Gli inserti di

IPSOA
ISL
IGIENE & SICUREZZA DEL LAVORO
Mensile di aggiornamento giuridico e di orientamento tecnico

Rivista mensile Anno XXV – Ottobre 2021 – Direzione e Redazione Via dei Missaglia n. 97 Edificio B3 - 20142 Milano

10/2021

INSERTO

LA SICUREZZA DEL CARICO NEL TRASPORTO MERCI SU STRADA

Andrea Rotella

Wolters Kluwer

Sommario

Problematiche di settore ..... **III**

Inquadramento normativo ..... **III**

Il D.Lgs. n. 286/2005 ..... **III**

Il D.M. n. 215/2017 ..... **VI**

I controlli della fissazione del carico ..... **X**

Principi di sicurezza del carico ..... **XIV**

Resistenza del veicolo ..... **XVII**

Metodi per la fissazione del carico ..... **XX**

Fonti ..... **XXIV**

Wolters Kluwer

MILANO, via dei Missaglia 97, Edificio B3, Tel. 02.824761

La sicurezza del carico nel trasporto merci su strada

di Andrea Rotella - Ingegnere, RSPP e consulente per la sicurezza

Problematiche di settore

Il trasporto delle merci rappresenta una delle voci fondamentali dell'economia nazionale ed europea. Infatti, nel 2015, il settore dei servizi di trasporto e stoccaggio - con circa 651 miliardi di euro di valore aggiunto lordo (VAL) - ha rappresentato circa il 4,5% del VAL totale nella UE-28, senza considerare le attività postali e dei corrieri e quelle svolte per conto proprio.
Nel 2018 il traffico merci su strada in UE ammontava ad un volume di 1.925 miliardi di tkm (1) e quasi 15 miliardi di tonnellate movimentate, risultando la modalità preferita per il trasporto merci: gli autocarri trasportano il 73% (in Italia oltre l'80%) delle merci movimentate su terra, confermando che l'autotrasporto ha un posto importante tra le attività economiche che contribuiscono alla crescita dell'Unione - e del Paese, se ci riferiamo all'Italia - impiegando oltre 3,15 milioni di addetti (in Italia 332.000).
Numeri così importanti hanno evidentemente un riflesso anche sugli aspetti legati alla sicurezza. Secondo la Commissione Europea si stima che il 25% circa degli incidenti che coinvolgono autocarri possa essere attribuito ad un fissaggio inadeguato del carico (2). Normative specifiche sulla sicurezza del carico esistono in diversi Stati membri, ma il relativo contenuto e campo di applicazione è spesso diverso. Per questo motivo, i trasportatori internazionali incontrano notevoli difficoltà a stabilire i requisiti minimi in materia di sicurezza del carico per una determinata operazione di trasporto transfrontaliero.
Proprio per migliorare gli aspetti della sicurezza connessi alla fissazione del carico e con particolare riferimento ai controlli tecnici dei veicoli commerciali su strada è in vigore dal 20 maggio 2018 il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 19 maggio 2017, n. 215, recepimento della Direttiva 2014/47/UE, che si aggiunge alle norme già vigenti - compreso il codice della strada - nel costituire il complesso delle disposizioni che regolamentano la sicurezza dei carichi trasportati su strada, oggetto del presente contributo.

Inquadramento normativo

Nell'ambito di un'attività di autotrasporto intervengono molteplici soggetti il cui contributo può essere determinante per garantire la sicurezza del carico che, diversamente da quanto frequentemente ritenuto, non è esclusivamente legato al comportamento del conducente del mezzo.
Anche solo riferendoci alla fissazione del carico, infatti, durante il processo logistico, possono essere distinte le seguenti fasi, ciascuna delle quali critica per la sicurezza:
— pianificazione del trasporto;
— operazioni di carico;
— guida del mezzo.
A ciascuna di queste corrispondono diversi compiti e responsabilità, come riassunto nella Tabella 1.
Come si vede, la figura del "conducente" - in quanto funzione - è essenzialmente coinvolta solo in una delle suddette fasi (quella della guida vera e propria del mezzo), elemento purtroppo spesso non noto a tutti gli altri soggetti che compongono la filiera della logistica.

Il D.Lgs. n. 286/2005

Il D.Lgs. n. 286/2005 (avente ad oggetto la liberalizzazione regolata dell'esercizio dell'attività di autotrasporto di cose per conto di terzi) ha introdotto una responsabilità concorsuale che si aggiunge a quella individuale in caso di accertamento di determinate infrazioni del codice della strada commesse alla guida dei veicoli utilizzati nelle operazioni di trasporto. Nello specifico, l'art. 2 della citata norma definisce i seguenti soggetti:
— vettore, l'impresa di autotrasporto iscritta all'albo nazionale delle persone fisiche e giuridiche che esercitano l'autotrasporto di cose per conto di terzi, ovvero l'impresa non stabilita in Italia, abilitata ad eseguire attività di autotrasporto internazionale o di cabotaggio stradale in territorio italiano che è parte di un contratto di trasporto di merci su strada. Si considera vettore anche l'impresa

(1) Tonnellate per km percorso.

(2) https://ec.europa.eu/transport/road_safety/topics/vehicles/cargo_securing_loads_en, consultato il 25 agosto 2021.

Tabella 1 - Fasi del trasporto e responsabilità rispetto al carico

Funzione	Responsabilità
Pianificazione del trasporto	1) Corretta descrizione del carico che comprende almeno: — la massa del carico e di ciascuna unità di carico; — la posizione del baricentro di ciascuna unità di carico se non è al centro; — le dimensioni di imballaggio di ciascuna unità di carico; — le limitazioni relative all'impilamento e all'orientamento da applicare durante il trasporto; — 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.
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.
Guida del mezzo	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) svolgere controlli regolari della fissazione del carico durante il viaggio nella misura in cui sia possibile accedervi.

iscritta all'albo nazionale delle persone fisiche e giuridiche che esercitano l'autotrasporto di cose per conto di terzi, associata a una cooperativa, aderente a un consorzio o parte di una rete di imprese, nel caso in cui esegua prestazioni di trasporto ad essa affidate dal raggruppamento cui aderisce;
— committente, l'impresa o la persona giuridica pubblica che stipula o nel nome della quale è stipulato il contratto di trasporto con il vettore. Si considera committente anche l'impresa iscritta all'albo nazionale delle persone fisiche e giuridiche che esercitano l'autotrasporto di cose per conto di terzi che stipula contratti scritti e svolge servizi di deposito, movimentazione e lavorazione della merce, connessi o preliminari all'affidamento del trasporto (3);
— caricatore, l'impresa o la persona giuridica pubblica che consegna la merce al vettore, curando la sistemazione delle merci sul veicolo adibito all'esecuzione del trasporto;
— proprietario della merce, l'impresa o la persona giuridica pubblica che ha la proprietà delle cose oggetto dell'attività di autotrasporto al momento della consegna al vettore;
— sub-vettore, l'impresa di autotrasporto iscritta all'albo nazionale delle persone fisiche e giuridiche che esercitano l'autotrasporto di cose per conto di terzi, ovvero l'impresa non stabilita in Italia, abilitata a eseguire attività di autotrasporto internazionale o di cabotaggio stradale nel territorio italiano, che, nel rispetto del Regolamento (CE) n. 1072/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 21 ottobre 2009, svolge un servizio di trasporto su incarico di altro vettore.

Le relative responsabilità sono stabilite dall'art. 7 del decreto che, tra gli altri, al comma 3 dispone che il vettore, il committente, il caricatore, il proprietario delle merci

(3) Secondo la Suprema Corte (sentenza 26 maggio 1995, n. 5856) "Non può essere considerato committente colui al quale devono essere consegnate le cose dopo il trasporto (e cioè il destinatario), né il semplice acquirente delle merci trasportate. Il termine committente indica, invece, il soggetto che affida le cose al vettore, nel cui interesse, cioè il vettore compie un trasporto determinato e che, in tale qualità ha l'obbligo di accertare che il veicolo da utilizzare sia idoneo, in relazione alle prescrizioni normative, all'esecuzione del trasporto stesso".

trasportate, possono essere chiamati a rispondere, in concorso con il conducente di alcune violazioni delle norme di comportamento commesse da questi durante il trasporto, richiamando l'art. 197 del codice della strada (D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285) che prevede: "Quando più persone concorrono in una violazione, per la quale è stabilita una sanzione amministrativa pecuniaria, ciascuna soggiace alla sanzione per la violazione prevista, salvo che la legge disponga diversamente". Tale responsabilità è da considerarsi propria e concorrente rispetto a quella del conducente e non di tipo solidale con questi: essa si aggiunge, cioè senza sostituirsi, a quella del conducente, autore materiale di uno degli illeciti sopraindicati.
La responsabilità dei soggetti sopraindicati presuppone che la violazione sia stata accertata e validamente contestata al conducente stesso con la redazione di un verbale di contestazione.
Tuttavia, secondo le disposizioni dell'art. 7, D.Lgs. n. 286/2005, la responsabilità concorrente dei soggetti indicati, ha un diverso contenuto e una differente ampiezza in relazione a:
— soggetto e sua partecipazione all'attività di trasporto;
— tipo di violazione accertata nei confronti del conducente;
— modalità con cui è stato redatto il contratto di trasporto (forma scritta o meno) e documentato il trasporto stesso.
Proprio quest'ultimo punto evidenzia l'importanza, ove si sia impegnati in una qualunque attività di logistica, di chiarire formalmente le responsabilità e i ruoli di ciascuno degli attori, anche e soprattutto nel caso di soggetti di varia nazionalità, ricordando 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.
Quanto appena affermato è particolarmente valido per quanto riguarda la definizione di quale sia il soggetto su cui ricadono le responsabilità proprie del "caricatore", figura cardine - specie per quanto attiene gli aspetti, anche complessi, relativi alla distribuzione del carico sul mezzo - e che come vedremo, spesso, non è così evidentemente individuato nella pratica.
Come si stava affermando pocanzi, il legislatore ha inteso assegnare uno specifico significato alla forma contrattuale dalla quale discendono diverse responsabilità per i vari soggetti impegnati, distinguendo i casi in cui la stipula sia avvenuta in forma scritta dai casi diversi da questi. Infatti, nel caso in cui sia stato stipulato un contratto in forma scritta, la responsabilità dei soggetti della filiera logistica ulteriori al conducente (vettore, committente, proprietario delle merci) è limitata al concorso nella violazione da parte di questi dei seguenti articoli del codice della strada (art. 7, comma 6, D.Lgs. n. 286/2005):
— art. 61 (sagoma limite);
— art. 62 (massa limite);
— art. 142 (limiti di velocità);
— art. 164 (sistemazione del carico sui veicoli);
— art. 167 (trasporto di cose su veicoli a motore e sui rimorchi);
— art. 174 (durata della guida degli autoveicoli adibiti al trasporto di persone e cose).
Al contrario, laddove il contratto non sia stato stipulato in forma scritta, anche mediante richiamo ad un accordo di diritto privato, in caso di violazione da parte del conducente del veicolo dei seguenti:
— art. 142 (limiti di velocità);
— art. 174 (durata della guida degli autoveicoli adibiti al trasporto di persone e cose);
a richiesta degli organi di polizia stradale che hanno accertato le violazioni, il committente, o, in mancanza, il vettore, sono tenuti a produrre la documentazione dalla quale risulti la compatibilità delle istruzioni trasmesse al vettore medesimo in merito alla esecuzione della specifica prestazione di trasporto, con il rispetto della disposizione di cui è stata accertata la violazione. Qualora non venga fornita tale documentazione, il vettore ed il committente sono sempre obbligati in concorso con l'autore della violazione. Le istruzioni devono trovarsi a bordo del veicolo. In mancanza delle istruzioni di cui sopra a bordo del veicolo, al vettore ed al committente (4) si applicano le sanzioni amministrative pecuniarie previste per le violazioni contestate al conducente (distinti verbali) (5).
Un ulteriore aggravio di responsabilità a carico dei soggetti della filiera logistica è inoltre previsto dal successivo comma 7-*bis* che dispone: "Quando dalla violazione di disposizioni del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, derivino la morte di persone o lesioni personali gravi o gravissime e la violazione sia stata commessa alla guida di uno dei veicoli per i quali è richiesta la patente di guida di categoria C o C+E, è disposta la verifica, presso il vettore, il committente, nonché il caricatore e il proprietario della merce oggetto del trasporto, del rispetto delle norme sulla sicurezza della circolazione stradale previste dal presente articolo e dall'articolo 83-bis del decreto-legge 25 giugno 2008, n. 112, convertito, con modificazioni, dalla legge 6 agosto 2008, n. 133, e successive modificazioni" (6).
Ritorniamo per un attimo agli articoli del codice della strada precedentemente elencati su cui si è soffermata l'attenzione del legislatore. Tra questi è possibile distinguere le violazioni degli artt. 142 e 174, D.Lgs. n. 285/1992 (limiti di velocità e superamento dei tempi di guida) non strettamente collegate con la distribuzione del carico sul

