

**suva**



**Elementi prefabbricati  
in legno**  
**Pianificazione della sicurezza**

**Il presente opuscolo si rivolge ai progettisti di costruzioni in legno, agli ingegneri del legno, ai direttori dei lavori e ai dipendenti di imprese di costruzioni in legno con lo scopo di mettere in evidenza le correlazioni tra i compiti e i doveri di tutte le parti interessate del settore. L'attenzione è rivolta alla sicurezza, a partire dalla progettazione, dalla produzione, dallo stoccaggio degli elementi in legno, dal trasporto e dal montaggio sul cantiere.**

<b>1</b>	<b>Insieme per una maggiore sicurezza</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Stoccaggio in officina</b>	<b>25</b>
1.1	Elementi prefabbricati in legno: alta frequenza infortunistica e costi elevati	4	5.1	Fondamenti per la messa in sicurezza dei prefabbricati	25
1.2	Obiettivo comune	4	5.2	Sistemi di stoccaggio	25
<b>2</b>	<b>Responsabilità</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>Trasporto</b>	<b>29</b>
2.1	Responsabilità e obblighi in relazione ai lavori di costruzione	5	6.1	Ancoraggio per il trasporto	29
2.1.1	Obblighi del datore di lavoro	6	6.2	Sistemi di trasporto	29
2.1.2	Obblighi dei lavoratori	6	<b>7</b>	<b>Impianto di cantiere</b>	<b>33</b>
2.1.3	Collaborazione fra le parti contraenti	6	7.1	Accessi	33
<b>3</b>	<b>Progettazione e pianificazione</b>	<b>7</b>	7.2	Stoccaggio intermedio, superfici di appoggio	33
3.1	Progettazione	7	7.3	Mezzi di sollevamento	34
3.2	Messa a concorso e contratto di appalto	7	7.4	Accessori di imbracatura e di sollevamento	35
3.3	Progetto esecutivo e scadenario	7	7.5	Infrastruttura	35
3.4	Pianificazione ingegneristica	7	<b>8</b>	<b>Montaggio</b>	<b>36</b>
3.5	Piani di officina	7	8.1	Istruzioni di lavoro	36
3.5.1	Standard a livello di impresa	8	8.2	Gru	36
3.5.2	Realizzazione degli elementi costruttivi	8	8.3	Messa in sicurezza dei prefabbricati durante l'imbracatura	36
3.5.3	Determinazione del carico degli elementi	8	8.4	Vie di passaggio per le persone	36
3.5.4	Determinazione del baricentro degli elementi	8	8.5	Misure collettive e individuali di protezione anticaduta	36
3.5.5	Determinazione dei sistemi di imbracatura (accessori di imbracatura e di sollevamento)	9	8.6	Misure contro le cadute dall'alto sul bordo perimetrale dell'edificio	37
3.5.6	Posizionamento accessori di imbracatura	9	8.7	Messa in sicurezza delle aperture nel vuoto	37
3.5.7	Dimensionamento dispositivi di ancoraggio	9	8.8	Misure anticaduta durante il montaggio	37
3.5.8	Piano di stoccaggio e di trasporto	10	8.9	Scarico dei prefabbricati dal mezzo di trasporto	37
3.5.9	Piano di montaggio e di sicurezza	11	<b>9</b>	<b>Strumenti di pianificazione e di esecuzione</b>	<b>38</b>
3.5.10	Istruzioni per la produzione e il montaggio	11	9.1	Download tabelle di carico	38
<b>4</b>	<b>Produzione</b>	<b>12</b>	9.2	Esempio di dimensionamento punto di ancoraggio	38
4.1	Fabbricazione	12			
4.2	Trasporto interno	14			
4.2.1	Mezzi di sollevamento e di trasporto	14			
4.2.2	Accessori di sollevamento	15			
4.2.3	Accessori di imbracatura	19			
4.2.4	Punto di ancoraggio, movimentazione verticale degli elementi	20			
4.2.5	Punto di ancoraggio, movimentazione orizzontale degli elementi	23			

# 1 Insieme per una maggiore sicurezza

## 1.1 Elementi prefabbricati in legno: alta frequenza infortunistica e costi elevati

Ogni anno in Svizzera molti lavoratori perdono la vita durante i lavori di carpenteria. Alcuni restano invalidi. I pericoli principali durante i lavori con elementi prefabbricati in legno per pareti, pavimenti o soffittature sono:

- caduta di prefabbricati deposti in verticale (conseguente pericolo per le persone)
- caduta di elementi sospesi
- caduta in piano o dall'alto di persone

## 1.2 Obiettivo comune

La sicurezza deve essere garantita in tutte le fasi di realizzazione dei prefabbricati in legno, ossia nella **produzione**, nel **montaggio**, nello **stoccaggio intermedio** e nel **trasporto**. Questo obiettivo comune può essere raggiunto solo con un'attenta pianificazione e preparazione dei lavori.

In particolar modo sono importanti i seguenti fattori:

- costruzione dei prefabbricati conformemente alle norme di sicurezza
- organizzazione dei processi di lavoro
- utilizzo di attrezzature e apparecchi sicuri e idonei
- formazione del personale

# 2 Responsabilità

La crescente complessità degli incarichi nella costruzione impone requisiti severi a committenti, progettisti, imprenditori e operai. Per garantire la qualità e la sicurezza sul lavoro sono indispensabili norme, buone strutture aziendali e chiare procedure nell'ambito della pianificazione e realizzazione.

Il miglioramento della sicurezza aziendale mira all'**integrazione della sicurezza e della tutela della salute nell'organizzazione e nelle procedure aziendali**. I requisiti relativi alla gestione della qualità aziendale sono definiti, ad esempio, nelle norme ISO serie 9000. In queste norme la sicurezza svolge un ruolo determinante.

Basi giuridiche in materia di sicurezza sul lavoro e di tutela della salute

- Legge sull'assicurazione contro gli infortuni (LAINF)
- Legge sul lavoro (LL)
- Legge sulla sicurezza dei prodotti (LSPro)
- Ordinanza sulla prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali (OPI)
- Ordinanza sui lavori di costruzione (OLCostr)
- Ordinanza sulle gru

Altre regole della sicurezza sul lavoro

- Direttive (es. direttive CFSL)
- Opuscoli, liste di controllo ecc. (CFSL, Suva, organizzazioni specializzate ecc.)
- Istruzioni per l'uso delle attrezzature di lavoro
- Schede di sicurezza delle sostanze usate
- Norme (ad es. SIA 118, artt. 103-113)
- Basi contrattuali

## 2.1 Responsabilità e obblighi in relazione ai lavori di costruzione

Regole previste dall'Ordinanza sui lavori di costruzione:

La pianificazione dei lavori di costruzione deve ridurre al minimo il rischio di infortuni e di danni alla salute.

Il datore di lavoro [...] deve verificare, prima di concludere il contratto, quali sono le misure necessarie a garantire la sicurezza sul lavoro e la protezione della salute dei lavoratori. Queste misure devono essere integrate e specificate nel contratto di appalto.

È possibile soddisfare i requisiti richiesti e svolgere i lavori in sicurezza solo se tutte le persone coinvolte nella costruzione conoscono i propri compiti e le relative responsabilità.

Secondo la Legge sull'assicurazione contro gli infortuni (LAINF) e la norma SIA 118 vale il principio secondo cui il datore di lavoro e l'impresa devono prevenire gli infortuni e le malattie professionali.

Inoltre, la direzione dei lavori è tenuta, nell'adempimento dei propri compiti, a sostenere il datore di lavoro nell'adozione delle necessarie misure di protezione (SIA 118 art. 104).

### 2.1.1 Obblighi del datore di lavoro

- Informare i lavoratori dei pericoli sul luogo di lavoro.
- Istruire i lavoratori sulle misure di prevenzione.
- Formare i lavoratori in determinati compiti della sicurezza sul lavoro e nei lavori che presentano pericoli particolari.
- Informare sulla funzione e sui compiti degli specialisti in azienda e sul cantiere.
- Provvedere affinché i lavoratori osservino i provvedimenti relativi alla sicurezza sul lavoro.
- Garantire ai lavoratori il diritto di consultazione.
- Concordare i provvedimenti necessari ai fini della sicurezza sul lavoro e della tutela della salute in caso di collaborazione con altre aziende.

### 2.1.2 Obblighi dei lavoratori

- Rispettare le istruzioni del datore di lavoro.
- Tenere conto delle norme di sicurezza generalmente riconosciute.
- Utilizzare i dispositivi di protezione individuale (DPI).
- Eliminare le anomalie che possono pregiudicare la sicurezza sul lavoro o segnalarle al datore di lavoro.
- Sospendere il lavoro se la sicurezza non è più garantita.

### 2.1.3 Collaborazione fra le parti contraenti

- Pianificano le misure di protezione collettiva (protezioni laterali, ponteggi, reti di sicurezza ecc.).
- Redigono un bando d'appalto specificando i processi lavorativi, il tipo di lavoro e il procedimento di costruzione, comprese le misure di protezione collettiva.
- Chiedono offerte e aggiudicano l'appalto.
- Coordinano le misure di protezione collettiva in funzione dell'avanzamento della costruzione.

Dopo la realizzazione delle misure di protezione collettiva («completamento dell'opera») il committente assume il rischio di impresa (Codice delle obbligazioni). È responsabile per la manutenzione.

### Datore di lavoro, imprenditore (impresa esecutrice)

- Richiama l'attenzione del committente su eventuali lacune nel contratto di appalto in modo da realizzare un prodotto finale conforme alle norme di sicurezza.
- Il datore di lavoro deve designare su ogni cantiere una persona competente per la sicurezza sul lavoro e per la protezione della salute.

### Utilizzatore

- Sottopone ogni giorno le misure di protezione collettiva a un controllo visivo.
- Se riscontra delle carenze non deve lavorare nella zona di pericolo. Se inizia a lavorare, dichiara tacitamente di ritenere idonee le misure di protezione collettiva.
- Segnala eventuali carenze o irregolarità al committente.
- Non è autorizzato a modificare le misure di protezione collettiva.

### Installatore dei sistemi di protezione collettiva (ad es. ponteggio, rete di sicurezza)

- Richiama l'attenzione del committente su eventuali lacune nel contratto di appalto in modo da realizzare un prodotto finale conforme alle norme di sicurezza.
- Installa i sistemi di protezione collettiva commissionati secondo le regole della tecnica e le istruzioni del produttore.
- Se, durante il montaggio, non rispetta la procedura standard, deve certificare che i sistemi di protezione collettiva sono conformi ai necessari requisiti statici.
- Dopo aver terminato il montaggio, verifica i sistemi di protezione collettiva (opera) e li consegna al committente.
- Su incarico del committente ripara i sistemi di protezione collettiva.
- In accordo con il committente amplia i sistemi di protezione collettiva in funzione del processo di costruzione.

# 3 Progettazione e pianificazione

Per prevenire gli infortuni sui cantieri è fondamentale occuparsi tempestivamente degli aspetti rilevanti ai fini della sicurezza, già in sede di progettazione.

Questo capitolo illustra e spiega i principi di progettazione e di pianificazione rilevanti per la sicurezza.

## 3.1 Progettazione

La sicurezza sul lavoro e la tutela della salute sono da prendere in considerazione già durante la fase di progettazione dell'opera (SIA 112 fase 31 e SIA 118 art. 104). Le opere più grandi vanno realizzate in fasi e sottofasi secondo il modello di prestazioni SIA 112.

## 3.2 Messa a concorso e contratto di appalto

Le condizioni generali per l'esecuzione dei lavori di costruzione sono disciplinate nella norma SIA 118. Le condizioni generali specifiche per le costruzioni in legno, come le basi per il contratto di appalto, sono descritte nella norma SIA 118/265.

Le prestazioni di sicurezza sul lavoro proprie al cantiere (misure di protezione collettiva) vanno descritte in dettaglio.

L'imprenditore deve verificare, prima di concludere il contratto, se le **misure necessarie a garantire la sicurezza sul lavoro sono contenute nel contratto di appalto**.

Le misure di protezione mancanti devono essere inserite nel contratto di appalto o disciplinate da quest'ultimo.

Il datore di lavoro/l'imprenditore è tenuto a considerare nell'offerta le condizioni quadro della produzione e del trasporto.

## 3.3 Progetto esecutivo e scadenziario

La direzione generale del progetto è tra l'altro responsabile dell'organizzazione con i progettisti e le imprese. Una **buona comunicazione e la stretta collaborazione tra tutti i soggetti coinvolti è determinante per il successo di un progetto di costruzione**.

Le misure di sicurezza sul lavoro e di tutela della salute proprie al cantiere devono già essere contemplate nella seduta iniziale.

## 3.4 Pianificazione ingegneristica

Nel caso di progetti di costruzione in legno complessi o di grandi dimensioni, uno studio di ingegneria specializzato fornisce diverse prestazioni a livello di progettazione. La progettazione deve tener conto delle condizioni di montaggio per garantire un'esecuzione dei lavori efficiente e sicura.

Gli aspetti importanti ai fini della sicurezza durante il montaggio devono essere definiti e formulati con la stretta collaborazione tra lo studio di ingegneria, la direzione dei lavori e l'impresa esecutrice.

## 3.5 Piani di officina

I piani di officina sono fondamentali per la sicurezza sul lavoro e la tutela della salute nella realizzazione dei prefabbricati in legno. Per questo lavoro sono richiesti specialisti qualificati.

I documenti dei piani di officina (ad es. piano di produzione, piano di montaggio) servono per la produzione in officina e per il montaggio sul cantiere.

La qualità del prodotto finale e la sicurezza sul lavoro possono essere garantite con una documentazione specifica, che serve alla comunicazione con i lavoratori e terzi. Le informazioni importanti ai fini della sicurezza devono essere riportate nella documentazione.

### 3.5.1 Standard a livello di impresa

Il progettista responsabile della costruzione in legno deve disporre di precise conoscenze dei processi di pianificazione e di produzione propri all'impresa. **Standard costruttivi e produttivi, istruzioni periodiche dei lavoratori e controlli aumentano la qualità nella realizzazione dei prefabbricati in legno.** Pochi semplici standard riducono la frequenza degli errori.

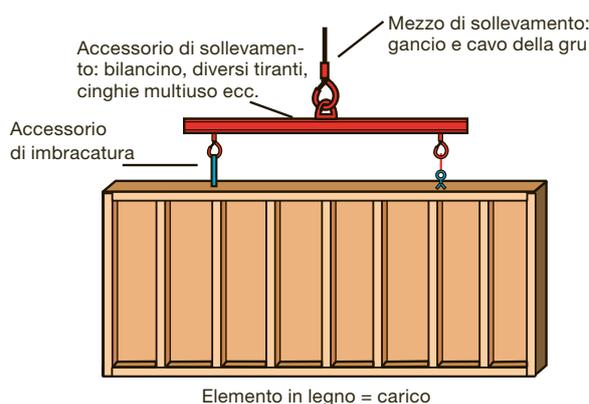
Le condizioni quadro per le soluzioni specifiche devono essere definite nei piani di officina in funzione del mandato.

