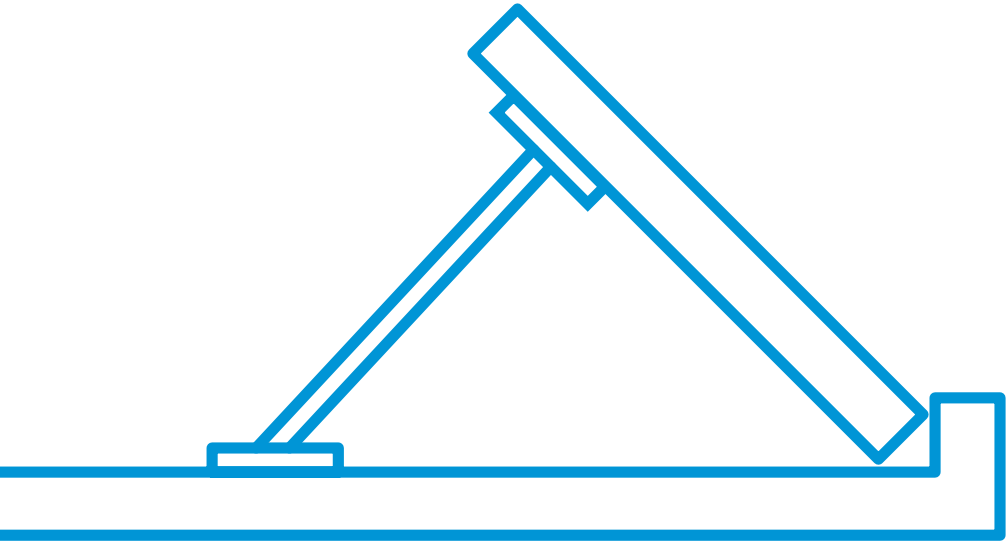
Manuale del Pioniere

Messa in sicurezza di costruzioni e di elementi costruttivi



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Ufficio federale della protezione della popolazione UFPP

Impressum
Edito da
Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP)
Divisione protezione civile e formazione

Versione 2025-07

Indice

5 In generale
5 Impiego di sistemi di messa in sicurezza
5 Interventi differenziati
5 Misure di messa in sicurezza improvvisate
6 Misure di messa in sicurezza pianificate
7 Istruzione ed equipaggiamento

9 Sicurezza
9 Considerazioni generali
9 Pericoli durante gli interventi di messa in sicurezza
10 Principali regole di sicurezza

12 Conoscenze di base
12 Procedimento generale per la messa in sicurezza di costruzioni ed elementi costruttivi
12 Valutazione di costruzioni e di elementi costruttivi
13 Cedimento di costruzioni e di elementi costruttivi
14 Criteri di valutazione
18 Classificazione dei possibili sistemi di messa in sicurezza
18 Sistemi di puntellamento
21 Sistemi di tiranti
22 Misure di messa in sicurezza con macchinari edili
24 Dissipazione delle forze tramite misure di messa in sicurezza
25 Monitoraggio delle costruzioni e degli elementi costruttivi
25 Monitoraggio semplice
26 Monitoraggio delle crepe
26 Monitoraggio con il rilevatore di movimento
27 Monitoraggio con strumenti ottici
28 Attrezzature e materiale di puntellamento
28 Puntellare con legname
29 Puntellare con attrezzature dell'edilizia
31 Puntellare con puntelli di soccorso multifunzionali
32 Puntellare con blocchi di plastica del salvataggio
32 Attrezzatura supplementare necessaria
33 Regole per il puntellamento
33 Regole generali
34 Regole per l'impiego di legname

41 Sistemi di puntellamento «Shoring»
41 In generale
42 Puntellamenti verticali («Vertical Shore»)
42 Dissipazione delle forze
44 Puntelli verticali singoli «T-Shore»
47 Puntellamenti verticali bidimensionali «N-Post Vertical Shore»
50 Puntellamenti verticali tridimensionali
52 Pila di listelli di legno incrociati «Cribbing»
52 In generale
52 Regole tecniche
57 Alternative alle pile di listelli di legno incrociati
60 Puntellamenti orizzontali «Horizontal Shore»
60 Regole tecniche generali
60 Puntellamento di contrasto
62 Messa in sicurezza di trincee e scavi
64 Puntellare elementi costruttivi inclinati «Sloped Floor Shore»
64 Regola tecnica generale
67 Puntellare con il metodo ortogonale «Sloped Floor Shore Perpendicular»
70 Puntellare con il metodo verticale «Sloped Floor Shore Friction Type»
72 Puntellamenti di ritegno (o di pareti) «Raker Shores»
72 Regole tecniche generali
75 Puntellamenti di ritegno a stampella bi- e tridimensionali
78 Puntellamenti di ritegno triangolari bi- e tridimensionali
81 Puntellare aperture di edifici
82 Puntellamenti alternativi

83 Appendice
83 Carichi volumetrici e superficiali
84 Determinazione del carico ammissibile di puntelli di fortuna (estratto dal Manuale di costruzione dell'Esercito svizzero)
84 Puntelli metallici per solai
86 Ausili di dimensionamento per puntellamenti di edifici (estratto dal Manuale di costruzione dell'Esercito svizzero)

In generale

Impiego di sistemi di messa in sicurezza

Mettere in sicurezza costruzioni o elementi costruttivi mediante puntellamenti verticali e orizzontali o altre tecniche rientra tra i compiti fondamentali del pioniere.

Edifici, parti di edifici o costruzioni possono diventare pericolanti in seguito ai seguenti eventi:

- Inondazione, sottoescavazione
- Smottamento, colata detritica, frana, valanga
- Scivolamento o flussione di terreno edificato
- Peso della neve
- Tempesta
- Incendio, esplosione
- Terremoto
- Danni causati da veicoli
- Distruzione chimica (per es. corrosione) o biologica (per es. insetti, funghi) della sostanza della costruzione
- Attentato terroristico

Interventi differenziati

Misure di messa in sicurezza improvvisate

Nell'ambito degli interventi per far fronte a catastrofi si devono adottare, spesso urgentemente e senza pianificazione e preparazione preliminare, le misure necessarie per mettere in sicurezza infrastrutture importanti. In caso di gravi sinistri, anche gli specialisti riescono a fare solo delle stime nel poco tempo disponibile e senza i piani di costruzione. Di solito non è possibile fare calcoli precisi della statica.

Misure di messa in sicurezza improvvisate

- Si tratta di misure per i casi d'emergenza.
- Vengono generalmente adottate solo per la messa in sicurezza puntuale delle zone di pericolo sull'asse d'intervento.
- Si possono adottare solo temporaneamente durante l'intervento.
- Vengono generalmente realizzate con mezzi semplici disponibili sul posto (puntelli, tubi di ponteggi, legname, ecc.).

La sicurezza strutturale e l'idoneità di queste misure di messa in sicurezza possono quindi essere solo stimate. Non appena la situazione lo consente, devono essere controllate da specialisti qualificati e, se necessario, modificate o sostituite con sistemi pianificati.

Le misure di messa in sicurezza improvvisate vengono adottate soprattutto in caso di eventi estesi che richiedono un intervento urgente. L'esperienza ha infatti dimostrato che in questi casi le risorse sono molto limitate. Un tipico esempio di un simile intervento è il salvataggio tra le macerie dopo un terremoto.

Misure di messa in sicurezza pianificate

Se la situazione lo consente, si devono adottare solo misure di messa in sicurezza pianificate. Concretamente ciò significa che i sistemi di messa in sicurezza:

- vengono pianificati e dimensionati da uno specialista qualificato (capomastro, ingegnere civile, perito di statica, consulente edile, ecc.) secondo le regole dell'edilizia;
- vengono realizzati e controllati sotto la supervisione di uno specialista.

Le misure di messa in sicurezza vanno pianificate soprattutto se vengono mantenute per un lungo periodo (per es. fino alla ricostruzione) o se si devono puntellare interi edifici.

Le misure di messa in sicurezza pianificate vengono adottate in caso di eventi puntuali che non richiedono un intervento urgente. In questi casi si può generalmente ricorrere a risorse sufficienti dall'esterno.

Se non dispone di specialisti edili propri, la protezione civile può assistere attivamente gli specialisti esterni nell'attuazione delle misure di messa in sicurezza.

Anche durante le operazioni di salvataggio, i puntellamenti devono sempre essere eseguiti solo dopo un'attenta valutazione e sotto la supervisione di specialisti!

Il presente manuale si occupa esclusivamente di misure di messa in sicurezza **improvvisate e di fortuna** per un impiego puntuale e temporaneo in caso di catastrofe.

Istruzione ed equipaggiamento

Quale organizzazione d'intervento, la protezione civile si concentra sull'adozione delle **misure di messa in sicurezza improvvisate**. Per garantire questa competenza, i militi della protezione civile devono essere adeguatamente istruiti:

- i quadri devono essere in grado di valutare approssimativamente semplici edifici pericolanti o macerie per quanto concerne la sicurezza, la stabilità residua e le misure necessarie (incl. il concetto di sicurezza) nonché di pianificare e dirigere l'intervento.
- I pionieri devono essere in grado di preparare e installare in modo rapido e sicuro i sistemi di messa in sicurezza standardizzati.

A seconda del sinistro, delle dimensioni e dello stato dell'edificio, la valutazione e le misure di messa in sicurezza necessarie possono richiedere più o meno tempo e sforzi.

Situazioni impegnative sono soprattutto le macerie dopo un terremoto. La distruzione è generalmente grave ed estesa. Le **repliche** possono nuovamente sollecitare gli edifici danneggiati e i sistemi di messa in sicurezza installati. Sono soprattutto le forze **orizzontali** a distruggere gli edifici e i sistemi di messa in sicurezza. Le misure di messa in sicurezza devono possibilmente assorbire e dissipare queste forze.

la sezione dei pionieri deve essere dotata di un equipaggiamento minimo per realizzare i primi sistemi di messa in sicurezza. Se dovesse procurarsi questo equipaggiamento solo al momento di prestare un intervento, nel caso di eventi urgenti giungerebbe sul posto troppo tardi e correrebbe il pericolo di prestare comunque l'intervento senza adottare le necessarie misure di messa in sicurezza. Le squadre d'intervento e i civili verrebbero pertanto esposti a rischi elevati.

Sulla base di queste considerazioni, si propongono le seguenti istruzioni:

Funzione	Competenza specialistica	Durata dell'istruzione
Pioniere	Realizzare semplici puntellature verticali Realizzare semplici puntellature di ritegno e di contrasto	almeno 1 giorno
Quadro dei pionieri	Valutare situazioni semplici e definire misure di messa in sicurezza adeguate e semplici	almeno ½ giornata

Tab 1: Funzione, competenze tecniche e periodo di formazione

Sicurezza

Considerazioni generali

Gli interventi nella zona di pericolo di edifici o di elementi costruttivi danneggiati e pericolanti costituiscono un rischio molto elevato per le forze d'intervento. Le operazioni di salvataggio nelle macerie possono durare ore o addirittura giorni. Durante questo tempo, i soccorritori sono esposti ai pericoli e potrebbero a loro volta ferirsi o essere travolti da detriti. Il rischio è particolarmente elevato nella prima fase dell'intervento, quando la stabilità residua della costruzione è nota solo in parte e le misure di messa in sicurezza devono ancora essere adottate. Il rispetto delle regole di sicurezza è quindi fondamentale per non mettere in pericolo la propria vita!

Pericoli durante gli interventi di messa in sicurezza

Cedimento di costruzioni e/o elementi costruttivi a causa di:

- parti / materiali da costruzione sovraccaricati.
- Ulteriore indebolimento di componenti portanti (a causa di incendio, carico aggiuntivo, scosse causate da macchinari edili, rimozione/spostamento di elementi, sifonamento, ecc.).
- Repliche sismiche durante gli interventi dopo un terremoto (anche edifici apparentemente stabili possono crollare!).

Ulteriori pericoli legati a:

- incendio.
- Gas, acqua, elettricità, canalizzazioni.
- Emissione di altre sostanze pericolose (sostanze tossiche, sostanze causanti una mancanza di ossigeno, sostanze esplosive).

Principali regole di sicurezza

Le principali regole di sicurezza sono ricapitolate nella tabella sottostante. Ulteriori spiegazioni e indicazioni sono contenute nei capitoli che seguono.

Concetto di sicurezza	Gli interventi di messa in sicurezza sono lavori che comportano pericoli particolari. Elaborare sempre un concetto di sicurezza e d'emergenza.
Consulente tecnico	Chiedere sempre a un consulente edile competente prima di procedere.
Valutazione dell'edificio	Prima valutazione della sicurezza (secondo il principio: 4 occhi sono meglio di 2) sempre dall'esterno (ispezione perimetrale), non entrare nelle zone di pericolo! Stimare la stabilità residua della costruzione / degli elementi costruttivi e individuare ulteriori pericoli. Definire le misure necessarie.
Zone a rischio	Definire e contrassegnare o sbarrare le zone a rischio con autorizzazione di permanenza, per esempio: Zona rossa = pericolo di morte, divieto d'accesso. Zona gialla = pericolo, accessibile solo alle forze d'intervento. Zona verde = nessun pericolo.
Sicurezza personale	La sicurezza personale ha la priorità assoluta. In caso di dubbio **«No Go»**, interrompere l'intervento!
Settore di caduta dei detriti	Non accedere ai settori in cui cadono detriti! Mantenere una distanza di sicurezza. **Regola di base:** almeno **1.5 volte l'altezza della costruzione!**

Sorveglianza degli edifici	Sorvegliare **costantemente** la stabilità delle costruzioni / degli elementi costruttivi con misure adeguate.
Capo della sicurezza	Designare sempre un capo della sicurezza.
Forze d'intervento	Impiegare solo le persone indispensabili nella zona di pericolo e solo per il tempo necessario. Preparare i sistemi di messa in sicurezza in un piazzale sicuro. Indossare sempre l'equipaggiamento di protezione personale. Garantire i collegamenti.
Approccio difensivo	Lavorare procedendo sempre dal settore più sicuro verso quello meno sicuro. Mantenere libera la via di fuga per le forze d'intervento.
Puntellamenti rapidi	Se i lavori di messa in sicurezza nella zona di pericolo richiedono molto tempo, eseguire prima un puntellamento rapido (per es. puntelli percasseforme).
Effetto mikado	Evitare scosse e vibrazioni (attrezzi da demolizione, macchine da cantiere). Non rimuovere, spostare o indebolire elementi costruttivi sotto carico.
Concetto d'emergenza	Garantire l'allarme d'emergenza Definire le vie di fuga, tenerle sgombre e illuminarle di notte Organizzare il punto di raccolta d'urgenza e il servizio sanitario

Tab. 2: Principali regole di sicurezza

Conoscenze di base

Procedimento generale per la messa in sicurezza di costruzioni ed elementi costruttivi

1. Valutazione della costruzione e degli elementi costruttivi.
2. Definire le misure di messa in sicurezza e tracciare schizzi.
3. Stabilire la procedura tattica in conformità con l'intervento complessivo (dove, cosa, chi, in quale ordine cronologico?).
4. Predisporre i dispositivi di sicurezza (sorveglianza dell'edificio, allarme, vie di fuga, illuminazione, punto di raccolta d'urgenza, ecc.).
5. Se il pericolo di crollo è elevato, eseguire puntellamenti rapidi come prima misura immediata.
6. Effettuare misurazioni per dimensionare i singoli elementi dei sistemi di messa in sicurezza.
7. Se necessario, tracciare schizzi della costruzione, stilare liste del materiale e dei pezzi e creare sagome.
8. Allestire il piazzale di preparazione e il deposito di materiale in un luogo sicuro.
9. Se possibile, preparare o prefabbricare i sistemi di messa in sicurezza sul piazzale di preparazione.
10. Installare e fissare i sistemi di messa in sicurezza sul posto, rimuovere eventuali puntellamenti rapidi.
11. Controllare i sistemi di messa in sicurezza ad intervalli regolari, ma sempre dopo ogni cambiamento della situazione (repliche sismiche, vibrazioni, ecc.) e perfezionarli o rinforzarli se necessario.

