30° per il bloccaggio in direzione trasversale.

5.4. BLOCCAGGIO GENERALE

Per il bloccaggio generale occorre riempire gli spazi vuoti; a tal fine è possibile utilizzare pallet vuoti inseriti in verticale o in orizzontale e fermati con sbarre di legno supplementari secondo le necessità, senza tuttavia utilizzare materiali che si possono deformare o ritirare in via permanente, come stracci di iuta o schiuma solida. Eventuali piccoli spazi vuoti tra le unità di carico ed elementi di carico analoghi, che non possono essere evitati e sono necessari per facilitare le operazioni di imballaggio e disimballaggio, sono consentiti e non vanno riempiti. In presenza del solo bloccaggio generale, la somma degli spazi vuoti in qualsiasi direzione orizzontale non deve superare i 15 cm. Tuttavia, tra elementi di carico densi e rigidi come acciaio, cemento o pietra, occorre ridurre ulteriormente, per quanto possibile, gli spazi vuoti.

5.5. ANCORAGGIO DIRETTO

Gli ancoraggi vengono utilizzati per creare una forza in direzione opposta alle forze di inerzia. L'applicazione di questo sistema dipende dal tipo di carico.

In tutte le tipologie di ancoraggi diretti, è consentito un certo spostamento del carico. Questo spostamento causa un aumento della forza nell'ancoraggio e questa forza in aumento arresta lo spostamento del carico. Poiché le cinghie di tessuto tendono a deformarsi fino al 7% e poiché gli spostamenti del carico devono essere il più possibile ridotti, la pretensione nelle cinghie deve essere il più possibile elevata, ma non superiore a 0,5 LC. Nel caso di catene, funi di acciaio e funi Hi-Tech la pretensione ottimale non supera 0,5 LC. Con unità di carico molto pesanti su una piattaforma deformabile si consiglia vivamente di eseguire uno studio dettagliato dei valori di pretensione.



Figura 36: ancoraggio diretto

5.5.1. Ancoraggio diagonale

Le unità di carico con punti di ancoraggio rigidi possono essere di norma fissate con quattro ancoraggi diretti. Ciascun ancoraggio collega un punto di ancoraggio sul carico a uno sul veicolo, all'incirca in direzione delle diagonali della piattaforma di carico. Se sono presenti solo quattro ancoraggi, questi non devono essere paralleli al piano verticale in direzione di marcia né al piano verticale in direzione trasversale. Gli angoli tra l'ancoraggio e il piano orizzontale devono essere il più possibile ridotti, tenendo conto della rigidità dei punti di ancoraggio (molti di questi non vanno utilizzati in presenza di un angolo inferiore a 30°). L'angolo tra l'ancoraggio e la direzione di marcia è preferibilmente compreso tra 30° e 45° se l'ancoraggio diagonale non è combinato con il bloccaggio. Angoli più grandi o più piccoli possono essere ammessi a condizione che le forze superiori risultanti negli ancoraggi e sui punti di ancoraggio siano accettabili.

Se è disponibile un punto di ancoraggio molto rigido sul carico, esso può essere utilizzato per fissare due ancoraggi. Se mancano punti di ancoraggio adatti, in alcuni casi essi possono essere creati utilizzando un'imbracatura.

Se la resistenza di un determinato ancoraggio o punto di ancoraggio è insufficiente, è meglio sostituire quest'ultimo con uno più robusto. A causa della resistenza limitata dei punti o delle attrezzature di ancoraggio può rendersi necessario l'impiego di un ancoraggio supplementare. Se vengono utilizzati più di due ancoraggi in una qualsiasi direzione, occorre applicare un fattore di sicurezza che tenga conto di una distribuzione disomogenea delle forze negli ancoraggi stessi.



Figura 37: ancoraggio diagonale

5.5.2. Ancoraggio parallelo

8 ancoraggi vengono utilizzati per collegare 8 punti di ancoraggio sul veicolo a 8 punti di ancoraggio sul carico. Gli 8 ancoraggi sono paralleli a 2 a 2 e hanno lunghezze analoghe. 2 ancoraggi paralleli impediscono lo spostamento in avanti, 2 all'indietro, 2 sul lato sinistro e 2 sul lato destro. Utilizzando 2 ancoraggi per una sola direzione, le forze presenti negli ancoraggi e nei punti di ancoraggio sono minori rispetto all'ancoraggio diagonale. Nella maggior parte dei casi un ancoraggio diagonale risulta più economico di uno parallelo e mostra un'efficacia analoga.

5.5.3. Ancoraggio a semi-anello

L'ancoraggio a semi-anello (detto talvolta ancoraggio ad anello) viene spesso utilizzato per evitare spostamenti trasversali di elementi di carico lunghi. A tal fine vengono utilizzati almeno 3 e di preferenza 4 ancoraggi. Ciascun ancoraggio parte in corrispondenza di un punto di ancoraggio accanto al lato del veicolo, passa sotto il carico e torna sopra il carico nello stesso punto di ancoraggio o in uno adiacente. È consigliata 2 ancoraggi nella parte anteriore del carico lungo e 2 in prossimità della fine. 2 ancoraggi partono sul lato destro e 2 sul lato sinistro: questi 4 ancoraggi hanno un effetto limitato per impedire lo scorrimento del carico in direzione longitudinale.

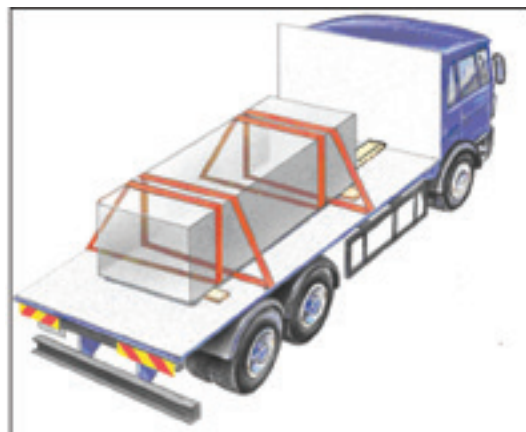


Figura 38: ancoraggio a semi-anello

5.5.4. Ancoraggio antirimbalzo

L'ancoraggio antirimbalzo può essere utilizzato per evitare spostamenti (scorrimento e inclinazione) in una singola direzione, spesso in avanti o all'indietro. Ogni singolo ancoraggio ha inizio in corrispondenza di un punto di ancoraggio su un lato del veicolo, passa lungo la parte anteriore (posteriore) del carico e viene fissato su un punto di ancoraggio presente sull'altro lato del veicolo, di fronte o quasi di fronte al primo punto di ancoraggio. Per evitare lo scorrimento verso il basso vengono utilizzate diverse varianti di ancoraggio antirimbalzo:

- pallet vuoti o materiali simili vengono posti nella parte anteriore (posteriore) del carico che viene fissato;
- l'ancoraggio attraversa il lato anteriore (posteriore) del carico in diagonale. Questa variante viene detta anche ancoraggio incrociato ed è facilmente realizzabile da una sola persona. Per le unità di carico non rigide il numero di ancoraggi incrociati deve essere tale da evitare lo scorrimento di parti del carico tra di essi. In questo caso si può utilizzare un test di inclinazione o un test dinamico sul veicolo per determinare l'efficacia dell'ancoraggio;
- sul bordo anteriore (posteriore) superiore di una sezione del carico è possibile utilizzare un'imbracatura o un ancoraggio specifico. L'imbracatura viene tirata all'indietro (in avanti) sui due lati lungo il carico. Occorre testare l'efficacia di questo sistema in caso di carichi non rigidi.



Figura 39: ancoraggio antirimbalzo tramite pallet



Figura 40: ancoraggio antirimbalzo tramite imbracatura

5.6. ANCORAGGIO PER ATTRITO

L'ancoraggio per attrito viene utilizzato per incrementare le forze di attrito tra il fondo delle unità di carico e la piattaforma di carico o le unità di carico in basso in caso di impilamento multiplo. L'angolo dell'ancoraggio nelle zone in alto rispetto alla piattaforma di carico deve essere il più possibile ampio.

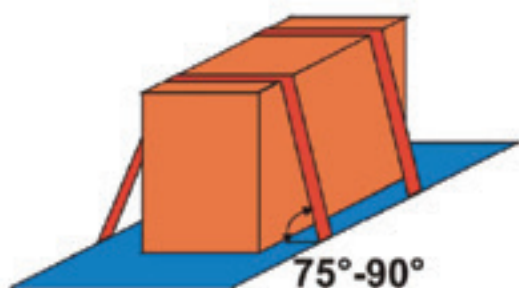


Figura 41: ancoraggio per attrito

agisce più come un ancoraggio diretto.

Un aspetto importante legato all'impiego di cinghie di tessuto è la distribuzione delle forze di tensione lungo l'ancoraggio. Nella maggior parte dei casi l'ancoraggio viene messo in tensione su un lato utilizzando il cricchetto. Durante il tensionamento l'ancoraggio viene deformato e scorre al di sopra del carico. Un basso attrito sull'angolo rende la distribuzione delle forze di ancoraggio più uniforme sui due lati, mentre un attrito elevato sull'angolo aumenta la differenza tra le forze sui due lati e, in tal caso, l'ancoraggio

La forza verso il basso in un ancoraggio per attrito deve essere generata con un dispositivo di tensionamento, di norma di tipo manuale. Pertanto, questa forza verso il basso è in genere limitata al valore STF dell'attrezzatura di ancoraggio e il valore LC risulta irrilevante nell'ancoraggio per attrito.

In un ancoraggio per attrito la forza che agisce sui prodotti deformabili varia durante il trasporto. In quasi tutti i casi questa variazione rappresenta una diminuzione consistente, fino al 50% della pretensione originale o anche meno. Pertanto occorre prendere in esame l'eventualità di stringere nuovamente l'ancoraggio durante il trasporto o di utilizzare un diverso metodo di fissazione. Per i carichi non deformabili la forza di tensione di norma non varia e in taluni casi specifici può addirittura aumentare.

La forza verso il basso contribuisce alla fissazione del carico nella misura in cui incrementa la forza di attrito. Come spiegato al capitolo 1, la forza di attrito rappresenta solo una parte della forza di contatto. La forza di contatto è la forza totale verso il basso negli ancoraggi più il peso del carico su questa superficie di contatto. In altre parole, l'ancoraggio per attrito risulta maggiormente efficace con un coefficiente di attrito elevato.

5.7. CONSIDERAZIONI GENERALI SUI METODI DI FISSAZIONE

1. Tutte le unità di carico devono essere fissate. In taluni casi si consiglia vivamente di raggruppare un certo numero di unità e di fissare il gruppo nella sua totalità. È molto probabile che un gruppo di unità di carico nel suo complesso non sia sensibile all'inclinazione sebbene le singole unità lo siano. In questo caso il gruppo deve essere fissato solo per evitarne lo scorrimento. Il raggruppamento può avvenire mediante ancoraggio circolare orizzontale o verticale (figura). A titolo esemplificativo, 4 unità di carico lunghe vengono raggruppate con 3 ancoraggi circolari verticali. La tensione nell'ancoraggio deve essere il più possibile elevata per creare le forze di attrito tra le singole unità di carico. L'effetto dell'ancoraggio circolare e il numero massimo di unità di carico in un ancoraggio di questo tipo dipende dalla forza di tensionamento e dal coefficiente di attrito. Si presume che 4 carichi pallettizzati su un rimorchio possano essere raggruppati con un ancoraggio circolare orizzontale, mentre 4 unità di carico lunghe possano essere raggruppate con 3 ancoraggi verticali. L'efficacia del raggruppamento delle unità di carico deve essere testata caso per caso.
2. La forza di contatto tra una cinghia di tessuto e il carico può aumentare notevolmente nel momento in cui si presentano effettivamente le forze di inerzia, sia per l'ancoraggio diretto sia per quello ad attrito. In caso di carichi deformabili, queste elevate forze locali provocano una deformazione del carico e quindi creano spazio libero in cui il carico può spostarsi, analogamente a quanto avviene per gli spostamenti del carico dovuti all'allungamento di una cinghia. È il motivo principale per cui, oltre ad evitare danni al prodotto, si devono evitare elevate forze di contatto locali sul carico. L'impiego di proteggi-angoli di grandi dimensioni può contribuire alla distribuzione delle forze di ancoraggio su una zona più ampia, riducendo in tal modo lo spostamento del carico.
3. Si possono combinare tra loro metodi di ancoraggio diversi, con un'unica eccezione: l'immobilizzazione richiede dispositivi specifici sul veicolo e sul carico. La rigidità di un dispositivo di immobilizzazione è spesso incompatibile con altri metodi di fissazione. Le attrezzature di immobilizzazione devono quindi essere sufficientemente resistenti da rendere superflui altri sistemi di fissazione. La combinazione tra bloccaggio e ancoraggio per attrito è descritta nella norma EN 12195-1:2010. La capacità di bloccaggio e la capacità di fissazione dell'ancoraggio possono essere sommate.
4. Un interessante esempio di metodo di ancoraggio combinato è l'ancoraggio incrociato, una combinazione di ancoraggio per attrito e ancoraggio antirimbalzo.

5. Carichi non pallettizzati di dimensioni maggiori vengono spesso caricati su sbarre di legno. Anche in caso di ancoraggio per attrito e di ancoraggio diretto, queste sbarre possono mostrare una tendenza al rotolamento nel momento in cui si presentano effettivamente le forze di inerzia. Questo rotolamento deve essere evitato:
 - utilizzando sbarre rettangolari in direzione orizzontale (altezza delle sbarre in orizzontale);
 - utilizzando sbarre di analogo spessore con un angolo superiore a 30°.
6. I coefficienti di attrito di combinazioni di materiali non riportate nella tabella B.1 della norma EN 12195-1:2010 possono essere determinati con una prova documentata conformemente agli allegati B ed E di detta norma.
7. Se viene utilizzato un bloccaggio generale in un veicolo con una sovrastruttura sufficientemente resistente, come un veicolo con codice XL, non occorrono altri sistemi di fissazione quali gli ancoraggi. Le pareti del veicolo vanno utilizzate con cautela se le forze del carico non sono distribuite uniformemente sui lati.
8. È possibile impilare il carico ma bisogna tenere nella dovuta considerazione i diversi coefficienti di attrito, la resistenza degli imballaggi e i requisiti specifici relativi alle merci pericolose.

6. Calcoli

L'appendice 3 fornisce una guida rapida all'ancoraggio con metodi semplificati utilizzabili per stabilire il numero di ancoraggi necessari. Si raccomanda di fissare il carico secondo la consueta modalità e quindi di verificare, con l'ausilio delle tabelle contenute nella guida, se il sistema di fissazione applicato è sufficiente a impedire lo scorrimento e il ribaltamento del carico in tutte le direzioni.

In molti casi si possono evitare i calcoli. Ad esempio, in caso di bloccaggio del carico in tutte le direzioni su un veicolo con codice XL e dotazione come da certificato, non occorrono altri sistemi di fissazione se il coefficiente di attrito tra la piattaforma e il carico è di 0,3 o superiore, anche per un autocarro con carico completo.

I calcoli, se necessari, vanno eseguiti conformemente alla norma EN 12195-1:2010.

In alternativa, i sistemi di fissazione del carico possono essere testati conformemente alle istruzioni contenute nella norma EN 12195-1:2010.

Se sono stati applicati due o più metodi di fissazione combinati, possono essere utilizzate per il calcolo le formule descritte nella norma EN 12195-1:2010 in combinazione tra loro, come illustrato negli esempi che seguono.

6.1. ESEMPIO 1 – CASSA DI LEGNO CON BARICENTRO IN BASSO

Calcolare il peso massimo ammesso della cassa di legno, considerata come un oggetto rigido, caricata su un rimorchio come illustrato nella figura con l'ausilio delle formule contenute nella norma EN 12195-1:2010 per evitare scorrimento e ribaltamento in direzione laterale, in avanti e all'indietro.

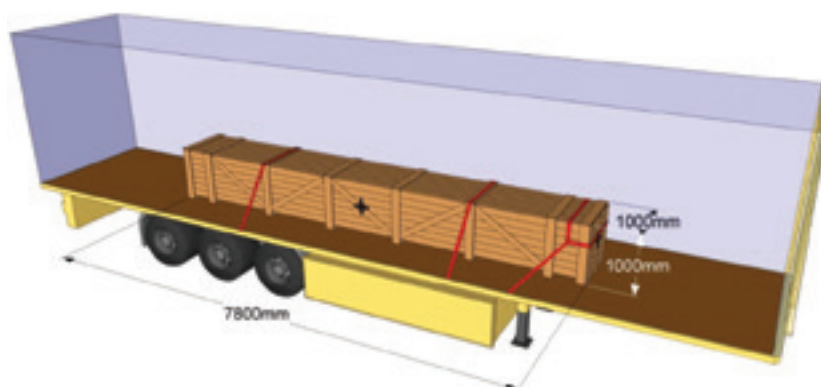


Figura 42: esempio 1

Il rimorchio presenta un normale pavimento in compensato, pulito e privo di brina, ghiaccio e neve. Il rimorchio è costruito in conformità alla norma EN 12642, appartiene alla classe XL e i punti di ancoraggio sono progettati in conformità alla norma EN 12640, ciascuno con una LC pari a 2 000 daN. La distanza trasversale tra i punti di ancoraggio è di circa 2,4 m.

La cassa è costituita da legno segato e ha le seguenti dimensioni: lunghezza x larghezza x altezza = 7,8 x 1,0 x 1,0 m. Il baricentro è posto nel centro geometrico della cassa.

La cassa è fissata con due ancoraggi per attrito e un ancoraggio antirimbalo applicato in direzione anteriore. Gli ancoraggi hanno una LC di 2 000 daN e sono pretensionati a 500 daN. L'ancoraggio antirimbalo è assicurato al rimorchio circa 1 m dietro la parte anteriore della cassa e gli ancoraggi hanno quindi i seguenti angoli approssimativi:

Ancoraggi per attrito: angolo di ancoraggio verticale tra ancoraggi e piattaforma $\alpha \approx 55^\circ$

Ancoraggio antirimbalo: angolo di ancoraggio verticale tra ancoraggio e piattaforma $\alpha \approx 39^\circ$, e angolo orizzontale tra ancoraggio e asse longitudinale del veicolo $\beta \approx 35^\circ$.

6.1.1. Scorrimento

Il coefficiente di attrito μ tra la cassa di legno segato e il pavimento in compensato del rimorchio è 0,45 in conformità all'allegato B della norma in questione.

6.1.2. Carico con massa m il cui scorrimento viene impedito grazie ai due ancoraggi per attrito

La massa di carico m il cui scorrimento viene impedito grazie ai due ancoraggi per attrito è basata sull'equazione 10 contenuta nella norma.

$$m = \frac{n \cdot 2 \cdot \mu \cdot \sin \alpha \cdot F_T}{g(c_{x,y} - \mu \cdot c_z) f_s}, \text{ dove:}$$

m = massa del carico. La massa è ottenuta in kg se F_T è espressa in (N) e in tonnellate se F_T è espressa in chilonewton (kN). 1 daN = 10 N e 0,01 kN.

$n = 2$; numero di ancoraggi per attrito

$\mu = 0,45$; coefficiente di attrito

$\alpha = 55^\circ$; angolo di ancoraggio verticale in gradi

$F_T = 500 \text{ daN} = 5 \text{ kN}$

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

$c_{x,y} = 0,5$ lateralmente, 0,8 in avanti e 0,5 all'indietro; coefficiente di accelerazione orizzontale

$c_z = 1,0$; coefficiente di accelerazione verticale

$f_s = 1,25$ in avanti e 1,1 lateralmente e all'indietro; fattore di sicurezza.