(4) Per completezza, si riporta quanto precisato al punto d) della circolare n. 300/A/9221/14/108/44 del 31 dicembre 2014 del Ministero dell'Interno: "Per effetto dell'abrogazione dell'art. 7 bis del D.Lgs. n. 286/2005 resta priva di sanzione la condotta del committente prevista dal comma 5 dell'art. 7 del D.Lgs. n. 286/2005. Pertanto, quando il contratto di trasporto non sia stato stipulato in forma scritta, anche mediante richiamo ad un accordo di diritto privato concluso ai sensi dell'articolo 5 del D.Lgs. n. 286/2005, non è più oggetto di sanzione il committente che non redige e consegna al vettore la dichiarazione scritta di aver preso visione della carta di circolazione del veicolo o di altra documentazione da cui risulti il numero di iscrizione del vettore all'Albo nazionale degli autotrasportatori".

(5) Il proprietario delle merci, invece, non è mai responsabile delle violazioni alle norme del nuovo codice della strada commesse dal conducente del veicolo con il quale il trasporto viene eseguito nel caso di contratto stipulato in forma non scritta.

(6) Chi scrive ritiene, inoltre, che non si possa escludere in astratto anche la possibile contestazione dei delitti di "omicidio stradale" e "lesioni personali stradali gravi o gravissime" ai sensi degli artt. 589-*bis* e 590-*bis* del codice penale.

veicolo, dai restanti artt. 61, 62, 164 e 167 del codice i quali, al contrario, forniscono precise indicazioni relative ad alcuni specifici aspetti inerenti al modo in cui è possibile caricare un veicolo. Ed, infatti, con riferimento a questi il legislatore ha previsto all'art. 7, comma 7, D.Lgs. n. 286/2005 che per la loro violazione ne risponda in ogni caso il "caricatore", indipendentemente dalla forma contrattuale, essendo questo il soggetto che materialmente "cura la sistemazione delle merci sul veicolo". All'interno della filiera logistica, però, l'individuazione di questa figura è tutt'altro che scontata e non è detto coincida con il conducente del mezzo, in particolare quando nelle attività di carico sono coinvolti più soggetti o semplicemente perché, in modo più o meno scontato, questo soggetto svolge la propria attività nell'ambito della movimentazione "fine linea", su indicazione del proprietario della merce al momento in cui la preleva dal magazzino di quest'ultimo ovvero seguendo le istruzioni impartite dal conducente del mezzo.
Sul punto, pertanto, il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti ha fornito i seguenti chiarimenti all'interno della circolare prot. n. 17277/23.14.12 del 19 luglio 2011.

Chiarimenti ministeriali sulle figure responsabili

Nel caso in cui la movimentazione delle merci all'interno del magazzino sia affidata a terzi e costituisca oggetto di un contratto scritto, ai fini della individuazione della figura del caricatore nei documenti relativi al trasporto, si dovrà valutare se tale contratto preveda espressamente l'obbligo, per chi fa la movimentazione, di consegna della merce al vettore e la sua sistemazione o meno a bordo del veicolo. Nel primo caso, quindi, il contratto dovrebbe prevedere anche l'obbligo per il committente di comunicare al caricatore la massa del veicolo, ovvero di dare mandato al caricatore di acquisire il dato direttamente dal vettore, nonché il percorso lungo il quale eseguire la prestazione ed ogni elemento utile ai fini della sistemazione del carico a bordo del veicolo.
Nel caso in cui la movimentazione delle merci all'interno del magazzino sia affidata a terzi e costituisca oggetto di un contratto non scritto, la ripartizione delle responsabilità tra caricatore, committente e/o proprietario della merce e vettore seguirà gli ordinari principi civilistici relativi all'onere probatorio.
Nel caso, infine, in cui sia stipulato un contratto che abbia ad oggetto un'attività di logistica integrata, salvo quanto previsto nei precedenti capoversi, si presume che il soggetto che svolga tale attività sia l'impresa che assume il ruolo di caricatore.

Il D.M. n. 215/2017

È nell'ambito di questo contesto di responsabilità che si inseriscono le ulteriori disposizioni previste dal D.M. n. 215/2017 che recepisce la Direttiva 2014/47/UE relativa ai controlli tecnici su strada dei veicoli commerciali circolanti nell'Unione Europea.
Vale la pena, ulteriormente, inquadrare la presente normativa in un contesto più ampio.
Nel 2010, la Commissione europea ha annunciato una politica per la sicurezza stradale volta a ridurre il numero di vittime della strada del 50 % nel decennio successivo.
Nel 2011, la Commissione ha pubblicato il Libro bianco "Tabella di marcia verso uno spazio unico europeo dei trasporti - Per una politica dei trasporti competitiva e sostenibile" (7), che definisce l'obiettivo "zero vittime", che prevede l'azzeramento del numero di vittime della circolazione stradale entro il 2050.
Nel contesto di tale politica, le istituzioni europee hanno adottato nel 2014 il pacchetto sui controlli tecnici, che consta di tre norme volte a migliorare la qualità dei controlli dei veicoli, armonizzare i requisiti durante i controlli su strada e introdurre la prima misura europea per contrastare le frodi relative ai contachilometri. In particolare, il pacchetto sui controlli tecnici comprende i seguenti atti:
— Direttiva 2014/45/UE relativa ai controlli tecnici periodici;
— Direttiva 2014/46/UE relativa ai documenti di immatricolazione dei veicoli;
— Direttiva 2014/47/UE relativa ai controlli tecnici su strada dei veicoli commerciali.
Quest'ultima è la norma oggetto di interesse ai fini del presente contributo. Facendo riferimento al testo della Direttiva originale è possibile apprezzare alcuni elementi strategici circa le finalità che la norma si propone. Questi possono essere rinvenuti nei seguenti "considerando" (tra parentesi sono riportati i corrispondenti numeri di riferimento).
(3) Il controllo tecnico dei veicoli rientra in un regime più ampio volto a garantire che i veicoli siano tenuti in condizioni sicure e accettabili sotto il profilo ambientale durante l'uso. Tale regime dovrebbe comprendere controlli tecnici periodici dei veicoli e controlli tecnici su strada dei veicoli utilizzati per attività di trasporto commerciale su strada, nonché disposizioni relative alla procedura di immatricolazione tale da consentire di sospendere l'autorizzazione alla circolazione stradale del veicolo ove esso rappresenti un rischio immediato per la sicurezza stradale. I controlli periodici dovrebbero costituire lo strumento principale per garantire la conformità. I controlli su strada dei veicoli commerciali dovrebbero avere natura esclusivamente complementare ai controlli periodici.
(5) I controlli tecnici su strada sono un elemento essenziale per raggiungere un livello elevato e costante di idoneità alla circolazione dei veicoli commerciali durante tutta la loro vita utile. Tali controlli non si limitano a migliorare la sicurezza stradale e a ridurre le emissioni dei veicoli, ma contribuiscono anche a evitare la concorrenza sleale nel trasporto stradale derivante dall'accettazione di diversi livelli di controllo negli Stati membri.
(11) Al fine di evitare inutili oneri e costi amministrativi e di migliorare l'efficienza dei controlli, le autorità nazionali competenti dovrebbero poter selezionare in via prioritaria veicoli gestiti da imprese che non adempiono alle norme di sicurezza stradale e ambientali, mentre è opportuno che i veicoli di gestori responsabili e rispettosi delle norme di sicurezza e oggetto di manutenzione adeguata siano

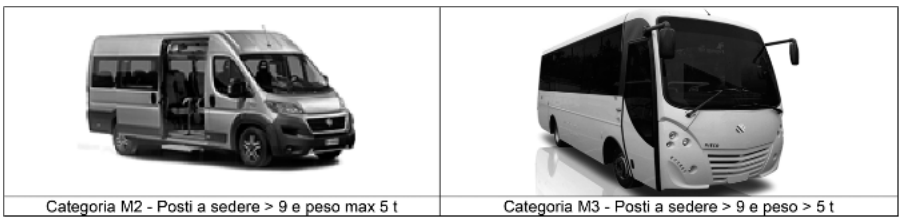
(7) https://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/2011_white_paper_en.

controllati con minore frequenza. La selezione dei veicoli per l'ispezione su strada in base al profilo di rischio degli operatori potrebbe rappresentare uno strumento utile a controllare più da vicino e più spesso le imprese ad alto rischio.
(16) La fissazione del carico è essenziale per la sicurezza stradale. Il carico dovrebbe pertanto essere fissato in modo da poter resistere alle accelerazioni subite durante l'utilizzo del veicolo su strada. Per motivi di praticità, le forze di massa risultanti da tali accelerazioni dovrebbero essere utilizzate come valori limite sulla base di norme europee. È opportuno che il personale impegnato nel controllo della fissazione del carico riceva un'adeguata formazione.

