

Figura 1: classificazione delle colle fondenti.

Tabella 1: caratteristiche di incollaggio delle colle fondenti

Resistenza alla temperatura	Resistenza all'umidità	Ambiti di utilizzo
<b>Colle fondenti EVA</b>		
Da circa -10 °C fino a circa +75 °C	Un'umidità del legno > 10% e un successivo effetto dell'umidità riduce la resistenza delle giunzioni	Utilizzo in ambienti interni asciutti; problematico con i mobili della cucina e del bagno
<b>Colle fondenti poliammidiche</b>		
Da circa -20 °C fino a circa +130 °C struttura parzialmente cristallina	Come le colle fondenti EVA	Migliore resistenza al caldo, al freddo e agli agenti chimici rispetto alle colle fondenti EVA a parità di adesione. Spesso utilizzate per incollare materiali su superfici ridotte per ambienti interni asciutti
<b>Colle fondenti poliolefiniche</b>		
All'incirca come le colle fondenti poliammidiche; struttura parzialmente cristallina	Come le colle fondenti EVA	A causa dell'ampia varietà dei monomeri utilizzabili si possono avere caratteristiche molto diverse. Utilizzo negli ambienti interni asciutti là dove sono richiesti un tempo di attesa ridotto, una bassa viscosità di lavorazione e una buona adesione
<b>Colle fondenti di poliuretaniche</b>		
Da circa -40 °C fino a circa +140 °C nelle giunzioni non irradiate, con una reticolazione UV fino a 200 °C	Resistenza all'umidità superiore rispetto alle colle fondenti sopracitate	Resistenza particolarmente elevata agli agenti chimici, ai solventi, alla temperatura e all'umidità. Utilizzo per le parti strutturali esposte agli agenti atmosferici (per esempio, listello incollato lateralmente nelle porte delle abitazioni), per i mobili del bagno e della cucina

**Protezione antinfortunistica nella lavorazione delle colle a solvente**

- Le colle a solvente sono classificate essenzialmente in base alla presenza di diisocianato. Le colle a solvente preparate in contenitori chiusi richiedono che non avvenga nessun contatto con i vapori dei solventi.
- Le colle termoplastiche possono essere sciolte anche in contenitori aperti. I vapori ritenuti pericolosi sono quelli che si formano, quando la massa viene surriscaldata.
- Una volta incollata una giunzione, non c'è da aspettarsi alcuna emissione dalle colle termoplastiche. Le parti reattive della giunzione non creano più alcun problema al massimo dopo due settimane.
- Le colle a base di solventi e in particolare le giunzioni incollate con queste colle sono soprattutto sensibili al calore e all'umidità.

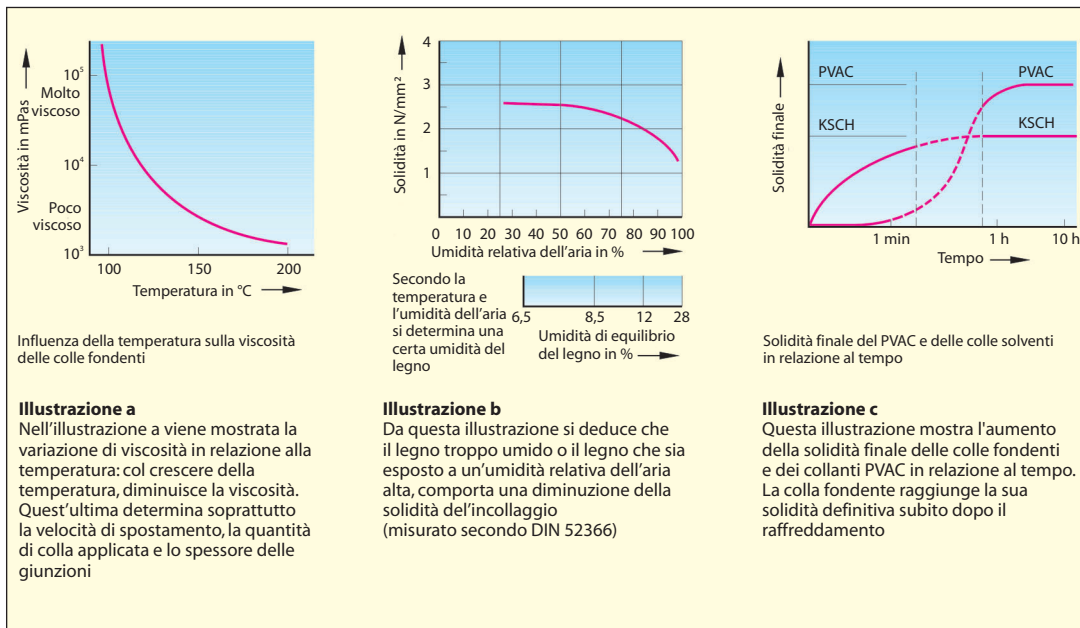


Figura 1: influsso di calore e umidità sulle giunzioni incollate con colle a solvente.