Con questi valori la massa del carico m espressa in tonnellate cui viene impedito di scorrere nelle varie direzioni grazie ai due ancoraggi per attrito è la seguente:

lateralmente: 13,7 tonnellate;

in avanti: 1,7 tonnellate;

all'indietro: 13,7 tonnellate.

6.1.3. Massa del carico il cui scorrimento in avanti viene impedito grazie all'ancoraggio antirimbalo

La massa di carico m cui viene impedito di scorrere in avanti grazie all'ancoraggio antirimbalo è basata sull'equazione 35 contenuta nella norma. Non viene considerata l'azione dell'ancoraggio antirimbalo per impedire lo scorrimento trasversale.

$$m = \frac{2 \cdot n \cdot F_R \cdot (\mu \cdot f_\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \cos \beta)}{g \cdot (c_x - \mu \cdot f_\mu \cdot c_z)}, \text{ dove:}$$

m = peso del carico. Il peso è ottenuto in kg se F_T è espressa in (N) e in tonnellate se F_T è espressa in chilonewton (kN). 1 daN = 10 N e 0,01 kN.

$n = 1$; numero di ancoraggi antirimbalzo

$F_R = LC = 2000 \text{ daN} = 20 \text{ kN}$

$\mu = 0,45$; coefficiente di attrito

$f_\mu = 0,75$; fattore di sicurezza

$\alpha = 39^\circ$; angolo di ancoraggio verticale in gradi

$\beta = 35^\circ$; angolo di ancoraggio orizzontale in gradi

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

$c_x = 0,8$; coefficiente di accelerazione orizzontale in avanti

$c_z = 1,0$; coefficiente di accelerazione verticale.

Con questi valori la massa del carico m espressa in tonnellate cui viene impedito di scorrere in avanti grazie all'ancoraggio antirimbalzo è pari a 7,5 tonnellate.

6.1.4. *Peso del carico il cui scorrimento viene impedito grazie ai due ancoraggi per attrito e all'ancoraggio antirimbalzo*

Dai calcoli precedenti si evince che i due ancoraggi per attrito e l'ancoraggio antirimbalzo sono in grado di impedire lo scorrimento di un carico con il seguente peso:

lateralmente: 13,7 tonnellate;

in avanti: $1,7 + 7,5 = 9,2$ tonnellate;

all'indietro: 13,7 tonnellate.

Pertanto, il peso massimo del carico cui viene impedito di scorrere grazie all'attuale sistema di fissazione è pari a 9,2 tonnellate.

6.1.5. *Ribaltamento*

La stabilità della cassa viene verificata applicando l'equazione 3 contenuta nella norma.

$b_{x,y} > \frac{c_{x,y}}{c_z} d$, dove:

$b_{x,y} = 0,5$ lateralmente, 3,9 in avanti e 3,9 all'indietro; distanza orizzontale dal baricentro e dal punto di ribaltamento in ogni direzione

$c_{x,y} = 0,5$ lateralmente, 0,8 in avanti e 0,5 all'indietro; coefficiente di accelerazione orizzontale

$c_z = 1,0$; coefficiente di accelerazione verticale

$d = 0,5$; distanza verticale dal baricentro al punto di ribaltamento.

Da questi valori si può concludere che la cassa è stabile in tutte le direzioni e che non sono necessari ancoraggi per impedirne il ribaltamento.

6.1.6. *Conclusione*

Il peso massimo ammesso della cassa fissata con due ancoraggi per attrito e un ancoraggio antirimbalzo è quindi di 9,2 tonnellate per impedire lo scorrimento e il ribaltamento in tutte le direzioni.

6.2. ESEMPIO 2 – CASSA DI LEGNO CON BARICENTRO IN ALTO

Calcolare il peso massimo ammesso della cassa di legno caricata su un rimorchio come illustrato nella figura con l'ausilio delle formule contenute nella norma EN 12195-1:2010 per evitare scorrimento e ribaltamento in direzione laterale, in avanti e all'indietro.

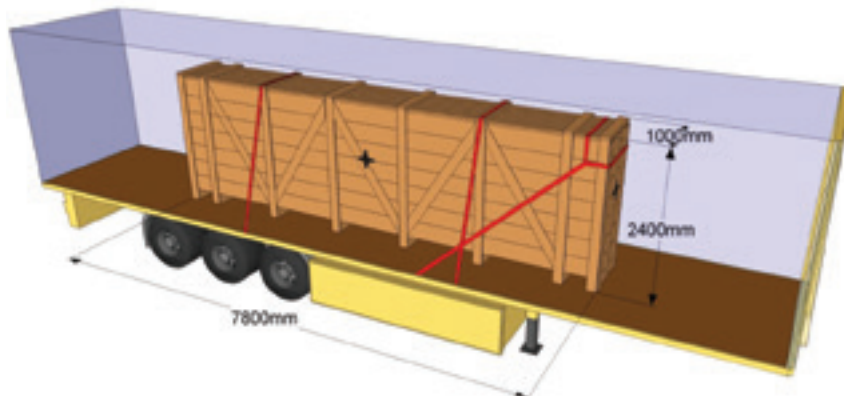


Figura 43: esempio 2

Il rimorchio presenta un normale pavimento in compensato, pulito e privo di brina, ghiaccio e neve. Il rimorchio è costruito in conformità alla norma EN 12642, appartiene alla classe XL e i punti di ancoraggio sono progettati in conformità alla norma EN 12640, ciascuno con un LC pari a 2 000 daN. La distanza trasversale tra i punti di ancoraggio è di circa 2,4 m.

La cassa è costituita da legno segato e ha le seguenti dimensioni: lunghezza x larghezza x altezza = 7,8 x 1,0 x 2,4 m. Il baricentro è posto nel centro geometrico della cassa.

La cassa è fissata con due ancoraggi per attrito e un ancoraggio antirimbalo applicato in direzione anteriore. Gli ancoraggi hanno una LC di 2 000 daN e sono pretensionati a 500 daN. L'ancoraggio antirimbalo è assicurato al rimorchio circa 2,5 m dietro la parte anteriore della cassa e gli ancoraggi hanno quindi i seguenti angoli approssimativi:

ancoraggi per attrito: angolo di ancoraggio verticale tra ancoraggi e piattaforma $\alpha \approx 74^\circ$;

ancoraggio antirimbalo: angolo di ancoraggio verticale tra ancoraggio e piattaforma $\alpha \approx 43^\circ$, e angolo orizzontale tra ancoraggio e asse longitudinale del veicolo $\beta \approx 16^\circ$.

6.2.1. Scorrimento

Il coefficiente di attrito μ tra la cassa di legno segato e il pavimento in compensato del rimorchio è 0,45 in conformità all'allegato B della norma.

6.2.2. Peso del carico il cui scorrimento viene impedito grazie ai due ancoraggi per attrito

Il peso del carico m cui viene impedito di scorrere grazie ai due ancoraggi per attrito è basato sull'equazione 10 contenuta nella norma.

$$m = \frac{n \cdot 2 \cdot \mu \cdot \sin \alpha \cdot F_T}{g(c_{x,y} - \mu \cdot c_z)f_s}, \text{ dove:}$$

m = peso del carico. Il peso è ottenuto in kg se F_T è espressa in (N) e in tonnellate se F_T è espressa in chilonewton (kN). 1 daN = 10 N e 0,01 kN.

$n = 2$; numero di ancoraggi per attrito

$\mu = 0,45$; coefficiente di attrito

$\alpha = 74^\circ$; angolo di ancoraggio verticale in gradi

$F_T = 500 \text{ daN} = 5 \text{ kN}$;

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

$c_{x,y} = 0,5$ lateralmente, 0,8 in avanti e 0,5 all'indietro; coefficiente di accelerazione orizzontale

$c_z = 1,0$; coefficiente di accelerazione verticale

$f_s = 1,25$ in avanti e 1,1 lateralmente e all'indietro; fattore di sicurezza.

Con questi valori il peso del carico m espresso in tonnellate cui viene impedito di scorrere nelle varie direzioni grazie ai due ancoraggi per attrito è il seguente:

lateralmente: 16,0 tonnellate;

in avanti: 2,0 tonnellate;

all'indietro: 16,0 tonnellate.

6.2.3. Peso del carico il cui scorrimento in avanti viene impedito grazie all'ancoraggio antirimbalzo

Il peso del carico m cui viene impedito di scorrere in avanti grazie all'ancoraggio antirimbalzo è basato sull'equazione 35 contenuta nella norma. Non viene considerata l'azione dell'ancoraggio antirimbalzo per impedire lo scorrimento trasversale.

$$m = \frac{2 \cdot n \cdot F_R \cdot (\mu \cdot f_\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \cos \beta)}{g \cdot (c_x - \mu \cdot f_\mu \cdot c_z)}, \text{ dove:}$$

m = peso del carico. Il peso è ottenuto in kg se F_T è espressa in (N) e in tonnellate se F_T è espressa in chilonewton (kN). 1 daN = 10 N e 0,01 kN.

$n = 1$; numero di ancoraggi antirimbalzo

$F_R = LC = 2\,000 \text{ daN} = 20 \text{ kN}$

$\mu = 0,45$; coefficiente di attrito

$f_\mu = 0,75$; fattore di sicurezza

$\alpha = 43^\circ$; angolo di ancoraggio verticale in gradi

$\beta = 16^\circ$; angolo di ancoraggio orizzontale in gradi

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

$c_x = 0,8$; coefficiente di accelerazione orizzontale in avanti

$c_z = 1,0$; coefficiente di accelerazione verticale.

Con questi valori il peso del carico m espresso in tonnellate cui viene impedito di scorrere in avanti grazie all'ancoraggio antirimbalzo è pari a 8,2 tonnellate.

6.2.4. Peso del carico il cui scorrimento viene impedito grazie ai due ancoraggi per attrito e all'ancoraggio antirimbalzo

Dai calcoli precedenti si evince che i due ancoraggi per attrito e l'ancoraggio antirimbalzo sono in grado di impedire lo scorrimento di un carico con il seguente peso:

lateralmente: 16,0 tonnellate;

in avanti: $2,0 + 8,2 = 10,2$ tonnellate;

all'indietro: 16,0 tonnellate.

Pertanto, il peso massimo del carico cui viene impedito di scorrere grazie all'attuale sistema di fissazione è pari a 10,2 tonnellate.

6.2.5. Ribaltamento

La stabilità della cassa viene verificata applicando l'equazione 3 contenuta nella norma.

$$b_{x,y} > \frac{c_{x,y}}{c_z} d, \text{ dove:}$$

$b_{x,y}$ = 0,5 m lateralmente, 3,9 m in avanti e 3,9 m all'indietro; distanza orizzontale dal baricentro e dal punto di ribaltamento in ogni direzione;

$c_{x,y}$ = 0,5 lateralmente, 0,8 in avanti e 0,5 all'indietro; coefficiente di accelerazione orizzontale;

c_z = 1,0; coefficiente di accelerazione verticale;

d = 1,2 m; distanza verticale dal baricentro al punto di ribaltamento.

Da questi valori si può concludere che la cassa è stabile in avanti e all'indietro ma non lateralmente.

6.2.6. Peso del carico il cui ribaltamento laterale viene impedito grazie ai due ancoraggi per attrito

L'azione dell'ancoraggio antirimbalo per impedire il ribaltamento laterale non viene considerata e il peso del carico m cui viene impedito il ribaltamento grazie ai due ancoraggi per attrito è basato sull'equazione 16 contenuta nella norma. Con una fila di casse e con il baricentro posto nel centro geometrico, il peso del carico può essere calcolato con la formula seguente:

$$m = \frac{2 \cdot n \cdot F_T \cdot \sin \alpha}{g \cdot (c_y \cdot \frac{h}{w} - c_z) \cdot f_s} \text{ dove:}$$

m = peso del carico. Il peso è ottenuto in kg se F_T è espressa in (N) e in tonnellate se F_T è espressa in chilonewton (kN). 1 daN = 10 N e 0,01 kN.

n = 2; numero di ancoraggi per attrito

$F_T = S_{TF} = 500 \text{ daN} = 5 \text{ kN}$ oppure $= 0,5 \times LC = 1\,000 \text{ daN} = 10 \text{ kN}$

$\alpha = 74^\circ$; angolo di ancoraggio verticale in gradi

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

$c_y = 0,5$ calcolato con $F_T = S_{TF}$ oppure $0,6$ calcolato con $F_T = 0,5 \times LC$; coefficiente di accelerazione orizzontale in direzione laterale

$h = 2,4 \text{ m}$; altezza della cassa

$w = 1,0 \text{ m}$; larghezza della cassa

$c_z = 1,0$; coefficiente di accelerazione verticale

$f_s = 1,1$; fattore di sicurezza in direzione laterale.

Con questi valori il peso del carico m espresso in tonnellate cui viene impedito di ribaltarsi lateralmente è il valore più basso tra 8,9 e 8,1 tonnellate. Pertanto, i due ancoraggi per attrito sono in grado di impedire a 8,1 tonnellate di ribaltarsi lateralmente.

6.2.7. Conclusione

Il peso massimo ammesso della cassa fissata con due ancoraggi per attrito e un ancoraggio antirimbalo è quindi di 8,1 tonnellate per impedire scorrimento e ribaltamento in tutte le direzioni.

6.3. ESEMPIO 3 – BENI DI CONSUMO PALLETTIZZATI

Molti beni pallettizzati, per esempio beni di consumo, vengono caricati dal retro di un veicolo con elevatori a forche o carrelli con conducente in piedi. Se l'imballaggio non è rigido e si deforma quando viene applicata una forza, non si possono utilizzare ancoraggi per fissare il carico.

Se la massa totale del carico rimane al di sotto di un determinato valore, i limiti del veicolo (per esempio pareti rigide, telone impermeabile) sono sufficienti a garantire che il carico non si muova, purché siano presenti le condizioni seguenti.

- Ciascun carico su pallet è un blocco uniforme. Eventuali spazi vuoti dovuti alle dimensioni inferiori del carico rispetto al pallet devono essere chiusi con materiali di riempimento. Sulla larghezza del veicolo lo spazio vuoto totale non deve superare i 15 cm.



Figura 44: esempio 3

- La qualità dell'imballaggio di trasporto garantisce che il carico su pallet resista a un'accelerazione di 0,5 g in tutte le direzioni di marcia e che le singole unità di beni di consumo non penetrino attraverso il film estensibile.

La massa totale massima ammessa per il carico senza ulteriori sistemi di fissazione può essere calcolata bilanciando le forze.

Bilanciamento delle forze

Tre forze principali agiscono su una pila di due pallet:

1. forza di accelerazione F_A in direzione longitudinale e trasversale;
2. forza di attrito F_F tra il pallet in basso e il pavimento dell'autocarro e tra il pallet in alto e quello in basso;
3. forza di bloccaggio generale F_B delle pareti del veicolo (pareti rigide, telone impermeabile).

La forza di accelerazione F_A che agisce sul baricentro del pallet in alto e in basso è F_A .

$$F_A = m_p \cdot a \quad m_p: \text{massa del pallet, } a: \text{accelerazione (0,5 g o 0,8 g e } g = 9,81 \text{ m/s}^2)$$

La forza di attrito può essere calcolata come frazione della forza di gravità del carico perpendicolarmente al pavimento dell'autocarro con il coefficiente di attrito μ derivato dalla norma EN 12195-1.

$$F_F = \mu \cdot m \cdot g \quad \mu \text{ coefficiente di attrito, } m: \text{massa del carico, } g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

La forza di bloccaggio generale dei limiti del veicolo (pareti rigide, telone impermeabile) dipende dal tipo di veicolo e dalla struttura dello stesso ed è funzione del suo carico utile P . La norma EN 12642 fornisce una guida per gli autocarri con codice L e XL e per le tre strutture principali, telonato, carrozzeria con fiancate amovibili e carrozzeria a pareti piene. La norma EN 283 può essere utilizzata per ottenere le forze di ritenuta per le casse mobili.

$F_B = s * P * g$ s: requisito per prove statiche secondo la norma EN 12642, P: carico utile in kg, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Per calcolare la massa massima ammessa del carico m_t senza procedimenti supplementari per la fissazione del carico, la somma di forza di accelerazione, forza di attrito e forza di ritenuta deve essere pari a zero. Se la somma di tutte le forze è pari a zero, il carico non si muove. F_F e F_B sono negative perché agiscono in direzione opposta a quella della forza di accelerazione.

$$F_A - F_F - F_B = m_t * a - \mu * m_t * g - s * P * g = m_t * (a - \mu g) - s * P * g = 0$$

L'equazione precedente può essere risolta per la massa totale del carico m_t e dà come risultato:

$$m_t = (s * P * g) / (a - \mu g)$$

La massa del carico massima ammessa deve essere calcolata nelle tre direzioni, in avanti, all'indietro e lateralmente. Il valore minore per m_t indica la massa totale sicura che può essere trasportata senza adottare misure supplementari per la fissazione del carico.

Per calcolare la massa massima ammessa del pallet m_p se tutti i pallet hanno la stessa massa, il valore m_t deve essere diviso per il numero di posti pallet N sull'autocarro. Questo approccio tiene anche conto di una distribuzione uniforme delle forze sui limiti dell'autocarro, come previsto nella norma EN 12642. Si ottiene l'equazione seguente:

$$m_p = (s * P * g) / ((a - \mu g) * N * k)$$

N: numero di posti pallet nell'autocarro/rimorchio/cassa mobile
k: numero di strati pallet nel calcolo

Per calcolare la massa massima di una pila di pallet (ossia due pallet uno sopra l'altro) il calcolo deve essere ripetuto due volte, una volta per lo strato in alto (con s per la parte superiore del veicolo e μ come coefficiente di attrito tra pallet in alto e in basso) e una volta per la pila di pallet (con s per l'intera parete e μ come coefficiente di attrito tra pallet in basso e pavimento dell'autocarro).

7. Verifica della fissazione del carico

La verifica della fissazione del carico va effettuata conformemente all'articolo 13 e all'allegato V della direttiva 2014/47/UE relativa ai controlli tecnici su strada dei veicoli commerciali circolanti nell'Unione.

Lo scopo di un controllo è verificare che il sistema di fissazione del carico applicato resista alle forze di inerzia citate nell'articolo 13 della direttiva 2014/47/UE.

Tutti i controlli devono basarsi sempre sui principi della norma EN 12195-1 e sulle presenti linee guida.

A fini di controllo il carico e il sistema di fissazione devono essere visibili. Gli ispettori autorizzati possono rimuovere eventuali sigilli. Il conducente è tenuto ad aprire il veicolo o togliere la copertura ove presente. Se occorre, un ispettore accede al veicolo per prendere visione del sistema di fissazione del carico applicato. Il conducente è tenuto a fornire tutte le altre informazioni richieste e necessarie per valutare l'efficacia del sistema di fissazione del carico, per esempio i certificati relativi alla resistenza del veicolo, il protocollo di fissazione del carico, le relazioni di prova o i diagrammi di distribuzione del carico.

Non è previsto che un ispettore proponga i miglioramenti necessari a soddisfare i requisiti del sistema di fissazione del carico. In molti casi una soluzione risulta addirittura impossibile senza ripetere dall'inizio le operazioni di carico sullo stesso veicolo o su un altro, senza attrezzature di fissazione del carico supplementari, senza un miglior imballaggio dei prodotti.

