

# STRUTTURE IN LEGNO E SOTTOFONDI A SECCO

SOLUZIONI LEGGERE  
ISOLANTI IN ARGILLA  
ESPANSA NATURALI ED  
ECOBIOCOMPATIBILI

**Leca**  
soluzioni leggere e isolanti

# Argilla espansa Leca

## Naturale ed ecobiocompatibile

L'argilla espansa è un aggregato leggero di origine naturale, impiegato da oltre 55 anni come materiale da costruzione per le sue caratteristiche di elevata **qualità, durabilità ed efficienza energetica**.

La principale caratteristica del Leca è la **leggerezza**, in combinazione con l'**isolamento termico** e l'elevata **resistenza meccanica**. E in più può essere definito come un prodotto **"tutto in una pallina"**, in grado di fornire una vasta e completa gamma di proprietà essenziali per supportare le **costruzioni sostenibili**.



L'argilla espansa Leca ha ottenuto la Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD).



**4-5 VOLTE PIÙ LEGGERO**  
rispetto agli aggregati tradizionali

**100% RIUSABILE/RICICLABILE**

**RESISTENTE AL FUOCO**

**ISOLANTE TERMICO**  
estivo e invernale

**ISOLANTE ACUSTICO**  
per manufatti fonoisolanti

**INALTERABILE E RESISTENTE  
NEL TEMPO**

**NATURALE ED ECOLOGICO**  
non contiene sostanze nocive nè  
emette VOC

**DURABILE**  
non si degrada nel tempo

**CERTIFICATO ANAB-ICEA  
PER LA BIOEDILIZIA**



**Laterlite**

# Indice

## Strutture in legno

Introduzione	4
Argilla espansa Leca	5
I sistemi costruttivi	6
I solai in legno	8
Normativa e requisiti tecnici	10

## Sottofondi a secco

Caratterizzazione tecnica	16
---------------------------	----

## Soluzioni interpiano

Sottofondi a secco	20
Sottofondi tradizionali	22
Sottofondi radianti	24
Consolidamento strutturale dei solai	26

## Soluzioni contro terra

Isolamento termico sopra platea di fondazione	28
Isolamento termico sotto platea di fondazione	30
Isolamento termico con trave rovescia	32

## Prodotti

34

Seguici su:



Inquadra il QR code sulle pagine per avere contenuti extra.

I Edizione aggiornata 01/2021.  
© Laterlite Tutti i diritti riservati.  
Vietata la riproduzione, anche parziale, non autorizzata.  
Per eventuali aggiornamenti che dovessero entrare in vigore nel corso dell'anno, si rimanda alla consultazione del sito internet [www.leca.it](http://www.leca.it) e delle Schede Tecniche.  
Per ogni ulteriore informazione, contattare l'Assistenza Tecnica Laterlite (02 48011962 [infoleca@leca.it](mailto:infoleca@leca.it)).

# Strutture in legno

## Introduzione

Il materiale costruttivo più antico della storia è proprio il legno. Dalle realizzazioni primitive all'utilizzo strutturale per la formazione di solai e coperture con travi e tavolati in legno, **la tecnologia delle costruzioni in legno si è sempre più evoluta fino ai giorni nostri.**

In particolare, l'edilizia italiana si è evoluta negli ultimi anni con la sempre maggiore introduzione di **modelli costruttivi a secco** facendo rifiorire la cultura del legno.

Il legno è tornato a essere pensato come elemento strutturale con cui realizzare abitazioni monofamiliari o plurifamiliari e addirittura edifici multipiano e strutture complesse, allontanandosi dalla concezione della "baita" di montagna come si poteva pensare fino a qualche anno fa.

Nelle costruzioni possiamo incontrarlo in diverse tipologie:

- **Legno massiccio**,
- **Legno lamellare** (costituito dall'assemblaggio di semilavorati collegati tra loro);
- **Prodotti a base di legno** (come pannelli a scaglie OSB, particellare o compensati).

A partire dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 e ancor più con le vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni del 17/01/2018, si definisce un quadro normativo più chiaro per l'utilizzo del legno come **materiale strutturale** in Italia, non solo per i tradizionali solai e coperture con struttura in travi in legno, ma anche per la formazione delle pareti grazie anche all'evoluzione della tecnologia costruttiva.

Le nuove possibilità realizzative concesse dagli elementi tipo **X-LAM** oltre alle caratteristiche di versatilità, flessibilità e velocità costruttiva dei sistemi modulari in legno grazie all'elevato livello di prefabbricazione raggiunto hanno favorito un sempre maggior utilizzo per le varie realizzazioni abitative.

Inoltre le sempre stringenti normative per il risparmio energetico e il successo avuto nel nostro Paese dalle soluzioni proposte dall'agenzia CasaClima, spesso in legno, hanno **favorito lo sviluppo delle costruzioni in legno in tutta Italia.**

La monografia fornisce un approfondimento sulle soluzioni costruttive in argilla espansa per isolamenti contro terra e solai interpiano a secco e tradizionali con sezioni tipo e sistemi tecnici utili al progettista per sviluppare il progetto nel suo complesso.



Moduli residenziali a L'Aquila post terremoto: il sistema costruttivo in legno è stato scelto per velocità nella realizzazione.

# Argilla espansa Leca

L'argilla espansa Leca, **materiale naturale ed eco-sostenibile**, è prodotta dall'argilla disponibile in abbondanza in natura. Questa viene scavata, sottoposta ad un ciclo di pre-trattamento, introdotta in particolari forni rotanti sino ad una temperatura di cottura pari a ca. 1200°C.

Questo processo industriale trasforma l'argilla in argilla espansa, aggregato naturale disponibile in varie granulometrie caratterizzato da un nucleo interno poroso (leggero ed isolante) racchiuso entro una scorza esterna clinkerizzata (compatta e resistente).

L'argilla viene estratta da cave presenti in prossimità degli stabilimenti di produzione, così da **ridurre al minimo i costi di trasporto e le relative emissioni di CO<sub>2</sub>**.

Le cave vengono gestite in un'ottica eco-sostenibile: attenti piani di coltivazione, rispetto dell'origine morfologica della montagna, programmi di ripristino con progetti di rinverdimento e piantumazione sulle terrazze con essenze autoctone, nel **massimo rispetto per la natura**.

Da anni Laterlite ha intrapreso un **percorso di eco-sostenibilità globale** per favorire l'edilizia sostenibile, con la progressiva **sostituzione di combustibili non rinnovabili** (metano, gasolio, carbone) **con combustibili alternativi** non più rigenerabili (dotati di potere calorifico residuo che può e deve essere riutilizzato).

L'argilla espansa nasce da un processo controllato che impiega le più avanzate tecnologie disponibili BAT (Best Available Technology, Direttiva 2010/75/UE), con l'obiettivo di raggiungere la **migliore efficienza** possibile nell'intero ciclo produttivo.

L'attenzione produttiva di Laterlite si estende anche ad **impianti di recupero delle acque meteoriche**, che permettono di riutilizzare ogni anno 15.000 m<sup>3</sup> di acqua nell'impianto produttivo di Lentella (CH) e altri 90.000 m<sup>3</sup> a Rubbiano (PR) pari al consumo di 550 famiglie.

Grazie al **nuovo impianto di recupero di calore a Rubbiano (Parma)** è stato possibile ottimizzare le performance qualitative e ambientali nella produzione dell'argilla espansa Leca **recuperando fino all'83% del calore** da reimmettere nel ciclo produttivo per contenere il consumo di metano, con una **riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera di circa 1.400 tonnellate annue**.

L'argilla espansa Leca, da sempre **materiale naturale ed eco-sostenibile**, è **certificata ANAB-ICEA per l'utilizzo in bioedilizia** e ha recentemente ottenuto una nuova certificazione a dimostrazione del costante impegno in tema di sostenibilità ambientale: la **Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD)** che ne attesta le performance e l'impatto sull'ambiente.



Argilla espansa Leca nello stabilimento produttivo di Rubbiano (PR)



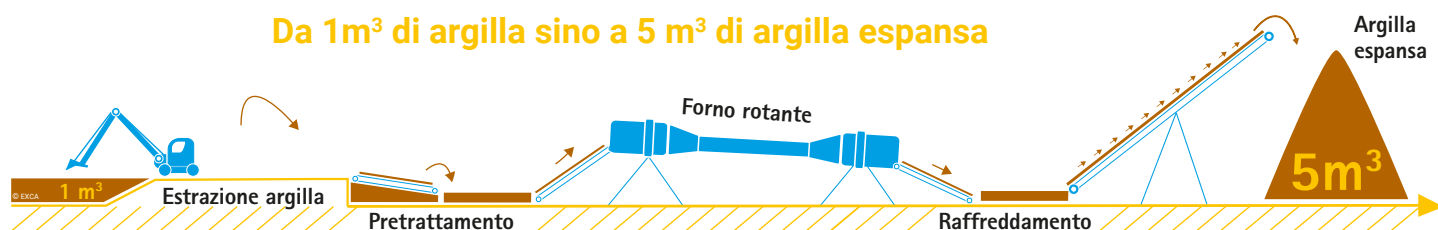
Impianto di recupero di calore nello stabilimento di Rubbiano (PR).



Impianto fotovoltaico nello stabilimento di Rubbiano (PR).



## Da 1m<sup>3</sup> di argilla sino a 5 m<sup>3</sup> di argilla espansa





Sistema costruttivo BlockBau.



Sistema costruttivo X-LAM.



Sistema senza colle (a pannello chiodato).

## I sistemi costruttivi

La tecnologia costruttiva del legno per la realizzazione degli edifici si è sempre più evoluta e sviluppata negli anni.

L'insieme dei sistemi si può dividere tra tecniche denominate "massicce" o "leggere".

Le prime prevedono l'utilizzo di legno massiccio di grandi dimensioni per realizzare gli elementi della struttura portante e gli orizzontamenti, mentre le seconde prevedono l'utilizzo di elementi di sezione ridotta per una struttura portante più leggera che sarà poi completata da elementi di controventamento e chiusura.

### Sistemi massicci

#### BlockBau

Tra i più antichi dei sistemi "massicci" si annovera il sistema di costruzione Blockbau, ancora diffuso in molte parti del nord Europa. **È un tipo di costruzione massiccia nella quale gli elementi vengono sovrapposti orizzontalmente e incrociati per formare le pareti.** Il collegamento degli elementi allo spigolo è realizzato mediante intagli e incastri. Spesso sono stati utilizzati tronchi a sezione circolare mentre oggi vengono utilizzate per lo più travi rettangolari. Lo spessore della parte strutturale varia dai 140 mm fino ai 300 mm. Il sistema ha alcune criticità tra cui la tenuta all'aria e la stabilità strutturale ed è lasciato a vista per motivi estetici e quindi raramente isolato dall'esterno.

#### X-LAM

Molto più recente è il pannello X-LAM che vede il suo sviluppo nell'ultimo decennio. Il pannello incollato o pannello multistrato può essere indicato in diversi modi: **X-LAM** o **Crosslam** in sud Europa, **BSP** in zona tedesca e **CLT - Cross Laminated Timber** - nelle zone anglofone.

**Il pannello è composto da almeno tre strati di tavole in legno di conifera incollate una sull'altra in modo tale che le fibre di ogni strato siano ruotate nel piano del pannello di 90° rispetto agli strati adiacenti.**

Il numero di strati dello spessore finale dipendono dal produttore o dalla resistenza richiesta dal progettista. Lo spessore delle pareti varia **tra il 100 mm e i 120 mm** (per edifici di 2/3 piani) o più per strutture maggiormente elaborate. Quando utilizzato come elemento solaio gli spessori aumentano e variano **da 140 mm a 300 mm**. Gli strati d'isolamento termico sono posti sia all'interno (lato impianti) che all'esterno con finitura a cappotto.

Il sistema X-LAM permette un alto grado di industrializzazione e un assemblaggio dei pannelli prefabbricati piuttosto veloce. I pannelli sono infatti tagliati a seconda delle esigenze compresi i tagli per le aperture e sono collegati tra loro in opera con angolari metallici.

#### Sistemi senza colle

Recentemente la sempre maggiore attenzione alla eco-sostenibilità e all'assenza di VOC ha portato allo sviluppo di sistemi "massicci" **senza colle**: Il **pannello chiodato** (o Nail Laminated Timber) è composto da vari strati di tavole legno collegate tra loro per mezzo di chiodi o graffe metalliche. Si sono sviluppati anche pannelli che, a differenza di quelli precedenti, sono fissati con perni in legno duro (o Dowel Laminated Timber, **DLT**) o dei **sistemi nervati e alveolari/scafolari** per la realizzazione di solai e coperture in particolare realizzati mediante l'assemblaggio di pannelli con nervature interposte realizzati in X-LAM.

## Sistemi leggeri

### Post and beam

Uno dei sistemi realizzativi più antichi è costituito da **strutture in legno con travi e pilastri di grandi dimensioni** con interasse dai 3 agli 8 m che permettono quindi di coprire grandi luci con una grande flessibilità nella scelta degli elementi di tamponamento che possono essere elementi sia in legno che di muratura.

### A traliccio

Sono **strutture con un telaio leggero e il riempimento realizzato in muratura**. Gli elementi portanti sono di grandi dimensioni e sono collegati senza l'utilizzo di giunti meccanici ma attraverso incastri e sovrapposizioni.

### Struttura a telaio o Platform Frame

Nato dall'evoluzione del sistema **Baloon Frame** (sistema costruttivo tipico dell'edilizia domestica nord-americana del sec. XIX costituito da montanti e traversi in legno ricoperti con doghe inchiodate alla struttura) il Platform Frame è il **sistema costruttivo costituito da elementi portanti in legno di irrigidimento e pannelli di tamponamento non separabili dagli elementi strutturali**.

La struttura è costituita da montanti a distanza ravvicinata, circa 50 cm, con materiale isolante tra un montante e l'altro. La struttura è infine rivestita con pannelli di legno di controventamento. A differenza dal baloon frame, qui i montanti si interrompono all'altezza della soletta del primo piano, ogni piano è quindi appoggiato su quello inferiore.

Il sistema costruttivo telaio è di derivazione dall'anglosassone **platform frame** ed è probabilmente una delle tipologie costruttive più antiche.

Tutti i sistemi a telaio presenti sul mercato hanno alcuni elementi comuni tra cui:

- **montanti verticali** ad interasse più o meno costante con spazi vuoti tra loro,
- **pannellature sul lato esterno o interno** o su entrambi con funzione di controventatura,
- **materiale isolante e di riempimento** tra lo spazio vuoto tra i montanti.

Il telaio può essere assemblato in cantiere oppure gli elementi possono essere prefabbricati in stabilimento e montati in cantiere seguendo un preciso schema di montaggio.



Sistema costruttivo Post and Beam.



Sistema costruttivo a traliccio.



Sistema costruttivo a telaio.

# I solai in legno

## Le tipologie

I solai in legno a travi e tavolato sono i **solai di concezione più antica** e per questo sono molto diffusi in tutta Italia, sia nelle nuove costruzioni, sia negli edifici esistenti grazie alla facile reperibilità del materiale in tutto il territorio.

