

SOTTOFONDI PROGETTO, ESECUZIONE E SOLUZIONI IN LECA

VII EDIZIONE



Leca
soluzioni leggere e isolanti

INDICE

NOTA DELL'EDITORE

Laterlite, leader nella produzione dell'argilla espansa Leca e dei premiscelati per massetti e sottofondi, rinnova la propria pubblicazione "Sottofondi" aggiornandola con le nuove normative in vigore, l'evoluzione del contesto progettuale e le più severe esigenze costruttive. La pubblicazione, giunta alla sua 7° edizione, si propone come riferimento autorevole per tutti gli operatori del settore, progettisti - posatori - imprese, affrontando sia tematiche progettuali che esecutive nel più stretto contatto con l'esperienza più che decennale maturata "sul campo".

VII edizione

Aggiornata Aprile 2013 - © 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 e delle Schede Tecniche.

Per ogni ulteriore informazione, contattare l'Assistenza Tecnica Laterlite (tel. 02 48011962).

GLOSSARIO TECNICO	3
SOTTOFONDI: PROGETTO ED ESECUZIONE	4
ISOLAMENTO TERMICO: IL D.LGS 311/06	6
ISOLAMENTO ACUSTICO AL CALPESTIO: L. 447/95 E D.P.C.M. 5/12/97	12
PROBLEMI NEI PAVIMENTI CAUSATI DAI SOTTOFONDI	18
CARICHI AMMISSIBILI E PESO DEI SOTTOFONDI	19
RITIRI, CAVILLATURE E DISTACCHI	20
UMIDITÀ NEI SOTTOFONDI	21
RESISTENZA AL FUOCO	22
SISTEMA SOTTOFONDO TERMOACUSTICO	23
SISTEMA RISCALDAMENTO/RAFFRESCAMENTO A PAVIMENTO	26
SISTEMA CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE	28
VOCI DI CAPITOLATO	30



GLOSSARIO TECNICO

SOTTOFONDO (Monostrato o Bistrato)

Si definisce sottofondo l'insieme degli strati interposti fra il solaio e la pavimentazione atti a ripartire i carichi trasmessi dal pavimento alla struttura portante, livellare le irregolarità della struttura grezza, inglobare e proteggere eventuali tubazioni, contribuire ad isolare termicamente (D.Lgs 311/06) ed acusticamente (L. 447/95) differenti unità abitative. A seconda della funzione e dello spessore il sottofondo può essere **MONOSTRATO** (solo massetto di finitura) o **BISTRATO** (massetto di finitura e strato di isolamento/alleggerimento/compensazione).

MASSETTO DI FINITURA (Strato ripartitore dei carichi)

Si definisce massetto lo **strato**, con spessori generalmente compresi fra 5 e 10 cm, di supporto diretto del pavimento che deve pertanto possedere tutti i requisiti che lo rendano idoneo a tale scopo (ad esempio: superficie compatta, piana e adatta alla stesa di colle; che non presenti bleeding, cavilli e crepe; con il contenuto di umidità richiesto).

Il massetto deve essere scelto in funzione delle caratteristiche e prestazioni richieste dal tipo di pavimento da porre in opera. Nella terminologia corrente il massetto è spesso definito anche "caldana", "cappa" o "strato ripartitore di carico" (Figura 1 - 2).

STRATO DI ISOLAMENTO/ALLEGGERIMENTO/COMPENSAZIONE

Se gli spessori eccedono i 10 cm il sottofondo è generalmente bistrato in quanto sotto al massetto di finitura lo spessore rimanente è realizzato con uno o più strati che vengono definiti **STRATO DI ISOLAMENTO** e/o di **ALLEGGERIMENTO** e/o di **COMPENSAZIONE** a seconda dello scopo per cui sono stati previsti: isolare, alleggerire o recuperare spessore (Figura 2).

BARRIERA AL VAPORE

Si definisce barriera al vapore lo **strato impermeabile all'acqua e al vapore** atto ad impedire la risalita dell'umidità dagli strati sottostanti sino alla pavimentazione. Viene utilizzata per salvaguardare strati di pavimentazione sensibili all'umidità da risalite idriche (per es. pavimenti in legno). Può essere realizzato con membrane bituminose, con fogli di polietilene, PVC o alluminio. Nei sottofondi monostrato la barriera a vapore va posta sotto il massetto. Nei sottofondi pluristrato si inserisce, generalmente, tra il massetto e lo strato di alleggerimento nel quale saranno stati preventivamente inglobati eventuali impianti.

STRATO DI ISOLAMENTO ACUSTICO AL CALPESTIO

Strato elastico atto ad assorbire le vibrazioni indotte sulla pavimentazione da impatti puntuali. Tali rumori viaggiano nei materiali tanto più facilmente quanto più questi sono rigidi. Ecco perché è indispensabile inserire un "materassino" elastico che generalmente è costituito da polietilene espanso reticolato, sughero o lana minerale. Nei sottofondi **monostrato** lo strato di isolamento acustico al calpestio va posto sotto il massetto. Nei sottofondi **bistrato** si inserisce, generalmente, tra il massetto e lo strato di isolamento e/o di alleggerimento e/o di compensazione nel quale saranno stati preventivamente inglobati eventuali impianti. Tale soluzione costruttiva è chiamata "**pavimento galleggiante**". Per gli spessori del massetto in questo caso va posta particolare attenzione in quanto poggiano su di uno strato cedevole. Talvolta lo strato di isolamento acustico al calpestio può fungere anche da barriera al vapore (Figura 1 - 2).

Figura 1
Sottofondo Monostrato.

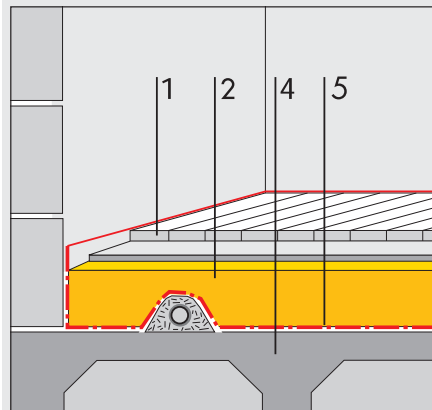
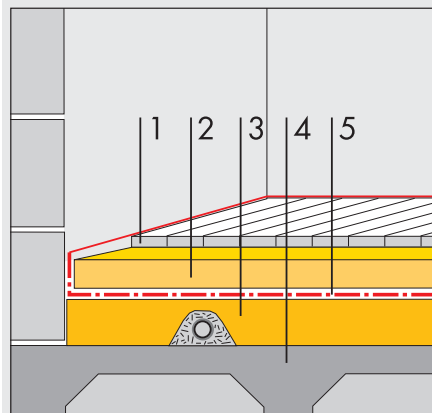


Figura 2
Sottofondo Bistrato.



- 1 Pavimento.
- 2 Massetto.
- 3 Strato di isolamento/alleggerimento/compensazione.
- 4 Solaio.
- 5 Eventuale strato di isolamento acustico al calpestio e/o barriera al vapore.



SOTTOFONDI: PROGETTO ED ESECUZIONE



NORMA ITALIANA		UNI EN 13813
Massetti e materiali per massetti Materiali per massetti Proprietà e requisiti		
Scavi materiali sovrastanti Scavi materiali Proprietà e requisiti		CEI 200/2004
CLASSIFICAZIONE CE	91.100.10	
ROMBO	La norma specifica i requisiti per i materiali per massetti da utilizzare nella costruzione di pavimentazioni in cemento.	
RELAZIONE TECNICA		
RELAZIONE TECNICA	EN 13813:2002 La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN 13813:2002 (edizione ottobre 2002).	
INDAGINE TECNICA	Comunicazione "Prodotti e sistemi per l'isolamento edile"	
NOTA	Preceduta dal 13813, datata del 14 ottobre 2002	
UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione Via Sant'Anna, 10 00186 Roma, Italia		CEI Ente Nazionale Italiano di Unificazione Via Sallustiana, 96 00100 Roma, Italia
Di 8 UNI EN 13813:2004		Figura

INQUADRAMENTO GENERALE E NORMATIVO

L'evoluzione delle moderne tecniche costruttive, dei nuovi requisiti normativi e progettuali determinano la continua evoluzione del modo di intendere il 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**.