7.1. CLASSIFICAZIONE DELLE CARENZE

Le carenze sono classificate in uno dei seguenti gruppi:

- carenza lieve: una carenza lieve si verifica quando il carico è stato fissato correttamente ma potrebbero essere opportuni accorgimenti prudenziali;
- carenza grave: una carenza grave si verifica quando il carico non è stato fissato adeguatamente ed esiste un rischio di movimenti significativi o di ribaltamento del carico o di parti di esso,
- carenza pericolosa: una carenza pericolosa si verifica quando la sicurezza stradale è minacciata direttamente da un rischio di caduta del carico o di parti di esso o da un pericolo derivante direttamente dal carico o da un pericolo immediato per le persone.

In presenza di più carenze, il trasporto è classificato nel gruppo di carenze di maggiore gravità. Qualora si verificano più carenze per cui si prevede che gli effetti combinati debbano intensificarsi a vicenda, il trasporto è classificato nel gruppo di carenze di livello superiore.

7.2. METODI DI CONTROLLO

Il metodo di controllo consiste in un esame visivo dell'utilizzazione corretta di procedimenti appropriati in misura adeguata per fissare il carico e/o nella misurazione delle forze di tensione, nel calcolo dell'efficienza della fissazione e nel controllo di certificati, se del caso.

L'ispettore utilizza un approccio olistico per la verifica della fissazione del carico e tiene conto di tutti gli elementi potenzialmente rilevanti. Questi elementi includono il veicolo e la sua idoneità rispetto al carico trasportato, la resistenza e le condizioni dei componenti utilizzati per il fissaggio, il metodo o la combinazione di metodi applicati, e i dispositivi di fissaggio impiegati.

7.3. VALUTAZIONE DELLE CARENZE

La tabella nell'allegato 4 riporta le regole che possono essere applicate durante un controllo della fissazione del carico per determinare se il trasporto avvenga in condizioni accettabili.

La categorizzazione delle carenze è determinata, caso per caso, sulla base delle classificazioni di cui al punto 7.1.

I valori riportati nella tabella seguente hanno carattere indicativo e dovrebbero essere considerati come linee guida per determinare la categoria di carenza in funzione delle circostanze specifiche, in particolare secondo il carattere del carico, e a discrezione dell'ispettore.

In caso di trasporto che rientri nell'ambito di applicazione della direttiva 95/50/CE6 in materia di procedure armonizzate per le verifiche sul trasporto di merci pericolose su strada, possono essere applicate prescrizioni più specifiche.

8. Esempi di sistemi di fissazione del carico per merci specifiche

In questo capitolo verranno descritti, sulla base delle migliori pratiche, alcuni metodi di fissazione del carico relativi a merci specifiche, che non possono essere configurati semplicemente applicando i principi sopra illustrati.

8.1. PANNELLI STIVATI SU PIATTAFORME PIATTE CON STRUTTURE AD A

Le strutture ad A vengono spesso utilizzate per il trasporto di oggetti piani di grandi dimensioni come lastre di vetro, pareti di calcestruzzo, lastre di acciaio spesse, ecc.

Tali strutture possono essere fissate in via permanente sul veicolo oppure possono essere amovibili; possono inoltre essere orientate in direzione di marcia o in direzione trasversale.

In tutti questi casi la resistenza della struttura ad A costituisce un grave problema.

Una struttura ad A può tendere a piegarsi o rompersi sotto l'azione delle forze di inerzia che agiscono sui pannelli. Le strutture ad A amovibili possono anche piegarsi o rompersi durante il sollevamento. Le strutture ad A devono quindi essere progettate a livello professionale e si raccomanda il rilascio di un certificato in cui sia riportato il peso massimo ammesso del carico da trasportare nella struttura, l'altezza massima del carico sulla struttura, il metodo di fissazione del carico alla struttura e, se del caso, il metodo di fissazione della struttura al veicolo. Il certificato deve essere firmato dal progettista o dal responsabile.



Figura 45: struttura ad A caduta



Figura 46: struttura ad A amovibile

affidabile per il supporto di pannelli di grandi dimensioni durante il trasporto. A livello pratico le strutture ad A sono caratterizzate da un profilo ad alto rischio a causa dell'uso improprio. Si raccomanda un'adeguata formazione in materia.

Nel caso delle strutture ad A amovibili, i sistemi di fissazione hanno la funzione di impedire lo scorrimento e il ribaltamento della struttura caricata con i pannelli. Il metodo raccomandato è in questo caso l'immobilizzazione. Laddove tale metodo non sia applicabile, si utilizza il bloccaggio locale per impedire lo scorrimento. Per evitare il ribaltamento è possibile applicare l'ancoraggio diretto. Va notato che un ancoraggio diretto dalla parte superiore della struttura ad A alla struttura del veicolo spesso non evita lo scorrimento della struttura ad A.

Le strutture ad A vengono caricate e scaricate simmetricamente, ossia con all'incirca lo stesso peso sui due lati della struttura. Se è adeguatamente progettata ed utilizzata, una struttura ad A si rivela molto

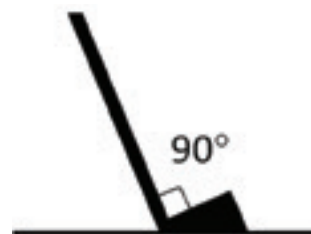


Figura 47: base della struttura ad A

Si raccomanda inoltre che la base della struttura ad A formi un angolo retto (o minore) con il lato inclinato secondo la figura 43. Se ciò non è possibile, il carico va posizionato su zeppe fissate alla piattaforma.

In tutti questi casi occorre fissare adeguatamente il carico sulla struttura ad A. In linea di massima, si possono utilizzare i metodi illustrati nel capitolo 5.

- Il bloccaggio locale tramite un arresto meccanico è il metodo preferito per evitare lo scorrimento dei pannelli nel rispettivo piano. Questo metodo è di facile applicazione per le strutture ad A che sono progettate per tipologie e dimensioni specifiche dei pannelli. In alternativa vengono utilizzati ancoraggi antirimbollo orizzontali di altezza ridotta.
- Per evitare il ribaltamento dei pannelli si possono utilizzare due o più ancoraggi rotondi muniti di un'adeguata protezione in corrispondenza di spigoli vivi. Il numero minimo di ancoraggi per impedire il ribaltamento dipende dall'angolo di inclinazione della struttura ad A, dallo spessore dei pannelli, dall'angolo di inclinazione della base della struttura, dall'attrito tra i pannelli, dall'elasticità degli ancoraggi,...
- In alternativa si possono utilizzare ancoraggi per attrito al fine di impedire lo scorrimento e il ribaltamento in direzione trasversale. Il numero minimo di ancoraggi necessari va calcolato applicando le formule riportate nella norma EN 12195-1. Il bloccaggio in basso potrebbe essere utilizzato per evitare lo scorrimento in direzione trasversale.
- Si raccomanda di utilizzare tappeti anti-slittamento o legno nella zona di contatto tra il carico e la struttura ad A.



Figura 48: fissazione con combinazione tra bloccaggio, struttura ad A, ancoraggio rotondo e ancoraggio per attrito

8.2. CARICHI DI LEGNAME

La presente sezione rappresenta una guida generale sulle misure da attuare per il trasporto sicuro di legname, sia tondo sia segato. Il legname è un bene “vivo” che può causare movimenti indipendenti di parti del carico con un sistema di ritenuta inadeguato.

8.2.1. Legname segato imballato

Il legname segato viene di norma trasportato in imballaggi standard conformi alla norma ISO 4472 e norme correlate. Se il legno è coperto, ad esempio con film retrattile o avvolto, occorre applicare valori di attrito diversi. Gli imballaggi vengono di norma muniti di cinghie o funi e prima delle operazioni di carico si deve verificare la sicurezza delle cinghie. Se queste sono danneggiate o non sicure, occorre prendere precauzioni supplementari per garantire l'adeguata fissazione di tutto il

carico al veicolo. Non si può tuttavia prendere in considerazione l'impiego di cinghie in acciaio o plastica per la fissazione del carico.

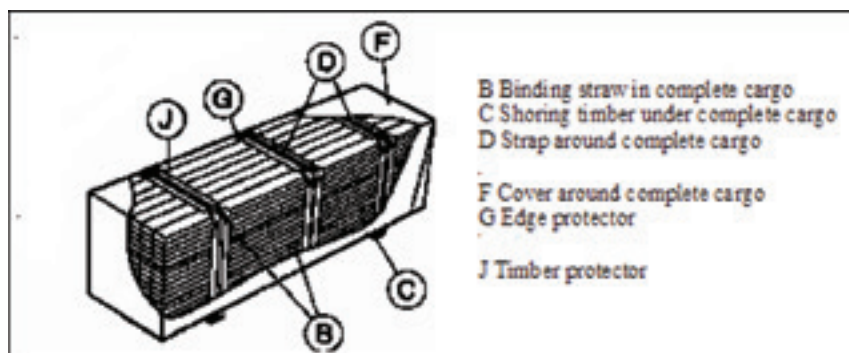


Figura 49: imballaggio standardizzato conforme alla norma ISO 4472

Gli imballaggi di legname segato devono essere trasportati di preferenza su piattaforme di carico munite di montanti centrali. Qualora vengano utilizzati questi ultimi, ogni sezione deve essere fissata per evitarne spostamenti laterali tramite:

- almeno due montanti se la lunghezza della sezione è di 3,3 m o inferiore;
- almeno tre montanti se la lunghezza della sezione è superiore a 3,3 m.

Oltre ai montanti centrali ogni sezione deve essere fissata mediante almeno tre ancoraggi per attrito, ciascuno con una pretensione di almeno 400 daN e una LC di almeno 1 600 daN. In direzione longitudinale gli imballaggi devono essere fissati come un qualsiasi tipo di carico.

In assenza di montanti centrali, gli imballaggi che siano opportunamente fardellati in maniera rigida possono essere fissati come un qualsiasi tipo di carico.

8.2.2. Legname tondo e legname segato non imballato

Per questo tipo di legname occorre rispettare i principi generali in materia di distribuzione del carico ed è importante garantire che, laddove possibile, il carico venga bloccato contro la sponda anteriore.

Si consiglia vivamente l'impiego di ancoraggi a catena o cinghie di tessuto con tensionatore; tutti gli ancoraggi devono inoltre essere ispezionati e mantenuti in tensione durante le operazioni di trasporto. Tutti gli ancoraggi devono avere una LC di almeno 1 600 daN con una pretensione di almeno 400 daN. Si raccomanda l'utilizzo di tensionatori automatici.

Carico ed ancoraggi devono essere controllati in particolare prima di passare da una strada forestale a una strada a scorrimento veloce.

Il trasporto di legname impilato trasversalmente (rispetto al veicolo) e sostenuto dalla sponda anteriore e dal supporto posteriore (ralla) è sconsigliato, in quanto è più sicuro trasportare il legname impilato longitudinalmente (sulla lunghezza del veicolo) in varie sezioni, ciascuna sostenuta in maniera indipendente da supporti verticali (montanti).

Impilamento longitudinale

Ogni tronco o pezzo di legno esterno viene trattenuto da almeno due coppie di supporti verticali (montanti). La resistenza dei montanti deve essere sufficiente ad evitare un'eccessiva larghezza del

veicolo dopo un'accelerazione laterale di 0,5 g. Eventuali pezzi più corti della distanza tra due montanti devono essere posizionati al centro del carico e tutti i tronchi devono essere disposti con le estremità alternate per garantire un carico con bilanciamento uniforme. Le estremità dei tronchi devono estendersi di almeno 300 mm oltre i montanti.

Trasporto di legname tondo

Il punto centrale della parte superiore dei tronchi più esterni non deve superare in altezza i montanti. La parte superiore dei tronchi al centro deve essere più in alto rispetto ai tronchi laterali in modo da “incapsulare” il carico e tensionarlo adeguatamente per mezzo degli ancoraggi, come illustrato di seguito:

I tronchi sono posati su un lardone conico o su una stecca dentata.

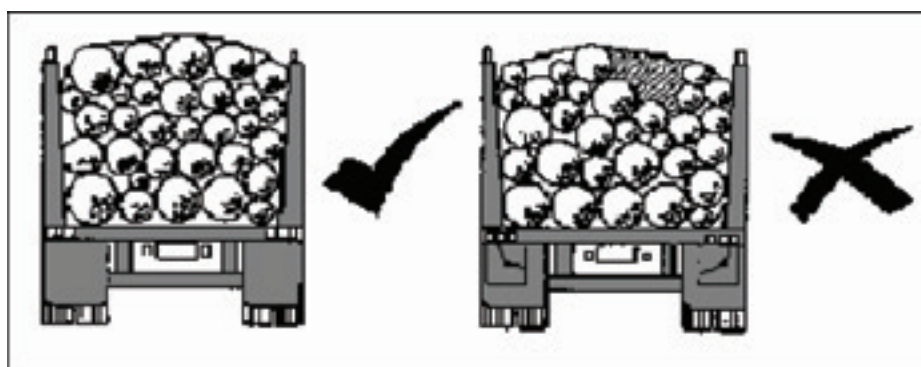


Figura 50: carico corretto (a sinistra) e scorretto (a destra) di legname tondo

Veicolo combinato con sponda anteriore sul veicolo trainante

Davanti alla prima sezione del legname – tra la cabina del conducente e il legname – deve essere montata una sponda anteriore con resistenza conforme alla norma EN 12642 classe XL e il carico non deve superare in altezza la sponda anteriore.

Su ogni sezione del carico (catasta) devono essere applicati ancoraggi per attrito o simili, che creano una pressione verticale sul legname, nel numero di seguito indicato:

- a) almeno un ancoraggio se la sezione del carico è costituita da legname con corteccia, fino a una lunghezza massima di 3,3 m;
- b) almeno due ancoraggi se la sezione del carico ha una lunghezza superiore a 3,3 m o indipendentemente dalla lunghezza se la corteccia è stata rimossa.

Gli ancoraggi per attrito devono essere posizionati (trasversalmente) tra le coppie anteriori e posteriori di montanti laterali di ciascuna sezione del carico, mantenendo il più possibile la simmetria.

Veicolo combinato senza sponda anteriore sul veicolo trainante

Se un veicolo non è munito di una sponda anteriore sufficientemente resistente o di pretensionatori automatici, occorre un numero maggiore di ancoraggi, ovvero 2



Figura 51: fissazione di legname tondo

ancoraggi per legname di lunghezza fino a 3 m, 3 ancoraggi per una lunghezza fino a 5 m, e 4 ancoraggi per una lunghezza oltre i 5 m.

Nota: se sul legname sono presenti neve e/o ghiaccio, occorre un ancoraggio supplementare in funzione dell'attrito restante.

Impilamento trasversale

Il legname impilato trasversalmente rispetto a un veicolo a piattaforma non può essere fissato in maniera adeguata con i metodi di ritenuta tradizionali. Alcuni esperimenti hanno mostrato che in caso di frenata di emergenza il legname con impilamento trasversale si comporta analogamente a un carico liquido. Il posizionamento di cinghie o catene incrociate tese dalla parte anteriore del veicolo a quella posteriore passando attraverso il punto più alto della catasta non è considerato un metodo accettabile di fissaggio del carico.

Il legname impilato trasversalmente deve essere trasportato esclusivamente tra pareti laterali rigide o pareti a gabbia; in quest'ultimo caso le aperture della gabbia non devono essere attraversate dai tronchi. In direzione longitudinale il carico va suddiviso in sezioni con paratie rigide o montanti. Nessuna delle sezioni può avere una lunghezza superiore a 2,55 m. Ciascuna di esse deve essere munita di almeno due ancoraggi per attrito ciascuno con una forza di pretensione di almeno 400 daN e una LC di almeno 1 600 daN.

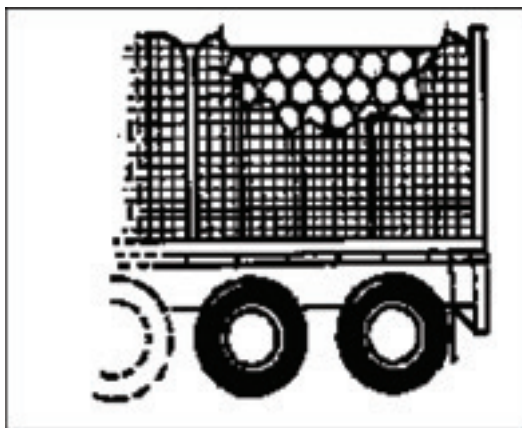


Figura 52: legname impilato trasversalmente con apertura laterale

8.2.3. Pali lunghi

Il trasporto di pali lunghi e alberi interi rappresenta un ambito altamente specializzato. Il problema specifico della lunghezza può essere risolto utilizzando semirimorchi tradizionali con sporgenza elevata. In linea di principio si possono applicare le stesse regole valide per il trasporto di legname di lunghezza standard, considerando la lunghezza ulteriore nel calcolo del numero e della resistenza degli ancoraggi. Tuttavia, molto spesso questa soluzione non è adatta per alberi molto lunghi.

Gli alberi vengono quindi caricati su due piattaforme girevoli ciascuna con una coppia di



Figura 53: trasporto di alberi interi

montanti. Il caso tipico è rappresentato dall'utilizzo di un carrello dolly collegato al veicolo trainante solo attraverso il carico. Questi carrelli dolly hanno di norma un asse sterzante con comando meccanico o idraulico tramite l'angolo formatosi tra il carico e il dolly. Il carrello dolly viene trainato dal veicolo attraverso il carico ma è dotato di freni propri. In particolare nel caso di frenate di emergenza occorre un coordinamento perfetto tra i freni del veicolo trainante e quelli del carrello dolly, al fine di evitare la trasmissione di forze elevate dal dolly al veicolo trainante attraverso il carico. Per questo tipo di veicolo è pertanto essenziale garantire una manutenzione adatta.

Il carico deve essere fissato con almeno due ancoraggi per ogni coppia di montanti al fine di compensare l'eventuale guasto di uno degli ancoraggi. Ogni singolo ancoraggio deve avere una forza di pretensione di almeno $s_{tf} = 750$ daN. Su ogni coppia di montanti, anteriore e posteriore, vengono applicate forze di pretensione di almeno 2 000 daN.

In numerosi paesi questa tipologia di trasporti necessita di autorizzazioni specifiche in quanto trasporto eccezionale. Possono essere necessarie misure supplementari come illuminazione speciale, luci intermittenti o addirittura veicoli di scorta.

8.3. CONTAINER DI GRANDI DIMENSIONI

Contenitori ISO e unità di carico simili con punti di ancoraggio per twistlock devono essere trasportati di preferenza su piattaforme di carico munite di sistemi twistlock adatti. Tuttavia, i container di grandi dimensioni per il trasporto su strada, con o senza carico, possono essere fissati in alternativa utilizzando un unico metodo o una combinazione di metodi di cui al capitolo 5, applicando i calcoli di cui al capitolo 6.



Figura 54: fissazione di alberi interi

8.4. TRASPORTO DI MACCHINE MOBILI

La sezione che segue fornisce istruzioni relative alle misure necessarie per il trasporto in sicurezza di “macchine operatrici mobili” su cingoli o ruote (per esempio gru, bulldozer, rulli compressori, ruspe, elevatori a forche, elevatori a pantografo o piattaforme aeree), su veicoli a circolazione limitata nell'UE. La sezione non riguarda il trasporto di macchine di grandi dimensioni e così via su veicoli speciali la cui circolazione su strada è consentita solo in presenza di autorizzazioni. Tuttavia, i consigli generali contenuti nella presente sezione trovano applicazione in molti casi.