Si possono principalmente suddividere in:

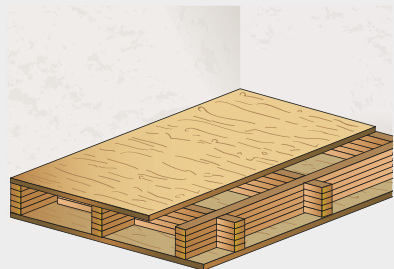
- **Solai in travi con semplice orditura**  
Sono costituiti da una serie di travi disposte secondo la dimensione minore dell'ambiente da coprire; abitualmente possiedono luci sino a 3÷4 m. Il "cassero" superiore, a coprire il vuoto tra le travi, può essere realizzato con un assito in legno o con pianelle in cotto.
- **Solai in travi con doppia orditura**  
Questa tipologia di solai è realizzata con una serie di travi principali disposte a interasse di 2÷4 m secondo la dimensione minore dell'ambiente da coprire; superiormente sono presenti una serie di travi secondarie di minore dimensione poste ortogonalmente a quelle principali. Il "cassero" superiore, a coprire il vuoto tra le travi, può essere realizzato con un assito in legno o con elementi in laterizio piani appoggiati alle estremità (ad es. pianelle o tavelle).
- **Solai con struttura nervata o alveolare**  
Strutture prefabbricate realizzate mediante l'assemblaggio di diversi elementi: pannelli superiori e inferiori in legno (compensati, OSB, pannelli multistrato,...) con struttura interna in legno lamellare o X-LAM. Sono spesso riempiti con idonei materiali isolanti
- **Solai X-LAM**  
Costituiti da pannelli multistrato sono utilizzati quando anche la struttura esterna è in X-LAM. Solitamente hanno uno spessore che varia dai 140 ai 300 mm.



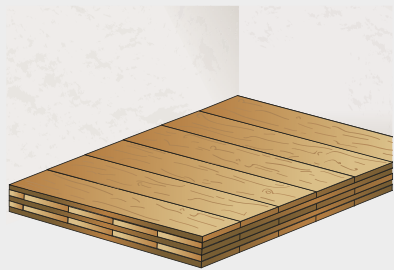
Solaio a semplice orditura.



Solaio a doppia orditura.



Solaio a struttura alveolare.



Solaio X-LAM.

## Il ruolo dei solai in edifici di nuova costruzione

Negli edifici di nuova realizzazione i **solai hanno il ruolo importante di irrigidimento e diaframma rigido dell'edificio per l'ottimale comportamento scatolare della costruzione**, oltre che di rispondere alle esigenze di isolamento termico e acustico soprattutto in edifici multi-piano con più unità abitative. In tal caso è necessario prevedere tutti gli accorgimenti necessari per rispondere alle richieste normative e funzionali del divisorio orizzontale.

L'evoluzione dei requisiti normativi e progettuali determinano la continua evoluzione del modo di intendere il solaio e lo strato di sottofondo nel suo complesso; infatti da semplice strato a supporto del pavimento si è arrivati ad un vero e proprio elemento costruttivo dell'edificio oggetto di attenta progettazione e cura esecutiva.

Le **soluzioni leggere e isolanti a base di argilla espansa Leca** consentono di ottenere i migliori risultati **riducendo i carichi fino al 50% in rapporto ad una soluzione tradizionale**, migliorando sensibilmente le **prestazioni termiche e acustiche** del solaio e utilizzando **prodotti durevoli, stabili, incombustibili (Euroclasse A1)**.





## Il ruolo dei solai in ristrutturazione

I solai lignei sono frequentemente oggetto di **interventi di consolidamento e rinforzo** perché storicamente **realizzati per sopportare modesti carichi**; sono spesso caratterizzati da **elevata deformabilità**, non accettabile per le attuali esigenze oltre che per ragioni di **sicurezza antisismica**.

Gli **interventi di rinforzo** prevedono la formazione di una **nuova soletta in calcestruzzo**, adeguatamente armata e **interconnessa alle travi di legno**, ottenendo un **significativo aumento di resistenza e rigidità del solaio ligneo esistente**.

I solai hanno un ruolo fondamentale per il **consolidamento antisismico** degli edifici, grazie alla formazione della **cerchiatura perimetrale** che evita il ribaltamento delle pareti (ad esempio nel caso di pareti in muratura) e alla formazione della soletta collaborante interconnessa al solaio esistente che crea un piano rigido.

In particolare, l'obiettivo è quello di realizzare interventi tali da ottenere il **"comportamento scatolare"** del fabbricato esistente.

L'efficace collegamento tra i solai e le pareti è indispensabile per assicurare la continuità strutturale degli elementi portanti dell'edificio: al solaio il compito di ridistribuire al meglio le forze orizzontali sulle pareti, formazione del piano rigido, oltre a evitarne il ribaltamento.

Le **soluzioni di consolidamento antisismico Leca-CentroStorico** composte dalla nuova soletta collaborante in Calcestruzzo Leca, collegata al solaio e alle pareti esistenti tramite i **Connettori CentroStorico e Perimetrale**, consentono di ridurre il peso gravante sulle strutture sino al 50% rispetto a una soluzione tradizionale. Grazie anche al contributo dei massetti Leca, il sistema assicura positivi effetti sia sulla riduzione delle masse oscillanti durante l'evento sismico che sull'aumento della portata utile del solaio. Grazie all'**efficace collegamento solaio-pareti**, il nuovo sistema contribuisce a realizzare il **"comportamento scatolare"** dell'edificio e a **ridurre la vulnerabilità dell'edificio**.



**Scansiona il QR CODE per approfondimenti sul consolidamento dei solai.**

## Sopraelevazione di edifici esistenti

Negli ultimi anni si è sempre più intervenuto nel **recupero degli edifici esistenti mediante ampliamento e sopraelevazione**.

La realizzazione di una sopraelevazione comporta un aumento dell'altezza dell'edificio e soprattutto un aumento dei carichi sull'edificio di partenza.

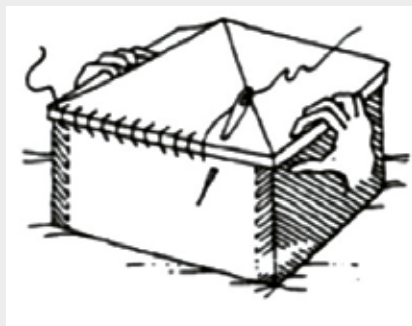
Le Norme Tecniche prevedono che le costruzioni esistenti siano sottoposte a opportune valutazioni di sicurezza in modo che la struttura soddisfi i requisiti normativi.

Spesso le sopraelevazioni sono realizzate con struttura in legno proprio perché **più leggere di strutture tradizionali** per non aumentare eccessivamente il carico sulle fondazioni.

L'**argilla espansa Leca, leggera, isolante e resistente**, risulta un materiale idoneo per la realizzazione di **sottofondi termoacustici nelle strutture in sopraelevazione** che permettono di non gravare sulle strutture esistenti.

## Il consolidamento dei solai

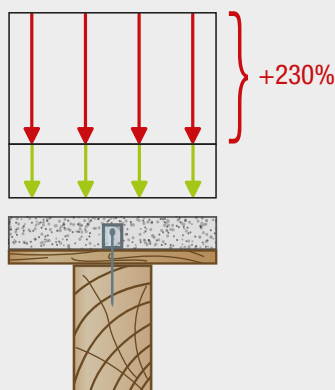
### Comportamento antisismico



Il rinforzo dei solai esistenti con la formazione della nuova soletta in calcestruzzo leggero interconnessa al solaio e alle murature perimetrali consente la formazione di un **diaframma rigido di piano** in grado di creare un **comportamento scatolare** dell'intero edificio.

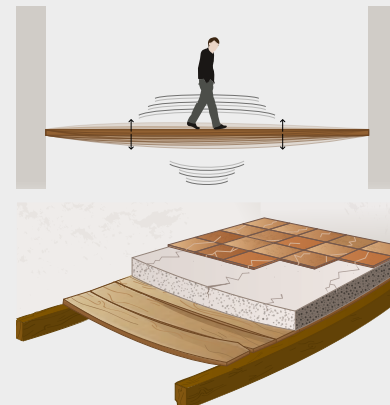
### Aumento della portata

Portata utile  $\approx 300 \text{ kg/m}^2$



Gli interventi di consolidamento dei solai permettono l'**aumento della portata dei solai** sino al 230%.

### Miglioramento della rigidità



L'intervento sui solai esistenti permette di assicurare una maggiore **rigidità** per evitare danneggiamenti alle tramezzature e ai pavimenti e per migliorare il comfort abitativo **limitando le vibrazioni** al calpestio.

# Normativa e requisiti tecnici



Per approfondimenti si rimanda allo specifico documento di approfondimento disponibile su [www.leca.it](http://www.leca.it)

## Risparmio energetico

Il risparmio energetico e l'isolamento termico è una tematica importante per tutte le tipologie di costruzioni.

Per "involucro edilizio" si intende l'insieme delle superfici che separano l'ambiente esterno dall'ambiente interno riscaldato.

L'importanza di isolare l'involucro e limitare le dispersioni è la base per il risparmio energetico e il rispetto delle normative nazionali.

Per gli edifici in legno è quindi necessario come per le altre tipologie di costruzioni verificare la rispondenza al Decreto M.I.S.E. del 26/6/2015 "Requisiti Minimi" sia per le prestazioni invernali dell'involucro, sia per le prestazioni estive e globali.

Il parametro principale per determinare le dispersioni termiche invernali è la **trasmissione termica U** (misurata in  $W/m^2K$ ) che rappresenta il flusso di calore che attraversa una superficie unitaria sottoposta ad una differenza di temperatura pari ad  $1^\circ C$ .

Durante il periodo estivo risulta invece di primaria importanza **limitare il surriscaldamento** dei locali interni, grazie allo studio delle corrette stratigrafie e all'utilizzo di opportuni strati isolanti.

Il **legno è un materiale dalla bassa massa superficiale e igroscopico**, di conseguenza bisogna porre particolare attenzione alla realizzazione di adeguate stratigrafie per prevenire il surriscaldamento estivo e il corretto comportamento termo-igrometrico per evitare l'accumulo d'acqua, particolarmente dannosa nelle strutture in legno.

Per questo motivo, nelle strutture in legno è particolarmente significativa l'**importanza dell'attacco a terra** sia per garantire la corretta continuità di isolamento termico anche contro terreno, ma anche per evitare la risalita di umidità che porterebbe effetti negativi significativi alla struttura. Grazie all'utilizzo delle soluzioni con i prodotti Laterlite è possibile ottenere sistemi tecnici, a elevate prestazioni e con efficaci contributi di **isolamento termico, basso contenuto di acqua e basso assorbimento di acqua di risalita** che contribuiscono a una sensibile riduzione dei consumi energetici per la climatizzazione sia invernale che estiva.

## Il quadro normativo

Il 15 luglio 2015 sono stati pubblicati in Gazzetta Ufficiale i **Decreti attuativi della Legge 90/2013** (Recepimento a livello nazionale della Direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica degli edifici).

I tre Decreti attuativi, datati 26 giugno 2015, affrontano tutti gli aspetti inerenti l'efficienza energetica: i **requisiti prestazionali minimi degli edifici, le modalità di elaborazione delle relazioni tecniche di progetto e la Certificazione energetica degli edifici**. Nel seguito si farà riferimento in particolare al **Decreto 26/6/2015 "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prestazioni e dei requisiti minimi degli edifici"** (nel seguito indicato brevemente come "**Decreto Requisiti Minimi**").



## Il Decreto Requisiti Minimi

Il Decreto M.I.S.E. del 26/6/2015 "Requisiti Minimi" introduce **nuove metodologie di calcolo** delle prestazioni energetiche degli edifici e requisiti più severi rispetto a quanto previsto dal D.Lgs 192/05-D.Lgs 311/06.

Il Decreto si applica con requisiti differenti in funzione della data di richiesta del titolo abitativo (dall' **1/10/2015** con requisiti intermedi, dall'**1/1/2019** con i requisiti finali per gli edifici pubblici e dall'**1/1/2021** con i requisiti finali anche per gli edifici privati).

Come previsto dalla Direttiva europea, gli edifici nuovi (o assimilati) o soggetti a ristrutturazioni importanti di 1° livello dovranno essere "edifici a energia quasi zero" (NZEB - Near Zero Energy Building).

## Trasmittanze termiche

Si riportano in seguito i valori delle trasmittanze termiche U per le nuove costruzioni e le ristrutturazioni importanti di 1° livello per gli elementi dell'involucro (comprensivi delle maggiorazioni dovute ai ponti termici) riferiti all'**edificio di riferimento**.

### Strutture opache orizzontali di pavimento e CONTRO TERRA, verso l'esterno o gli ambienti non climatizzati

Zona Climatica	U (W/m²K) dal 2019/2021
A e B	0,44
C	0,38
D	0,29
E	0,26
F	0,24

### Strutture opache orizzontali o inclinate di COPERTURA

Zona Climatica	U (W/m²K) dal 2019/2021
A e B	0,35
C	0,33
D	0,26
E	0,22
F	0,20

### Divisori orizzontali e verticali tra edifici o unità confinanti

	U (W/m²K) dal 2019/2021
Tutte le zone climatiche	0,8

## Parametri termici estivi

Nel nostro Paese i consumi per il **raffrescamento estivo** sono una parte consistente dei consumi energetici complessivi degli edifici.

Per una struttura in legno, parete o copertura che sia, rispettare il limite dei **230 kg/m²** (parametro di riferimento per le soluzioni massive) risulta molto difficile perciò si deve ricorrere al calcolo della **trasmittanza termica periodica Y<sub>IE</sub>**. La trasmittanza termica periodica rappresenta il parametro di **controllo dei carichi termici provenienti dall'esterno**, essendo riferito sia al grado di smorzamento sia quello di sfasamento dell'onda termica. La normativa a cui fare riferimento è la **UNI EN ISO 13786:2018: Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo**.

L'efficacia della **prestazione estiva** si può ottenere con stratigrafie isolanti e a elevata inerzia termica, anche in abbinamento a sistemi di ventilazione (ad esempio in coperture ventilate).

Ciò si traduce nell'impiego di prodotti e soluzioni che migliorano la **capacità termica areica** delle strutture favorendo l'**accumulo di energia negli strati isolanti** (oltre che nelle strutture), quali ad esempio:

- la **densità** dei materiali isolanti (kg/m³).
- lo **spessore** dei materiali isolanti.
- la **capacità termica specifica** del materiale isolante (espressa in J/kg K). Questa descrive l'attitudine del materiale di accumulare calore che successivamente viene riceduto all'ambiente; tanto più è elevata tanto meno cambiano le temperature dell'ambiente interno al variare delle temperature esterne.

### Nuove costruzioni



Titolo abitativo richiesto dopo il 1° ottobre 2015.

### Ristrutturazioni importanti di 1° livello



Interessano l'involucro edilizio con **S>50%**. Requisiti da applicarsi all'intero edificio.

### Ristrutturazioni importanti di 2° livello

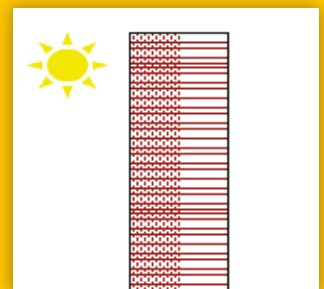


Interessano l'involucro edilizio con **S>25%**. Requisiti da applicarsi all'oggetto di intervento con estensione all'intera parte edilizia.