Prima tappa di questo nuovo modo di considerare il sottofondo si è avuta nel 1995 con l'emanazione della Legge quadro n. 447 sull'isolamento acustico in edilizia, seguita nel 1997 dal relativo decreto attuativo **D.P.C.M. 5/12/97** sui requisiti acustici passivi degli edifici, che ha introdotto per la prima volta la necessità di progettare il "pacchetto sottofondo" al fine di conseguire una specifica prestazione acustica.

Secondo e fondamentale atto legislativo si è compiuto con la nuova Legge sull'isolamento termico ed il risparmio energetico in edilizia, il **D.Lgs 311/06** in vigore dal 2 Febbraio 2007, che ha dettato precisi e severi limiti di isolamento termico dell'involucro edilizio ma anche del divisorio orizzontale interpiano riaffermando definitivamente l'**importanza del "sistema sottofondo"**.

Ecco che il sottofondo è diventato un manufatto "nobile" nel suo complesso; il Progettista infatti ne dovrà progettare le prestazioni redigendo dettagliata relazione tecnica, l'Impresa esecutrice la realizzazione a regola d'arte ed il Direttore dei Lavori l'asseverazione finale.

MARCATURA CE DEI MASSETTI

Il continuo miglioramento della qualità realizzativa del sottofondo ha come pilastro l'utilizzo di prodotti con caratteristiche e prestazioni idonee; ecco che dal 1 Agosto 2004 è in vigore una specifica norma di prodotto (UNI EN 13813) armonizzata a livello europeo (e quindi obbligatoria) che specifica le **proprietà ed i requisiti di base per i massetti preconfezionati** (premiscelati e/o predosati).



Le principali prestazioni obbligatorie riguardano:

- la resistenza meccanica a compressione: $\geq 5 \text{ N/mm}^2$ (50 kg/cm²);
- la resistenza meccanica a flessione: $\geq 1 \text{ N/mm}^2$ (10 kg/cm²);
- il coefficiente di conducibilità termica λ (qualora il massetto debba contribuire ad isolare termicamente).

Tale normativa obbliga altresì il fabbricante a porre sull'imballo del prodotto, e quindi su ogni singolo sacco, un'etichettatura riportante le suddette prestazioni minime obbligatorie (eventualmente corredate da altre specifiche); l'etichettatura rappresenta quindi la **marcatrice CE del prodotto**. La marcatura CE, in disposizione alla norma di riferimento UNI EN 13813, è pertanto **necessaria e deve essere evidente su ogni singolo imballo di prodotto per massetto di finitura**.

NORMATIVA TECNICA SUI SOTTOFONDI

Si riportano le principali Norme Tecniche relative ai sottofondi

- UNI 10329: Misurazione del contenuto di umidità negli strati di supporto cementizi o simili;
- UNI 8381: Strati di supporto di pavimentazione - Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione;
- UNI EN 13318: Massetti e materiali per massetti - Definizioni;
- UNI EN 13813: Massetti e materiali per massetti - Proprietà e requisiti - Marcatura CE;
- UNI 10827: Rivestimenti di legno per pavimentazioni - Resistenza alle sollecitazioni parallele al piano di posa;
- UNI EN 1264-4: Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture - Installazione;
- UNI 8380: Strati di supporto di pavimentazione - Analisi dei requisiti;
- UNI 7999: Pavimentazioni - Analisi dei requisiti;
- D.Lgs 311/06: Isolamento termico e rendimento energetico in edilizia;
- L. 26/10/95 n. 447: Legge quadro sull'inquinamento acustico;
- D.P.C.M. 5/12/97: Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici;
- UNI EN 1264: Riscaldamento a pavimento - Impianti e componenti;
- Circolare 15/10/96: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 9/01/96.

PROGETTAZIONE E SCELTA DEI SOTTOFONDI

PROGETTAZIONE E SCELTA DEI SOTTOFONDI

I criteri per la progettazione, la scelta dei materiali e degli spessori per la realizzazione del sottofondo sono legati ai compiti cui esso deve assolvere nel rispetto delle condizioni di vincolo esistenti.

Inoltre le nuove prescrizioni di isolamento termico richieste al sottofondo determinano l'utilizzo di **materiali caratterizzati da bassa conducibilità termica** in abbinamento ad adeguati spessori; in particolare nei **divisori orizzontali interpiano** è necessario realizzare sottofondi bistrato caratterizzati da spessori pari ad almeno 12 cm.

Sottofondi monostrato, composti quindi dal solo massetto di finitura ed aventi spessori di poco superiori ai 5 cm, difficilmente potranno rispettare le severe normative termiche ed acustiche, a meno di poter disporre di materiali caratterizzati da bassi coefficienti di conducibilità termica (ad es. massetti in argilla espansa).

La sicurezza della prestazione del **"pacchetto sottofondo"** è dunque da ricercare nel sottofondo bistrato, sempre e comunque consigliato in occasione di una nuova progettazione e realizzazione.

IL MASSETTO DI FINITURA

Il massetto di finitura, quale supporto diretto del pavimento, deve essere sempre presente ed idoneo alla posa del rivestimento, qualunque essa sia (ceramica, legno, vinilico, PVC etc.); nel caso di sottofondo monostrato deve essere anche funzionale all'inglobamento degli impianti (elettrico, idrico-sanitario, etc.).

Unitamente ad alcuni requisiti sempre necessari e strettamente legati alla posa quali la planarità, l'omogeneità e la compattezza in funzione della tipologia di finitura o della destinazione d'uso, il massetto dovrà possedere anche altre specifiche caratteristiche quali **l'asciugatura, il ritiro controllato, la conducibilità termica, la resistenza a compressione ed al fuoco**.

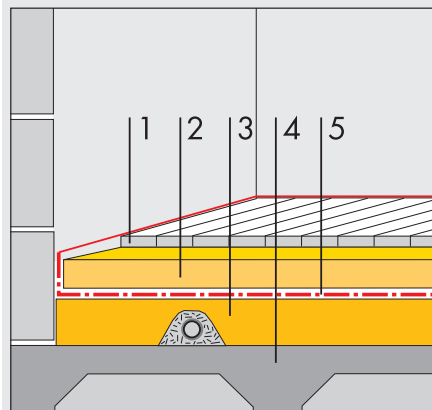
STRATO DI ISOLAMENTO/ALLEGGERIMENTO/COMPENSAZIONE

In relazione alla presenza sempre più importante dell'impiantistica a pavimento, quale elettrica, idrico-sanitaria, etc., gli spessori del sottofondo nel suo complesso dovranno essere necessariamente aumentati. In particolare il sottofondo alleggerito, ovvero lo strato di isolamento termico/alleggerimento/compensazione, avrà **la funzione di livellarne tutte le quote creando il supporto ideale per la successiva posa dello strato di isolamento acustico al calpestio e del massetto di finitura**. Al fine di evitare negative ripercussioni sugli strati sovrastanti ed in definitiva sulla pavimentazione, il sottofondo alleggerito dovrà essere **caratterizzato da idonee prestazioni ed in particolare esente da cali e/o cedimenti**, essere dotato di **buona resistenza meccanica e compatto** (particolarmente importante qualora venga utilizzato come base per successive lavorazioni quali la formazione di intonaci), **asciutto** (per la migliore sicurezza nei confronti della risalita dell'umidità per la posa di pavimenti sensibili all'umidità).

STRATO DI ISOLAMENTO ACUSTICO AL CALPESTIO

Per rispettare i vincoli di Legge in materia di isolamento acustico al calpestio si deve ricorrere alla tecnica del **"pavimento galleggiante"**, inserendo al di sotto del massetto di finitura un idoneo materassino acustico (polietilene, gomma o similari). Il **sottofondo monostrato** dovrà pertanto avere spessori maggiori (6 - 8 cm) in quanto posato su uno strato elastico. Inoltre in presenza di tubature impiantistiche si consiglia di prevedere un **sottofondo bistrato** (12 - 18 cm) composto da un primo strato di livellamento impianti (spessore minimo 5 cm) che semplifichi e renda sicure le successive fasi di posa in opera del materassino acustico e del massetto di finitura.

Esempio di sottofondo Bistrato con trasmissanza termica $U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ e $L'_{n,w} \leq 63 \text{ dB}$.