I costruttori di tali macchinari sono invitati a fornire istruzioni dettagliate in merito alle modalità di fissazione dei prodotti in caso di trasporto e alle attrezzature di fissaggio necessarie, nonché consigli sulle corrette pratiche di stivaggio e fissazione. I costruttori devono inserire inoltre punti di ancoraggio, ove necessario, e contrassegnavarli chiaramente. Per le macchine dotate di punti di ancoraggio destinati al trasporto, occorre utilizzare tali punti di ancoraggio nonché stivare e fissare le macchine in base alle istruzioni fornite dal costruttore. Laddove non siano disponibili le raccomandazioni del costruttore, ancoraggi o dispositivi di fissazione devono essere installati unicamente sulle parti della macchina che risultano sufficientemente robuste da resistere alle potenziali sollecitazioni cui saranno soggette. Ad esempio non si devono utilizzare cingoli per fissare ganci di cinghie di tessuto o catene a meno che il costruttore non autorizzi tale pratica.

I conducenti in particolare sono tenuti a considerare i danni tipici legati a questo tipo di trasporto:

- i conducenti devono controllare le dimensioni del trasporto prima della partenza e l'assenza di potenziali ostacoli dal percorso, come ponti ad altezza ridotta. Può inoltre essere presente nella cabina l'indicazione dell'altezza effettiva del veicolo più il carico;
- i carichi con baricentro alto possono compromettere la stabilità del veicolo e le macchine in questi casi devono essere trasportate solo su veicoli con piattaforme ad altezza ridotta.

Una macchina su ruote o cingoli deve essere ancorata al veicolo di trasporto con il freno di stazionamento inserito. L'efficacia del solo freno di stazionamento è limitata dalla resistenza di attrito tra la macchina e il pianale del veicolo di trasporto e dalla capacità frenante del freno stesso. Anche in normali condizioni di marcia questo tipo di frenatura è insufficiente e il veicolo deve quindi essere munito di sistemi di ritenuta supplementari sotto forma di un sistema di ancoraggio e/o di un sistema tale da impedire lo spostamento in avanti o all'indietro del carico tramite un dispositivo di bloccaggio fissato al veicolo. Questo dispositivo deve andare in battuta contro le ruote, i cingoli o altre parti della macchina oggetto di trasporto.

Tutti i gruppi mobili come forche, mensole, bracci, cabine ecc. devono essere lasciati nella posizione raccomandata per il trasporto dal costruttore e fissati per evitarne lo spostamento rispetto alla struttura principale del veicolo.

Prima di spostare la macchina sul veicolo di trasporto, occorre rimuovere l'eventuale sporcizia che potrebbe fuoriuscire ostruendo la strada o danneggiando altri veicoli. La rampa, gli pneumatici della macchina e il pianale del veicolo di trasporto stesso devono essere privi di olio, grasso, ghiaccio, ecc., per non ridurre l'attrito tra il carico e la piattaforma.

La macchina deve essere posizionata di preferenza sulla piattaforma del veicolo di trasporto in modo da bloccare lo spostamento in avanti grazie a parte della struttura principale del veicolo, per esempio collo di cigno, gradino o sponda anteriore, o a un elemento trasversale fissato attraverso la piattaforma al telaio del veicolo. Inoltre, la macchina e uno qualsiasi dei suoi gruppi separati devono essere disposti in modo da non superare i limiti del peso legale sugli assi e da non compromettere la movimentazione in sicurezza del veicolo. Prima di partire occorre controllare lo spazio libero tra i lati inferiori dei veicoli ribassati e la superficie della strada per stabilire se vi sia uno spazio libero sufficiente a garantire un'adeguata altezza da terra del veicolo.



Figura 55: trasporto di macchine mobili

Le macchine gommate e cingolate leggere devono essere munite di sistemi di ritenuta in modo da ridurre al minimo il rimbalzo, dovuto a irregolarità della carreggiata, trasmesso dal veicolo di trasporto e amplificato dagli pneumatici e dalle sospensioni della macchina. Ove possibile, le sospensioni della macchina devono essere immobilizzate limitandone lo spostamento verticale con ancoraggi o altri mezzi di ritenuta. In alternativa si possono utilizzare dei ceppi per sostenere il telaio della macchina. Se la macchina non è sostenuta, l'intera area di contatto dei cingoli o dei tamburi e almeno metà della larghezza dello pneumatico devono poggiare sul pianale del veicolo

di trasporto. Occorre sostenere il telaio o la struttura della macchina se i cingoli si estendono oltre il telaio del veicolo di trasporto.

La macchina deve essere munita di sistemi di ritenuta per impedirne spostamenti in avanti, all'indietro e in direzione laterale, utilizzando ancoraggi a catena o cinghie di tessuto fissati a punti di attacco sul veicolo. Negli ancoraggi devono essere integrati dispositivi di tensionamento adatti.

Per decidere il numero di punti di ancoraggio da utilizzare quando si configura un sistema di ritenuta, si deve tenere conto dei seguenti fattori:

1. la necessità di posizionare la macchina per ottenere la corretta distribuzione del carico al fine di rispettare i requisiti di legge in materia di carico sugli assi e di garantire che la movimentazione del veicolo non risulti compromessa;
2. il livello di integrazione di altri sistemi di ritenuta del carico nella progettazione del veicolo;
3. se la macchina ha ruote, cingoli o rulli;
4. il peso della macchina da trasportare;
5. si devono utilizzare almeno quattro ancoraggi;
6. si devono utilizzare almeno quattro punti di ancoraggio separati;
7. non è consigliabile utilizzare un ancoraggio per attrito sulla parte superiore della cabina del conducente o su coperture di macchine mobili.

ATTENZIONE: i veicoli non devono essere guidati, nemmeno per una brevissima distanza, con attrezzature in estensione o in posizione sbloccata.

8.5. TRASPORTO DI AUTOVETTURE, FURGONI E RIMORCHI DI PICCOLE DIMENSIONI

Questa sezione illustra il trasporto di veicoli (in appresso “autoveicolo trasportato”) di categoria M1 e N1 su altri veicoli di trasporto (in appresso “bisarca”). Si raccomanda di utilizzare esclusivamente bisarche progettate specificamente a questo scopo.

Le linee guida riportate di seguito non annullano altre linee guida fornite dal costruttore della bisarca. Pertanto si raccomanda vivamente che i costruttori delle bisarche forniscano linee guida relative alla fissazione di autoveicoli trasportati, specifiche per la bisarca in oggetto. Il manuale utente della bisarca potrebbe infatti contenere limiti diversi per la massa massima degli autoveicoli trasportati.



Figura 56: trasporto di autoveicoli

Per le bisarche occorre tenere in particolare considerazione le disposizioni di legge in merito ai valori massimi di lunghezza, altezza, larghezza e massa.

Solo in assenza di istruzioni da parte del costruttore della bisarca, si applicano automaticamente le linee guida di seguito riportate.

Eventuali rampe e piattaforme manovrabili presenti su una bisarca non devono essere azionate in assenza di istruzioni specifiche di un esperto o provenienti da un manuale utente dettagliato. In particolare, i veicoli trasportati devono essere caricati in conformità alle disposizioni del costruttore relativamente alla posizione delle rampe e delle piattaforme manovrabili durante il viaggio. È necessario osservare le linee guida del costruttore in merito alla fissazione delle rampe e delle piattaforme durante il viaggio. Tutte le misure atte a migliorare la sicurezza degli operatori, come mancorrenti e scalette, devono essere adottate in conformità al manuale utente che il costruttore è tenuto a fornire. Si raccomanda vivamente di tenere a portata di mano una copia delle linee guida del costruttore durante il viaggio per mostrarle alla polizia o agli addetti ai controlli tecnici su strada.

Poiché i veicoli trasportati non sono di norma costruiti per spostarsi all'indietro a velocità elevata, vengono preferibilmente caricati in avanti e collocati con i rispettivi baricentri nel piano mediano verticale longitudinale del veicolo per garantire una distribuzione uniforme del carico in direzione laterale. Una distribuzione ottimale del carico in verticale si ottiene stivando i veicoli più pesanti sulla piattaforma inferiore.

In caso di carico incompleto occorre fare particolare riferimento alle linee guida sulla distribuzione del carico, inclusi i carichi minimo e massimo sugli assi della bisarca e del rimorchio, se presente. Si deve inoltre considerare in particolare la distribuzione del carico in verticale. In generale il baricentro va mantenuto il più possibile in basso.

La fissazione dei veicoli è ottenuta mediante una combinazione di attrito, bloccaggio e ancoraggio:

- a) attrito:
in base al manuale di istruzioni del veicolo trasportato occorre utilizzare tutti i dispositivi che lo mantengono in posizione, per esempio la leva del cambio in posizione di “parcheggio”, in prima o in retromarcia; freni manuali o elettronici attivati;
- b) bloccaggio:
ruote bloccate con una zeppa o una barra davanti e/o dietro ciascuna ruota. Queste zeppe o barre di bloccaggio sono di preferenza realizzate su misura per la bisarca e possono essere immobilizzate in posizione. In caso contrario le zeppe o le barre devono essere fissate alla piattaforma di carico in modo che non si spostino durante il viaggio. In alternativa le ruote potrebbero poggiare ciascuna in una scanalatura. L'altezza effettiva dei dispositivi di bloccaggio deve essere almeno circa il 17% del diametro della ruota;
- c) ancoraggio:
ruote fissate mediante ancoraggio per attrito. Devono essere utilizzate cinghie di tessuto conformi alla norma EN 12195-2. La LC deve essere di almeno 1 500 daN. La cinghia di tessuto deve essere fissata direttamente alla piattaforma di carico alle due estremità e passare sopra il battistrada in direzione longitudinale per poi essere fissata alla piattaforma il più possibile vicino allo pneumatico. Per posizionare correttamente il braccio della leva è possibile deviare l'ancoraggio mediante dispositivi specifici o attraverso le barre di bloccaggio. Lo stesso vale per le ruote poste all'interno di scanalature.

In generale due delle ruote di un autoveicolo trasportato devono essere fissate mediante zeppe davanti e dietro le ruote stesse e gli ancoraggi secondo quanto detto in precedenza ai punti b) e c). Preferibilmente vengono fissate due ruote opposte in diagonale. Per l'ultimo veicolo all'estremità della bisarca occorre fissare una ruota in più, ovvero quella sull'asse più in prossimità dell'estremità posteriore della bisarca.

Per gli autoveicoli caricati in avanti, il sistema di fissazione sulla ruota anteriore può essere sostituito da una zeppa o da una barra di bloccaggio davanti allo pneumatico anteriore.

Per i veicoli caricati su una piattaforma inclinata occorre fissare tre ruote e in una di esse deve essere previsto un sistema con due zeppe e un ancoraggio secondo quanto spiegato in precedenza ai punti b) e c). Le altre due ruote devono essere fissate come illustrato al punto b) con due zeppe o con un ancoraggio come illustrato al punto c).

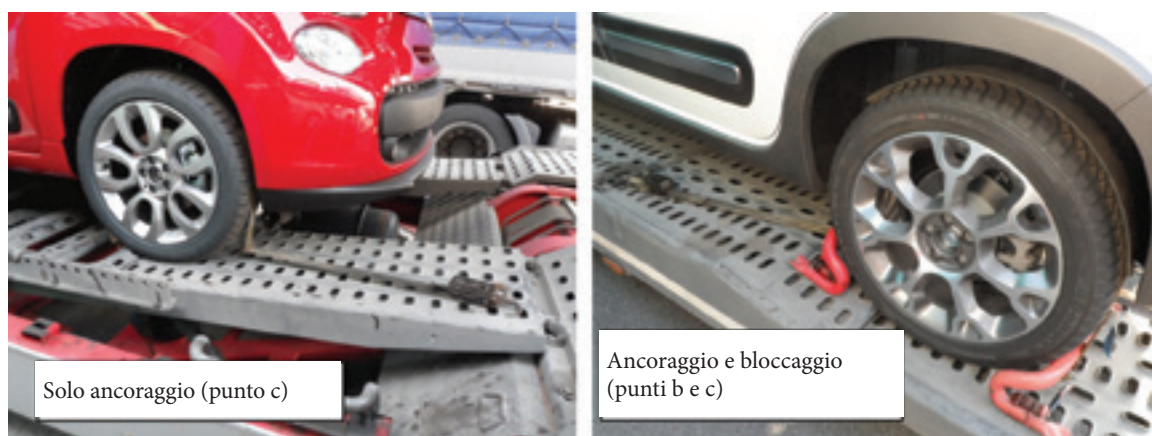


Figura 57: sistemi di fissazione per il trasporto di autoveicoli

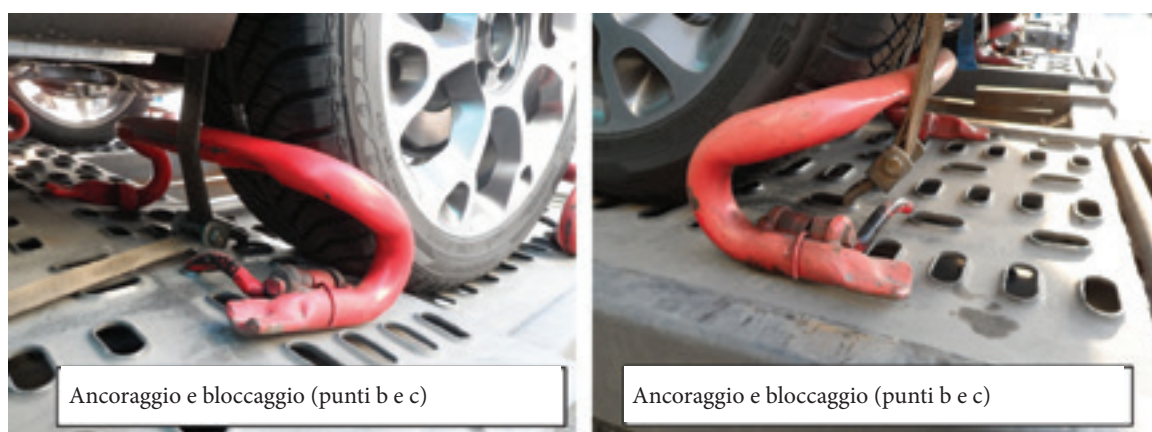


Figura 58: sistemi di fissazione per il trasporto di autoveicoli

Non è consigliabile fissare veicoli sospesi mediante ancoraggio della massa sospesa direttamente alla bisarca. Qualora venga comunque adottato tale metodo, esso deve essere soggetto a valutazioni caso per caso. I numerosi parametri di cui tenere conto per lo sviluppo di tale metodo non consentono di applicare linee guida generali come quella precedente, valida per il fissaggio di veicoli sospesi attraverso le relative parti non sospese (ovvero di norma le ruote).

8.6. TRASPORTO DI AUTOCARRI, RIMORCHI E TELAI SU AUTOCARRI

La presente sezione illustra il trasporto di veicoli pesanti (in appresso “veicolo pesante trasportato”) di categoria M2 e M3, N2 e N3 nonché O3 e O4 su altri veicoli di trasporto (in appresso “bisarca per veicoli pesanti”). Le presenti linee guida non annullano altre istruzioni fornite dal costruttore della bisarca. Pertanto si raccomanda vivamente che i costruttori delle bisarche per veicoli pesanti forniscano linee guida relative alla fissazione dei veicoli pesanti trasportati, specifiche per la bisarca in oggetto. Il manuale utente della bisarca potrebbe infatti contenere limiti diversi per la massa massima dei veicoli pesanti trasportati.

In assenza di linee guida fornite dal costruttore della bisarca per veicoli pesanti, verranno applicate in automatico le linee guida di seguito riportate per autocarri e rimorchi di peso effettivo compreso tra 4 e 20 t e con diametro delle ruote di max. 1,25 m.

In generale si applicano gli stessi principi validi per i veicoli di categoria M1 e N1 di cui al capitolo precedente. Le cinghie di tessuto da utilizzare dovranno tuttavia avere una $LC = 2\,500$ daN.

La fissazione avviene su due ruote opposte in diagonale. Per veicoli con più di due assi, ciascun asse supplementare deve essere fissato con un ancoraggio supplementare. Per questi ancoraggi supplementari non occorrono zeppe o barre di bloccaggio.



Figura 59: trasporto di un autocarro con rimorchi

8.7. TRASPORTO DI BOBINE

8.7.1. Bobine con peso superiore a 10 tonnellate

Le bobine pesanti, per esempio di acciaio o di alluminio, vengono di preferenza trasportate in un veicolo costruito per questo scopo, il cosiddetto portabobine.

Un portabobine è munito di un foro a forma di cuneo parallelo alla direzione di marcia e posto nel pavimento del veicolo. Gli angoli del cuneo sono di norma inclinati tra 29° e 35° rispetto al piano orizzontale. Fintantoché il peso della bobina è sostenuto dalla parte inclinata del cuneo, non occorrono altri sistemi di fissazione atti ad evitare scorrimento e rotolamento in direzione laterale. Lo scorrimento in direzione longitudinale può essere impedito utilizzando tappeti anti-slittamento di alta qualità. Questi tappeti non evitano tuttavia l'“effetto telescopico” della bobina. Tale effetto dipende in larga misura dalla vicinanza degli avvolgimenti di una bobina, dall'attrito tra gli strati successivi di una bobina e dall'imballaggio della stessa. Tuttavia, nemmeno la presenza di cinghie di acciaio è in grado di impedire la fuoriuscita degli strati di bobine pesanti in materiale scivoloso con un avvolgimento approssimativo. Due pali posti di fronte alla bobina (distanza inferiore a 40 mm) evitano lo scorrimento e la fuoriuscita in avanti. Un ancoraggio antirimbalo sul lato sinistro e sul lato destro della bobina impediscono lo scorrimento e la fuoriuscita all'indietro. La capacità di bloccaggio minima richiesta per i pali e gli ancoraggi dipende dalla massa della bobina e dalla sua tendenza a fuoriuscire. I requisiti principali relativi a bobine di acciaio con avvolgimenti ravvicinati e non sensibili al ribaltamento sono riepilogati nella figura sottostante. Si consiglia di effettuare una prova pratica per determinare i valori relativi ad altri tipi di bobine.

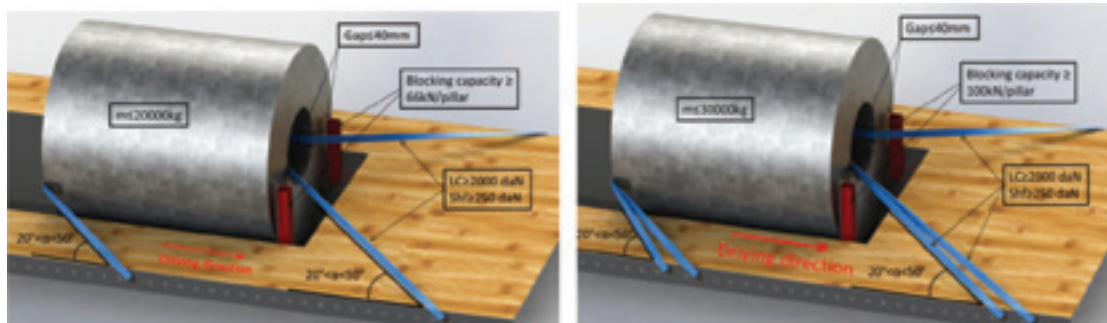


Figura 60: trasporto di bobine di acciaio avvolte

Bobine corte con diametri elevati possono essere sensibili al ribaltamento. Per evitarlo si possono raggruppare più bobine per formare un'unità o utilizzare pali più alti e con sufficiente resistenza, posti davanti alla o alle bobine. In alternativa si può utilizzare una barra di bloccaggio orizzontale fissata alle pareti rigide del veicolo.