Valutazione di costruzioni e di elementi costruttivi

Dopo danni a edifici ed elementi costruttivi, si instaura un nuovo equilibrio staticamente labile, che reagisce in modo molto sensibile alle sollecitazioni esterne (urti, vibrazioni, ecc.). Prima di accedere alle zone di pericolo, occorre chiarire, mediante una valutazione, la capacità portante residua dei singoli elementi costruttivi e dell'intero edificio nonché le misure da adottare per mantenere o rinforzare l'equilibrio statico.

In occasione della valutazione è necessario verificare se si deve veramente accedere all'area sinistrata o se esiste un'altra soluzione (per esempio un accesso più lungo ma più sicuro per le operazioni di salvataggio).

Se la situazione dei danni è semplice, si adottano misure di messa in sicurezza improvvisate con l'ausilio di stime senza troppi calcoli statici.

Per una semplice valutazione sono sufficienti una cognizione minima di statica e conoscenze dei materiali, degli elementi e dei tipi di costruzione. In situazioni semplici e chiare non è sempre necessario coinvolgere ingegneri. Anche artigiani o capomastri qualificati e con esperienza nei settori dell'edilizia e del genio civile hanno un buon occhio, esperienza e capacità di giudizio. Ogni sezione dei pionieri comprende specialisti che dispongono di conoscenze tecniche acquisite con la loro attività professionale. In questa sede rinunciamo quindi a trattare i materiali, gli elementi costruttivi e i tipi di costruzione.

Si raccomanda l'uso di droni per evitare di entrare inutilmente nelle zone di pericolo e per effettuare comunque una ricognizione significativa.

Cedimento di costruzioni e di elementi costruttivi

Le costruzioni e gli elementi costruttivi possono cedere nei seguenti modi:

- rompersi, piegarsi (cedimento dei materiali della costruzione).
- Ribaltarsi.
- Rcivolare.
- Rprofondare nel terreno (sifonamento).

Criteri di valutazione

Si può effettuare una semplice valutazione sulla base dei seguenti **criteri**:

- Tipo di costruzione?
  - Costruzione massiccia (calcestruzzo armato, muratura)
  - Costruzione di legno
  - Costruzione con ossatura portante (acciaio, calcestruzzo)
- Qualità della costruzione?
- Terreno, fondazione?
  Terreno molle, in pendenza?
- Tipo di destinazione d'uso, numero di piani?
- Classe di danno?
- Carichi e forze agenti? Di solito non si possono calcolare o solo con difficoltà (una tabella con la densità dei principali materiali da costruzione è riportata nell'appendice Fig 116 pag. 85.
- Quali elementi costruttivi assolvono una funzione portante statica?

Fig. 1: Dissipazione delle forze nella fondazione (Wellenhofer, Technisches Hilfwerk – THW)

Classe	Stato		Segno
1	Danni lievi		danneggiato
2	Danni moderati		
3	Danni gravi		parzialmente distrutto
4	Danni ingenti		
5	Distrutto		completamente distrutto

Tab. 3: Classe dei danni

- Come vengono dissipati i carichi nel terreno?
- Quali sono i punti deboli degli elementi portanti?
  - Elementi costruttivi sovraccaricati
  - Elementi costruttivi / collegamenti danneggiati o rotti
  - Indizi di un pericolo di crollo
  - Dislocazione di elementi costruttivi (per esempio pareti diventano solai, solai diventano pareti).
- Indizi tipici di elementi costruttivi indeboliti (Figure 2 – 5):
  - Cedimento dei componenti > 3 mm
  - Presenza di fessure nel calcestruzzo armato, superiori ai 3 mm
  - Crepe aperte nella muratura
  - Supporti indeboliti o sovraccaricati
  - Ferri d'armatura scoperti
  - Quali forze possono ancora essere sopportate dagli elementi costruttivi?

- Quali forze devono essere sopportate dai sistemi di messa in sicurezza? È possibile sopportare queste forze con i sistemi di messa in sicurezza disponibili?
- Vi sono elementi costruttivi penzolanti, distaccati o storti?
- Gli elementi costruttivi instabili possono essere rimossi senza effetti negativi sull'equilibrio statico?

La stabilità del calcestruzzo armato è da considerarsi critica già con la presenza di lesione (fessurazioni) di 3 mm di larghezza!

Fig. 2: Lesioni in un solaio di calcestruzzo armato

Fig. 3: Crepa in un muro di laterizio

Fig. 4: Elementi portanti indeboliti / sovraccaricati

Fig. 5: Ferri da armatura scoperti

Grado di danno	Genere di danni	Misure di messa in sicurezza
1	Danni inesistenti o lievi	Non necessarie
2	Danni importanti	Puntellamento a seconda dei danni
3	Danni gravi	Puntellamento totale 1)
4	Perdita funzionale	Puntellamento totale 1)
5	Danni totali	Non è più possibile adottare misure

Tab. 4: Valutazione danni alla costruzione (metodo dei 5 gradi di danno)

- Valutazione dei singoli elementi costruttivi secondo il metodo dei 5 gradi di danno (dipl. ing. Holger Hohage, Technisches Hilfwerk – THW):
- Esistono settori di caduta di detriti?
- Che cosa potrebbe
  - Cadere
  - Ribaltarsi
  - Scivolare
  - Crollare

  a causa di repliche sismiche, scosse, manipolazioni o operazioni di salvataggio?
- Altri pericoli (elettricità, gas, acqua, sostanze pericolose, pericolo di cadere dall'alto, ecc.).
- Valutazione definitiva della capacità portante residua dell'intera costruzione (se singoli elementi costruttivi vengono valutati con un grado di danno 4 o 5, non significa per forza che l'intera costruzione è instabile!)
  - Stabile?
  - Instabile?
  - Completamente instabile?
- A quali zone è vietato accedere (zone rosse, No-Go-Areas)?

Fig. 6: Settore di caduta dei detriti

In caso di interventi di lunga durata o di cambiamenti, la costruzione e gli elementi costruttivi devono essere valutati a più riprese!

Una buona fonte di informazioni non sono solo i periti, ma anche i proprietari, i residenti e i vicini.

Da questa valutazione si deducono le **misure di messa in sicurezza necessarie** e le ulteriori procedure.

Classificazione dei possibili sistemi di messa in sicurezza

Sistemi di puntellamento

Posizione

A seconda della forza applicata, della situazione e dell'attrezzatura disponibile, i sistemi di puntellamento possono essere utilizzati verticalmente, orizzontalmente oppure obliquamente.

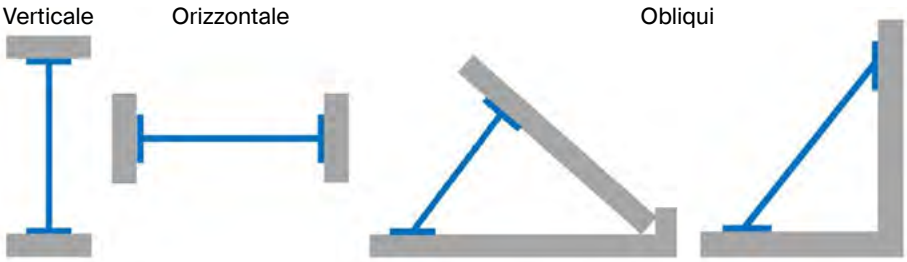


Fig. 7: Posizione dei sistemi di puntellamento (Blockhaus – THW)

Montaggi di base

I sistemi di puntellamento possono essere suddivisi in tre montaggi di base:

Puntello singolo

- Tipo di puntellamento più semplice
- Può essere utilizzato verticalmente, orizzontalmente o obliquamente a seconda del genere di puntellamento.
- Particolarmente idoneo come primo puntellamento rapido
- Montaggio relativamente semplice

Fig. 8: Puntello singolo

Puntellamento bidimensionale

- Singoli puntelli collegati tra loro per formare un puntellamento bidimensionale a graticcio
- Può essere utilizzato verticalmente, orizzontalmente o obliquamente a seconda del genere di puntellamento.
- Richiede competenza professionale

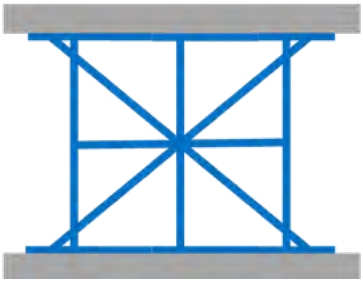


Fig. 9: Puntellamento bidimensionale

Puntellamento tridimensionale

- Puntellamenti bidimensionali collegati tra loro per formare un puntellamento tridimensionale
- Può essere utilizzato verticalmente, orizzontalmente o obliquamente a seconda del genere di puntellamento.
- Richiede l'impiego di pionieri di salvataggio ben istruiti.
- A prova di cedimento: è la prima scelta per i puntellamenti dopo un sisma!

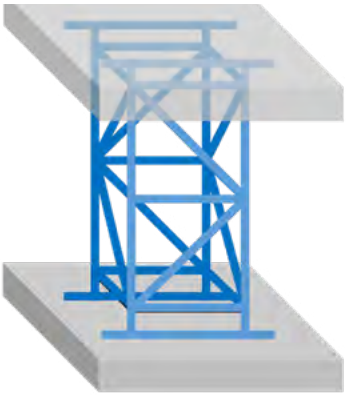
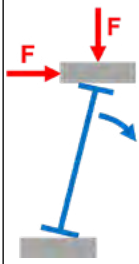


Fig. 10: Puntellamento tridimensionale

Comportamento portante e tempo di montaggio

Il comportamento portante e il tempo di montaggio necessario dipendono in larga misura anche dall'attrezzatura utilizzata. Un singolo puntello per carichi pesanti può ad esempio sopportare forze enormi.

	Sicurezza portante	Resistenza all'inflessione	Resistenza al ribaltamento	Tempo di montaggio
				
Puntello singolo	✓	✓	✓	✓✓✓
Puntellamento bidimensionale	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
Puntellamento tridimensionale	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓

Tab. 5: Comportamento portante e tempi di costruzione con identico materiale di supporto

Sistemi di tiranti

Gli elementi costruttivi possono essere messi in sicurezza anche con tiranti (funi metalliche sotto trazione o barre filettate).

Tiranti con trazione verso l'interno o l'esterno

- Messa in sicurezza di elementi costruttivi con tiranti che esercitano una trazione verso l'interno o verso un ancoraggio esterno.
- Possono essere utilizzati orizzontalmente, verticalmente o obliquamente.
- Richiedono molta competenza tecnica.

Tirantatura

- Le pareti danneggiate (per es. in laterizio) vengono rinforzate con travi di legno e tiranti con barre filettate.
- Richiede molta competenza tecnica soprattutto nella progettazione.

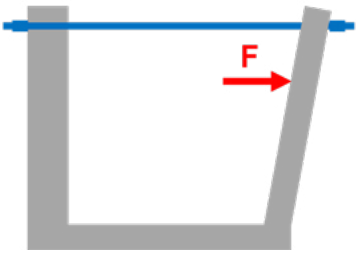


Fig. 11: Tirante verso l'interno

Fig. 12: Tirantatura

Misure di messa in sicurezza con macchinari edili

I macchinari edili permettono di mettere in sicurezza molto rapidamente gli elementi costruttivi instabili e pericolanti senza che le persone debbano entrare nella zona di pericolo. Sono quindi ideali, quali misura d'urgenza, per una **prima messa in sicurezza**, soprattutto per proteggere le forze d'intervento che devono installare altri dispositivi o prestare i primi soccorsi. Attenzione: l'uso dei macchinari edili richiede molta esperienza e prudenza. Basta qualche centimetro di troppo per far crollare l'elemento costruttivo!

Devono però essere disponibili un accesso e un'area di manovra abbastanza ampia per la macchina edile. Occorre inoltre rispettare una distanza di sicurezza per proteggere il macchinista. Spesso queste condizioni non sono soddisfatte, soprattutto durante gli interventi per far fronte alle conseguenze di un sisma.

Sollevatore telescopico

- Puntellamento di elementi costruttivi instabili con un sollevatore telescopico
- Richiede molta esperienza e un macchinista professionista.

Autogrù

- Messa in sicurezza o puntellamento di elementi costruttivi pericolanti
- Rimozione di parti di edifici
- Le persone devono entrare nell'area di pericolo per agganciare i carichi.
- Grossa macchina edile che richiede molta esperienza e un macchinista professionista.

Fig. 13: Puntellamento con un sollevatore telescopico

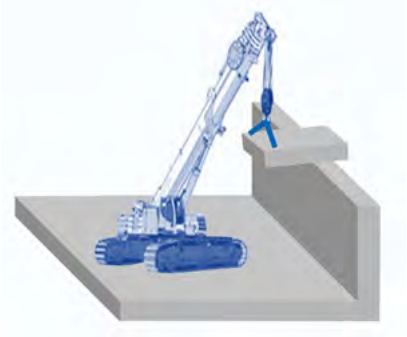


Fig. 14: Messa in sicurezza con un'autogrù

I macchinari edili non vengono utilizzati solo per mettere in sicurezza o rimuovere elementi costruttivi. Sono indispensabili anche per montare e posizionare grandi e pesanti strutture di messa in sicurezza o per trasportare le forze d'intervento e il materiale in luoghi elevati e difficilmente accessibili dal basso.

Oltre ai sollevatori telescopici e alle autogrù, anche escavatori, autoscale e piattaforme di salvataggio e di lavoro elevabili (navicelle) possono essere macchine fondamentali per la messa in sicurezza di elementi costruttivi.

Le macchine edili possono essere utilizzate solo da operatori professionisti ed esperti, in possesso delle pertinenti autorizzazioni alla guida (patente)! In caso di catastrofe, l'utilizzo di detti mezzi da parte di personale non debitamente formato, può comportare un alto fattore di rischio.

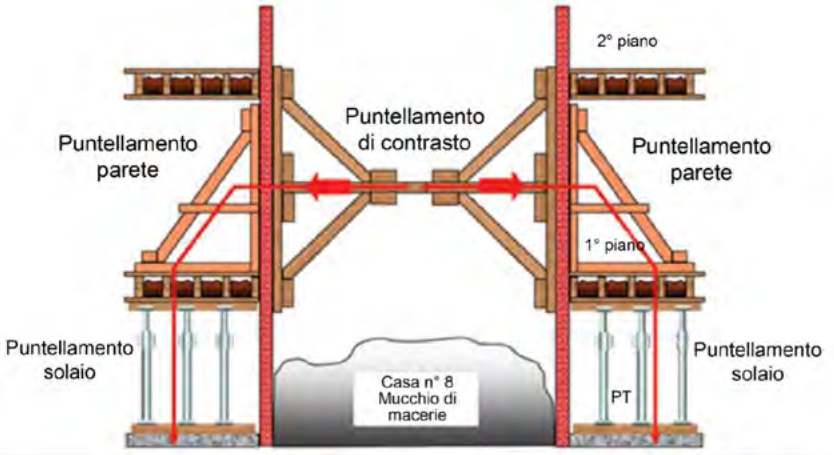


Fig. 15: Dissipazione delle forze orizzontali attraverso un puntellamento di contrasto (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

Dissipazione delle forze tramite misure di messa in sicurezza

Le misure di messa in sicurezza servono a dissipare il sovraccarico di un elemento costruttivo danneggiato nella fondazione o nel suolo attraverso una parte strutturale portante. A seconda della situazione, un'unica misura di messa in sicurezza potrebbe non bastare, ma potrebbero essere necessarie diverse misure coordinate di messa in sicurezza. Ciò viene spiegato con il seguente esempio di puntellamento di due facciate opposte:

- due facciate prospicienti pericolanti vengono puntellate orizzontalmente con un puntellamento di contrasto.
- La pressione orizzontale di ogni facciata viene trasmessa all'altra attraverso il puntellamento di contrasto. Le facciate possono sopportare le forze orizzontali solo in misura limitata (soprattutto se sono in muratura). Se le forze sono troppo grandi, le facciate potrebbero crollare.
- Pertanto le facciate devono essere messe in sicurezza anche con puntoni di ritegno.
- I puntoni delle facciate trasmettono le forze ai solai. Se questi sono troppo deboli, potrebbero crollare anch'essi per sovraccarico.
- In tal caso, occorre puntellare anche i solai da sotto in modo da dissipare le forze nella fondazione.
- Il puntellamento delle facciate viene solitamente montato dal basso (fondamenta, suolo) verso l'alto.

Nella pianificazione dell'intervento occorre valutare gli effetti delle forze e i percorsi di dissipazione delle forze non solo prima, ma anche dopo l'installazione di una misura di messa in sicurezza!