### 3.2.3 Processi di incollaggio

Il processo di incollaggio inizia spalmando la colla sulle due superfici da unire e termina quando la giunzione è asciutta. Il calore normalmente accelera il processo di incollaggio.

La solidità di un giunto dipende dalla coesione della colla e dall'adesione, cioè dall'interazione tra la colla e il supporto, e nei materiali porosi da un ancoraggio meccanico.

Occorre distinguere tra colle contenenti acqua o solventi e colle che non li contengono. La colla serve anche per riempire gli spazi residui all'interno delle giunzioni presenti tra le due superfici unite.

#### 3.2.3.1 Colle contenenti acqua

Se l'acqua di dispersione della colla migra nel materiale da incollare o evapora dal punto di congiunzione, le molecole di colla non sono più separate l'una dall'altra da un strato di acqua, ma si toccano. Nello strato di colla si giunge alla formazione delle forze di coesione.

La colla diventa solida grazie alla stagionatura delle sue particelle. Le forze di adesione tra la superficie adesiva e la superficie da incollare sono tanto più grandi quanto più le loro superfici risultano affini.

Si verifica un ancoraggio meccanico quando nei materiali da incollare porosi la colla arriva nei pori, riempendoli. Deve però anche essere presente uno strato di colla situato nel punto di congiunzione (**Fig. 1, pag. 95**).

#### 3.2.3.2 Colle contenenti solventi

Le forze di coesione dello strato di colla derivano dall'evaporazione dei solventi e da una pressione relativamente alta. Le molecole di colla dello strato adesivo che si trova su entrambi i supporti da incollare si collocano vicine le une alle altre quando i solventi evaporano.

Unendo e pressando le due parti si formano molecole superficiali deformabili per via delle intense forze di adesione e di deboli forze di coesione. La pressione causa un aumento delle forze di adesione tra lo strato di colla e la superficie di congiunzione (**Fig. 2, pag. 95**).



### 3.2.3.3 Colle non contenenti solventi

In queste colle a due componenti le forze di coesione si formano tramite una reazione chimica tra entrambi i componenti.

Le forze di adesione si possono sviluppare perché la colla prima della reazione chimica è liquida e perciò si possono riempire le porosità del materiale (Fig. 3).

Attraverso l'aggiunta di agenti reticolanti alle colle reattive, vengono innescate delle reazioni chimiche nello strato di colla tali da far sorgere forze di coesione.

L'adesione e l'ancoraggio meccanico non vengono influenzati dal reticolante.

In una colla a dispersione reattiva, per esempio a base di resina ureica, all'indurimento fisico delle particelle di colla segue una reazione chimica. Attraverso la reazione chimica, il giunto diventa più solido e stabile.

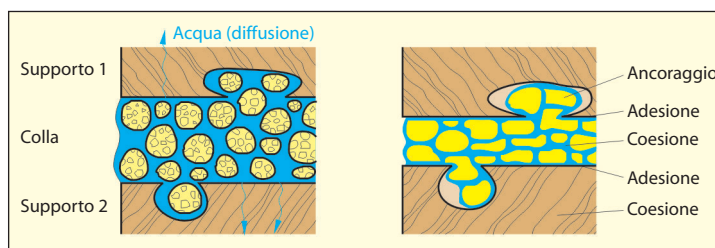


Figura 1: punto di congiunzione nelle colle contenenti acqua.

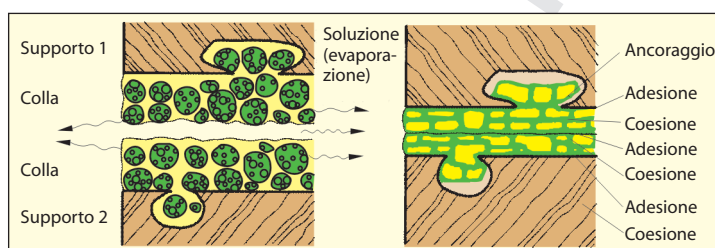


Figura 2: punto di congiunzione nelle colle contenenti solventi.