### Riqualificazioni energetiche



Interessano l'involucro edilizio con **S≤25%**. Requisiti da applicarsi solo all'oggetto di intervento.



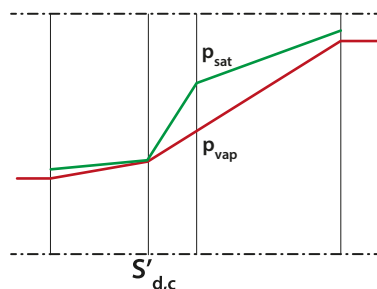
### Trasmittanza termica periodica Y<sub>IE</sub> (W/m²K)

è il parametro che valuta la capacità di una parete opaca di sfasare e attenuare il flusso termico che la attraversa nell'arco delle 24 ore.

La trasmittanza termica periodica Y<sub>IE</sub> determinata secondo ISO 13786, è legata al fattore di attenuazione f<sub>a</sub> da:

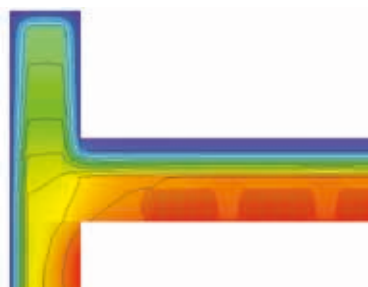
$$Y_{IE} = U \times f_a$$

## Condensazioni interstiziali



Esempio di distribuzione delle pressioni parziali di vapore e delle pressioni di saturazione del vapore in caso di condensa interstiziale.

## Ponti termici



Andamento delle isoterme in una copertura piana. L'analisi dei ponti termici permette di verificare l'assenza di rischi igrometrici.

## Controllo igrometrico

Il legno è un **materiale igroscopico** e molto **sensibile all'accumulo d'acqua** che potrebbe comprometterne le capacità portanti e di conseguenza la durabilità della struttura.

Con l'evoluzione legislativa in tema di isolamento termico è necessario analizzare con attenzione la stratigrafia della soluzione al fine di **evitare il rischio di formazione di muffa e l'assenza totale di condensazione interstiziale**, facendo riferimento alle condizioni climatiche determinate dalla normativa tecnica e alle diverse tipologie di utenza.

Le verifiche igrometriche, che consentono di dimostrare la bontà del progetto rispetto al tema della migrazione del vapore attraverso l'involucro, sono molto importanti nelle strutture in legno dove sono presenti strati isolanti ad alta resistenza termica e membrane/freni al vapore impermeabili ad alta resistenza al vapore.

Le norme tecniche di riferimento, utilizzabili come riferimento ufficiale per la progettazione igrotermica ad oggi in vigore, sono:

- **UNI EN ISO 13788**: Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo. È comunemente definito come "**metodo di Glaser**".
- **UNI EN 15026** Prestazione termoigrometrica dei componenti e degli elementi di edificio - Valutazione del trasferimento di umidità mediante una simulazione numerica. Il metodo prevede un'analisi dettagliata dei fenomeni igroscopici in atto ora per ora.

## Il rischio di condensazione interstiziale

Il vapore presente nell'aria tende a spostarsi dall'ambiente a più alta concentrazione di vapore verso l'ambiente a più bassa concentrazione. **L'involucro edilizio, che separa due ambienti con concentrazioni di vapore molto differenti per diversi mesi dell'anno, è quindi attraversato da un flusso di vapore continuo.**

Questo flusso, sebbene molto piccolo in termini assoluti, può creare problemi qualora si creino le condizioni perché avvenga la condensazione tra due strati contigui o all'interno di un materiale.

Gli effetti dei fenomeni di condensazione interstiziale sono tanti e diversi come ad esempio la perdita delle proprietà dei materiali, la formazione di efflorescenze o di subflorescenze o il degrado completo dell'elemento edilizio.

## Criteri per la corretta progettazione igrotermica

La corretta progettazione igrotermica prevede l'**assenza di rischi igrotermici** (muffa e condensa interstiziale) nella stratigrafia unitamente a una buona tenuta all'aria dell'edificio.

È pertanto necessario **verificare**:

- gli **spessori degli strati isolanti**, in modo da superare le resistenze minime accettabili per il superamento del rischio muffa.
- i punti deboli della struttura (spigoli, innesti di travi, ecc.), per la **correzione dei ponti termici** e il controllo della tenuta all'aria dell'edificio.
- la **disposizione degli strati** rispetto al loro comportamento termico e igrometrico per allontanare il rischio di condensazione interstiziale. Per quest'ultima verifica la normativa suggerisce di disporre i materiali in ordine crescente di resistenza termica dall'interno all'esterno e in ordine decrescente di resistenza al vapore dall'interno all'esterno.



## Caratteristiche meccaniche

Il legno può essere considerato un materiale ortotropo che possiede proprietà meccaniche uniche e indipendenti lungo i tre assi perpendicolari tra loro: l'asse longitudinale L è parallelo alla fibratura, quello radiale R perpendicolare agli anelli di accrescimento e quella tangenziale T perpendicolare alla fibratura e tangenziale agli anelli di accrescimento. La resistenza maggiore è in direzione della fibratura pertanto gli elementi legno ad uso strutturale vengono sfruttati quasi prevalentemente in tale direzione.

La resistenza meccanica del legno dipende, come molte altre sue caratteristiche, anche dalla specie arborea e da eventuali difetti come discontinuità o attacchi di funghi e insetti.

Nonostante sia un materiale il cui uso in edilizia è molto antico, in Italia è solo a partire dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 e ancor più con le **Norme Tecniche per le Costruzioni del 17/01/2018** che si definisce un quadro normativo più chiaro per l'utilizzo del legno come **materiale strutturale**.



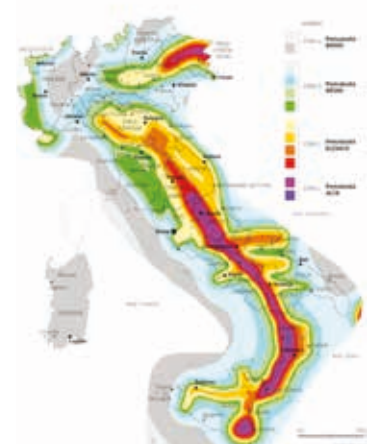
## Comportamento sismico

Con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17/01/2018 tutto il territorio italiano è considerato zona sismica; sia nelle nuove costruzioni, come nelle ristrutturazioni, tutti gli interventi di tipo strutturale devono essere progettati tenendo in considerazione l'influenza dell'azione sismica sull'edificio, al fine di incrementarne la sicurezza e ridurre la vulnerabilità.

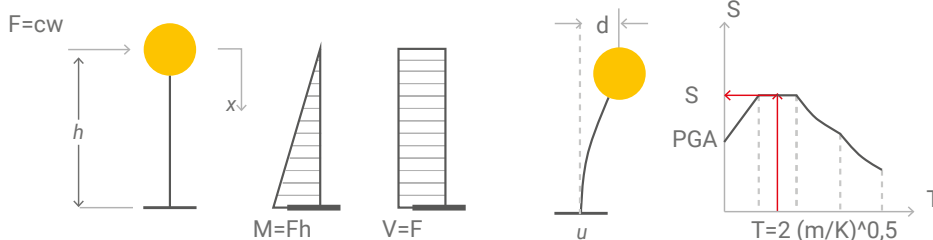
In questo nuovo contesto gli edifici in legno devono essere verificati nella loro globalità e si possono considerare adatti alla realizzazione di edifici in zone ad alta sismicità grazie alla leggerezza del materiale e del rapporto resistenza/peso.

La leggerezza dei materiali a base argilla espansa Leca possono contribuire al mantenimento della leggerezza globale dell'edificio con conseguente minore forza sollecitante in caso di sisma.

Inoltre i solai hanno un ruolo fondamentale di piano rigido e se irrigiditi con un **rinforzo strutturale**, con la formazione di uno strato in calcestruzzo leggero strutturale (gamma LecaCLS) connesso alle travi in legno esistenti a mezzo specifici connettori (Connettore CentroStorico Legno) consente di costituire un elemento bidirezionale consentendo una buona redistribuzione delle azioni orizzontali sugli elementi perimetrali.



Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale.



## Leggerezza

Le soluzioni in argilla espansa assicurano **ridotti carichi permanenti a tutto favore della sicurezza sismica** nelle strutture soggette a rilevanti azioni orizzontali (in particolare il sisma ma anche il vento), per le quali la riduzione delle masse si traduce in una **riduzione delle sollecitazioni**.

In particolare nelle strutture in legno l'impiego dei materiali a base argilla espansa Leca permette di avere pesi ridotti, a parità di resistenza, con una **risposta sismica attenuata a tutto vantaggio della sicurezza statica dell'edificio**.



Per approfondimenti sul comportamento antisismico degli edifici si rimanda allo specifico documento di approfondimento disponibile su [www.Leca.it](http://www.Leca.it)



Scansiona il QR code il download



## Durabilità

Il legno è un materiale vegetale organico e quindi deteriorabile. Questo processo avviene in modi differenti per specie e condizioni al contorno diverso.

Le alterazioni possono essere di tipo **Biotico** o **Abiotico**.

Le alterazioni biotiche comprendono gli attacchi da parte di **batteri, muffe o insetti** che si cibano delle sostanze in esso contenuto.

Si parla di alterazioni abiotiche invece quelle derivanti da **agenti atmosferici** (la cui causa deriva da umidità, temperatura, vento e azione della luce e radiazioni) che possono provocare alterazioni di colore e di superficie, di per se non gravi ma aprono la strada alle alterazioni biotiche e da **usura meccanica** con conseguente deterioramento meccanico strutturale del legno stesso.

È importante utilizzare materiali che bene interagiscano con un materiale "vivo" come il legno e che siano inalterabili e resistenti nel tempo.

L'argilla espansa Leca non contiene materiali organici e loro derivati. Non marcisce e non si degrada nel tempo, neppure in condizioni di temperatura e umidità estreme. Resiste bene agli acidi, basi e solventi conservando inalterate le sue caratteristiche.



Argilla espansa LecaPiù, principale componente dei premiscelati Laterlite.

## Igroscopicità

Il legno è un materiale poroso e capillare ed essendo un materiale **igroscopico** si equilibra con l'ambiente esterno **assorbendo o rilasciando vapore acqueo** in base alle differenti condizioni climatiche e all'ambiente circostante.

Inoltre, il legno non sopporta il ristagno d'acqua nel tempo soprattutto se avviene a contatto con le fibre esposte. La presenza contemporanea di acqua e ossigeno permette la proliferazione di funghi, muffe e insetti xilofagi che possono arrivare a divorare anche parti strutturali.

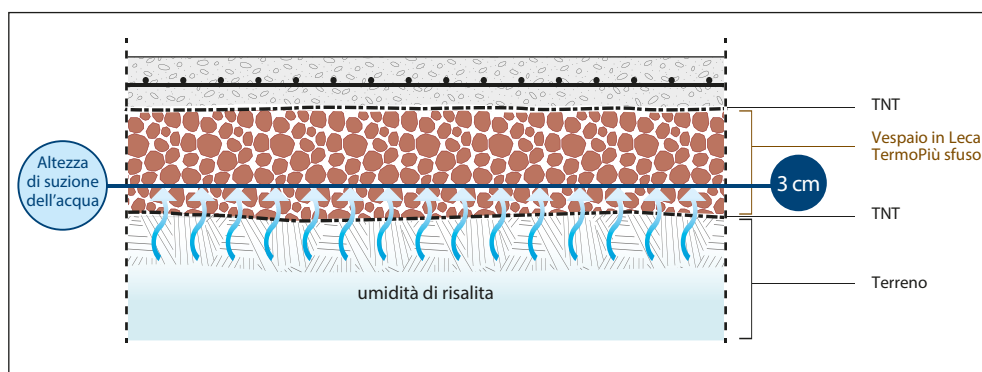
È quindi importante utilizzare materiali a basso contenuto di acqua e a rapida asciugatura come le soluzioni in argilla espansa, così da evitare l'assorbimento dell'umidità nelle parti in legno.

Un tema molto importante riguarda la **protezione dell'attacco a terra**, uno dei dettagli più importanti da affrontare quando si progettano gli edifici in legno. È necessario il **corretto dettaglio costruttivo** che permetta di evitare la risalita di umidità, il ristagno di acqua da eventi atmosferici oltre alla creazione di condense superficiali e interstiziali.

L'utilizzo di Leca TermoPiù, la speciale argilla espansa antirisalita di umidità per sottofondi e vespai isolati contro terra, permette di isolare l'attacco a terra impedendo l'assorbimento dell'acqua di risalita.



Argilla espansa Leca TermoPiù, argilla espansa antirisalita di umidità per sottofondi e vespai isolati contro terra.



Risalita di umidità per capillarità in un vespaio in Leca TermoPiù sfuso.

## Acustica nelle strutture in legno

L'acustica è un tema molto delicato negli edifici in legno, in quanto i fenomeni che regolano la **trasmissione del rumore all'interno delle strutture leggere** sono difficilmente riconducibili a modelli tradizionali.

Il **comportamento acustico dei solai in legno differisce molto da quello dei solai massivi omogenei come quelli latero cementizi**. Soprattutto a causa della leggerezza del materiale, la struttura è soggetta a vibrazioni e l'isolamento acustico ai rumori risulta quindi peggiore alle basse frequenze, rispetto ai solai massivi, e migliore alle alte frequenze.

Inoltre non vi è una lunga esperienza di prove acustiche su solai in legno come invece avviene con le soluzioni "tradizionali" latero-cementizie: per questa ragione **non esiste un metodo di calcolo normato** per la stima dell'indice di potere fonoisolante apparente e dell'indice di calpestio dei solai normalizzato proprio delle strutture in legno.

La **normativa di riferimento italiana** per l'acustica in edilizia è la **Legge Quadro n. 447 del 26/10/1995** e il relativo decreto attuativo **D.P.C.M. 2/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"**.

I requisiti sono valutati in opera, vale a dire nelle reali condizioni di installazione dei componenti edilizi.

Tra le **modalità di intervento acustico** su solai in legno vi è

1. la realizzazione del **"pavimento galleggiante"** che consiste nell'interporre uno strato elastico tra il massetto e la struttura portante. Questa soluzione, che è la più utilizzata, deve essere realizzata con attenzione poiché lo strato elastico deve desolidarizzare integralmente il sottofondo dalle strutture laterali e dal solaio sottostante.
2. l'utilizzo di **materiali elastici per il pavimento** (es. gomma, moquettes e vinilici);
3. la realizzazione di un **controsoffitto all'intradosso del solaio** eventualmente riempito di materiale isolante.

Ogni tipologia di intervento richiede una **valutazione adeguata con una scelta attenta dei materiali e della stratigrafia**.

Nelle soluzioni per solai in legno indicate in seguito sarà trattata in particolare la tecnica del **pavimento galleggiante** dove la pavimentazione è desolidarizzata dalla struttura portante secondo il principio "massa-molla-massa" che permette di ridurre l'entità della vibrazione trasmessa fungendo da smorzatore.