Figura 61: trasporto di una bobina in un veicolo apposito

In assenza di un portabobine si raccomanda vivamente l'utilizzo di una specifica struttura in acciaio atta ad impedire scorrimento, rotolamento, ribaltamento e fuoriuscita della bobina, come illustrato nelle figure seguenti.

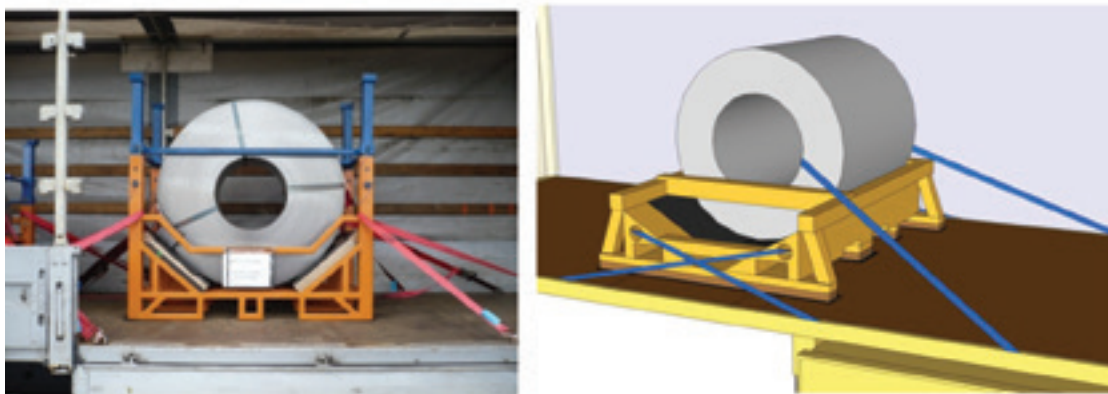


Figura 62: struttura speciale per il trasporto di bobine

8.7.2. Bobine con peso inferiore a 10 tonnellate

Le bobine (e simili) di acciaio e alluminio con peso medio e ridotto vengono preferibilmente trasportate su un portabobine, come descritto al punto 8.10.a.

In alternativa si può utilizzare un pianale con zeppe. Si tratta di una struttura per una bobina con foro orizzontale:

- le zeppe su cui poggia la bobina devono essere collocate sull'intera larghezza della stessa;
- si deve stabilire una distanza fissa tra le zeppe del pianale;
- supporto stabile e spazio libero sotto la bobina.

Per le bobine poste su un pianale con zeppe è possibile utilizzare uno qualsiasi dei sistemi di fissazione descritti sotto, in funzione del peso della bobina. La capacità di ancoraggio richiesta dipende

dalla massa della bobina e dalla qualità dell'imballaggio atto ad evitare l'effetto telescopico. Si consiglia vivamente di utilizzare sempre tappeti anti-slittamento tra la bobina e il pianale con zeppe e tra il pianale e il pavimento.

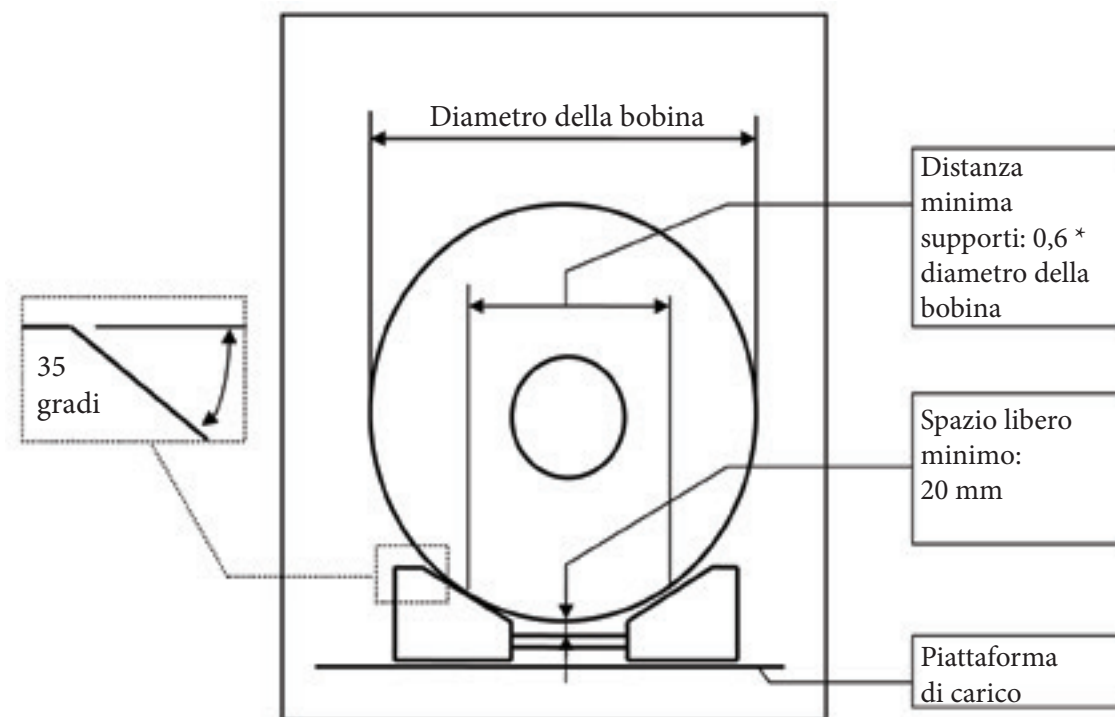


Figura 63: caratteristiche di un pianale con zeppe

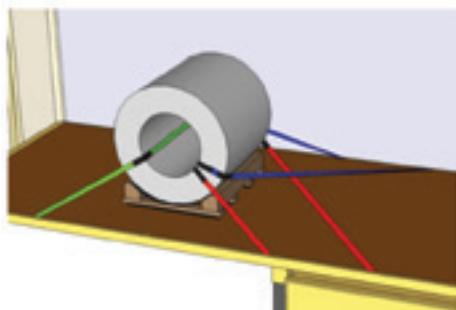


Figura 64: bobina con peso ridotto

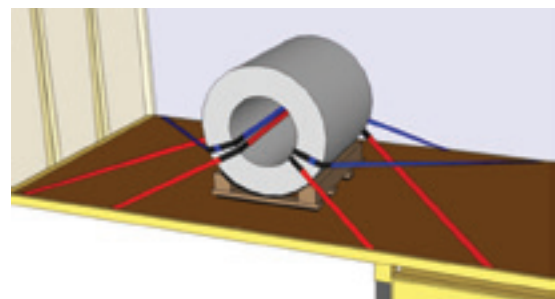


Figura 65: bobina con peso medio



Figura 66: bobina con peso medio

8.8. BEVANDE

La fissazione di un carico costituito da bevande rappresenta una sfida notevole se la rigidità delle unità di carico non è garantita. L'ancoraggio per attrito non è possibile poiché tende a danneggiare le bevande. Teoricamente, per consentire l'ancoraggio per attrito si possono utilizzare coperture specifiche per i pallet o pallet vuoti. Tuttavia, le bevande non gassate contenute in bottiglie PET si deformano facilmente sotto l'azione combinata di forze di ancoraggio verso il basso e forze di inerzia trasversali. Si raccomanda di raggruppare le unità di carico quattro a quattro in orizzontale.

Nel caso di trasporti regolari di bevande occorre utilizzare un veicolo specifico per questo tipo di carico. Tale veicolo è di norma realizzato con teloni avvolgibili inclinati, con codice superiore a XL, che spingono le bevande verso il centro del veicolo. Ad oggi questi veicoli sono muniti di una recinzione fissa o rimovibile nella sezione di simmetria longitudinale. Le bevande vengono bloccate in avanti dalla parete anteriore e in taluni casi da forze intermedie.

8.9. TRASPORTO DI MERCI PALLETTIZZATE

Il tipo di pallet più comune per il trasporto di merci è il pallet EURO (ISO 445-1984), principalmente in legno, con dimensioni standard pari a 800x1200x150 mm.

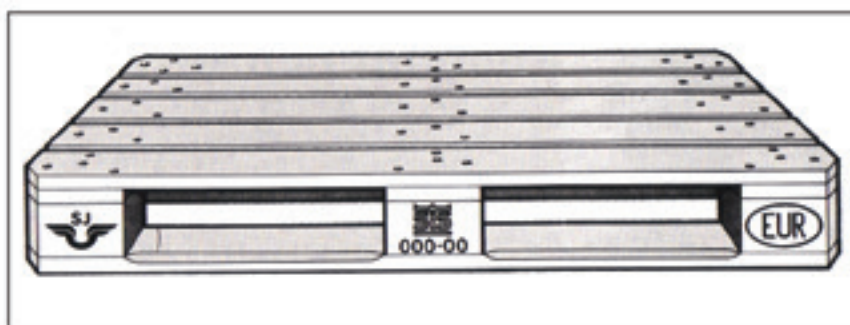


Figura 67: pallet EURO

Quando sul pallet vengono caricate casse di dimensioni uguali o inferiori a quelle del pallet stesso, quest'ultimo costituisce un'unità di trasporto simile a una piattaforma di carico senza pareti laterali. Occorre adottare le misure atte ad impedire lo scorrimento o il ribaltamento del carico rispetto al pallet, utilizzando mezzi di ancoraggio simili ai metodi descritti in precedenza. L'attrito tra le superfici del carico e il pallet è quindi essenziale per calcolare la fissazione del carico. Si deve tenere conto anche del rapporto tra altezza/larghezza e peso del pallet caricato (in questo caso il peso del pallet caricato corrisponde al peso di una sezione del carico).

Si possono utilizzare mezzi di qualsiasi genere per la fissazione del carico al pallet, per esempio ancoraggio, film retrattile, ecc., a patto che il pallet di carico sia in grado di resistere a un angolo di inclinazione laterale di almeno 26,6° senza mostrare segni evidenti di deformazioni.

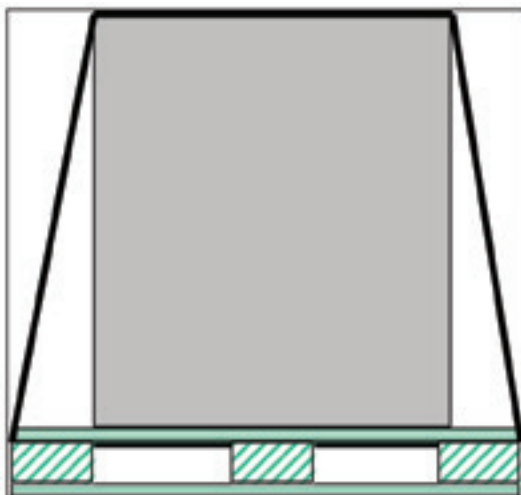


Figura 68: unità di carico ancorata ad un pallet EURO

Per il trasporto di alimenti vengono comunemente utilizzati pallet con telaio. La fissazione dei pallet su ruote mediante bloccaggio risulta particolarmente efficace, ma si possono utilizzare anche metodi alternativi.

Per ottenere il massimo livello di sicurezza per un carico completo di euro-pallet a pile di due in un veicolo con codice XL, si raccomanda di stivare i pallet come indicato di seguito:

- nelle 15 sezioni anteriori i pallet vengono stivati in direzione trasversale su due file (30 posti pallet);
- nelle 15 sezioni posteriori i pallet vengono stivati in direzione longitudinale su tre file (3 posti pallet).



Nella grande distribuzione si utilizzano di frequente pallet speciali come pallet su ruote.



Figura 70: pallet su ruote con pareti laterali e barre di aggancio

8.10. TRASPORTO DI MERCI PALLETTIZZATE MEDIANTE ANCORAGGIO INCROCIATO

Per il trasporto di merci pallettizzate come sacchi, imballati con un cappuccio termoretrattile o elastico o un film estensibile, si può utilizzare una particolare combinazione di ancoraggi, detta “ancoraggio incrociato”, che combina gli effetti di fissazione del raggruppamento, dell’ancoraggio per attrito e dell’ancoraggio diretto. L’ancoraggio incrociato può essere applicato a pallet di qualsiasi dimensione e a carichi completi e parziali su autocarri. L’ancoraggio incrociato sulla sommità e l’ancoraggio antirimbalzo incrociato sono possibili se opportunamente testati e certificati.

Sostanzialmente, un ancoraggio incrociato sulla sommità comprende due cinghie di tessuto convenzionali per un gruppo costituito da due carichi su pallet o da quattro carichi su pallet. Entrambi gli ancoraggi vengono applicati come ancoraggio per attrito convenzionale, ma i punti di ancoraggio sui due lati del veicolo sono spostati e creano quindi un incrocio sulla superficie superiore del gruppo di carichi su pallet, come mostrato nelle figure 71 e 72.

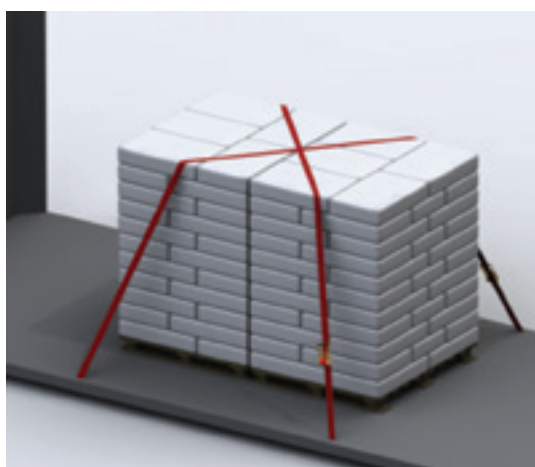


Figura 71: due pallet con ancoraggio incrociato

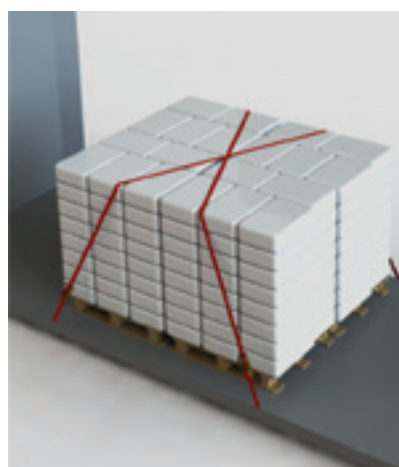


Figura 72: quattro pallet con ancoraggio incrociato

L’ancoraggio incrociato sulla sommità è in grado di impedire lo scorrimento e il ribaltamento dei pallet nelle due direzioni trasversali.

L'efficacia di questo tipo di ancoraggio su prodotti deformabili non può essere calcolata poiché dipende dall'attrito, dalla massa, dalle dimensioni e dall'effettiva deformazione del prodotto. Pertanto l'efficacia deve essere convalidata mediante controlli. Un test conforme alla norma EN 12642, allegato B, o alla norma EN 12195-1 allegato D, evidenzia la capacità dei carichi pallettizzati con gli ancoraggi superiori incrociati di resistere alle forze di accelerazione come richiesto.

In talune situazioni l'ancoraggio incrociato sulla sommità descritto non è sufficiente a resistere alle forze di inerzia in direzione di marcia. In questo caso si può utilizzare un ancoraggio antirimbalzo incrociato. Ogni cinghia di tessuto viene tesa davanti ad un angolo anteriore in alto del gruppo di pallet, come mostrato in figura 73. Questo ancoraggio genera una forza di ritenuta in direzione di marcia comparabile a un ancoraggio antirimbalzo di tipo convenzionale.

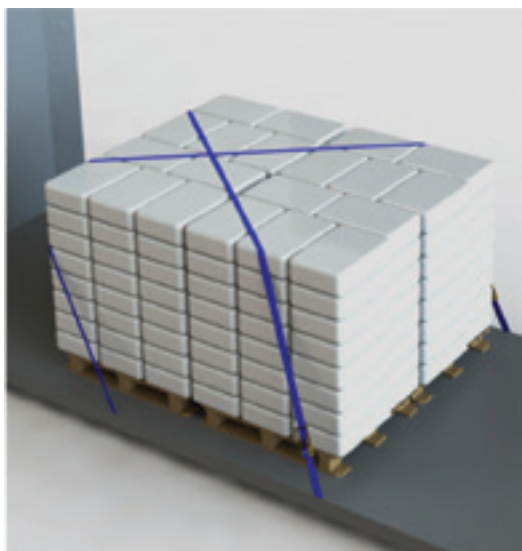


Figura 73: quattro pallet con ancoraggio antirimbalzo incrociato

A seconda del tipo di carico è possibile utilizzare una speciale combinazione dei due tipi di ancoraggi incrociati con il bloccaggio. La figura 74 mostra una combinazione molto pratica: bloccaggio con una parete anteriore, uno o due ancoraggi antirimbalzo incrociati e un ancoraggio incrociato sulla sommità per i restanti gruppi di carichi su pallet.

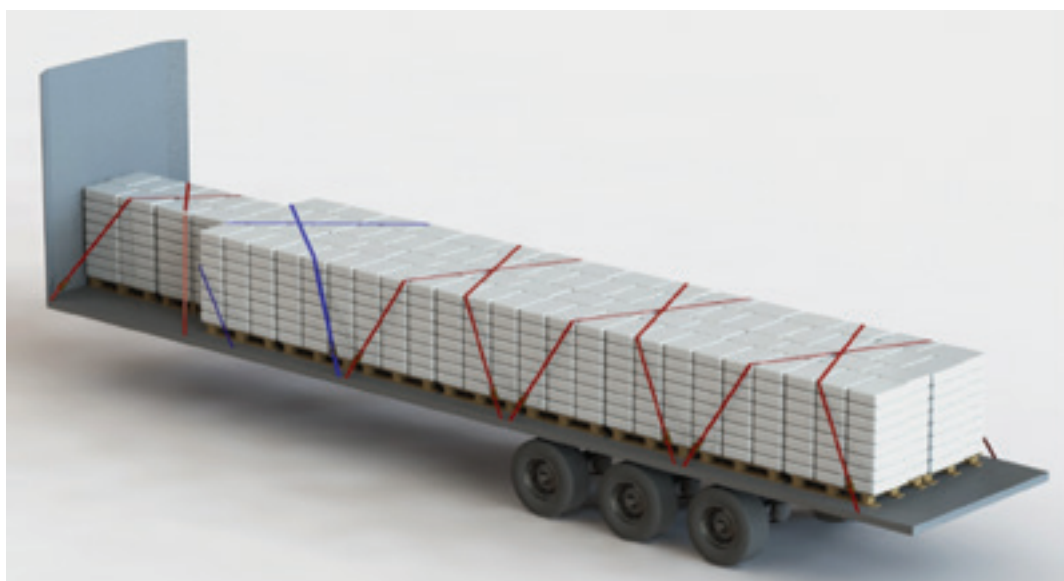


Figura 74: rimorchio con una combinazione di bloccaggio e ancoraggio per attrito e antirimbalzo incrociato

8.11. CARICHI MISTI

Tutte le parti di un carico misto devono essere fissate per impedirne lo scorrimento, il ribaltamento e lo spostamento incontrollato in tutte le direzioni. I carichi misti vengono di preferenza fissati mediante bloccaggio ma può risultare necessaria una fissazione supplementare con ancoraggi. In linea di principio ogni tipo di carico può essere fissato secondo quanto descritto nelle sezioni precedenti o secondo le istruzioni contenute nella Guida rapida all'ancoraggio.