- 1 Pavimento.
- 2 Massetto in Lecamix: spessori consigliati 6÷8 cm.
- 3 Strato di isolamento/alleggerimento/compensazione in Lecacem: spessori consigliati 5÷9 cm.
- 4 Solaio.
- 5 Materassino acustico anticalpestio: spessori consigliati 5÷10 mm.

Spessore complessivo compreso tra 12 e 18 cm.

COME DEV'ESSERE UN BUON SOTTOFONDO PER L'INCOLLAGGIO DEI PAVIMENTI

Al momento della posa del pavimento il sottofondo deve:

- Avere superficie piana. La planarità richiesta varia col tipo di pavimento ma generalmente sono ammissibili le seguenti tolleranze:
 - fuori piano di 5 mm con la riga da 2 metri;
 - fuori piano di 2 mm con la riga da 20 cm.
- Avere grado di finitura della superficie liscio ma non troppo; la superficie scabra favorisce l'adesione dei collanti (rugosità compresa tra $\pm 1 \text{ mm}$).
- Avere superficie dura; non deve sgranarsi se sollecitato superficialmente sfregando con il tacco della scarpa.
- Possedere una resistenza media a compressione $\geq 5 \text{ N/mm}^2$ (Norma UNI EN 13813).
- Presentare una struttura compatta ed omogenea in tutto il suo spessore.
- Essere esente da crepe e sollevamenti conseguenti al ritiro.
- Essere sufficientemente asciutto in relazione al tipo di pavimento da posare.
- Essere pulito ed esente da macchie di grasso, polvere e bolle di gesso; pulendolo, la polvere non deve riformarsi.

ISOLAMENTO TERMICO: IL D.LGS 311/06

Schema indicativo delle zone climatiche italiane secondo il DPR 412/93



Legenda:

GG = gradi giorno

Zona A

GG ≤ 600

(Lampedusa)

Zona B

601 ≤ GG ≤ 900

(Crotone, Agrigento, Catania, Siracusa, Trapani, Messina, ...)

Zona C

900 ≤ GG ≤ 1400

(Imperia, Caserta, Lecce, Cosenza, Ragusa, Sassari, ...)

Zona D

1401 ≤ GG ≤ 2100

(Trieste, La Spezia, Forlì, Isernia, Foggia, Caltanissetta, Nuoro, ...)

Zona E

2101 ≤ GG ≤ 3000

(Aosta, Sondrio, Bolzano, Udine, Rimini, Frosinone, Enna, ...)

Zona F

GG ≤ 3001

(Cuneo, Belluno, ...)

CATEGORIE DI EDIFICI A CUI SI APPLICA IL DECRETO

E.1 (1)

Edifici residenziali con occupazione continuativa (abitazioni civili e rurali, collegi, conventi, caserme)

E.1 (2)

Edifici residenziali con occupazione saltuaria (case per vacanza)

E.1 (3)

Edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari

E.2

Edifici adibiti ad uffici ed assimilabili, pubblici o privati

E.3

Edifici adibiti ad ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili

E.4

Edifici adibiti ad attività ricreative, associative o di culto e assimilabili (cinema, teatri, musei, biblioteche, luoghi di culto, bar, ristoranti)

E.5

Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili (negozi, supermercati, esposizioni)

E.6

Edifici adibiti ad attività sportive (piscine, palestre)

E.7

Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili

E.8

Edifici industriali ed artigianali riscaldati per il comfort degli occupanti

IL CONTESTO NORMATIVO - IL D.LGS 311/06

L'isolamento termico in edilizia ha subito, nel corso degli ultimi anni, un percorso evolutivo scandito dall'emanazione di alcuni importanti Leggi e Decreti:

- Legge 10/91 e decreto DPR 412/93: in vigore dal 1991 al 16 Agosto 2005;
- Legge 10/91 e decreto DM 178; in vigore dal 17 Agosto '05 al 8 Ottobre '05;
- Decreto Legislativo 192/05: in vigore dal 9 Ottobre 2005 al 1 Febbraio 2007;
- **Decreto Legislativo 311/06**: in vigore dal 2 Febbraio 2007.

Con la pubblicazione del D.Lgs 311/06, in vigore dal 2 Febbraio 2007, si è compiuto l'ultimo importante contributo normativo in materia di isolamento termico e rendimento energetico in edilizia in accordo anche con quanto disposto a livello europeo (Direttiva 2002/91/CE). Tale Decreto stabilisce i criteri, le condizioni e le modalità per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici disciplinandone la metodologia per il calcolo ed i criteri generali per la certificazione energetica.

CAMPI DI APPLICAZIONE

Il Decreto si applica alla **progettazione e realizzazione di edifici di nuova costruzione** (per il quale la richiesta di permesso di costruire o denuncia di inizio attività sia stata presentata successivamente alla data di entrata in vigore del Decreto), mentre per la **ristrutturazione di quelli esistenti** in modo graduale prevedendone un'applicazione integrale a tutto l'edificio nel caso di:

- ristrutturazione integrale degli elementi edilizi costituenti l'involucro di edifici esistenti di superficie utile >1.000 m²;
- demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria di edifici esistenti di superficie utile >1.000 m²;
- un'applicazione integrale ma limitata al solo ampliamento dell'edificio nel caso che lo stesso ampliamento risulti volumetricamente superiore al 20% dell'intero edificio esistente.

Entro un anno dalla data di entrata in vigore del Decreto, gli edifici di nuova costruzione e le ristrutturazioni di quelli esistenti sono dotati di un attestato di certificazione energetica con la seguente gradualità temporale:

- dal 1 luglio 2007 agli edifici di superficie utile superiore a 1.000 m², nel caso di trasferimento a titolo oneroso dell'intero immobile;
- dal 2 febbraio 2008 tutti gli edifici nuovi e quelli esistenti con ristrutturazione integrale dell'involucro e superficie utile superiore a 1.000 m²;
- dal 1 luglio 2008 agli edifici di superficie utile fino a 1.000 m², nel caso di trasferimento a titolo oneroso dell'intero immobile con l'esclusione delle singole unità immobiliari;
- dal 1 luglio 2009 alle singole unità immobiliari.

ACCERTAMENTI E NORME TRANSITORIE

La conformità delle opere realizzate rispetto al progetto e alle sue eventuali varianti devono essere asseverati dal Direttore dei Lavori e presentati al Comune di competenza contestualmente alla dichiarazione di fine lavori. Fino alla data di entrata in vigore delle Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici, tale attestato è sostituito da quello di qualificazione energetica asseverata dal Direttore dei Lavori.

DIVISORI ORIZZONTALI INTERPIANO

Novità assoluta del D.Lgs 311/06 riguarda l'introduzione dell'**isolamento termico di tutti solai interpiano**; il Decreto impone infatti, per la prima volta, che i divisori orizzontali interpiano rispettino il valore di **trasmissione termica $U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$** . Tale valore (valido per tutte le categorie di edifici situati nelle zone climatiche C-D-E-F e ad eccezione della categoria E8 industriale) andrà sempre e comunque rispettato indipendentemente dalla metodologia di calcolo seguita (trasmissioni limite o EPI) in coerenza con quanto già previsto per i divisori verticali interni tra diverse unità immobiliari.

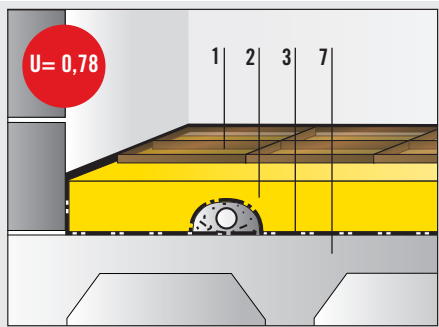
La prescrizione è tanto più importante con l'aumento dei sistemi di riscaldamento separati fra diverse unità immobiliari; in questi contesti il divisorio orizzontale costituito dal pacchetto "solaio-sottofondo-pavimento" riveste un ruolo sempre più attivo nell'evitare dannose dispersioni termiche connesse alle diverse temperature nei locali.

Un divisorio orizzontale isolato è garanzia di migliore comfort termico e risparmio di energia in tutte le stagioni.