Per garantire la sicurezza sul lavoro bisogna tenere conto dei seguenti aspetti:

- tabella di marcia dei piani di officina (scadenze, approvazione dei piani)
- condizioni di produzione in officina (dimensione e peso degli elementi, mezzi di trasporto aziendali)
- condizioni di trasporto (accessi, condizioni di spazio, trasporti speciali)
- mezzi di sollevamento e di trasporto (produzione, cantiere)
- accessori di imbracatura e di sollevamento (produzione, cantiere)
- attrezzature di lavoro e ausili per lo stoccaggio e il trasporto (ad es. scale a pioli, piattaforme di lavoro)
- messa in sicurezza degli elementi costruttivi (produzione, stoccaggio, trasporto, cantiere, montaggio)
- sistemi di stoccaggio (produzione, cantiere)
- sistemi di trasporto e messa in sicurezza per il trasporto
- attrezzature di lavoro e ausili per il montaggio (ad es. piattaforme di lavoro, dispositivi di sicurezza)
- misure di protezione dagli agenti atmosferici (stoccaggio, trasporto, montaggio)
- protezioni anticaduta nel cantiere (protezione laterale, ponteggio, rete di sicurezza, torre-scala)

### 3.5.2 Realizzazione degli elementi costruttivi

Nei piani di officina bisogna tenere conto delle sollecitazioni a cui gli elementi costruttivi sono sottoposti in fase di produzione, trasporto e montaggio. Gli elementi per pareti, soffittature e coperture subiscono diverse sollecitazioni durante le operazioni di capovolgimento, sollevamento e trasporto. Se, ad esempio, gli elementi sono prodotti in orizzontale e poi vengono messi in verticale con la gru, il punto di ancoraggio è sollecitato trasversalmente.



1 Imbracatura dei prefabbricati in legno (definizioni)

### 3.5.3 Determinazione del carico degli elementi

Il peso degli elementi deve essere stabilito con l'ausilio di programmi CAD e/o calcoli manuali e riportato nei piani.

Nel capitolo 9 sono disponibili diverse tabelle per determinare il peso degli elementi.

### 3.5.4 Determinazione del baricentro degli elementi

Durante l'allestimento dei piani di officina occorre stabilire il baricentro degli elementi prefabbricati con l'ausilio di programmi CAD e/o calcoli manuali in modo da poter bilanciare l'assetto in previsione del trasporto e del montaggio.

L'utilizzo di accessori di imbracatura regolabili (bilancini, catene, bascule ecc.) consente di correggere eventuali posizioni oblique. Le disposizioni contenute nei manuali d'uso (indicazioni del fabbricante) devono essere assolutamente rispettate.

### 3.5.5 Determinazione dei sistemi di imbracatura (accessori di imbracatura e di sollevamento)

In azienda, durante il trasporto e nel cantiere si devono utilizzare gli stessi sistemi di imbracatura. Questo permette di evitare situazioni di carico non definite per i dispositivi di ancoraggio.

Quando si scelgono gli accessori di imbracatura e di sollevamento bisogna considerare i seguenti punti:

- mezzi di sollevamento disponibili (carroponte, gru da cantiere, elicottero ecc.) durante la produzione, il trasporto e il montaggio;
- spazio disponibile (in verticale e orizzontale) durante la produzione, il trasporto e il montaggio;
- per ogni tipo di elemento (per pareti, soffittature e coperture) bisogna definire un sistema di imbracatura specifico in funzione della geometria e del peso del prefabbricato;
- distribuzione del carico e forze massime che possono agire sui singoli punti di ancoraggio (attenzione ai sistemi non isostatici);
- utilizzo di una bascula per il bilanciamento del carico con più di 2 punti di ancoraggio (= sistema isostatico);
- le costruzioni proprie devono essere conformi alla Direttiva macchine e alle norme vigenti. La prova della capacità di carico deve essere documentata. Per l'utilizzo bisogna elaborare istruzioni specifiche. Sugli accessori di imbracatura bisogna indicare la portata.

### 3.5.6 Posizionamento accessori di imbracatura

Quando si posizionano gli accessori di imbracatura bisogna considerare i seguenti punti:

- baricentro degli elementi
- assetto durante le operazioni di montaggio (ad es. inclinazione degli elementi per coperture)
- indicazioni del fabbricante sull'uso degli accessori di imbracatura e di sollevamento
- rigidità e resistenza degli elementi (ad es. a rottura, piegatura)
- forze indotte nell'elemento dalla posizione dell'accessorio di sollevamento
- accoppiamento dinamico tra il punto di ancoraggio e l'elemento

### 3.5.7 Dimensionamento dispositivi di ancoraggio

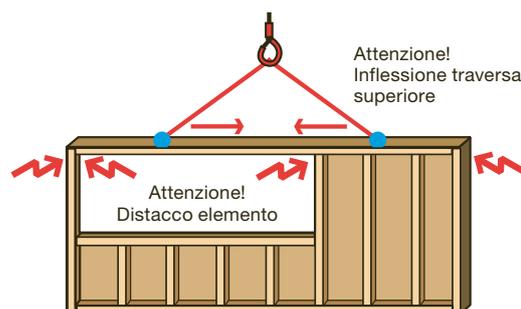
Per il dimensionamento si deve mettere a confronto l'azione del peso proprio dell'elemento sulla gru e la capacità di tiro degli accessori di imbracatura. A causa dell'accelerazione indotta dal mezzo di sollevamento (ad es. gru da cantiere) bisogna aumentare di un coefficiente dinamico la forza risultante dal peso proprio. Per una prova del dimensionamento sulla base delle norme SIA260-265 oppure EC 0-5 si è rivelato utile un coefficiente dinamico di 1,75 (un esempio di dimensionamento è riportato al cap. 9).

È vietato oltrepassare la portata nominale WLL (work load limit in kg secondo le indicazioni del fabbricante) degli accessori di imbracatura e dei mezzi di sollevamento. La forza risultante  $F_k$  dal peso proprio (caratteristico) non deve perciò essere superiore alla portata nominale ( $F_k \leq WLL$ ). Gli accessori di imbracatura e i mezzi di sollevamento devono essere conformi alla Direttiva macchine (2006/42/CE).

Per il dimensionamento dell'ancoraggio (SIA 265) nell'elemento prefabbricato bisogna moltiplicare la sollecitazione caratteristica risultante dal peso proprio con il coefficiente di carico per le sollecitazioni continue ( $\gamma_G = 1.35$ ) e con il coefficiente dinamico  $\Phi$  pari a minimo 1,75.

$$F_d = \gamma_G \times \Phi \times F_k = 1,35 \times 1,75 \times F_k$$

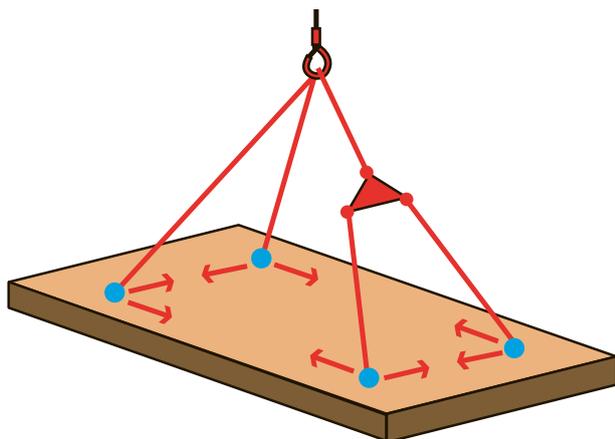
Per il trasporto del carico con l'elicottero il coefficiente dinamico deve essere aumentato in funzione della procedura di volo, previo accordo con l'azienda di elitransporto.



2 È indispensabile pianificare il flusso dei carichi e la stabilità degli elementi.

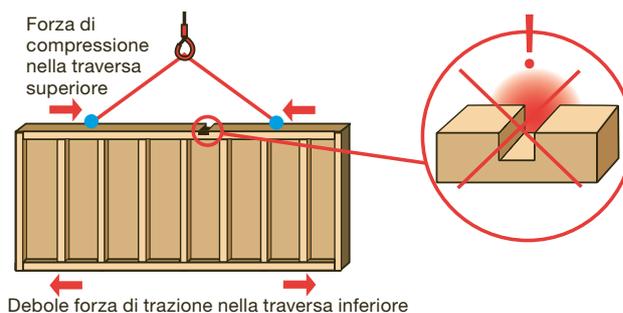
Il **flusso di forze** tra il punto di ancoraggio e l'elemento prefabbricato attraversa di norma una pannellatura fissata alla traversa superiore, ai montanti e alla traversa inferiore.

Per evitare una flessione, gli elementi prefabbricati sottoposti a compressione durante il sollevamento devono essere dimensionati tenendo conto del coefficiente dinamico (fig. 2). Per la prova di dimensionamento di sezioni di legno massiccio e lamellare si può ipotizzare un'azione simile all'impatto (durata dell'azione di carico molto breve). Una pannellatura troppo sottile degli elementi per soffittature può flettere trasversalmente (fig. 3). Spesso non vengono infatti integrate delle nervature di rinforzo.

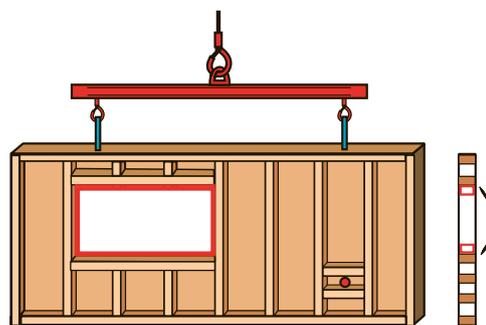


3 Zona di compressione negli elementi per soffittature (in rosso)

Negli elementi prefabbricati soggetti a trazione o compressione bisogna tenere presente che le aperture e le installazioni o gli indebolimenti strutturali pregiudicano il flusso delle forze.



4 Bisogna evitare gli indebolimenti strutturali.



5 Fissaggio di finestre, installazioni ecc.

### 3.5.8 Piano di stoccaggio e di trasporto

Una logistica efficiente evita tempi morti e azioni pericolose durante la produzione, il trasporto e il montaggio.

Per una pianificazione ottimale della logistica servono buone conoscenze delle infrastrutture aziendali, di trasporto e di cantiere. È necessario definire gli ancoraggi degli elementi per le operazioni di carico/scarico e per il trasporto.

Nel piano di carico degli elementi sul mezzo di trasporto bisogna considerare la **sequenza di montaggio** nel cantiere. La sequenza di produzione può essere stabilita di conseguenza.

I **sistemi di stoccaggio flessibili** semplificano la logistica di produzione e di trasporto degli elementi prefabbricati, che possono così essere prodotti a prescindere dalla sequenza di carico.

### 3.5.9 Piano di montaggio e di sicurezza

Prima di iniziare i lavori di montaggio bisogna chiarire definitivamente i seguenti punti con la direzione dei lavori:

- impianto generale di cantiere (recinzioni, elettricità, impianti sanitari ecc.)
- accessi per veicoli di trasporto e mezzi di sollevamento
- aree di parcheggio per veicoli di trasporto, piattaforme e mezzi di sollevamento (dimensioni, capacità portante del suolo)
- situazione della gru con diagramma di carico e ostacoli (area di scarico e montaggio)
- superfici di stoccaggio e premontaggio
- misure di protezione collettiva a cura del committente (accessi, protezioni laterali, ponteggi, reti di sicurezza ecc.), compresi gli adeguamenti durante il montaggio
- misure per la sicurezza sul lavoro e la tutela della salute da adottare per proprio conto (illuminazione, DPI, attrezzature di lavoro ecc.)
- istruzioni proprie al cantiere e istruzioni a tutti i partecipanti
- accordi necessari con imprese terze (pericoli, misure, istruzioni ecc.)

#### Piano di sicurezza

Nell'ambito dei piani di officina bisogna svolgere un'analisi dei rischi e pianificare le misure per la fase di realizzazione.

Per la pianificazione delle misure si devono per quanto possibile tenere in considerazione le misure standardizzate del piano di sicurezza aziendale (soluzione settoriale costruzioni in legno).

Quando le misure standard – ponteggio, piattaforma di lavoro elevabile, rete di sicurezza ecc. – non sono tecnicamente possibili o se si tratta di un progetto complesso, è richiesto un piano di sicurezza specifico.

Un piano di sicurezza specifico per il progetto deve far riferimento al piano di sicurezza aziendale (soluzione settoriale MSSL) e insieme a quest'ultimo contemplare almeno i seguenti punti:

- descrizione del progetto, piano di montaggio
- principi e obiettivi in materia di sicurezza
- organizzazione della sicurezza e del cantiere
- formazione, istruzione, informazione
- regole di sicurezza
- individuazione dei pericoli, valutazione dei rischi
- pianificazione e realizzazione delle misure
- organizzazione per i casi di emergenza e piano di salvataggio
- partecipazione
- tutela della salute
- controllo dell'attuazione

### 3.5.10 Istruzioni per la produzione e il montaggio

I responsabili della produzione e del montaggio devono essere istruiti sulle disposizioni contenute nella pianificazione dell'esecuzione, nella pianificazione ingegneristica e nei piani di officina. La comunicazione deve essere vincolante e chiara.

#### Informazioni per il direttore della produzione

- Piani di produzione (compresi il peso proprio e il baricentro degli elementi, gli accessori di imbracatura ecc.)
- Dettagli non standardizzati
- Istruzioni importanti per la sicurezza (sistemi di imbracatura, ancoraggi degli elementi ecc.)
- Sequenza di produzione, stoccaggio e carico
- Logistica di trasporto
- Pianificazione delle scadenze

#### Informazioni per il direttore del montaggio

- Installazione di cantiere con situazione per la gru
- Logistica di trasporto, accessi e aree di parcheggio
- Piani di montaggio (compresi i dettagli speciali) e svolgimento del montaggio
- Misure di protezione collettiva (a cura del committente e proprie), piano di sicurezza
- Istruzioni importanti per la sicurezza e istruzione dei lavoratori
- Accordi con imprese terze
- Condizioni meteo (vento, precipitazioni, neve/ghiaccio)
- Pianificazione delle scadenze

# 4 Produzione

La produzione degli elementi prefabbricati in legno per pareti, soffittature e coperture inizia con la consegna del progetto agli esecutori da parte del progettista. Il progetto è accompagnato da informazioni tecnico-specialistiche (piani, distinte dei materiali) e da un accordo sui rischi e sulle misure.

Durante tutto il processo di fabbricazione figurano in primo piano **la protezione delle persone e la messa in sicurezza degli elementi costruttivi** per pareti, soffittature e coperture. Le zone di pericolo per le persone devono essere note. Gli elementi in legno devono essere assicurati in ogni fase della produzione (sollevamento e capovolgimento), del trasporto e dello stoccaggio. I pericoli e le diverse possibilità di messa in sicurezza sono oggetto dei prossimi capitoli.

Nel sito di produzione e nel magazzino bisogna in generale attenersi ai seguenti punti:

- utilizzare i necessari dispositivi di protezione individuale (DPI);
- verificare l'integrità funzionale degli utensili e delle attrezzature di lavoro;
- garantire il fissaggio in posizione degli elementi in ogni fase di lavoro;
- contrassegnare sul pavimento le aree pericolose presso gli impianti di produzione (ad es. tavoli ribaltatori, rimessa a rotaie). Bisogna mantenere una distanza di sicurezza di 50 cm dalla zona di pericolo. Durante i processi di produzione e movimentazione il macchinista o il gruista deve accertarsi che nessuno si trovi nella zona di pericolo;
- mantenere in ordine il luogo di lavoro e sicuri gli accessi evita che le persone possano cadere o inciampare, vedi lista di controllo «Vie di circolazione pedonale», [www.suva.ch/67001.i](http://www.suva.ch/67001.i);
- rispettare i criteri ergonomici: ambiente di lavoro in generale, luminosità, protezione dalle intemperie.