Monitoraggio delle costruzioni e degli elementi costruttivi

Le squadre d'intervento che installano i sistemi di messa in sicurezza o eseguono i lavori di salvataggio sono esposte al rischio di cedimento di elementi costruttivi o di interi edifici. Con il monitoraggio e l'organizzazione dell'allarme (come parte del piano d'emergenza) s'intende quindi garantire che un cedimento imminente venga rilevato prima del crollo e che le forze d'intervento abbiano abbastanza tempo per lasciare la zona di pericolo.

Monitoraggio semplice

- Osservare i cambiamenti (formazione di crepe, movimenti, distacco di sassi e materiale fine, caduta di intonaco, deformazioni eccessive, ecc.).
- Ascoltare gli scricchiolii (è un «buon» segnale d'allarme soprattutto per gli elementi costruttivi in legno).
- In caso di terremoto: avvertire eventuali repliche sismiche
- Individuare eventuali supporti sovraccarichi (scricchiolii, travi e montanti piegati, travi schiacciate da montanti, ecc.).

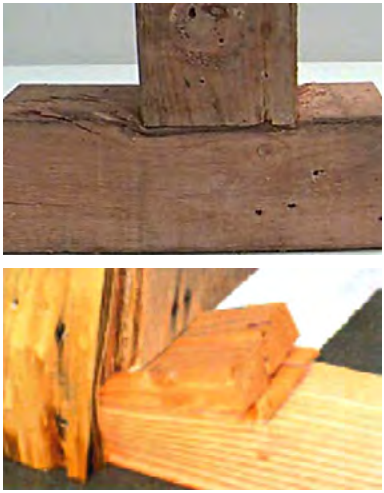


Fig. 16: Travi schiacciate dai montanti sono un segnale di sovraccarico (Federal Emergency Management Agency – FEMA)

Monitoraggio delle crepe

Possibilità per monitorare le crepe:

tracciare una linea dritta ben visibile sulla crepa con una vernice colorata. Se la linea si spezza è segno che c'è stato un movimento. Per tracciare la linea, qualcuno deve entrare nella zona di pericolo.

Applicare un sigillo di gesso o di vetro con malta cementizia sulla crepa. Se il sigillo si rompe è segno che c'è stato un movimento. Per applicare il sigillo, qualcuno deve entrare nella zona di pericolo.

Fig. 17: Monitoraggio della crepa con un tratto colorato (Regina Wenk)

Fig. 18: Monitoraggio della crepa con un sigillo di gesso

Monitoraggio con il rilevatore di movimento

Il rilevatore di movimento viene montato su un elemento costruttivo o su un puntello. Fa scattare automaticamente l'allarme in caso di movimenti o vibrazioni. Qualcuno deve entrare nella zona di pericolo per posizionarlo.

Fig. 19: Rilevatore di movimento (OPC Turgovia)

Monitoraggio con strumenti ottici

Il tacheometro serve a monitorare angoli critici, spigoli e linee. Se l'elemento costruttivo esce dal mirino significa che si è mosso. Il tacheometro dev'essere controllato da una persona a intervalli brevi e regolari. Non è necessario entrare nella zona di pericolo.

È possibile applicare rifrangenti in più punti critici e monitorare automaticamente eventuali movimenti di questi punti con un moderno tacheometro con puntatore laser. Ciò richiede attrezzature speciali e personale qualificato (geometri). La strumentazione fa scattare automaticamente l'allarme in caso di movimenti. Qualcuno deve entrare nella zona di pericolo per applicarli.

Monitoraggio dei punti critici con tacheometri con puntatori laser appositamente concepiti per gli interventi di salvataggio. Se gli elementi costruttivi monitorati si muovono, scatta automaticamente l'allarme. La soglia d'allarme può essere impostata. Questi strumenti sono adatti alla milizia e possono essere utilizzati dopo una breve istruzione. Nessuno è costretto ad entrare nella zona di pericolo.

Fig. 20: Tacheometro

Fig. 21: Tacheometro con puntatore laser (OPC Turgovia)

Attrezzature e materiale di puntellamento

Puntellare con legname

Il legno è il materiale più utilizzato per i puntellamenti. Di solito si utilizza legname da costruzione di pino o abete disponibile in commercio. Il legno è indispensabile anche per altri sistemi di puntellamento come base o per i giunti ed è quindi fondamentale per qualsiasi intervento di puntellamento.

Fig. 22: Puntellamento di una parete con legname (FEMA)

Vantaggi

- Leggero ma comunque molto resistente al carico.
- Può essere adeguato a quasi tutte le situazioni.
- Lavorabile con attrezzi semplici.
- Se le dimensioni sono sufficienti, il legno ha per così dire un sistema d'allarme rapido incorporato. Si rompe e scricchiola (rottura delle fibre deboli) prima che il puntellamento ceda completamente.
- È disponibile ovunque a livello regionale.

Svantaggi

- Richiede molto tempo per l'approntamento e l'installazione.
- Gli operatori rimangono quindi più a lungo nella zona di pericolo.
- Richiede l'impiego di specialisti Senza artigiani del legno (falegnami e carpentieri) o pionieri appositamente istruiti è difficile garantire la sicurezza portante e l'idoneità dei puntellamenti di grandi dimensioni.
- Il legno può restringersi se rimane troppo a lungo sul posto e il puntellamento potrebbe cedere.

Puntellare con attrezzature dell'edilizia

- Puntello per solai
  - Modello normale in acciaio
  - Puntello in metallo leggero per carichi pesanti. Grazie agli accessori, può anche essere utilizzato in serie per puntellamenti bi- o tridimensionali

Fig. 23: Puntello per solai (Peri)

- Puntello per trincee

Fig. 24: Puntello per trincee

- Puntello regolabile
  È concepito per puntellamenti di ritegno obliqui e resiste sia alla pressione che alla trazione

Fig. 25: Puntello regolabile (tira – spingi)

- Impalcatura
  Le impalcature universali sono particolarmente versatili e adattabili alla situazione.

Fig. 26: Puntellamento tridimensionale

Vantaggi

- Elevata capacità di carico.
- Richiede poco o nessun tempo per l'approntamento e viene installato rapidamente.
- Gli operatori rimangono quindi solo poco tempo nella zona di pericolo.
- Le singole parti possono generalmente essere trasportate sul posto da una sola persona.
- Attrezzature collaudate e robuste per un uso efficiente nell'edilizia- Non richiede grandi capacità manuali.
- È disponibile ovunque a livello regionale.

Svantaggi

- I puntelli metallici possono cedere all'improvviso senza segnali premonitori.
- La maggior parte dei sistemi sono concepiti per l'installazione parallela o verticale sull'elemento costruttivo da puntellare. I puntellamenti obliqui sono generalmente possibili solo con ulteriori adattamenti (legno).
- I pionieri devono ricevere un'istruzione minima all'uso dei sistemi.

Puntellare con puntelli di soccorso multifunzionali

Vantaggi

- Capacità di carico molto elevata.
- Estremamente versatile, può essere praticamente adattato a qualsiasi situazione.
- Richiede poco o nessun tempo d'approntamento e si installa molto rapidamente.
- Gli operatori rimangono quindi solo poco tempo nella zona di pericolo.
- Le singole parti possono generalmente essere trasportate sul posto da una sola persona.
- Semplice e adatto alla milizia.
- Molte altre applicazioni possibili negli interventi di soccorso (per es. treppiede o bipiede).
- Non richiede grandi capacità manuali.

Svantaggi

- Costoso.
- I pionieri devono essere istruiti all'uso dei sistemi.

Fig. 27: Puntellare con puntelli di soccorso multifunzionali (Paratech)

Puntellare con blocchi di plastica del salvataggio

Vantaggi

- Capacità di carico molto elevata.
- Versatile, può essere adattato a molte situazioni.
- Non richiede tempi d'approntamento e si installa molto rapidamente.
- Gli operatori rimangono solo poco tempo nella zona di pericolo.
- Particolarmente adatto per la messa in sicurezza durante il sollevamento di carichi con attrezzi di sollevamento.
- Semplice e adatto alla milizia.

Svantaggi

- Idoneo solo per messe in sicurezza e puntellamenti bassi e di piccole dimensioni

Fig. 28: Blocchi e cunei di plastica per mettere in sicurezza e puntellare (Holmatro)

Attrezzatura supplementare necessaria

Oltre all'equipaggiamento generale dei pionieri, occorre garantire anche le attrezzature elencate di seguito.

Per misurare

- Metro pieghevole, bindella, strumento di misurazione laser.
- Squadra a cappello, goniometro.

Per approntare

- Motosega, sega a mano, seghetto da carpentiere.
- Chiodi o viti per legno (meglio le viti) nelle lunghezze richieste.
- Attrezzatura per forare (trapano) e avvitare (avvitatore a batteria).
- Materiale per collegamenti e controventature (per es. graffe, piastre chiodate, pannelli di legno, nastro di ferro forato, assi di legno, tubolari per impalcature con giunti adeguati, cinghie con cricchetto).

Per installare:

- Livella
- Cunei di legno.
- Scala multifunzionale della lunghezza necessaria.
- Materiale d'ancoraggio (ancoraggi per calcestruzzo, barre d'ancoraggio, ancoraggi per terreno, ecc.).
- Eventualmente sollevatore telescopico.

Regole per il puntellamento

Regole generali

Non cercare mai di spingere gli elementi costruttivi nella loro posizione originale!

Di regola, i puntellamenti devono essere sovradimensionati.

Ancorare sempre i puntelli solidamente al suolo o direttamente sugli elementi costruttivi portanti (solai in calcestruzzo, putrelle, travi, travetti, ecc.). Non appoggiare mai su detriti, macerie, strati intermedi molli (isolazioni, schiuma poliuretanica) o controsoffitti.

In caso di **terremoto**, utilizzare solo puntellamenti tridimensionali sicuri contro il ribaltamento o ancorare i puntelli.

- Per i puntellamenti montati verticalmente si devono rispettare i seguenti rapporti:
- rapporto altezza: larghezza ideale = 1:1 (principio del dado).
- Rapporto altezza: larghezza massimo = 3:1.

Come strato intermedio utilizzare sempre blocchi di legno o di plastica utilizzati nel salvataggio. Non appoggiare mai l'acciaio direttamente sull'acciaio o l'acciaio su pietra.

Se sussiste un pericolo di punzonamento, ripartire sempre le forze su una grande superficie mediante traversine e listelli di legno.

Controventare e irrigidire i puntellamenti collegandoli tra loro (o contro strutture) in modo da formare triangoli solidi.

Fissare anche i cunei.

Non utilizzare mai pietre per puntellare (potrebbero rompersi).

Alla fine ogni puntellamento deve essere fissato tramite carico o tensione. Occorre evitare un carico dinamico.

Messa in sicurezza di elementi costruttivi che vengono **sollevati** con attrezzi di sollevamento:

- fissare sempre il carico; non deve mai potersi muovere accidentalmente o in modo incontrollato.
- Per la messa in sicurezza sono idonee pile di listelli di legno incrociati (vedi pag. 52), blocchi di plastica del salvataggio nonché tendicavi o verricelli manuali per evitare lo spostamento laterale.
- Sollevare il carico un po' alla volta puntellandolo gradualmente a strati.
- Via le mani! Per puntellare il carico sollevato utilizzare sempre strumenti ausiliari al posto delle mani.

Mai sollevare e puntellare contemporaneamente il carico!

Regole per l'impiego di legname

Solo tagli eseguiti a regola d'arte garantiscono una trasmissione corretta delle forze.

Dimensioni e resistenza al carico

Per il puntellamento utilizzare solo legni squadrati o tondi con dimensioni di almeno 10 × 10 cm, per la controventatura e l'irrigidimento utilizzare listelli di dimensioni pari o superiori a 5 × 10 cm.

Elementi costruttivi corti e tozzi (per es. tavole o travi disposte piatte) vengono caricati solo per compressione e possono essere facilmente dimensionati. Per contro, puntelli di legno lunghi e sottili si piegano prima che venga raggiunta la resistenza alla compressione della sezione del legno. Non è possibile fare un semplice calcolo, ma ci si può basare su apposite tabelle (vedi tabella 6 nella pagina seguente).

Diametro o lunghezza dello spigolo	**Carico di compressione ammissibile su puntelli di legno tondi o squadrati in kg su una lunghezza di**						
	2,0 m	2,5 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m	4,5 m	5,0 m
8 cm	1200	800	550	440	300	250	200
10 cm	2700	1900	1300	1000	800	600	500
12 cm	4600	3700	2800	2100	1600	1200	1000
14 cm	7000	6000	4900	3800	2900	2300	1900
16 cm	9700	8600	7400	6200	5000	3900	3200
18 cm	13000	11700	10400	9000	7000	6300	5100
20 cm	16800	15200	13800	12200	10800	9300	7800

Attenzione: per i puntelli di legno con una sezione non quadrata, vale sempre la lunghezza dello spigolo più corto. Se il legno è fresco, la resistenza si riduce di circa il **30%!**

Tab. 6: Carico di compressione ammissibile su puntelli tondi o squadrati lunghi e sottili di legno tenero (il punto di inflessione è decisivo)

Carico di compressione ammissibile su elementi corti e tozzi di legno tenero (il punto di inflessione non è decisivo):

- Carico ammissibile perpendicolarmente alle fibre: 2,0 N/mm² (20 kg/cm²))
- Carico ammissibile longitudinalmente alle fibre: 8,0 N/mm² (80 kg/cm²)

Dato che non è sempre facile stimare la forza che agisce sui puntellamenti improvvisati, risulta difficile determinare la dimensione di un puntello di legno sulla base della tabella dei carichi. Per questi casi, la **FEMA** (Federal Emergency Management Agency = American Civil Defense) ha sviluppato una semplice **regola empirica** per dimensionare i puntelli di legno squadrati: un puntello di legno deve essere dimensionato almeno in modo tale che il «sistema di preallarme» segnali un sovraccarico (scricchiolii dovuti alla rottura delle fibre di legno deboli) prima che il puntello si spezzi:

$$L_{puntello} \leq x_{lunghezza\ dello\ spigolo} * 25$$

lunghezza max. del puntello ≤ lunghezza dello spigolo più corto × **25**

Esempio: un puntello di legno con una sezione quadrata di 10 × 10 cm può essere lungo al massimo 10 cm × 25 = 250 cm. Puntelli più lunghi con la stessa sezione trasversale potrebbero rompersi senza preavviso.

Attenzione: si tratta di una regola empirica da applicare solo in caso **d'emergenza**. Non è provata scientificamente e non è una norma ufficiale!

Ausili dettagliati per il dimensionamento dei puntelli di legno tondi e squadrati (con classe di resistenza C24) figurano nell'appendice pag. 86.

Elementi per collegare, fissare o controventare elementi costruttivi di legno

Nel caso dei collegamenti di elementi di legno, occorre distinguere se servono solo a fissare la loro posizione oppure a trasmettere forze staticamente portanti.

Battuta:

La battuta è una tavola di contrasto fissata su un supporto di legno per assorbire le forze di compressione del puntello o puntone (solitamente inclinato).

Dimensioni della battuta:

- Lunghezza: almeno 2 × larghezza del puntone (parte più larga)
- Larghezza: identica a quella del supporto di legno
- Altezza: identica a quella dell'estremità tagliata del puntone

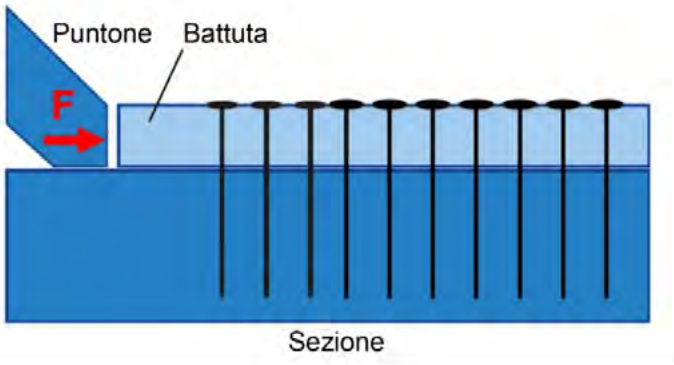


Fig. 29: Principio di costruzione di una battuta (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

Ausili per fissare i collegamenti:

- Pannelli laminati (per es. d'armatura): quadrati (30 cm × 30 cm), rettangolari (15 cm × 30 cm) o triangolari (quadrato diviso in due)
- Piastra di lamiera forata
- Graffa metallica
- Nastro forato di ferro

Questi ausili servono principalmente per fissare i collegamenti. Per la trasmissione di forze agenti staticamente, essi sono ammissibili solo nei puntellamenti semplici e di piccole dimensioni.