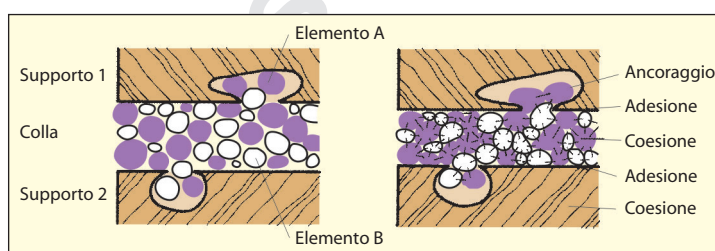


Figura 3: punto di congiunzione nelle colle non contenenti solventi.

### 3.2.4 Definizioni tecniche relative alle colle

- **Agenti allunganti:** sono materiali organici finemente polverizzati e capaci di rigonfiarsi, con una propria forza collante come la farina di cereali e la cellulosa idrosolubile, che vengono prevalentemente utilizzati nelle colle da impiallacciatura. Attraverso l'uso di agenti allunganti si possono ridurre i costi della colla, regolare la viscosità del bagno di colla, migliorare l'elasticità dei giunti, aumentare la forza di riempimento della colla e ridurre il pericolo di una foratura.
- **Riempitivi:** sono materiali finemente polverizzati senza una propria forza collante, come il gesso e i fenoplasti, la polvere di roccia, di legno e di corteccia. Vengono utilizzati come gli agenti allunganti.
- **Periodo di maturazione:** si intende il tempo che intercorre fra l'applicazione della colla e la formazione del giunto. Quest'ultima deve avvenire alla fine del periodo di maturazione.
- **Durata d'uso o tempo di passivazione:** il tempo di passivazione è il tempo massimo per cui una colla può rimanere nel recipiente mantenendo il suo stato di lavorabilità. Alla fine della durata di uso, la colla diventa inutilizzabile.
- **Tempo d'attesa:** si intende il tempo di essiccazione delle superfici fino al raggiungimento della completa essiccazione. Si distingue tra tempi d'attesa aperti e chiusi. Il **tempo d'attesa aperto** è il tempo che intercorre dall'applicazione della colla fino all'unione delle parti da incollare. Il **tempo d'attesa chiuso** segue il tempo d'attesa aperto e finisce con il raggiungimento della piena essiccazione della giunzione.



- **Temperatura di presa o temperatura di tempra:** questa è la temperatura ottimale per l'incollaggio. Nell'**incollaggio a freddo** è tra i 5 e i 30 °C, nell'**incollaggio a caldo** è tra i 30 e i 200 °C e oltre.
- **Tempo di presa o tempo di tempra:** il tempo di cui una colla ha bisogno per raggiungere la stabilità dei giunti, e che permette di interrompere pressione o eventuali immorsature, è detto tempo di presa. Con alcune colle, trascorso il tempo di presa, la solidità dei punti di giunzione non è ancora abbastanza elevata per poter continuare a mettere subito i pezzi in lavorazione. In questi casi occorre anche un **tempo post-presa**. Per le colle di resina a reazione, come per le colle di resina a condensazione non si parla in genere di presa ma di solidificazione.
- **Potenza:** la potenza è la pressione da applicare sui punti di congiunzione durante il tempo di presa o tempo di tempra.
- **Tempo totale di compressione:** il tempo totale di compressione, o durata totale di compressione, o tempo di preparazione della macchina, è il periodo di tempo tra l'inizio e la fine fase di pressione dei punti di congiunzione. Nelle colle a contatto si parla di tempo di pressione d'appoggio.
- **Spessore dei punti dei giunti:** i giunti adesivi con uno spessore medio massimo di 0,1 mm vengono ritenuti sottili, quelli con uno spessore superiore a 0,1 mm vengono ritenuti spessi.
- **Metodo di termosigillatura a caldo o saldatura a caldo:** con questo metodo viene applicata una colla termoplastica viscosa, di solito la colla PVAC. Una volta essiccata la colla, le superfici da incollare vengono accostate e pressate. Per effetto del calore la "pellicola di colla" si liquefa ancora una volta. In questo modo vengono unite le due superfici e collegate per raffreddamento.

