



La Maison Verte

Prodotti & Sistemi per l'Ecocostruire

Sistemi strutturali con pile di assi incavigliati

Il valore naturale dell'abitare

SYSTEMVERTE



**Solidità
Bellezza
Ecologia
Salubrità
Sicurezza**

INDICE

1- USO DEL LEGNO NELL'EDILIZIA.....	3
2- SYSTEMVERTE: Sistemi con pile di assi incavigliati.....	5
3- TETTOSYSTEM.....	9
4- SOLSYSTEM.....	11
5- PARETESYSTEM.....	14
6- NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	19

USO DEL LEGNO NELL'EDILIZIA

1



Solido e Rassicurante

Il **legno** è il più antico materiale da costruzione utilizzato dall'uomo per la propria casa, da quando iniziò a costruirsi i propri ripari. Il **legno** quindi, accompagna la storia dell'uomo fin dalle sue origini. Come elemento da costruzione rappresenta tradizione, fascino e calore.

Se prodotto secondo cicli di piantumazione controllata rappresenta il materiale ecologico per eccellenza in quanto:

- il ciclo di produzione è ad emissione zero (la CO₂ impiegata per la produzione dei componenti è riassorbita durante il ciclo di crescita)
- utilizzarlo, consumarlo, smetterlo e infine smaltirlo ha un impatto infinitamente più basso di qualsiasi altro materiale da costruzione.

- Una struttura in **legno** genera un risparmio energetico fino al 50% rispetto alla stessa struttura costituita con sistemi odierni quali cemento e mattoni.

- Il **legno** rappresenta il materiale da costruzione perfetto: leggero, resistente, elastico, facile da lavorare e con una indiscutibile valenza estetica. Non necessita i tempi di indurimento caratteristici delle strutture laterocementizie.

Viste le nuove esigenze sempre più elevate, sia sotto il profilo tecnico, sia economico, l'utilizzo di strutture in cemento armato appare ormai un atto totalmente anacronistico, mentre la vera scommessa della modernità è rappresentata dal materiale che per millenni è stato utilizzato e che solo ora stiamo riscoprendo: il **legno**.



Sistemi strutturali ecologici

Sistema a secco, senza l'uso di collanti:

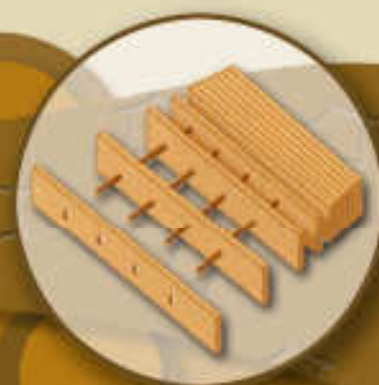
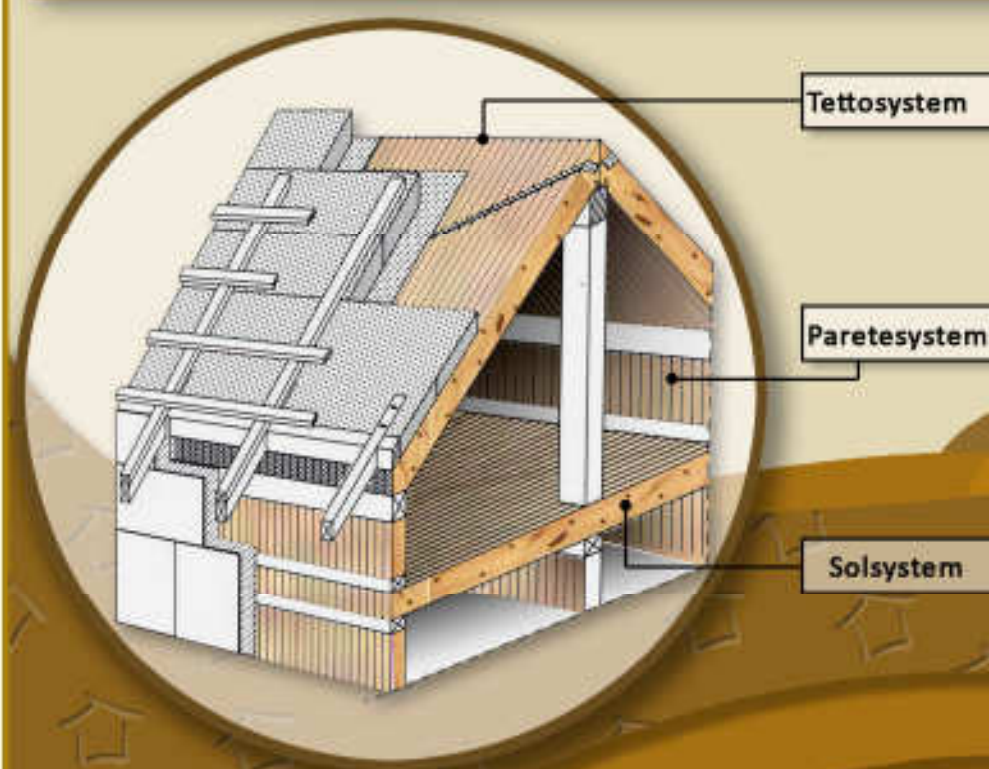
Un edificio può essere costruito interamente con una struttura di **legno**. A livello strutturale è ormai di uso comune il legno lamellare, il quale però porta con sé tutte le problematiche dell'utilizzo di collanti chimici, nonché l'effettivo impatto di un processo produttivo altamente invasivo.

Una valida alternativa ai sistemi lamellari è il sistema ad assi incavigliati (brettstappel). Questi sono elementi massicci piani, costituiti da tavole uniti da spinotti di legno duro. Questo sistema originario della Scandinavia che veniva già impiegato all'inizio del secolo scorso, costituisce la soluzione ideale per costituire sistemi portanti in legno, totalmente naturali, biologici e con processi produttivi ad impatto zero.

Di regola vengono utilizzate assi di **legno** massiccio di abete rosso essiccate e piallate con lunghezze da 80 fino a 200 mm, con una lunghezza che può arrivare fino a 12 m. Le assi vengono collegate tre loro in posizione verticale mediante incavigliatura. In questo modo si crea una trave in **legno** larga fino a 60 cm (il limite è dettato da esigenze prettamente logistiche e di manovrabilità degli elementi) tesa su un solo asse che si può lasciare a vista oppure rivestire. Questi elementi a pile di assi incavigliate possono essere impiegati in vari modi e sono sempre combinabili con altri materiali da costruzione. La Maison Verte è orgogliosa di proporre un sistema che risponde alle esigenze costruttive odierne in maniera sana ed ecologica...in una sola parola: **Systemverte**.