Campo di applicazione

Il campo di applicazione della norma prevede che siano soggetti ai "controlli tecnici" su strada le seguenti categorie di veicoli commerciali con velocità di progetto superiore a 25 km/h:
a) veicoli a motore progettati e costruiti essenzialmente per il trasporto di persone e dei loro bagagli, aventi più di otto posti a sedere oltre al posto a sedere del conducente - veicoli della categoria M2 ed M3;
b) veicoli a motore progettati e costruiti essenzialmente per il trasporto di merci e aventi massa massima superiore a 3,5 tonnellate - veicoli della categoria N2 ed N3;
c) rimorchi progettati e costruiti per il trasporto di merci o per l'alloggiamento di persone e aventi massa massima superiore a 3,5 tonnellate - veicoli delle categorie O3 ed O4;
d) trattori a ruote delle categorie T1b, T2b, T3b, T4b e T5 utilizzati principalmente sulle strade pubbliche per il trasporto commerciale di merci su strada ed aventi una velocità massima di progetto superiore a 40 km/h:
— Categoria T1b: comprende trattori a ruote aventi carreggiata minima dell'asse più vicino al conducente non inferiore a 1.150 mm, massa a vuoto in ordine di marcia superiore a 600 kg e altezza libera dal suolo non superiore a 1.000 mm e velocità massima di progetto superiore a 40 km/h;
— Categoria T2b: trattori a ruote con una larghezza minima della carreggiata inferiore a 1.150 mm, con massa a vuoto in ordine di marcia superiore a 600 kg e altezza libera dal suolo non superiore a 600 mm e velocità massima di progetto superiore a 40 km/h.
— Categoria T3b: trattori a ruote aventi massa a vuoto in ordine di marcia non superiore a 600 kg e velocità massima di progetto superiore a 40 km/h;
— Categoria T4b: trattori a ruote per uso speciale e velocità massima di progetto superiore a 40 km/h;
— Categoria T5: trattori a ruote la cui velocità massima per costruzione è superiore a 40 km/h.

Figura 1 - Trasporto persone



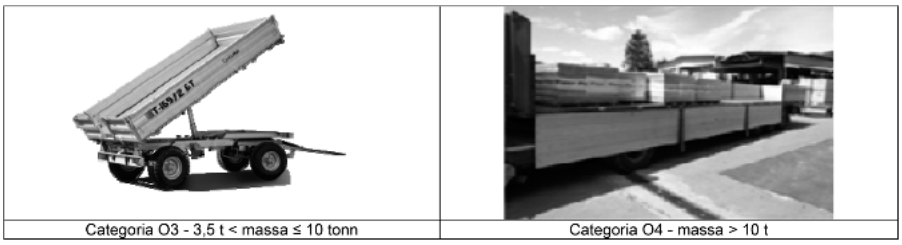
Categoria M2 - Posti a sedere > 9 e peso max 5 t | Categoria M3 - Posti a sedere > 9 e peso > 5 t

Figura 2 - Trasporto merci



Categoria N2 - 3,5 tonn < massa ≤ 12 t | Categoria N3 - massa > 12 t

Figura 3 - Trasporto merci e persone



Categoria O3 - 3,5 t < massa ≤ 10 tonn | Categoria O4 - massa > 10 t

Controlli e manutenzione

La responsabilità del mantenimento dei propri veicoli in condizioni di sicurezza e conformità compete alle imprese, ai sensi dell'art. 7, comma 3 del decreto, ferme restando le responsabilità del conducente di tali veicoli.
I controlli tecnici su strada vengono svolti dal Ministero delle infrastrutture e dei trasporti - Dipartimento per i trasporti, navigazione e direzione generale per la motorizzazione tramite ispettori autorizzati. Tuttavia, in forza di quanto disposto dagli artt. 11 e 12 del codice della strada, non può escludersi a priori la competenza a rilevare e ad accertare le violazioni nella materia in argomento degli organi di polizia stradale ogni qual volta l'accertamento non richieda un controllo tecnico approfondito che presuppone particolari competenze e conoscenze specialistiche. Rimane, pertanto, impregiudicata la facoltà degli organi di polizia stradale di contestare la violazione accertata ove venga individuata una macroscopica violazione della norma (es. carico disposto su un lato e non bilanciato, assenza di cinghie o catene dove previste, cinghie o catene prive di etichetta di omologazione, etichette non leggibili, ecc.).
I controlli che possono eseguire gli ispettori si distinguono in due tipologie, come indicato dal combinato disposto degli artt. 4 e 10 del decreto:
1) controlli iniziali:
— controllo dell'ultimo certificato di revisione e l'ultima relazione relativa ad un controllo tecnico su strada, se disponibili, tenuti a bordo o le relative attestazioni elettroniche.
— valutazione visiva delle condizioni tecniche del veicolo.
— valutazione visiva della fissazione del carico.
2) controlli approfonditi, in base al risultato del controllo iniziale.
Escludendo per il momento i controlli iniziali relativi alla fissazione del carico (di cui si darà conto in modo specifico più avanti), per gli altri elementi da sottoporre a controllo su strada, l'allegato II fornisce un elenco di carenze così classificate (art. 12):
a) carenze lievi che non hanno conseguenze significative sulla sicurezza del veicolo o ripercussioni sull'ambiente e altri casi lievi di non conformità;
b) carenze gravi che possono pregiudicare la sicurezza del veicolo o avere ripercussioni sull'ambiente o mettere a repentaglio la sicurezza degli altri utenti della strada c altri casi più significativi di non conformità;
c) carenze pericolose che costituiscono un rischio diretto e immediato per la sicurezza stradale o che hanno ripercussioni sull'ambiente.
Gli ambiti oggetto di controllo sono i seguenti:
0) identificazione del veicolo;
1) impianto di frenatura;
2) sterzo;
3) visibilità;
4) impianto elettrico e parti del circuito elettrico;
5) assi, ruote, pneumatici, sospensioni;
6) telaio ed elementi fissati al telaio;
7) altri equipaggiamenti;
8) effetti nocivi;
9) Controlli supplementari per veicoli delle categorie M2 e M3 adibiti al trasporto di passeggeri.
In base a questi ambiti, un veicolo con carenze che rientrano in più di un gruppo di carenze è classificato nel gruppo che corrisponde alla carenza più grave. Nel caso in cui invece presentasse diverse carenze relative agli stessi Ambiti oggetto di controllo tecnico su strada, come su elencati, può essere classificato nel gruppo di carenze del livello di gravità immediatamente superiore, se si ritiene che l'effetto combinato di tali carenze risulti in un rischio più elevato per la sicurezza stradale.
A conclusione di un controllo approfondito, l'ispettore redigerà una relazione a norma dell'allegato IV, rilasciando copia al conducente. Le informazioni riguardanti il numero e le gravità delle carenze (come per i tempi di guida) rilevate dalle singole imprese saranno inserite in un sistema di classificazione del rischio.
L'allegato II destina ai controlli una lunga e dettagliata check-list per ciascuno degli ambiti oggetto di controllo e per ciascuna voce è indicato se la sua carenza debba considerarsi lieve, grave o pericolosa. A mero titolo di esempio si riporta in Tabella 2 un breve stralcio della suddetta lista di controllo, per avere un'idea del livello di dettaglio previsto dal controllo.

Profilo di rischio

Per l'attribuzione ad un'impresa di un profilo di rischio, l'autorità competente può avvalersi dei criteri di cui all'allegato I. Il sistema di classificazione del rischio prende in considerazione i seguenti parametri per determinare la classificazione del rischio per l'impresa interessata:
— numero di carenze;
— gravità delle carenze;
— numero di controlli tecnici su strada o controlli tecnici periodici e dei controlli tecnici volontari;
— fattore tempo.
Le carenze individuate, inoltre, sono ponderate secondo la loro gravità e sulla base del tempo intercorso dagli ultimi controlli.
Attraverso specifiche formule è possibile quindi calcolare il "punteggio della classificazione generale del rischio" RR e dunque la classificazione dell'impresa a rischio basso, medio o alto. È possibile, inoltre, calcolare il "punteggio annuale di rischio" AR che serve a valutare l'evoluzione di un'impresa nel corso degli anni. Tali informazioni sono utilizzate per sottoporre a controlli più rigorosi e frequenti le imprese che presentano un fattore di rischio elevato. Il sistema di classificazione del rischio è gestito dall'autorità competente.
Vale la pena precisare che, ai sensi dell'art. 8, durante la selezione di un veicolo da sottoporre a un controllo tecnico su strada o nel controllo stesso gli ispettori non devono praticare alcuna discriminazione basata sulla nazionalità del conducente o sul paese di immatricolazione o di immissione in servizio del veicolo.
In caso di carenze gravi o pericolose, si applica quanto disposto dall'art. 14 del decreto, ovvero è previsto che l'autorità competente possa disporre la rettifica immediata della carenza prima che il veicolo sia rimesso in circolazione sulla rete stradale pubblica. In questo caso l'utilizzo

Tabella 2 - Lista di controllo (stralcio)

Elemento	Metodo	Motivi dell'esito negativo del controllo		Valutazione delle carenze		
				Lieve	*Grave*	*Pericolosa*
1. IMPIANTO DI FRENATURA						
1.1. Stato meccanico e funzionamento						
1.1.1. Pedale/leva a mano del freno	Esame visivo delle componenti mentre è azionato l'impianto di frenatura Nota: i veicoli con impianti frenanti servoassistiti devono essere controllati a motore spento	a)	Leva troppo tirata		X	
		b)	Usura o gioco eccessivi		X	
1.1.2. Condizione e corsa del pedale/leva a mano del dispositivo di frenatura	Esame visivo delle componenti mentre è azionato l'impianto di frenatura Nota: i veicoli con impianti frenanti servoassistiti devono essere controllati a motore spento	a)	Eccessiva corsa o insufficiente riserva di corsa		X	
			Freno non pienamente azionabile o bloccato			X
		b)	Rilascio del freno difficile	X		
			Il funzionamento è compromesso		X	
		c)	Superficie antisdrucciolo del pedale del freno mancante, mal fissata o consumata		X	
1.1.3. Pompa a vuoto o compressore e serbatoi	Esame visivo delle componenti a una normale pressione operativa. Controllare il tempo necessario affinché la pressione vuoto/aria raggiunga un valore operativo sicuro e il funzionamento del dispositivo di allarme, della valvola di protezione multicircuito e della valvola di sicurezza alla sovrapressione	a)	Insufficiente pressione/vuoto per assicurare almeno quattro frenature ripetute dopo lo scatto del dispositivo di allarme (o quando l'indicatore del manometro è sulla posizione di pericolo)		X	
			Almeno due frenature ripetute dopo lo scatto del dispositivo di allarme (o quando l'indicatore del manometro è sulla posizione di pericolo)			X
		b)	Il tempo necessario affinché la pressione vuoto/aria raggiunga un valore operativo sicuro è troppo lungo rispetto ai requisiti		X	
		c)	Mancato funzionamento della valvola di protezione multicircuito o della valvola di sicurezza alla sovrapressione		X	
		d)	Perdita d'aria che causa un notevole calo di pressione o rumori udibili di perdita d'aria		X	
		e)	Danno esterno che può influire sul funzionamento dei freni		X	
			Prestazioni insufficienti del freno di soccorso			X

del veicolo sarà limitato o vietato fino a quando tali carenze siano state rettificate.
In caso di carenze che non richiedono una rettifica immediata, l'autorità competente può decidere a quali condizioni e per quale ragionevole periodo di tempo il veicolo possa essere utilizzato prima della rettifica della carenza.

La norma, infine, all'art. 21 prevede che, in caso di violazioni riscontrate durante i controlli tecnici su strada, si applichino le sanzioni di cui all'art. 79, D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 (nuovo codice della strada), che attualmente prevede una sanzione da 85 a 338 euro (8). Non è prevista la decurtazione di punti sulla patente.