**Gruppi di sollecitazione:** le colle per incollaggio non strutturale del legno e dei materiali lignei sono classificate secondo la norma EN 204 nei gruppi di sollecitazione **D1, D2, D3 e D4**. Le colle devono soddisfare le caratteristiche previste dalla normativa per quanto riguarda la resistenza a effetti del clima e dell'acqua. Le caratteristiche si riferiscono al giunto solido. La giunzione D1 deve essere, per esempio, stabile in spazi chiusi con un'umidità dell'aria generalmente bassa mentre la giunzione D4 deve essere resistente all'umidità e al calore in condizioni particolarmente drastiche (**Tab. 1**).

Tabella 1: gruppi di sollecitazione delle colle secondo EN 204	
Gruppi di sollecitazione	Condizioni climatiche e contesti d'utilizzo <sup>1</sup>
D1	In ambienti interni, dove la temperatura solo occasionalmente e per breve tempo raggiunge i 50 °C e l'umidità al massimo il 15%, per esempio per le porte interne, i mobili, i rivestimenti
D2	In ambienti interni con presenza rapida e occasionale di acqua corrente o di condensa e/o un'umidità dell'aria alta con un aumento di umidità relativa del legno fino a un massimo di 18%, per esempio per cucine o stanze da bagno
D3	In ambienti interni con presenza rapida e frequente di acqua corrente o di condensa e/o un effetto persistente di elevata umidità dell'aria. In ambienti esterni protetti dagli agenti atmosferici e anche per cucine o stanze da bagno
D4	In ambienti interni con presenza e frequente di acqua corrente o di condensa. In ambienti esterni esposti agli agenti atmosferici, tuttavia con protezione delle superfici, adeguata, per esempio per le piscine coperte, per le cabine doccia, le finestre e le porte esterne con velatura o verniciatura scura e coprente, anche per scale a pioli e scale a gradini

<sup>1</sup> Occorre aspettarsi caratteristiche delle colle più elevate o differenti rispetto a quelle indicate nella tabella, per esempio in caso di utilizzo in altre aree climatiche, poiché si possono incontrare delle circostanze particolari nel tipo di legno e nel tipo di colla e in caso di necessità occorre eseguire ulteriori esami secondo EN 205



### 3.2.5 Lavorazione delle colle

La lavorazione delle colle richiede non solo un attento esame delle loro specifiche caratteristiche bensì anche della natura delle superfici da unire, delle loro dimensioni, della temperatura e dell'umidità presenti nell'ambiente in cui si effettuano le operazioni di incollaggio, delle attrezzature e dei macchinari da utilizzare in ciascun caso, e anche dei relativi costi.

Per esempio, per l'uso delle colle da impiallacciatura, operazione particolarmente delicata, si devono esaminare i più importanti effetti che si verificano nel corso della lavorazione. Ogni gradino di lavorazione ha il suo significato che deve essere rispettato di volta in volta se, al termine dell'impiallacciatura, il pezzo in lavorazione deve risultare finito a regola d'arte (Fig. 1).

Nella lavorazione delle colle, la temperatura rappresenta un fattore essenziale. Questa si regola in base al tipo di colla da lavorare, l'induritore e il tempo di indurimento desiderato. Entro certi limiti, aumentando le temperature di lavorazione i tempi di presa si riducono.

Questa relazione non vale nella lavorazione delle colle fondenti, perché queste diventano liquide tramite riscaldamento e solide tramite raffreddamento.

La figura 2 illustra come la solidificazione delle colle a dispersione condizioni l'incollatura superficiale in presse riscaldate.