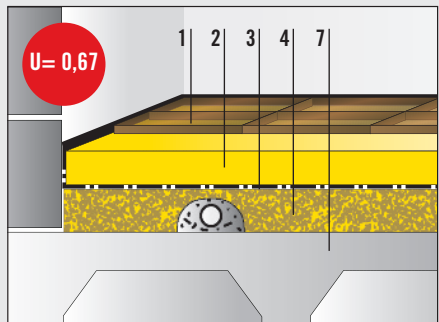
Nella ristrutturazione dei sottofondi esistenti, il divisorio orizzontale andrà adeguato con le prescrizioni di isolamento termico del D.Lgs 311/06 nel rispetto del limite $U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Il massetto di finitura dovrà quindi possedere ottime caratteristiche di isolamento termico abbinate a bassi coefficienti di conducibilità termica λ (esempio massetti in Lecamix).

TRASMITTANZE TERMICHE (U) LIMITE

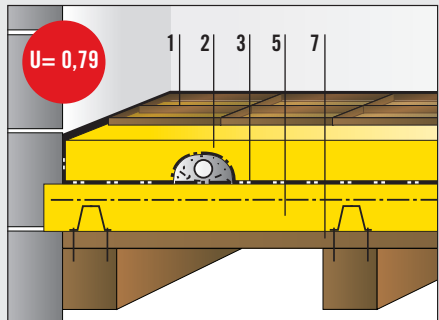
ALLEGATO I comma 7 DIVISORI ORIZZONTALI E VERTICALI TRA UNITÀ ABITATIVE	Zona climatica	Dal 2 Febbraio 2007 U ($\text{W/m}^2\text{K}$)
Valori limite della trasmissione termica U dei divisori orizzontali interpiano e verticali delimitanti il volume riscaldato verso unità immobiliari confinanti espressa in $\text{W/m}^2\text{K}$ (esclusa categoria E8)	C	0,80
	D	
	E	
	F	



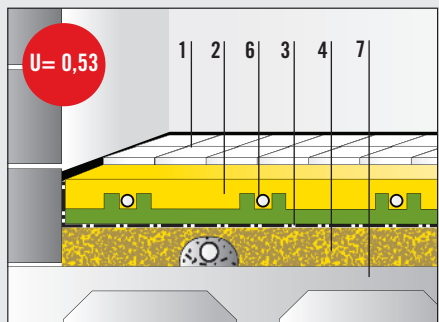
Disegno 1.
Sottofondo monostrato sp. 9 cm.



Disegno 2.
Sottofondo bistrato sp. 14 cm.



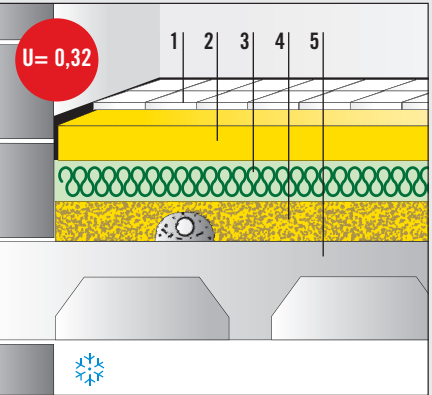
Disegno 3.
Consolidamento strutturale e sottofondo sp. 15 cm.



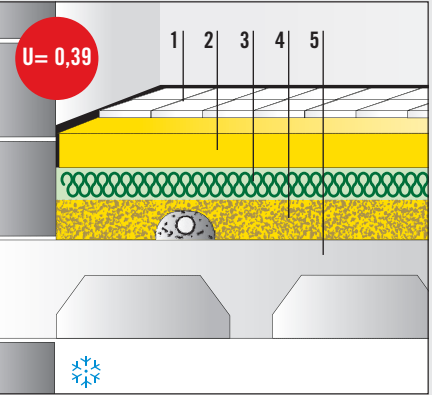
Disegno 4.
Sottofondo per sistema di riscaldamento a pavimento sp. 14 cm.

- 1 Pavimento in parquet (dis. 1-2-3) e ceramica (dis. 4).
- 2 Massetto in Lecamix Forte (dis. 1-3, sp. 8 cm), Fast (dis. 2, sp. 6 cm) e Paris (dis. 4, sp. 4 cm).
- 3 Materassino acustico Calpestop Super 10 (dis. 1-3), Super 5 (dis. 2) e Super 3 (dis. 4).
- 4 Sottofondo alleggerito in Lecacem Classic/Mini (dis. 2, sp. 6 cm - dis. 4, sp. 5 cm).
- 5 Calcestruzzo strutturale Leca CLS1400 (sp. 6 cm).
- 6 Sistema di riscaldamento a pavimento.
- 7 Solaio in laterocemento 20+4 cm (dis. 1-2-4) e in legno sp. 3 cm (dis. 3).

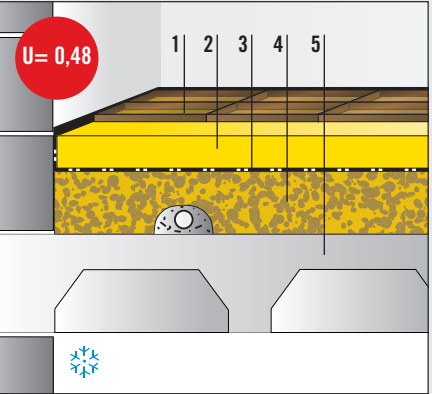
PAVIMENTI SU LOCALE/AMBIENTE NON RISCALDATO



Disegno 1.
Sottofondo pluristrato sp. 18 cm.



Disegno 2.
Sottofondo pluristrato sp. 16 cm.



Disegno 3.
Sottofondo bistrato sp. 17 cm.

- 1 Pavimento in parquet (dis. 3) e ceramica (dis. 1-2).
- 2 Massetto in Lecamix Forte (dis. 1, sp. 6 cm), Facile (dis. 2, sp. 6 cm) e Fast (dis. 3, sp. 5 cm).
- 3 Pannello isolante (dis. 1, sp. 6 cm - dis. 2, sp. 4) barriera al vapore (dis. 3).
- 4 Sottofondo alleggerito in Lecacem Classic/Mini (dis. 1 - 2, sp. 6 cm) o Leca 3-8 imboiacciato (dis. 3, sp. 12 cm).
- 5 Solaio in laterocemento 20+4 cm.

Quando il divisorio orizzontale è posizionato su un **locale non riscaldato** (taverna, box, cantina, etc.) o su un **ambiente non riscaldato** (piano piloti), l'intero pacchetto deve possedere una **notevole capacità isolante** (valori di trasmittanza termica U molto bassi) che andrà calcolata e verificata in relazione alla zona climatica di appartenenza dell'edificio.

Ecco che la progettazione richiede il corretto dimensionamento del "pacchetto sottofondo" calcolando la prestazione termica di tutti gli elementi costitutivi della stratigrafia utilizzando prodotti e sistemi caratterizzati da bassi coefficienti di conducibilità termica λ e possibilmente certificati.

TRASMITTANZE TERMICHE (U) LIMITE

TABELLA 3.2 STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI DI PAVIMENTO	Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m²K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m²K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m²K)
Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di pavimento espressa in W/m²K (esclusa categoria E8)	A	0,80	0,74	0,65
	B	0,60	0,55	0,49
	C	0,55	0,49	0,42
	D	0,46	0,41	0,36
	E	0,43	0,38	0,33
	F	0,41	0,36	0,32
Pavimenti su locali/ambienti non riscaldati				



PAVIMENTI CONTRO TERRA

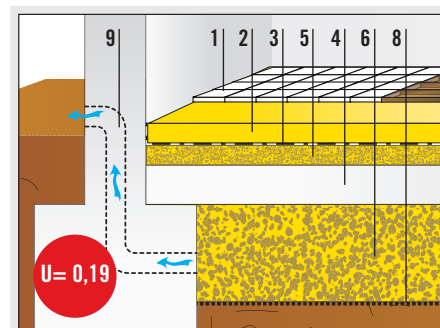
Nel caso di **pavimenti posti a diretto contatto con il terreno**, siano essi situati allo stesso livello della superficie esterna o ad uno inferiore (purchè gli ambienti siano riscaldati, diversamente ci si riferisce al caso di divisorio posto su ambiente non riscaldato), la trasmittanza termica U viene calcolata tenendo in debita considerazione il contributo del sistema struttura - terreno per quanto concerne i coefficienti di scambio termico e dei flussi termici (UNI EN ISO 13370). Al fine di evitare dannose dispersioni termiche, è opportuno e necessario che il corretto dimensionamento dell'isolamento termico sia previsto orizzontalmente (pavimento posto a diretto contatto con il terreno) che verticalmente a tergo del muro perimetrale (nel caso di pavimento posto inferiormente al livello del terreno). Gli strati di isolamento termico devono possedere **caratteristiche di durabilità ed inalterabilità nel tempo**, mantenimento delle caratteristiche termiche e buone resistenze meccaniche a compressione.