(8) Nel caso di violazioni relative al fissaggio del carico di merci pericolose in ADR, come previsto dall'art. 168 CdS, vengono applicate sanzioni che vanno da 343 a 1.376 euro, a cui si sommano, qualora riconducibili alle responsabilità del trasportatore o

I controlli della fissazione del carico

Per quanto concerne invece i controlli tecnici della corretta fissazione del carico, bisogna seguire quanto indicato all'allegato III del D.M. n. 215/2017 con lo scopo di accertare che il carico sia fissato in modo tale da non interferire con la guida sicura del veicolo o costituire una minaccia per la vita, la salute, le cose o l'ambiente.
I controlli servono a verificare che durante tutte le fasi di operazione del veicolo, comprese le situazioni di emergenza e le manovre di avvio in salita, i carichi possano subire solo minimi cambiamenti di posizione gli uni rispetto agli altri e rispetto alle pareti e superfici del veicolo e non possano fuoriuscire dal compartimento destinato alle merci o muoversi al di fuori della superficie di carico.
I provvedimenti da prendere in caso di carenze gravi o pericolose (art. 14), già visti al termine del precedente paragrafo, si applicano anche con riferimento alle violazioni delle norme per la fissazione del carico, così come anche le sanzioni sono quelle previste dall'art. 79 del codice della strada.

Le carenze riguardanti la fissazione del carico saranno così classificate:
— carenza lieve: una carenza lieve si verifica quando il carico è stato fissato correttamente ma potrebbero essere opportuni consigli di prudenza;
— 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 verifichino più carenze di cui si prevede che i loro effetti combinati debbano intensificarsi a vicenda, il trasporto è classificato nel gruppo di carenze di livello superiore.
Anche l'allegato III della norma riporta una check-list che può essere utilizzata come linea guida per il controllo della fissazione del carico da parte dell'autorità competente (Tabella 3).

Tabella 3 - Lista di controllo carenze nella fissazione del carico

Elemento	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 elencate al punto 10)	A discrezione dell'ispettore		
D	Difetti evidenti della sovrastruttura del veicolo (carenza diversa da quelle elencate al punto 10)	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		X	
	Pezzo incrinato che mette a rischio l'integrità del compartimento di carico			X
10.1.2	Resistenza insufficiente (certificato o etichetta, se applicabile)		X	
	Altezza insufficiente per il carico trasportato			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		X	
	Pezzo incrinato; cerniere o serrature mancanti o non funzionanti			X
10.2.2	Resistenza insufficiente dell'appoggio (certificato o etichetta, se applicabile)		X	

del conducente, la sanzione amministrativa accessoria della sospensione della patente di guida del conducente e della carta di circolazione del veicolo con il quale è stata commessa la violazione, per un periodo da due a sei mesi.

	Altezza insufficiente per il carico trasportato			X
10.2.3	Pannelli delle pareti laterali in cattivo stato		X	
	Pezzo incrinato			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		X	
	Pezzo incrinato; cerniere o serrature mancanti o non funzionanti			X
10.3.2	Resistenza insufficiente dell'appoggio (certificato o etichetta, se applicabile)		X	
	Altezza insufficiente per il carico trasportato			X
10.4	Montanti (se utilizzati per la fissazione del carico)			
10.4.1	Pezzo danneggiato dalla ruggine, deformato, con cerniere e serrature in condizioni insoddisfacenti		X	
	Pezzo incrinato; cerniere o serrature mancanti o non funzionanti			X
10.4.2	Resistenza insufficiente dell'appoggio (certificato o etichetta, se applicabile)		X	
	Altezza insufficiente per il carico trasportato			X
10.5	Punti di ancoraggio (se utilizzati per la fissazione del carico)			
10.5.1	Stato insoddisfacente o progettazione inadeguata		X	
	Non in grado di sopportare le forze di ancoraggio richieste			X
10.5.2	Numero insufficiente		X	
	Numero insufficiente per sopportare le forze di ancoraggio richieste			X
10.6	Strutture speciali obbligatorie (se utilizzate per la fissazione del carico)			
10.6.1	Stato insoddisfacente, danneggiato		X	
	Pezzo incrinato; non in grado di sopportare tensioni di ritenuta			X
10.6.2	Non adatte al trasporto di merci		X	
	Mancanti			X
10.7	Pavimento (se utilizzato per la fissazione del carico)			
10.7.1	Stato insoddisfacente, danneggiato		X	
	Pezzo incrinato; non in grado di sopportare il carico			X
10.7.2	Classificazione di carico insufficiente		X	
	Non in grado di sopportare il carico			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		X	
	Superiore a 15 cm e pericolo di perforazione della parete			X
20.1.1.2	Distanza eccessiva dalla parete laterale, se utilizzata per il fissaggio diretto del carico		X	
	Superiore a 15 cm e pericolo di perforazione della parete			X
20.1.1.3	Distanza eccessiva dalla parete posteriore, se utilizzata per il fissaggio diretto del carico		X	
	Superiore a 15 cm e pericolo di perforazione della parete			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	X		
	Fissaggio insufficiente		X	
	Non in grado di sopportare forze di ritenuta, allentati			X
20.1.2.2	Fissazione inadeguata	X		
	Fissazione insufficiente		X	
	Del tutto inefficace			X
20.1.2.3	Parziale inadeguatezza delle attrezzature di fissazione		X	
	Totale inadeguatezza delle attrezzature di fissazione			X
20.1.2.4	Metodo prescelto di fissazione dell'imballaggio parzialmente inadeguato		X	
	Metodo prescelto di fissazione dell'imballaggio totalmente inadeguato			X
20.1.3	Fissazione diretta con reti e teli			
20.1.3.1	Stato delle reti e dei teli (etichetta mancante o danneggiata ma dispositivo tuttora in buono stato)	X		
	Dispositivi di ritenuta del carico danneggiati		X	
	Dispositivi di ritenuta del carico gravemente deteriorati e non più idonei all'utilizzazione			X
20.1.3.2	Resistenza insufficiente di reti e teli		X	
	In grado di sopportare meno di 2/3 delle forze di ritenuta richieste			X
20.1.3.3	Fissaggio insufficiente di reti e teli		X	
	In grado di sopportare meno di 2/3 delle forze di ritenuta richieste			X
20.1.3.4	Reti e teli parzialmente inadeguati alla fissazione delle merci		X	
	Del tutto inadeguati			X
20.1.5	Ancoraggio diretto (orizzontale, trasversale, diagonale, ad anello e antirimbalzo)			
20.1.5.1	Forze di fissazione richieste inadeguate		X	

	Meno di 2/3 della forza richiesta			X
20.2	Fissazione anti-attrito			
20.2.1	Ottenimento della forza di fissazione richiesta			
20.2.1.1	Forze di fissazione richieste inadeguate		X	
	Meno di 2/3 della forza richiesta			X
20.3	Dispositivi di ritenuta del carico utilizzati			
20.3.1	Inadeguatezza dei dispositivi di ritenuta del carico		X	
	Dispositivo del tutto inadeguato			X
20.3.2	Etichetta (per esempio targa/fascia) mancante ma dispositivo tuttora in buono stato	X		
	Etichetta (per esempio targa/fascia) mancante e dispositivo fortemente deteriorato		X	
20.3.3	Dispositivi di ritenuta del carico danneggiati		X	
	Dispositivi di ritenuta del carico gravemente deteriorati e non più idonei all'utilizzazione			X
20.3.4	Verricelli di ancoraggio usati in modo scorretto		X	
	Verricelli di ancoraggio difettosi			X
20.3.5	Uso scorretto della ritenuta del carico (per esempio assenza di protezione dei bordi)		X	
	Uso difettoso dei dispositivi di ritenuta del carico (per esempio nodi)			X
20.3.6	Fissaggio dei dispositivi di ritenuta del carico inadeguato		X	
	Meno di 2/3 della forza richiesta			X
20.4	Attrezzature supplementari (per esempio tappeti anti-slittamento, protettori di spigoli, rivestimenti per spigoli)			
20.4.1	Uso di attrezzature inadeguate	X		
	Uso di attrezzature scorrette o difettose		X	
	Uso di attrezzature del tutto inadeguate			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		X	
	Pericolo per la circolazione			X
20.5.2	Materiale alla rinfusa non adeguatamente fissato		X	
	Caduta del carico con pericolo per la circolazione			X
20.5.3	Assenza di copertura per le merci leggere		X	
	Caduta del carico con pericolo per la circolazione			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			X
	Meno di 2/3 della forza richiesta			X
30	Carico interamente non fissato			X

Il metodo di controllo consisterà in un esame visivo dell'utilizzazione corretta di procedimenti appropriati in misura adeguata a 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.

Principi di sicurezza del carico

Quando un veicolo cambia direzione - in curva, quando percorre una rotatoria, in caso di sorpasso ecc. - l'attrito non è sufficiente a fermare il movimento del carico non assicurato. È sbagliato assumere che il peso stesso del carico lo manterrà in posizione. I principi base della fisica che individuano le forze esercitate da un carico sull'ambiente circostante ci dicono che un oggetto in movimento, in assenza di forze esterne, continuerà a muoversi in linea retta a velocità costante. In altre parole: l'unica situazione in cui un carico non esercita alcuna forza sull'ambiente circostante (ad eccezione di quella esercitata dal proprio peso, naturalmente) è quando si sta guidando in linea retta a velocità costante. Se si varia la velocità del mezzo o se si modifica la direzione del moto, si producono automaticamente delle forze.
Pertanto, i carichi più pesanti hanno maggiori probabilità di muoversi quando il veicolo è in movimento, a causa della loro maggiore energia cinetica. In caso di forte frenata, il peso che agisce in avanti può essere uguale a quello che agisce verso il basso sul veicolo.
Di conseguenza, un carico non adeguatamente trattenuto non può essere considerato sicuro. In genere non si può contare solo sull'attrito per mantenere il carico in posizione. Quando il veicolo è in movimento, il movimento verticale causato dai dossi ridurrà qualsiasi forza di contenimento dovuta all'attrito. Questa può ridursi a zero se il carico lascia anche solo momentaneamente il fondo su cui è poggiato.
In caso di brusca frenata, inoltre, sulla parte anteriore del veicolo saranno esercitate forze rilevanti, pari pressappoco al peso del carico stesso. Ma, se il veicolo rimane coinvolto in un incidente, possono entrare in gioco forze ancora maggiori. I principi base sulla sicurezza del carico, quindi, dovrebbero essere considerati alla stregua di requisiti minimi.
Il consiglio di carattere generale, dunque, è quello di assicurare sempre il carico in maniera corretta e di adottare uno stile di guida fluido, deviando il meno possibile dal percorso in linea retta a velocità costante.
Ai sensi dell'allegato III, D.M. n. 215/2017, la fissazione del carico è da intendersi adeguata se essa è in grado di resistere alle seguenti forze risultanti dalle accelerazioni/decelerazioni del veicolo:

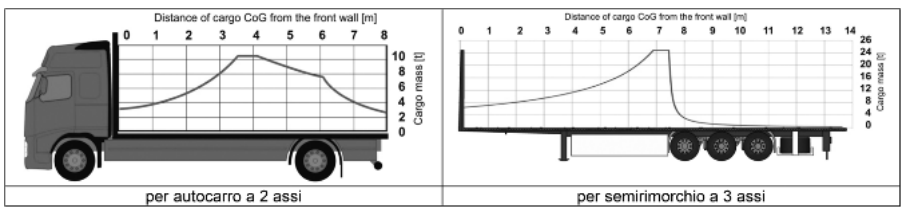
— in direzione di marcia: 0,8 volte il peso del carico;
— in direzione laterale: 0,5 volte il peso del carico;
— in direzione contraria a quella di marcia: 0,5 volte il peso del carico;
essa deve, in generale, impedire l'inclinazione o il ribaltamento del carico.
Ad esempio, un carico con massa pari a 1000 kg svilupperà nelle varie condizioni le seguenti forze (valori espressi in Newton):
— 1000 x 9,81 x 0,8 = 7848 N in frenata;
— 1000 x 9,81 x 0,5 = 4905 N in accelerazione;
— 1000 x 9,81 x 0,5 = 4905 N in curva.
La distribuzione del carico tiene conto dei carichi massimi autorizzati per asse e dei carichi minimi per asse necessari entro i limiti della massa massima autorizzata del veicolo, in linea con le disposizioni legali in materia di pesi e dimensioni dei veicoli (si veda a tal proposito in Tabella 4 la nota riassuntiva delle norme inerenti la "massa limite").
Nel fissare il carico va tenuto conto dei requisiti relativi alla resistenza di determinati componenti del veicolo, quali le pareti anteriore, laterali e posteriore (vedi oltre), i montanti o i punti di ancoraggio, qualora tali elementi siano utilizzati per la fissazione del carico.
Quando si posiziona un carico su un veicolo non bisogna superare le dimensioni massime consentite e i limiti di peso lordo e peso sugli assi massimi autorizzati. Occorre inoltre considerare il carico minimo sugli assi al fine di assicurare stabilità, raggio di sterzata e frenatura adeguate.
A tal fine, il diagramma di distribuzione del carico rappresenta la base di una corretta collocazione del carico a bordo del veicolo, senza sovraccarico o sottocarico dei singoli assi.
Le unità di trasporto sono particolarmente sensibili alla posizione del baricentro del carico, dati i carichi specificati per gli assi, per riuscire a mantenere la capacità di sterzata e frenata. Tali veicoli possono essere provvisti di diagrammi specifici (esempi in Figura 4) 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.
Ai fini della sicurezza del carico, più è alto il baricentro di un carico, più questo tenderà a ribaltarsi quando soggetto a forze orizzontali. Se il baricentro di un carico non è perfettamente perpendicolare al punto centrale dell'area da esso occupata, le merci tenderanno a ribaltarsi nella direzione in cui il centro di gravità e i limiti di tale area sono più vicini. Per carichi estremamente pesanti, la posizione del centro di gravità può essere importante per posizionare e fissare in maniera corretta il carico al

Tabella 4 - Massa limite

L'art. 62 del codice della strada contempla la massa limite dei veicoli ad eccezione dei ciclomotori, motoveicoli, macchine agricole e macchine operatrici. Il quadro normativo deve necessariamente integrarsi con la disciplina dei veicoli eccezionali e dei trasporti in condizione di eccezionalità, fissata dall'art. 10, nonché con la disciplina del trasporto di cose sui veicoli fissata dall'art. 167.
La massa limite complessiva a pieno carico di un veicolo, fatto salvo quanto disposto dall'art. 10, costituita dalla massa del veicolo stesso in ordine di marcia e da quella del suo carico, non può eccedere:
— 5 t per i veicoli ad un asse;
— 8 t per quelli a due assi;
— 10 t per quelli a tre o più assi.
Con esclusione dei semirimorchi, per i rimorchi muniti di pneumatici tali che il carico unitario medio trasmesso all'area di impronta sulla strada non sia superiore a 8 daN/cm^2, la massa complessiva a pieno carico non può eccedere:
— 6 t se ad un asse (con esclusione dell'unità posteriore dell'autosnodato);
— 22 t se a due assi;
— 26 t se a tre o più assi.
Per i veicoli a motore isolati muniti di pneumatici, tali che il carico unitario medio trasmesso all'area di impronta sulla strada non sia superiore a 8 daN/cm^2 e quando, se trattasi di veicoli a tre o più assi, la distanza fra due assi contigui non sia inferiore ad 1 m, la massa complessiva a pieno carico del veicolo isolato non può eccedere:
— 18 t se si tratta di veicoli a due assi;
— 25 t se si tratta di veicoli a tre o più assi;
— 26 t e 32 t, rispettivamente, se si tratta di veicoli a tre o a quattro o più assi quando l'asse motore è munito di pneumatici accoppiati e di sospensioni pneumatiche ovvero riconosciute equivalenti dal Ministero dei trasporti.
Qualora si tratti di autobus o filobus a due assi destinati a servizi pubblici di linea urbani e suburbani la massa complessiva a pieno carico non deve eccedere le 19 t.
In presenza delle seguenti condizioni:
— che il carico unitario medio trasmesso all'area di impronta sulla strada non sia superiore a 8 daN/cm^2;
— che la distanza fra due assi contigui non sia inferiore ad 1 m;
— che in corrispondenza di due assi contigui la somma delle masse non deve superare 12 t se la distanza assiale è inferiore a 1 m;
— che nel caso in cui la distanza assiale sia pari o superiore a 1 m ed inferiore a 1,3 m, il limite non può superare 16 t;
— che nel caso in cui la distanza sia pari o superiore a 1,3 m ed inferiore a 2 m, tale limite non può eccedere 20 t; la massa complessiva:
— di un autotreno a tre assi non può superare 24 t;
— di un autoarticolato o di un autosnodato a tre assi non può superare 30 t;
— di un autotreno, di un autoarticolato o di un autosnodato non può superare 40 t se a quattro assi e 44 t se a cinque o più assi.
Qualunque sia il tipo di veicolo, la massa gravante sull'asse più caricato non deve eccedere 12 t. La massa massima gravante su ciascun asse di un veicolo non può eccedere il valore limite riconosciuto ammissibile dalla casa costruttrice del veicolo stesso.
In corrispondenza di due assi contigui la somma delle masse non deve superare:
— 12 t se la distanza assiale sia inferiore a 1 m;
— 16 t se la distanza assiale sia pari o superiore a 1 m ed inferiore a 1,3 m;
— 20 t se la distanza assiale sia pari o superiore a 1,3 m ed inferiore a 2 m.

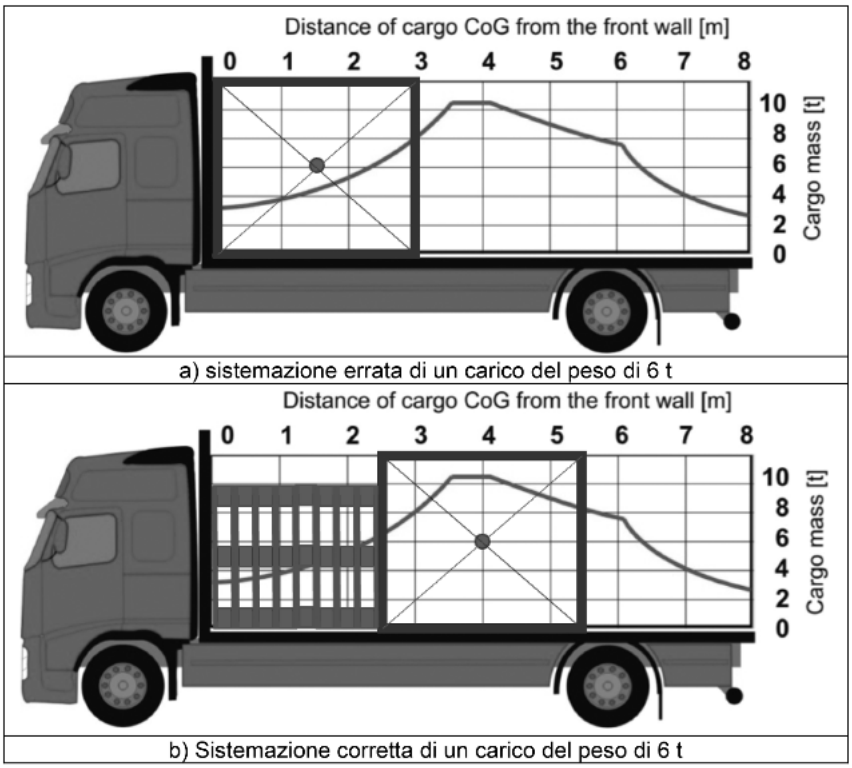
veicolo, assicurando in tale modo un'adeguata distribuzione delle merci.
I diagrammi di distribuzione del carico devono essere forniti dal costruttore del veicolo o della carrozzeria, ma possono anche essere calcolati in seguito insieme alla geometria del veicolo, a tutti i carichi minimi e massimi sugli 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.
Più è alto il baricentro di una combinazione veicolo/carico considerata nel suo insieme, maggiori le probabilità di ribaltarsi di tale combinazione. Si consideri l'esempio di Figura 5-a.
È necessario trasportare un carico del peso di 6 tonnellate avente le dimensioni mostrate in figura. La sistemazione ipotizzata in figura sarebbe inaccettabile

Figura 4 - Diagramma di distribuzione del carico



per autocarro a 2 assi — per semirimorchio a 3 assi

Figura 5 - esempi di sistemazione di un carico

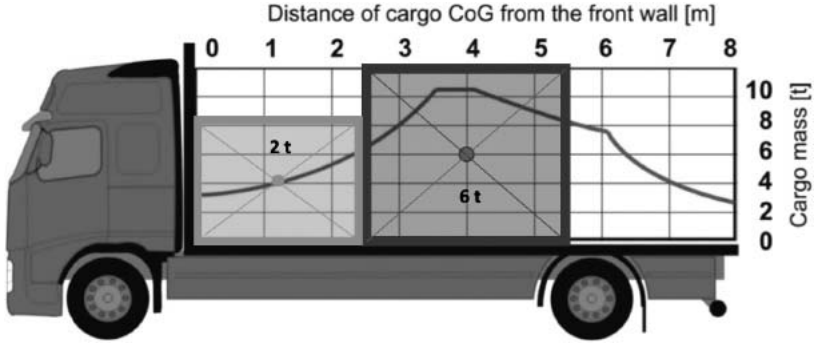


poiché il carico finirebbe per gravare sull'asse anteriore dell'autocarro.
Il carico, invece, dovrà essere posizionato in modo che il baricentro cada nell'area sottesa dalla curva di distribuzione, ad esempio traslando longitudinalmente il carico con l'ausilio di pallet per mantenerlo in posizione, in modo tale che il baricentro del carico finisca col cadere - tipicamente - in corrispondenza del centro del pianale nel senso della sua lunghezza, come mostrato in Figura 5-b.
Nel caso in cui si debbano trasportare più oggetti, occorrerà determinare la posizione del baricentro dell'insieme del carico nella configurazione che si intende assegnargli.
In questo caso occorrerà applicare la seguente relazione:

$$\mathbf{R} = \frac{m_1\mathbf{r}_1 + \cdots + m_N\mathbf{r}_N}{m_1 + \cdots + m_N} = \frac{\sum_{i=1}^{N} m_i\mathbf{r}_i}{\sum_{i=1}^{N} m_i}$$