SYSTEMVERTE

2



Sistemi con pile di assi incavigliati

La costruzione di tipo **SYSTEMVERTE** risponde alle esigenze attuali della moderna costruzione in legno per vari motivi:

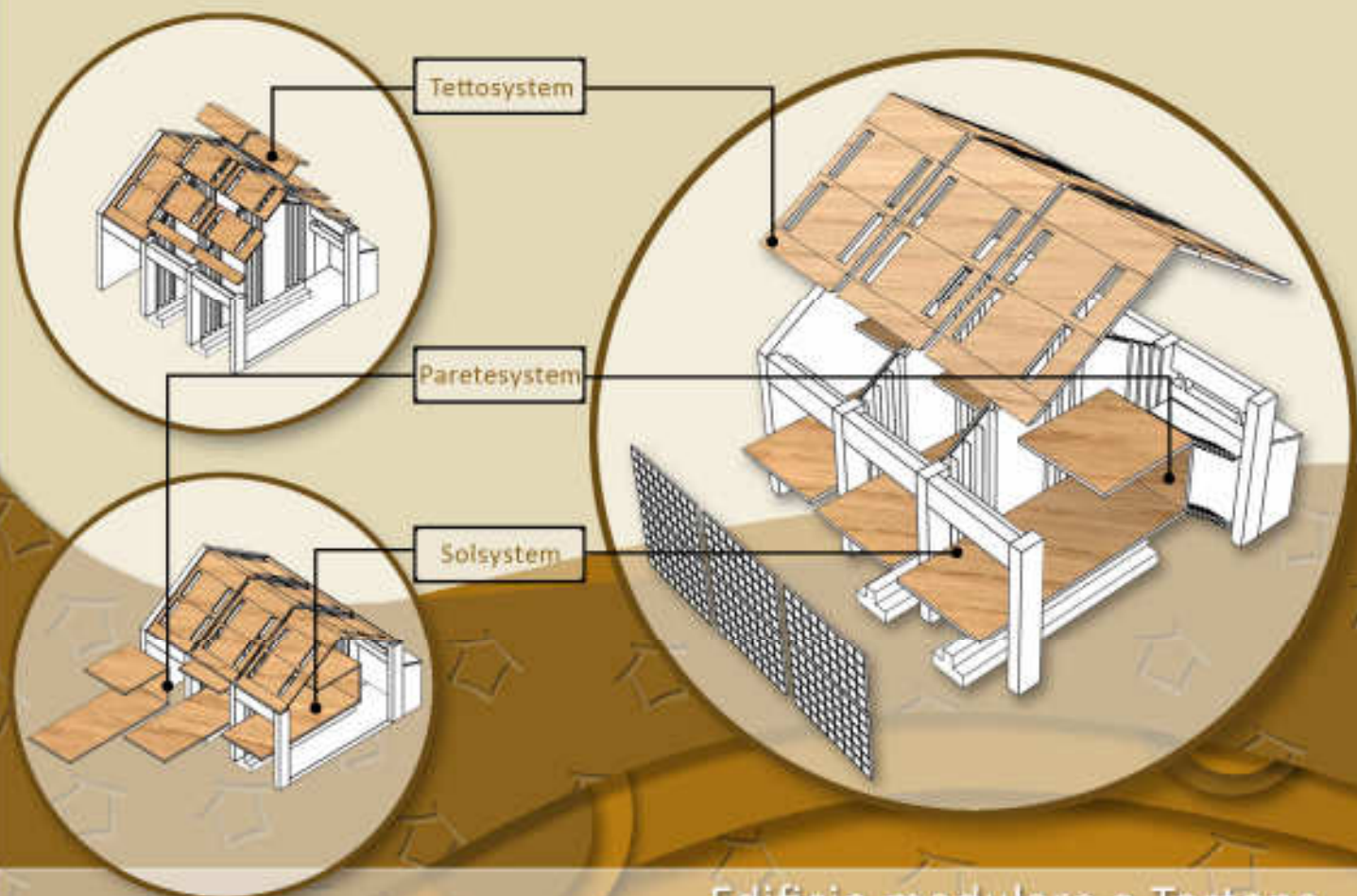
- Per ricavare più volume abitabile: **SYSTEMVERTE** aumenta la superficie abitabile grazie alla elevata resistenza statica che consente di progettare sezioni più sottili dei solai a parità di resistenza statica.
- Per l'isolamento termico: **SYSTEMVERTE** è costituito da legno (materiale isolante) che abbinato allo spessore su tutta la superficie contribuisce a migliorare le prestazioni energetiche del sistema creando un clima abitativo confortevole.
- Perché è salubre: **SYSTEMVERTE** è costituito da legno dotato di elevate capacità di traspirazione e funge da polmone igrometrico regolando così l'umidità dell'aria negli ambienti interni.
- Per la sicurezza in caso di incendio: **SYSTEMVERTE** in legno non trattato soddisfa le normative della protezione antincendio REI 30-60-90 a seconda dello spessore utilizzato.

- Perché è ecologico: la produzione del **SYSTEMVERTE** è del tutto ecologica. Infatti l'assemblaggio degli elementi in legno (materiale rinnovabile) non prevede l'uso di metallo, colla o prodotti chimici. Inoltre necessita di un ridotto quantitativo di energia sia in fase di produzione sia in fase di montaggio.

- Perché grazie ai suoi colori caldi e alle grandi superfici che si possono realizzare conferisce agli edifici maggior pregio rispetto ai sistemi tradizionali.

- Perché è possibile realizzare grandi luci, grazie alla sue elevate resistenze degli elementi è possibile realizzare solai con luci fino a 12 metri rivoluzionando l'attuale filosofia di progettare gli spazi.

- Perché è anti-sismico, grazie al collegamento trasversale i carichi sono distribuiti in modo uniforme e bidirezionale e insieme alle alte resistenze sia a trazione sia a compressione del legno lo rendono un materiale più sicuro contro le azioni sismiche.



Edificio modulare a Tortona

I complessi residenziali possono essere costruiti interamente con una struttura di legno massiccio. Tenuto conto che le strutture **SYSTEMVERTE** permettono di superare luci elevate, si possono anche impiegare per edifici residenziali multipiani, per edifici ad uso amministrativo o industriale o per costruzioni agricole. Costruzioni pubbliche quali palestre, scuole e asili sono ulteriori applicazioni possibili.

Anche costruzioni particolari quali le coperture di grandi luci (es: tetto di stazione, o la struttura portante di una scala) possono essere costituite con il **SYSTEMVERTE**. Fondamentalmente è possibile adattare e realizzare qualsiasi forma di edificio con il **SYSTEMVERTE**. Il quale tra l'altro porta con sé l'elevata valenza estetica caratteristica del legno. Sistemverte è disponibile in vari gradi di finiture; dal più grezzo, per lavorazioni non a vista, fino al profilo liscio o bisellato per esecuzioni di pregio, che permettono di esaltare la qualità estetica naturale del legno.

Da non dimenticare ulteriori vantaggi legati all'uso del **SYSTEMVERTE**:

a parità di prestazione termica e strutturale una struttura costituita con il sistema a tavole di legno impilate genera un surplus di volumetria abitabile viste le ridotte sezioni che solai e pareti possono assumere in confronto ai sistemi tradizionali.

Inoltre, dato non trascurabile, il **SYSTEMVERTE**, essendo un sistema prefabbricato, viene progettato e realizzato in fabbrica e solo allestito in cantiere; questo porta ad un'immediata calpestabilità della struttura in quanto il legno, non necessita dei canonici 28 giorni di indurimento caratteristici delle strutture laterocementizie. Inoltre eventuali modifiche in corso d'opera o post opera, sono più facilmente gestibili in quanto è sufficiente lo smontaggio (ovviamente con le dovute accortezze) dell'elemento da modificare, rispetto alla demolizione della struttura monoblocco in CLS, con la quale sono solitamente costituite le parti resistenti degli edifici.



... velocità di posa e immediata calpestabilità



TIPO DI PROFILI:

PROFILO GREZZO: questa tipologia si riferisce alla qualità delle tavole di tipo grezzo non piallate, utilizzato prevalentemente come struttura portante e per realizzazioni non a vista, per le quali è sufficiente utilizzare una superficie ruvida ma livellata

PROFILO BISELLATO: la finitura in termini di lavorazione si presenta liscia a vista con spigolo smussato.