Collegamento di elementi di legno con viti o chiodi:

Se possibile avvitare (con l'avvitatore a batteria), non inchiodare:

- Si evitano colpi/vibrazioni
- Facilita il lavoro negli spazi ristretti
- Gli adattamenti o lo smontaggio sono più semplici

Le viti per pannelli truciolari a testa piatta e Torx sono ideali poiché squarciano meno il legno delle viti a testa svasata.

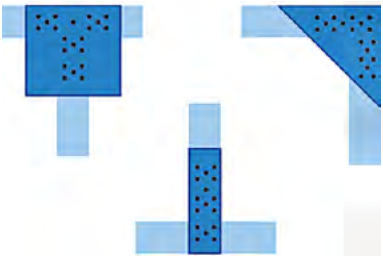


Fig. 30: Pannelli laminati per fissare (con viti o chiodi) elementi di legno (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

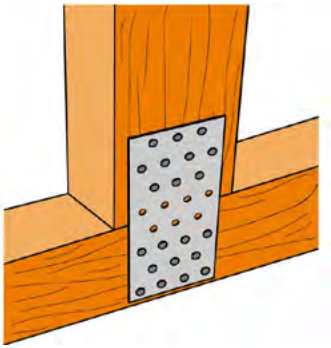


Fig. 31: Piastra per fissaggi (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

Fig. 32: Graffa (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

Fig. 33: Nastro forato di ferro (sanitaerschweiz.ch)

Regola empirica per avvitare o inchiodare una tavola di fissaggio:

Secondo lo schema rappresentato nella figura, si alternano due viti (o chiodi) accoppiati e una vite (o un chiodo) centrale più volte a dipendenza della forza agente (nella figura in alto: serie consecutiva di 5 viti analogamente al disegno sul dado da gioco).

⅔ della lunghezza della vite (o del chiodo) sono infissi nel supporto di legno.

Per la distanza delle prime 2 viti (o dei primi 2 chiodi) dal bordo della battuta, si distingue tra il bordo caricato e quello non caricato.

Grossi elementi di legno squadrati possono anche essere avvitati da parte a parte con bulloni filettati (per es. bulloni a testa tonda con quadro sottotesta, barre filettate) e dadi.

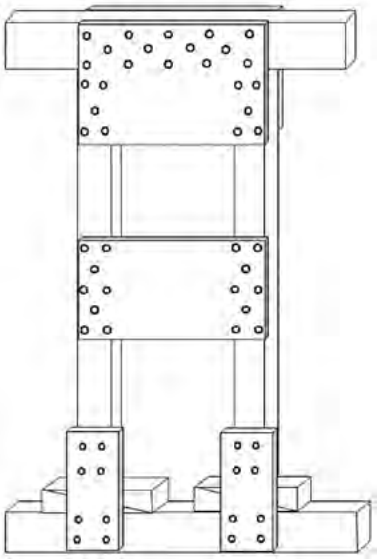


Fig. 35: Schema per fissare e rinforzare un puntello bidimensionale secondo il modello americano (FEMA)

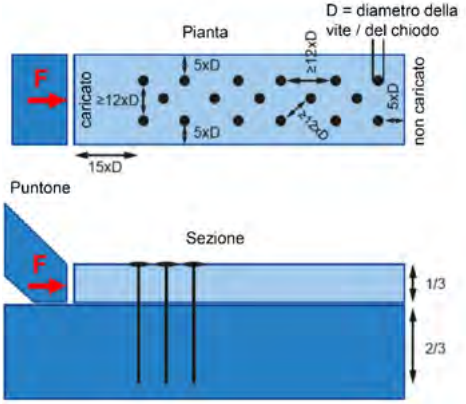


Fig. 34: Schema per fissare la battuta sul supporto di legno (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

Utilizzo di graffe:

Le graffe sono collegamenti a trazione. Non sottoporle mai a pressione.

Utilizzarle sempre in coppia per fissare ambo i lati degli elementi di legno da collegare.

Impedire gli spostamenti laterali tramite due graffe posizionate ad angolo.

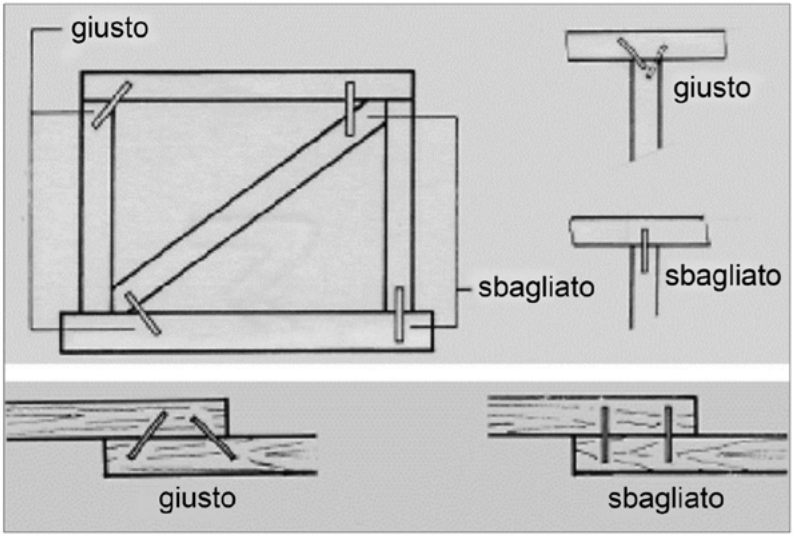


Fig. 36: Montaggio corretto delle graffe (Esercito svizzero)

Cunei di legno:

I cunei di legno vengono utilizzati per rinforzare puntoni di legno, per compensare dislivelli o per adattare i puntellamenti a superfici inclinate.

Con un rapporto altezza/lunghezza di 1:10 sono autobloccanti e generano una forza di tensione sufficientemente alta.
La dimensione standard dei cunei è L × B × H = 300 × 100 × 40 mm. Se il cuneo viene utilizzato per sostenere un puntello squadrato, la sua larghezza deve corrispondere a quella del puntello.

I cunei di legno dovrebbero essere fatti di legno duro.

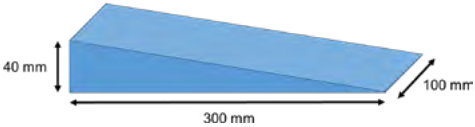


Fig. 37: Dimensioni di un cuneo di legno

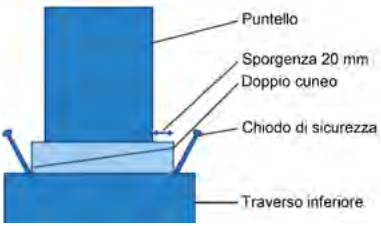


Fig. 38: Rinforzo di un puntello con un paio di cunei (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

Per rinforzare un puntello, occorre utilizzare sempre due cunei accoppiati uno sopra l'altro (doppio cuneo). I cunei dovrebbero essere larghi almeno quanto il puntello di legno (in presenza di un puntello squadrato molto largo, utilizzare due coppie di cunei una accanto all'altra).

Fissare sempre i cunei!

I cunei devono garantire una trasmissione ottimale della forza. Non sono ammessi spazi tra i cunei. L'altezza dei cunei deve quindi essere calcolata in funzione della lunghezza del puntello da rinforzare.

Fig. 39: Posizionamento corretto e posizionamento errato dei cunei (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

Sistemi di puntellamento «Shoring»

In generale

A seconda della situazione e del materiale disponibile, sono possibili diverse costruzioni di puntellamento. Di seguito, presentiamo con degli esempi quelle più comuni.

Ci basiamo su costruzioni in legno, che vengono qui trattate un po' più in dettaglio. Il principio di costruzione di puntellamenti con materiale dell'edilizia o di salvataggio è fondamentalmente identico. Riportiamo alcuni esempi di queste costruzioni dopo le costruzioni in legno. Chi utilizza attrezzature commerciali, deve osservare le istruzioni d'uso e di sicurezza del fabbricante, che non vengono qui riportate ma devono essere ricavate dai relativi documenti d'uso.

Chi utilizza sistemi di puntellamento commerciali omologati, deve attenersi alle istruzioni del fabbricante!

Insieme alle conoscenze di base, vengono qui forniti riferimenti e spunti sufficienti per scegliere e costruire un puntellamento adeguato e portante in caso di bisogno. A seconda della situazione, i puntellamenti possono essere ulteriormente rinforzati, assicurati oppure fissati in altro modo. Oltre alla competenza tecnica, anche la creatività e l'inventiva sono decisive durante gli interventi d'emergenza.

In caso di un grave evento su vasta scala, ad esempio dopo un sisma, entrano in azione non solo le squadre di soccorso nazionali, ma anche quelle internazionali. Le norme per questi interventi internazionali sono definite sotto l'egida dell'ONU nelle linee guida INSARAG (International Search and Rescue Advisoriy Groupe). La lingua comune utilizzata dalle squadre di soccorso è l'inglese. Oltre alle denominazioni in lingua italiana per i sistemi di puntellamento standard sono quindi riportate tra parentesi anche quelle in lingua inglese.

Puntellamenti verticali («Vertical Shore»)

Dissipazione delle forze

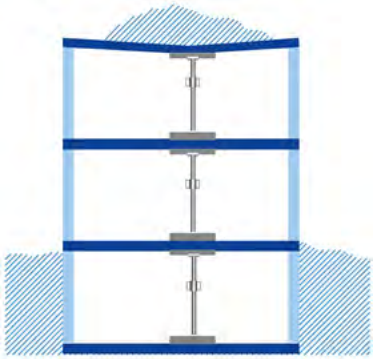


Fig. 40: Dissipazione delle forze in un edificio a più piani (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

Negli edifici a più piani, le forze devono essere generalmente dissipate nel sottosuolo portante con puntelli attraverso tutti i piani a partire dal piano danneggiato.

I puntelli devono essere applicati direttamente agli elementi costruttivi portanti e posizionati esattamente in verticale uno sopra l'altro.

Nell'**appendice** sono riportati ausili per il dimensionamento, telai di puntelli (distanze tra i puntelli e diametri dei puntelli) e suggerimenti per il puntellamento di interi edifici.

A seconda della situazione, si può iniziare a puntellare dall'alto o dal basso. Se si inizia dal basso, il rischio potenziale di crollo del solaio danneggiato rimane fino alla fine. Se si inizia dall'alto, questo rischio diminuisce progressivamente con ogni puntellamento aggiuntivo.

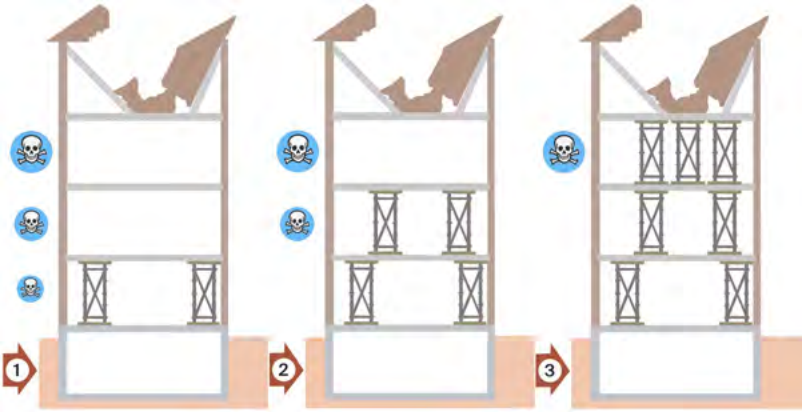


Fig. 41: Realizzazione del puntellamento dal basso verso l'alto (Wellenhofer)

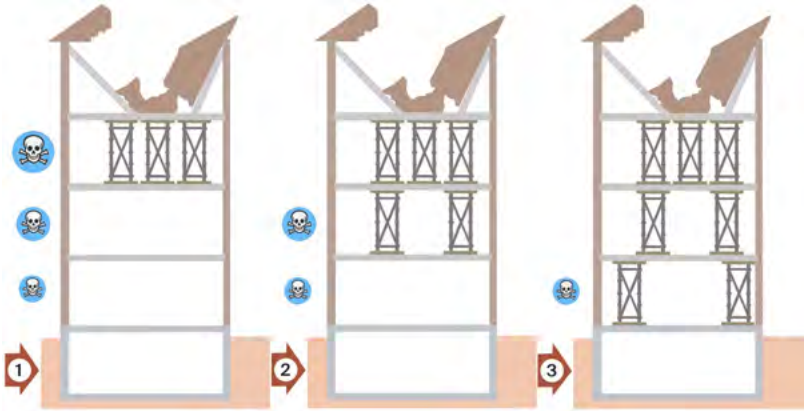


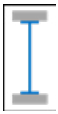
Fig. 42: Realizzazione del puntellamento dall'alto verso il basso (Wellenhofer)

Il puntellamento di edifici alti e di grandi dimensioni comporta un dispendio enorme, e fa perdere tempo prezioso durante le operazioni di soccorso. Per questo motivo, la FEMA ha elaborato una **semplice regola empirica** per gli interventi d'emergenza:

- Nelle costruzioni di legno o a ossatura portante, un piano intatto sostiene un piano danneggiato.
- Nelle costruzioni in calcestruzzo o in muratura, due piani intatti sostengono un piano danneggiato.

Attenzione: si tratta solo di una **regola empirica** per gli interventi d'emergenza e non è scientificamente provata! Un carico supplementare sul solaio danneggiato dovuto a detriti o macerie non è previsto in questo calcolo! È importante dissipare la forza su una superficie più ampia possibile ed evitare punzonamenti.

I puntelli devono essere sempre verticali e **caricati al centro**. In caso di carico eccentrico, la capacità portante dei puntelli diminuisce fortemente.



Puntelli verticali singoli «T-Shore»

Puntelli singoli di legno

La **lunghezza** della trave squadrata utilizzata per il traverso (inferiore e superiore) deve essere almeno **5 volte la larghezza del puntello**.

Pre-assemblare puntello e traverso inferiore sul piazzale di preparazione. Se si utilizza una trave rettangolare, posizionare sempre il traverso con il lato più lungo in verticale (maggiore stabilità alla flessione).

Dopo l'incuneatura, fissare bene i cunei e il collegamento tra il puntello e il traverso inferiore.

Fig. 45: Puntello verticale di legno

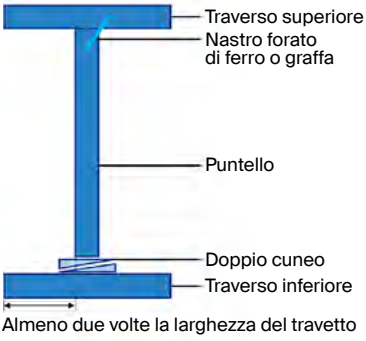


Fig. 43: Costruzione di un puntello singolo di legno (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

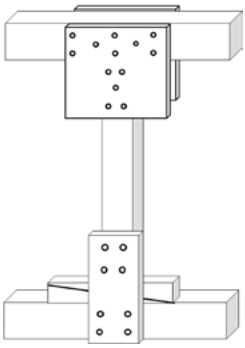


Fig. 44: T-Shore (FEMA)

Puntelli singoli dell'edilizia e del salvataggio (esempi)

Fig. 46: Puntelli singoli dell'edilizia (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

Fig. 47: Puntello singolo del salvataggio (Paratech)

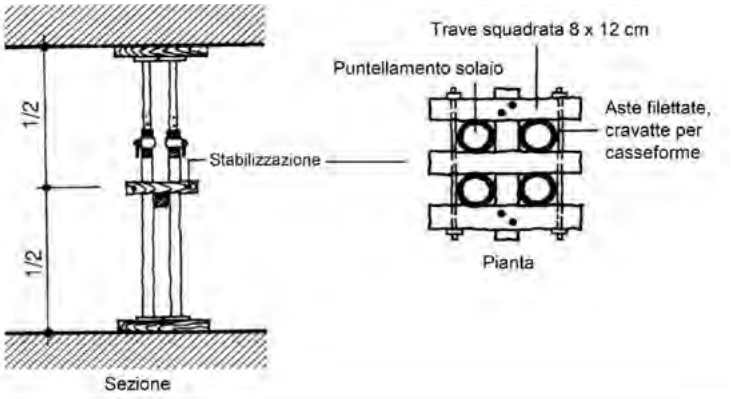
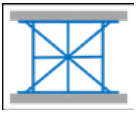


Fig. 48: Principio di realizzazione di un puntellamento per carico pesante composto da quattro puntelli metallici per solai (Esercito svizzero)

Se non si conosce il carico ammesso sul puntello metallico per solaio, si può consultare l'ausilio per il dimensionamento nell'**appendice a pag. 85**.