È da notare come sistemi costruttivi in elementi portanti tipo casseri areati e/o ventilati non permettono di sfruttare il beneficio termico del sistema "struttura-terreno". In tal senso il pavimento contro terra va calcolato come un "pavimento freddo" posto su locale non riscaldato.

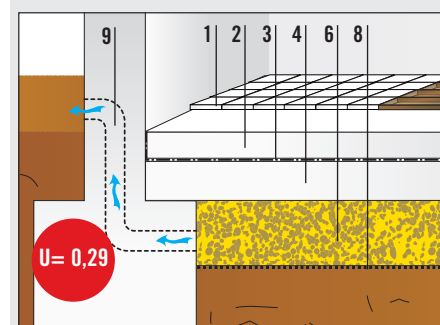
Per approfondimenti si rimanda al prodotto specifico Leca TermoPiù e alla lettura della monografia tecnica "Isolamenti contro terra" disponibile anche on-line su www.leca.it area download.

TRASMITTANZE TERMICHE (U) LIMITE

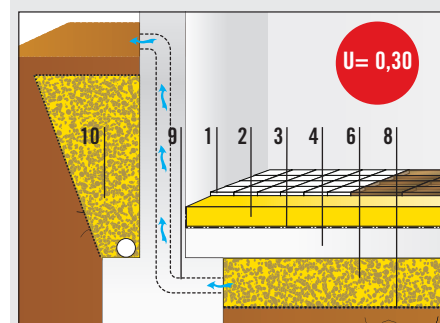
TABELLA 3.2 STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI DI PAVIMENTO	Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m^2K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m^2K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m^2K)
Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di pavimento espressa in W/m^2K (esclusa categoria E8)	A	0,80	0,74	0,65
	B	0,60	0,55	0,49
	C	0,55	0,49	0,42
	D	0,46	0,41	0,36
	E	0,43	0,38	0,33
	F	0,41	0,36	0,32
Pavimenti controterra.				



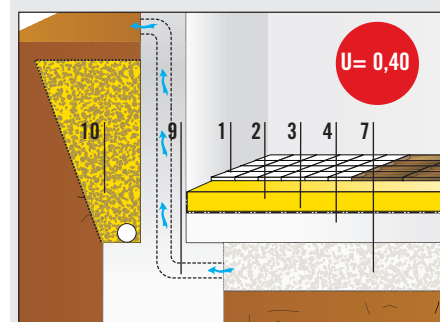
Disegno 1.
Pavimento contro terra.



Disegno 2.
Pavimento contro terra.



Disegno 3.
Pavimento contro terra di locali interrati riscaldati.

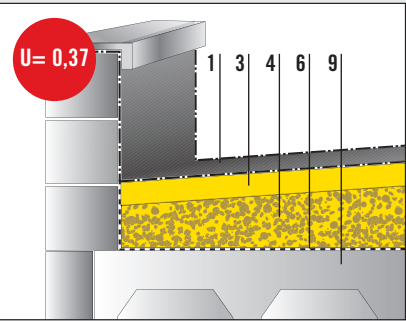


Disegno 4.
Pavimento contro terra di locali interrati riscaldati.

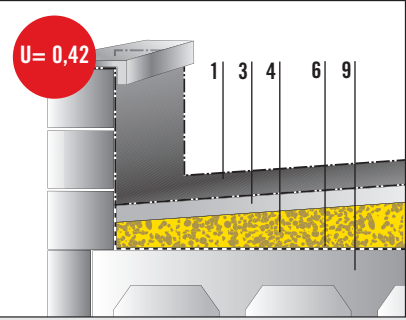
- 1 Pavimento in parquet/ceramica.
 - 2 Massetto in Lecamix Forte (dis. 1-3, sp. 8 cm) o Fast (dis. 4, sp. 8 cm) o tradizionale (dis. 2).
 - 3 Eventuale barriera al vapore.
 - 4 Elemento portante.
 - 5 Sottofondo in Lecacem Classic (sp. 6 cm).
 - 6 Vespaio isolato in Leca TermoPiù (dis. 1, sp. 30 cm - dis. 2-3, sp. 20 cm).
 - 7 Vespaio areato tradizionale.
 - 8 Strato di separazione.
 - 9 Sistema di ventilazione.
 - 10 Strato isolante e drenante contro muro esterno in TermoPiù sp. medio 20 cm.
- (Superficie in pianta edificio ca. 70 m²)



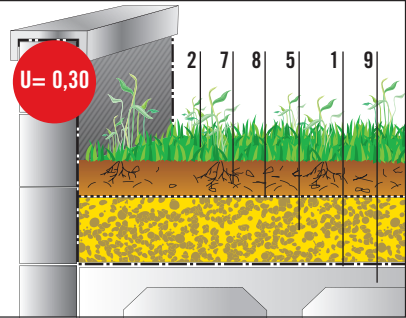
COPERTURE



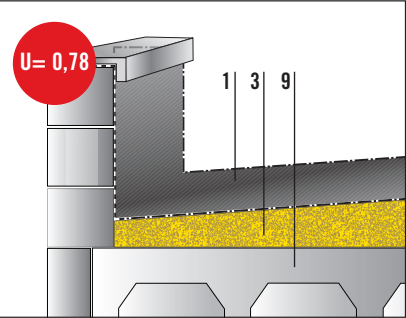
Disegno 1.
Copertura piana su locale riscaldato.



Disegno 2.
Copertura piana su locale riscaldato.



Disegno 3.
Copertura con verde pensile.



Disegno 4.
Copertura piana su locale non riscaldato.

- 1 Pavimentazione/membrana bituminosa.
- 2 Erbacee/cespugli/alberi.
- 3 Massetto per pendenze in Lecamix Facile (dis. 1, sp. 5 cm), o Lecacem Mini (dis. 4, sp. 10 cm) o tradizionale (dis. 2).
- 4 Strato di isolamento in Leca 8-20 imboiacciato (dis. 1, sp. 20 cm - dis. 2, sp. 18 cm).
- 5 Strato di drenaggio in Leca o AgriLeca 8-20 (dis. 3, sp. 30 cm).
- 6 Eventuale membrana bituminosa.
- 7 Strato di coltura.
- 8 Strato filtro.
- 9 Solaio in laterocemento 20+4 cm.

Particolare importanza va posta al dimensionamento del corretto isolamento termico dei solai di coperture piane e di pendenze su tetti a falde in quanto direttamente esposti all'esterno.

In particolar modo nelle **stagione estiva** contraddistinta da temperature elevate, è necessario che lo strato di isolamento termico in copertura possieda, unitamente al potere coibente, anche **buone caratteristiche di inerzia termica** per garantire l'adeguato comfort abitativo.

Infatti in queste condizioni le superfici sono soggette all'irraggiamento solare massimo sia per intensità che per durata, provocando forti flussi termici verso i locali sottostanti. Per limitarli è **necessario che la copertura possieda la capacità di accumulo del calore** per incamerarlo di giorno e rilasciarlo poi di notte verso l'esterno; è dunque importante **prevedere materiali** che abbinino, ai bassi coefficienti di conducibilità termica λ , una certa **massa superficiale**.

Qualora la copertura è posizionata su locale non riscaldato (ad es. sottotetto non abitabile), il D.Lgs 311/06 impone coperture isolate con $U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Nel caso di ristrutturazione della copertura è necessaria la scelta di una soluzione che adegui le prescrizioni di isolamento termico ai parametri del D.Lgs 311 e che sia il più possibile leggera per non gravare eccessivamente sulle strutture preesistenti.