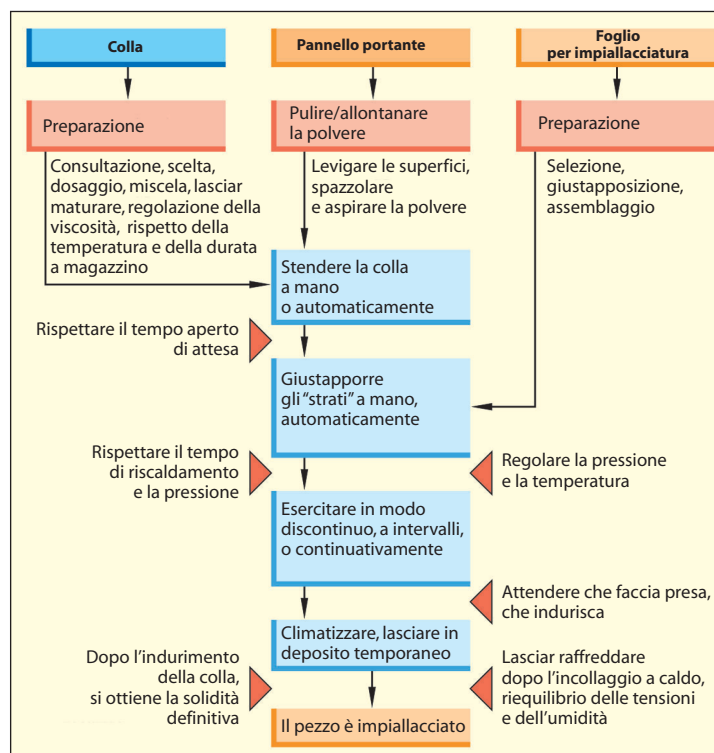


Figura 1: processo di lavorazione per impiallacciatura.

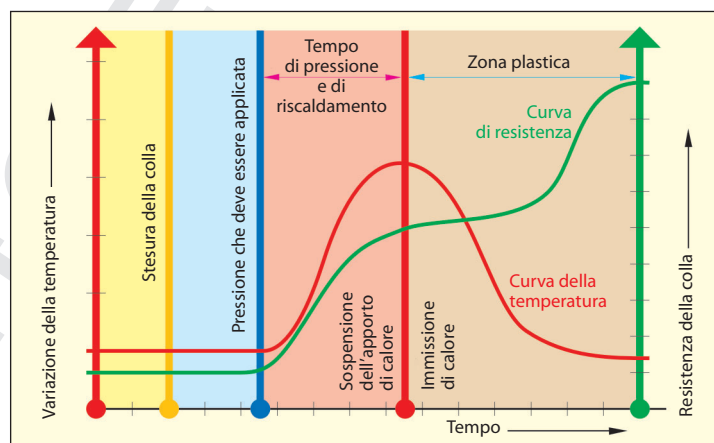


Figura 2: solidificazione delle colle di dispersione per impiallacciatura.

#### Esercizio

- 1 Spiegare perché la colla a base di polivinilacetato non è adatta a incollare il telaio delle finestre esposto ad agenti atmosferici.
- 2 Indicare a cosa occorre prestare attenzione nella lavorazione di colle termofondenti.
- 3 Scegliere tre tipi di colle di resina da condensazione in base alla loro attitudine a incollare i telai delle finestre.
- 4 Illustrare la differenza tra i diluenti e i riempitivi.
- 5 Indicare quale effetto provoca il superamento del tempo d'attesa sulla solidità delle giunture.
- 6 Indicare come può essere ridotto nelle colle il tempo di incollaggio.

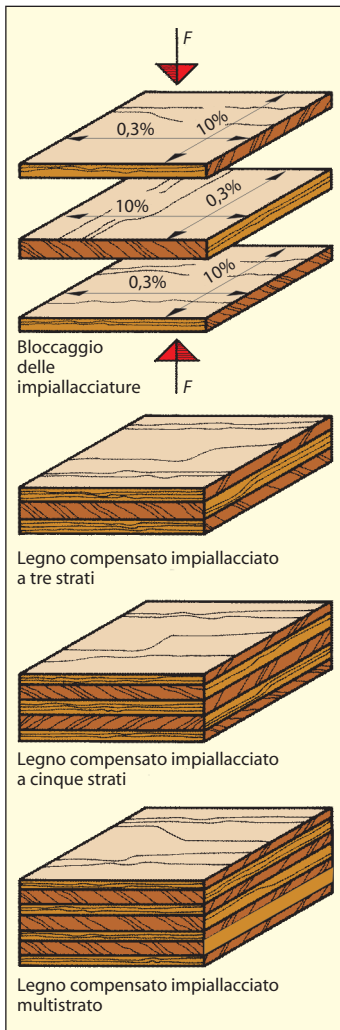


Figura 1: legno compensato semplice.

### 3.3 Prodotti a base di legno

I prodotti a base di legno possono essere prodotti sotto forma di pannelli o di elementi stampati, incollati o pressati con adesivi, da strati di legno di uguale o diverso spessore, da trucioli di legno o fibre di legno. In base alla struttura, i materiali lignei, tranne alcune eccezioni, si possono suddividere in materiali lignei a strati, materiali compositi, truciolari e fibre legnose (Fig. 2).

I prodotti a base di legno, nella loro struttura, sono più regolari e più uniformi rispetto al legno pieno massiccio e consentono applicazioni in alcuni casi più estese.