Fig. 49: Puntellamento molto pericoloso e inutilizzabile di una lastra sporgente di un solaio (Catena Svizzera di Salvataggio)



Puntellamenti verticali bidimensionali «N-Post Vertical Shore»

Puntellamento verticale bidimensionale in legno

Entrambe le estremità del traverso inferiore o superiore devono sporgere di almeno **2 volte la larghezza del puntello**.

Pre-assemblare possibilmente i puntelli e il traverso inferiore sul piazzale di preparazione. Se si utilizza una trave rettangolare, montare sempre il traverso inferiore con il lato più lungo in verticale (maggiore stabilità alla flessione).

Dopo l'incuneatura, fissare bene i cunei e il collegamento tra i puntelli e il traverso inferiore.

Collegare possibilmente i puntelli al centro con un controvento orizzontale mediano. In questo modo si riduce la lunghezza di inflessione dei puntelli.

Rinforzare la costruzione con controventi diagonali. Avvitare/inchiodare questi controventi al traverso inferiore, al traverso superiore e ai puntelli verticali.

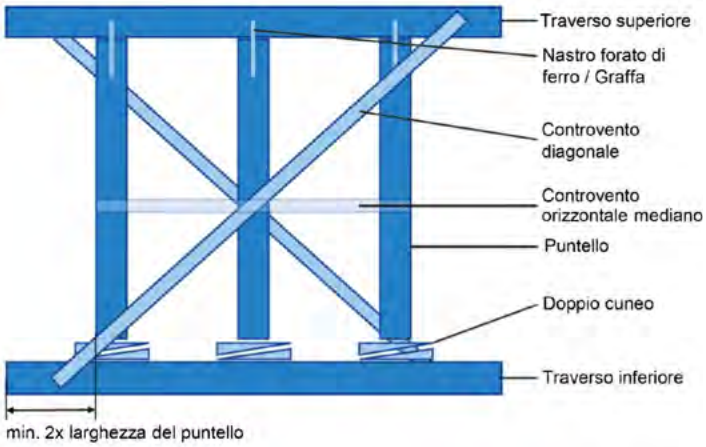


Fig. 50: Puntellamento verticale bidimensionale in legno (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

La capacità di carico totale corrisponde alla somma di tutti i puntelli.

Fig. 51: Costruzione semplice con due puntelli

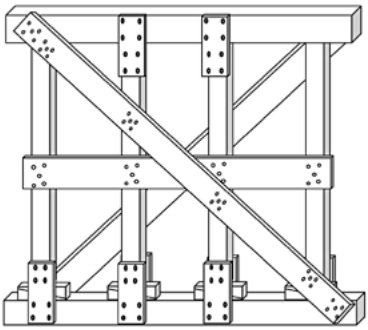


Fig. 52: Costruzione con quattro puntelli (FEMA)

Se è richiesto un passaggio libero attraverso un puntellamento verticale bidimensionale (per es. per le operazioni di salvataggio), la struttura portante può essere rinforzata con una **controventatura ad A** invece che con due controventi diagonali incrociati.

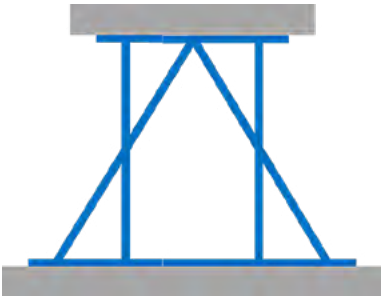


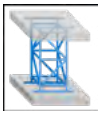
Fig. 53: Rinforzo di un puntellamento verticale bidimensionale con una controventatura ad A

Fig. 54: Esempio di puntellamento verticale bidimensionale in legno (FEMA)

Puntellamenti verticali bidimensionali con attrezzature dell'edilizia e del salvataggio (esempi)

Fig. 55: Puntellamento verticale bidimensionale con puntelli per impalcature edili (UFPP)

Fig. 56: Puntellamento verticale bidimensionale con puntelli del salvataggio



Puntellamenti verticali tridimensionali

Puntellamenti tridimensionali in legno

Principio di costruzione:

Il metodo più semplice per realizzare un puntellamento tridimensionale è il seguente: collegare due puntellamenti bidimensionali con due controventi diagonali.

È possibile aumentare la stabilità della costruzione con l'aggiunta di controventi orizzontali mediani e rinforzi.

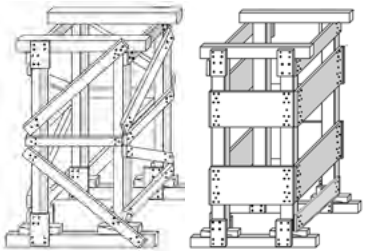


Fig. 58: Puntellamenti verticali tridimensionali in legno secondo il modello americano (FEMA)

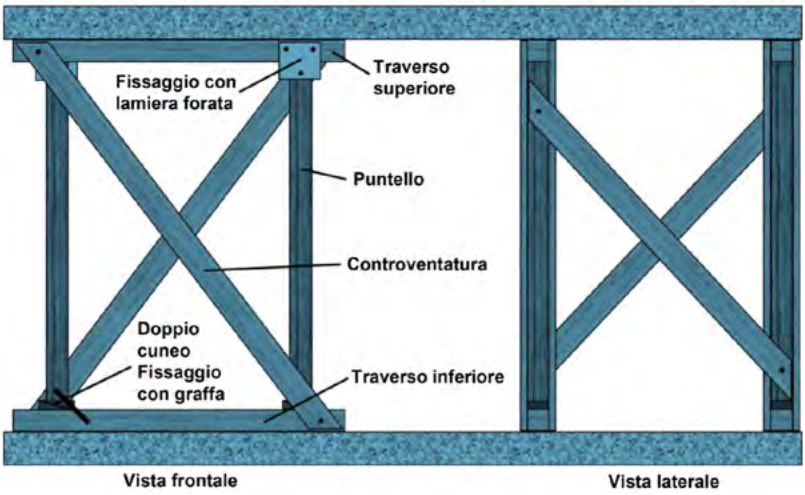


Fig. 57: Costruzione di un puntellamento verticale tridimensionale in legno

Fig. 59: Esempio di un puntellamento verticale tridimensionale in legno

Puntellamenti verticali tridimensionali con impalcature edili (esempi)

Fig. 60: Puntellamenti verticali tridimensionali con impalcature edili

Pila di listelli di legno incrociati «Cribbing»

In generale

In generale, la pila di listelli di legno incrociati rientra tra i puntellamenti verticali tridimensionali. Tuttavia può anche essere costruita leggermente inclinata.

Realizzare una pila di listelli incrociati è molto semplice e non richiede una grande abilità manuale. Servono inoltre pochissime attrezzature. Ciononostante può sopportare carichi elevati.

Nell'ambito di un intervento d'emergenza, la pila di listelli incrociati è quindi sicuramente il sistema di puntellamento più semplice, e spesso anche il migliore. Si devono però rispettare alcune regole tecniche.

Regole tecniche

Fig. 61: Pila di listelli di legno incrociati (3 × 3)

La pila di listelli di legno incrociati deve essere costruita su una base stabile. Se necessario, posare prima un pannello di legno sul suolo.

I listelli vengono solitamente impilati a strati alternati ruotati di 90°.

Per sicurezza, mantenere una **sporgenza laterale di 1 volta la larghezza dei listelli.**

Il carico viene dissipato attraverso le superfici dei punti d'incrocio e il legno è sottoposto a una pressione perpendicolare alla sua venatura. I punti d'incrocio devono quindi essere esattamente e precisamente per**pendicolari** tra loro per una dissipazione ottimale delle forze.

Se sono rettangolari, i listelli devono sempre essere posati piani. La maggiore superficie dei punti d'incrocio aumenta la resistenza alla compressione e può sopportare un carico maggiore. Inoltre, la stabilità al ribaltamento dei singoli listelli è migliore.

Mantenere sempre un **rapporto lato-altezza** di al massimo **1:3**, meglio **1:1** (principio del cubo).

Non costruire «torri» traballanti e instabili!!

Le pile di listelli sono ideali fino a un'altezza di circa un metro. Pile più alte sono possibili, ma richiedono molti listelli

Fig. 62: Esempio di una pila instabile di listelli di legno incrociati (Regina Wenk)

Fig. 63: Esempio di una pila instabile di listelli di legno incrociati (Regina Wenk)

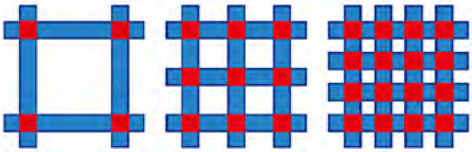


Fig. 64: Pile di listelli di legno incrociati (2 × 2, 3 × 3, e 4 × 4) (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

La forma di base è quella con due listelli per strato (ossia 2 × 2 = 4 punti portanti). Con listelli di legno tenero con una sezione di 10 cm × 10 cm, ogni punto d'incrocio può sopportare un carico di
10 cm × 10 cm × 20 kg/cm^2 = 2 000 kg.
Uno strato della pila può quindi sopportare un carico di 8 000 kg.

Per carichi pesanti, si possono posare più di due listelli per strato (per es. 3 o 4). Per carichi molto pesanti, si possono posare i listelli sull'intera superficie di og ni strato senza lasciare spazi. Ciò è raccomandato anche per il primo strato su un terreno molle. Posare gli strati in modo incrociato anche in questi casi!

Oltre alle forme rettangolari, a seconda della situazione si possono usare anche altre forme (parallelogramma, trapezio ecc.). Si deve però sempre rispettare la regola del rapporto altezza/lato (in cui vale il lato più corto).

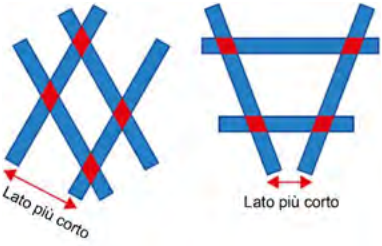


Fig. 65: Pile di listelli di legno incrociati: forme particolari (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

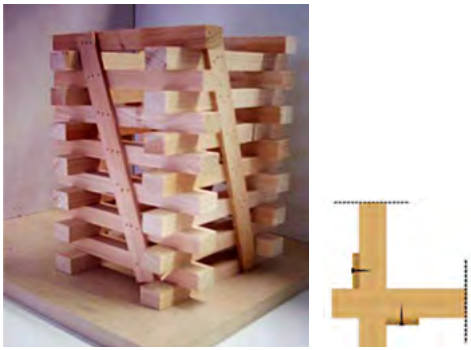


Fig. 66: Fissaggio di una pila di listelli di legno incrociati

Fissare possibilmente la pila di listelli incrociati contro un eventuale scivolamento fuori sede causato da forze orizzontali mediante controventi diagonali realizzati con assi/nastro forato di ferro o mediante listelli inchiodati negli angoli. Il fissaggio è indispensabile per i puntellamenti **antisismici** o se la pila è **inclinata**.

È possibile utilizzare le pile di listelli di legno incrociati anche per sopportare carichi leggermente obliqui. Si devono però osservare i seguenti punti:

- posare possibilmente un supporto inclinato già alla base e quindi costruire la pila normalmente.
- Caricare l'intera superficie, evitare carichi puntuali, usare cunei.
- A seconda della situazione, si può omettere un listello di legno (in uno strato 2 × 2) per ottenere l'inclinazione necessaria.
- Il punto d'applicazione della forza risultante deve sempre rimanere all'interno della superficie. Nel caso ideale non dovrebbe mai estendersi oltre la metà della superficie. Se la linea di forza corre all'esterno della superficie, la pila di listelli potrebbe ribaltarsi.

Le pile di listelli di legno incrociati non possono assorbire le forze orizzontali!

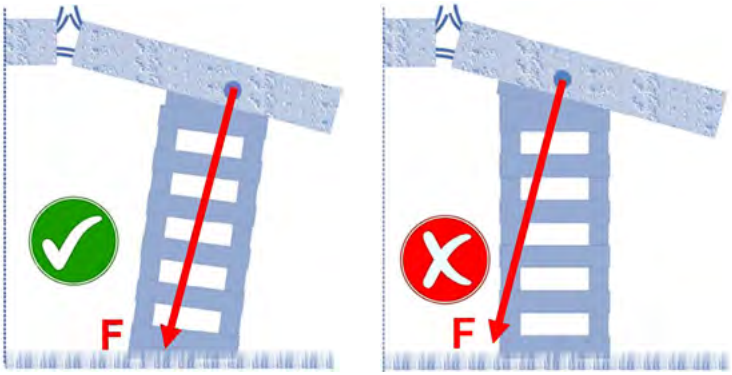


Fig. 67: Pila di listelli di legno incrociati per sopportare carichi obliqui

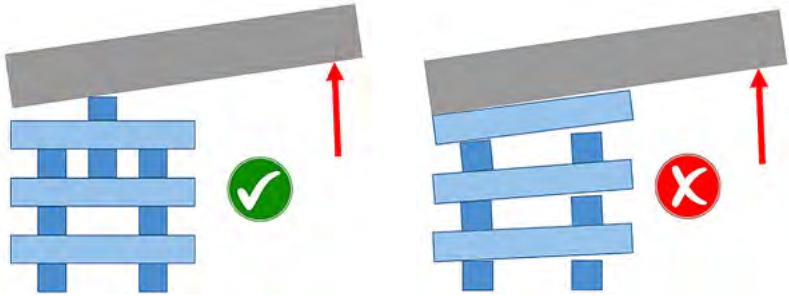


Fig. 68: Punto di rotazione per il sollevamento di carichi

Se la pila di travi di legno incrociati viene usata come punto di rotazione per sollevare carichi con argani, ecc., il punto di rotazione dev'essere sempre posizionato al centro. Se il carico viene roteato oltre uno spigolo esterno, la pila diventa instabile e potrebbe ribaltarsi!

Fig. 69: Puntellamento con una pila di listelli di legno incrociati al Pentagono dopo l'attacco terroristico (FEMA)

Alternative alle pile di listelli di legno incrociati

Impiego di palette di legno (Euro pallet)

In caso d'emergenza, si possono anche utilizzare palette di legno come alternativa alle pile di listelli di legno incrociati. Sono disponibili ovunque e, pesando circa 20 kg, possono essere trasportate da una sola persona.

Chi usa palette per i puntellamenti deve osservare i seguenti punti:

- usare solo palette non danneggiate e come nuove.
- I 9 blocchi di legno devono essere di legno massiccio, quelli di cartone pressato non sono idonei.
- Il carico può essere dissipato solo attraverso i 9 blocchi. Quando si impilano le palette, assicurarsi che questi punti di assorbimento del carico si trovino esattamente uno sopra l'altro.
- Mantenere un rapporto altezza/lato ideale di 1:1, al massimo 3:1 (altezza massima della pila = 2,4 m)
- Fissare la pila di palette contro lo scivolamento laterale con i controventi diagonali

Una pila di palette realizzata correttamente può sopportare un carico di fino a 27 t!

Fig. 71: Esempio di una pila di palette costruita correttamente (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

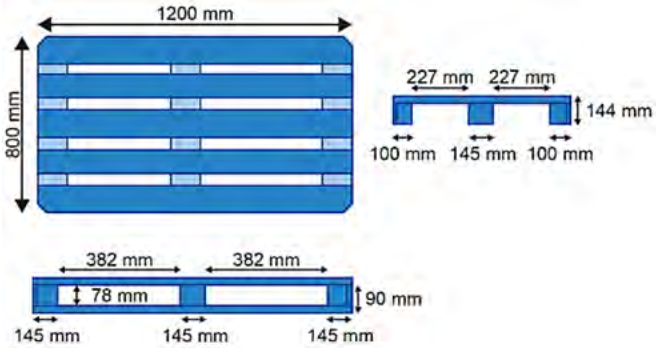


Fig. 70: Dimensioni delle palette (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

Impiego di semplici pile di travetti di legno

Durante le operazioni di salvataggio dalle macerie, gli spazi sono solitamente molto stretti e l'asse d'intervento deve rimanere libero per i soccorritori e le persone tratte in salvo. Per ragioni di spazio, non è quindi sempre possibile realizzare dei puntellamenti ottimali e sicuri.