PROFILO LISCIO: la finitura in termini di lavorazione si presenta liscia a vista con spigolo vivo.

PROFILO ACUSTICO: questa particolare tipologia di finitura è stata appositamente studiata per migliorare le prestazioni dal punto di vista delle fonoassorbenze per cui si registra un netto miglioramento dell'abbattimento dei rumori aerei.

Gli elementi sono costituiti da una successione di tavole, lunghe al massimo 12 m, per una larghezza complessiva fino a 2,4 m. L'altezza del singolo elemento varia dagli 8-12 cm per una parete divisoria fino ai 24 cm per solai a grande luce. Lo spessore della tavola varia da 24 mm fino a 60 mm in base alla particolare esigenza estetica. Essendo legno vivo e non trattato il **SYSTEMVERTE** è soggetto a ritiro e rigonfiamento dovuto all'umidità degli elementi. E' quindi necessario un accurato controllo sia in fase di costruzione, sia in fase di posa. In cantiere è sempre preferibile tenere teloni impermeabili a portata di mano. Una maggiore solidarizzazione può essere fornita tramite inchiodatura o avvitatura continua in modo da permettere una trasmissione omogenea degli sforzi di taglio. Eventuali tagli per il passaggio di impianti o cavedi è preferibile prevederli in fase di progettazione onde evitare fastidiose lavorazioni in cantiere.



GREZZO



BISELLATO



LISCIO



ACUSTICO



Il legno è antisismico

Il **legno** viene considerato da molti specialisti un materiale non solo adatto, ma addirittura consigliabile per costruire in zona sismica, a patto che si ponga la dovuta attenzione nella progettazione e realizzazione degli elementi strutturali. Al verificarsi di un evento sismico, le costruzioni in legno offrono notevoli vantaggi in termini di sicurezza rispetto a sistemi costruttivi basati su materiali diversi, in virtù della loro elevata deformabilità, della buona capacità di dissipare energia e della massa ridotta degli elementi strutturali.

Tale buon comportamento è dovuto ad alcune caratteristiche peculiari di questo materiale, che risultano particolarmente idonee nei confronti delle azioni sismiche. Queste caratteristiche sono:

- **Leggerezza:** le strutture di **legno**, se confrontate con le strutture realizzate con materiali da costruzione tradizionali, sono leggere e pertanto le sollecitazioni indotte dall'azione sismica sono notevolmente inferiori. Ad esempio, il **legno** massiccio di conifera ha un peso specifico intorno ai 500 kg/m³; questo significa che il rapporto peso specifico/resistenza è simile a quello dell'acciaio ed è 5 volte inferiore a quello del calcestruzzo.
- **Resistenza.** La resistenza a compressione del **legno** in dimensioni strutturali è dello stesso ordine di grandezza del calcestruzzo. Inoltre, a differenza del calcestruzzo, il **legno** ha una resistenza a trazione simile a quella a compressione.
- **Deformabilità.** Il valore medio del modulo elastico del **legno** parallelamente alla fibratura è all'incirca pari a 1/3 di quello del calcestruzzo. A causa del particolare comportamento del **legno**, il valore del modulo di elasticità è circa il 20% in più, per carichi istantanei come quelli sismici, rispetto al valore relativo ai carichi di lunga durata tipicamente impiegati nella progettazione.

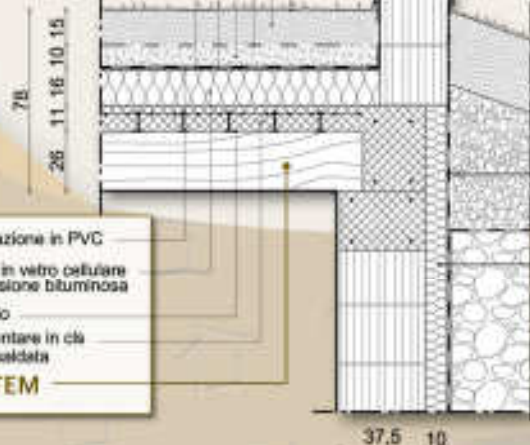
TETTOSYSTEM

4

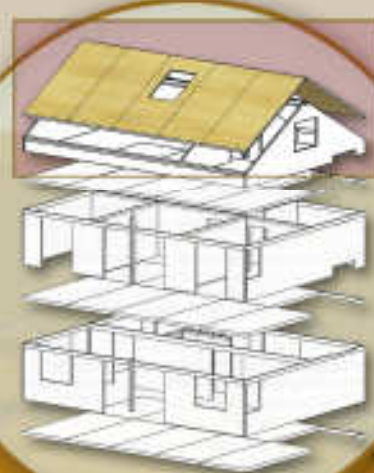
tappeto erboso
substrato di vegetazione
tessuto di separazione
filtrante in polipropilene 100%
materiale drenante e di accumulo
composto da lapillo alveolare vulcanico
membrana antiradice sintetica
in POLIETILENE
strato di separazione, protezione e
compensazione in tessuto non tessuto

impermeabilizzazione in PVC
pannelli isolanti in vetro cellulare
posati con emulsione bituminosa
connettori a piolo
getto complementare in c/c
con rete elettrosaldata

TETTOSYSTEM



PADIGLIONE ARTE VIVENTE A TORINO
sezione tetto giardino



Per costruire un tetto in Systemverte, si possono disporre gli elementi sia dalla grondaia al colmo che trasversalmente. Se il posizionamento avviene nel senso grondaia colmo, gli elementi vengono attaccati agli arcarecci come in carpenteria, con una sella o con arcarecci obliqui. Durante questa operazione, bisogna essere particolarmente attenti ai cornicioni di gronda quando viene perforato lo strato di tenuta all'aria.

Nella tabella viene rappresentato lo schema di costruzione ed i valori di riferimento di diversi tipi di tetto realizzati con Systemverte. Per i tetti realizzati con un sistema di coibentazione continua bisogna considerare i dati forniti dal fornitore

Coibentazione tra struttura in legno



Sistema di coibentazione continua



Coefficiente di trasmissione termica k [$W/(m^2 \cdot K)$]

Spessore isolamento cm	Conducibilità termica		
	0,25	0,35	0,40
8	-	0,32	0,34
10	-	0,28	0,30
12	-	0,25	0,27
14	-	0,22	0,24

Spessore isolamento cm	Conducibilità termica		
	0,25	0,35	0,40
8	0,23	0,32	0,34
10	0,19	0,28	0,30
12	0,17	0,25	0,27
14	0,15	0,22	0,24

Carico puntuale g in kN/m^2 della superficie del tetto senza rivestimento

Spessore isolamento cm	min g		max g	
	min g	max g	min g	max g
8	0,56	0,82	0,56	0,82
10	0,57	0,83	0,57	0,83
12	0,58	0,84	0,58	0,84
14	0,59	0,86	0,59	0,86

Spessore isolamento cm	min g		max g	
	min g	max g	min g	max g
8	0,56	0,80	0,56	0,80
10	0,57	0,81	0,57	0,81
12	0,58	0,82	0,58	0,82
14	0,59	0,83	0,59	0,83