## Resistenza al fuoco

Quando si parla di legno si parla di un materiale combustibile.

Tuttavia le strutture in legno bruciano lentamente dall'esterno verso l'interno della sezione del materiale, la parte di legno non combusta mantiene inalterate le proprie caratteristiche meccaniche anche se la temperatura è aumentata e la rottura meccanica di un elemento avviene quando la parte della sezione non ancora carbonizzata è talmente ridotta da non riuscire più ad assolvere la sua funzione portante.

È necessario quindi porre particolare attenzione in fase di progettazione al calcolo previsionale della resistenza al fuoco degli elementi nel tempo e prevedere ove possibile l'utilizzo di materiali incombustibili che non alimentino ulteriormente il fuoco.

Le strutture portanti in legno sono generalmente protette da materiali di rivestimento interni ed esterni che forniscono un ulteriore grado di protezione al fuoco.

Capace di resistere in forma continuativa a temperature superiori ai 1100°C, inorganica, incombustibile, dimensionalmente stabile e resistente, l'**argilla espansa Leca** è un materiale classificato per la reazione al fuoco come **"incombustibile"** (Euroclasse A1) e di conseguenza non contribuisce a nessuna fase dell'incendio.

Anche i prodotti premiscelati a base argilla espansa Leca e LecaPiù sono incombustibili.

Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici D.P.C.M. 5/12/97

Categorie	Valori massimi del livello di rumore di calpestio trasmesso $L'_{nw}$
1. A-C	63
2. D-E	58
3. B-F-G	55

**Classificazione degli ambienti abitativi**

- Cat. A: residenza o assimilabili;
- Cat. B: uffici o assimilabili;
- Cat. C: alberghi, pensioni ed attività assimilabili;
- Cat. D: ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili;
- Cat. E: attività scolastica a tutti i livelli e assimilabili;
- Cat. F: attività ricreative o di culto o assimilabili;
- Cat. G: attività commerciali o assimilabili.



Soluzioni di pavimento galleggiante con i sottofondi leggeri e isolanti Leca con l'interposizione di un materassino acustico anticalpestio.



Trave in legno dopo un incendio.

# Sottofondi a secco



Sistema sottofondo di pavimenti a secco.



**PaviLeca:**  
argilla espansa per sottofondi di pavimenti a secco

PaviLeca è la speciale argilla espansa per sottofondi di pavimenti a secco, composto da uno speciale mix di Leca tondo e frantumato che permette di realizzare strati omogenei ad elevata stabilità e una base asciutta e leggera per la posa delle lastre da sottofondo.

## Caratterizzazione tecnica

### Cosa sono i sottofondi a secco

Il sottofondo è quello strato tra il solaio e la pavimentazione atto a ripartire il carico trasmesso dal pavimento alla struttura portante, a livellare le irregolarità e a inglobare e proteggere eventuali tubazioni degli impianti, oltre a contribuire a isolare termicamente e acusticamente i solai tra diverse unità abitative.

I sottofondi sono considerati a secco quando sono realizzati senza alcun utilizzo di acqua o leganti e sono costituiti solitamente da uno strato di materiale di livellamento/regolarizzazione/isolamento in materiale sfuso e da lastre di ripartizione dei carichi appositamente studiate in legno o gesso-fibra.

Grazie alla loro natura completamente a secco e senza leganti, i sottofondi a secco sono veloci da realizzare e versatili permettendo di rimuovere agevolmente gli strati che li compongono rendendoli quindi flessibili e completamente reversibili all'occorrenza (idonei anche nei casi di ristrutturazione di edifici di interesse storico). Lo strato di sottofondo può quindi essere riutilizzato mantenendo inalterate le caratteristiche tecniche.

Nelle strutture in legno, l'utilizzo di sottofondi a secco è di particolare importanza data l'assenza assoluta di acqua nell'interazione con le parti in legno.

### Isolamento termico

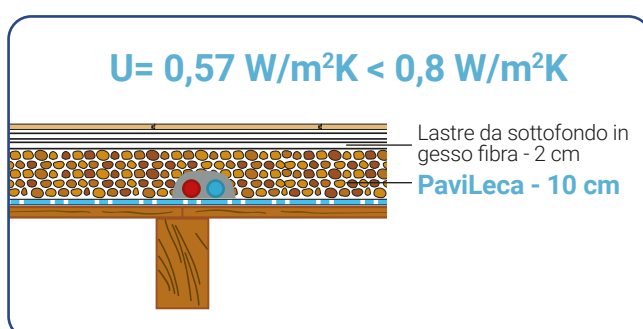
L'argilla espansa PaviLeca è caratterizzata da una bassa conducibilità termica certificata ( $\lambda = 0,09 \text{ W/mK}$ ) che garantisce un ottimo isolamento termico alla strato di livellamento, contributo importante per soddisfare le trasmittanze termiche  $U$  previste per i divisori orizzontali interpiano ( $U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).

Il sistema sottofondo a secco composto da PaviLeca e lastre in gesso fibra assicura un'ottima prestazione di isolamento termico.

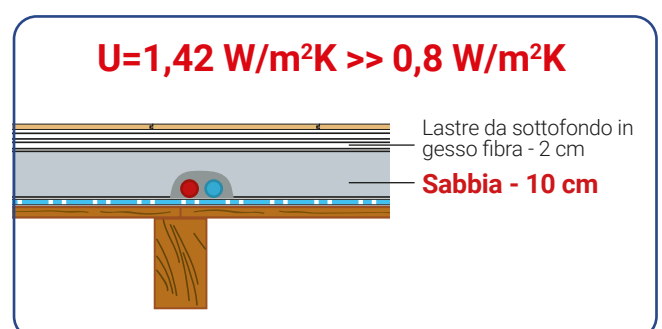
Considerando ad esempio una soluzione con solaio in travetti e tavolato, strato di sottofondo a secco in PaviLeca di sp. 10 cm, lastra in gesso fibra di sp. 2 cm e pavimentazione si ottiene un valore di trasmittanza termica  $U = 0,57 \text{ W/m}^2\text{K}$  di molto inferiore al valore  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$  imposto dalle vigenti norme.

Rispetto a soluzioni tradizionali per sottofondi a secco in sabbia o graniglia di marmo, PaviLeca permette, a parità di spessore, di evitare un ulteriore strato di isolamento termico nelle stratigrafie di progetto semplificando la posa in opera.

#### Soluzione isolata con PaviLeca



#### Soluzione non isolata con sabbia





Certificazioni di sistema



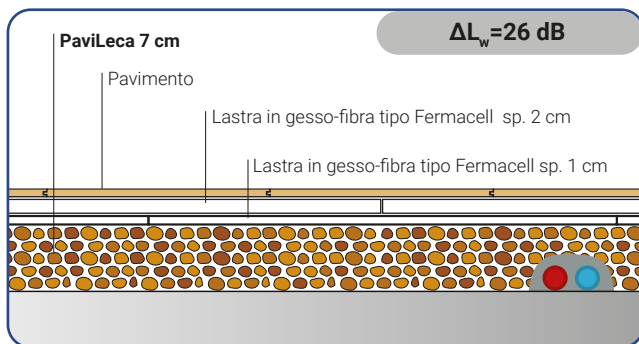
- Senza isolante acustico
  - $\Delta L_w = 24$  dB (con parquet incollato)
  - $\Delta L_w = 26$  dB (con laminato flottante)
  - $\Delta R_w = 8$  dB
- Con isolante acustico
  - $\Delta L_w = 28$  dB (con laminato flottante)
  - $\Delta R_w = 9$  dB

# Isolamento acustico

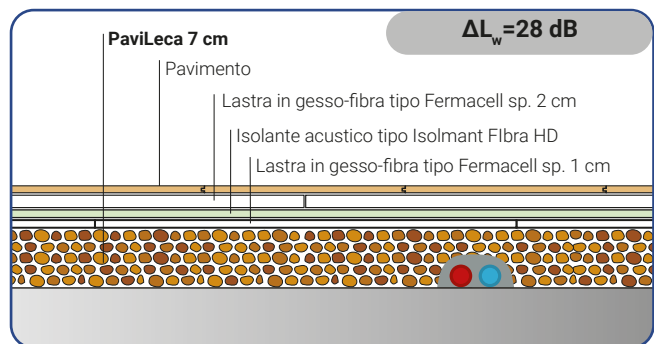
La valutazione acustica previsionale dell'apporto offerto dai sottofondi a secco non è di facile determinazione in quanto le formule previsionali date dalla UNI EN 12354 e UNI TR 11175 non tengono in considerazione le tipologie di solaio in legno, molto leggeri in termini di massa per unità di superficie.

Per questi motivi è stata fatta una **campagna di prove acustiche in laboratorio** su alcune stratigrafie tipiche per determinare il valore di riduzione del livello normalizzato di pressione sonora da calpestio  $\Delta L_w$  e dell'incremento dell'isolamento acustico per via aerea  $\Delta R_w$  di alcune soluzioni. Il sistema sottofondo a secco composto da PaviLeca e lastre in gesso fibra assicura un'ottima **prestazione di isolamento acustico al calpestio** certificata all'Istituto Giordano pari a  $\Delta L_w = 26$  dB. Ottime prestazioni anche in abbinamento a isolanti acustici specifici ( $\Delta L_w = 28$  dB).

## Soluzione senza isolante acustico



## Soluzione con isolante acustico



# Leggerezza del sistema

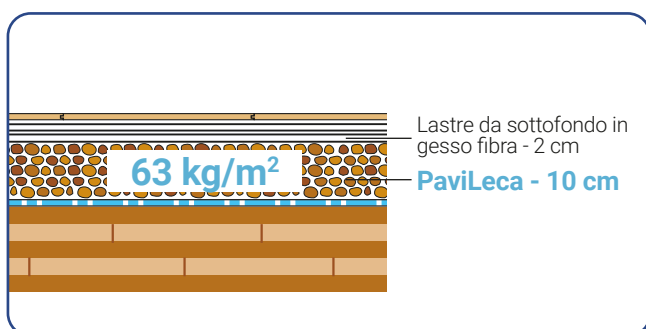
L'argilla espansa è un aggregato leggero grazie alla sua natura porosa racchiusa entro una scorza esterna resistente e ottimizza il rapporto tra peso e resistenza. PaviLeca è la speciale argilla espansa per sottofondi di pavimenti a secco con granulometria tonda e frantumata con **ridotto peso ( $400 \text{ kg/m}^3$ )** ed è quindi l'ideale in tutti gli interventi di ristrutturazione o dove si vogliono ridurre al minimo i carichi assicurando elevata stabilità al sottofondo e una base asciutta e solida per la posa delle lastre.

Rispetto alle soluzioni di sottofondi a secco tradizionali in sabbia o graniglia di marmo (con densità  $\rho > 1800 \text{ kg/m}^3$ ) il sistema Sottofondo a secco con argilla espansa PaviLeca ( $\rho = 400 \text{ kg/m}^3$ ) permette di **ridurre i carichi anche fino al 70% a parità di spessore.**

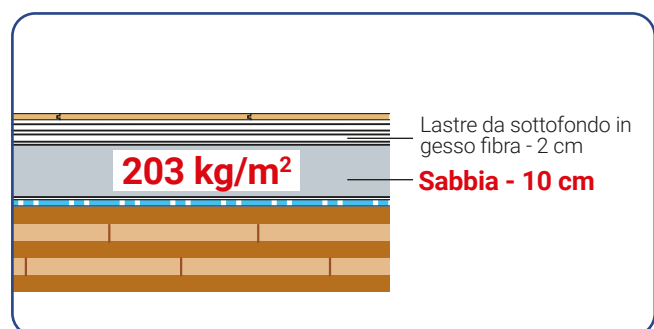
E in più i **sacchi da 50 litri** di PaviLeca sono leggeri (ca. 20 kg) e pratici da movimentare e sollevare ottimizzando i trasporti del materiale, il trasferimento in quota e la messa in opera del materiale.



## Soluzione leggera con PaviLeca



## Soluzione pesante con sabbia



Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni da Norme Tecniche delle Costruzioni 2018.

Categorie	$q_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	$Q_k$ (kN)
<b>A:</b> Ambienti d'uso residenziale	2-4	2-4
<b>B:</b> Uffici	2-4	2-4
<b>C:</b> Ambienti suscettibili di affollamento	3-5	2-5
<b>D:</b> Ambienti ad uso commerciale	4-5	4-5

$q_k$  Carichi verticali uniformemente distribuiti

$Q_k$  Carichi verticali concentrati

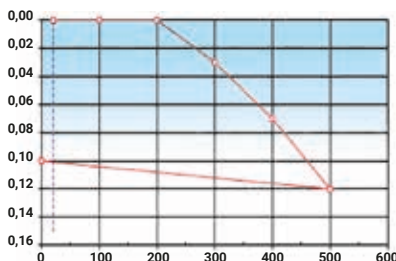
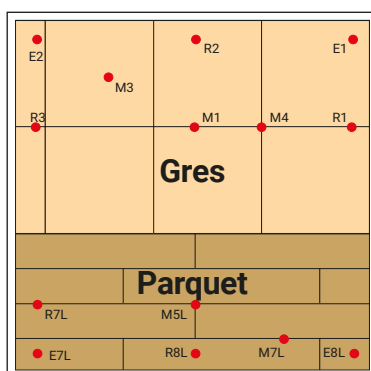


Grafico dell'andamento delle deformazioni della prova a carico distribuito.



Posizione dei punti di indagine per la prova a carico concentrato.



Scansiona il QR CODE per scaricare il certificato.

## Stabilità dimensionale e resistenza meccanica

La **stabilità meccanica del sottofondo a secco** è un elemento imprescindibile per la corretta trasmissione del carico di esercizio e dei **sovraccarichi variabili** di arredi.

I valori dei sovraccarichi puntuali e distribuiti sono differenti a seconda delle varie destinazioni d'uso e date dall'**Eurocodice 1 - EN 1991-1-1** e ripreso dagli **Annessi Nazionali** e dalle **Norme Tecniche delle Costruzioni 2018** con la relativa Circolare del 2019.

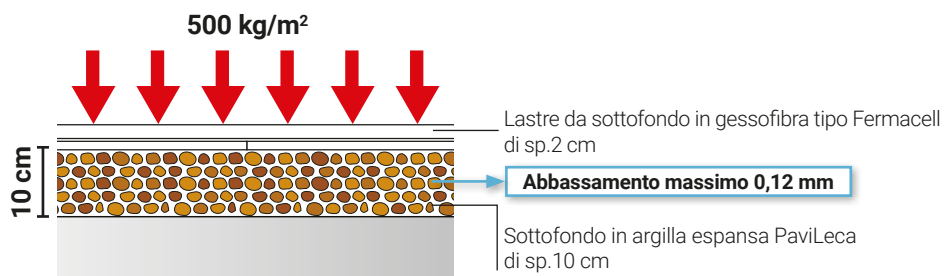
La speciale granulometria (tonda e frantumata) si compatta al meglio senza azione meccanica assicurando **elevata stabilità al sottofondo** e una base asciutta e solida per la successiva posa delle lastre/pannelli.