TRASMITTANZE TERMICHE (U) LIMITE

TABELLA 3.1 STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI DI COPERTURA	Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m ² K)
Valori limite della trasmissione termica U delle strutture opache orizzontali di copertura espressa in W/m ² K (esclusa categoria E8)	A	0,80	0,42	0,38
	B	0,60	0,42	0,38
	C	0,55	0,42	0,38
	D	0,46	0,35	0,32
	E	0,43	0,32	0,30
	F	0,41	0,31	0,29
Coperture piane, inclinate e terrazze				



CALCOLO DELL'ISOLAMENTO TERMICO

In accordo con le modalità di calcolo prescritte dal D.Lgs 311/06 e dalle normative in vigore in tema di isolamento termico, per pavimenti e coperture su solai la **formula generale per il calcolo della trasmittanza termica U** è:

$$U = \frac{1}{\sum R + 1/\alpha}$$

dove:

$1/\alpha$ = somma delle resistenze termiche liminari, i cui valori espressi in m^2K/W sono (UNI EN ISO 6946):

Direzione del flusso di calore	Solai rivolti all'esterno	Solai interpiano
Ascendente ↑	0,14	0,20
Discendente ↓	0,21	0,34

$\sum R$ = somma delle resistenze termiche degli strati che compongono la struttura, così calcolati:

R = spessore strato (metri)/ λ (conducibilità termica in W/mK).

I **dati di conducibilità termica λ dell'argilla espansa Leca e dei premiscelati sono valori certificati** (vedi tabella a lato) mentre quelli degli altri elementi costituenti la stratigrafia sono tratti dalla norma UNI 10351 per le conducibilità termiche.

Per i **solai interpiano** le resistenze termiche liminari sono calcolate utilizzando il valore di $0,27 m^2K/W$, cioè come media tra quelle per flusso di calore ascendente e quelle per flusso discendente.

I valori della resistenza termica dei solai sono diversi a secondo del tipo e dello spessore dello stesso (norma UNI 10355). Per solai in laterocemento aventi spessore $20+4$ cm si può considerare un valore medio di resistenza termica pari a $0,34 m^2K/W$.

Il calcolo della trasmittanza termica U dei **pavimenti contro terra** segue la metodologia proposta dalla norma UNI EN ISO 13370 al fine di considerare il contributo del sistema struttura - terreno.

GRADI GIORNO

I gradi giorno (GG) sono un'unità di misura atta ad indicare il **fabbisogno termico di una determinata area geografica**; indicano la somma dei gradi che mancano alla temperatura media giornaliera ad arrivare a $20^\circ C$ per tutti i giorni in cui per Legge, nella medesima zona geografica, vanno tenuti accesi gli impianti di riscaldamento.

Un valore di **GG basso** indica un breve periodo di riscaldamento e temperature medie giornaliere prossime alla temperatura fissata per l'ambiente riscaldato ($20^\circ C$). Al contrario, valori di **GG elevati**, indicano periodo di riscaldamento prolungati e temperature medie giornaliere nettamente inferiori ai $20^\circ C$.

In funzione dei GG sono state definite le fasce climatiche del territorio italiano (vedi tabella a lato).

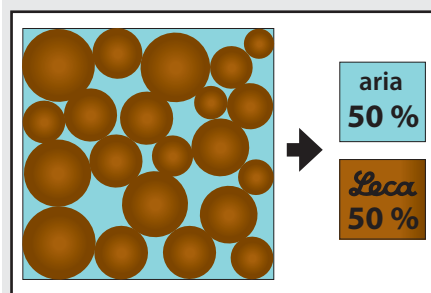
NOTE PER IL CALCOLO

- I valori di Resistenza termica per i solai sono diversi a secondo del tipo e spessore del solaio. Per solai in laterocemento di spessore da $20 + 4$ cm si può considerare un valore medio di $0,34 m^2K/W$.
- Nei casi di solai interpiano le resistenze liminari sono calcolate con il valore di $0,27 m^2K/W$ e cioè come media tra quelle per flusso di calore ascendente e quelle per flusso discendente.
- Per gli strati costituenti il sottotetto i valori di Resistenza termica dei vari strati si calcolano utilizzando valori certificati o in alternativa "valori dichiarati" dati dalla norma UNI 10351 per le conducibilità termiche (Tabella A).
- Per gli strati in Leca imboiacciato si conteggiano i 4 cm superiori come impastati con cemento ed il resto come Leca sfuso.
- Per esprimere i valori di U in $Kcal/m^2h^\circ C$, moltiplicare i valori in W/m^2K per 0,86.
- Per esprimere i valori di R in $m^2h^\circ C/Kcal$, moltiplicare i valori in m^2K/W per 1,16.

Valori di conducibilità λ

Prodotto	Densità Kg/m ³	λ W/mK
Lecacem Mini	600	0,142
Lecacem Classic	600	0,134
Lecacem Maxi	450	0,126
Lecamix Fast	1.150	0,291
Lecamix Forte	1.050	0,258
Lecamix Facile	1.000	0,251
Massettomix PaRis	2.000	1,83
Massettomix Autolivellante	2.000	1,40
Leca CLS 1400	1.400	0,42
Calcestruzzo Pratico (CLS1600)	1.600	0,54
Leca CLS 1800	1.800	0,70
Leca TermoPiù	300	0,09
Leca 3÷8 secco sfuso	350	0,09
Leca 8÷20 secco sfuso	320	0,09
Leca 3÷8 impastato	650	0,16
Leca 8÷20 impastato	550	0,15
ReoLeca	800	0,18
Malta sabbia e cemento	2.000	1,10

È disponibile il cd-rom contenente il programma "Progetta il tuo sottotetto" con il quale poter calcolare la prestazione termica dei divisori orizzontali in conformità al D.Lgs 311/06.



Permeabilità all'aria del vespaio in argilla espansa: percentuale dei vuoti.

Tabella gradi giorno

fascia A: < 600 GG
fascia B: tra 601 e 900 GG
fascia C: tra 901 e 1400 GG
fascia D: tra 1401 e 2100 GG
fascia E: tra 2101 e 3000 GG
fascia F: > 3000 GG



La monografia "Isolamenti controterra" è disponibile on-line su www.leca.it area download.

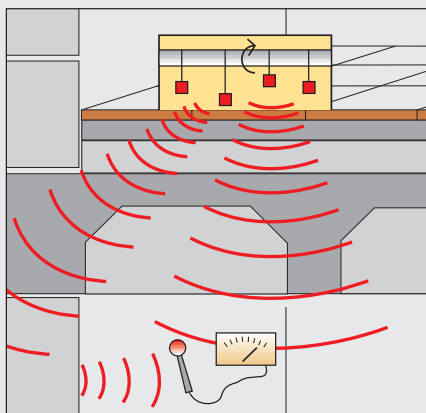
ISOLAMENTO ACUSTICO AL CALPESTIO: L. 447/95 E D.

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

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



Schema della prova di calpestio.



NORMATIVA PER L'ISOLAMENTO ACUSTICO

L'isolamento acustico al calpestio negli edifici è regolato dalla Legge quadro n° 447 del 26/10/95. La Legge è di carattere generale e demanda il compito di applicare operativamente le disposizioni guida ad una serie di Decreti attuativi. In particolare quello che riveste primaria importanza relativamente ai requisiti acustici passivi degli edifici è il D.P.C.M. 5/12/97, emanato il 5/12/97, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale il 22/12/97 ed in vigore dal 22/2/98. Per le **partizioni orizzontali** sono prescritte sia il rispetto delle caratteristiche di **"potere fonoisolante apparente (R'_w)"** al rumore trasmesso per via aerea, quando il solaio separa diverse unità abitative, che il **"livello di rumore di calpestio normalizzato (L'_{nw})"** per i rumori trasmessi per via strutturale. Tali prescrizioni riguardano quindi sia le pareti divisorie che l'intero "pacchetto" solaio + sottotondo + pavimento ed i valori limite ammessi sono **da rispettare in opera** (da qui la presenza dell'apice posto nei simboli R e L).

Nel caso delle partizioni orizzontali, nei confronti del rumore trasmesso per via aerea, il sottotondo ha un'importanza relativa poiché la maggior parte dell'isolamento è data dalla massa superficiale (kg/m^2) del solaio. Nel caso del rumore trasmesso per via strutturale, il **sottotondo gioca il ruolo fondamentale** perché deve attenuare il rumore di calpestio prima che esso arrivi al solaio.