Dimensionamento di massima

Dimensionamento del tetto

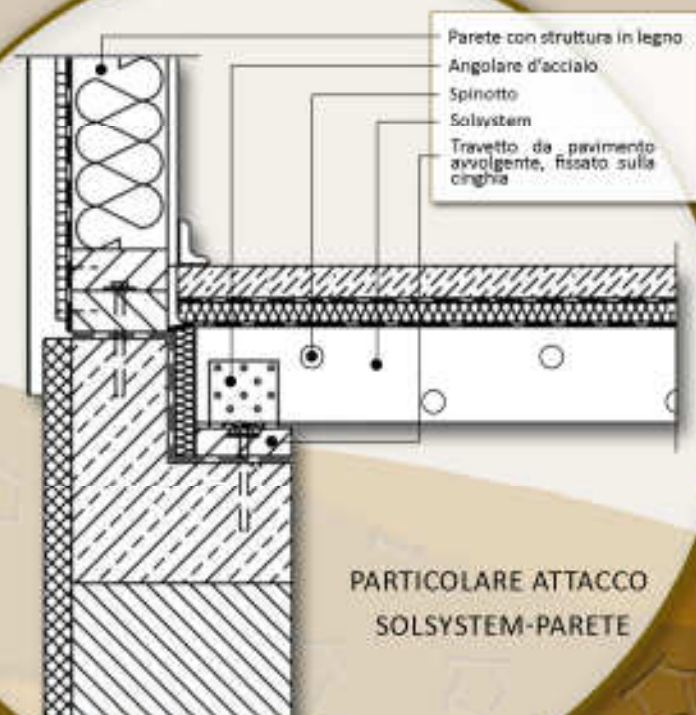
Gli elementi a tavole impilate sono posizionate dalla gronda alla linea di colmo come sostituzione del travetto inclinato; l'intradosso degli elementi rimane solitamente a vista. Può anche essere realizzato senza un tavolato in legno; l'appoggio avviene sugli arcarecci dell'orditura del tetto. Per procedere al dimensionamento è corretto utilizzare lo schema della trave ad una campata; per la determinazione approssimativa della luce ammissibile, vengono utilizzate quindi le tabelle per il dimensionamento per solai ad una campata. Come per il dimensionamento del solaio, diventa influente la prova dell'idoneità d'uso (freccia di inflessione, limitata a $l/300$ o $l/400$).

Distanza in m tra gli appoggi

$f = l/300$	Spessore del Tettosystem in cm								
Peso proprio (kN/m ²)	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0,0	6,70	7,77	8,78	9,73	10,63	11,50	12,34	13,15	13,93
2,5	3,46	4,28	5,08	5,86	6,63	7,38	8,12	8,85	9,57
3,0	3,28	4,06	4,83	5,58	6,32	7,05	7,77	8,48	9,17
3,5	3,13	3,89	4,62	5,35	6,07	6,78	7,47	8,16	8,84
4,0	3,01	3,74	4,45	5,16	5,85	6,54	7,21	7,88	8,54
4,5	2,91	3,61	4,30	4,98	5,66	6,33	6,99	7,64	8,29
5,0	2,81	3,49	4,17	4,83	5,49	6,14	6,79	7,43	8,06
5,5	2,73	3,39	4,05	4,70	5,34	5,98	6,61	7,23	7,85
6,0	2,66	3,31	3,95	4,58	5,21	5,83	6,45	7,06	7,67

Distanza in m tra gli appoggi

$f = l/400$	Spessore del Tettosystem in cm								
Peso proprio (kN/m ²)	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0,0	6,08	7,06	7,97	8,84	9,66	10,45	11,21	11,94	12,66
2,5	3,14	3,89	4,61	5,32	6,02	6,71	7,38	8,04	8,70
3,0	2,98	3,69	4,39	5,07	5,75	6,41	7,06	7,70	8,34
3,5	2,85	3,53	4,20	4,86	5,51	6,16	6,79	7,41	8,03
4,0	2,74	3,39	4,04	4,68	5,32	5,94	6,55	7,16	7,76
4,5	2,64	3,28	3,91	4,53	5,14	5,75	6,35	6,94	7,53
5,0	2,56	3,17	3,79	4,39	4,99	5,58	6,17	6,75	7,32
5,5	2,48	3,08	3,68	4,27	4,85	5,43	6,01	6,57	7,13
6,0	2,41	3,00	3,59	4,16	4,73	5,30	5,86	6,41	6,97

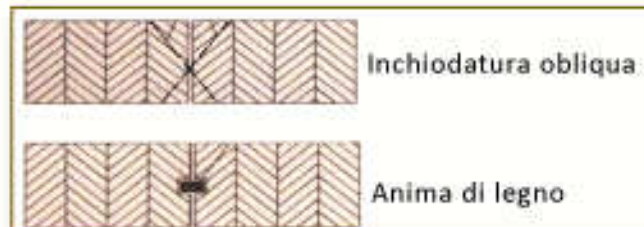


Il sistema costruttivo

SYSTEMVERTE trova l'applicazione più congeniale nella costruzione di solai. L'incavigliatura delle tavole l'una contro l'altra dà origine ad un elemento teso monoasse. Il Solssystem può essere applicato sia come trave ad una campata, che come trave continua.

Sono da evitare carichi concentrati sul singolo elemento. Dopo la posa gli elementi vengono stretti insieme con un tirante per chiudere i giunti tra gli elementi.

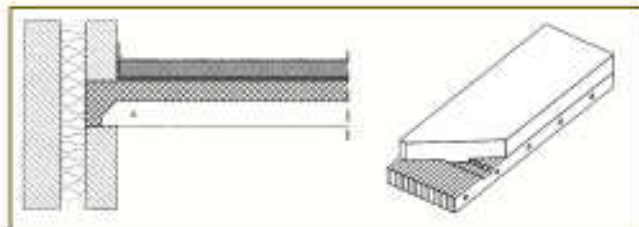
L'accostamento degli elementi deve garantire la ripartizione trasversale dei carichi verticali. In basso sono indicate le diverse modalità di accostamento tra gli elementi del solaio.



Per la trasmissione delle forze di taglio gli elementi possono essere ulteriormente uniti sulla parte superiore da piastre forate.

Tra le varie tipologie c'è anche il sistema composito legno-calcestruzzo collaborante. Con i solai misti possono essere realizzate costruzioni economiche, con ottime proprietà strutturali.

Tali solai sono adatti anche per installazioni con altri sistemi costruttivi in legno, e può essere utilizzato anche in combinazione con muratura in laterizio e pareti di calcestruzzo.





Dimensionamento preliminare

Ipotesi di carico e valori

fondamentali per il dimensionamento:

Le ipotesi per i carichi e sovraccarichi per la normativa italiana sono indicati dal D.M. 16 gennaio 1996 e sono divisi in: carico permanente, sovraccarico variabile, carico della neve e azione del vento. Le seguenti tabelle servono per il predimensionamento degli elementi strutturali con elementi a tavole impilate in legno.

Le tensioni (N/mm²) ammissibili provengono dalla DIN 1052-1.

Tipo di sollecitazione		BS 11	BS 14
Flessione	$\sigma_{D,amm}$	11	14
Trazione	$\sigma_{Z ,amm}$	8,5	10,5
Trazione ⊥	$\sigma_{Z\perp,amm}$	0,2	0,2
Compressione	$\sigma_{D ,amm}$	8,5	11
Compressione ⊥	$\sigma_{D\perp,amm}$	2,5	2,5
		3,0	3,0
Taglio	$\tau_{D,amm}$	0,9	0,9
Taglio da Q	$\tau_{Q,amm}$	1,2	1,2
Torsione	$\tau_{T,amm}$	1,6	1,6
Flessione	E_I	11.000	11.000
Trazione / Compressione	E_I	11.000	12.000
Trazione / Compressione	$E_{\perp}$	350	400
Modulo di elasticità tangenziale	G	550	600

Si può determinare il peso proprio degli elementi di Solsystem da conifera, da un peso minimo di 4 kN/m³, in caso di azione attenuante, a un peso massimo di 5 kN/m³.