## 4.1 Fabbricazione

Esistono diversi metodi di fabbricazione degli elementi in legno, ognuno dei quali presenta vantaggi e svantaggi a livello di handling, dispendio di lavoro e spese di acquisto, nonché rischi diversi legati alla sicurezza in sede di produzione.

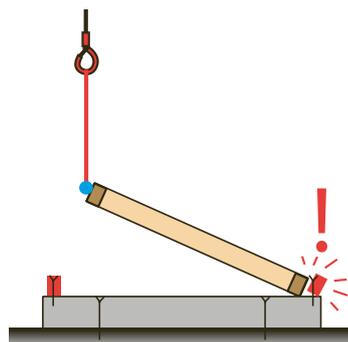
### Assemblaggio a terra nell'officina

L'assemblaggio a terra nell'officina viene eseguito su un cosiddetto doppiofondo, direttamente sul pavimento del capannone. La **capacità portante** del doppiofondo deve essere adeguata agli elementi in legno progettati. Vanno inoltre rispettati i seguenti punti:

- il doppiofondo allineato in orizzontale va ancorato saldamente al pavimento del capannone per evitare spostamenti trasversali in qualsiasi direzione (fig. 6);
- durante la produzione, l'elemento in legno va fissato al doppiofondo per evitare che scivoli via e garantirne la precisione dimensionale;
- le travi di battuta utilizzate per allineare l'elemento in legno possono servire al tempo stesso per la messa in sicurezza di quest'ultimo. La figura 6 mostra l'ancoraggio degli elementi prefabbricati in legno alla trave di battuta;
- ancorare saldamente le travi di battuta per evitare spostamenti orizzontali o ribaltamenti durante la movimentazione degli elementi in legno (fig. 7).



6 Assemblaggio a terra in officina



7 Rischio di ribaltamento della trave di battuta durante il sollevamento del prefabbricato

### Capovolgimento degli elementi in legno con la gru a ponte

Per il capovolgimento dei prefabbricati con la gru a ponte bisogna rispettare i seguenti punti:

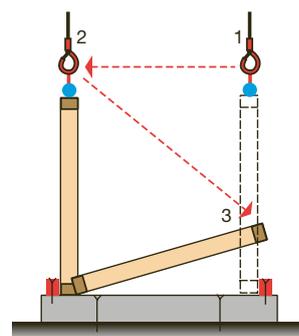
- il capovolgimento del prefabbricato può avvenire mediante sollevamento e deposizione sul lato opposto, dove va ancorata una seconda trave di battuta come sicurezza contro lo scivolamento (fig. 8);
- facendo ruotare l'elemento in legno in posizione sollevata è richiesta una sola trave di battuta (fig. 9);
- applicare l'accessorio di imbracatura in base alle specifiche riportate nei piani di officina. Rispettare le istruzioni interne riguardanti gli accessori di sollevamento e di imbracatura. Eventuali divergenze dalla norma devono essere discusse;
- sollecitare gli accessori di imbracatura utilizzati solo nella direzione di carico prevista. Considerare il cambiamento di direzione del carico durante le operazioni di capovolgimento;
- quando si solleva l'elemento in legno, accompagnare sempre il mezzo di sollevamento, ad esempio la gru, in modo che la fune di sollevamento risulti sempre verticale (fig. 10).

### Fabbricazione su girapannelli automatici

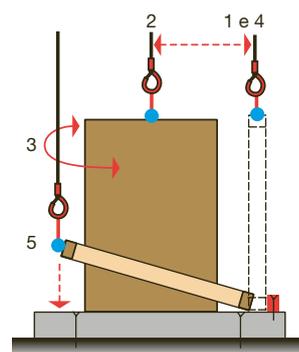
La fabbricazione di elementi in legno su girapannelli automatici rende i luoghi di lavoro ergonomici e offre un alto grado di sicurezza per i lavoratori. Durante il ribaltamento verticale e la deposizione, l'elemento in legno e gli accessori di sollevamento non sono soggetti a carichi supplementari.

Oltre alle seguenti avvertenze di sicurezza, bisogna rispettare le istruzioni del fabbricante riportate nel manuale d'uso.

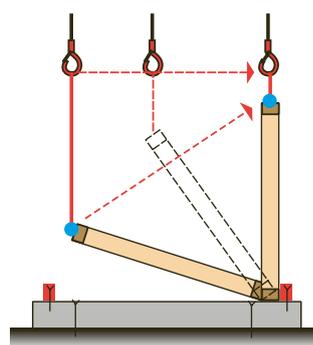
- È consentito collocare elementi in legno non assicurati su tavoli ribaltatori con un angolo di 70° al massimo.
- Prima del sollevamento in verticale verificare che nessuno si trovi nella zona di pericolo (fig. 11).
- Nessuno deve sostare sotto i tavoli ribaltatori. Per i lavori di manutenzione o di riparazione occorre mettere in sicurezza i tavoli con mezzi meccanici per impedirne l'abbassamento accidentale.



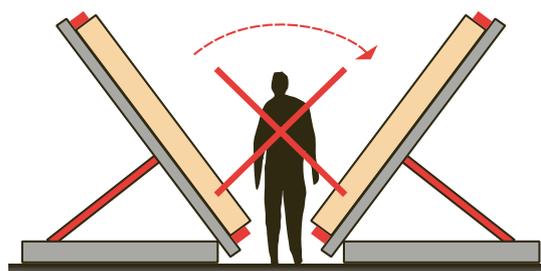
8 Fasi del capovolgimento del prefabbricato



9 Fasi del capovolgimento del prefabbricato tramite rotazione



10 Accompagnamento del mezzo di sollevamento



11 Pericolo di schiacciamento con i tavoli ribaltatori

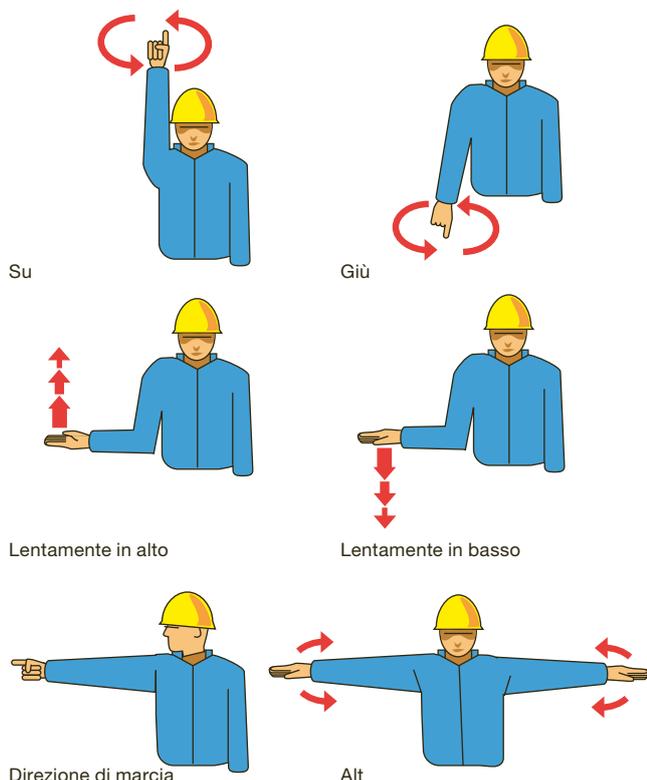
## 4.2 Trasporto interno

Per il sollevamento e il trasporto di prefabbricati in legno si utilizzano gru industriali o carriponte. Per il trasporto di prefabbricati in legno non è consentito utilizzare carrelli elevatori senza speciali accessori di sollevamento (ad es. traverse di sollevamento).

### 4.2.1 Mezzi di sollevamento e di trasporto

Per il trasporto di prefabbricati in legno in posizione orizzontale o verticale si applicano i seguenti requisiti generali:

- nessuno deve sostare sotto i carichi sospesi o nella zona di pericolo dei prefabbricati in legno;
- usare solo mezzi di sollevamento e di trasporto integri;
- la manutenzione periodica dei mezzi di sollevamento e di trasporto deve essere eseguita e documentata. Bisogna attenersi alle indicazioni del fabbricante;



12 Segnali convenzionali da usare durante il trasporto di carichi con la gru da cantiere (Suva)

- rispettare i segnali da usare durante il trasporto dei carichi (fig. 12), vedi anche «Segnali per la manovra con le gru», [www.suva.ch/2033/1.D/F/I/SP](http://www.suva.ch/2033/1.D/F/I/SP);
- imbracare i carichi in modo che risultino bilanciati. Le indicazioni sono riportate nei piani di officina (fig. 19).

### Gru industriali

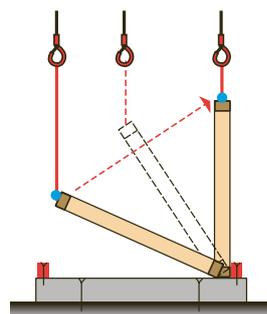
Quando si utilizzano gru industriali bisogna rispettare le seguenti regole e prescrizioni:

- Ordinanza concernente la sicurezza nell'uso delle gru (Ordinanza sulle gru), [www.suva.ch/1420.i](http://www.suva.ch/1420.i)
- «Gru a ponte e a portale», lista di controllo: [www.suva.ch/67159.i](http://www.suva.ch/67159.i)
- «Apparecchi di sollevamento», lista di controllo: [www.suva.ch/67158.i](http://www.suva.ch/67158.i)
- «Accessori di imbracatura», lista di controllo: [www.suva.ch/67017.i](http://www.suva.ch/67017.i)
- «Accessori di sollevamento», lista di controllo: [www.suva.ch/67198.i](http://www.suva.ch/67198.i)

I **gruisti** di gru industriali e gli imbracatori di carichi devono essere formati e istruiti sulle attività da svolgere.

Il gruista è responsabile del sollevamento e deve rispettare i seguenti punti:

- impiegare soltanto mezzi e accessori di sollevamento e imbracatura adeguati e in perfetto stato di manutenzione;
- rispettare la portata ammissibile e le tabelle di carico della gru;
- scegliere il gancio della gru in funzione dell'impiego previsto, tenendo conto soprattutto dello spazio richiesto dall'accessorio di imbracatura;
- nel raddrizzare gli elementi posti in orizzontale, il gancio della gru deve essere sempre accompagnato sopra il punto di ancoraggio del carico (fig. 13).



13 Accoppiamento del gancio della gru

### Carrelli elevatori

Per il trasporto degli elementi in legno con carrelli elevatori si applicano in generale i seguenti principi e regolamenti:

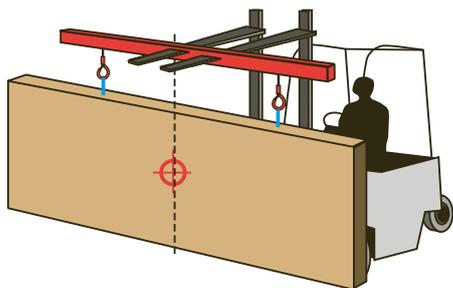
- impiegare soltanto carrelli elevatori adeguati e in perfetto stato di manutenzione;
- i carrellisti devono essere formati e in possesso della patente;
- rispettare i carichi ammissibili e le tabelle di carico. Attenzione: gli accessori (es. traverse) riducono la portata del carrello elevatore;
- nessuno deve sostare nella zona di pericolo;
- «Vie di circolazione per i veicoli», lista di controllo: [www.suva.ch/67005.i](http://www.suva.ch/67005.i)
- «Carico e scarico di veicoli con apparecchi di sollevamento», lista di controllo: [www.suva.ch/67094.i](http://www.suva.ch/67094.i)
- «Nove regole vitali per l'utilizzo di carrelli elevatori», vademecum: [www.suva.ch/88830.i](http://www.suva.ch/88830.i)

Oltre alle prescrizioni generali bisogna rispettare le seguenti regole:

- trasportare gli elementi in legno in posizione sospesa e bilanciata;
- equipaggiare il carrello elevatore di una traversa o di due prolunghe da applicare sulle forche per l'imbracatura degli elementi in legno (fig. 14);
- non è ammesso trasportare elementi in legno appoggiati in verticale (fig. 15).

#### Attenzione!

**Le traverse del carrello elevatore riducono la portata.**



14 Trasporto sospeso con traversa



15 È vietato trasportare elementi in legno appoggiati in verticale.

### 4.2.2 Accessori di sollevamento

Gli accessori di sollevamento devono essere conformi alla Direttiva macchine e rispettare le disposizioni generali di sicurezza:

- «Accessori di sollevamento», lista di controllo: [www.suva.ch/67198.i](http://www.suva.ch/67198.i)
- «Gru a ponte e a portale», lista di controllo: [www.suva.ch/67159.i](http://www.suva.ch/67159.i)
- «Elementi prefabbricati in legno», lista di controllo: [www.suva.ch/67095.i](http://www.suva.ch/67095.i)
- «Imbracatura di carichi», unità didattica: [www.suva.ch/88801.i](http://www.suva.ch/88801.i)

Per gli elementi prefabbricati in legno bisogna rispettare i seguenti punti:

- la portata massima ammissibile (WLL) deve essere ben leggibile sull'accessorio di sollevamento;
- utilizzare solo accessori di sollevamento adeguati al peso e alle dimensioni degli elementi in legno;
- controllare gli accessori di sollevamento prima di ogni utilizzo. Scartare immediatamente quelli danneggiati o difettosi;
- eseguire e documentare la manutenzione periodica degli accessori di sollevamento. Attenersi alle indicazioni del fabbricante;
- conservare in modo corretto gli accessori di sollevamento. Gli agenti atmosferici e gli agenti chimici o meccanici possono pregiudicarne la capacità portante;
- utilizzare gli accessori di sollevamento secondo le indicazioni del fabbricante (manuale d'uso) e le istruzioni di lavoro;

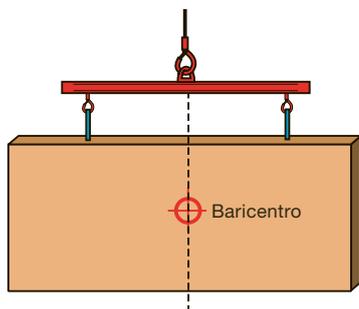
- utilizzare gli accessori di sollevamento solo nella direzione di carico prevista;
- scegliere i punti di ancoraggio in modo che gli accessori di imbracatura non possano staccarsi accidentalmente;
- i ganci devono essere provvisti di una chiusura di sicurezza;
- i ganci (dimensione, raggio ecc.) vanno scelti in funzione degli accessori di sollevamento.

### Bilancini

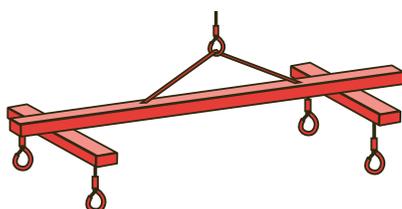
Nelle costruzioni in legno i bilancini si sono rivelati utili per il sollevamento in sicurezza degli elementi prefabbricati. I bilancini sono in metallo e dimensionati per un determinato carico. I due tipi più usati sono:

- i bilancini (fig. 16)
- i bilancini ad H (fig. 17)

Nelle costruzioni in legno si usano soprattutto i bilancini con due attacchi superiori e quelli con un solo attacco superiore. Gli attacchi inferiori degli accessori di imbracatura devono essere regolabili in modo da bilanciare il carico. I bilancini ad H dispongono di 4 punti di ancoraggio e sono adatti al sollevamento di elementi orizzontali/obliqui o moduli prefabbricati.