Dove:
— R è la posizione del baricentro rispetto all'origine del sistema di assi cartesiani che costituisce il diagramma di distribuzione del carico;
— m_i è la massa dell'i-esimo oggetto da trasportare;

Figura 6 - Sistemazione di due carichi di peso differente



— r_i è la posizione del baricentro dell'i-esimo oggetto da trasportare rispetto all'origine del diagramma.
Si consideri l'esempio di Figura 6 nel quale si abbiano due carichi:
— il primo m_1 del peso di 2 t avente il baricentro a 1,3 m dalla parete anteriore del vano di carico;
— il secondo m_2 del peso di 6 t avente il baricentro a 4 m dalla parete anteriore del vano di carico.
La posizione del baricentro dell'insieme sarà dunque:

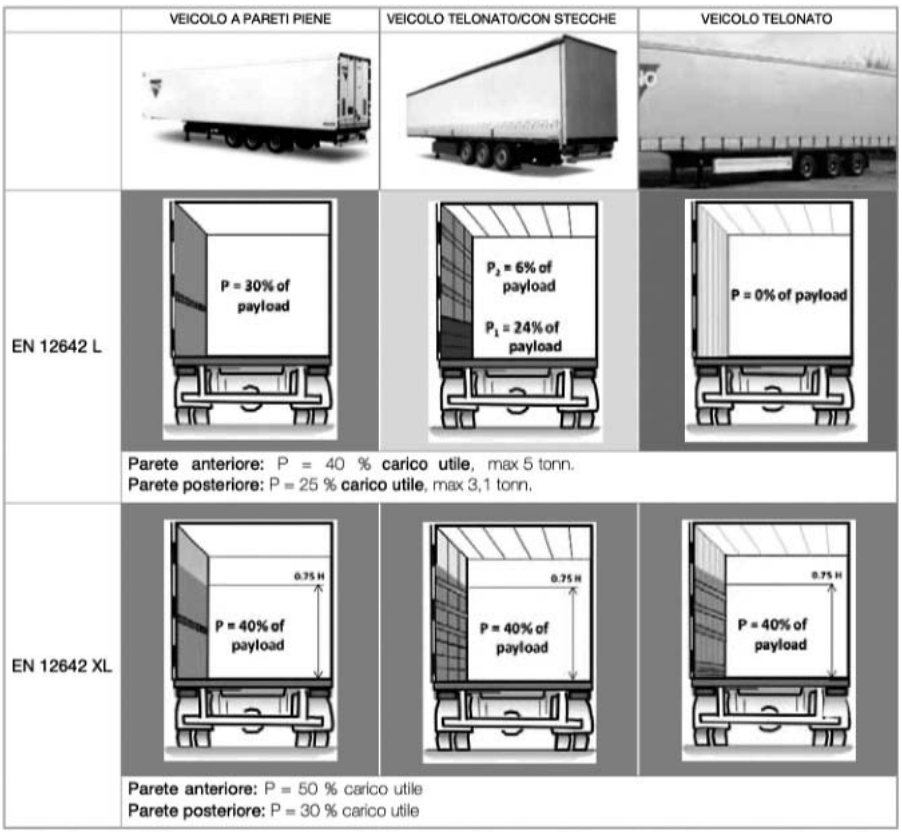
$$R=(2*1,3+6*4)/(6+2)=3,3m$$

rispetto alla parete anteriore del vano di carico dell'autocarro e, pertanto, con riferimento alla massa complessiva di 8 t, esso si troverà all'interno dell'area sottesa dalla curva di distribuzione.
Si noti altresì che, quando si procederà allo scarico della cassa da 6 t, il restante carico da 2 t rimarrà in condizione limite di sicurezza se fosse lasciata nella sua posizione iniziale. Infatti, si possono incontrare difficoltà con la distribuzione del carico sul veicolo se quest'ultimo viene parzialmente caricato o scaricato durante il viaggio. Gli effetti su peso lordo, peso individuale sugli assi, sicurezza e stabilità del carico non devono mai essere trascurati. Anche se la rimozione di parte del carico comporta una riduzione del peso lordo del veicolo, la diversa distribuzione del peso potrebbe causare un sovraccarico dei singoli assi (problema conosciuto anche col nome di "effetto della riduzione del carico"). Il centro di gravità del carico e della combinazione carico/veicolo cambierà di conseguenza. Pertanto, quando il veicolo è carico, devono essere presi in considerazione tutti gli aspetti della questione.
Il design, la struttura e la carrozzeria del veicolo dovrebbero poter essere compatibili con i carichi che esso dovrà probabilmente trasportare, in particolare per quanto riguarda le caratteristiche di forza e robustezza dei materiali utilizzati.
Prima di caricare il veicolo, è necessario controllare che la piattaforma di carico, la carrozzeria e i dispositivi di fissaggio del carico siano integri e perfettamente funzionanti.
Per ottenere la massima stabilità del veicolo, il carico deve essere posizionato in modo che il centro di gravità sia mantenuto il più basso possibile e vicino alla linea centrale del veicolo.
Ciò significa che, ove possibile:
— il carico dovrebbe essere distribuito per dare una distribuzione uniforme del peso su tutta l'area del pavimento;
— quando un carico è impilato, gli elementi più grandi e più pesanti dovrebbero essere posizionati in basso;
— gli articoli più pesanti dovrebbero essere posizionati più vicino alla linea centrale del veicolo e quelli più leggeri verso i lati;
— quando un carico è impilato, gli elementi disposti in basso devono essere abbastanza resistenti da sostenere il peso degli altri quando il veicolo è in frenata, in curva o in accelerazione.
Nel caso di carichi pesanti di piccole dimensioni il loro peso dovrebbe essere distribuito sulla piattaforma del veicolo mediante l'uso di dispositivi di ripartizione del carico. (es. pallet, tavole di legno, ecc.).

Resistenza del veicolo

La disposizione del fissaggio del carico nelle diverse Cargo Transport Unit (CTU) dipende dal tipo di carico e dalla resistenza delle pareti laterali, della parete anteriore e della parete posteriore.
Occorre tenere nella debita considerazione le caratteristiche tecniche dei veicoli e dei dispositivi di bloccaggio e la rispondenza dei veicoli agli standard europei che li definiscono, senza darne per scontato il rispetto.
La rispondenza agli standard deve essere certificata e documentata (dichiarazione del produttore, certificato di conformità emesso da un organismo notificato, ecc.) e le prove documentali devono essere tenute a bordo del veicolo.
Tali caratteristiche devono essere note al conducente del mezzo il quale - specie ove svolga il ruolo di "caricatore" - è tenuto sempre a controllarne i termini e i limiti prima che inizino le operazioni di carico. Devono inoltre essere rispettate le raccomandazioni del produttore del veicolo e quelle del fabbricante dei dispositivi di bloccaggio.
Il rispetto degli standard e la corretta costruzione delle CTU sono in grado di garantire la tenuta rispetto ai movimenti del carico.
Nello specifico, il D.M. n. 215/2017 dispone che, ai fini della resistenza della struttura del veicolo, si debba far riferimento alla norma EN 12642 (benché la rispondenza a tale standard non debba considerarsi vincolante e si possa far riferimento anche ad altre norme tecniche che garantiscano un livello di sicurezza equivalente) mentre, per quanto concerne i requisiti delle casse mobili, il riferimento potrà essere costituito dalla norma EN 283.
La Figura 7 confronta i requisiti di resistenza delle pareti laterali, della parete anteriore e della parete posteriore del CTU:
— i tipi di veicoli rispondenti alla norma EN 12642 XL e i veicoli a pareti piene certificati EN 12642 L hanno pareti laterali resistenti;
— i veicoli telonati/dotati di stecche e con fiancate incernierate certificati EN 12642 L hanno pareti laterali utili solo per il bloccaggio sul fondo;
— le pareti dei veicoli contrassegnati in rosso sono da considerarsi solo come protezione dalle intemperie.
Nota: se le pareti laterali vengono utilizzate per bloccare il carico, è importante che venga utilizzato il numero specificato di listelli in conformità con il certificato di prova. I listelli devono essere posizionati in modo che il peso del carico sia distribuito uniformemente su tutta la lunghezza delle pareti.
Ad esempio, un veicolo con portata pari a 15.000 kg, se omologato "XL" deve garantire la seguente resistenza strutturale:
— parete anteriore: resistenza minima = 15.000 x 9.81 x 0,5 = 98.100 N = 7.357 daN;
— parete posteriore: resistenza minima = 15.000 x 9.81 x 0,3 = 58.860 N = 4.414 daN;
— pareti laterali: resistenza minima = 15.000 x 9.81 x 0,4 = 78.480 N = 5.886 daN;
Mentre lo stesso veicolo, se omologato "L" deve garantire:
— parete anteriore: resistenza minima = 15.000 x 9.81 x 0,4 = 78.480 N = 5.886 daN;

Figura 7 - Requisiti di resistenza strutturale



— parete posteriore: resistenza minima = 15.000 x 9.81 x 0,25 = 49.050 N = 3.678 daN;
— pareti laterali: resistenza minima = 15.000 x 9.81 x 0,3 = 58.860 N = 4.414 daN.
Se sono note:
— la percentuale di carico utile che la parete anteriore, posteriore o laterale è in grado di trattenere;
— l'accelerazione di progetto (0,8 g frontalmente, 0,5 g in direzione posteriore e 0,5 g lateralmente);
si può inoltre calcolare il coefficiente di attrito (di cui deve essere in possesso il piano di appoggio per consentire di sopportare le rispettive forze.
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 t, il requisito di resistenza ed imitato ad una forza di 5000 daN. Relativamente a questo limite la Tabella 6 mostra il peso del carico in tonnellate che può essere stoccato contro una parete anteriore con una resistenza limitata a 5000 daN per diversi coefficienti di attrito. Se la massa del carico è superiore al valore riportato in Tabella 6, occorre predisporre sistemi di fissazione supplementari.
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 t, il requisito di resistenza ed imitato ad una forza di 3100 daN. Relativamente a questo limite la Tabella 7 mostra il peso del carico in tonnellate che può essere stoccato contro una parete

Tabella 5 - Calcolo del coeffciente di attrito

	EN 12642 XL	EN 12642 L
Parete laterale	μ = 0,1	μ = 0,2 (solo per rimorchio a pareti piene)
Parete anteriore	μ = 0,3	
Parete posteriore	μ = 0,2	

posteriore con una resistenza limitata a 3100 daN per diversi coefficienti di attrito. Se la massa del carico è superiore al valore riportato in Tabella 7, occorre predisporre sistemi di fissazione supplementari.
Quando il carico viene trasportato in un'unità di trasporto provvista di una parete anteriore, laterale o posteriore senza resistenza o quando non viene stivato con fissaggio su una delle pareti, l'intero peso va fissato per evitarne lo spostamento, ad esempio per mezzo di ancoraggi.
Se la capacità di bloccaggio offerta non è sufficiente, è necessario un fissaggio del carico supplementare per ancoraggio. Inoltre, è necessario considerare che benché le omologazioni dei veicoli vengano rilasciate a valle anche di prove di carico dinamico, le accelerazioni che il carico può subire su strada non devono essere accompagnate da spostamenti del carico stesso, altrimenti questo acquisterebbe velocità e potrebbe superare all'impatto con le pareti le resistenze strutturali previste. Come regola generale, la somma degli spazi vuoti in qualsiasi direzione orizzontale non deve superare 15 cm. Se questa condizione non può essere rispettata, il carico deve essere fissato con elementi di ancoraggio o di bloccaggio supplementari.
I dati relativi al singolo veicolo sono riportati sia nel certificato rilasciato dal costruttore, sia su un'apposita etichetta apposta sulla struttura del veicolo in posizione ben visibile. Si riporta in Figura 8 un esempio di tale marcatura.