Carichi accidentali verticali per solai e tetti

Il carico accidentale è il carico che si può spostare o si modifica nel tempo. Rispetto ai solai con travi in legno, con Solsystem si può presupporre una ripartizione trasversale dei carichi sufficiente per ottenere un carico accidentale di 1,5 kN/m²; da normativa italiana, il valore del sovraccarico per ambienti di civile abitazione risulta essere di 2 kN/m², maggiore del rispettivo valore nella normativa tedesca. Maggior carico è da considerare nel caso in cui si realizzi una struttura composita Solsystem con massetto in calcestruzzo collaborante.

Carichi dovuti alla neve, al ghiaccio e al vento

I carichi dovuti alla neve e al ghiaccio sono definiti dalla DIN 1055-5, mentre i carichi dovuti al vento dalla DIN 1055-4.

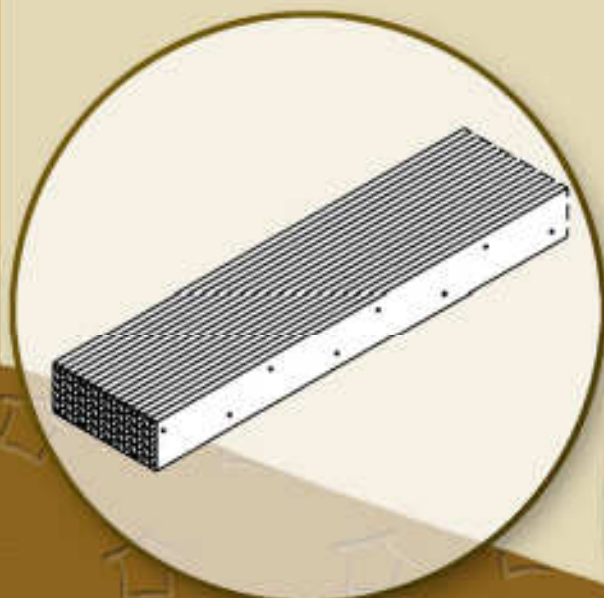


Tabelle di riferimento

Travi ad una campata con tavole non congiunte

Solsystem ha un'azione portante primaria monoasse, e può quindi essere dimensionato approssimativamente secondo la teoria delle travi. Le travi portanti con tavole o tavoloni non congiunti vanno dimensionate seguendo la norma DIN 1052 e la ENV 1995-1.

L'azione concomitante di diverse tavole permette di ottenere un effetto migliore. La dispersione della resistenza meccanica e della rigidità di tutto l'insieme delle tavole impilate è minore della dispersione delle singole tavole. Consideriamo moduli di elasticità più alti che non con il legno massiccio, per il modulo di elasticità parallelo al senso delle fibre di un legno di conifere essiccato si consiglia di usare un valore $E = 11.000 \text{ N/mm}^2$.

DISTANZA MASSIMA TRA GLI APPOGGI (M) DI UNA TRAVE AD UNA CAMPATA IN RAPPORTO AL CARICO SUPERFICIALE E ALL'ALTEZZA DEL SOLAIO PER LA PROVA DI OSCILLAZIONE PER UNA FREQUENZA PROPRIA DI 6 Hz ($E = 11.000 \text{ N/mm}^2$).

H solino (cm)	Carico q (kN/m²)														
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	
8	4,3	3,9	3,6	3,4	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	
10	5,4	4,9	4,5	4,3	4,1	3,9	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	3,1	
12	6,5	5,9	5,5	5,1	4,9	4,7	4,5	4,3	4,2	4,1	4,0	3,9	3,8	3,7	
14	7,5	6,9	6,4	6,0	5,7	5,4	5,2	5,0	4,9	4,7	4,6	4,5	4,4	4,3	
16	8,6	7,8	7,3	6,8	6,5	6,2	6,0	5,8	5,6	5,4	5,3	5,2	5,0	4,9	
18	9,7	8,8	8,2	7,7	7,3	7,0	6,7	6,5	6,3	6,1	5,9	5,8	5,7	5,5	
20	10,8	9,8	9,1	8,5	8,1	7,8	7,5	7,2	7,0	6,8	6,6	6,4	6,3	6,2	
22	11,8	10,8	10,0	9,4	8,9	8,5	8,2	7,9	7,7	7,5	7,3	7,1	6,9	6,8	

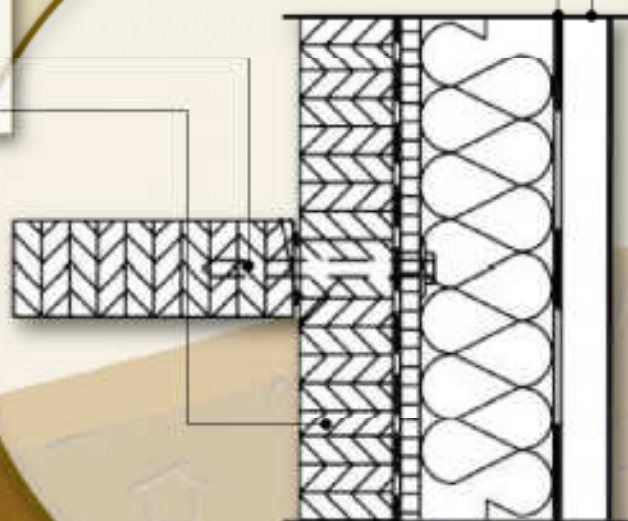
DISTANZA MASSIMA TRA GLI APPOGGI (M) DI UNA TRAVE AD UNA CAMPATA IN RAPPORTO AL CARICO SUPERFICIALE E ALL'ALTEZZA DEL SOLAIO PER LA PROVA DI OSCILLAZIONE PER UNA FREQUENZA PROPRIA DI 6 Hz ($E = 11.000 \text{ N/mm}^2$).

H solaio (cm)	Carico q (kN/m²)												
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,5
8	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,8	2,7	2,6	2,5
10	4,0	4,0	4,0	4,0	3,8	3,6	3,5	3,4	3,3	3,3	3,2	3,1	3,0
12	4,8	4,8	4,8	4,5	4,3	4,2	4,0	3,9	3,8	3,7	3,7	3,6	3,5
14	5,7	5,7	5,4	5,1	4,9	4,7	4,5	4,4	4,3	4,2	4,1	4,0	3,9
16	6,5	6,4	6,0	5,6	5,4	5,2	5,0	4,9	4,7	4,6	4,5	4,4	4,3
18	7,3	7,0	6,5	6,2	5,9	5,7	5,5	5,3	5,2	5,1	4,9	4,9	4,8
20	8,1	7,6	7,0	6,7	6,4	6,1	5,9	5,8	5,6	5,5	5,4	5,2	5,1
22	8,9	8,1	7,6	7,2	6,8	6,6	6,4	6,2	6,0	5,9	5,8	5,6	5,4

PARETESYSTEM

5

parete
esterna
Guaina di
collegamento
vite in legno
PareteSystem



Con il **SYSTEMVERTE**, si possono realizzare pareti esterne ed interne sia portanti che non portanti, a vista (le pareti sono tassellate con tavole quadrilatre piallate) oppure rivestite (le pareti sono tassellate con tavole grezze e rivestite con pannelli in fibra di gesso intonacate, tappezzate o verniciate...). Le pareti esterne costruite con il sistema a tavole impilate possiedono i vantaggi ben noti delle costruzioni in legno massiccio.