Fig. 72: Pila di travetti di legno fissati con un controvento diagonale

In simili casi si possono utilizzare pile di travetti di legno per semplici puntellamenti. Occorre osservare quanto segue:

- Utilizzare possibilmente travetti lunghi per garantire la stabilità al ribaltamento almeno su un asse.
- Posare sempre in piano i travetti a sezione rettangolare (maggiore capacità di carico, maggiore stabilità al ribaltamento).
- Se possibile, mantenere sempre un rapporto altezza/lato di 3:1.
- Fissare sempre la pila di travetti su ambo i lati con controventi diagonali o graffe.
- Se per il puntellamento vengono utilizzate più pile di travetti di legno, queste dovrebbero essere possibilmente posizionate a 90° tra loro per garantire una stabilità minima al ribaltamento in caso di forze orizzontali (per es. repliche sismiche).

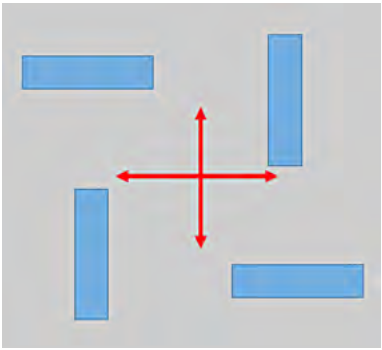


Fig. 73: Pile di travetti di legno posizionate a 90° (pianta)

Fig. 74: Esempi di semplici pile di travetti di legno (Regina Wenk)

Puntellamenti orizzontali «Horizontal Shore»

Regole tecniche generali

Praticamente tutti i sistemi di puntellamento verticali (puntelli singoli, puntellamenti bi- e tridimensionali) possono essere utilizzati anche come puntellamenti orizzontali. I principi di costruzione rimangono fondamentalmente gli stessi.

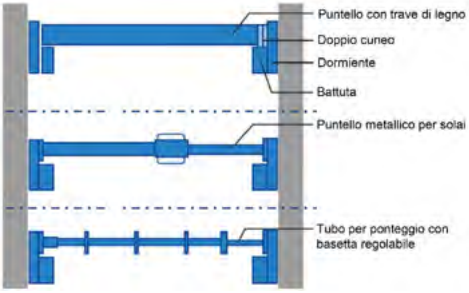


Fig. 75: Esempi di costruzione di puntelli singoli orizzontali

È importante che i puntellamenti orizzontali vengano ulteriormente fissati contro la caduta (per esempio con viti o blocchetti di contrasto).

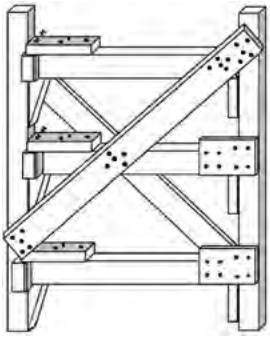


Fig. 76: Esempio di un puntellamento orizzontale bidimensionale («Horizontal N-Post Shore») secondo il modello americano (FEMA)

Puntellamento di contrasto

In generale

Il puntellamento di contrasto è un sistema per puntellare orizzontalmente due pareti prospicienti. Viene generalmente impiegato per sostenere e mettere in sicurezza le pareti pericolanti di due edifici prospicienti (per esempio dopo un'esplosione di gas).

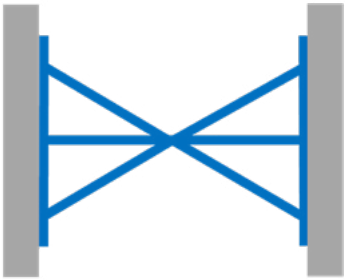


Fig. 77: Principio del puntellamento di contrasto

Principio di realizzazione di un puntellamento di contrasto in legno

La costruzione è piuttosto complicata e impegnativa. Per realizzare puntellamenti di contrasto in legno servono falegnami esperti e molto materiale.

Se gli edifici sono alti o le facciate distanti tra loro, occorre utilizzare anche una gru o un caricatore telescopico nonché scale o, meglio, autoscale/piattaforme aeree.

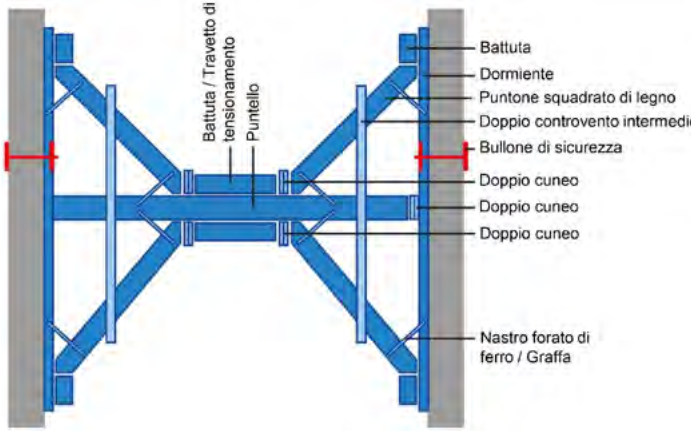


Fig. 78: Principio di realizzazione di un puntellamento di contrasto (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

Fig. 79: Esempio di un puntellamento di contrasto (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

Messa in sicurezza di trincee e scavi

Pericoli e rischi

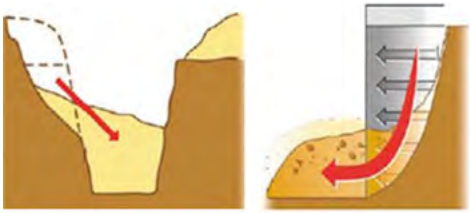


Fig. 80: Pericolo di crollo di trincee e scavi

Durante gli interventi, la zona di lavoro o di passaggio può trovarsi nell'area di pericolo di una trincea o uno scavo. Per le operazioni di salvataggio tra le macerie, una procedura tattica è quella di entrare lateralmente nell'edificio dall'esterno passando dal piano interrato. A seconda della situazione, si deve prima scavare una trincea abbastanza profonda per liberare la parete esterna attraverso la quale accedere all'edificio.

Se non vengono messe in sicurezza, le pareti di trincee e scavi costituiscono un grande pericolo. Potrebbero crollare in qualsiasi momento e seppellire persone. Questo rischio viene di solito sottovalutato.

Trincee e scavi non messi in sicurezza costituiscono un pericolo di morte!

Fig. 81: Attenzione, pericolo di morte! (FEMA)

Trarre in salvo le persone sepolte dal crollo di trincee o scavi è un'operazione complessa e pericolosa. Tali operazioni di salvataggio possono essere eseguite solo da forze d'intervento specializzate e **non sono un compito della protezione civile.**

Messa in sicurezza di trincee

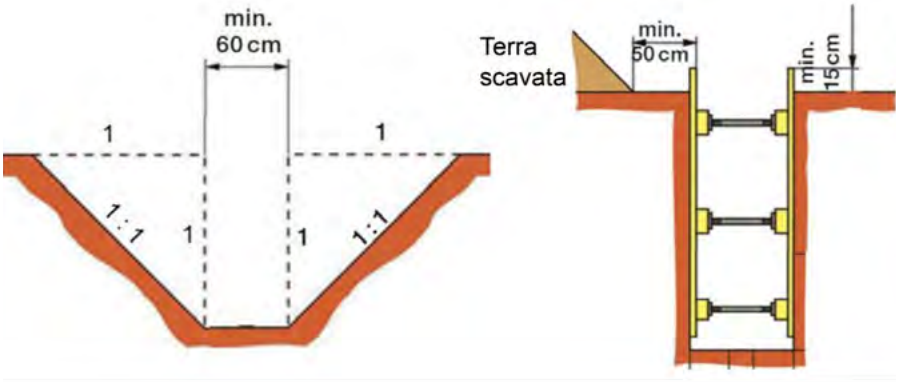


Fig. 82: Messa in sicurezza di trincee

Regole empiriche per la messa in sicurezza di trincee:

Richiede conoscenze specialistiche. Consultare sempre un esperto edile competente.

A partire da **1 m** di profondità, le pareti della trincea devono essere scavate a 45° (1:1) o armate con la tecnica della sbadacchiatura.

Larghezza minima della trincea: 60 cm

Mettere in sicurezza le pareti non inclinate della trincea con tavole di legno, travi e (sufficienti) puntelli orizzontali.

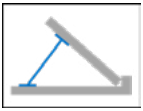
Depositare il materiale dello scavo a sufficiente distanza dal bordo della trincea.

Niente vibrazioni o macchinari pesanti presso il bordo della trincea.

Al termine dell'intervento, le trincee con pareti non inclinate devono essere riempite; in caso contrario le misure di messa in sicurezza devono essere controllate da esperti e adeguate se necessario.

Messa in sicurezza di scavi

Gli scavi vengono messi in sicurezza solo da imprese di costruzione certificate o da forze d'intervento specializzate e sono accessibili solo dopo il consenso dell'esecutore!



Puntellare elementi costruttivi inclinati «Sloped Floor Shore»

Regola tecnica generale

Metodo di puntellamento verticale o ortogonale

Gli elementi costruttivi inclinati possono essere paragonati a uno scivolo. Quando si puntellano simili elementi, la forza va applicata sul puntellamento sempre in modo tale che l'elemento non possa crollare, rompersi o scivolare via.

A seconda della posizione dell'elemento costruttivo e dello stato della fondazione, occorre applicare il metodo **verticale** o quello **ortogonale** (ad angolo retto). Se si sceglie il metodo sbagliato, il puntellamento **non è sicuro**.

Metodo verticale
(lastra che potrebbe scivolare):

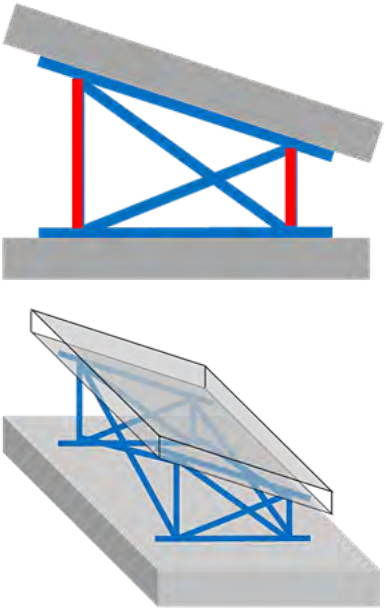


Fig. 83: Principio di un puntellamento tridimensionale inclinato per il metodo verticale

Se l'estremità inferiore non è bloccata da un contrasto contro lo scivolamento o lo spostamento, la lastra inclinata va puntellata in modo che sia liberamente sospesa. A tal fine si prestano **solo puntellamenti tridimensionali verticali**. Puntellamenti bidimensionali o puntelli singoli non sarebbero abbastanza stabili e sono quindi inadeguati.

Metodo ortogonale
(ad angolo retto):

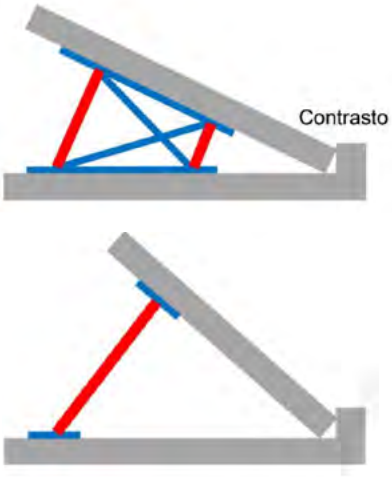


Fig. 84: Principio del puntellamento obliquo per il metodo ortogonale

Se l'estremità inferiore è bloccata da un contrasto contro lo scivolamento, i puntelli vanno installati **ortogonalmente** (ad angolo retto) all'elemento da sostenere.

Anche in questo caso sono più adeguati i puntellamenti tridimensionali. Se sulla lastra non agiscono forze laterali, si possono usare anche puntellamenti bidimensionali o, eccezionalmente, puntelli singoli.

Posizione inclinata lungo uno o due assi

Se la base d'appoggio del puntellamento e la lastra da puntellare sono oblique l'una rispetto all'altra lungo un solo asse, i puntellamenti sono generalmente facili da realizzare. Un'eccezione costituisce l'impiego di normali puntelli dell'edilizia, che sarebbero destinati a puntellare solo superfici parallele (solai). Con qualche supporto di legno (cunei, ecc.) possono però essere impiegati anche in posizione obliqua.

Spesso nelle macerie le superfici non sono parallele tra loro. I sistemi di puntellamento devono quindi essere adeguati a diverse posizioni inclinate (per esempio con cunei). In questi casi, sono idonei i puntelli dell'edilizia o del salvataggio con piastra inferiore inclinabile e girevole. Queste piastre possono essere adeguate rapidamente a qualsiasi posizione inclinata. Basta che siano fissate contro lo scivolamento (per esempio con bulloni a terra).

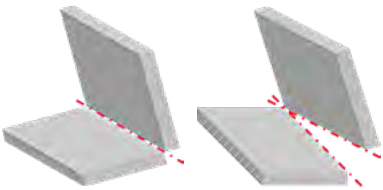
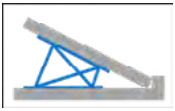


Fig. 85: Posizione inclinata lungo uno o due assi (allineate o divergenti)

In questi casi, i puntelli che troviamo nei settori delle costruzioni o del salvataggio, muniti di piastre inferiori inclinabili o girevoli, risultano particolarmente appropriati. Le piastre possono venir rapidamente adattate a quasi tutte le posizioni inclinate, prestando però attenzione al fatto che vengano fissate adeguatamente (per esempio con delle viti) al fine di evitarne lo scivolamento.

Grazie al loro impiego rapido e facile, questi puntelli sono particolarmente idonei per i primi puntellamenti di messa in sicurezza.

Fig. 86: Puntelli dell'edilizia o del salvataggio con piastra inferiore inclinabile e girevole



Puntellare con il metodo ortogonale «Sloped Floor Shore Perpendicular»

Puntelli singoli per il metodo ortogonale

Di regola, i puntelli singoli non sono abbastanza stabili per puntellare elementi costruttivi inclinati. Si possono impiegare solo in misura limitata e solo ortogonalmente (a condizione che l'estremità inferiore dell'elemento da puntellare sia bloccata con un appoggio in modo da non spostarsi).

Si possono utilizzare per un primo puntellamento rapido al fine di garantire una protezione minima alla squadra che installa un puntellamento tridimensionale.

Puntelli singoli del salvataggio (esempio):

grazie alla loro versatilità, i puntelli del salvataggio sono particolarmente idonei per una prima messa in sicurezza rapida. Dovrebbero essere sostituiti in un secondo tempo con puntellamenti tri- o bidimensionali più stabili.

Fig. 87: Supporto rapido di un elemento costruttivo inclinato con un puntello del salvataggio e fissaggio laterale con cinghie contro lo spostamento

Puntellamenti bi- e tridimensionali per il metodo ortogonale

I puntellamenti bidimensionali sono particolarmente adatti per il metodo ortogonale (l'elemento costruttivo non può scivolare via).

I puntellamenti tridimensionali sono composti da due puntellamenti bidimensionali collegati e controventati.

Applicare solo se l'elemento da puntellare non può spostarsi dalla sua posizione.

Preparare possibilmente sul piazzale di preparazione gli elementi necessari per il puntellamento.

Fissare sempre il traverso inferiore contro lo scivolamento con un contrasto o con bulloni sulla base d'appoggio.

Per puntellamenti tridimensionali collegare due puntellamenti bidimensionali e rinforzarli con controventi diagonali.