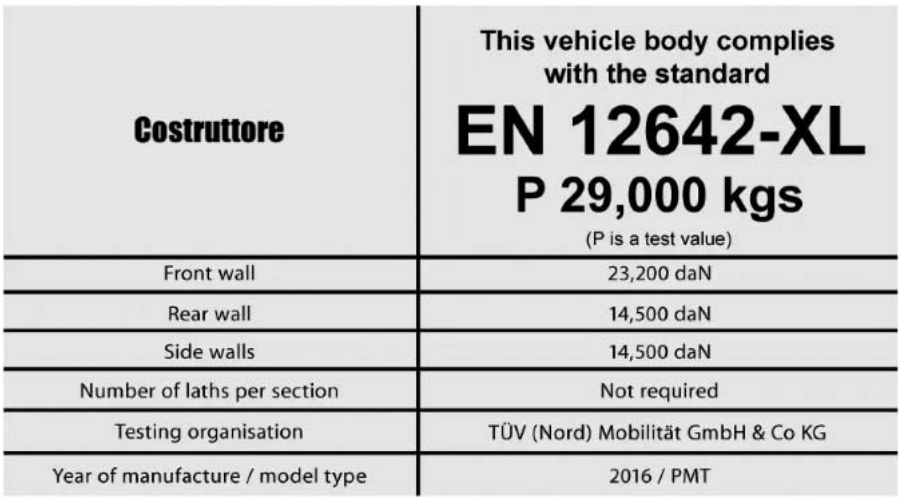
Tabella 6 - Massa di carico bloccabile contro la parete anteriore in avanti

Coefficiente di attrito μ	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
Peso (tonnellate)	7,8	8,4	9,2	10,1	11,3	12,7	14,5	16,9	20,3	25,4

Tabella 7 - Massa di carico bloccabile contro la parete posteriore all'indietro

Coefficiente di attrito μ	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
Peso (tonnellate)	9,0	10,5	12,6	15,8	21,0	31,6

Figura 8 - Etichetta conforme alla norma EN 12642



Metodi per la fissazione del carico

Per la fissazione del carico possono essere utilizzati, anche in combinazione tra loro, uno o più dei seguenti metodi:
— immobilizzazione;
— bloccaggio (locale/generale);
— ancoraggio diretto;
— ancoraggio per attrito.

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 e il sistema di immobilizzazione va utilizzato in base alle specifiche del costruttore.
In genere questo metodo è applicato infatti per container e casse mobili muniti di punti di ancoraggio "twistlock" (a cui deve corrispondere analoga presenza di moschettoni twistlock sul veicolo): una volta che tali moschettoni siano stati attivati e bloccati in posizione, il container potrà essere assicurato in maniera adeguata e non sarà necessario nessun altro dispositivo di contenimento.
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.

Bloccaggio

Bloccare un carico significa stivare il carico a filo contro strutture ed elementi fissi del vettore, quali pareti anteriori, pareti laterali, fiancate o montanti. Il carico può essere stivato in maniera diretta o indiretta, utilizzando filler tra le merci e i dispositivi di bloccaggi fissi presenti sul vettore, in modo tale da impedire eventuali movimenti orizzontali del carico. In pratica, non è affatto facile stivare accuratamente le merci tra i dispositivi di bloccaggio e spesso rimangono dei piccoli spazi vuoti. Tali vuoti, tuttavia, devono essere ridotti al minimo (si è già detto, la loro somma in qualsiasi direzione orizzontale non deve essere superiore a 15 cm), in particolare in prossimità della sponda anteriore.
Lo standard EN 12462 precedentemente visto, indica i requisiti minimi da rispettare affinché il veicolo sia in grado di contenere il carico anche in assenza di dispositivi di ancoraggio. È inoltre importante controllare le caratteristiche del veicolo, per verificare che esse siano compatibili con l'esigenza di assicurare le merci. Si raccomanda infine di verificare che eventuali forze esercitate dal carico siano distribuite in maniera uniforme sulla parte più bassa di un eventuale dispositivo di fissaggio. Con carichi pesanti e compatti, gli spazi vuoti dovrebbero essere evitati. Le merci fissate in maniera scorretta devono essere assicurate al veicolo utilizzando metodi di fissaggio supplementari.
Il bloccaggio può essere generale o locale.
Per il bloccaggio generale occorre riempire gli spazi vuoti, accostando il più possibile le merci le une alle altre e contro i dispositivi fissi di bloccaggio del vettore. Quando il carico non riempie lo spazio tra le sponde laterali e quella posteriore, e non è assicurato in altra maniera, i vuoti devono essere riempiti con un filler, allo scopo di creare forze di compressione che assicurino un bloccaggio soddisfacente del carico. Tali forze di compressione dovrebbero essere proporzionate al peso totale del carico.
A tal fine, i pallet per il trasporto merci sono spesso utilizzati come filler (Figura 10-a), disponendoli ad esempio, in verticale tra il carico e la parete del rimorchio o del mezzo o anche (se non addirittura, preferibilmente) tra i vari elementi del carico. Se invece lo spazio vuoto su uno qualunque dei lati della sezione del carico è inferiore all'altezza di un pallet, allora tale spazio dovrà essere riempito con materiale adatto, quale ad esempio assi di legno.
In alternativa possono essere impiegati cuscini ad aria gonfiabili (Figura 10-b), disponibili sia in formato monouso che riutilizzabile. I cuscini sono semplici da installare e si gonfiano con aria compressa. I produttori di cuscini ad aria forniscono in genere istruzioni e raccomandazioni sulla capacità di carico e la pressione adeguata dell'aria. È importante proteggere i cuscini ad aria dai danni causati dall'usura. Per questo motivo, si consiglia di non utilizzarli mai come filler contro porte o superfici non rigide o tramezzi.
Il bloccaggio locale 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.
Quando esiste una differenza di altezza tra vari strati di merce, si può ricorrere al blocco di soglia o al blocco con pannelli per assicurare la base dello strato superiore a quello inferiore. Utilizzando un materiale adatto, quale ad esempio pallet, la sezione del carico viene sollevata in

Figura 9 - Sistema twistlock

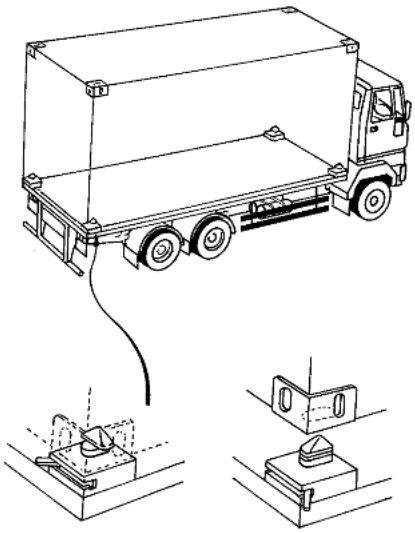
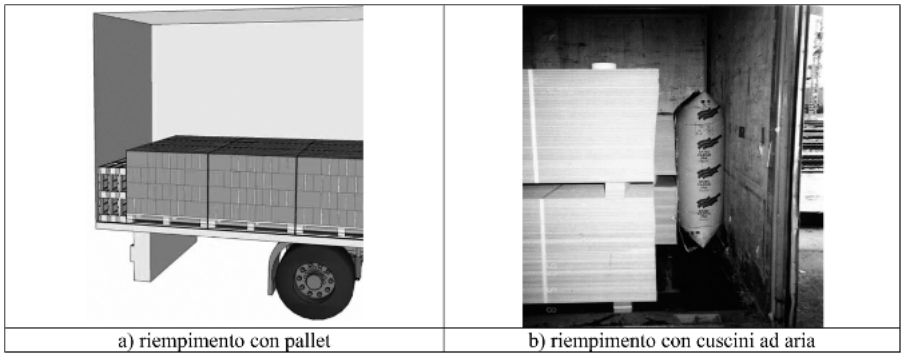


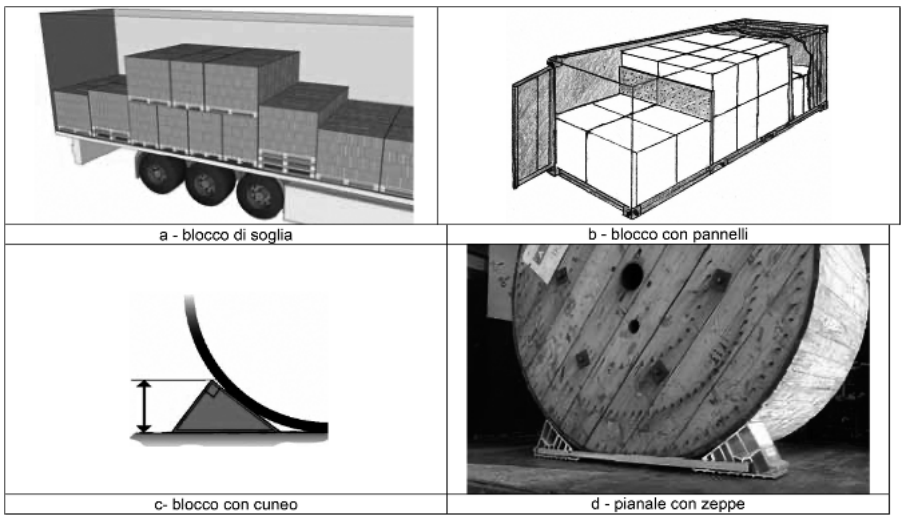
Figura 10 - riempimento degli spazi vuoti per il bloccaggio generale



a) riempimento con pallet | b) riempimento con cuscini ad aria

modo da formare una soglia o scalino e lo strato superiore del carico viene fissato alla base in maniera longitudinale (Figura 11-a).
Se le merci non sono sufficientemente rigide e stabili per un blocco di soglia, è possibile ottenere un effetto corrispondente utilizzando pannelli formati da tavole o pallet, come illustrato nella Figura 11-b. A seconda della rigidità delle merci, può essere realizzata una struttura di contenimento che fornisca una superficie di bloccaggio dalle dimensioni desiderate.
Quando si utilizza il blocco di soglia o con pannelli nella parte posteriore del veicolo, dietro alla sezione bloccata devono comunque essere presenti almeno due sezioni dello strato più basso di merci.
Ancora, per realizzare un bloccaggio locale possono essere utilizzati cunei a punta e di fissaggio per impedire che oggetti di forma cilindrica si muovano avanti e indietro sulla piattaforma di carico (Figura 11-c).
In assenza di ancoraggio a terra, i cunei di fissaggio dovrebbero avere un'altezza minima pari a R/3 (un terzo del raggio dell'elemento cilindrico). Se utilizzati congiuntamente all'ancoraggio a terra, è sufficiente un'altezza di 200 mm. 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).
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 (Figura 11-d). 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.