I vantaggi principali sono:

- Nonostante il semplice sistema costruttivo, si tratta pur sempre di pareti in legno massiccio, che possiedono un grande potere di isolamento.
- Non esistono ponti termici, dato che la massa lignea è sempre all'interno, permettendo così un isolamento termico uniforme sull'intera superficie esterna.
- Anche senza ulteriori accorgimenti costruttivi, l'isolamento acustico è buono ($R'W \geq 40$ dB).

Alle estremità degli elementi, e precisamente al di sopra e al di sotto delle pareti, occorre sempre applicare un basamento, ad esempio una trave di banchinaggio. Nel caso di pareti esterne, questa trave va collegata a un cordolo. La trave ha il solo compito di mantenere unite le pareti della costruzione, e pertanto è soggetta al solo carico normale.

Un altro vantaggio delle pareti a tavole impilate è il loro spessore relativamente ridotto. Secondo la norma DIN 1052-1, l'inflessione ammissibile del pannello (in parete) nella parte superiore non deve superare $1/500$ dell'altezza della parete. E' preferibile aumentare la rigidità totale della parete con un tavolato diagonale che fornisce inoltre un ulteriore strato di tenuta all'aria. Se una parete viene assemblata con diversi elementi si parla di una parete a elementi multipli a loro volta composti da elementi singoli. In questo caso bisogna ancorare in trazione ogni elemento con la costruzione sottostante o unire gli elementi per garantire la resistenza a taglio.

Alcuni esempi...



Parete esterna, facciata in legno:
 legno massiccio a più strati, con superficie interna rifinita a vista;
 spessore del legno di 20-35 cm, a diffusione aperta;
 trasmittanza termica $U = 0,3 - 0,2$ W/m²K;
 resistenza al fuoco F 60;
 traspirante e grande accumulatore termico; stabile, libero da cedimenti.



Parete interna/parete divisoria:
 strato in legno massiccio su un solo lato, superficie a vista da un lato, dall'altro intonaco naturale in argilla (crea un clima migliore nella stanza), con scanalature per l'installazione; massiccio e libero da cedimenti.



Parete esterna, facciata in legno:
 strato in legno massiccio, con superficie interna rifinita a vista, spessore di 10 cm circa;
 isolamento ecologico in fibra di legno di 16-20 cm;
 trasmissione termica $U = 0,25 - 0,13$ W/m²K;
 resistenza al fuoco F 30;
 libero da cedimenti e stabile nella forma.



Parete interna/parete divisoria:
 strato in legno massiccio su un solo lato, superficie a vista da un lato, dall'altro rivestimento in gesso per superfici bianche o piastrelle, con scanalature per l'installazione; massiccio e libero da cedimenti.



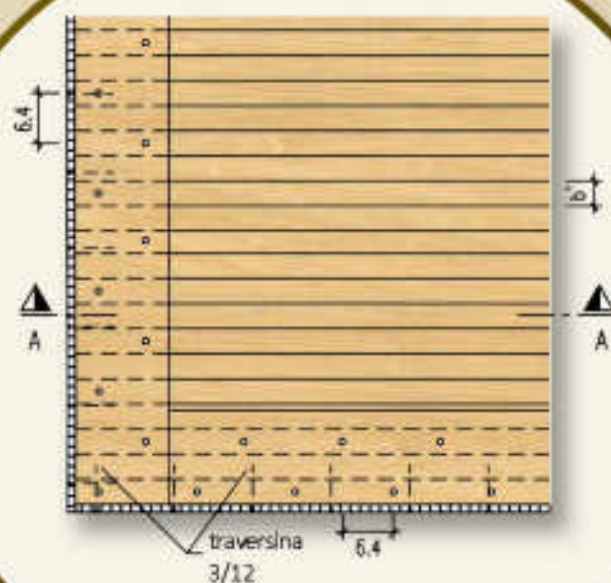
Parete esterna, facciata intonacata:
 legno massiccio a più strati, con superficie interna rifinita a vista; spessore del legno di 20-35 cm, a diffusione aperta;
 isolamento termico completo e facciata intonacata, a diffusione aperta;
 trasmittanza termica $U = 0,26 - 0,15$ W/m²K;
 resistenza al fuoco F 60;
 stabile, accumulatore termico, libero da cedimenti.



Parete interna/parete divisoria:
 strato in legno massiccio, su entrambi i lati rivestimento in gesso per superfici bianche;

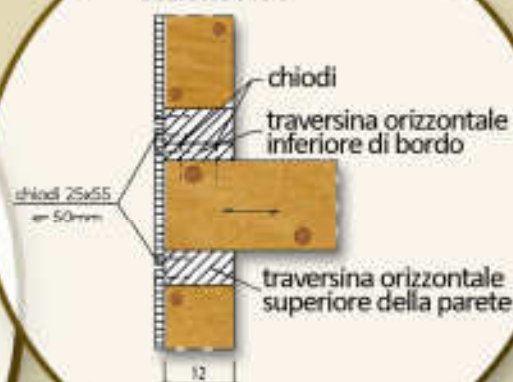


Parete esterna, facciata intonacata:
 strato in legno massiccio, con superficie interna rifinita a vista, spessore di 10 cm circa;
 isolamento ecologico in fibra di legno 16-24 cm;
 isolamento termico completo e facciata intonacata, a diffusione aperta;
 trasmittanza termica $U = 0,26 - 0,13$ W/m²K;
 resistenza al fuoco F 30;
 libero da cedimenti e stabile nella forma.



Costruzione del bordo laterale della piastra

Sezione A-A'



Connessione Solsystem-Paretesystem



Carico sulla piastra parallelo alle tavole

Bisogna impedire lo scorrimento reciproco delle tavole usando una connessione resistente al taglio. Si devono dimensionare i chiodi dei giunti più vicini ai bordi della piastra per una forza trasversale massima.

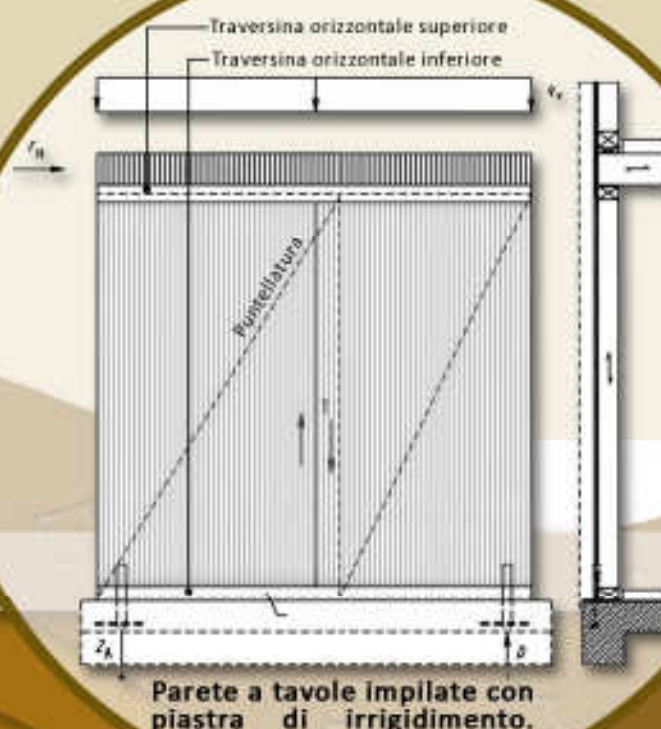
Per l'assorbimento delle forze sulla piastra, si deve disporre attorno un bordo di legno o pannelli a base di legno. Questi pannelli di bordo devono essere collegati alle relative reazioni di appoggio della piastra; i giunti vanno impostati in modo da essere resistenti alla trazione e alla pressione per questa forza.