Il sistema per sottofondo a secco costituito da **PaviLeca** e **lastre in gesso fibra** è stato testato presso l'**Istituto Giordano** per **carichi uniformemente distribuiti** e presso l'**Università degli Studi di Bergamo** per **carichi concentrati** per definire la risposta deformativa della stratigrafia con due differenti tipologie di finiture con carichi tipici per questa tipologia costruttiva (ambienti residenziali e uffici).

### Prove di carico distribuito

Il sistema sottofondo a secco costituito da uno strato di aggregato in argilla espansa speciale **PaviLeca** di spessore 10 cm e **lastre di ripartizione di carico in gessofibra da 20 mm di spessore** all'interno di una cornice in legno è stato testato con un carico distribuito sino a 500 kg/m<sup>2</sup> e sono state valutate le deformazioni massime ottenute.

Lottimo comportamento del sistema ha confermato il **ridottissimo cedimento pari a 0,12 mm (<1%)**, tale da assicurare elevata stabilità al sistema sottofondo.



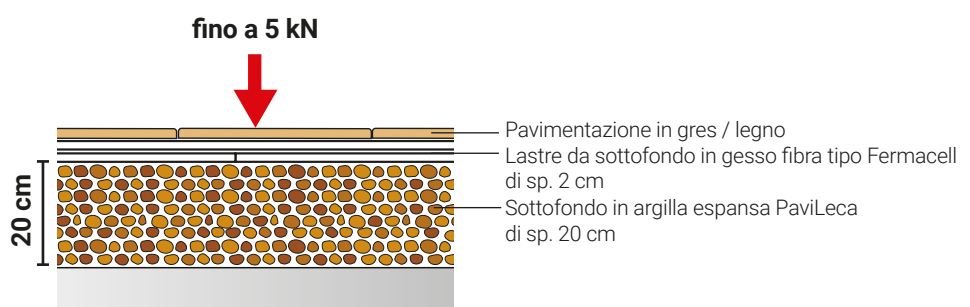
### Prove di carico concentrato

Il sistema sottofondo a secco in **PaviLeca** e lastre in gessofibra è stato testato presso l'**Università degli Studi di Bergamo** al fine di determinarne la **deformazione** quando sottoposto a **carichi puntuali concentrati** che possono essere assimilati al comportamento di arredi o attrezzature in ambienti d'uso di destinazione residenziale o uffici.

Il campione di 2 m per lato è stato realizzato con uno strato di sottofondo a secco in **PaviLeca** dello spessore di 20 cm e con **lastre in gesso fibra per pavimenti a secco di 2 cm** per la distribuzione del carico posizionati su un solaio infinitamente rigido rispetto al campione.

Una parte del campione è stata realizzata con **finitura in gres** ed una parte in **parquet** non incollato per verificare l'**influenza delle diverse tipologie di pavimentazione**.

Il carico è stato applicato per step incrementali fino a raggiungere 5 kN in diversi punti del campione vicino al bordo (Punti R), in corrispondenza degli angoli (punti E) e centrali (punti M) misurando le deformazioni in corrispondenza dei punti di carico.





Stesura del sottofondo a secco in PaviLeca e livellamento.



Posa delle lastre in gesso fibra di spessore 2 cm sullo strato di sottofondo a secco in PaviLeca.



Test di carico su pavimentazione in gres porcellanato.



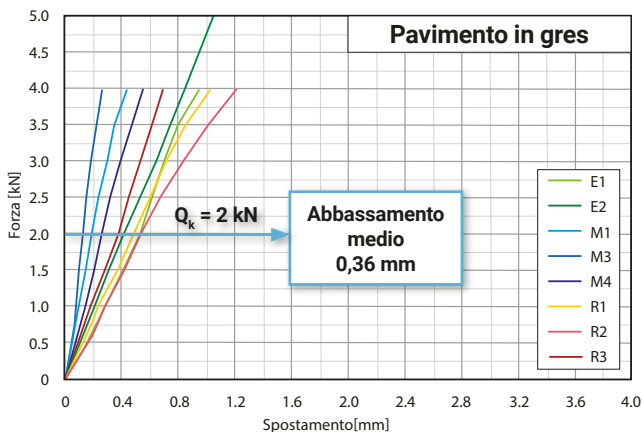
Test di carico su pavimentazione in parquet non incollato.

**A. Pavimento in gres porcellanato**

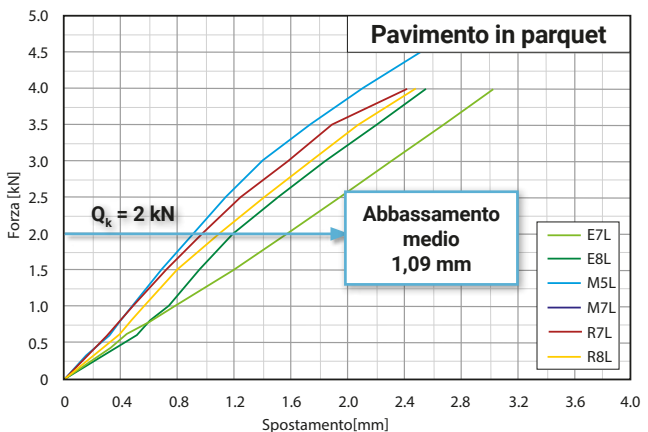
Considerando il carico puntuale riconducibile agli ambienti residenziali ( $Q_k = 2 \text{ kN}$ ) si è registrato un abbassamento medio di soli **0,36 mm** e massimo nel punto di bordo R2 perimetrale di soli 0,53 mm senza segni o cavillature nella pavimentazione.

**B. Pavimento in parquet non incollato**

Per il carico puntuale  $Q_k = 2 \text{ kN}$  si ottiene un abbassamento medio di **1,09 mm** e massimo di soli 1,57 mm nel punto d'angolo E7 senza segni o cavillature nella pavimentazione (la deformazione è superiore ma ancora modesta a causa della minore rigidità della finitura).



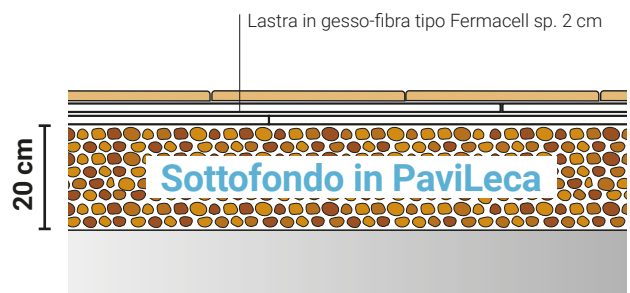
Grafici degli andamenti deformativi del sistema sottofondo a secco in PaviLeca (20 cm) con lastre in gesso fibra (2 cm) con pavimento in gres su solaio infinitamente rigido.



Grafici degli andamenti deformativi del sistema sottofondo a secco in PaviLeca (20 cm) con lastre in gesso fibra (2 cm) con pavimento in parquet non incollato su solaio infinitamente rigido.

**Spessore massimo**

Lottimo comportamento del sistema sottofondo a secco in PaviLeca in abbinamento alle lastre in gesso fibra sia con pavimento in gres sia con pavimento in parquet consente di raggiungere anche spessori di sottofondo elevati (fino a 20 cm), previa valutazione del comportamento deformativo del solaio stesso e dell'eventuale presenza del materassino per parquet flottante o eventuali altri materiali elastici.

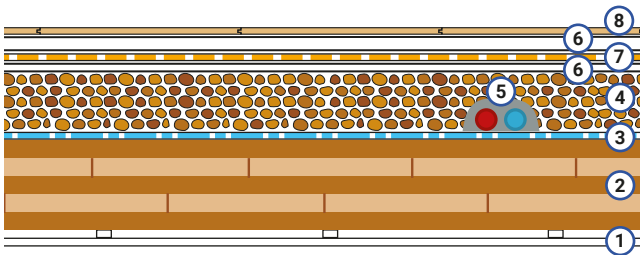


# Soluzioni interpiano

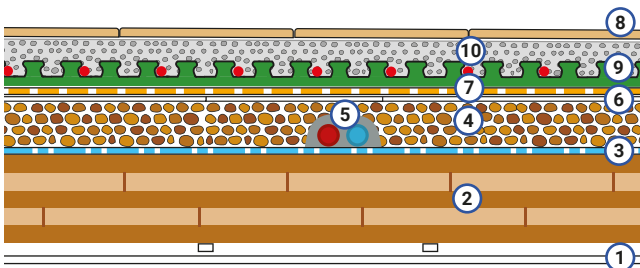
## Sottofondi a secco

### 1. SOLUZIONE ISOLANTE

2-20 cm



### 2. SOLUZIONE RADIANTE



### Stratigrafia soluzioni

- 1 Eventuale strato di controsoffitto (con o senza materiale isolante interposto)
- 2 Solaio in legno (a semplice o doppia orditura/X-LAM).
- 3 Eventuale strato di controllo del vapore (barriera/schermo al vapore).
- 4 Sottofondo di pavimento a secco in PAVILECA.
- 5 Impianti tecnologici.
- 6 Lastre / Pannelli per sottofondi a secco.
- 7 Eventuale materassino acustico anticalpestio.
- 8 Strato di pavimentazione (incollata/flottante).
- 9 Impianto di riscaldamento/raffrescamento a pavimento.
- 10 Massetto radiante fibrorinforzato a elevata conducibilità termica PARIS 2.0 nello spessore minimo di 2 cm sopra tubo/bugna.



### Prestazioni termoacustiche

	Trasmittanza Termica U (W/m <sup>2</sup> K)	Isolamento acustico calpestio L <sub>tw</sub> (dB)	Isolamento acustico R <sub>w</sub> (dB)
1. SOLUZIONE ISOLANTE	0,22	56	65

#### Nota per il calcolo:

I metodi di calcolo previsionale delle prestazioni acustiche contenuti nelle norme UNI EN 12354-1 e UNI EN 12354-2 non sono idonei per le strutture in legno; i valori di L<sub>tw</sub> e R<sub>w</sub> sono derivati da formule sperimentali escludendo la presenza di trasmissione laterale di rumore.

Strato (1) di sp. 5 cm con isolamento interposto - (2) X-LAM di sp. 20 cm - (4) di sp. 7 cm - (6) lastra in gesso-fibra da 1-2 cm - (8) pavimento flottante (per approfondimenti e per indicazioni sulla soluzione non indicata [infoleca@leca.it](mailto:infoleca@leca.it)).



Stesura di PaviLeca: creazione delle fasce di appoggio dell'altezza pari alla quota finale prevista, riempimento tra le guide e livellamento del riempimento con staggia.

# Approfondimenti

## Vantaggi di PaviLeca

### Leggerezza

Il ridotto peso, soli 400 kg/m<sup>3</sup>, è anche indicato in tutti gli interventi di ristrutturazione o dove si voglia ridurre i carichi. I sacchi (50 L) sono leggeri (ca. 20 kg) e pratici da movimentare.

### Isolamento termico

La bassa conducibilità termica ( $\lambda=0,09$  W/mK) garantisce un ottimo isolamento termico allo strato di livellamento, ideale per soddisfare i requisiti di Legge sui divisori orizzontali.

### Isolamento acustico

Il sistema sottofondo a secco composto da "PaviLeca e lastre in gessofibra" assicura un'ottima prestazione di isolamento acustico al calpestio pari a  $\Delta Lw=26$  dB (certificazione Istituto Giordano). Ottime prestazioni anche in abbinamento a specifici isolanti acustici ( $\Delta Lw=28$  dB).

### Stabilità e sicurezza

La speciale granulometria (tonda e frantumata) si compatta al meglio assicurando elevata stabilità al sottofondo e una base asciutta e solida per la successiva posa delle lastre/pannelli. Idoneo anche per inglobare le tubazioni impiantistiche.

### Ecobiocompatibilità

Pavileca è certificato ANAB-ICEA per la bioedilizia, ecologico e naturale.

### Posa rapida e reversibile

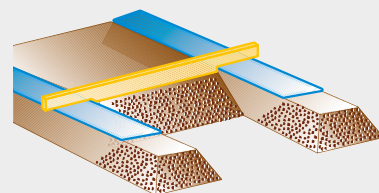
La natura secca del materiale permette una rapida posa che non necessita di tempi di asciugatura e permetta la facile reversibilità dell'intervento.

## Modalità di posa in opera di PaviLeca

- 1 Stendere sul supporto un' idonea barriera al vapore.
- 2 Versare PaviLeca e creare le fasce di appoggio, dell'altezza pari a quella della quota finale prevista per il livellamento.
- 3 Riempire tra le guide di riferimento; livellare il riempimento con staggia e non costipare PaviLeca mediante compressione.  
Non calpestare PaviLeca già staggiato.
- 4 Posare le lastre/pannelli di sottofondo.



PaviLeca è l'argilla espansa speciale per la realizzazione di sottofondi/massetti per pavimenti a secco.



Creazione delle fasce di appoggio.



Riempimento tra le guide di riferimento con il PaviLeca.



Livellamento del riempimento con staggia.



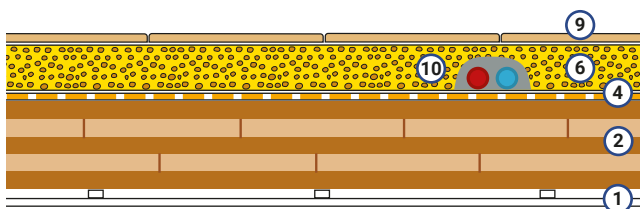
Posa delle lastre secondo le indicazioni del produttore delle lastre.

# Soluzioni interpiano

## Sottofondi tradizionali

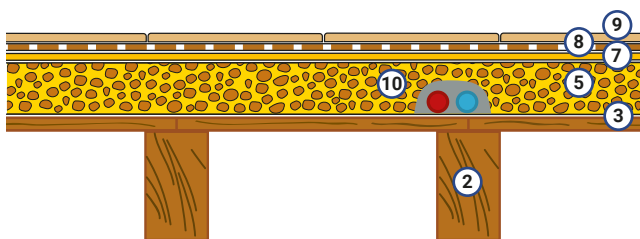
### 1. SOLUZIONE MONOSTRATO

5 - 10 cm



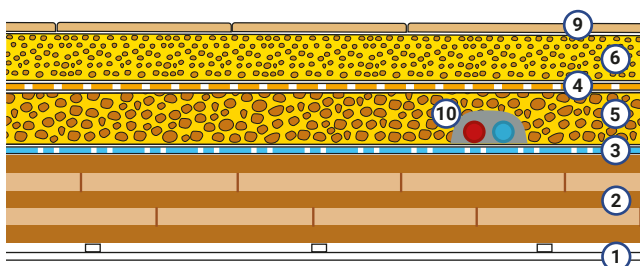
### 2. SOLUZIONE BISTRATO

6 - 10 cm



### 3. SOLUZIONE BISTRATO

≥ 10 cm



### Stratigrafia soluzioni

- 1 Eventuale strato di controsoffitto (con o senza materiale isolante interposto).
- 2 Solaio in legno (a semplice o doppia orditura/X-LAM).
- 3 Eventuale strato di controllo del vapore (barriera/schermo al vapore).
- 4 Eventuale materassino acustico anticalpestio CALPESTOP.
- 5 Strato di alleggerimento / isolamento termico in LECACEM MINI/CLASSIC o SOTTOFONDO CENTROSTORICO nello spessore minimo di 5 cm.
- 6 Strato di finitura in LECAMIX FAST/FORTE o MASSETTO CENTROSTORICO a base di argilla espansa LecaPiù nello spessore minimo di 5 cm (≥ 6 cm con Calpestop).
- 7 Strato di finitura a basso spessore in ULTRASLIM o PARIS SLIM.
- 8 Eventuale strato isolante anticalpestio sottopavimento in MATERASSINO CENTROSTORICO.
- 9 Strato di pavimentazione (incollata/flottante).
- 10 Impianti tecnologici.