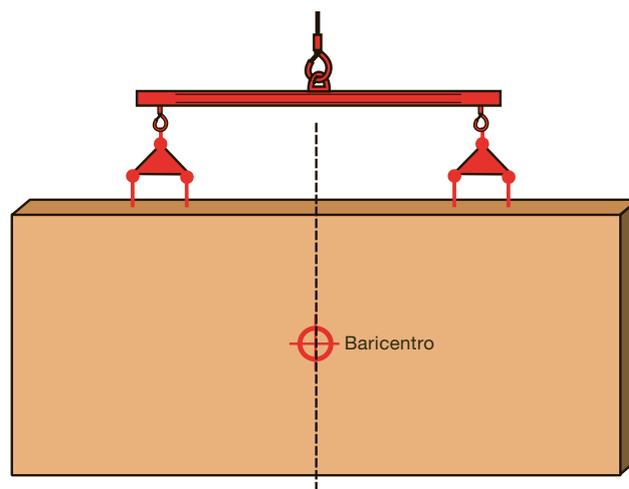
16 Bilancino con un solo attacco superiore



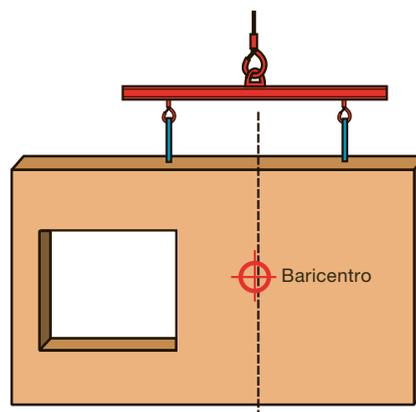
17 Bilancino ad H con due attacchi superiori

Per trasportare in sicurezza gli elementi con i bilancini bisogna rispettare i seguenti punti:

- il baricentro dell'elemento in legno si stabilizza sempre sulla verticale del gancio della gru (figg. 18 e 19);
- rispettare le specifiche contenute nei piani di officina (ad es. accessori di imbracatura e di sollevamento, punti di ancoraggio);
- quando si utilizzano più di due accessori di sollevamento, bisogna adottare adeguati provvedimenti per bilanciare il carico, ad es. bascula (fig. 18);
- allineare i bilancini in orizzontale. Le posizioni oblique non sono consentite (figg. 18 e 19).



18 Trasporto di un elemento pesante con bilancino, bascula e quattro accessori di sollevamento

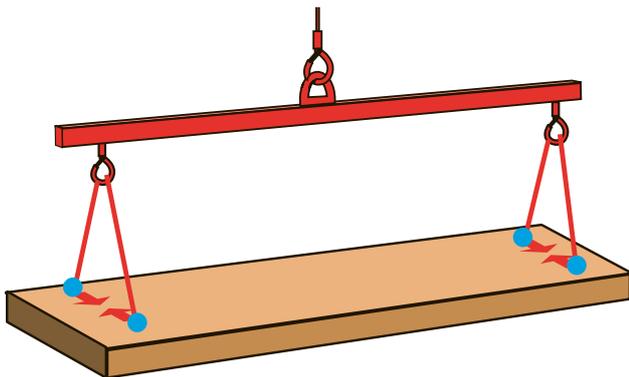


19 Situazione di equilibrio con imbracatura al bilancino

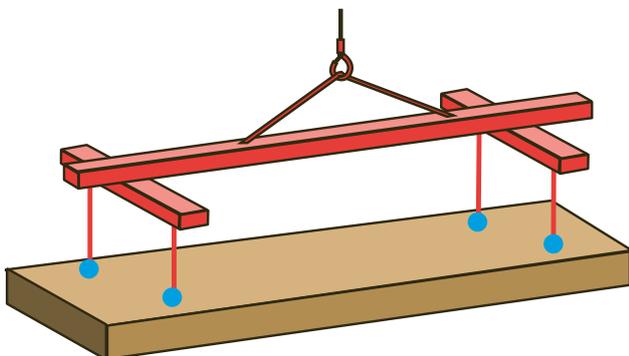
### Elementi in orizzontale per pavimenti o elementi obliqui per coperture

Per il sollevamento di elementi in orizzontale per pavimenti o elementi obliqui per coperture si devono prevedere 4 punti di ancoraggio. La configurazione del bilanciamento prevede due sistemi isostatici.

- **Bilancino** in combinazione con due tiranti a 2 bracci lato carico. Occorre tenere presente che l'assetto inclinato dei bracci genera una compressione all'interno dell'elemento in legno (fig. 20).
- **Bilancino ad H** con quattro tiranti verticali lato carico, senza compressione supplementare all'interno dell'elemento in legno (fig. 21).

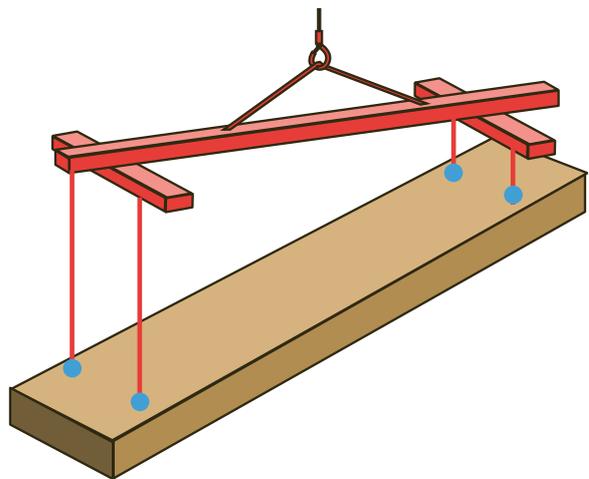


20 Sistema di imbracatura con bilancino per prefabbricati orizzontali



21 Sistema di imbracatura con bilancino ad H per prefabbricati in orizzontale

L'utilizzo di un bilancino ad H consente di realizzare un'imbracatura sicura di elementi obliqui per coperture (fig. 22).



22 Sistema di imbracatura con bilancino ad H per prefabbricati obliqui

### Tiranti

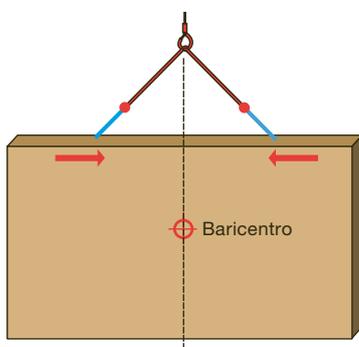
I tiranti sono in fibra sintetica (a nastro) o in acciaio (a catena o a fune) e presentano più bracci.

L'utilizzo dei tiranti può generare forti compressioni all'interno degli elementi in legno. Queste sollecitazioni devono essere considerate già in sede di progettazione con un adeguato dimensionamento del corrente superiore. Bisogna fornire la prova di inflessione del corrente superiore (figg. 23 e 24) e rispettare i seguenti punti:

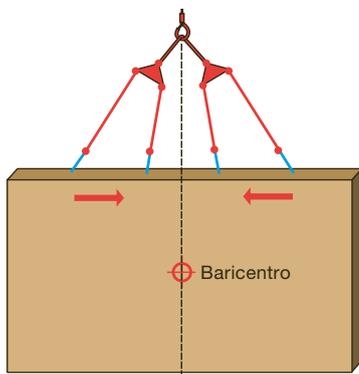
- il baricentro dell'elemento in legno si stabilizza sempre sulla verticale del gancio della gru;
- rispettare le specifiche contenute nei piani di officina (ad es. accessori di imbracatura e di sollevamento, punti di ancoraggio);
- scegliere i tiranti in funzione delle dimensioni e del peso degli elementi in legno;
- non usare mai tiranti a un solo braccio;
- in un anello ovale vanno agganciati al massimo due bracci;
- per il sollevamento di elementi pesanti per pareti è possibile utilizzare una combinazione di più tiranti a 2 bracci con dispositivi di compensazione. Tale combinazione deve essere progettata di conseguenza (fig. 24).

Un **crescente angolo di inclinazione** riduce la capacità di portata del tirante a parità di forza in ogni braccio (fig. 25):

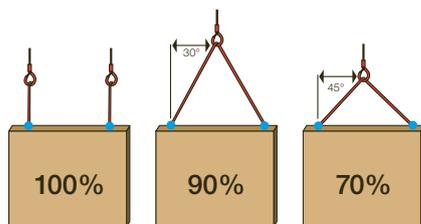
- la forza nel braccio e la componente orizzontale aumentano con l'aumentare dell'angolo di inclinazione;
- l'angolo massimo di inclinazione ammesso è di 45°.



23 Rischio di inflessione della traversa superiore in seguito a compressione

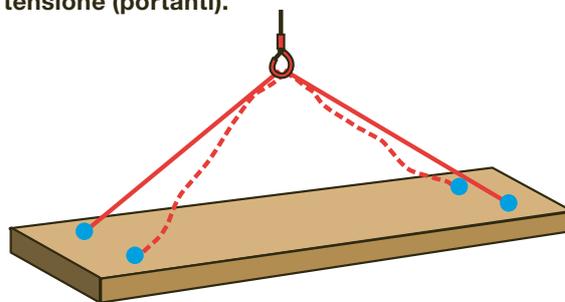


24 Sollevamento di elementi pesanti con due tiranti a 2 bracci



25 Riduzione della capacità portante in funzione dell'inclinazione dei bracci

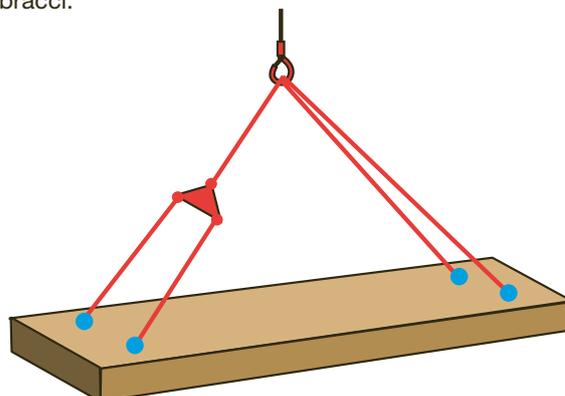
Per il trasporto di elementi orizzontali o obliqui in legno sono necessari **quattro punti di ancoraggio**. Già una minima differenza di lunghezza dei singoli bracci del tirante comporta una distribuzione disomogenea del carico sui bracci. Anche una minima differenza di realizzazione dei punti di ancoraggio comporta una diversa sollecitazione sui bracci. **Senza un dispositivo di compensazione solo due dei quattro bracci risultano in tensione (portanti).**



26 Tirante con due bracci portanti

I **dispositivi di compensazione** distribuiscono in modo uniforme il carico complessivo sui 4 bracci. Quando si utilizzano dispositivi di compensazione bisogna rispettare i seguenti punti:

- le bascule hanno un effetto di compensazione solo in caso di piccole differenze della lunghezza dei bracci o dei punti di ancoraggio (fig. 27). La posizione obliqua massima ammissibile della bascula deve essere rispettata;
- con una distribuzione del carico non uniforme bisogna considerare la portata massima consentita dei singoli bracci.



27 Tirante a quattro bracci portanti con dispositivo di compensazione

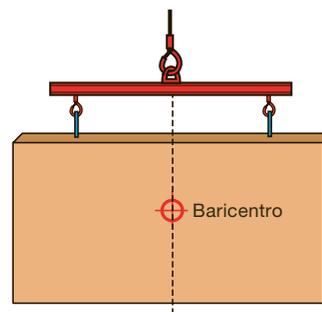
In caso di **elementi prefabbricati asimmetrici** bisogna adattare le lunghezze dei singoli bracci:

- la lunghezza dei bracci deve essere regolata prima di sollevare il carico;
- nei tiranti a catena la lunghezza dei bracci può essere regolata in corrispondenza di ogni maglia con un accorciatore ad artiglio.

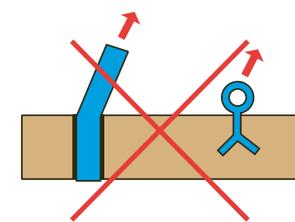
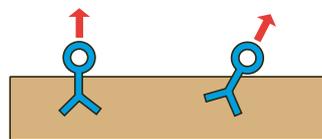
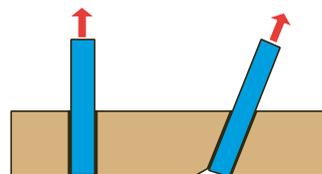
#### 4.2.3 Accessori di imbracatura

Gli accessori di imbracatura possono essere suddivisi in cinghie monouso, cinghie multiuso e ancoranti. Creano un accoppiamento geometrico tra l'elemento in legno da sollevare e l'accessorio di sollevamento (fig. 28). Bisogna tener conto di come agisce l'imbracatura (ad es. angolo di inclinazione) sull'accessorio di sollevamento. Le seguenti indicazioni di sicurezza devono essere considerate per l'accessorio di imbracatura scelto:

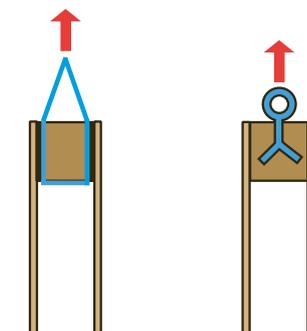
- il fabbricante deve consegnare il manuale d'uso e fornire la dichiarazione di conformità;
- gli accessori di imbracatura devono essere certificati e vanno impiegati come specificato nel manuale d'uso del fabbricante;
- le costruzioni proprie devono essere utilizzate conformemente alle specifiche/istruzioni per la preparazione dei lavori;
- per la movimentazione dei carichi non sono consentiti sistemi non certificati come ganasce di presa, espansori e viti sollecitate per trazione;
- scegliere gli accessori di imbracatura in funzione delle forze che intervengono sul sistema;
- controllare gli accessori di imbracatura prima di ogni utilizzo. Scartare immediatamente quelli danneggiati o difettosi;
- se non previsto diversamente dal fabbricante, utilizzare l'accessorio di imbracatura solo nella direzione del carico (fig. 29);
- fissare correttamente gli accessori di imbracatura all'elemento prefabbricato secondo le specifiche di progetto (fig. 30);
- «Elementi prefabbricati in legno», lista di controllo: [www.suva.ch/67095.i](http://www.suva.ch/67095.i);
- «Accessori di imbracatura», lista di controllo: [www.suva.ch/67017.i](http://www.suva.ch/67017.i);
- «Scegliere gli accessori di imbracatura adatti», unità didattica: [www.suva.ch/88802.i](http://www.suva.ch/88802.i).