#### 3.3.1 Pannelli di legno a strati

I materiali lignei a più strati sono costituiti da almeno tre strati di legno, che vengono incollati insieme e pressati in pannelli o pezzi stampati. Tra questi troviamo il compensato semplice, quello impiallacciato, i pannelli stampati multistrato, il compensato listellare in massello, così come il legno lamellare.

##### 3.3.1.1 Legno compensato semplice

Il **legno compensato semplice** è costituito da sottili fogli continui di legno incollati insieme in senso incrociato. In questo modo i singoli strati non possono più essere lavorati separatamente perché aderiscono solidamente uno all'altro.

Il legno compensato semplice deve essere costruito simmetricamente nella sezione trasversale in base allo spessore dello sfogliato, al tipo di legno e alla direzione della fibratura. Perciò i compensati semplici sono prodotti sempre con un numero dispari di strati, da almeno 3, fino a 5, 7, 9, 11 strati o più. Vengono indicati come pannelli di legno compensato a tre strati, a cinque strati e multistrato (Fig. 1).

Il compensato semplice di maggiore spessore e multistrato, con più di 5 strati e almeno 12 mm di spessore è posto in commercio anche con il nome di **pannello "multiplex"**.

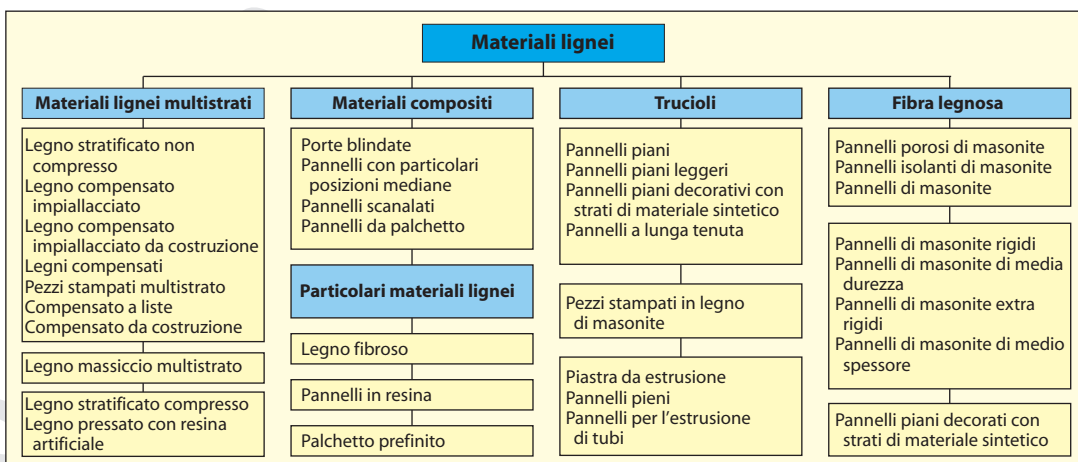


Figura 2: classificazione dei prodotti a base di legno.



### Realizzazione

I fogli di legno vengono tagliati e incollati di testa. Gli sfogliati posti sulle facce devono essere selezionati secondo qualità (senza nodi, fessure o striature colorate). Anche gli strati intermedi non devono avere grossi punti deboli e nodi perché possono trasparire attraverso i piallacci finali. Gli sfogliati preparati sulla dimensione dei pannelli, vengono incollati con le incollatrici, sovrapposti nel numero e nella sequenza desiderati e incollati con la pressa a caldo.

Dopo essere stato incollato e pressato, il compensato deve essere impiato, cosicché le tensioni interne dovute all'azione della reticolazione dell'adesivo e alle piccole variazioni dimensionali degli sfogliati si equilibrino. Questo procedimento si chiama condizionamento. Dopodiché i pannelli vengono tagliati, levigati, controllati e marchiati.

### Caratteristiche

Il compensato ha una maggiore stabilità sia dimensionale sia della forma rispetto al legno massiccio.

Il compensato, come il legno massiccio, può essere lavorato con gli utensili e i macchinari normalmente usati per la lavorazione del legno comune, come per esempio, essere segato, fresato, trapanato, scalpellato, piallato, levigato. Inoltre i pannelli di compensato possono essere rivestiti, impiallacciati con essenze particolari o anche con altri prodotti e trattati in superficie. Sono inchiodabili anche in prossimità degli spigoli.