REQUISITI DI LEGGE

In particolare il Decreto Ministeriale 5/12/97 stabilisce i **valori massimi del livello di rumore di calpestio trasmesso in funzione della classificazione dei vari ambienti abitativi** (vedi Tabella a lato); tali valori sono da rispettare in opera e nell'edilizia residenziale viene fissato il valore di 63 dB (Indice L'_{nw}). Tale grandezza indica la massima intensità di rumore che si può avvertire in un locale quando, sopra il solaio sovrastante, sia applicata una macchina normalizzata che genera rumore per percussioni sul pavimento (vedi Figura 14).

Nelle suddette condizioni un solaio, senza sottotondo, trasmette il rumore in funzione del suo peso a metro quadro; quanto maggiore è il peso del solaio tanto minore è il rumore trasmesso. Per solai tra 200 e 350 Kg/m^2 il rumore trasmesso è valutabile in $83 \div 75$ dB (indicazione tratta da UNI EN 12354-2).

Per ottenere almeno i requisiti di Legge, tenendo un margine prudenziale per le perdite laterali sempre presenti (variazione in circa $2 \div 3$ dB), occorre ridurre tale valore di $23 \div 15$ dB (Indice ΔL_w).

Il contributo al raggiungimento del valore prescritto di isolamento acustico fornito dal solo "pacchetto di sottotondo" è generalmente indicato con ΔL_w .

PROVE DI LABORATORIO

Occorre infine ricordare che il Decreto e le norme in vigore fanno preciso riferimento a metodi normalizzati di valutazione e di prova. I prodotti ed i sistemi per la riduzione del livello di rumore di calpestio devono essere certificati unicamente secondo **metodi normalizzati** e non semplificati.

In particolare gli unici valori di ΔL_w utili per il calcolo sono quelli ottenuti mediante **prove di laboratorio su campioni di sottotondo normalizzati (superficie minima 10 m^2)**. La prova normalizzata, eseguita in ambienti chiusi e sovrapposti, prevede la misura dei livelli di rumore trasmessi attraverso una soletta in c.a.: la differenza dei livelli di rumore tra la prova eseguita con e senza il pacchetto isolante determina il valore di abbattimento acustico ΔL_w (in decibel).

RIDUZIONE DELLA TRASMISSIONE DEL RUMORE

Le vibrazioni prodotte dal rumore viaggiano nei materiali tanto più facilmente quanto più questi sono rigidi (alto modulo elastico); infatti **i materiali elastici limitano il passaggio delle vibrazioni e, quindi, del rumore.**

Su questo principio si basano i sistemi per limitare il disturbo ed in particolare:

a) Utilizzo di materiali elastici per il pavimento. Gomma, moquettes e vinilici sono materiali che ben si prestano a questo scopo; si tratta però di soluzioni che non sempre rispondono ad altri requisiti richiesti al pavimento (estetica, resistenza all'usura, facilità di pulizia, ecc.).

I risultati ottenibili dal punto di vista acustico sono medio - buoni (10÷20 dB di attenuazione del rumore) e dipendono dai materiali usati e dal loro spessore.

b) Utilizzo di materiali meno rigidi dei tradizionali per i sottofondi. I prodotti "LecaMix" hanno dimostrato in prove comparative di migliorare le prestazioni di isolamento al calpestio di 3÷4 dB rispetto agli stessi spessori in sabbia e cemento.

Si tratta comunque di soluzioni che, da sole, non risolvono completamente il problema.

c) Tecnica detta del "pavimento galleggiante". Consiste nell'interporre uno strato elastico tra il massetto e la struttura portante; questa soluzione che è la più utilizzata, per risultare efficace, deve essere realizzata con attenzione poiché lo strato elastico deve separare completamente e nettamente il massetto dalle strutture esistenti desolidarizzando integralmente il sottofondo dalle strutture laterali e dal solaio sottostante. Per questo i fogli di materiale elastico che realizzano lo strato isolante devono essere continui, ben sovrapposti nelle giunzioni, risvoltati ai bordi e sulle pareti (qualora non venga posata la banda perimetrale) per evitare che il pavimento trasmetta le vibrazioni al solaio attraverso i muri perimetrali, vanificando così l'effetto dello strato elastico.

La tecnica del pavimento galleggiante permette, se ben realizzata, di ottenere buoni risultati, con valori di attenuazione del rumore sufficienti a garantire il raggiungimento dei limiti di Legge.

La tecnica del pavimento galleggiante si fonda sul principio di **desolidarizzazione della pavimentazione**, superficie dove vengono generate le percussioni e le vibrazioni, **rispetto alla struttura portante** (tipicamente il solaio) secondo il principio "massa-molla-massa" che permette di ridurre l'entità della vibrazione trasmessa (e dunque i livelli sonori nel locale sottostante) fungendo da smorzatore.

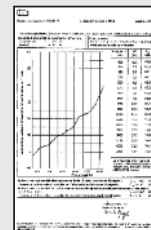
SPESSORE IDEALE

La realizzazione di un buon sottofondo che, oltre ad assolvere all'indispensabile funzione di strato ripartitore dei carichi permetta di garantire il necessario contributo all'isolamento termico (D.Lgs 311/06) ed un'efficace riduzione del rumore al calpestio (L. 447/95), prevede un'accurata valutazione degli spessori necessari.

Un sottofondo bistrato, composto da uno strato di isolamento/alleggerimento/compensazione in Lecacem, materassino acustico anticalpestio e massetto di finitura in Lecamix, **richiede di uno "spessore ideale" compreso tra 12 e 18 cm.** In fase di progettazione, soprattutto per interventi di nuova costruzione, risulta quindi importante prevedere un pacchetto che consenta di operare in "libertà" e sicurezza anche durante la fase operativa di cantiere.

CERTIFICAZIONI LATERLITE

Laterlite ha condotto una serie di prove normalizzate in laboratorio e in opera per la misurazione del rumore di calpestio utilizzando sottofondi sia monostrato che bistrato ed idonei materassini acustici. Di seguito si riporta una sintesi dei risultati conseguiti.



PROVE DI LABORATORIO (ΔL_w)

Le prove normalizzate di laboratorio (su campioni di 10 m²) sono realizzate presso l'I.E.N. Galileo Ferraris di Torino sui seguenti sistemi:

Sottofondo monostrato:

- Calpestop Super 3 + Lecamix 6 cm:
 $\Delta L_w = 19,4$ dB;
- Calpestop Super 5 + Lecamix 6 cm:
 $\Delta L_w = 19,5$ dB;
- Calpestop Super 5 + Lecamix 8 cm:
 $\Delta L_w = 20,4$ dB;
- Isolmant BiPlus + Lecamix 8 cm:
 $\Delta L_w = 21,7$ dB;
- Isolgomma R4 PB+ Lecamix 5,5 cm:
 $\Delta L_w = 20,0$ dB.

Sottofondo bistrato:

- Lecacem 6 cm + Calpestop Super 5 + Lecamix 6 cm:
 $\Delta L_w = 23,1$ dB;
- Lecacem 6 cm + Calpestop Super 10 + Lecamix 7 cm:
 $\Delta L_w = 27,2$ dB;
- Lecacem 6 cm + Isolmant UnderPlus + Lecamix 7 cm:
 $\Delta L_w = 23,8$ dB;
- Lecacem 6 cm + Isolmant 5 + Lecamix 5,5 cm:
 $\Delta L_w = 21,0$ dB;
- Lecacem 6 cm + Isolgomma R4 + Lecamix 5,5 cm:
 $\Delta L_w = 22,0$ dB.

PROVE IN OPERA ($L'_{n,w}$)

Laterlite ha condotto una serie di prove normalizzate in opera, su solai in laterocemento 20 + 4 cm, per i seguenti sistemi:

Sottofondo monostrato:

- Calpestop Super 5 + Lecamix 10 cm:
 $L'_{n,w} = 55,0$ dB*;
- Calpestop Super 5 + Lecamix 8 cm:
 $L'_{n,w} = 56,0$ dB*;
- Isolmant 3 + Lecamix 8 cm:
 $L'_{n,w} = 59,0$ dB;
- Isolmant BiPlus + Lecamix 8 cm:
 $L'_{n,w} = 58,8$ dB.