Misure per il miglioramento dell'azione sulla piastra

Una misura per il miglioramento dell'azione sulla piastra sta nell'applicare un pannello a base di legno, sottile e di grande formato, sugli elementi a tavole impilate e nel fissarli su tutti i bordi con grappe, chiodi o viti. Le piastre possono essere effettuate secondo la DIN 1052-1, con gli elementi di connessione necessari. Spesso basta anche avvolgere l'elemento con pannelli a base di legno per ottenere un'azione sufficiente sulla piastra; in questo modo le forze della piastra di queste tavole verticali sottili si trasmettono meglio nella costruzione sottostante.

Si possono anche posizionare rinforzi di controventatura in modo incrociato sulla piastra del tetto o del solaio.

Dimensionamento



Pressoflessione nel piano della parete

In caso di pressoflessione nel piano della parete, la parete a tavole impilate si comporta come un puntone diviso in più parti.

La prova statica può essere effettuata appoggiandosi alla norma DIN 1052-1; questo calcolo è però molto dispendioso. Un'altra possibilità sta nel creare un modello per la progettazione del giunto con un programma, che simuli il lavoro del puntone, e nel ricostruire il comportamento del giunto cedevole negli elementi a incastro.

Se le pareti devono anche servire da rinforzo, si prevede solitamente una puntellatura. Questa permette, inoltre, di aumentare la resistenza alla pressoflessione delle tavole. Per elementi sottili (pilastri), si deve effettuare una prova della puntellatura.

Azione sulla piastra

Calcoli comparativi hanno dimostrato che le pareti a tavole impilate senza puntellatura solitamente non sono adatte per assorbire un carico orizzontale FH nel piano della parete; il calcolo può essere effettuato dall'equazione

$$\max f = \frac{q_k \cdot l^2}{8 \cdot h_s} \cdot \frac{e}{C \cdot b'}$$

In questo caso, bisogna rispettare la DIN 1052-1 e la DIN 1052-3 così come le ammissioni generali della vigilanza delle opere pubbliche per i pannelli. La puntellatura deve essere in grado di assorbire la forza di trazione secondo la DIN 1052-2. Il fissaggio dei pannelli sulle tavole impilate deve avvenire secondo la DIN 1052-2 e secondo le direttive degli organi di vigilanza della opere pubbliche. I particolari di connessione possono essere realizzati analogamente alle costruzioni con strutture di legno. Il carico orizzontale deve essere ricondotto dalla traversina orizzontale laterale tramite la giunzione nella piastra della parete di rinforzo sottostante. Contemporaneamente, la puntellatura serve come fissaggio degli elementi a tavole impilate sulla traversina orizzontale inferiore. Per maggior sicurezza, si possono anche inchiodare o avvitare trasversalmente le traversine sul legno tagliato trasversalmente.

Tabelle di calcolo

Pressoflessione

esterna al piano della parete

Gli elementi di parete sono sollecitati dai carichi verticali del solaio e delle pareti stesse, così come dai carichi orizzontali che derivano, principalmente, dalle sollecitazioni del vento. Di conseguenza, le pareti a tavole impilate possono subire una pressoflessione sulla superficie ed anche perpendicolarmente a questa. La prova di pressoflessione esterna al piano della parete può essere effettuata secondo la DIN 1052-1. Il grado di snellezza della parete deve essere limitato a $\lambda = 150$ conformemente alla DIN 1052-1. Bisogna solitamente prevedere una traversina orizzontale in cima e alla base delle pareti per guidare le tavole e per creare una cintura avvolgente. Oltre alla prova di pressoflessione, bisogna anche effettuare la prova di pressoflessione trasversale. Sia il coefficiente per flessione a carico di punta ω che la sollecitazione di pressoflessione ammissibile $\sigma_{K_{amm}}$ che, secondo la norma DIN 1052-1 dipendono dal valore del grado di snellezza λ , possono essere estratti dalle seguenti tabelle:

Coefficienti per flessione a carico di punta ω

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01	1,01	1,02	1,02
40	1,03	1,04	1,04	1,05	1,06	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10
50	1,11	1,12	1,13	1,14	1,16	1,17	1,18	1,20	1,21	1,23
60	1,25	1,26	1,28	1,30	1,32	1,34	1,36	1,38	1,40	1,42
70	1,45	1,47	1,49	1,52	1,55	1,57	1,60	1,63	1,67	1,71
80	1,75	1,80	1,84	1,89	1,93	1,98	2,03	2,07	2,12	2,17
90	2,22	2,27	2,32	2,37	2,42	2,47	2,53	2,58	2,63	2,69
100	2,74	2,80	2,85	2,91	2,96	3,02	3,08	3,14	3,20	3,26
110	3,32	3,38	3,44	3,50	3,56	3,62	3,69	3,75	3,82	3,88
120	3,95	4,01	4,08	4,15	4,21	4,28	4,35	4,42	4,49	4,56
130	4,63	4,70	4,77	4,85	4,92	4,99	5,07	5,14	5,22	5,29
140	5,37	5,45	5,53	5,60	5,68	5,76	5,84	5,92	6,00	6,08
150	6,17	6,25	6,33	6,41	6,50	6,58	6,67	6,75	6,84	6,93
160	7,02	7,10	7,19	7,28	7,37	7,46	7,55	7,64	7,73	7,83
170	7,92	8,01	8,11	8,20	8,30	8,38	8,49	8,59	8,68	8,78
180	8,88	8,98	9,08	9,18	9,28	9,38	9,48	9,58	9,69	9,79
190	9,89	10,00	10,10	10,21	10,31	10,42	10,53	10,63	10,74	10,85
200	10,96	11,07	11,18	11,29	11,40	11,52	11,63	11,74	11,86	11,97

Sollecitazione di pressoflessione σ_r

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
10	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
20	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
30	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,42	8,42	8,33	8,33
40	8,25	8,17	8,17	8,10	8,02	8,02	7,94	7,87	7,80	7,73
50	7,66	7,59	7,52	7,46	7,33	7,26	7,20	7,08	7,02	6,91
60	6,80	6,75	6,64	6,54	6,44	6,34	6,25	6,16	6,07	5,99
70	5,86	5,78	5,70	5,59	5,48	5,41	5,31	5,21	5,09	4,97
80	4,86	4,72	4,62	4,50	4,40	4,29	4,19	4,11	4,01	3,92
90	3,83	3,74	3,66	3,59	3,51	3,44	3,36	3,29	3,23	3,16
100	3,10	3,04	2,98	2,92	2,87	2,81	2,76	2,71	2,66	2,61
110	2,56	2,51	2,47	2,43	2,39	2,35	2,30	2,27	2,23	2,19
120	2,15	2,12	2,08	2,05	2,02	1,99	1,95	1,92	1,89	1,86
130	1,84	1,81	1,78	1,75	1,73	1,70	1,68	1,65	1,63	1,61
140	1,58	1,56	1,54	1,52	1,50	1,48	1,46	1,44	1,42	1,40
150	1,38	1,36	1,34	1,33	1,31	1,29	1,27	1,26	1,24	1,23
160	1,21	1,20	1,18	1,17	1,15	1,14	1,13	1,11	1,10	1,09
170	1,07	1,06	1,05	1,04	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97
180	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87
190	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78
200	0,78	0,77	0,76	0,75	0,75	0,74	0,73	0,72	0,72	0,71

NORMATIVA DI RIFERIMENTO



TETTO:

gli strati funzionali continui portano ad una maggiore semplicità del dettaglio; nessun particolare nascosto – minore rischio di danno della costruzione; lo strato della superficie massiccia si comporta come accumulatore termico e garantisce un buon isolamento estivo.