### Impiego

Grazie alla scarsa entità del ritiro, il compensato da interno viene usato per parti di grandi dimensioni, di solito non autoportanti, in strutture per interni e mobili, come fondi posteriori, pannelli e fondi di cassetti. Con i pannelli multistrato ossia i compensati spessi, si possono produrre componenti portanti di mobili e piani.

Il compensato da esterno può essere impiegato come rivestimento resistente in componenti di mobili refrigeranti e di celle frigorifere nonché per importanti elementi costruttivi in ambienti umidi.

### Lavorazione

Il compensato dovrebbe essere tagliato con una sega a taglienti di carburo di tungsteno (Widia). Quando si taglia con la sega circolare un foglio, occorre fissare lo stesso al piano di lavoro per evitare che i denti della lama salendo lo sollevino, un effetto che può procurare contraccolpi con alto rischio di incidenti alla persona.

Per incollare e rivestire si possono usare tutte le colle che si usano normalmente nelle falegnamerie. Se il compensato viene ulteriormente impiallacciato il decorso delle fibre dei piallacci finali deve essere ad angolo retto rispetto al decorso delle fibre degli strati esterni del pannello, per evitare il formarsi di fessure negli strati finali di chiusura. Questo è da tenere presente già al momento del taglio dei pannelli.

### Tipi particolari di compensato

Grazie alla sua composizione, al tipo di incollaggio e alla qualità della superficie, il compensato può essere preparato per diversi scopi. Si distinguono per esempio: compensato per costruzione, pannelli antincendio, pannelli per cassaforma (per calcestruzzo), compensato preverniciato, compensato con armatura di lamiera, pannelli con un foglio intermedio di alluminio, compensato trattato con sostanze preservanti.

### Tipi di incollaggio

Secondo gli standard tedeschi il tipo di incollaggio si distingue compensato da interno e da esterno.

La normativa europea di riferimento aggiunge ulteriori indicazioni (vedi appendici).

Il **compensato da interno**, tipo di incollaggio **IF20**, non resiste agli agenti atmosferici, ma sopporta un'azione di breve durata dell'acqua tiepida e fredda.

Il compensato da esterno, tipo di incollaggio **AW100**, resiste all'acqua bollente e ha una resistenza limitata agli agenti atmosferici. Quest'ultima caratteristica è in relazione all'incollaggio. Come materiale organico il legno è putrescibile. Il compensato da esterno può essere trattato con sostanze preservanti (tipo **AW100G**).

### Dimensioni

Il compensato impiallacciato viene prodotto negli spessori di 4, 5, 6, 8, 10 e 12 mm. Il compensato particolarmente spesso (pannelli multistrato) ha uno spessore di 12, 15, 18, 22, 25, 30, 35, 40 e 50 mm, quello sottile è di 0,5; 0,8; 1,5; e 3,0 mm. Nell'indicazione della dimensione dei pannelli viene prima citata la lunghezza, ovvero la direzione del decorso delle fibre del foglio di finitura.

### Classi di qualità

Secondo la condizione del piallaccio di finitura, il compensato viene suddiviso nelle classi 1, 2 o 3. La classe 1 corrisponde alla qualità migliore. Spesso i pannelli di finitura anteriore e posteriore sono di classi diverse, per esempio 1-2, 1-3 e 2-3. Queste classi di qualità sono impresse sul lato peggiore, di solito insieme al simbolo della ditta e a quello di qualità, oltre all'indicazione del tipo di incollaggio e allo spessore dei pannelli.

Esempio: un compensato spesso 8 mm con classi di qualità 1 e 2 e tipo di incollaggio AW100 riporta la sigla **compensato AW-1-2-8**.

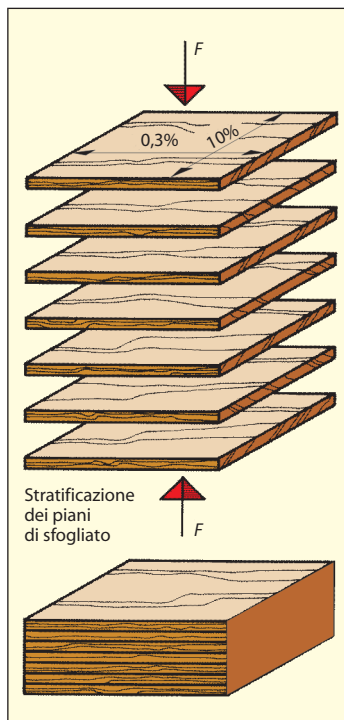


Figura 1: legno multilaminare.