Figura 75: sistema di fissazione sul retro per carico misto

Appendice 1. Simboli

F_A : forza di accelerazione

F_F : forza di attrito

F_D : forza di ancoraggio diretto

F_B : forza di bloccaggio

F_C : forza di contatto tra la sovrastruttura del veicolo e un elemento del carico o tra 2 elementi del carico

F_T : forza di tensione effettiva in una cinghia di tessuto

LC: capacità di ancoraggio di un ancoraggio, definita nella norma EN 12195-2/4

S_{TF} : forza di tensione standard di un ancoraggio, definita nella norma EN 12195-2/4

S_{HF} : forza manuale standard di un ancoraggio, definita nella norma EN 12195-2/3

m: massa

β_x : angolo tra proiezione orizzontale di un ancoraggio diretto e direzione longitudinale

β_y : angolo tra proiezione orizzontale di un ancoraggio diretto e direzione trasversale

α : angolo tra ancoraggio e piano orizzontale

μ : coefficiente di attrito come definito nella norma EN 12195-1:2010

HG: altezza del baricentro sopra la piattaforma di carico

LG: distanza orizzontale tra asse di ribaltamento e baricentro

RBC: capacità di bloccaggio di riferimento

Appendice 2. Guida rapida all'ancoraggio

La guida rapida all'ancoraggio contiene istruzioni pratiche e semplificate per la fissazione del carico, conformemente alle formule contenute nella norma europea EN 12195-1:2010 e ai principi riportati nelle presenti linee guida.

A.2.1. PROCEDURA E LIMITAZIONI

Le tabelle di ancoraggio contenute nella presente Guida rapida all'ancoraggio riportano il peso del carico in tonnellate (1 000 kg) a cui il sistema di ancoraggio impedisce lo scorrimento o il ribaltamento. I valori nelle tabelle sono arrotondati a due cifre significative.

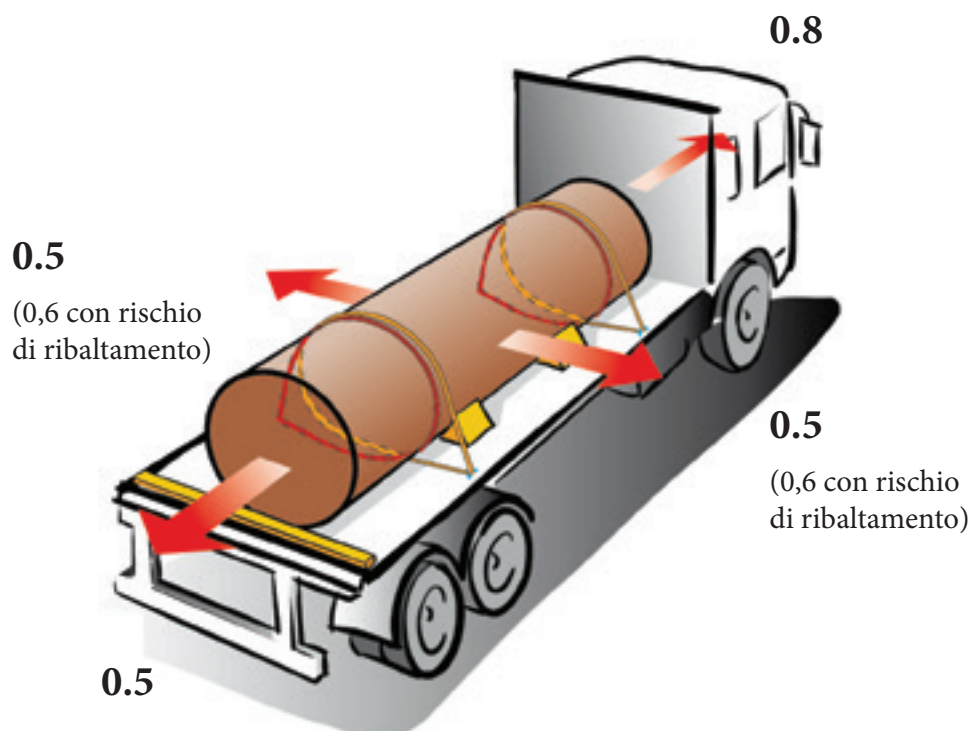
La dicitura “nessun rischio” riportata nelle tabelle significa che non vi sono rischi di scorrimento o ribaltamento del carico. Anche in assenza di tali rischi, si raccomanda di utilizzare almeno un ancoraggio per attrito ogni 4 tonnellate di carico o sistemi analoghi per evitare spostamenti incontrollati del carico non bloccato dovuti a vibrazioni.

A.2.2. IL SISTEMA DI FISSAZIONE DEL CARICO DEVE SOSTENERE...

... 0,8 del peso del carico in avanti

... 0,5 del peso del carico lateralmente e all'indietro

... 0,6 del peso del carico lateralmente se non vi sono rischi di ribaltamento del carico



A.2.3. CONDIZIONI DI FISSAZIONE CONFORMEMENTE ALLA PRESENTE GUIDA RAPIDA ALL'ANCORAGGIO

Occorre impedire lo scorrimento e il ribaltamento del carico in tutte le direzioni se è esposto a forze durante il trasporto.

La fissazione del carico deve essere effettuata utilizzando sistemi di immobilizzazione, bloccaggio, ancoraggio o una combinazione di tali tecniche.

Attrezzature di ancoraggio

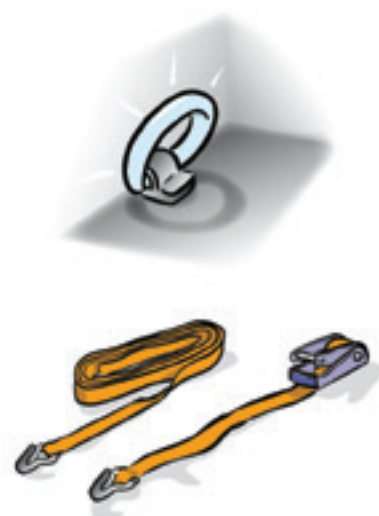
I valori riportati nelle tabelle della presente Guida rapida all'ancoraggio sono stati calcolati supponendo che

... i punti di ancoraggio abbiano una resistenza di 2 000 daN (2 tonnellate se sollecitati)

... gli ancoraggi abbiano una capacità di ancoraggio (LC) di 1 600 daN (1,6 tonnellate se sollecitati)

... gli ancoraggi abbiano $S_{TF} = 400$ daN (stretti a 400 kg).

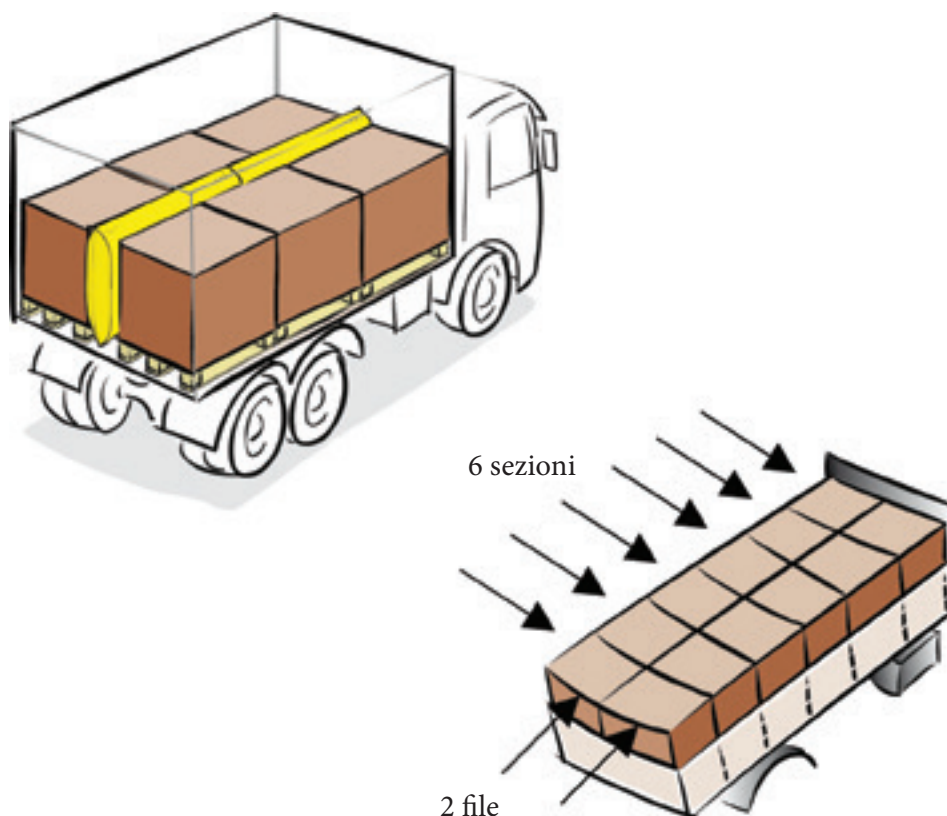
Gli ancoraggi vanno stretti con una forza minima di 400 daN (400 kg) durante il trasporto.



A.2.4. BLOCCAGGIO

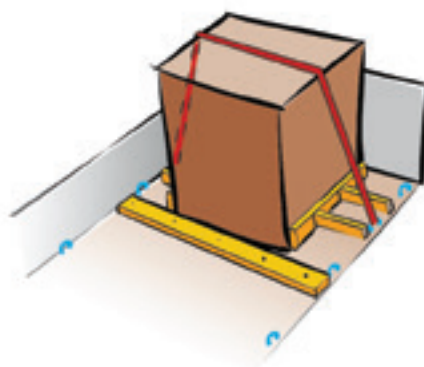
Laddove possibile, il bloccaggio è il metodo da utilizzare per la fissazione del carico

Il bloccaggio prevede il posizionamento del carico o di sue parti direttamente contro la parete anteriore, le pareti laterali, i montanti, i supporti, le pareti o parti del carico per impedirne gli spostamenti. In caso di bloccaggio generale, la somma degli spazi vuoti in qualsiasi direzione orizzontale non deve superare i 15 cm. Tuttavia, tra unità di carico dense e rigide come acciaio, calcestruzzo o pietra, occorre ridurre ulteriormente per quanto possibile gli spazi vuoti.



Il carico, se è bloccato a un'altezza sufficiente, non può scorrere né ribaltarsi.

Se il carico è bloccato solo in basso, può essere necessario un ancoraggio per evitare il ribaltamento. Si rimanda alle tabelle relative al ribaltamento nella presente Guida rapida all'ancoraggio.



Parete anteriore e parete posteriore

Le pareti anteriori e pareti posteriori su veicoli con un carico utile superiore a 12,5 tonnellate, realizzate conformemente alla norma EN 12642 L.

Parete anteriore – EN 12642 L

Coeff. di attrito, μ	Peso del carico in tonnellate che può essere bloccato contro la parete anteriore in avanti
0,15	7,8
0,20	8,4
0,25	9,2
0,30	10,1
0,35	11,3
0,40	12,7
0,45	14,5
0,50	16,9
0,55	20,3
0,60	25,4

Parete posteriore – EN 12642 L

Coeff. di attrito, μ	Peso del carico in tonnellate che può essere bloccato contro la parete posteriore all'indietro
0,15	9,0
0,20	10,5
0,25	12,6
0,30	15,8
0,35	21,0
0,40	31,6

Se il peso del carico è superiore ai valori riportati nelle tabelle, oltre al bloccaggio è necessario anche un adeguato ancoraggio.

Chiodo da 100 mm (4")



CHIODO da 100 mm (4") Peso del carico in tonnellate cui viene impedito lo scorrimento tramite chiodo						
μ	Lateralmente		In avanti		All'indietro	
	Su ogni lato – Chiodo da 100 mm (4")		Chiodo da 100 mm (4")		Chiodo da 100 mm (4")	
	Liscio	Zincato	Liscio	Zincato	Liscio	Zincato
0,2	0,36	0,53	0,18	0,26	0,36	0,53
0,3	0,55	0,80	0,22	0,32	0,55	0,80
0,4	1,1	1,6	0,27	0,40	1,1	1,6
0,5	nessun rischio	nessun rischio	0,36	0,53	nessun rischio	nessun rischio
0,6	nessun rischio	nessun rischio	0,55	0,80	nessun rischio	nessun rischio
0,7	nessun rischio	nessun rischio	1,1	1,6	nessun rischio	nessun rischio

Questi valori sono presi dall'IMO Model Course 3.18 e ricalcolati in conformità alla norma EN 12195-1:2010.

Carico non ancorato e rischio di movimento

Se non vi sono rischi di scorrimento o ribaltamento (come mostrato nelle tabelle di questa guida), il carico può essere trasportato senza l'utilizzo di cinghie di ancoraggio.

Anche in assenza di tali rischi, come regola generale si raccomanda di utilizzare almeno un ancoraggio per attrito ogni 4 tonnellate di carico o sistemi analoghi per evitare spostamenti incontrollati del carico non bloccato a causa delle vibrazioni.



A.2.5. ALTRE MODALITÀ DI FISSAZIONE DEL CARICO

Il carico può essere fissato anche utilizzando metodi per attrito o ancoraggio.

Calcolo dei requisiti di ancoraggio

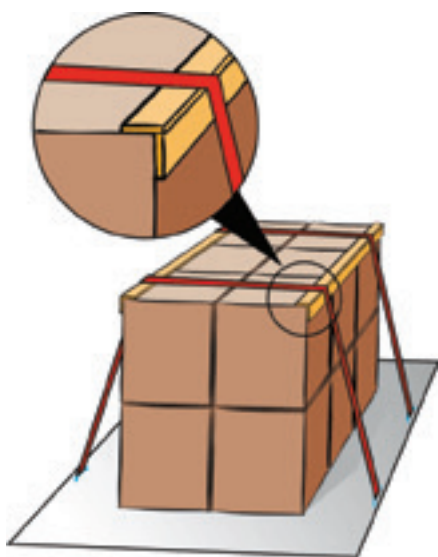
Se per arrestare lo spostamento del carico si utilizza l'ancoraggio:

1. calcolare il numero di cinghie necessarie per impedire un movimento di scorrimento;
2. calcolare il numero di cinghie necessarie per impedire il ribaltamento del carico;
3. il maggiore di questi due valori indica il numero minimo di cinghie necessarie.

Profilo angolare di supporto

In taluni casi si può utilizzare un numero di cinghie di ancoraggio inferiore al numero di sezioni del carico. Ogni sezione del carico deve essere fissata.

È possibile utilizzare un “profilo angolare di supporto” per distribuire gli effetti di ciascun ancoraggio. Questi profili possono essere costituiti da listelli in legno (almeno 25 mm x 100 mm). Si possono utilizzare anche altri materiali con analoghi valori di resistenza, come alluminio o simili. Occorre posizionare almeno una cinghia ogni due sezioni del carico, una ad ogni estremità.



A.2.6. SCORRIMENTO

L'attrito tra il carico e la piattaforma di carico (o il carico al di sotto di essa) influisce notevolmente sull'efficacia anti-scorrimento di un ancoraggio.

La tabella riportata all'appendice 4 indica i coefficienti di attrito tipici per combinazioni comuni di materiali a contatto tra loro o con la piattaforma di carico del veicolo.

Questi valori sono validi per superfici asciutte e bagnate quando le aree di contatto sono pulite e prive di danni, brina, ghiaccio o neve. In caso contrario occorre applicare un coefficiente di attrito (μ) = 0,2. In presenza di superfici oleose o grasse si devono prendere precauzioni particolari.

Nel caso di ancoraggi diretti, nei punti in cui il carico può spostarsi leggermente prima che l'allungamento degli ancoraggi crei la forza di ritenuta desiderata, si applica l'attrito dinamico che corrisponde al 75% del coefficiente di attrito. Le tabelle contenute nella Guida rapida all'ancoraggio tengono conto di questo effetto.

A.2.7. RIBALTAMENTO

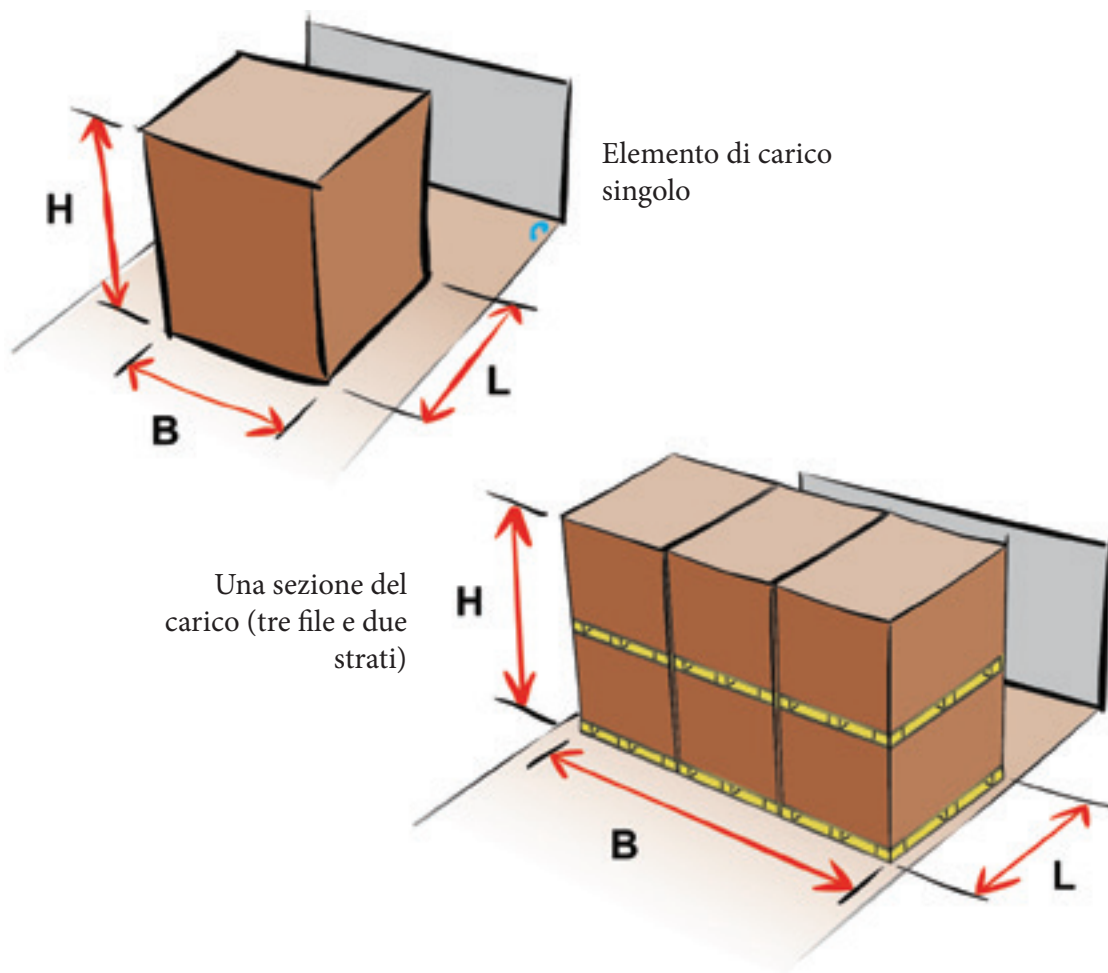
Consultare le tabelle nella presente Guida rapida all'ancoraggio per reperire il peso massimo del carico per evitare il ribaltamento.