4



8



5



7

### Prestazioni termoacustiche

	Trasmittanza Termica U (W/m <sup>2</sup> K)	Isolamento acustico calpestio L <sub>nw</sub> (dB)	Isolamento acustico R <sub>w</sub> (dB)
3. SOLUZIONE BISTRATO ≥ 10 cm	0,36	57	55

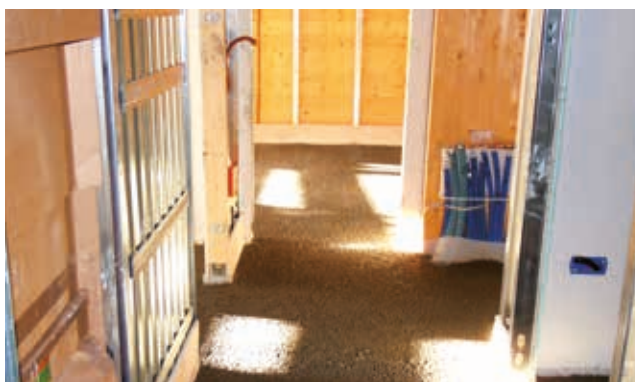
Nota per il calcolo:

I metodi di calcolo previsionale delle prestazioni acustiche contenuti nelle norme UNI EN 12354-1 e UNI EN 12354-2 non sono idonei per le strutture in legno; i valori di L<sub>nw</sub> e R<sub>w</sub> sono derivati da formule sperimentali escludendo la presenza di trasmissione laterale di rumore.

Strato (2) X-LAM di sp. 20 cm - (5) di sp. 6 cm - (4) Calpestop Super 10 (6) Lecamix Fast di sp. 7 cm (per approfondimenti e per indicazioni sulle soluzioni non indicate [infoleca@leca.it](mailto:infoleca@leca.it)).



Massetto di finitura in Lecamix, per strati di finitura isolanti e a veloce asciugatura.



Strato di isolamento/alleggerimento di sottofondi in Lecacem.

## Approfondimenti

### Rapida asciugatura e umidità residua

Il legno è un **materiale igroscopico** e non sopporta il ristagno d'acqua nel tempo. È quindi importante utilizzare materiali a **basso contenuto di acqua** e a **rapida asciugatura**.

I massetti e i sottofondi leggeri Leca e CentroStorico sono a base di **LecaPiù**, speciale argilla espansa a basso assorbimento d'acqua (assorbimento di umidità circa 1% a 30' secondo UNI EN 13055-1) e assicurano **veloci tempi di asciugatura** così da evitare l'assorbimento dell'umidità nelle parti in legno.

#### Umidità residua massetti e sottofondi

<b>Lecamix Fast</b> <b>Massetto CentroStorico</b>	<b>5 gg</b> - sp. 3 cm <b>7 gg</b> - sp. 5 cm
<b>Lecacem Classic</b>	<b>7 gg</b> - sp. 5 cm <b>10 gg</b> - sp. 10 cm
Calcestruzzo cellulare/con polistirolo	rapporto acqua d'impasto sino al 50% ca.

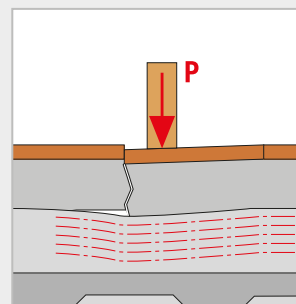
Per i massetti in Leca i valori si riferiscono a u.r. ≤3% in peso.

### Resistenza meccanica

Dal punto di vista meccanico le soluzioni di **massetti e sottofondi leggeri a base argilla espansa** assicurano un'elevata **resistenza a compressione** che li rendono idonei anche per gli impieghi più gravosi salvaguardando lo strato di finitura e la pavimentazione.

#### Resistenze meccaniche sottofondi

<b>Lecacem Mini</b>	<b>5</b> N/mm <sup>2</sup>
<b>Lecamix</b>	<b>12-16</b> N/mm <sup>2</sup>
Calcestruzzo con polistirolo	0,5-2 N/mm <sup>2</sup>
Calcestruzzo cellulare	0,5-1 N/mm <sup>2</sup>

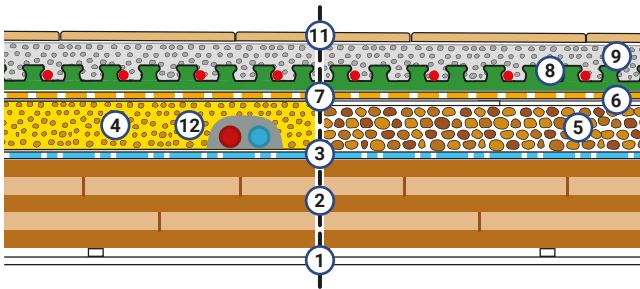


Cedimento sotto carico del sottofondo con conseguenti danni allo strato di supporto e al pavimento.

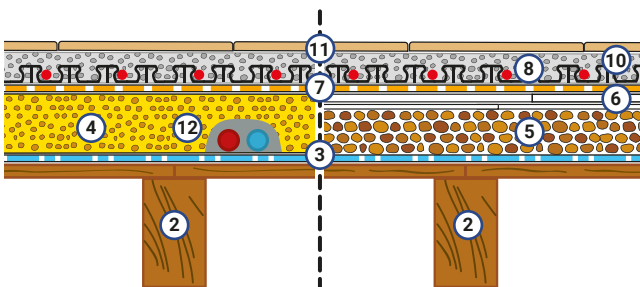
# Soluzioni interpiano

## Sottofondi radianti

### 1. IMPIANTO RADIANTE TRADIZIONALE



### 2. IMPIANTO RADIANTE A BASSO SPESSORE



### Stratigrafia soluzioni

- 1 Eventuale strato di controsoffitto (con o senza materiale isolante interposto).
- 2 Solaio in legno (a semplice o doppia orditura/X-LAM).
- 3 Eventuale strato di controllo del vapore (barriera/schermo al vapore).
- 4 Strato di alleggerimento / isolamento termico in LECACEM MINI o SOTTOFONDO CENTROSTORICO nello spessore minimo di 5 cm.
- 5 Sottofondo di pavimento a secco in PAVILECA.
- 6 Lastre / Pannelli per sottofondi a secco.
- 7 Eventuale materassino acustico anticalpestio CALPESTOP.
- 8 Impianto di riscaldamento/raffrescamento a pavimento.
- 9 Massetto radiante fibrorinforzato a elevata conducibilità termica PARIS 2.0 nello spessore minimo di 2 cm sopra tubo/bugna.
- 10 Massetto autolivellante antiritiro e a basso spessore PARIS SLIM nello spessore minimo di 5 mm sopra tubo/bugna.
- 11 Strato di pavimentazione (incollata/flottante).
- 12 Impianti tecnologici.



### Prestazioni termoacustiche

	Trasmittanza Termica U (W/m²K)	Isolamento acustico calpestio $L_{nw}$ (dB)	Isolamento acustico $R_w$ (dB)
1. IMPIANTO RADIANTE TRADIZIONALE	0,34	56	57

Nota per il calcolo:

I metodi di calcolo previsionale delle prestazioni acustiche contenuti nelle norme UNI EN 12354-1 e UNI EN 12354-2 non sono idonei per le strutture in legno; i valori di  $L_{nw}$  e  $R_w$  sono derivati da formule sperimentali escludendo la presenza di trasmissione laterale di rumore.

Strato (2) X-LAM di sp. 20 cm - (4) di sp. 8 cm - (8) con s' di 20 MN/m³ - (9) di sp. 5 cm (per approfondimenti e per indicazioni sulla soluzione non indicata infoleca@leca.it).







Massetto radiante fibrorinforzato a elevata conducibilità termica antiritiro e basso spessore PaRis 2.0.



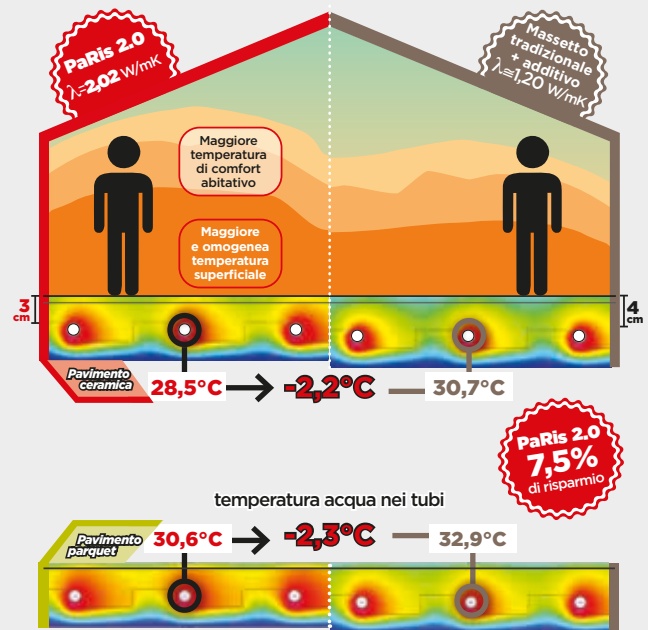
Massetto autolivellante antiritiro e a basso spessore per pavimenti riscaldati PaRis SLIM.

## Approfondimenti

### Alta conducibilità termica certificata

I massetti radianti in PaRis 2.0 e PaRis SLIM sono caratterizzati da una elevata conducibilità termica  $\lambda$  certificata (2,02 W/mK per il PaRis 2.0 e 1,66 W/mK per il PaRis SLIM), fondamentale per condurre il calore nell'ambiente in modo omogeneo riducendo i consumi energetici. Sono antiritiro (sino a 200 m<sup>2</sup> senza giunti), caratteristica importante per la qualità e la sicurezza di posa della pavimentazione.

### Superiore efficienza e risparmio energetico a parità di potenza termica

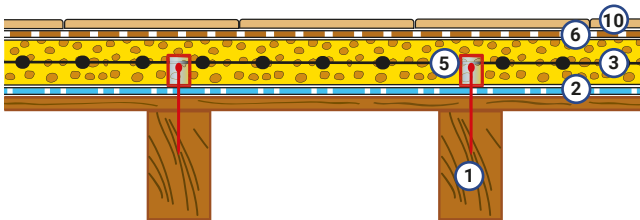


A parità di potenza termica dell'impianto un massetto in PaRis 2.0, rispetto ad un sistema tradizionale, permette una superiore efficienza termica pari al 7.5 % ca (temperatura dell'acqua più bassa di 2,2 °C con pavimento in ceramica).

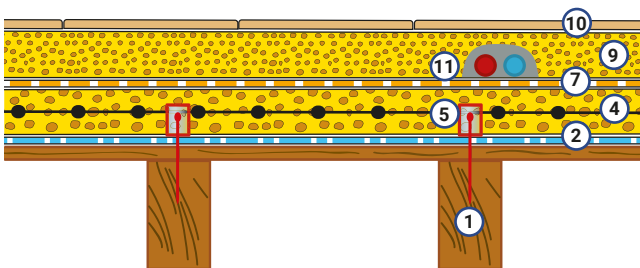
# Soluzioni interpiano

## Consolidamento strutturale dei solai

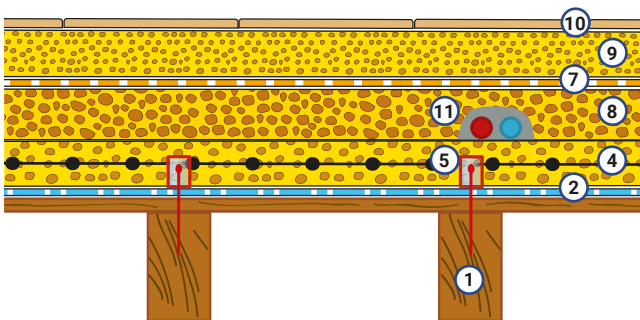
### 1. SOLUZIONE MONOSTRATO



### 2. SOLUZIONE BISTRATO



### 3. SOLUZIONE BISTRATO AD ALTO SPESSORE



### Prestazioni termoacustiche

	Trasmittanza Termica U (W/m <sup>2</sup> K)	Isolamento acustico calpestio L <sub>nw</sub> (dB)	Isolamento acustico R <sub>w</sub> (dB)
3. SOLUZIONE BISTRATO AD ALTO SPESSORE	0,60	60	56

### Stratigrafia soluzioni

- Solaio in legno esistente a semplice o doppia orditura.
- Membrana traspirante al vapore e impermeabile all'acqua per la protezione del solaio in legno MEMBRANA CENTROSTORICO.
- Strato di consolidamento strutturale anche a valenza antisismica in CALCESTRUZZO CENTROSTORICO, a base di argilla espansa LecaPiù, per la posa diretta della pavimentazione nello spessore minimo di 5 cm.
- Strato di consolidamento strutturale anche a valenza antisismica in LECA CLS 1400/1600/1800 a base di argilla espansa LecaPiù, nello spessore minimo di 5 cm.
- Sistema di interconnessione in CONNETTORE CENTROSTORICO LEGNO.
- Eventuale strato isolante anticalpestio sottopavimento in MATERASSINO CENTROSTORICO.
- Materassino acustico anticalpestio CALPESTOP.
- Strato di alleggerimento / isolamento termico in LECACEM CLASSIC o MINI nello spessore minimo di 5 cm.
- Strato di finitura in LECAMIX FACILE/FAST/FORTE o MASSETTO CENTROSTORICO a base di argilla espansa LecaPiù nello spessore minimo di 5 cm (≥ 6 cm con Calpestop).
- Strato di pavimentazione.
- Impianti tecnologici.



Nota per il calcolo:

I metodi di calcolo previsionale delle prestazioni acustiche contenuti nelle norme UNI EN 12354-1 e UNI EN 12354-2 non sono idonei per le strutture in legno; i valori di L<sub>nw</sub> e R<sub>w</sub> sono derivati da formule sperimentali escludendo la presenza di trasmissione laterale di rumore. Strato (1) tavolato di sp. 4 cm - (4) di sp. 7 cm - (7) Calpestop Super 10 - (8) di sp. 6 cm - (9) di sp. 7 cm (per approfondimenti e per indicazioni sulle soluzioni non indicate [infoleca@leca.it](mailto:infoleca@leca.it)).