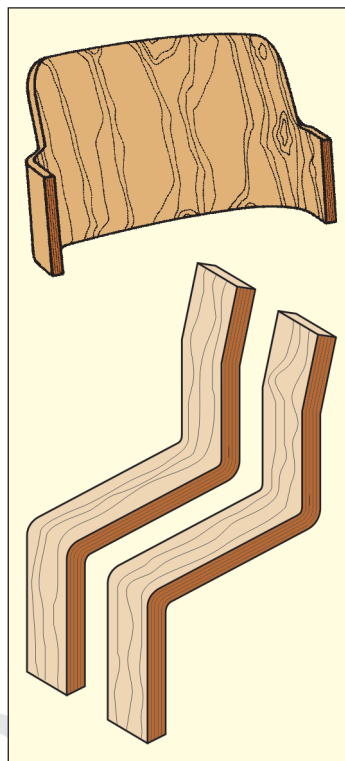


Figura 2: sagome di compensato e in legno multilaminare.

### 3.3.1.2 Legno multilaminare

Il **legno multilaminare** non è propriamente un compensato. Nel multilaminare il decorso delle fibre degli sfogliati è prevalentemente unidirezionale (**Fig. 1**). Per aumentare la resistenza alla flessione solo il 15% degli sfogliati può avere le fibre disposte trasversalmente.

La preparazione del foglio di legno e il tipo di incollaggio sono simili a quelle del compensato.

#### Caratteristiche

Siccome la stratificazione segue l'orientamento delle fibre, la resistenza dei pannelli orientati secondo il decorso delle fibre è molto alta, di molto superiore a quella del legno massiccio. La sua resistenza è ulteriormente aumentata dalla stratificazione sottile della struttura del pannello. Per ogni centimetro di spessore del pannello si possono avere da cinque a venti strati. Il legno a strati viene prodotto con diversi spessori, dai 4 ai 100 mm. Come il compensato, lo si può lavorare servendosi di macchinari e utensili normalmente usati per la lavorazione del legno.

#### Impiego

Il legno multilaminare viene utilizzato per elementi costruttivi sottoposti a grosse sollecitazioni a flessione e alla trazione in senso longitudinale, per esempio, nella costruzione di attrezzi sportivi, scale, aerei, modellini e scaffalature.

### 3.3.1.3 Pannelli curvati

Nei pannelli curvati si distinguono pezzi stampati di compensato e pezzi stampati di legno multilaminare.

Gli elementi di compensato sagomato sono costituiti da sfogliati o tranciati, stratificati anche ortogonalmente, che vengono pressati in stampi in modo da formare profili particolari. La colla tra i fogli, secondo il suo indurimento, mantiene gli stessi piegati nella posizione prestabilita dallo stampo, evitando così l'effetto ritorno delle piegature. Dopo essere stati pressati, i pezzi stampati possono essere fresati secondo lo stampo prescelto. In questo modo si fabbricano per esempio parti di sedie, divani e altri mobili, contenitori di apparecchi radiotelevisivi (**Fig. 2**).

Gli sfogliati nel caso sotto esame hanno le fibre orientate nella stessa direzione. Si possono dunque utilizzare solo per realizzare parti ripiegate in modo semplice come anelli, telai di sedie, strutture di sostegno per le sedie, telai di tavoli e listelli elastiche (per esempio, braccioli). Utilizzando colle termoindurenti per unire i singoli strati di piallaccio, la forma dei pezzi resta stabile, oltre a possedere una maggiore solidità rispetto al legno massiccio piegato (**Figg. 2 e 1**).

Le **sagome in legno multilaminare** vengono per lo più fabbricate con sfogliati di faggio. In casi particolari i piani a vista possono essere di piallaccio tranciato, o a fogli, ricavati da altri tipi di legno.

### 3.3.1.4 Pannello di legno densificato e resinato

Il **pannello di legno densificato** è un legno a strati molto compatto, dotato di resistenza eccezionale.

#### Realizzazione

Per la realizzazione sono adatti sfogliati con fogli di spessore inferiore agli 0,8 mm di legno di faggio. Dopo essere stati essiccati a fondo, i fogli vengono posti in un contenitore sotto vuoto con una soluzione acquosa di resina fenolica al 50%. I piallacci imbevuti di resina sintetica vengono poi essiccati fino a raggiungere il contenuto di umidità richiesto per la