28 Bilancino con accessorio di imbracatura



29 Impiego conforme degli accessori di imbracatura

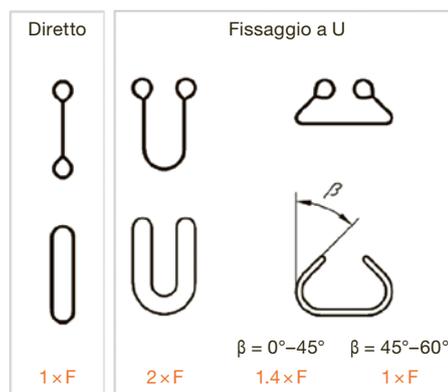


30 Gli accessori di imbracatura devono essere montati o fissati secondo le indicazioni del fabbricante.

Le **cinghie tessili di sollevamento monouso e multiuso** vengono fatte passare attorno o attraverso il prefabbricato. A tale scopo bisogna tener conto dei seguenti punti:

- non utilizzare cinghie di sollevamento danneggiate o prive di contrassegni. Le cinghie di sollevamento vanno controllate regolarmente durante tutta la catena di trasporto per garantirne l'integrità (nessun danneggiamento o segni di abrasione/usura);
- alla fine della catena di trasporto, le cinghie di sollevamento monouso devono essere eliminate;
- le cinghie di sollevamento monouso sono contrassegnate con un'etichetta **arancione**. L'etichetta riporta le seguenti informazioni: carico massimo, materiale, specifica monouso, lunghezza nominale, fabbricante e codice di tracciabilità;
- considerare i fattori modali per determinare l'effettiva portata. Le cinghie usate a U consentono un fattore superiore a seconda dell'angolo (fig. 31);
- applicare le cinghie monouso in modo che il carico sia distribuito uniformemente sulla loro larghezza (fig. 33);
- non è consentito annodare o torcere le cinghie di sollevamento monouso;
- mantenere la cucitura sul lato libero. Non deve trovarsi all'interno del punto di ancoraggio o del dispositivo di sollevamento;
- mai far passare le cinghie di sollevamento su spigoli vivi. Gli spigoli vivi vanno arrotondati, smussati o muniti di speciali paraspigoli;
- le cinghie di sollevamento monouso non devono essere trascinate sul terreno o su superfici ruvide;
- in un sistema di imbracatura utilizzare solo cinghie di sollevamento monouso o multiuso dello stesso tipo.

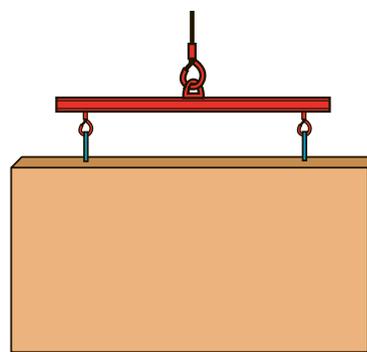
I requisiti che devono soddisfare le cinghie di sollevamento monouso sono definiti nella norma DIN 60005 «Textile Anschlagmittel – Sicherheit – Einweg-Hebebander aus Chemiefasern für allgemeine Verwendungszwecke». I requisiti che devono soddisfare le cinghie di sollevamento multiuso di nastro tessuto piatto di fibra chimica per uso generale sono definiti nella norma SNEN 1492 – Parte 1.



31 Fattori modali per cinghie di sollevamento

#### 4.2.4 Punto di ancoraggio, movimentazione verticale degli elementi

Tenuto conto della loro praticità vengono rappresentati solo i sistemi con cinghie di sollevamento monouso (fig. 32).



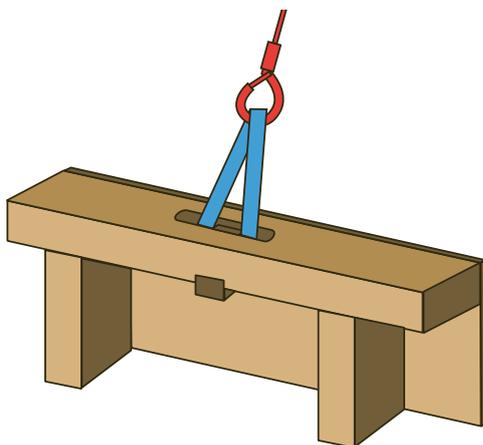
32 Bilancino combinato con due cinghie di sollevamento monouso utilizzate a U

Le cinghie di sollevamento monouso vengono fatte passare attorno alla traversa superiore e posizionate nelle maglie strutturali corrispondenti. Vanno inoltre rispettati i seguenti punti:

- le cinghie di sollevamento devono essere incassate in intestature realizzate ai lati della traversa superiore. In caso contrario, le pannellature e i rivestimenti successivi non risulteranno piani;
- non è consentito fissare le cinghie di sollevamento monouso con chiodi o viti per sostenerle o mantenerle in posizione;
- l'ancoraggio si realizza tramite compressione trasversale sulla traversa superiore.

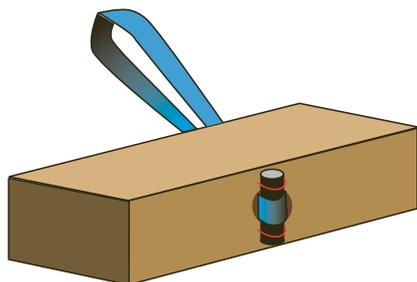
La trasmissione della forza è ottenuta tramite una pannellatura fissata con chiodi o viti secondo la norma SIA 265/1. Negli elementi con una pannellatura solo su un lato occorre evitare la piegatura della traversa superiore.

### Tirante a due bracci combinato con cinghie di sollevamento monouso inserite nella traversa superiore



33 Cinghia di sollevamento inserita nella traversa superiore con asola bloccata da un listello di legno duro

Figura 33: L'asola della cinghia di sollevamento monouso viene inserita in un foro longitudinale della traversa superiore e ancorata con una spalletta fresata in compensato. Nel calcolo della stabilità bisogna tener conto dell'indebolimento della traversa superiore. Il tiro diretto è garantito in ogni momento del processo di sollevamento, anche al variare dell'angolo dei bracci. Se la spalletta è realizzata con un incollaggio a pressione dimensionato è possibile evitare la fresatura.



34 Cinghia di sollevamento inserita nella traversa superiore con asola bloccata da un perno di acciaio

Figura 34: La cinghia monouso viene fatta passare in un foro di 40 mm nella traversa superiore e bloccata con un perno di acciaio. Questo tipo di ancoraggio, rispetto a quello a U sulla traversa superiore, evita che la cinghia di sollevamento si danneggi durante l'applicazione della pannellatura. Vanno inoltre rispettati i seguenti punti:

- il perno di acciaio deve essere introdotto trasversalmente alla fibratura e bloccato in posizione (ad es. con una graffa);
- centrare sempre il perno di acciaio sotto il foro;
- per il perno di acciaio e l'ancoraggio bisogna fornire la prova di stabilità;
- la cinghia monouso non deve risultare schiacciata nel foro o sotto il perno;
- i bordi del foro vanno smussati.

La Direttiva macchine (2006/42/EG) richiede un coefficiente di utilizzazione 4 (coefficiente di sicurezza 4) per gli elementi metallici degli accessori di imbracatura. Allo stesso livello di sicurezza, il punto di ancoraggio è stato testato dalla Scuola universitaria professionale di Berna, Dipartimento di Architettura, tecnica del legno ed ingegneria civile, secondo una procedura standardizzata riconosciuta.

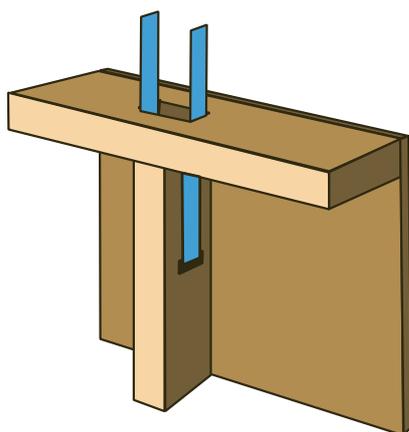
Per le cinghie di sollevamento monouso da 50 mm, con WLL 800 kg e una sezione trasversale in legno di 160 x 60 mm (l x h), i seguenti corpi soddisfano il livello di sicurezza secondo la Direttiva macchine:

- perno di acciaio, diametro 16 mm, lunghezza 118 mm
- tassello di faggio, diametro 40 mm, lunghezza 160 mm
- listello di faggio, smussato, 40/40 mm, lunghezza 160 mm

Per le cinghie di sollevamento monouso da 35 mm, con WLL 1250 kg e una sezione trasversale in legno di 160 x 80 mm (l x h), solo un corpo soddisfa il livello di sicurezza secondo la Direttiva macchine:

- perno di acciaio, diametro 20 mm, lunghezza 160 mm

### Bilancino combinato con cinghie di sollevamento fissate al montante



35 Cinghia di sollevamento con tiro a U nel montante

Per l'imbracatura di elementi pesanti per pareti si raccomanda di fissare le cinghie di sollevamento monouso o multiuso direttamente al montante. Se introdotte in fori, le cinghie di sollevamento possono provocare un imprevedibile effetto di spaccatura. Questo tipo di ancoraggio va evitato.

Alcune ricerche svolte presso la Scuola professionale universitaria di Berna hanno evidenziato che un intaglio orizzontale nel montante migliora sensibilmente la portata dell'ancoraggio. La cinghia inserita a U nell'intaglio aderisce in modo uniforme su tutta la sua larghezza. L'aspetto della frattura mostra un evidente cedimento per tranciatura. La prova di resistenza al taglio deve essere stabilita secondo la norma SIA 265. La lunghezza in direzione della fibra della parte in legno sopra l'intaglio deve essere almeno di 150 mm.

#### Esempio di determinazione del peso ammissibile dell'elemento

Legno C24, larghezza montante 60 mm, lunghezza sopra intaglio 350 mm, larghezza intaglio = larghezza cinghia, 2 cinghie di sollevamento WLL 800 kg, fattore modale 2.0 (cinghia utilizzata a U)

1. Determinazione del coefficiente di dimensionamento della resistenza ultima  $R_d$  (sollecitazione al taglio): in caso di legno massiccio (esempio C24)

$R_d = 0,6 \times f_{v,d} \times A$  (fattore 0,6  $\Rightarrow$  SIA 265: 2012, formula 26 valida in caso di legno massiccio)

$A = 350 \text{ mm} \times 60 \text{ mm} \times 2$  superfici di taglio

$A = 42\,000 \text{ mm}^2$

$f_{v,d} = 1,5 \text{ N/mm}^2$

**$R_d = 0,6 \times 1,5 \text{ N/mm}^2 \times 42\,000 \text{ mm}^2 = 37\,800 \text{ N} = 37,8 \text{ kN} = 3,78 \text{ t}$**

2. Determinazione della cinghia di sollevamento giusta  
Tenuto conto dell'utilizzo a U della cinghia (fig. 35) la portata raddoppia ( $R_d$  1600 kg  $\Rightarrow$  cinghia di sollevamento WLL 800 kg).

3. Determinazione della sollecitazione  $F_d$

Nell'esempio qui riportato la resistenza ultima ( $R_d$ ) delle cinghie di sollevamento è decisamente più bassa e quindi è il punto debole determinante nel sistema. Ne consegue che il peso dell'elemento ( $F_d$ ) deve corrispondere al carico limite massimo delle due cinghie di sollevamento, pari a 3200 kg (32 kN) affinché sia soddisfatta la prova di dimensionamento.

Effetti sul livello di dimensionamento:

$$F_d = \gamma_G \times \Phi \times F_k = 1,35 \times 1,75 \times F_k$$

Legenda:

$F_d$  Coefficiente di dimensionamento di una sollecitazione

$F_k$  Valore caratteristico di una sollecitazione

$\gamma_G$  Coefficiente di carico per una sollecitazione permanente

$\Phi$  Coefficiente dinamico per la sollecitazione della gru: 1,75

$R_d$  Coefficiente di dimensionamento della resistenza ultima

$f_{v,d}$  Coefficiente di dimensionamento della resistenza al taglio

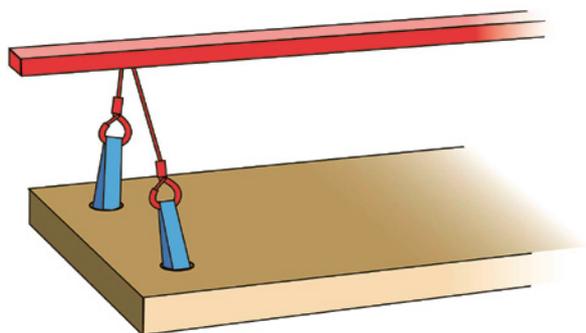
A Superficie

4. Prova di dimensionamento:

$$F_d \leq R_d$$

#### 4.2.5 Punto di ancoraggio, movimentazione orizzontale degli elementi

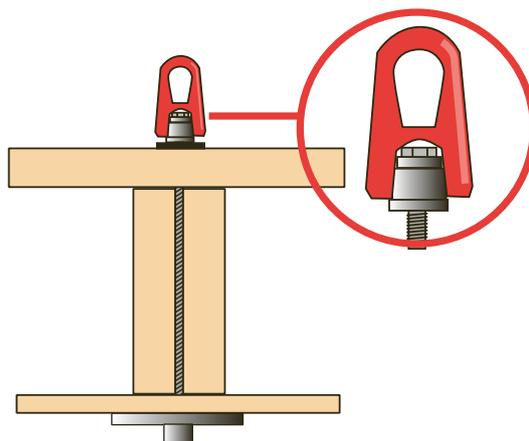
##### Bilancino combinato con quattro cinghie di sollevamento monouso



36 Imbracatura di un elemento per coperture con bilancino e cinghie di sollevamento monouso

Le cinghie di sollevamento monouso vengono introdotte sulle costole dell'elemento in sede di produzione. **Affinché le cinghie di sollevamento monouso aderiscano in modo uniforme** bisogna utilizzare un bilancino.

##### Golfare di sollevamento ancorato con bullone per carpenteria passante o vite per legno

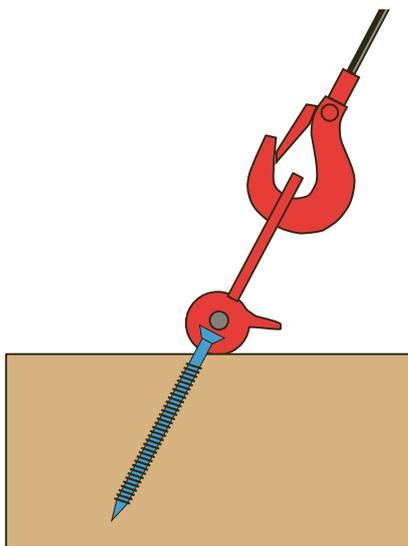


37 Imbracatura di un elemento per coperture con golfare e ancoraggio a vite

Oltre alle avvertenze generali di sicurezza, per questo **sistema di ancoraggio per il trasporto** bisogna rispettare i seguenti punti:

- impiegare soltanto golfari certificati per il trasporto di carichi;
- è consentito l'uso di golfari di sollevamento (punti di ancoraggio) snodati e orientabili di 180°;
- rispettare le distanze dai bordi specificate nella norma SIA 265 o nelle indicazioni del fabbricante. In caso di costole sottili è possibile applicare un rinforzo in legno massiccio incollato su entrambi i lati dei bulloni passanti per carpenteria (fig. 38);
- verificare la resistenza all'estrazione e la tranciatura del giunto bullonato in funzione dell'accessorio di imbracatura;
- le caratteristiche della piastra di base e della rispettiva filettatura vanno scelte in funzione della qualità del bullone;
- assicurare il giunto a vite contro l'allentamento involontario;
- non serrare eccessivamente il giunto bullonato;
- attenersi alle indicazioni di montaggio del fabbricante.

### Giunto universale con vite per legno



**38** Imbracatura di un elemento per coperture con giunto universale e ancoraggio a vite

Oltre alle avvertenze generali di sicurezza, con questo sistema di ancoraggio per il trasporto bisogna rispettare i seguenti punti:

- impiegare il sistema solo come specificato nel manuale d'uso del fabbricante;
- utilizzare solo viti e giunti certificati del fabbricante;
- rispettare le dimensioni minime del legno, le distanze dai bordi in senso orizzontale e verticale della fibra indicate dal fabbricante;
- non superare l'angolo di inclinazione massimo dei tiranti indicato dal fabbricante;
- prima di sollevare l'elemento costruttivo accertarsi che tutti i giunti siano agganciati completamente.