# Approfondimenti

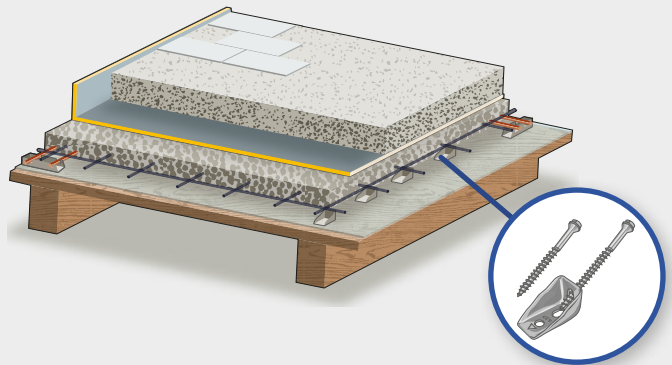
## Consolidamento statico e antisismico dei solai in legno

La soluzione tecnica efficace e sicura per il consolidamento strutturale dei solai è quella denominata della "sezione composta" o "sezione mista": il sistema si basa sulla formazione di una nuova soletta in calcestruzzo armato, perfettamente interconnessa con le strutture portanti grazie all'impiego di specifici connettori "Connettore CentroStorico Legno", in grado di aumentare la resistenza e rigidità del solaio esistente incrementandone la portata del 200%.

I benefici della leggerezza dei calcestruzzi Leca CLS e CentroStorico di Laterlite, sino al 40% in meno di un calcestruzzo tradizionale, migliorano il comportamento sismico dell'intera struttura.

L'efficace collegamento tra i solai e le pareti è indispensabile per assicurare la continuità strutturale degli elementi portanti dell'edificio: al solaio il compito di ridistribuire al meglio le forze orizzontali sulle pareti, formazione del piano rigido, oltre a evitarne il ribaltamento.

Perimetro Forte è l'innovativo sistema di cerchiatura perimetrale con funzione antisismica composto da Connettore Perimetrale e Ancorante Chimico.



Tecnica della soletta mista collaborante con i Connettori CentroStorico Legno e il calcestruzzo leggero Leca e CentroStorico.



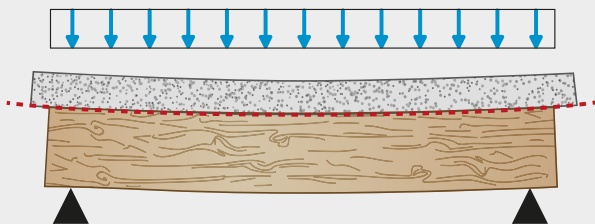
Perimetro Forte è l'innovativo sistema di cerchiatura perimetrale con funzione antisismica composto da Connettore Perimetrale e Ancorante Chimico.



Per approfondimenti si rimanda allo specifico documento di approfondimento disponibile su [www.Leca.it](http://www.Leca.it)

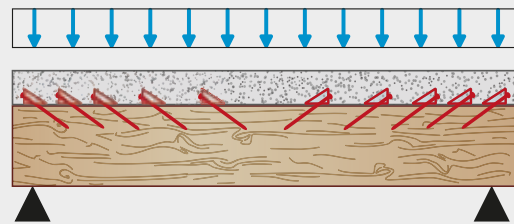


### Struttura non interconnessa



Il sistema, non assicurando l'unione tra solaio e soletta, risulta un accoppiamento in parallelo della parte in calcestruzzo armato con la struttura esistente e conseguente scorrimento reciproco nel piano orizzontale.

### Struttura interconnessa rigidamente (monolitica).

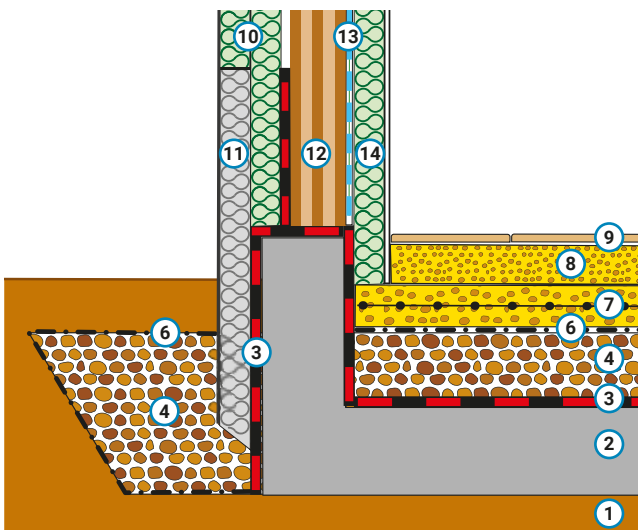


Il sistema crea una vera e propria struttura mista con un'effettiva continuità strutturale. Il connettore ha la funzione di "cucire" assieme solaio esistente e calcestruzzo impedendone lo scorrimento reciproco e assicurando un considerevole aumento della rigidità e della resistenza della struttura.

# Soluzioni contro terra

## Isolamento termico sopra platea di fondazione

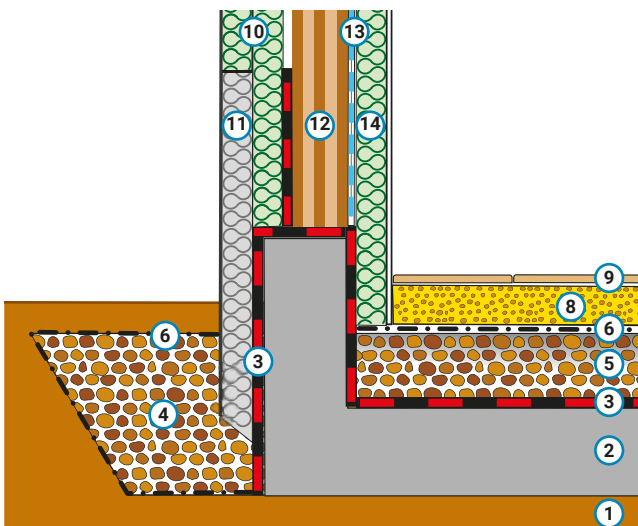
### 1. SOLUZIONE IN LECA TERMOPIÙ SFUSO



### Stratigrafia soluzioni

- 1 Terreno.
- 2 Platea di fondazione in calcestruzzo armato.
- 3 Guaina impermeabilizzante o eventuale telo antiradon.
- 4 Isolamento termico in argilla espansa antiriscalda di umidità Leca TermoPiù sfuso.
- 5 Isolamento termico in argilla espansa antiriscalda di umidità Leca TermoPiù cementato.
- 6 Strato separatore (tessuto non tessuto/telo di polietilene).
- 7 Soletta in calcestruzzo armato ( $\geq 5$  cm per applicazioni residenziali;  $\geq 10$  cm per altre applicazioni, da valutare a seconda dei casi).
- 8 Strato di finitura, a secco (tipo PAVILECA) o tradizionale (tipo LECAMIX/PARIS). Per approfondimenti vedere le soluzioni per sottofondi termoacustici interpiano, pag. 20-27).
- 9 Strato di pavimentazione.
- 10 Strato di isolamento termico esterno "a cappotto".
- 11 Strato di isolamento termico in XPS per l'isolamento della fondazione.
- 12 Parete in legno (X-LAM o a telaio).
- 13 Eventuale strato di controllo del vapore (barriera/schermo al vapore).
- 14 Controparete interna.

### 2. SOLUZIONE IN LECA TERMOPIÙ CEMENTATO



Isolamento termico contro terra in Leca TermoPiù sfuso.

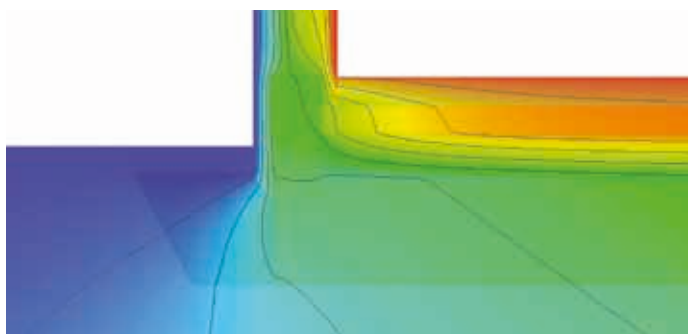
## Prestazioni di isolamento termico

Trasmittanza Termica U (W/m <sup>2</sup> K)	sp. 17 cm	sp. 30 cm	sp. 40 cm
1. SOLUZIONE IN LECA TERMOPIÙ SFUSO	0,20	0,18	0,17
2. SOLUZIONE IN LECA TERMOPIÙ CEMENTATO	0,19	0,17	0,14

### Nota per il calcolo:

Calcolo effettuato considerando il contributo termico del sistema "struttura-sottosuolo" in accordo alla UNI EN ISO 13370 e considerando il coefficiente di trasmittanza termica lineica del ponte termico relativo  $\psi$ .

Superficie: 100 m<sup>2</sup>, perimetro: 40 m, parete in X-LAM di sp. 10 cm con trasmittanza termica U = 0,15 W/m<sup>2</sup>K, terreno in sabbia e ghiaia, massetto monostrato in Lecamix Fast di sp. 10 cm e platea in CLS di sp. 40 cm (per approfondimenti infoleca@leca.it).



Andamento delle isoterme della soluzione 1 con Leca TermoPiù sfuso di sp.17 cm.



## Approfondimenti

### Pompaggio argilla espansa

La formazione di vespai isolati contro terra in argilla espansa trova i maggiori campi d'impiego con la soluzioni in **Leca TermoPiù sfuso**, ovvero materiale **pompato direttamente in opera attraverso idonei mezzi cisternati fino a distanze di 100 m**. L'impiego dell'argilla espansa sfusa è l'applicazione che massimizza i benefici di isolamento termico del pavimento contro terra ed ottimizza le tempistiche esecutive, particolarmente idonea per vespai isolati di grandi superfici e alti spessori. Le portate arrivano a 30 m<sup>3</sup>/h, assicurando rapidità di messa in opera e favorevole logistica di cantiere.

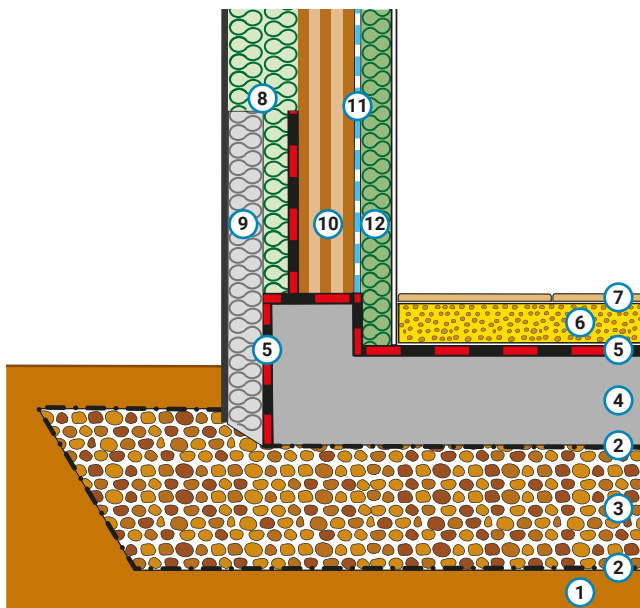
Produttività: ca. 30 m<sup>3</sup>/h. Pompaggio sino a ca. 80-100 m



# Soluzioni contro terra

## Isolamento termico sotto platea di fondazione

### SOLUZIONE IN LECA TERMOPIÙ



Isolamento termico della platea di fondazione in Leca TermoPiù cementato e in sacco.



### Stratigrafia soluzione

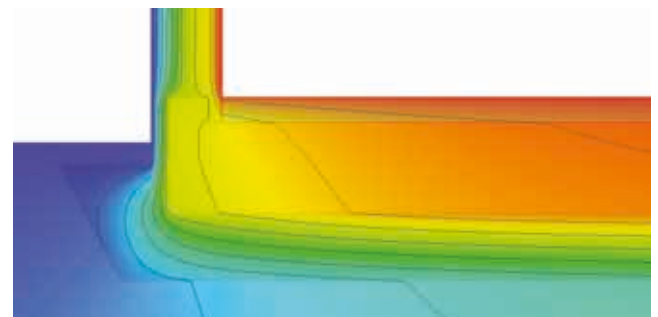
- 1 Terreno.
- 2 Strato separatore (tessuto non tessuto/telo di polietilene).
- 3 Isolamento termico in argilla espansa antirisalita di umidità LECA TERMOPIÙ sfuso, cementato o imboiaccato.
- 4 Platea di fondazione in calcestruzzo armato.
- 5 Guaina impermeabilizzante o eventuale telo antiradon.
- 6 Strato di finitura, a secco (tipo PAVILECA) o tradizionale (tipo LECAMIX/PARIS). Per approfondimenti vedere le soluzioni per sottofondi termoacustici interpiano, pag. 20-27).
- 7 Strato di pavimentazione.
- 8 Strato di isolamento termico esterno "a cappotto".
- 9 Strato di isolamento termico in XPS per l'isolamento della fondazione.
- 10 Parete in legno (X-LAM o a telaio).
- 11 Eventuale strato di controllo del vapore (barriera/schermo al vapore).
- 12 Contro parete interna.

### Prestazioni di isolamento termico

Trasmittanza Termica U (W/m <sup>2</sup> K)	sp. 30 cm	sp. 40 cm
SOLUZIONE IN LECA TERMOPIÙ SFUSO	0,19	0,18

#### Nota per il calcolo:

Calcolo effettuato considerando il contributo termico del sistema "struttura-sottosuolo" in accordo alla UNI EN ISO 13370 e considerando il coefficiente di trasmittanza termica lineica del ponte termico relativo  $\psi$ .  
Superficie: 100 m<sup>2</sup>, perimetro: 40 m, parete in X-LAM di sp. 10 cm con trasmittanza termica U = 0,15 W/m<sup>2</sup>K, terreno in sabbia e ghiaia, massetto monostrato in Lecamix Fast di sp. 10 cm e platea in CLS di sp. 40 cm (per approfondimenti [infoleca@leca.it](mailto:infoleca@leca.it)).



Andamento delle isoterme della soluzione con Leca TermoPiù sfuso di sp. 30 cm.