PARETE:

massiccia, longeva, mantiene valori stabili per secoli; 100% legno massiccio con superfici a vista rifinite; traspirante e accumulatore termico; disposizione verticale libera da cedimenti e stabile nella forma;

PARETE CON DOPPIO ISOLAMENTO:

combinazione del blocco tassellato con un isolante compatto in fibre di legno; 100% ecologico; soltanto materie prime rinnovabili.

SOLAIO:

blocchi tassellati continui costituiscono la piastra stabile e massiccia del solaio; protezione antincendio F 30-60; buon isolamento acustico; intradossi in molte varianti.

6

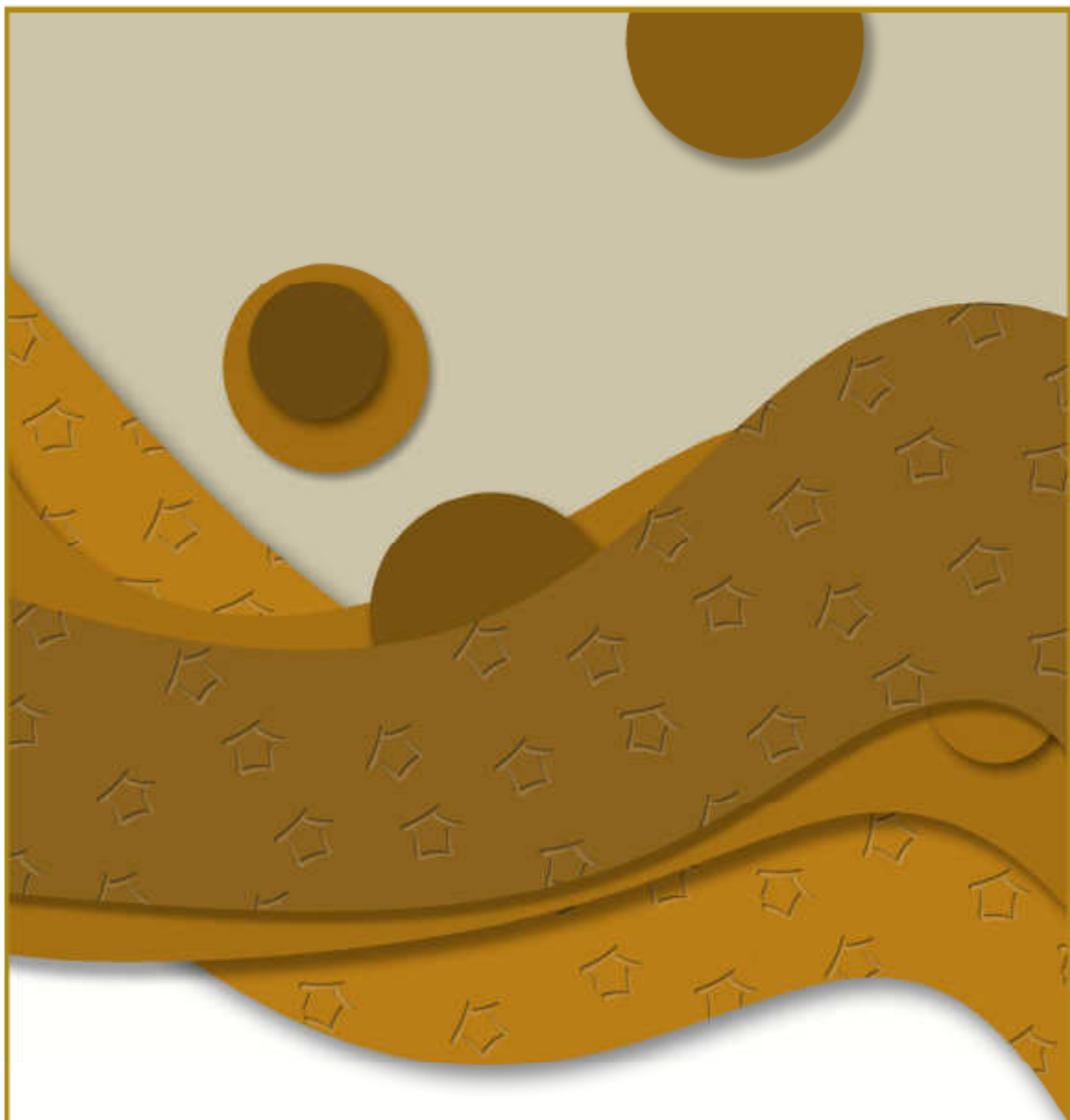
LA MAISON VERTE offre la più completa assistenza ai professionisti, attraverso il supporto dei propri tecnici. A titolo informativo indichiamo i principali riferimenti normativi in materia:

NORMATIVA DI RIFERIMENTO ITALIANA:

- Ipotesi per carichi e sovraccarichi D.M. 16 gennaio 1996 (Circolare n. 156AA.GG.STC. del 4/7/96)
- Norme per costruzioni sismiche D.M. 16 gennaio 1996 (D.M. 24/01/86, legge n. 64 del 2 febbraio 1974)
- Progettazione ponti e passerelle D.M. 4 maggio 1990
- Progettazione elementi in acciaio e c.a. D.M. 9 gennaio 1996
- Verifica di resistenza al fuoco Norma UNI 9054 (1988)
- Progettazione appoggi in gomma Norma UNI 10018 (1987)

NORMATIVA DI RIFERIMENTO TEDESCA:

- DIN 1052 - "1 Costruzioni in legno, calcolo e realizzazione", aprile 1988 e DIN 1052-1/A1, ottobre 1996
- DIN 1052 - "2 Costruzioni in legno, collegamenti meccanici", aprile 1988 e DIN 1052-2/A1, ottobre 1996
- DIN 1074 - "Ponti di legno", maggio 1991)
- DIN 4074 - "1 Legno da costruzione per elementi in legno. Classificazione di qualità del legno, legno di conifera", settembre 1989
- DIN 18800 - "1 Costruzioni in acciaio, dimensionamento ed esecuzione", novembre 1990
- DIN 18800 T- "2 Costruzioni in acciaio, Stabilità, Instabilità di aste e aste reticolari", novembre 1990
- DIN 4141 "Apparecchi d'appoggio nelle costruzioni", gennaio 1991
- ISO (DIN) 898 Specifiche meccaniche degli elementi di collegamento, bulloni
- DIN 1045 "Calcestruzzo e calcestruzzo armato, dimensionamento e realizzazione", luglio 1988
- DIN 1055 "Assunzione del carico per prefabbricati", giugno 1987



via Acqui, 25, 10098 Cascine Vica - Rivoli (TO)
Tel: +39 011 4375407 Fax: +39 011 4374856
www.lamaisonverte.it / [mail:info@lamaisonverte.it](mailto:info@lamaisonverte.it)



La Maison Verte s.r.l.
Prodotti & Sistemi per l'Ecocostruire