**Questi sistemi non sono adatti al trasporto con elicottero.**

# 5 Stoccaggio in officina

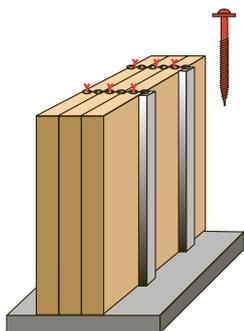
## 5.1 Fondamenti per la messa in sicurezza dei prefabbricati

La messa in sicurezza dei prefabbricati comprende la posizione stabile degli elementi in legno durante la produzione, lo stoccaggio in officina e sul mezzo di trasporto.

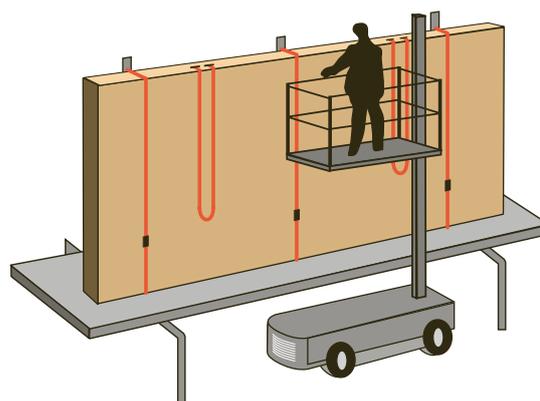
Si distingue fra trasporto all'interno dell'azienda e trasporto su strade pubbliche. La messa in sicurezza per il trasporto e i rispettivi requisiti sono oggetto del capitolo 6.

Valgono i seguenti principi:

- l'ancoraggio dei prefabbricati va realizzato indipendentemente dagli accessori di sollevamento;
  - bisogna prevedere sistemi fissaggio ad attrito per poter agganciare e sganciare l'elemento prefabbricato dal mezzo di sollevamento in condizioni di sicurezza;
  - si devono utilizzare sistemi resistenti alle sollecitazioni dinamiche (ad es. cinghie, nastri, catene ecc.);
  - i fissaggi rigidi come listelli, assi o morsetti non sono adatti per mettere in sicurezza gli elementi strutturali durante il trasporto e lo stoccaggio;
  - gli elementi posti in verticale devono essere in ogni momento ancorati in almeno due punti;
  - prevedere gli ancoraggi in modo da non dover salire sugli elementi prefabbricati per applicarli o toglierli;
- gli ancoraggi devono richiedere poca forza per essere applicati e tolti in modo da poter lavorare senza alcun pericolo sulle scale a pioli (vedi opuscolo «Scale portatili», [www.suva.ch/44026.i](http://www.suva.ch/44026.i)).



39 Messa in sicurezza con catene sui montanti centrali



40 Messa in sicurezza con cinghie di fissaggio sui montanti centrali; ancoraggio degli elementi a partire da una piattaforma a braccio telescopico

## 5.2 Sistemi di stoccaggio

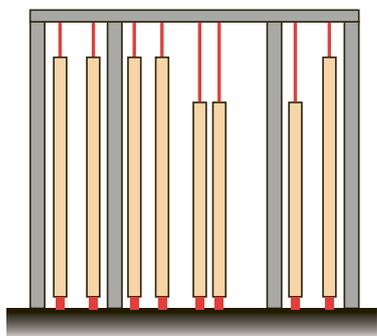
In generale i sistemi devono essere scelti in modo da garantire in ogni momento condizioni sicure e posizioni stabili degli elementi prefabbricati.

Per lo stoccaggio in officina si distingue tra elementi orizzontali ed elementi verticali. Bisogna considerare il peso proprio degli elementi prefabbricati. Vanno inoltre rispettati i seguenti punti:

- stoccare gli elementi prefabbricati solo in luoghi appositamente predisposti;
- la portata della superficie di appoggio e dei sistemi di stoccaggio deve essere garantita;
- per la scelta del luogo di stoccaggio si devono considerare le vie di passaggio e di fuga;
- l'ancoraggio dei prefabbricati va realizzato indipendentemente dagli accessori di sollevamento (fig. 51).

Lo stoccaggio dei prefabbricati in verticale in una **rimessa a rotaie** offre un alto grado di sicurezza e flessibilità. Gli elementi prefabbricati sono sorretti da carrelli per la movimentazione in azienda che scorrono su rotaie. Durante il trasporto, gli elementi sono ancorati tramite un sistema di barre. All'interno della rimessa sono integrati dei sensori che riducono il rischio di danni a persone o cose.

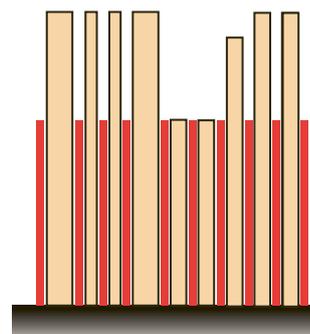
- I prefabbricati in legno vengono inseriti in verticale in una scaffalatura fissa e ancorati (fig. 41).
- Il sistema di barre per la messa in sicurezza degli elementi è variabile e consente l'ancoraggio di prefabbricati di diversa altezza, anche in posizione obliqua.
- Nella rimessa a rotaie si può procedere anche all'integrazione di finestre e porte o al montaggio di sistemi per facciate.



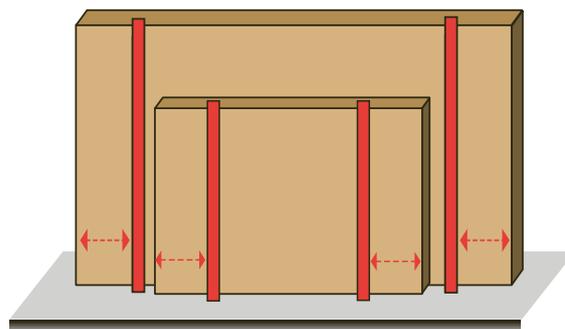
41 Rimessa a rotaie

Il **sistema di montanti a innesto variabile** permette uno stoccaggio relativamente flessibile e al tempo stesso sicuro di elementi prefabbricati in verticale. Nel pavimento del capannone sono integrati dei profili con delle piccole tacche o dei fori per accogliere i montanti. Le aperture sono a filo del pavimento e possono essere chiuse quando non vengono utilizzate. Si applicano i seguenti requisiti:

- l'ancoraggio degli elementi prefabbricati è realizzato tramite montanti a innesto disposti su entrambi i lati (fig. 42);
- l'altezza dei montanti a innesto va adeguata in base all'altezza dei prefabbricati;
- sulla lunghezza dei prefabbricati bisogna prevedere almeno due montanti a innesto. Altri montanti possono essere necessari a seconda della geometria e della stabilità del prefabbricato. Posizionare i montanti a una distanza sufficiente dai bordi dell'elemento prefabbricato (fig. 43);
- nello stoccaggio intermedio, i prefabbricati devono poter essere depositati e prelevati singolarmente. Gli elementi vanno ancorati in modo sicuro. A tale scopo bisogna eventualmente lasciare degli spazi liberi intermedi.



42 Sistema di montanti a innesto variabile

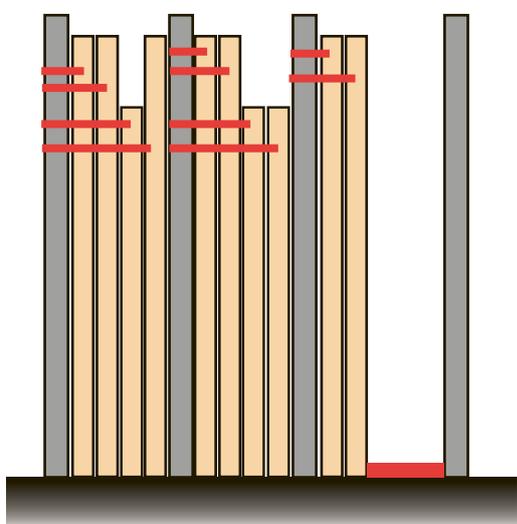


43 Ancoraggio longitudinale con montanti a innesto degli elementi con sufficiente sporgenza

Il **sistema di montanti a innesto fisso** presenta una disposizione predefinita dei montanti per lo stoccaggio dei prefabbricati in verticale. I montanti sono inseriti in sedi fisse integrate nel pavimento del capannone. Si applicano i seguenti requisiti:

- sulla lunghezza dei prefabbricati bisogna prevedere almeno due montanti a innesto. Altri montanti possono essere necessari a seconda della geometria e della stabilità del prefabbricato. Posizionare i montanti a una distanza sufficiente dai bordi dell'elemento prefabbricato (fig. 43);
- ogni prefabbricato deve essere ancorato singolarmente ai montanti (almeno 2 ancoraggi);
- l'altezza dei montanti a innesto va adattata all'altezza dei prefabbricati.

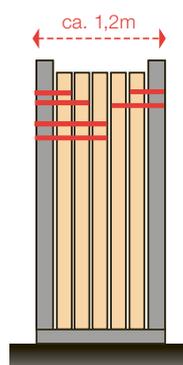
- Riempire gli spazi vuoti tra i montanti nella parte inferiore per impedire ai prefabbricati di scivolare (fig. 44).
- Depositare gli elementi prefabbricati nel sistema di montanti a innesto fisso nella giusta sequenza, in quanto il prelievo casuale non è possibile.



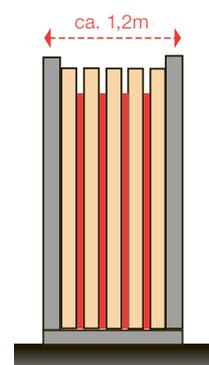
44 Sistema di montanti a innesto fisso

Lo stoccaggio di prefabbricati su incastellature di trasporto con montanti è indicato soprattutto per gli elementi piccoli e leggeri. In caso di **elementi prefabbricati grandi e pesanti** il sistema può diventare instabile e ribaltarsi. Le incastellature di trasporto vengono caricate sul mezzo di trasporto mediante carrelli elevatori o gru e fissate. Rispettare i seguenti punti:

- posizionare le incastellature di trasporto su una superficie piana e portante, per evitarne il cedimento;
- durante le operazioni di carico le incastellature di trasporto devono essere ulteriormente fissate per evitare che si ribaltino;
- caricare le incastellature di trasporto in modo uniforme e ancorare singolarmente gli elementi prefabbricati sull'incastellatura (fig. 45);
- riempire gli spazi vuoti tra i prefabbricati per impedire che si ribaltino o scivolino;
- nelle incastellature di trasporto con sistema di montanti a innesto gli elementi vengono ancorati dai montanti (fig. 46).



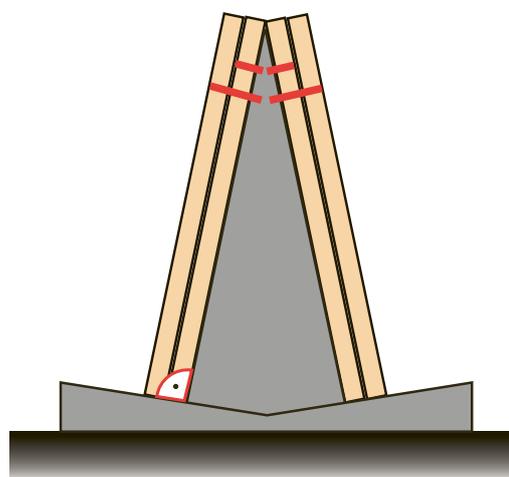
45 Incastellatura di trasporto con montanti esterni



46 Incastellatura di trasporto con montanti a innesto

Le **strutture ad A** sono ideali per lo **stoccaggio intermedio di piccoli elementi prefabbricati in legno**. Le operazioni di carico vanno eseguite in funzione della sequenza di montaggio degli elementi. Attenersi inoltre ai seguenti punti:

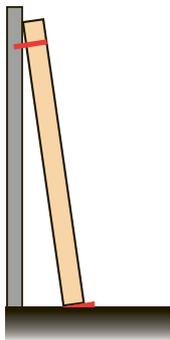
- appoggiare sempre gli elementi prefabbricati su entrambi i lati della struttura ad A in modo da garantire in ogni momento il bilanciamento dell'intero sistema (fig. 47);
- l'angolo tra i due piani di appoggio è di 90°;
- ogni singolo elemento prefabbricato deve essere ancorato alla struttura ad A in almeno due punti.



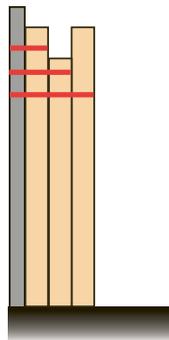
47 Sistema con struttura ad A

Se gli elementi prefabbricati in legno vengono **accostati in verticale contro una parete del capannone** e ancorati a quest'ultima, rispettare i seguenti punti:

- si deve fornire una prova che la parete sia in grado di resistere alle forze orizzontali previste;
- in caso di stoccaggio inclinato, bloccare gli elementi prefabbricati con dei cunei per evitare che scivolino (fig. 48);
- ancorare singolarmente gli elementi alla parete. Prevedere punti di ancoraggio adeguati;
- i prefabbricati non devono sporgere oltre la parete né in altezza, né in larghezza. Se urtati alle estremità libere da un carrello elevatore o una gru, gli elementi possono infatti scivolare o ribaltarsi.



48 Stoccaggio inclinato



49 Stoccaggio verticale

In officina, gli elementi prefabbricati vengono spesso stoccati su piattaforme o rimorchi. Lo stoccaggio dei prefabbricati su sistemi di trasporto e il rispettivo ancoraggio sono trattati al capitolo 6 «Trasporto».

# 6 Trasporto

Per la movimentazione in azienda e il trasporto su strade pubbliche i prefabbricati in legno devono essere ancorati (direttiva ASTAG: «Caricare nel modo giusto – Ancorare correttamente»).

Si distingue tra ancoraggio degli elementi e ancoraggio per il trasporto. L'ancoraggio per il trasporto deve essere indipendente dall'ancoraggio degli elementi.

Pur non essendoci una soluzione standard, per il trasporto di prefabbricati in legno è molto diffuso il **sistema di piattaforme di carico con montanti centrali**. Gli elementi per pareti vengono trasportati prevalentemente in verticale, gli elementi per coperture e soffittature in orizzontale. I fattori che determinano il tipo di trasporto sono la larghezza ammissibile del veicolo, l'altezza del veicolo e il peso totale dell'automezzo adibito al trasporto di merci. Valgono i seguenti principi:

- dimensionare i dispositivi di ancoraggio per il trasporto in funzione del carico. Attenersi ai requisiti indicati nella norma EN 12195, parte 1-4: Ancoraggio del carico su veicoli stradali;
- controllare l'ancoraggio del carico prima di ogni viaggio e a intervalli regolari durante i viaggi lunghi;
- interrompere immediatamente il viaggio se si constata difetti di qualsiasi genere al fissaggio del carico;
- per ancorare il carico, utilizzare delle cinghie di fissaggio;
- garantire la sicurezza statica durante il trasporto di elementi prefabbricati in orizzontale.