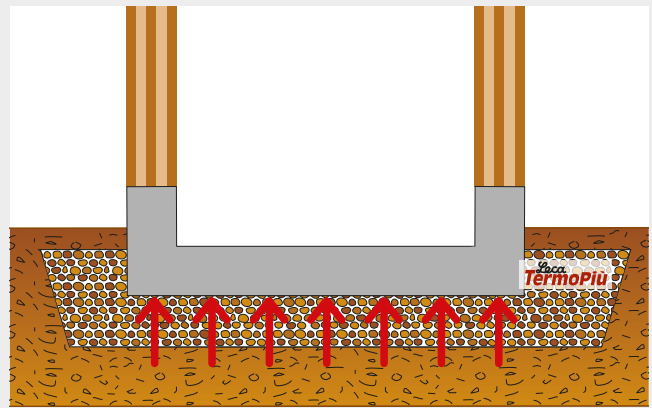
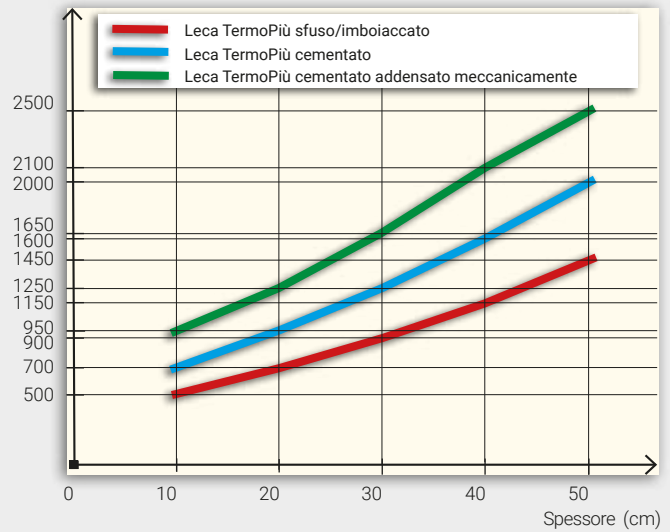
# Approfondimenti

## Resistenza ai carichi di Leca TermoPiù

Grazie all'elevata resistenza alla compressione dei granuli di argilla espansa (scorza esterna clinkerizzata, compatta e indeformabile) e all'elevato valore di attrito interno, lo strato in Leca TermoPiù assicura un'alta **resistenza alla compressione** e **stabilità nel tempo** idoneo anche per sostenere la fondazione di una abitazione.

Il vespaio isolato con Leca TermoPiù, abbinato ad una soletta in c.a. di adeguato spessore e resistenza, offre una resistenza meccanica a compressione compatibile con carichi residenziali e anche commerciali e industriali unitamente a un ottimo isolamento termico e salubrità.

Carico ammissibile sulla soletta/ fondazione in c.a. (kN/m<sup>2</sup>)



**Carico distribuito ammissibile su Leca TermoPiù:**  
 cementato: ≥ 70 t/m<sup>2</sup>  
 imboiacciato: ≥ 50 t/m<sup>2</sup>  
 sfuso: ≥ 30 t/m<sup>2</sup>

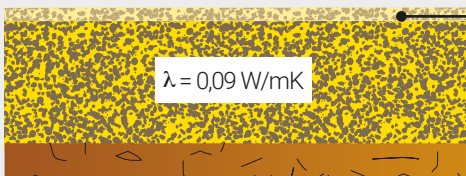
## Addensamento ai carichi

L'argilla espansa Leca TermoPiù non richiede compattazione meccanica al contrario del granulato in vetro cellulare che richiede l'utilizzo di piastra vibrante e che subisce calo di materiale del 30% circa.



pompato e messo in opera  
(non richiede compattazione meccanica)

calo ≈ 5 %

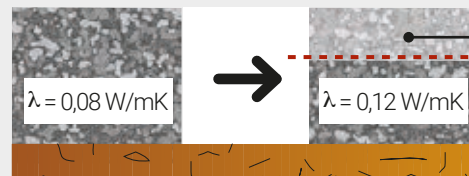


## Granulato in vetro cellulare

rovesciato sul terreno  
(sciolto o in big bag - non pompabile)

compattato in opera  
(richiede piastra vibrante)

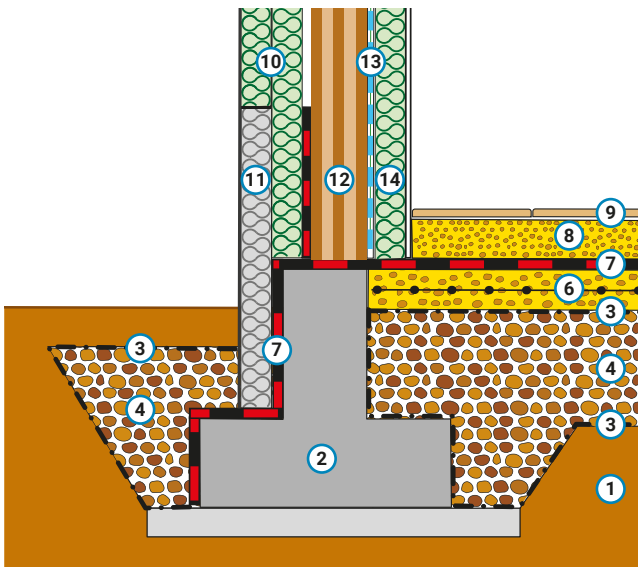
calo ≈ 30 %



# Soluzioni contro terra

## Isolamento termico con trave rovescia

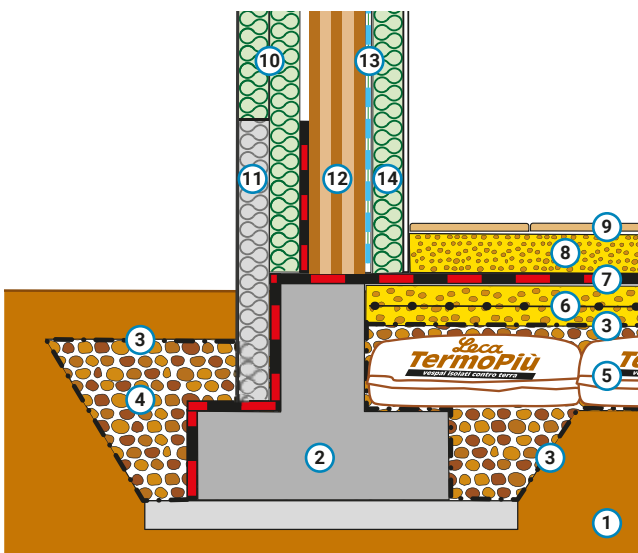
### 1. SOLUZIONE IN LECA TERMOPIÙ SFUSO



### Stratigrafia soluzioni

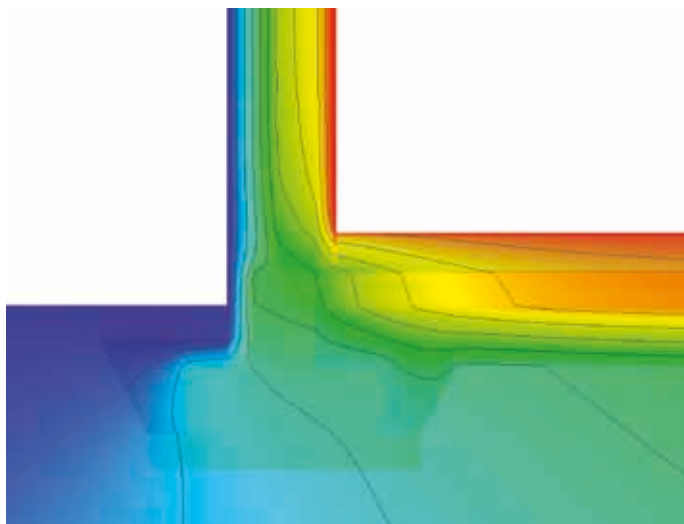
- 1 Terreno.
- 2 Trave rovescia di fondazione in calcestruzzo armato.
- 3 Strato separatore (tessuto non tessuto/telo di polietilene).
- 4 Isolamento termico in argilla espansa antiriscalda di umidità **LECA TERMOPIÙ sfuso**.
- 5 Isolamento termico in argilla espansa antiriscalda di umidità **LECA TERMOPIÙ** in sacco.
- 6 Soletta in calcestruzzo armato ( $\geq 5$  cm per applicazioni residenziali;  $\geq 10$  cm per altre applicazioni, da valutare a seconda dei casi).
- 7 Guaina impermeabilizzante o eventuale telo antiradon.
- 8 Strato di finitura, a secco (tipo **PAVILECA**) o tradizionale (tipo **LECAMIX/PARIS**). Per approfondimenti vedere le soluzioni per sottofondi termoacustici interpiano, pag. 20-27).
- 9 Strato di pavimentazione.
- 10 Strato di isolamento termico esterno "a cappotto".
- 11 Strato di isolamento termico in XPS per l'isolamento della fondazione.
- 12 Parete in legno (X-LAM o a telaio).
- 13 Eventuale strato di controllo del vapore (barriera/schermo al vapore).
- 14 Contro parete interna.

### 2. SOLUZIONE IN LECA TERMOPIÙ IN SACCO



Isolamento termico contro terra in Leca TermoPiù sfuso pompato.





Andamento delle isoterme della soluzione con Leca TermoPiù sfuso di sp. 17 cm.

## Prestazioni di isolamento termico

Trasmittanza Termica U (W/m²K)	sp. 17 cm	sp. 30 cm	sp. 40 cm
<b>SOLUZIONE IN LECA TERMOPIÙ SFUSO O IN SACCO</b>	0,21	0,19	0,18

**Nota per il calcolo:**  
 Calcolo effettuato considerando il contributo termico del sistema "struttura-sottosuolo" in accordo alla UNI EN ISO 13370 e considerando il coefficiente di trasmittanza termica lineica del ponte termico relativo  $\psi$ .  
 Superficie: 100 m², perimetro: 40 m, parete in X-LAM di sp. 10 cm con trasmittanza termica U = 0,15 W/m²K, terreno in sabbia e ghiaia, massetto monostrato in Lecamix Fast di sp. 10 cm (per approfondimenti [infoleca@leca.it](mailto:infoleca@leca.it)).

## Approfondimenti

### Leca TermoPiù in sacco

Per interventi su superfici limitate, la formazione del vespaio contro terra con funzione di isolamento termico può essere realizzato con argilla espansa Leca TermoPiù in sacco (microforato).

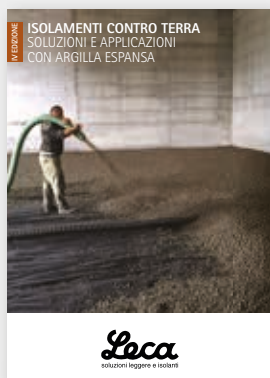
L'intero processo, dall'approvvigionamento del materiale alla messa in opera, avviene sfruttando la comodità e semplicità della pratica confezione in sacchi da 50 litri dal peso ridotto; il vespaio isolato con argilla espansa in sacco **ottimizza le operazioni di cantiere** e può essere realizzato anche da un solo operatore, senza l'impiego di attrezzature specifiche.

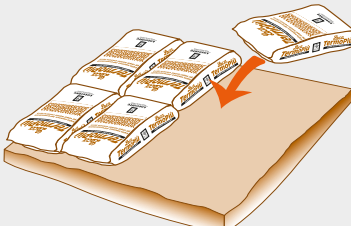
La formazione di un vespaio isolato in argilla espansa si realizza con ca. 3 sacchi di Leca TermoPiù per m² di superficie (spessore sacco ca. 17 cm): una soluzione **veloce, semplice ed efficace** da mettere in opera.

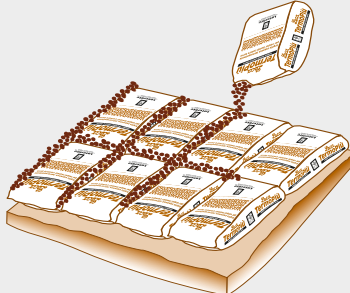
Per approfondimenti sui sottofondi isolanti contro terra si rimanda allo specifico documento di approfondimento disponibile su [www.Leca.it](http://www.Leca.it)

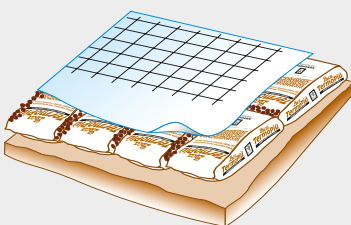


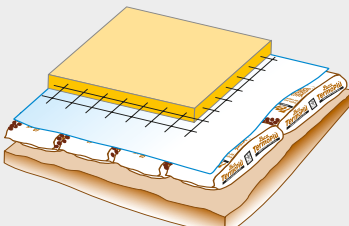
Scansiona il QR code il download



- 

1 Posizionare i sacchi di Leca TermoPiù uno vicino all'altro.
- 

2 Riempire gli spazi tra sacco e sacco con Leca TermoPiù sfuso.
- 

3 Posizionare un idoneo strato separatore (tessuto non tessuto/membrana impermeabile/telo di polietilene) e rete elettrosaldata.
- 

4 Gettare una soletta in calcestruzzo armato ( $\geq 5$  cm per applicazioni residenziali;  $\geq 10$  cm per altre applicazioni, da valutare a seconda dei casi).

# La gamma prodotti

## Sottofondi contro terra



	TermoPiù
Conducibilità termica $\lambda$ W/mK	0,09
Granulometria mm	10-20
Densità kg/m <sup>3</sup>	≈ 300

## Sottofondi a secco



	PaviLeca
Conducibilità termica $\lambda$ W/mK	0,09
Granulometria mm	0,5/5
Densità kg/m <sup>3</sup>	≈ 400
Spessore massimo cm	20 (secondo destinazioni d'uso)

## Sottofondi leggeri e isolanti

	Mini	Classic	Maxi	Sottofondo CentroStorico
Densità kg/m <sup>3</sup>	≈ 600	≈ 600	≈ 450	≈ 650
Conducibilità termica $\lambda$ W/mK	0,142	0,134	0,126	0,186
Resistenza a compressione N/mm <sup>2</sup>	5	2,5	1	7



## Massetti leggeri e isolanti

	Fast	Forte	Facile	Sottofondo CentroStorico
Conducibilità termica $\lambda$ W/mK	0,291	0,258	0,251	0,27
Resistenza compressione N/mm <sup>2</sup>	16	16	12	18
Densità kg/m <sup>3</sup>	≈ 1.200	≈ 1.050	≈ 1.000	≈ 1.250



## Massetti radianti

	PaRis 2.0	PaRis SLIM
Conducibilità termica $\lambda$ W/mK	2,02	1,66
Spessori minimi di applicazione mm	20	5
Resistenza a compressione N/mm <sup>2</sup>	25	25



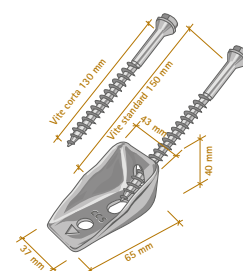
## Calcestruzzi leggeri strutturali

	CLS 1400	CLS 1600	CLS 1800	Calcestruzzo CentroStorico
Conducibilità termica $\lambda$ W/mK	0,42	0,54	0,70	0,47
Resistenza compressione N/mm <sup>2</sup>	25	35	45	28
Densità kg/m <sup>3</sup>	≅ 1.400	≅ 1.600	≅ 1.800	≅ 1.500



## Connettori per i solai in legno

	Connettore CentroStorico Legno
Vite standard mm	150
Vite corta mm	130
Altezza minima trave con assito cm	10 (standard) 8 (vite corta)



## Materassini anticalpestio

	Calpestop	Materassino CentroStorico
Spessore mm	3-5-10	2
Conducibilità termica $\lambda$ W/mK	0,0372	0,037
Rigidità dinamica certificata MN/m <sup>3</sup>	25-40	350



Per approfondimenti si rimanda al Catalogo Prodotti disponibile su [www.leca.it](http://www.leca.it)





-  [LecaLaterlite](#)
-  [lecalaterlite](#)
-  [Leca Laterlite](#)
-  [infoleca@leca.it](mailto:infoleca@leca.it)

**Laterlite SpA**  
via Correggio, 3  
20149 Milano  
02.48011962  
[Leca.it](http://Leca.it)