Deve essere calcolato il rapporto H/B (altezza divisa per larghezza) o H/L (altezza divisa per lunghezza) del carico da fissare.

I calcoli devono essere arrotondati al valore superiore più vicino riportato nelle tabelle.

Unità di carico con baricentro vicino al centro

I disegni seguenti spiegano come misurare H (altezza), L (lunghezza) e B (larghezza) del carico.



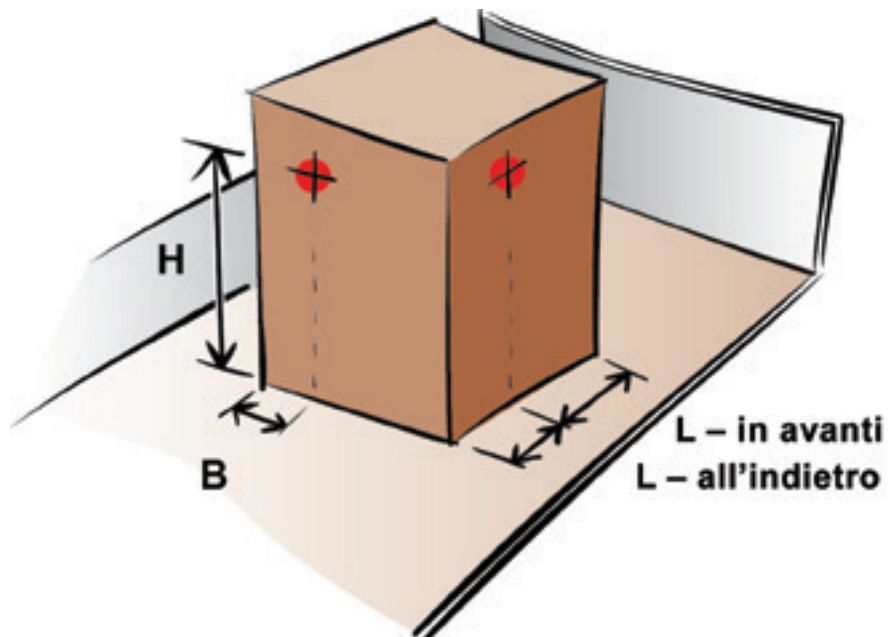
Unità di carico con baricentro sfalsato

Se l'unità di carico da fissare ha un baricentro al di sopra del proprio centro geometrico o verso il lato, le misurazioni di H , B e L devono essere eseguite come nello schema che segue.

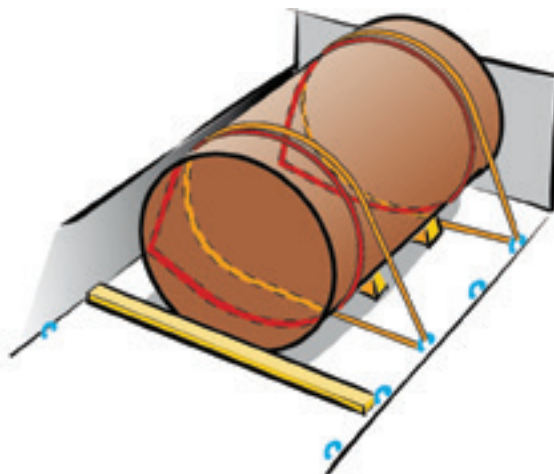
H = distanza dal baricentro

B = distanza minima tra il baricentro e il punto di ribaltamento laterale

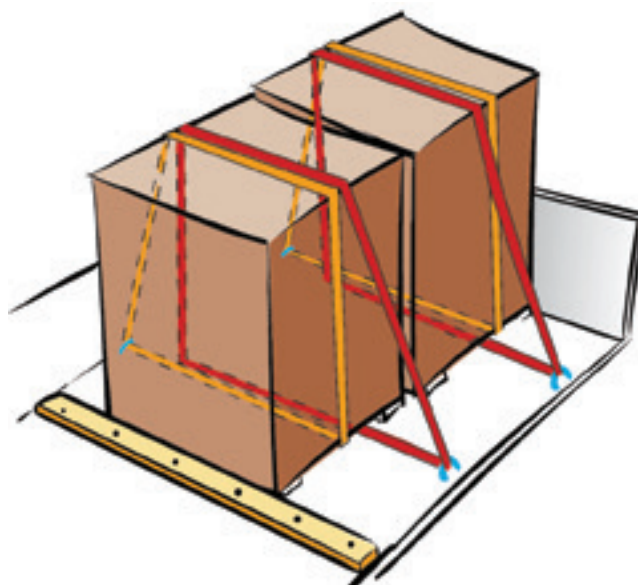
L = distanza in base allo schema



A.2.8. ANCORAGGIO AD ANELLO



Un ancoraggio ad anello fissa un'unità di carico su ciascun lato con una coppia di cinghie di tessuto. Nel contempo viene impedito anche il ribaltamento del carico. In caso di unità di carico lunghe occorre utilizzare almeno due ancoraggi ad anello.



Se l'unità di carico contiene più di una sezione e se le sezioni si sostengono reciprocamente ed evitano eventuali torsioni, può essere necessario un solo ancoraggio ad anello per ogni sezione del carico.

Peso del carico in tonnellate cui viene impedito lo scorrimento <i>tramite</i> coppia di ancoraggi ad anello				
μ^*	Lateralmente		μ^*	Lateralmente
0,15	4,7		0,45	13
0,20	5,4		0,50	nessun rischio
0,25	6,2		0,55	nessun rischio
0,30	7,3		0,60	nessun rischio
0,35	8,7		0,65	nessun rischio
0,40	11		0,70	nessun rischio

* Coefficiente di attrito secondo l'appendice 4

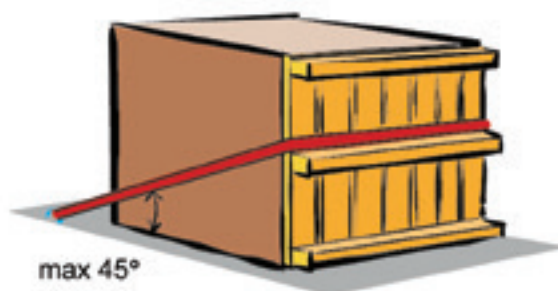
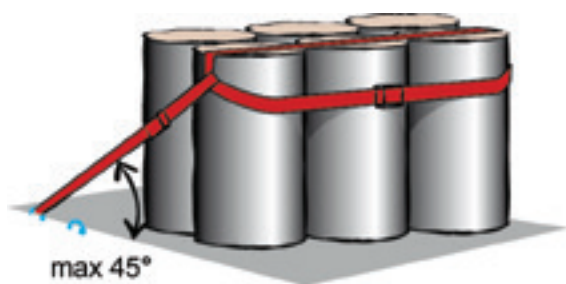
Peso del carico in tonnellate cui viene impedito il ribaltamento <i>tramite</i> coppia di ancoraggi ad anello					
Lateralmente					
H/B	1 fila	2 file	3 file	4 file	5 file
0,6	nessun rischio	nessun rischio	nessun rischio	6,5	4,1
0,8	nessun rischio	nessun rischio	5,6	3,1	2,3
1,0	nessun rischio	nessun rischio	3,1	2,0	1,6
1,2	nessun rischio	4,6	2,1	1,5	1,3

Peso del carico in tonnellate cui viene impedito il ribaltamento <i>tramite</i> coppia di ancoraggi ad anello					
Lateralmente					
H/B	1 fila	2 file	3 file	4 file	5 file
1,4	nessun rischio	3,0	1,6	1,2	1,0
1,6	nessun rischio	2,2	1,3	1,0	0,86
1,8	nessun rischio	1,8	1,1	0,86	0,74
2,0	nessun rischio	1,5	0,94	0,75	0,65
2,2	5,1	1,2	0,83	0,67	0,58
2,4	3,7	1,1	0,74	0,60	0,53
2,6	2,9	0,96	0,66	0,54	0,48
2,8	2,4	0,86	0,61	0,50	0,44
3,0	2,0	0,78	0,56	0,46	0,41
3,2	1,8	0,72	0,51	0,43	0,38

I valori riportati in queste tabelle si applicano solo se ciascuna estremità dell'ancoraggio ad anello è fissata in corrispondenza di punti di ancoraggio diversi. Se le due estremità di un ancoraggio ad anello sono fissate allo stesso punto di ancoraggio, questo punto deve avere una resistenza pari a $1,4 \times LC$ ancoraggio.

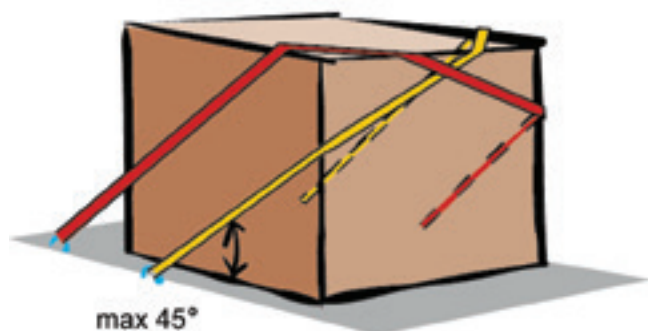
A.2.9. ANCORAGGIO ANTIRIMBALZO

Un ancoraggio antiribalzo viene utilizzato per arrestare lo spostamento di un'unità di carico in avanti e/o all'indietro. È essenziale che l'angolo tra la piattaforma di carico e la cinghia di ancoraggio non sia maggiore di 45° .



L'ancoraggio antirimbalo può essere realizzato in vari modi. Tuttavia, se non viene applicato al bordo superiore dell'unità di carico, si riducono i limiti di ribaltamento relativi al peso del carico.

Ad esempio, se l'ancoraggio antirimbalo viene posizionato a metà dell'unità di carico, si fissa solo metà del peso indicato in tabella.

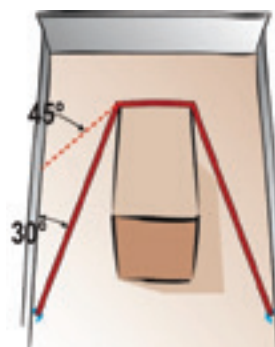


Questa configurazione dell'ancoraggio antirimbalo prevede due zampe su ogni lato, fissando in tal modo due volte il peso indicato in tabella.

Peso del carico in tonnellate cui viene impedito lo scorrimento <i>tramite</i> ancoraggio antirimbalo						
μ^*	In avanti	All'indietro		μ^*	In avanti	All'indietro
0,15	3,7	6,6		0,45	6,7	19
0,20	4,1	7,6		0,50	7,5	nessun rischio
0,25	4,5	8,8		0,55	8,4	nessun rischio
0,30	4,9	10		0,60	9,6	nessun rischio
0,35	5,4	12		0,65	11	nessun rischio
0,40	6,0	15		0,70	13	nessun rischio

* Coefficiente di attrito secondo l'appendice 4

Peso del carico in tonnellate cui viene impedito il ribaltamento tramite ancoraggio antiribalzo		
H/L	In avanti	All'indietro
1,2	nessun rischio	nessun rischio
1,4	54	nessun rischio
1,6	26	nessun rischio
1,8	19	nessun rischio
2,0	15	nessun rischio
2,2	13	101
2,4	12	55
2,6	11	40
2,8	10	32
3,0	9.9	28
3.2	9.5	25



Se l'angolo laterale è superiore a 5°, i valori in tabella vanno ridotti come di seguito indicato:

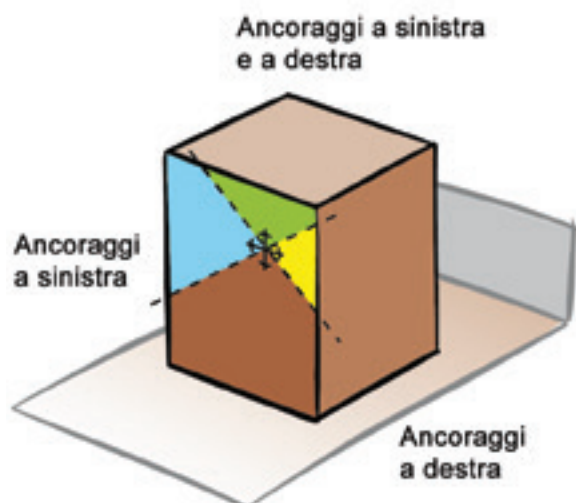
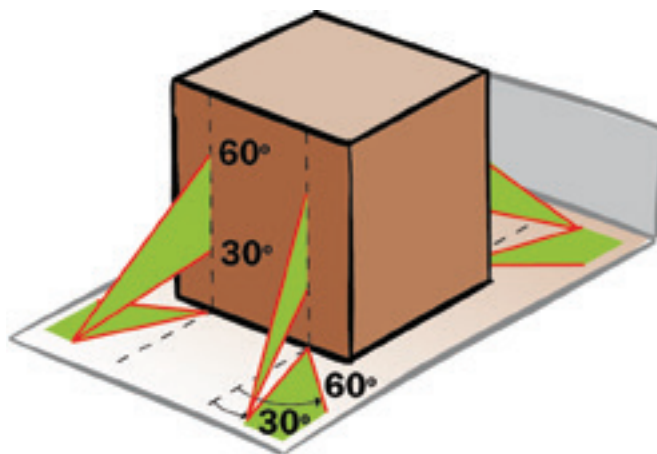
Angolo 5°- 30° $\Rightarrow$ 15%

Angolo 30°- 45° $\Rightarrow$ 30%

A.2.10. ANCORAGGIO DIRETTO

Gli ancoraggi devono essere fissati all'interno degli angoli indicati in verde nello schema.

In questo modo si garantisce la fissazione della singola unità di carico in base ai valori riportati nella tabella.



Le zone in cui si possono fissare le cinghie di ancoraggio sono delimitate da due linee rette che si sviluppano in diagonale passando per il baricentro con un angolo di 45°.

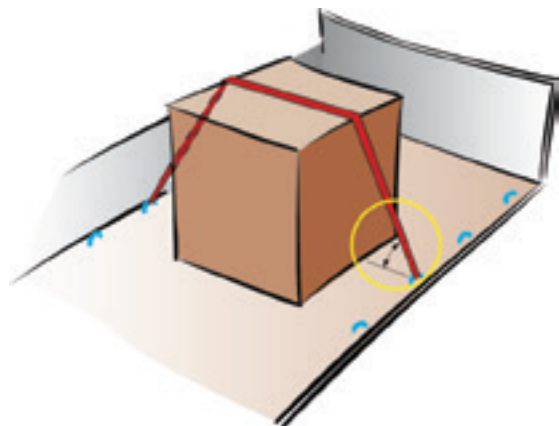
Peso del carico in tonnellate cui viene impedito lo scorrimento <i>tramite</i> ancoraggio diretto							
μ^*	Lateralmente	In avanti	All'indietro	μ^*	Lateralmente	In avanti	All'indietro
0,15	1,5	0,82	1,5	0,45	5,4	1,9	5,4
0,20	1,8	0,95	1,8	0,50	nessun rischio	2,2	nessun rischio
0,25	2,2	1,1	2,2	0,55	nessun rischio	2,6	nessun rischio
0,30	2,6	1,3	2,6	0,60	nessun rischio	3,0	nessun rischio
0,35	3,3	1,4	3,3	0,65	nessun rischio	3,5	nessun rischio
0,40	4,2	1,7	4,2	0,70	nessun rischio	4,2	nessun rischio

* Coefficiente di attrito secondo l'appendice 4

Peso del carico in tonnellate cui viene impedito il ribaltamento <i>tramite</i> ancoraggio diretto				
H/B	Lateralmente	H/L	In avanti	All'indietro
1,2	nessun rischio	1,2	nessun rischio	nessun rischio
1,4	nessun rischio	1,4	8,2	nessun rischio
1,6	nessun rischio	1,6	3,8	nessun rischio
1,8	nessun rischio	1,8	2,6	nessun rischio
2,0	nessun rischio	2,0	2,0	nessun rischio
2,2	4,1	2,2	1,7	13,0
2,4	3,2	2,4	1,5	6,9
2,6	2,6	2,6	1,4	4,9
2,8	2,3	2,8	1,2	3,9
3,0	2,0	3,0	1,2	3,3
3,2	1,9	3,2	1,1	2,9

A.2.11. ANCORAGGIO PER ATTRITO

Nell'utilizzare la tabella seguente occorre ricordare che l'angolo tra l'ancoraggio e la piattaforma di carico è estremamente importante. Le tabelle devono essere utilizzate per angoli compresi tra 75° e 90°. Se l'angolo invece è compreso tra 30° e 75°, occorre una quantità doppia di cinghie di ancoraggio oppure si dimezzano i valori della tabella.



Se l'angolo è inferiore a 30° si deve utilizzare un altro metodo di fissazione del carico.

Peso del carico in tonnellate cui viene impedito lo scorrimento <i>tramite</i> ancoraggio per attrito			
m*	Lateralmente	In avanti	All'indietro
0,15	0,31	0,15	0,31
0,20	0,48	0,21	0,48
0,25	0,72	0,29	0,72
0,30	1,1	0,38	1,1
0,35	1,7	0,49	1,7
0,40	2,9	0,63	2,9
0,45	6,4	0,81	6,4
0,50	nessun rischio	1,1	nessun rischio
0,55	nessun rischio	1,4	nessun rischio
0,60	nessun rischio	1,9	nessun rischio
0,65	nessun rischio	2,7	nessun rischio
0,70	nessun rischio	4,4	nessun rischio

* Coefficiente di attrito secondo l'appendice 4

Peso del carico in tonnellate cui viene impedito il ribaltamento <i>tramite</i> ancoraggio per attrito								
Lateralmente						H/L	In avanti	All'indietro
H/B	1 fila	2 file	3 file	4 file	5 file			
0,6	nessun rischio	nessun rischio	nessun rischio	5,8	2,9	0,6	nessun rischio	nessun rischio
0,8	nessun rischio	nessun rischio	4,9	2,1	1,5	0,8	nessun rischio	nessun rischio
1,0	nessun rischio	nessun rischio	2,2	1,3	0,97	1,0	nessun rischio	nessun rischio
1,2	nessun rischio	4,1	1,4	0,91	0,73	1,2	nessun rischio	nessun rischio
1,4	nessun rischio	2,3	0,99	0,71	0,58	1,4	5,3	nessun rischio
1,6	nessun rischio	1,5	0,78	0,58	0,49	1,6	2,3	nessun rischio
1,8	nessun rischio	1,1	0,64	0,49	0,42	1,8	1,4	nessun rischio
2,0	nessun rischio	0,90	0,54	0,42	0,26	2,0	1,1	nessun rischio
2,2	4,5	0,75	0,47	0,37	0,32	2,2	0,83	7,2

Peso del carico in tonnellate cui viene impedito il ribaltamento <i>tramite</i> ancoraggio per attrito								
Lateralmente						H/L	In avanti	All'indietro
H/B	1 fila	2 file	3 file	4 file	5 file			
2,4	3,3	0,64	0,42	0,33	0,29	2,4	0,68	3,6
2,6	2,4	0,56	0,37	0,30	0,26	2,6	0,58	2,4
2,8	1,8	0,50	0,34	0,28	0,24	2,8	0,51	1,8
3,0	1,4	0,45	0,31	0,25	0,22	3,0	0,45	1,4
3,2	1,2	0,41	0,29	0,24	0,21	3,2	0,40	1,2

Se per ciascuna sezione del carico viene utilizzato più di un ancoraggio, i dispositivi di tensionamento devono essere posizionati, se possibile, in maniera alternata sui due lati.