Occorre disporre di mezzi adeguati al trasporto degli elementi in legno, che devono essere conformi alle norme e alle direttive vigenti. I requisiti dei mezzi di trasporto variano a seconda della merce trasportata e del sistema di carico (a questo proposito vedi anche la scheda tematica «Carico e scarico in sicurezza di prefabbricati in legno», [www.suva.ch/33094.i](http://www.suva.ch/33094.i)).

## 6.1 Ancoraggio per il trasporto

Prima di ogni trasporto il carpentiere e il trasportatore devono chiarire chi è responsabile dell'ancoraggio degli elementi e dell'ancoraggio per il trasporto.

Oltre a chiarire i campi di responsabilità bisogna rispettare i seguenti punti fondamentali:

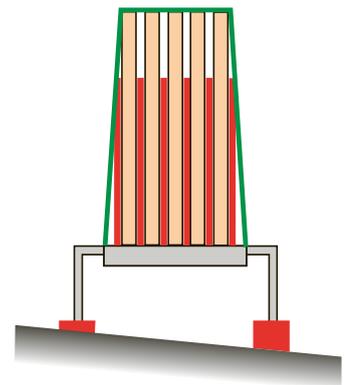
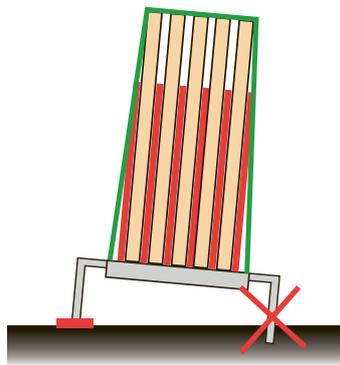
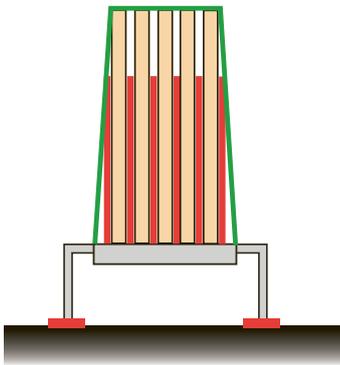
- l'ancoraggio dei prefabbricati avviene indipendentemente dagli accessori di imbracatura; solo così è infatti possibile garantire l'aggancio e lo sgancio in sicurezza dei mezzi di sollevamento;
- togliere l'ancoraggio per il trasporto solo se l'ancoraggio dei prefabbricati è intatto;
- togliere l'ancoraggio dei prefabbricati solo dopo l'aggancio al mezzo di sollevamento, quando la fune è già in tensione;
- durante il carico e scarico dei prefabbricati in legno accertarsi che nessuno si trovi nella zona di pericolo o sotto il carico sospeso.

## 6.2 Sistemi di trasporto

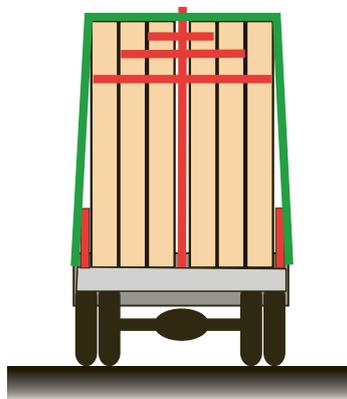
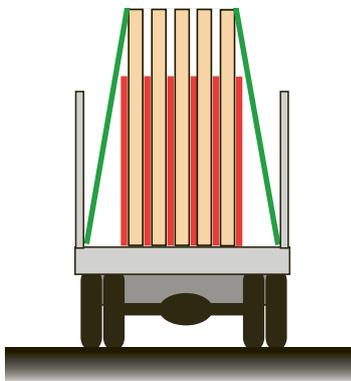
Per garantire la sicurezza durante il trasporto e le operazioni di carico e scarico bisogna rispettare le seguenti istruzioni:

- durante le operazioni di carico e scarico degli elementi prefabbricati, il rimorchio o il sistema di piattaforme è orizzontale e si trova su una superficie portante (fig. 50);
- gli elementi prefabbricati sono disposti in modo simmetrico rispetto alla linea centrale del sistema di trasporto così da garantire il bilanciamento dell'intero carico (fig. 51);
- ancorare singolarmente gli elementi prefabbricati caricati in verticale prima di allentare l'accessorio di imbracatura;
- gli elementi vanno assicurati singolarmente anche quando si utilizzano strutture ad A (fig. 53).

Nelle seguenti figure, le parti dell'ancoraggio dei prefabbricati sono riportate in rosso, mentre le parti dell'ancoraggio per il trasporto sono in verde.

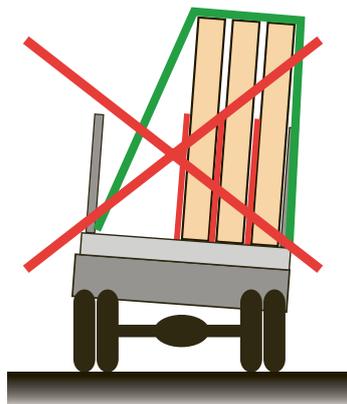
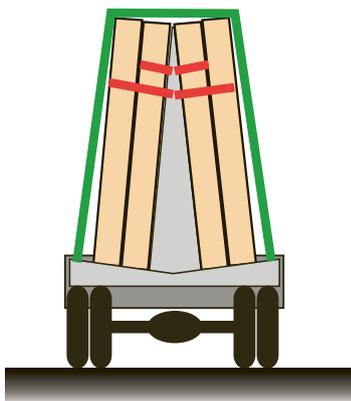


50 Superfici di appoggio orizzontali per i sistemi di piattaforme di carico



51 Sistema di montanti a innesto per la disposizione simmetrica degli elementi prefabbricati

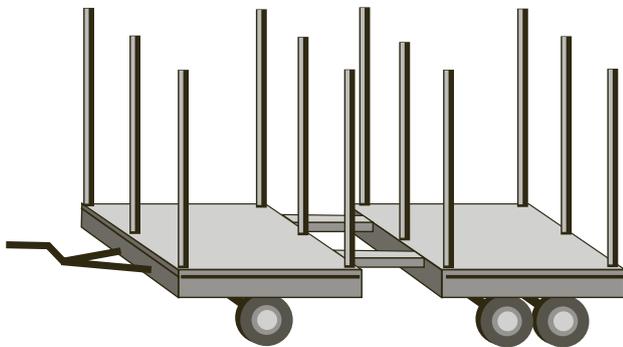
52 Sistema di montanti centrali



53 Sistema con struttura ad A

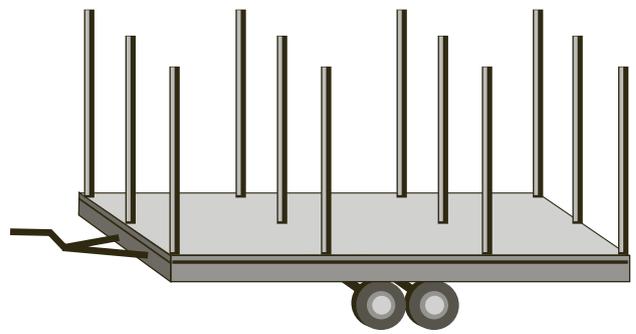
54 Posizionamento non consentito

I **sistemi di rimorchio** non dispongono di un proprio motore. Se il piano di carico non è uniforme e continuo bisogna tenerne conto durante le operazioni di carico. Il sistema di rimorchio può essere utilizzato tanto per il trasporto quanto come sistema di stoccaggio. Gli elementi prefabbricati possono essere trasportati in verticale o in orizzontale.

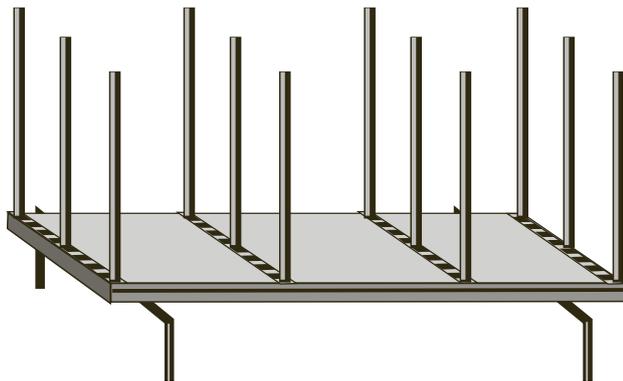


55 Rimorchio a ralla sterzante con montanti centrali e laterali

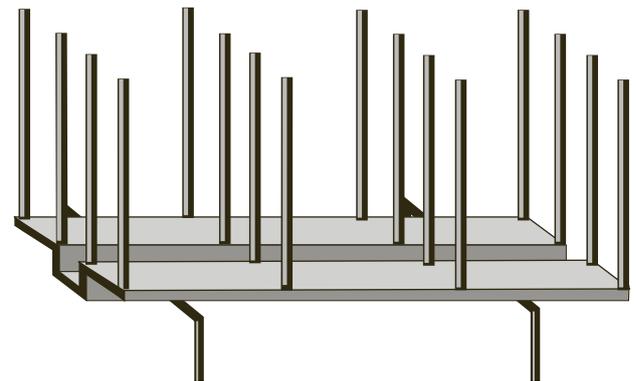
I **sistemi a piattaforma e a piattaforma scarrabile** richiedono un autotelaio supplementare. Si distingue tra piattaforme a pianale uniforme e continuo e piattaforme a pianale ribassato. Grazie alla scanalatura centrale su tutta la lunghezza, queste piattaforme consentono il trasporto di elementi prefabbricati alti fino a circa 3,4 m.



56 Rimorchio tandem con montanti centrali



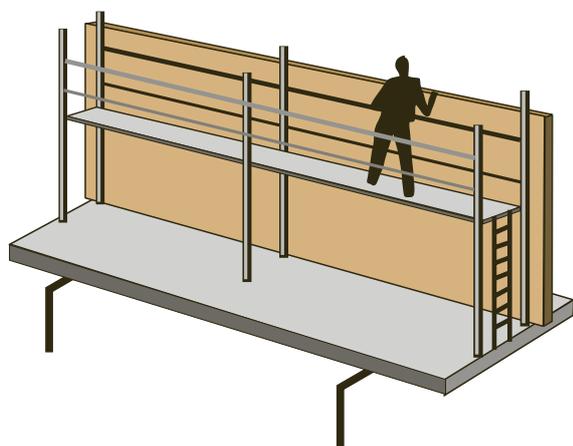
57 Sistema a piattaforma con montanti variabili



58 Sistema a piattaforma con pianale ribassato e montanti

### Piattaforma scarrabile con passerella

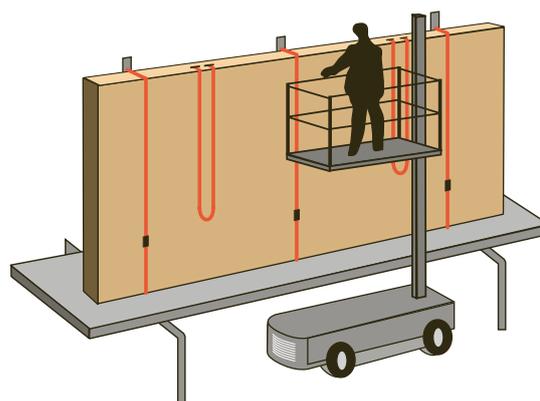
L'utilizzo di passerelle integrate consente di caricare e scaricare in tutta sicurezza i prefabbricati in legno in officina e nel cantiere. Il personale raggiunge i dispositivi di fissaggio e di imbracatura da una posizione sicura e può agganciare i prefabbricati in legno alla gru. Le passerelle sono indicate soprattutto per il trasporto di prefabbricati posti in verticale.



59 Sistema a piattaforma con passerella integrata per la messa in sicurezza dei prefabbricati di legno

### Piattaforme scarrabili con sistema di ancoraggio dei prefabbricati in legno

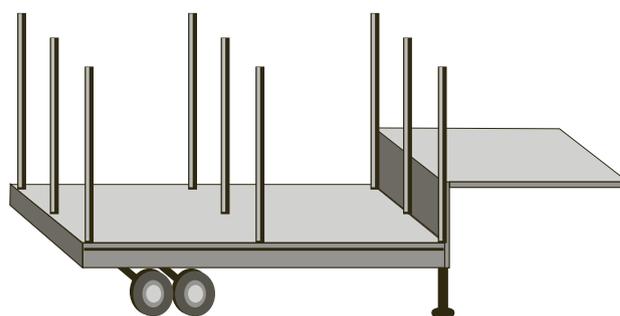
La combinazione di attrezzature di lavoro, ancoraggio dei prefabbricati in legno e accessori di imbracatura permette di ottimizzare il carico e lo scarico delle piattaforme scarrabili. L'ancoraggio avviene con due cinghie di fissaggio, dai montanti centrali alle guide di ancoraggio del fondo del pianale. L'utilizzo nel cantiere di accessori di imbracatura lunghi garantisce che i prefabbricati possano essere agganciati dal fondo del pianale, mettendoli così in sicurezza (fig. 60).



60 Sistema combinato di carico e scarico

I **semirimorchi** sono rimorchi che scaricano una parte del carico sul veicolo trainante. Gli inloader con piano basso sono indicati anche per il trasporto di elementi prefabbricati alti fino a circa 3,4 m.

Il vantaggio dei semirimorchi è l'elevato carico utile ammissibile che consente di trasportare prefabbricati pesanti.



61 Semirimorchio

Gli **autocarri con cassoni scarrabili** sono un'alternativa ai sistemi di rimorchio. I prefabbricati in legno possono essere trasportati in verticale o in orizzontale e sono protetti dalle intemperie. La superficie di carico è uniforme e continua.

# 7 Impianto di cantiere

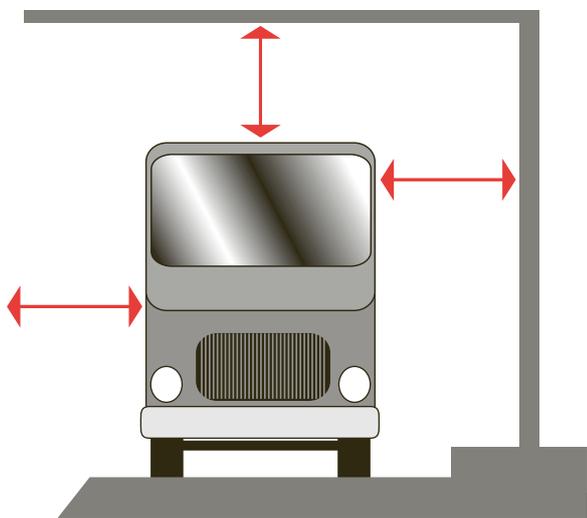
## 7.1 Accessi

Per ridurre il rischio di infortunio, gli accessi e le uscite del cantiere devono essere concepite in modo che risultino piane e separate tra loro. Le zone a traffico pubblico e le relative regolamentazioni devono essere considerate in fase di progettazione.

Le vie di passaggio nel cantiere devono essere progettate a prova di intemperie. Occorre prevedere un drenaggio e un deflusso mirati dell'acqua piovana. A seconda della stagione, bisogna tenere conto del ghiaccio e della neve.

Oltre ai requisiti di sicurezza qui specificati bisogna rispettare le disposizioni dell'Ordinanza sui lavori di costruzione (OLCostr):

- rispettare sempre le distanze di sicurezza da scavi e scarpate, nonché la sagoma libera necessaria (fig. 62);
- mantenere sempre sgombrare le vie di fuga;
- se la luce diurna non è sufficiente, illuminare le vie di passaggio nel cantiere;
- contrassegnare il confine con le zone a traffico pubblico e i fondi limitrofi con recinzioni o cartelli.