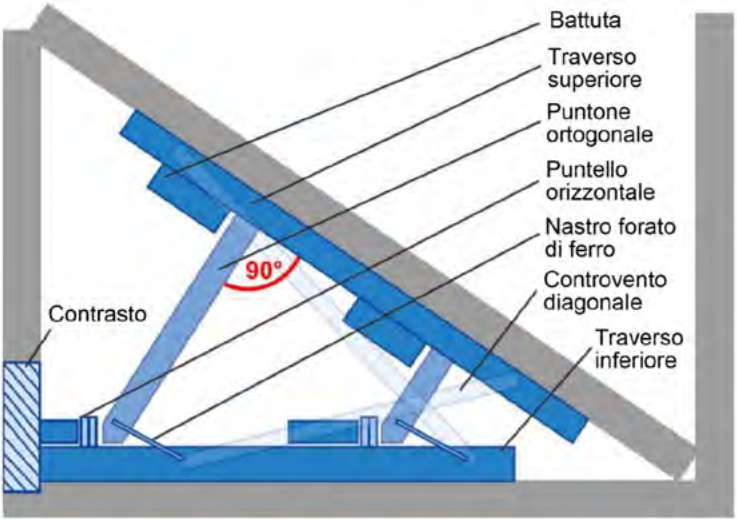


Fig. 88: Principio di costruzione del puntellamento obliquo bidimensionale in legno (metodo ortogonale) (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

Fig. 89: Modello di un puntellamento bidimensionale obliquo in legno (metodo ortogonale) (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

Fig. 90: Puntellamento bidimensionale obliquo con puntelli dell'edilizia (metodo ortogonale)

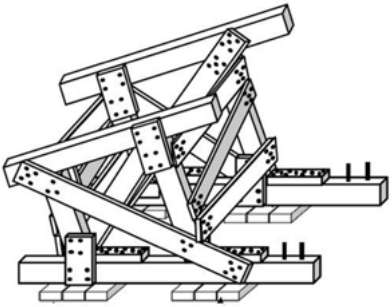
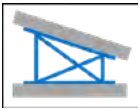


Fig. 91: Principio di un puntellamento tridimensionale obliquo in legno (metodo ortogonale) secondo il modello americano (FEMA)

Fig. 92: Puntellamento tridimensionale obliquo in legno (metodo ortogonale) (FEMA)



Puntellare con il metodo verticale «Sloped Floor Shore Friction Type»

Elementi costruttivi inclinati che per la loro posizione instabile potrebbero muoversi in tutte le direzioni, vanno puntellati solo con il metodo verticale. Per questo tipo di puntellamento va utilizzato unicamente il sistema tridimensionale, dato che è l'unico idoneo ad assorbire le forze che agiscono orizzontalmente o obliquamente sull'elemento. In questi casi il puntellamento bidimensionale non è abbastanza stabile contro il ribaltamento.

Per questo motivo, qui di seguito viene trattato solo il puntellamento tridimensionale.

Applicare sempre quando **l'elemento costruttivo potrebbe spostarsi dalla sua posizione**.

Preparare possibilmente sul piazzale di preparazione gli elementi necessari per il puntellamento.

Imbullonare sempre il traverso superiore con l'elemento costruttivo (per evitare uno scivolamento di quest'ultimo).

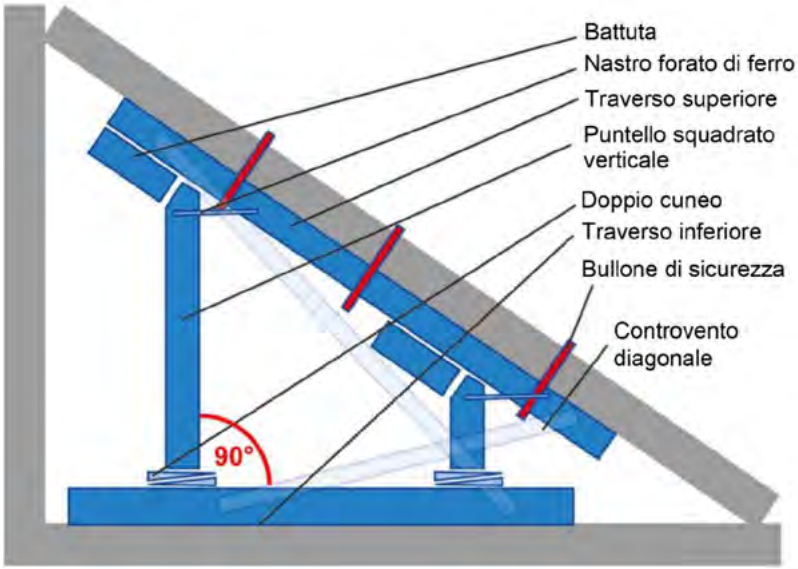


Fig. 93: Principio di costruzione di un puntellamento tridimensionale obliquo in legno (metodo verticale) (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

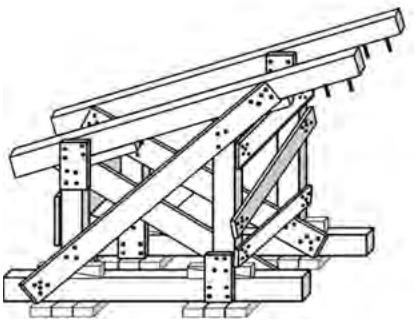


Fig. 94: Principio di un puntellamento tridimensionale obliquo in legno (metodo verticale) secondo il modello americano (FEMA)

Fig. 95: Puntellamento tridimensionale obliquo in legno (metodo verticale) (FEMA)

Fig. 96: Puntellamento tridimensionale obliquo con puntelli del salvataggio (metodo verticale) (Paratech)

Puntellamenti di ritegno (o di pareti) «Raker Shores»

Regole tecniche generali

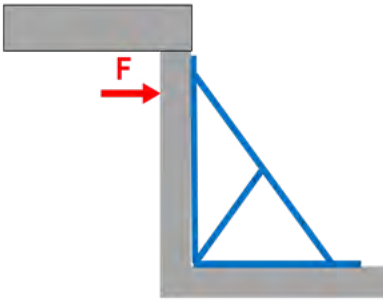


Fig. 97: Principio del puntellamento di ritegno

Scopo e limiti dei puntellamenti di ritegno

I puntellamenti di ritegno servono a:

- dissipare nel sottosuolo le forze che agiscono orizzontalmente sulla parete (per esempio macerie o detriti crollati) per evitare che la parete crolli o si distacchi dalla sua base;
- evitare uno «spanciamento» della parete verso l'esterno (per esempio nel caso di pareti in muratura) e mantenere la sicurezza portante.

Quale struttura portante, la parete deve però ancora essere in grado di sopportare i carichi che agiscono verticalmente. Se la parete è così danneggiata o sovraccarica da non poter più svolgere questa funzione, il puntellamento di ritegno **non serve a niente**. In questo caso, bisogna innanzitutto **puntellare il solaio** all'interno per sgravare la parete.

A seconda della situazione, i puntellamenti di ritegno (della parete) e quelli del solaio possono essere impiegati in combinazione.

Applicazione e azione della forza

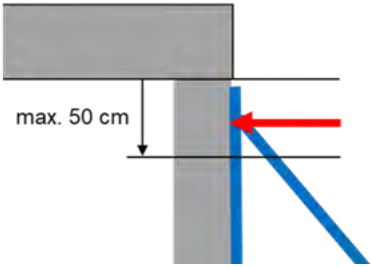


Fig. 98: Punto d'applicazione del puntone sul dormiente

Regola empirica per il punto d'applicazione del puntone sul dormiente:

- all'altezza del solaio, ma mai più di 50 cm al di sotto, se la parete sostiene un solaio;
- direttamente su uno spanciamento.

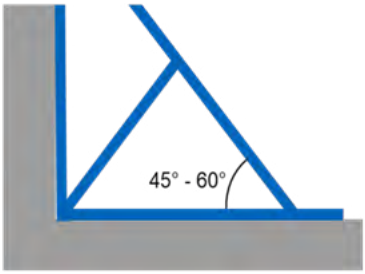


Fig. 99: Inclinazione ideale del puntone

I puntellamenti di ritegno **vengono solitamente montati con un'inclinazione compresa tra 45° e 60°**. Ciò agevola il calcolo del dimensionamento e la realizzazione del puntellamento.

La pressione orizzontale della parete si divide in due forze. Una forza viene dissipata nel suolo lungo il puntone, l'altra agisce verticalmente verso l'alto lungo la parete. Esempio per un'inclinazione del puntone di 45°: per una pressione della parete di 10,0 kN, una forza di 14,1 kN agisce sul puntone e una forza di 10,0 kN agisce verticalmente verso l'alto.

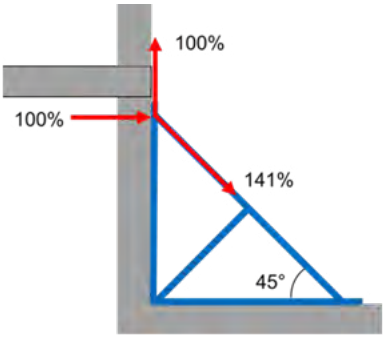


Fig. 100: Applicazione delle forze della parete su un puntellamento di ritegno con un'inclinazione di 45°

Se non è fissato contro la forza ascendente, il puntellamento di ritegno potrebbe spostarsi verso l'alto lungo la parete. Solo il peso del puntellamento e la forza d'attrito statico tra la parete e il dormiente contrastano questa forza. I puntellamenti di ritegno vengono generalmente imbullonati alla parete contro queste forze ascensionali (per es. con il set d'ancoraggio per il calcestruzzo). Al fine di evitare vibrazioni pericolose, per l'esecuzione dei fori si raccomandano trapani diamantati invece di trapani a percussione.

Forme principali di puntellamenti di ritegno

Per puntellare pareti (puntellamenti di ritegno) si utilizzano puntellamenti tridimensionali o, se lo spazio è esiguo, puntellamenti bidimensionali. I puntelli singoli sono troppo insicuri e si possono impiegare solo per una prima messa in sicurezza rapida.

Si distinguono due forme principali:

Puntellamento di ritegno a stampella «Flying Raker Shore»

È semplice e si costruisce rapidamente, ma è meno stabile e fisso del puntellamento triangolare. È particolarmente idoneo per terreni irregolari poiché poggia su pochi punti.

Puntellamento di ritegno triangolare «Sole Raker Shore»

È più solido e stabile del puntellamento a stampella poiché poggia su una base, ma è inadatto per terreni irregolari e la sua realizzazione richiede più tempo.

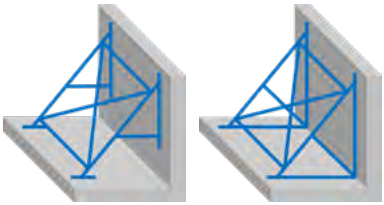


Fig. 101: Forme principali di puntellamenti di ritegno: «a stampella» (su punto d'appoggio) e «triangolare» (su base d'appoggio)

Puntellamenti di ritegno a stampella bi- e tridimensionali

Puntellamenti a stampella in legno

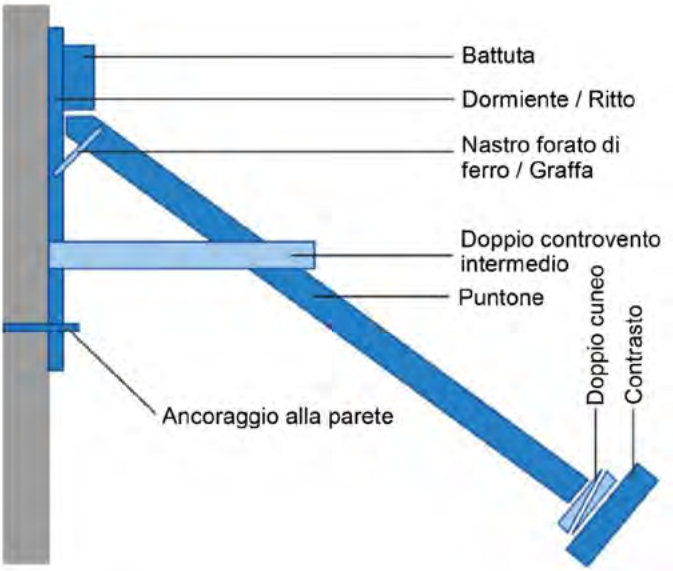


Fig. 102: Principio di costruzione di un puntellamento di ritegno «a stampella» in legno (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

Preparare possibilmente sul piazzale di preparazione gli elementi del puntellamento.

Applicare controventi orizzontali su ambo i lati tra il puntone e il dormiente per stabilizzare il puntellamento e ridurre la lunghezza di inflessione.

Fissare il dormiente contro la spinta ascensionale.

Per realizzare puntellamenti tridimensionali, collegare sempre due o più puntellamenti bidimensionali e rinforzarli diagonalmente. Distanza massima tra i puntoni: 240 cm.

Fig. 104: Esempio di un puntellamento di ritegno «a stampella» in legno

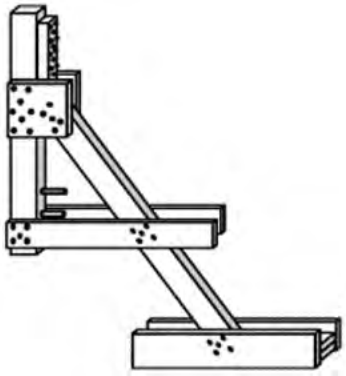


Fig. 103: Principio di un puntellamento di rinforzo «a stampella» secondo il modello americano (FEMA)

Puntellamenti di ritegno «a stampella» con attrezzature edili (esempi)

Fig. 105: Semplici puntellamenti di ritegno «a stampella» con puntelli per impalcature e con puntelli regolabili (senza dormiente)

Puntellamenti di ritegno «a stampella» con attrezzature del salvataggio (esempi)

Fig. 106: Puntellamenti di ritegno «a stampella» con puntelli del salvataggio (Esercito Svizzero)

Puntellamenti di ritegno triangolari bi- e tridimensionali

Puntellamento di ritegno triangolare in legno

Preparare possibilmente sul piazzale di preparazione gli elementi per il puntellamento.

Applicare controventi su ambo i lati del puntone perpendicolarmente a quest'ultimo per stabilizzare il puntellamento e ridurre la lunghezza di inflessione.

Fissare sempre il dormiente contro la spinta ascensionale.

Per realizzare puntellamenti tridimensionali, collegare sempre due o più puntellamenti bidimensionali e rinforzarli diagonalmente. Distanza massima tra i puntoni: 240 cm.

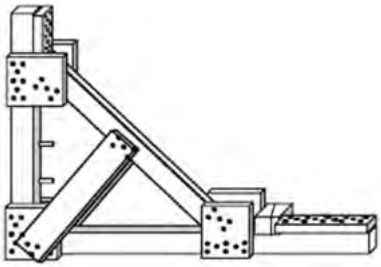


Fig. 108: Principio di costruzione di un puntellamento di ritegno triangolare secondo il modello americano (FEMA)

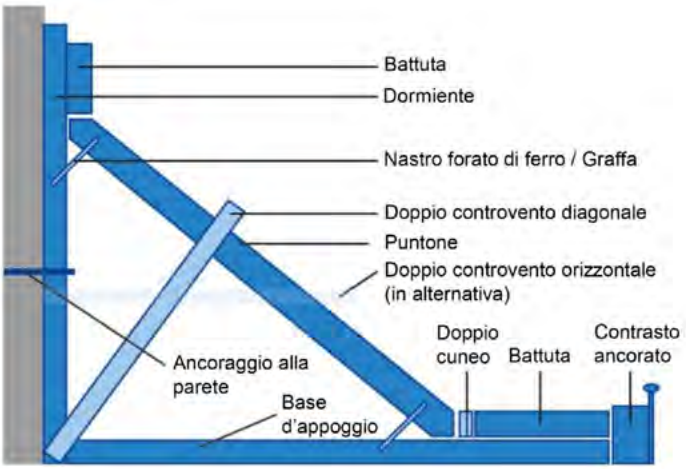


Fig. 107: Principio di costruzione di un puntellamento di ritegno trivangolare in legno (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

Fig. 109: Esempio di un puntellamento di ritegno triangolare in legno con quattro puntoni (OPC Turgovia)

Fig. 110: Puntone mal fissato sulla base d'appoggio (Regina Wenk)

Puntellamenti di ritegno triangolari con attrezzature dell'edilizia (esempi)

Fig. 111: Puntellamenti di ritegno triangolari con puntelli per impalcature (THW)

Puntellamenti di ritegno triangolari con attrezzature del salvataggio (esempi)

Fig. 112: Puntellamenti di ritegno triangolari con puntelli del salvataggio (Paratech/Airshore)

Puntellare aperture di edifici

Le porte e le finestre sono punti deboli di una parete. Oltre ad altre misure di sicurezza, è quindi spesso necessario mettere in sicurezza anche queste aperture.