Figura 11 - Metodi di blocco



a - blocco di soglia | b - blocco con pannelli

c- blocco con cuneo | d - pianale con zeppe

Ancoraggio diretto

Un dispositivo di ancoraggio è un dispositivo di contenimento formato da cinghie di tessuto, catene o cavi metallici in grado di tenere assieme il carico o di ancorarlo alla piattaforma o ad eventuali dispositivi di bloccaggio. I dispositivi di ancoraggio dovrebbero essere posizionati in maniera da essere a contatto solo con le merci che devono essere fissate e/o con i punti di fissaggio. Non dovrebbero essere piegati su elementi flessibili, tramezzi, ecc.
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.
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 chilonewton (kN) o decanewton (daN).
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.
Un contrassegno importante è il valore della forza di trazione standard (STF). Si tratta della forza di trazione nell'ancoraggio dopo la messa in tensione del tessuto cricchetto manualmente con una forza SHF (forza manuale standard) 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. I valori di LC, SHF, STF e altre importanti indicazioni e parametri sono riportati sull'etichetta della cinghia, la quale deve essere sempre presente e leggibile.
In tutte le tipologie di ancoraggi diretti, è consentito un certo 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.
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.
Per merci con angoli aguzzi o dal peso notevole quali macchinari, acciaio, calcestruzzo, armamenti pesanti, ecc. dovrebbero essere utilizzate catene di ancoraggio. Tali catene dovrebbero essere di norma impiegate per l'ancoraggio diretto.
La resistenza di una catena è determinata da due fattori: lo spessore degli anelli e la qualità del metallo usato. Lo standard EN12195-3 illustra i requisiti per le catene di ancoraggio. La catena utilizzata dovrebbe essere compatibile con le caratteristiche del vettore. Ove necessario, si dovrebbe ricorrere a imballaggi resistenti o profili smussati sugli angoli o gli spigoli vivi, per prevenire eventuali danni alla catena ed aumentare il raggio di curvatura, incrementando così la resistenza effettiva dell'ancoraggio.
Gli elementi di raccordo e di riduzione devono essere provvisti di apposito dispositivo di protezione contro distacco accidentale.
Per i dispositivi di tensionamento manuali, il rinculo dall'estremità del dispositivo non dovrà superare i 150 mm; il che implica l'esclusione dei tensionatori a leva.
Le catene devono essere munite di un'etichetta che riporta il valore LC. Nella Tabella 8 è riportato il valore massimo di LC per la classe 8.
Con l'usura le catene tendono ad allungarsi. Una regola empirica prescrive di considerare eccessivamente usurata una catena con lunghezza superiore ad oltre il 3% del valore teorico.
Si elencano di seguito alcune modalità di ancoraggio diretto.
L'ancoraggio ad anello (o semi-anello) è un tipo di imbracatura utilizzato per ancorare il carico a un lato della carrozzeria del veicolo, impedendo così alle merci di scivolare in direzione opposta. Per ottenere una doppia azione, l'ancoraggio ad anello deve essere a coppie, il che impedirà al carico anche di ribaltarsi. Per impedire alle merci di ruotare longitudinalmente saranno invece necessarie due coppie di ancoraggi ad anello (Figura 12).
A tal fine vengono utilizzati almeno 3 e di preferenza 4 ancoraggi (Figura 12). 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. Sono consigliati 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.
La capacità dell'ancoraggio di sopportare la forza di trazione richiesta dipende, fra le altre cose, dalla resistenza dei punti di ancoraggio.
Per impedire al carico di muoversi in direzione longitudinale, all'ancoraggio ad anello deve essere abbinato il blocco della base, in quanto l'ancoraggio è in grado di contenere il carico solo lateralmente, ossia da ambo i lati (Figura 12-a e 12-b).

Tabella 8 - Valore massimo di LC per la classe 8

diametro nominale catena in mm	6	7	8	9	10	11	13	16	18	20	22
massima capacità di ancoraggio in daN	2200	3000	4000	5000	6300	7500	10000	16000	20000	25000	30000

L'ancoraggio antirimbalzo può essere utilizzato per impedire alle merci di ribaltarsi e/o di scivolare avanti o indietro.
L'ancoraggio antirimbalzo associato al blocco della base contro eventuali spinte in avanti o indietro, è un metodo di contenimento che prevede il posizionamento di un'imbracatura (una briglia) sull'angolo di uno strato di merci e il suo successivo ancoraggio in diagonale ad ambo i lati del veicolo allo scopo di impedire alle merci in questione di ribaltarsi o scivolare (Figura 12-c-d).
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.
L'ancoraggio antirimbalzo può essere costituito anche da una singola imbracatura circolare chiusa, posizionata attorno al bordo dello strato di merci e fissata su ogni lato con ancoraggi in diagonale. L'angolo nei confronti della superficie del carico viene misurato in direzione longitudinale e non dovrebbe mai superare i 45°.
Infine, se il carico dispone di occhielli di ancoraggio di forza adeguata, è possibile assicurare direttamente tali occhielli ai punti di ancoraggio del veicolo. 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 (Figura 14-a). 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.

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.
Con questo metodo di fissaggio i dispositivi di ritenuta vengono fatti passare al di sopra delle merci per impedire alla sezione del carico di ribaltarsi o scivolare. Se non è prevista alcuna forma di bloccaggio laterale alla base, l'ancoraggio a terra può essere utilizzato, ad esempio, per comprimere la sezione del carico verso il pianale della piattaforma. A differenza del bloccaggio, l'ancoraggio a terra spinge le merci contro la piattaforma di carico (Figura 13-b).
Anche se l'attrito impedisce al carico di scivolare, vibrazioni e shock durante il trasporto possono far muovere le merci. Ciò rende necessario l'ancoraggio a terra anche in casi di attrito elevato. Anche se non c'è rischio di scivolamento o ribaltamento, si raccomanda di usare sempre almeno un ancoraggio superiore con STF 400 daN ogni 4 tonnellate di carico o una disposizione simile per evitare uno spostamento significativo per il carico non bloccato a causa delle vibrazioni.
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

Figura 12 - Metodi di ancoraggio

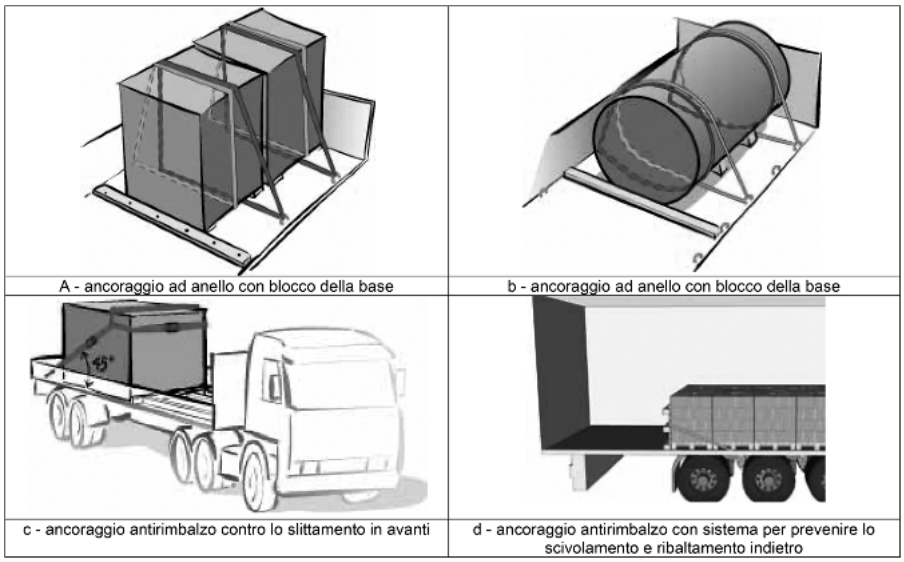
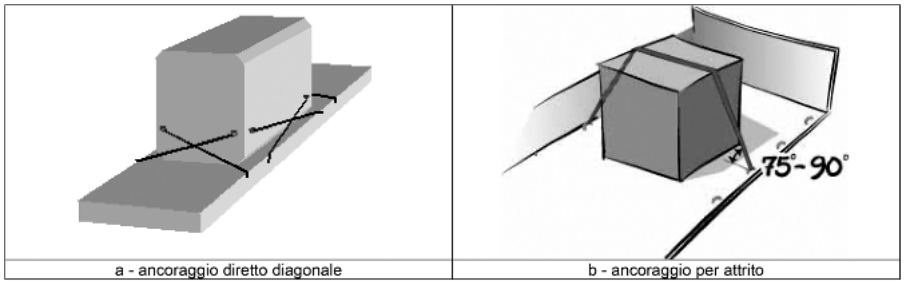


Figura 13 - Ancoraggio



a - ancoraggio diretto diagonale | b - ancoraggio per attrito

aumenta la differenza tra le forze sui due lati e, in tal caso, l'ancoraggio agisce più come un ancoraggio diretto.
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.
Rivestimenti per la base e distanziatori fabbricati in materiale antiscivolo possono essere utilizzati per aumentare l'attrito tra il pianale della piattaforma e il carico nonché tra i vari strati del carico, ove necessario. Esistono molti tipi diversi di materiale antiscivolo quali, ad esempio, tappeti, tappeti in gomma e fogli di carta (fogli antiscivolo) ricoperti con materiale antiscivolo, i quali possono essere utilizzati in combinazione con altri metodi di fissaggio. I tappeti dovrebbero avere attrito, robustezza e spessore adeguati al carico (peso, superficie, ecc.). Dovrebbero inoltre avere proprietà idonee (quali attrito, robustezza, spessore, granulosità, ecc.) e commensurate al carico (peso, superficie, ecc.) e alle condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) che saranno con tutta probabilità incontrate durante il viaggio. Tali proprietà dovrebbero essere verificate con l'aiuto del produttore.
L'utilizzo di materiale antiscivolo consente di ridurre il numero di dispositivi di ancoraggio necessari. Molto spesso, il materiale utilizzato ha forma quadrata e viene tagliato in strisce di lunghezza compresa tra 5 e 20 m e larghezza compresa tra 150, 200 e 250 mm. Lo spessore varia da 3 a 10 mm. Se usate con attenzione, tali strisce possono essere riutilizzate fino a dieci volte ma non possono in alcun modo svolgere la propria funzione se diventano untuose. Per posizionare il carico su questi materiali occorre far scendere le merci dall'alto in quanto sarebbe controproducente farle slittare.

Fonti

— *EU transport in figures - statistical pocketbook 2017*, European Commission, 2017.
— *Dossier Trasporto merci su strada*, ANFIA Associazione Nazionale Filiera Industria Automobilistica, 2020.
— *Fissazione del carico per il trasporto su strada - Linee guida europee 2014 sulle migliori pratiche*, Unione Europea, 2014.