62 Distanze di sicurezza/sagoma libera

## 7.2 Stoccaggio intermedio, superfici di appoggio

In linea generale, sui cantieri è bene evitare lo stoccaggio intermedio dei singoli prefabbricati in legno. È molto probabile che i prefabbricati siano esposti a fattori esterni e che vengano stoccati in modo improprio.

Se è possibile evitare lo stoccaggio intermedio, i prefabbricati devono essere depositati su una superficie piana e portante. I prefabbricati possono essere stoccati in orizzontale o in verticale. Vanno inoltre rispettati i seguenti punti:

- per lo stoccaggio dei prefabbricati in verticale utilizzare incastellature di trasporto o strutture ad A;
- ogni elemento deve essere fissato separatamente;
- l'ancoraggio dei prefabbricati avviene indipendentemente dagli accessori di imbracatura; solo così è infatti possibile garantire l'aggancio e lo sgancio in sicurezza dei mezzi di sollevamento;
- l'ancoraggio dei prefabbricati va realizzato prima dello sgancio dal mezzo di sollevamento e va tolto solo dopo l'aggancio, quando la fune di sollevamento è già in tensione;
- per lo stoccaggio intermedio su veicoli a pianale o sistemi di rimorchio, le superfici di appoggio devono essere scelte in funzione del carico. Accertarsi che non si possa verificare alcun cedimento dei piedini di appoggio.

### 7.3 Mezzi di sollevamento

Per il sollevamento dei prefabbricati in legno nella fase di montaggio si possono utilizzare sistemi di gru ed elicotteri.

Per le gru a torre o le gru mobili utilizzate come mezzo di sollevamento bisogna tener conto dei requisiti qui descritti (impiego nelle costruzioni con prefabbricati in legno) e delle indicazioni riportate nelle norme generali di sicurezza:

- Ordinanza concernente la sicurezza nell'uso delle gru (Ordinanza sulle gru), [www.suva.ch/1420.i](http://www.suva.ch/1420.i)
- Lista di controllo per i gruisti di gru a torre: [www.suva.ch/88179.i](http://www.suva.ch/88179.i)
- «Apparecchi di sollevamento», lista di controllo: [www.suva.ch/67158.i](http://www.suva.ch/67158.i)
- «Accessori di sollevamento», lista di controllo: [www.suva.ch/67198.i](http://www.suva.ch/67198.i)

Le **gru a torre o gru mobili** possono essere manovrate solo da personale qualificato e da gruisti con patente. Per il sollevamento dei prefabbricati, i gruisti devono rispettare i seguenti punti:

- verificare l'omologazione della gru prima della messa in servizio;
- controllare il corretto funzionamento della gru prima di ogni utilizzo;
- valutare sempre la situazione del vento prima di procedere all'imbracatura dei prefabbricati. Già basse velocità del vento possono causare evidenti oscillazioni e rotazioni dei prefabbricati in legno;
- nessuno deve sostare nella zona di pericolo, sotto i carichi sospesi e lungo i percorsi in cui vengono movimentati i prefabbricati in legno;
- sui cantieri rispettare l'obbligo del casco;
- la portata massima ammissibile e le tabelle di carico della gru/del mezzo di sollevamento sono note e vengono rispettate per la movimentazione dei prefabbricati in legno;

- stabilire il raggio di azione del gancio della gru in funzione dell'impiego previsto. Considerare soprattutto l'ingombro delle diverse imbracature;
- utilizzare i segnali convenzionali per il trasporto dei carichi.

Per il trasporto dei prefabbricati in legno con un **elicottero**, oltre alle misure di sicurezza generali qui riportate, si applicano ulteriori requisiti. Si vedano pertanto le «Nove regole vitali per il personale di terra in caso di trasporto con elicottero», [www.suva.ch/84050.i](http://www.suva.ch/84050.i)

Per l'imbracatura del carico (accessori di imbracatura e di sollevamento) si applicano gli stessi requisiti validi per le gru. Durante il trasporto con elicottero bisogna tener conto di **forze molto più elevate prodotte da movimenti dinamici** (ad es. vento, procedura di volo). L'accessorio di sollevamento o di imbracatura viene fissato al gancio di sicurezza dell'elicottero invece che al gancio della gru.

Le misure specifiche per l'impiego di un elicottero vanno coordinate tempestivamente con l'impresa di elitransporto a cui è stato affidato l'incarico. Bisogna rispettare le misure di sicurezza specifiche per questo ambito che devono essere conformi alle regole della Suva e dell'Ufficio federale dell'aviazione civile.

La situazione del vento deve sempre essere valutata prima di procedere all'imbracatura dei prefabbricati in legno. Già a bassa velocità il vento può far oscillare e ruotare i prefabbricati in legno.

Vige l'obbligo di indossare il casco di protezione sui cantieri. È obbligatorio usare anche i dispositivi di protezione individuale (DPI).

## **7.4 Accessori di imbracatura e di sollevamento**

Gli accessori di imbracatura e di sollevamento idonei per le costruzioni con elementi prefabbricati in legno sono riportati ai capitoli 4.2.2 e 4.2.3. Nei cantieri si applicano le stesse regole di sicurezza e prescrizioni d'uso valide per il sollevamento dei prefabbricati in legno.

## **7.5 Infrastruttura**

L'infrastruttura richiesta sui cantieri viene considerata già in fase di pianificazione dell'impianto di cantiere. Eventuali carenze o lacune devono essere discusse in via preliminare con la direzione dei lavori.

Bisogna rispettare le disposizioni dell'Ordinanza sui lavori di costruzione (OLCostr). Deve essere presente un piano di sicurezza e di protezione della salute sul cantiere. Indicazioni e strumenti di pianificazione sono riportati all'indirizzo Internet [www.suva.ch/pssc](http://www.suva.ch/pssc).

# 8 Montaggio

## 8.1 Istruzioni di lavoro

Se le istruzioni di lavoro del sistema di sicurezza aziendale e le regole vitali non bastano, bisogna redigere istruzioni specifiche per il progetto in fase di preparazione dei lavori.

Le istruzioni di lavoro devono essere riportate nei piani di montaggio mediante disegni o figure. In questo modo si garantisce che le misure di sicurezza previste vengano applicate in funzione dell'avanzamento del montaggio. L'istruzione dei lavoratori deve essere documentata.

## 8.2 Gru

Per l'esercizio e l'uso delle gru si applicano le disposizioni contenute nell'Ordinanza sulle gru.

- Il personale addetto alla manovra di gru a torre e autogru deve essere in possesso della patente di gruista.
- Durante il sollevamento, il carico deve essere assicurato e posato in modo che non possa rovesciarsi, precipitare o scivolare.
- Gli accessori di sollevamento e di imbracatura devono essere adatti al tipo di trasporto e in perfetto stato di funzionamento (occorre tenere conto delle indicazioni del fabbricante).
- Le persone incaricate di agganciare i carichi devono essere istruite su tale lavoro.
- Se le operazioni di sollevamento non possono essere eseguite in condizioni di sicurezza a causa delle intemperie o di altri fattori esterni bisogna sospendere i lavori con la gru. La decisione in tal senso spetta al gruista che, se necessario, consulta le indicazioni del fabbricante nel manuale d'uso della gru.

## 8.3 Messa in sicurezza dei prefabbricati durante l'imbracatura

I prefabbricati e gli elementi in legno devono essere assicurati in ogni momento contro il ribaltamento e lo spostamento. Si applicano gli stessi principi validi per lo stoccaggio in officina.

Durante l'imbracatura, l'ancoraggio dei prefabbricati può essere rimosso solo quando gli elementi sono tenuti dall'accessorio di sollevamento. Durante la movimentazione, l'accessorio di sollevamento può essere tolto solo quando il prefabbricato è fissato in modo adeguato.

## 8.4 Vie di passaggio per le persone

Durante il montaggio, ogni posto di lavoro deve essere accessibile tramite una via di passaggio sicura.

Durante il montaggio della costruzione grezza, bisogna poter accedere ai vari livelli in modo sicuro (ad es. torre-scala, scala interna). Per i lavori di montaggio di breve durata, l'accesso ai luoghi di lavoro fino a 5 m di altezza può avvenire con scale a pioli adeguate. Queste devono essere bloccate in modo da non scivolare, ruotare o ribaltarsi. Le scale devono essere usate a mani libere. Si devono preferire le scale a rampa rispetto alle scale a pioli.

## 8.5 Misure collettive e individuali di protezione anticaduta

Secondo le ordinanze vigenti, le misure di protezione collettiva sono prioritarie rispetto alle misure di protezione individuale.

Pertanto, per quanto tecnicamente possibile o di dimostrata minore pericolosità, si devono applicare misure di protezione collettiva contro le cadute. Sono considerate misure di protezione collettiva le protezioni laterali, i ponteggi, le reti di sicurezza, i ponteggi di ritenuta, le delimitazioni delle zone, le piattaforme di lavoro elevabili, le coperture resistenti alla rottura, le passerelle ecc. Sono considerate misure di protezione individuale i dispositivi contro le cadute dall'alto (DPI anticaduta).

### 8.6 Misure contro le cadute dall'alto sul bordo perimetrale dell'edificio

- Se si eseguono lavori in quota, a partire da un'altezza di caduta di 3 m occorre installare un ponteggio di facciata. Il corrente superiore del ponteggio deve sempre trovarsi almeno 80 cm sopra il bordo dalla zona più elevata che presenta un rischio di caduta, anche durante i lavori di montaggio.
- In caso di ponteggi premontati con rischio di caduta verso l'interno, a partire da un'altezza di caduta di 2 m occorre montare un doppio parapetto interno.
- Se la distanza tra il piano di calpestio del ponteggio di facciata e l'elemento prefabbricato supera i 30 cm è necessario montare delle mensole interne. Se, per motivi tecnici, questo non fosse possibile, occorre montare un doppio parapetto interno.

### 8.7 Messa in sicurezza delle aperture nel vuoto

- A partire da un'altezza di caduta di 2 m, le aperture nel vuoto devono essere messe in sicurezza con protezioni laterali o misure equivalenti.
- Se l'altezza di caduta è compresa fra 2 e 3 m, le aperture nel vuoto devono essere messe in sicurezza in modo continuo. In caso di interruzione dei lavori, bisogna impedire l'accesso ai lati aperti non protetti con un'altezza di caduta superiore a 2 m. A tale scopo è possibile posizionare una barriera come minimo a 2 m dall'apertura.
- A partire da un'altezza di caduta di 3 m non è consentito lavorare senza protezioni (anche per il montaggio di componenti di sicurezza).

- Una protezione laterale deve soddisfare come minimo i requisiti della norma EN 14474 (vedi anche scheda tematica «Protezione laterale», [www.suva.ch/33017.i](http://www.suva.ch/33017.i)). La protezione laterale deve trovarsi come minimo a 1 m al di sopra della superficie praticabile. Nei luoghi di lavoro sopraelevati accanto alla protezione laterale (ad es. su scale a pioli o ponteggi a cavalletto), quest'ultima deve essere rialzata di conseguenza.

### 8.8 Misure anticaduta durante il montaggio

- A partire da un'altezza di caduta di 3 m è necessario montare preventivamente reti di sicurezza, ponteggi di ritenuta o protezioni laterali.
- I lavori di montaggio sono consentiti a partire da una piattaforma di lavoro elevabile, nella misura in cui si rimane nella cesta di lavoro.
- Le aperture nei pavimenti, attraverso le quali è possibile cadere, devono essere protette con una copertura solidamente fissata e resistente alla rottura o una protezione laterale, a prescindere dall'altezza di caduta.

### 8.9 Scarico dei prefabbricati dal mezzo di trasporto

- A partire da un'altezza di caduta di 3 m non è consentito lavorare sui mezzi di trasporto (pianali, rimorchi a piattaforma ecc.) senza protezioni anticaduta.
- Già in sede di preparazione dei lavori, bisogna prevedere misure costruttive adeguate (ad es. accessori di imbracatura sufficientemente lunghi, ancoraggio conforme dei prefabbricati) allo scopo di evitare di doversi arrampicare sui prefabbricati.
- L'imbracatura e lo sgancio dell'ancoraggio dei prefabbricati sono consentiti a partire da una scala a pioli, nella misura in cui questa è bloccata in modo da non potersi ribaltare o scivolare.

# 9 Strumenti di pianificazione e di esecuzione

## 9.1 Download tabelle di carico

Le tabelle di carico sono uno strumento di pianificazione e possono essere scaricate all'indirizzo [www.suva.ch](http://www.suva.ch) in formato PDF.

- Tabelle di carico parete: [www.suva.ch/66135-1.i](http://www.suva.ch/66135-1.i)
- Tabelle di carico soffittature: [www.suva.ch/66135-2.i](http://www.suva.ch/66135-2.i)
- Tabelle di carico tetto: [www.suva.ch/66135-3.i](http://www.suva.ch/66135-3.i)

## 9.2 Esempio di dimensionamento punto di ancoraggio

Legenda:

$F_k$ : sollecitazione caratteristica (forza) sul cordino risultante dal peso proprio in condizioni di riposo

$F_d$ : coefficiente di dimensionamento della sollecitazione (forza) sul cordino

$\gamma_G$ : coefficiente di carico (norma SIA 260): 1,35

$\Phi$ : coefficiente dinamico per la sollecitazione della gru: 1,75

$R_d$ : coefficiente di dimensionamento del cordino nelle condizioni prevalenti secondo le indicazioni del fabbricante

Dato:

sollecitazione risultante dal peso proprio in condizioni di riposo:  $F_k = 8,0 \text{ kN}$

Coefficiente di dimensionamento della sollecitazione:

$$F_d = \gamma_G \times \Phi \times F_k = 1,35 \times 1,75 \times 8,0 \text{ kN} = 18,9 \text{ kN}$$

Coefficiente di dimensionamento della resistenza ultima (esempio 4 viti per legno  $8 \times 120 \text{ mm}$ ):

$$R_d = 4 \times 5,24 \text{ kN} = 20,1 \text{ kN}$$

Prova di dimensionamento:

$$F_d \leq R_d$$

$$F_d / R_d \leq 1,0$$

$$18,9 / 20,1 = 0,94 \leq 1,0 \text{ (prova soddisfatta)}$$

## Il modello Suva I quattro pilastri



La Suva è più che un'assicurazione perché coniuga prevenzione, assicurazione e riabilitazione.



Gli utili della Suva ritornano agli assicurati sotto forma di riduzioni di premio.



La Suva è gestita dalle parti sociali: i rappresentanti dei datori di lavoro, dei lavoratori e della Confederazione siedono nel Consiglio della Suva. Questa composizione paritetica permette di trovare soluzioni condivise ed efficaci.



La Suva si autofinanzia e non gode di sussidi.



### Suva

Sicurezza sul lavoro  
Settore industria e artigianato  
Casella postale, 6002 Lucerna

### Informazioni

Tel. 041 419 58 51  
servizio.clienti@suva.ch

### Ordinazioni

[www.suva.ch/66135.i](http://www.suva.ch/66135.i)

### Titolo

Elementi prefabbricati in legno  
Pianificazione della sicurezza

Stampato in Svizzera

Riproduzione autorizzata, salvo a fini commerciali, con citazione della fonte.

Prima edizione: aprile 2016

Edizione rivista e aggiornata: luglio 2022

### Codice

66135.i