I valori calcolati per lo spostamento in avanti e all'indietro presuppongono la distribuzione uniforme delle cinghie di ancoraggio su ciascuna sezione del carico.

A.2.12. ALTRE ATTREZZATURE DI ANCORAGGIO

I valori relativi a LC e S_{TF} sono indicati sulle attrezzature di ancoraggio.

Se la LC di una catena non è nota, impostare il valore a 50% del carico di rottura.
0,5 (0,6 con rischio di ribaltamento)



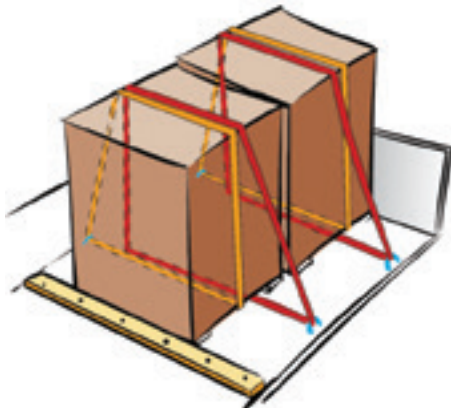
Ricalcolo

Se vengono utilizzate attrezzature con una capacità diversa rispetto a LC 1 600 o S_{TF} 400, i valori delle tabelle relative a scorrimento e ribaltamento devono essere moltiplicati per i fattori seguenti.

Per il ricalcolo non si devono mai utilizzare LC o S_{TF} superiori a quanto possono sostenere i punti di ancoraggio.

Metodi

Ancoraggio ad anello



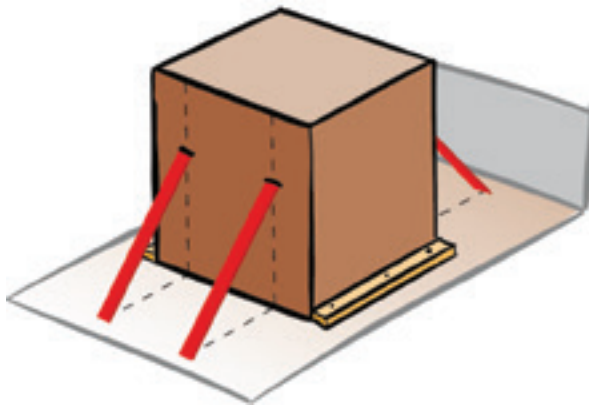
$$\frac{LC \text{ effettiva}}{1600} = \text{Fattore di moltiplicazione}$$

Ancoraggio antirimbalzo



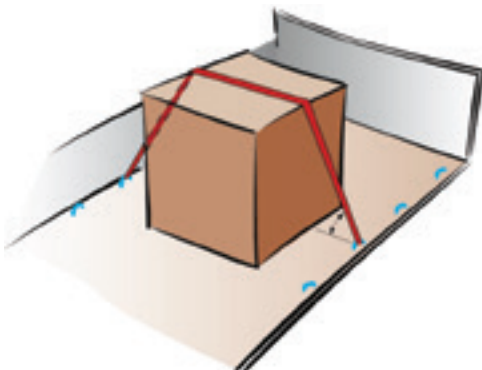
$$\frac{LC \text{ effettiva}}{1600} = \text{Fattore di moltiplicazione}$$

Ancoraggio diretto



$$\frac{LC \text{ effettiva}}{1600} = \text{Fattore di moltiplicazione}$$

Ancoraggio per attrito



Per lo scorrimento:

$$\frac{S_{TF} \text{ effettiva}}{400} = \text{Fattore di moltiplicazione}$$

Per il ribaltamento utilizzare il minore dei fattori seguenti:

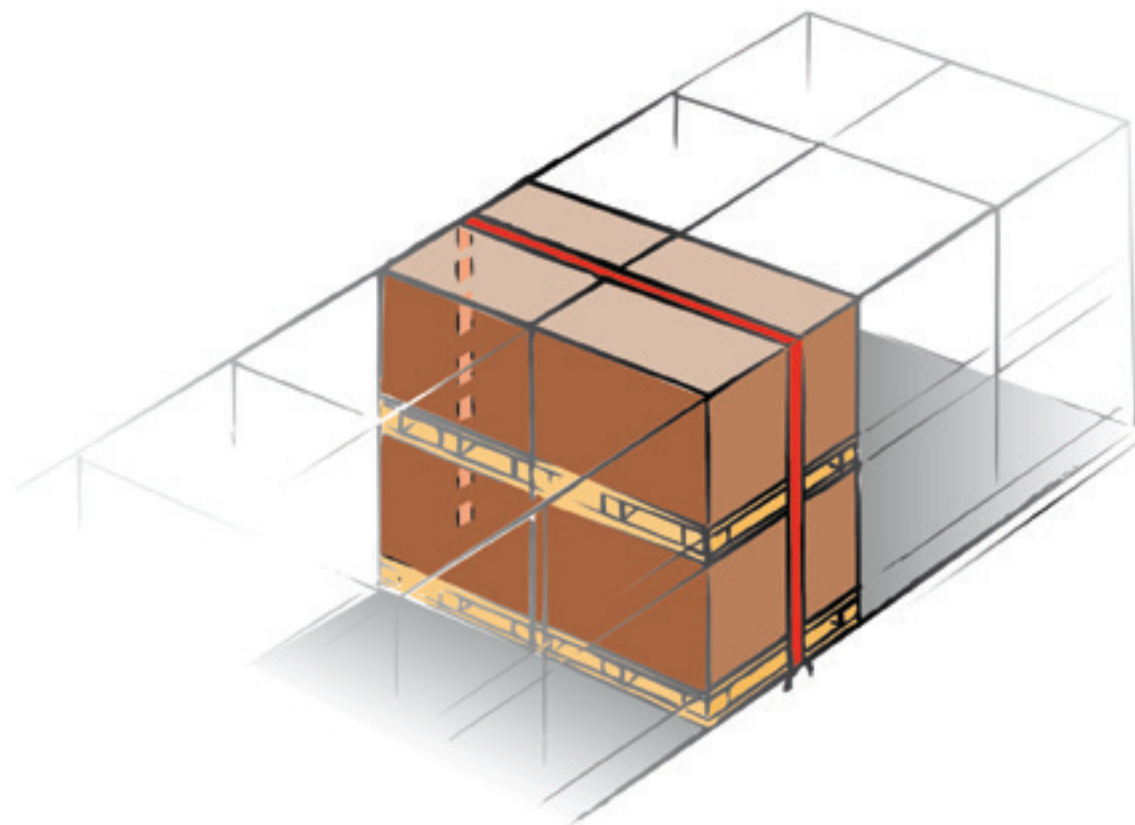
$$\frac{S_{TF} \text{ effettiva}}{400} \text{ o } \frac{LC \text{ effettiva}}{1600} = \text{Fattore di moltiplicazione}$$

A.2.13. CARICO IN PIÙ STRATI

Determinazione del numero di cinghie di ancoraggio per attrito necessarie per fissare unità di carico stivate in più strati se non sono bloccate lateralmente.

Procedere come descritto nei quattro passaggi seguenti

1. Calcolare il numero di cinghie di ancoraggio necessarie per fissare il peso dell'intera sezione ed impedirne lo scorrimento utilizzando mezzi di attrito in basso;
2. calcolare il numero di cinghie di ancoraggio necessarie per fissare il peso della sezione superiore ed impedirne lo scorrimento, utilizzando mezzi di attrito tra lo strato superiore ed inferiore;
3. calcolare il numero di cinghie di ancoraggio necessarie per arrestare il ribaltamento dell'intera sezione;
4. utilizzare il numero maggiore di ancoraggi tra quelli ottenuti dai tre calcoli.



A.2.14. ALTRE TIPOLOGIE DI CARICO

Merci rotolanti

Occorre impedire lo spostamento di merci rotolanti utilizzando zeppe o sistemi di ritenuta analoghi.



Merci non rigide

In caso di merci non rigide occorre un numero maggiore di sistemi di ritenuta rispetto a quanto illustrato nella presente guida.



Appendice 3. Coefficienti di attrito

Estratto dalla norma EN 12195-1:2010, allegato B

Combinazione di materiali nella superficie di contatto ^(a)	Coefficiente di attrito <i>m</i>
Legno segato	
Legno segato – laminato con base in tessuto/legno compensato	0,45
Legno segato – alluminio scanalato	0,4
Legno segato – pellicola termoretraibile	0,3
Legno segato – lastra di acciaio inox	0,3
Legno piallato	
Legno piallato – laminato con base in tessuto/legno compensato	0,3
Legno piallato – alluminio scanalato	0,25
Legno piallato – lastra di acciaio inox	0,2
Pallet di plastica	
Pallet di plastica – laminato con base in tessuto/legno compensato	0,2
Pallet di plastica – alluminio scanalato	0,15
Pallet di plastica – lastra di acciaio inox	0,15
Acciaio e metallo	
Cassa di acciaio – laminato con base in tessuto/legno compensato	0,45
Cassa di acciaio – alluminio scanalato	0,3
Cassa di acciaio – lastra di acciaio inox	0,2
Calcestruzzo	
Calcestruzzo grezzo – cantonali di legno segato	0,7
Calcestruzzo liscio – cantonali di legno segato	0,55
Tappetino anti-scivolamento	
Gomma	0,6 ^(b)
Altro materiale	come certificato ^(c)
^a Ci si deve assicurare che i coefficienti di attrito utilizzati siano applicabili al trasporto effettivo. Superficie, asciutta o bagnata ma pulita, priva di olio, ghiaccio, grasso. Se i contatti sulla superficie non sono puliti, privi di gelo, ghiaccio e neve, non deve essere utilizzato un coefficiente di attrito maggiore di $\mu = 0,2$. È necessario adottare precauzioni speciali per le superfici unte di olio e grasso. ^b Può essere utilizzato con $f_1 = 1,0$ per l'ancoraggio diretto ^c Quando sono applicati materiali particolari per aumentare l'attrito, come tappetini antiscivolamento, è richiesto un certificato per il coefficiente di attrito μ.	

Appendice 4. Valutazione delle carenze

Ele- mento	Carenze	Valutazione delle carenze		
		Lieve	Grave	Pericolosa
A	L'imballaggio per il trasporto non consente un'adeguata fissazione del carico	A discrezione dell'ispettore		
B	Una o più unità di carico non sono posizionate correttamente	A discrezione dell'ispettore		
C	Il veicolo non è adatto al suo carico (carenza diversa da quelle <i>elencate al punto 10</i>)	A discrezione dell'ispettore		
D	Difetti evidenti della sovrastruttura del veicolo (carenza diversa da quelle <i>elencate al punto 10</i>)	A discrezione dell'ispettore		
10	Idoneità del veicolo			
10.1	Parete anteriore (se utilizzata per la fissazione del carico)			
10.1.1	Pezzo danneggiato dalla ruggine o deformato Pezzo incrinato che mette a rischio l'integrità del compartimento di carico		x	x
10.1.2	Resistenza insufficiente (certificato o etichetta, se applicabile) Altezza insufficiente per il carico trasportato		x	x
10.2.	Pareti laterali (se utilizzate per la fissazione del carico)			
10.2.1.	Pezzo danneggiato dalla ruggine, deformato, con cerniere e serrature in condizioni insoddisfacenti Pezzo incrinato; cerniere o serrature mancanti o non funzionanti		x	x
10.2.2.	Resistenza insufficiente dell'appoggio (certificato o etichetta, se applicabile) Altezza insufficiente per il carico trasportato		x	x
10.2.3.	Pannelli delle pareti laterali in cattivo stato Pezzo incrinato		x	x
10.3.	Parete posteriore (se utilizzata per la fissazione del carico)			
10.3.1.	Pezzo danneggiato dalla ruggine, deformato, con cerniere e serrature in condizioni insoddisfacenti Pezzo incrinato; cerniere o serrature mancanti o non funzionanti		x	x
10.3.2.	Resistenza insufficiente (certificato o etichetta, se applicabile) Altezza insufficiente per il carico trasportato		x	x
10.4.	Montanti (se utilizzati per la fissazione del carico)			
10.4.1.	Pezzo danneggiato dalla ruggine o deformato o fissato male al veicolo Pezzo incrinato; fissazione al veicolo instabile		x	x
10.4.2.	Resistenza insufficiente o progettazione inadeguata Altezza insufficiente per il carico trasportato		x	x
10.5.	Punti di ancoraggio (se utilizzati per la fissazione del carico)			
10.5.1.	Stato insoddisfacente o progettazione inadeguata Non in grado di sopportare le forze di ancoraggio richieste		x	x
10.5.2.	Numero insufficiente Numero insufficiente per sopportare le forze di ancoraggio richieste		x	x
10.6.	Strutture speciali obbligatorie (se utilizzate per la fissazione del carico)			
10.6.1.	Stato insoddisfacente, danneggiato Pezzo incrinato; non in grado di sopportare tensioni di ritenuta		x	x
10.6.2.	Non adatte al trasporto di merci Mancanti		x	x
10.7.	Pavimento (se utilizzato per la fissazione del carico)			

Ele- mento	Carenze	Valutazione delle carenze		
		Lieve	Grave	Pericolosa
10.7.1.	Stato insoddisfacente, danneggiato Pezzo incrinato; non in grado di sopportare il carico		X	X
10.7.2.	Classificazione di carico insufficiente Non in grado di sopportare il carico		X	X
20	Metodi di ritenuta			
20.1.	Immobilizzazione, bloccaggio e ancoraggio diretto			
20.1.1	Fissaggio diretto del carico (bloccaggio)			
20.1.1.1	Distanza eccessiva dalla parete anteriore, se utilizzata per il fissaggio diretto del carico Superiore a 15 cm e pericolo di perforazione della parete		X	X
20.1.1.2.	Distanza eccessiva dalla parete laterale, se utilizzata per il fissaggio diretto del carico Superiore a 15 cm e pericolo di perforazione della parete		X	X
20.1.1.3.	Distanza eccessiva dalla parete posteriore, se utilizzata per il fissaggio diretto del carico Superiore a 15 cm e pericolo di perforazione della parete		X	X
20.1.2.	Dispositivi di fissazione quali barre di ancoraggio, travi di bloccaggio, sbarre e zeppe; anteriori, laterali e posteriori			
20.1.2.1.	Fissaggio inadeguato al veicolo Fissaggio insufficiente Non in grado di sopportare forze di ritenuta, allentati	X	X	X
20.1.2.2.	Fissazione inadeguata Fissazione insufficiente Del tutto inefficace	X	X	X
20.1.2.3.	Parziale inadeguatezza delle attrezzature di fissazione Totale inadeguatezza delle attrezzature di fissazione		X	X
20.1.2.4.	Metodo prescelto di fissazione dell'imballaggio parzialmente inadeguato Il metodo prescelto è del tutto inadeguato		X	X
20.1.3	Fissazione diretta con reti e teli			
20.1.3.1.	Stato delle reti e dei teli (etichetta mancante o danneggiato ma dispositivo tuttora in buono stato) Dispositivi di ritenuta del carico danneggiati Dispositivi di ritenuta del carico gravemente deteriorati e non più idonei all'utilizzazione	X	X	X
20.1.3.2.	Resistenza insufficiente di reti e teli In grado di sopportare meno di 2/3 delle forze di ritenuta richieste		X	X
20.1.3.3.	Fissaggio insufficiente di reti e teli Fissaggio grado di sopportare meno di 2/3 delle forze di ritenuta richieste		X	X
20.1.3.4.	Reti e teli parzialmente inadeguati alla fissazione delle merci Del tutto inadeguati		X	X
20.1.4.	Separazione e riempimento delle unità di carico o degli spazi liberi			
20.1.4.1.	Inadeguatezza dell'unità di separazione e riempimento Separazione o spazi liberi eccessivi		X	X
20.1.5.	Ancoraggio diretto (orizzontale, trasversale, diagonale, ad anello e antirimbalzo)			
20.1.5.1.	Forze di fissazione richieste inadeguate Meno di 2/3 della forza richiesta		X	X
20.2.	Fissazione anti-attrito			
20.2.1.	Ottenimento della forza di fissazione richiesta			

Ele- mento	Carenze	Valutazione delle carenze		
		Lieve	Grave	Pericolosa
20.2.1.1.	Forze di fissazione richieste inadeguate Meno di 2/3 della forza richiesta		X	X
20.3.	Dispositivi di ritenuta del carico utilizzati			
20.3.1	Inadeguatezza dei dispositivi di ritenuta del carico Dispositivo del tutto inadeguato		X	X
20.3.2.	Etichetta (per esempio targa/fascia) mancante ma dispositivo tuttora in buono stato Etichetta (per esempio targa/fascia) mancante e dispositivo fortemente deteriorato	X	X	
20.3.3.	Dispositivi di ritenuta del carico danneggiati Dispositivi di ritenuta del carico gravemente deteriorati e non più idonei all'utilizzazione		X	X
20.3.4.	Verricelli di ancoraggio usati in modo scorretto Verricelli di ancoraggio difettosi		X	X
20.3.5.	Uso scorretto della ritenuta del carico (per esempio assenza di protezione dei bordi) Uso difettoso dei dispositivi di ritenuta del carico (per esempio nodi)		X	X
20.3.6.	Fissaggio dei dispositivi di ritenuta del carico inadeguato Meno di 2/3 della forza richiesta		X	X
20.4.	Attrezzature supplementari (per esempio tappeti anti-slittamento, protettori di spigoli, rivestimenti per spigoli)			
20.4.1.	Uso di attrezzature inadeguate Uso di attrezzature scorrette o difettose Uso di attrezzature del tutto inadeguate	X	X	X
20.5.	Trasporto di materiale alla rinfusa e di materiale leggero e sfuso			
20.5.1.	Materiale alla rinfusa asportato dal vento durante l'uso del veicolo su strada con rischio di distrarre i conducenti di altri veicoli Pericolo per la circolazione		X	X
20.5.2.	Materiale alla rinfusa non adeguatamente fissato Caduta del carico con pericolo per la circolazione		X	X
20.5.3.	Assenza di copertura per le merci leggere Caduta del carico con pericolo per la circolazione		X	X
20.6.	Trasporto di legname tondo			
20.6.1.	Il materiale trasportato (tronchi) è parzialmente fissato male			X
20.6.2.	Forze di fissazione dell'unità di carico inadeguate Meno di 2/3 della forza richiesta		X	X
30	Carico interamente non fissato			X

COME OTTENERE LE PUBBLICAZIONI DELL'UNIONE EUROPEA

Pubblicazioni gratuite:

- una sola copia:
tramite EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>);
- più di una copia o poster/carte geografiche:
presso le rappresentanze dell'Unione europea (http://ec.europa.eu/represent_it.htm),
presso le delegazioni dell'Unione europea nei paesi terzi
(http://eeas.europa.eu/delegations/index_it.htm),
contattando uno dei centri Europe Direct (http://europa.eu/europedirect/index_it.htm),
chiamando il numero 00 800 6 7 8 9 10 11 (gratuito in tutta l'UE) (*).

(*) Le informazioni sono fornite gratuitamente e le chiamate sono nella maggior parte dei casi gratuite (con alcuni operatori e in alcuni alberghi e cabine telefoniche il servizio potrebbe essere a pagamento).

Pubblicazioni a pagamento:

- tramite EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>).

Abbonamenti:

- tramite i distributori commerciali dell'Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea
(http://publications.europa.eu/others/agents/index_it.htm).