A seconda della situazione, per i puntellamenti si possono impiegare legname o attrezzature dell'edilizia o del salvataggio. La scelta del tipo di puntellamento dipende dal fatto se le aperture devono continuare a servire da passaggio o meno. Le aperture per il salvataggio devono avere una dimensione minima di 60 × 60 cm.

Sulle aperture possono agire non solo forze verticali, ma anche orizzontali. È quindi opportuno puntellarle non solo verticalmente, ma anche orizzontalmente. Qui di seguito viene quindi trattato solo questo metodo combinato.

Puntellamento combinato (verticale e orizzontale) mediante legname

Il dimensionamento preciso del puntellamento è un presupposto fondamentale per la sicurezza portante e contro la rottura.

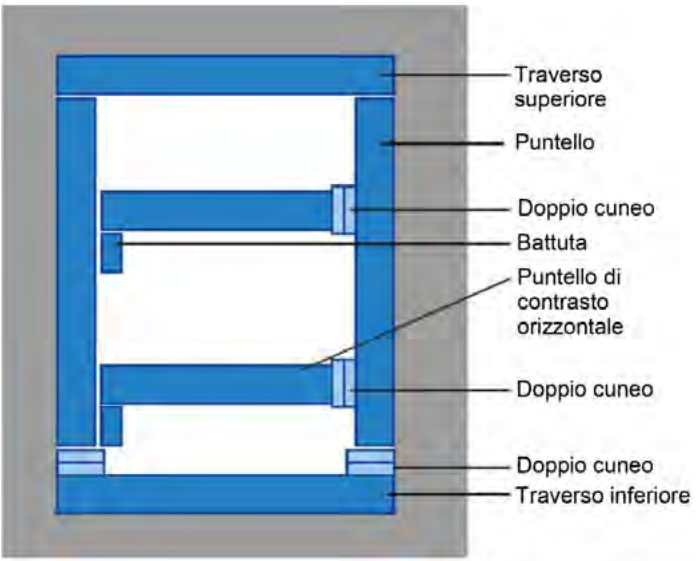


Fig. 113: Puntellamento combinato (verticale e orizzontale) mediante legname (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

Preparare gli elementi sul piazzale di preparazione per poi montarli sul posto.

Negli edifici più moderni, i telai delle porte e delle finestre sono solitamente montati con schiuma poliuretanica. Quest'ultima non garantisce una sufficiente coesione tra infissi e pareti. In questo caso, gli interstizi molli devono essere rivestiti con elementi portanti (per esempio assi, cunei di legno).

Fissare sempre le travi orizzontali contro la caduta (per esempio con battute, graffe, ecc.).

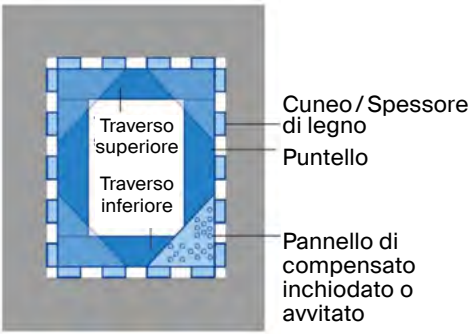


Fig. 114: Montaggio di un telaio prefabbricato in legno (Blockhaus, Technisches Hilfwerk – THW)

Le aperture possono anche essere messe in sicurezza con telai prefabbricati. Questi vengono bloccati nell'apertura con spessori e cunei di legno.

Puntellamenti alternativi

In caso d'emergenza, il materiale di puntellamento disponibile (legname, sistemi di puntellamento) potrebbe non bastare. In questi casi, si deve improvvisare con il materiale disponibile sul luogo del sinistro (per es. legname delle macerie, mattoni, pietre, putrelle, ecc.).

Fig. 115: Esempio di puntellamento alternativo: pneumatici riempiti di pietre, fissati con una cinghia contro lo spostamento laterale e bloccati da un cuscino di sollevamento (Catena svizzera di salvataggio)

Appendice

Carichi volumetrici e superficiali

Materiale da costruzione	Carico volumetrico kg/m³
Acciaio da costruzione	7800
Calcestruzzo armato	2500
Calcestruzzo non armato	2200
Legno tenero (di conifera)	500
Legno duro (di latifoglia)	800
Muratura in pietra naturale	2700
Muratura in laterizio	1800
Muratura in mattoni di cemento	2200
Muratura in pietra calcarea	2000
Elementi in calcestruzzo aerato	700
Pavimentazioni bituminose	2400
Sabbione	2000
Ghiaia	1800
Terra bagnata	2100
Neve bagnata	400
Coperture, rivestimenti	**Carico superficiale kg/m²**
Lamiera ondulata d'acciaio, spessore 0.8 mm	12
Tetto in eternit, sovrapposto	30
Tetto in tegole di argilla	65
Vetrata, incl. telaio	35

Determinazione del carico ammissibile di puntelli di fortuna (estratto dal Manuale di costruzione dell'Esercito svizzero)

Puntelli metallici per solai

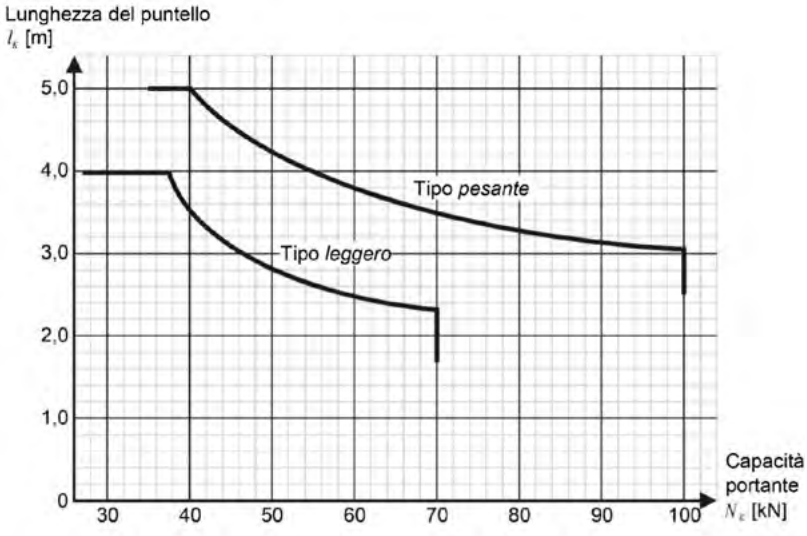


Fig. 116: Grafico per determinare il carico ammissibile di puntelli metallici per solai

Esempio di applicazione del grafico (Fig. 116):

Compito:	Determinare il carico ammissibile di puntelli metallici per solai del tipo leggero
Lunghezza del puntello:	l_K = 2,40 m
Risultato:	N_K = 65 kN carico di inflessione (Il punzonamento è trascurabile nei puntelli metallici per solai disponibili sul mercato)

Capacità du carico legno da costruzione C24

Portata delle travi a sezione quadrata C24 in t [1)]														
b/h cm	F cm²	Lunghezza dei montanti in m												
		0.5	0.8	1.0	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0
8/12	96	8.01	7.45	6.89										
10/10	100	8.50	8.10	7.76										
10/12	120	10.2	9.72	9.31	5.39									
10/16	160	13.6	13.0	12.4	7.18	4.97								
12/12	144	12.2	11.9	11.6	8.25	6.07								
12/16	192	16.3	15.9	15.5	11.0	8.09	5.97							
14/14	196	16.7	16.5	16.1	13.0	10.3	7.90	6.09						
16/16	256	21.8	21.7	21.3	18.4	15.7	12.6	10.0	7.96	6.45	5.32			
16/22	352	29.9	29.9	29.4	25.3	21.6	17.4	13.7	10.9	8.87	7.31	5.19		
18/18	324	27.5	27.5	27.3	24.4	21.9	18.6	15.2	12.3	10.1	8.35	5.97		
20/20	400	34.0	34.0	34.0	31.0	28.7	25.4	21.6	18.0	14.9	12.4	8.96	6.72	5.22
22/22	484	41.1	41.1	41.1	38.4	36.2	33.1	29.1	24.9	21.0	17.7	12.9	9.72	7.57
24/24	576	49.0	49.0	49.0	46.4	44.2	41.3	37.5	33.0	28.4	24.3	17.9	13.6	10.6
26/26	676	57.5	57.5	57.5	55.1	53.0	50.2	46.6	42.0	37.0	32.2	24.1	18.4	14.5

Portata dei tronchi tondi C24 in t [1)]														
d cm	F cm²	Lunghezza dei montanti in m												
		0.5	0.8	1.0	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0
10	78.5	6.60	6.21	5.83										
12	113	9.61	9.21	8.86	5.37									
14	154	13.1	12.8	12.4	8.92	6.60								
16	201	17.1	16.9	16.5	13.2	10.4	7.97	6.14						
18	254	21.6	21.6	21.2	18.0	15.2	12.1	9.51	7.56	6.12	5.04			
20	3.14	26.7	26.7	26.4	23.3	20.6	17.2	13.9	11.2	9.13	7.55	5.38		
22	380	32.3	32.3	32.2	29.1	26.6	23.1	19.3	15.8	13.0	10.8	7.78	5.83	
24	452	38.5	38.5	38.5	35.4	33.0	29.7	25.6	21.5	17.9	15.0	10.9	8.17	6.35
26	531	45.1	45.1	45.1	42.3	40.0	36.8	32.7	28.1	23.9	20.2	14.7	11.1	8.68
28	616	52.3	52.3	52.3	49.6	47.4	44.4	40.4	35.7	30.8	26.4	19.5	14.8	11.6
30	707	60.1	60.1	60.1	57.6	55.4	52.5	48.7	43.9	38.7	33.6	25.2	19.2	15.1
32	804	68.4	68.4	68.4	66.0	63.8	61.1	57.4	52.8	47.4	41.8	31.9	24.6	19.3

[1)] **Attenzione**

- La portata del legno indicata nelle tabelle vale esclusivamente per il legname essiccato all'aria!
- Il legno bagnato (esposto alle intemperie) oppure fresco di taglio (verde) ha una portata ridotta, pari al 60% dei valori indicati nella tabella (fattore 0,6)!

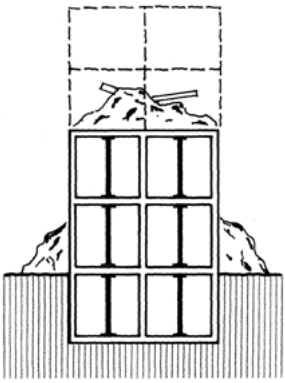
Fig. 117: Diagramma per determinare il carico per il legno da costruzione C24 (Estratto dal regolamento 62.62i «Assortimento macerie» dell'Esercito svizzero)

Ausili di dimensionamento per puntellamenti di edifici (estratto dal Manuale di costruzione dell'Esercito svizzero)

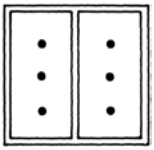
Dimensionamento dei puntelli di fortuna:

<table>
<tr><th>Tipo di edificio</th><th>Puntelli di fortuna</th><th>Disposizione</th></tr>
<tr><td>Edifici commerciali e industriali in cemento armato

Superficie del locale: > 35 m²
Altezza del locale:
2,5 – 4,0 m

(Carico utile 500 kg/m²)</td><td>
<table>
<tr><th>Piani</th><th>Trama dei puntelli
2 × 2 m</th><th>
3 × 3 m</th></tr>
<tr><td>1</td><td>ø 16</td><td>ø 18</td></tr>
<tr><td>2</td><td>ø 16</td><td>ø 20</td></tr>
<tr><td>3</td><td>ø 18</td><td>ø 22</td></tr>
<tr><td>4</td><td>ø 20</td><td>ø 24</td></tr>
<tr><td>5</td><td>ø 20</td><td>ø 26</td></tr>
<tr><td>6</td><td>ø 22</td><td>ø 28</td></tr>
<tr><td>7</td><td>ø 22</td><td>ø 30</td></tr>
<tr><td>8</td><td>ø 24</td><td>–</td></tr>
<tr><td>9</td><td>ø 24</td><td>–</td></tr>
<tr><td>10</td><td>ø 26</td><td>–</td></tr>
</table>
(Dimensioni in cm)
</td><td>Sezione:
  </td></tr>
<tr><td>Edifici residenziali e amministrativi in laterizio o calcestruzzo armato

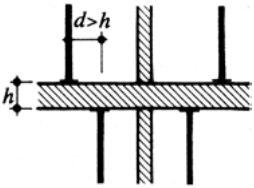
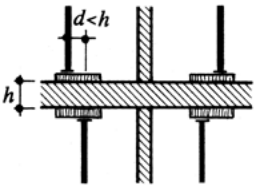
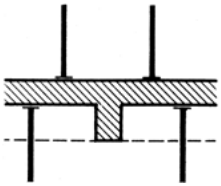
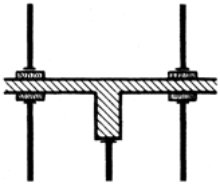
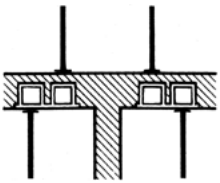
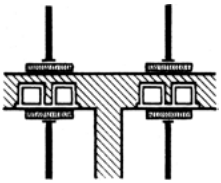
Superficie del locale: < 35 m²
Altezza del locale: < 2,5 m

(Carico utile 200 kg/m²)</td><td>
<table>
<tr><th>Piani</th><th>2 × 2 m</th><th>3 × 3 m</th></tr>
<tr><td>1</td><td>1 MS</td><td>2 MS</td></tr>
<tr><td>2</td><td>1 MS</td><td>ø 14</td></tr>
<tr><td>3</td><td>2 MS</td><td>ø 16</td></tr>
<tr><td>4</td><td>ø 14</td><td>ø 18</td></tr>
<tr><td>5</td><td>ø 14</td><td>ø 20</td></tr>
<tr><td>6</td><td>ø 16</td><td>ø 22</td></tr>
</table>
(Dimensioni in cm)
</td><td>Pianta:
  </td></tr>
</table>

Spiegazioni:

Piani:	Numero di piani comprese cantina e soffitta (si devono contare anche i piani crollati).
Trama dei puntelli:	Distanza tra i singoli puntelli.
Diametro dei puntelli tondi di legno (ø):	Almeno ø 16 cm per gli edifici commerciali e industriali, almeno ø 14 cm per edifici residenziali e amministrativi.
Puntelli metallici per solai (PM):	Tipo *leggero* (per es. puntelli Adria, Bühler); solo per edifici residenziali ed amministrativi (altezza del locale < 2,5 m).

I puntelli devono essere montati verticalmente ed esattamente uno sopra l'altro, incuneati bene e fissati contro la caduta. Il carico deve essere dissipato al suolo, alla soletta o a una sottostruttura solida e intatta.

Tipo di solaio	**Installazione errata dei puntelli**	**Installazione corretta dei puntelli**
Solaio piano e a fungo (soletta in calcestruzzo armato a sezione piena, eventualmente precompressa) Soletta portante in due direzioni, campate medie	Pericolo di punzonamento in caso di applicazione disallineata delle forze su soletta sottile ($h < 20$ cm) 	– Spessore di legno duro sopra la testa e sotto il piede dei puntelli – Posizionare i puntelli verticalmente ed esattamente uno sopra l'altro 
Solaio su travi (soletta in calcestruzzo armato a sezione piena sottile su travi massicce) Soletta portante nella direzione corta, travi con grandi campate	Pericolo di punzonamento attraverso la soletta sottile di calcestruzzo; puntellare il controsoffitto 	– Puntellare le travi – Rimuovere il controsoffitto 
Solaio hourdis, solaio a cassettoni (soletta a elementi cavi con travi di calcestruzzo e tavelle di argilla o calcestruzzo alleggerito) Soletta portante in una sola direzione; piccole campate	Elevato pericolo di sfondamento degli elementi cavi 	– Puntellare solo le travi di calcestruzzo (sondare battendo!) – Inserire una traversa/ piastra tra puntello e solaio per distribuire il carico