Sottofondo bistrato:

- Lecamix Facile 4 cm + Isolmant 5 Plus + Lecamix 6 cm:
 $L'_{n,w} = 55,7$ dB*;
- Lecacem 7 cm + Calpestop Super 5 + Lecamix 6 cm:
 $L'_{n,w} = 49,0$ dB*;
- Lecacem 5 cm + Index Fonostop Duo + Lecamix 6 cm:
 $L'_{n,w} = 55,0$ dB*;
- Lecacem 5 cm + Isover Fonas Tex + Lecamix 6 cm:
 $L'_{n,w} = 55,0$ dB*;
- Lecacem 5 cm + Isolmant UnderPlus + Lecamix 6 cm:
 $L'_{n,w} = 56,0$ dB*;

Solaio in legno (assito 1,5 cm)

- Leca CLS 1400 8 cm + Lecamix Facile 5 cm + Calpestop Super 10 + Lecamix 7 cm:
 $L'_{n,w} = 58,0$ dB*.

* Prove svolte con l'Università di Ferrara.

Copia dei certificati disponibili on-line su www.leca.it.

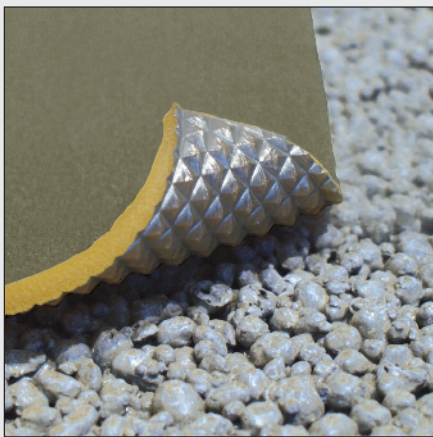
CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO AL CALPESTIO

Comportamento acustico dei massetti in Lecamix

Le prestazioni del pavimento galleggiante sono strettamente connesse al comportamento del "massetto-materassino-solaio"; in particolare il massetto di finitura riveste un ruolo importante in quanto da un lato "carica" il materassino acustico e dall'altro funge da "smorzatore" dell'energia d'impatto.

Ecco che i massetti della gamma Lecamix, come ampiamente dimostrato da una serie di prove in laboratorio ed in opera, nonostante possiedano una densità pari a circa la metà di un "sabbia e cemento" assicurano prestazioni, rispetto ai massetti tradizionali, superiori a parità di massa superficiale (kg/m^2) e similari a parità di spessore (cm).

Copia delle certificazioni di laboratorio (I.E.N. Galileo Ferraris) ed in opera (Università di Ferrara) sono disponibili sul sito www.laterlite.net o presso l'Assistenza Tecnica (02 48011962).



Sottofondo bistrato: posa del materassino.

Calcolo dello spessore

Realizzare un pavimento galleggiante che rispetti i valori di Legge, comporta la previsione, in fase di progetto, degli adeguati spessori. In aggiunta allo strato di livellamento impianti (generalmente di almeno 5 cm) vanno sommati gli spessori del massetto come indicato.

Spessori minimi dei massetti su strato elastico

Spessore dello strato elastico	Spessore del massetto (Lecamix)	Spessore del massetto (Massettomix)
3÷6 mm	6 cm	4 cm
7÷12 mm	7 cm	5 cm
12÷20 mm	8 cm	6 cm

MODALITÀ DI CALCOLO

Facendo riferimento alla Legge 447/95, al D.P.C.M. 5/12/97 ed alle norme di prodotto, la stima dell'indice di valutazione del **livello di pressione sonora di calpestio normalizzato** è così calcolata:

$$L'_w = L_{n,w,eq} - \Delta L_w + K \text{ (dB) dove:}$$

K è la correzione da apportare per la presenza di trasmissione dei rumori di calpestio attraverso le costruzioni laterali; tale valore dipende dalla massa superficiale del solaio e dalla massa superficiale delle strutture laterali (cautelativamente si consiglia di considerarlo pari a 7 dB).

$L_{n,w,eq}$ è l'indice di valutazione del livello equivalente di pressione sonora di calpestio normalizzato di pavimenti omogenei (solaio "nudo" e pertanto privo del pacchetto costituito dal sottofondo e pavimentazione) calcolato con la formula semplificata (tratta dalla Norma UNI EN 12354-2):

$$L_{n,w,eq} = 164 - 35 \cdot \log m \text{ (dB) dove } m \text{ è la massa superficiale del solaio espressa in } \text{kg/m}^2;$$

ΔL_w è l'indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio di pavimenti galleggianti. Tale valore viene desunto dalla seguente formula, tratta dalla Norma EN 12354-2:

$$\Delta L_w = 30 \cdot \lg(f/f_0) \text{ dove:}$$

f = frequenza centrale delle bande di ottava o di terzi di ottava;

f_0 = frequenza di risonanza del sistema data da:

$f_0 = \text{radice quadrata } [160 \cdot (s'/m')] \text{ dove:}$

s' = rigidità dinamica materassino acustico;

m' = massa per unità di area del massetto.

Il alternativa al calcolo del ΔL_w , è possibile utilizzare il valore riportato dal **certificato di prova** del pacchetto sottofondo da utilizzare purchè la prova sia eseguita "a norma", ovvero su di un campione gettato in opera in idonea stanza chiusa avente superficie di 10 m^2 ed elaborato da un Istituto abilitato (ad es. l'I.E.N. Galileo Ferraris e l'Istituto Giordano). Non sono pertanto ammessi certificati redatti su prove "semplificate" con campioni di ridotte dimensioni (ca. 1 m^2).

L'esperienza maturata da anni "sul campo" con decine di prove in opera ha dimostrato come i valori di laboratorio ΔL_w certificati "a norma" siano da considerarsi prudenziali e a favore di sicurezza; pertanto qualora si proceda nel calcolo dell'indice di valutazione $L'_{n,w}$ con tali valori si consiglia di diminuire il fattore K da 7 a 3 dB.

ATTENZIONE

Nell'uso di sottofondi alleggeriti a legante cementizio con **inerti comprimibili** (palline di polistirolo o materiali riciclati di vario genere) va ricordato che la matrice cementizia non è elastica ma rigida; quando lega inerti compressibili si ottiene un calcestruzzo cedevole (che si abbassa sotto i carichi) ma non elastico. Ciò significa che nel lungo periodo lo strato cede sotto i carichi e si irrigidisce e così le caratteristiche di isolamento acustico al calpestio svaniscono qualche tempo dopo la messa in servizio.

Si ricorda, a questo proposito, che il Decreto Ministeriale 5/12/97 prevede la **verifica in opera delle caratteristiche acustiche** e non sui dati di laboratorio. Inoltre, qualora l'abbassamento dovuto ai carichi sia eccessivo (e si manifesta quando lo strato presenta spessori di alcuni centimetri), si determinano lesioni negli strati superiori.

PARTICOLARI COSTRUTTIVI

POSA E PARTICOLARI COSTRUTTIVI

La tecnica del pavimento galleggiante necessita di una **accurata messa in opera** per evitare ponti acustici (eventuali lacerazioni, mancate sovrapposizioni dei teli o della banda perimetrale, errati risvolti lungo le pareti perimetrali) che possono rendere inefficace la soluzione.

I punti critici si risolvono con studiati dettagli costruttivi ed una corretta esecuzione sequenziale.

La descrizione e l'illustrazione dei particolari costruttivi segue l'ordine cronologico di posa in opera rispettivamente della **banda perimetrale**, del **materassino acustico anticalpestio** e del **massetto di finitura** evidenziando i punti critici e gli accorgimenti per una corretta esecuzione di un pavimento galleggiante.

BANDA PERIMETRALE

È una banda elastica fornita in rotoli da **applicare perimetralmente al locale** per desolidarizzare totalmente, insieme al materassino acustico, il sistema sottofondo/pavimento dal resto della struttura: la stesa della banda evita così di dover risvoltare il materassino sulle pareti.

La banda è generalmente composta da **polietilene reticolato espanso a cellule chiuse**, spessore variabile tra 3 e 5 mm ed altezza variabile tra 15 e 25 cm: una faccia risulta adesiva, in parte o integralmente rispetto all'altezza, per un'efficace applicazione sul perimetro del locale e/o sul solaio/sottofondo.

Posata verticalmente sino ad almeno la quota della pavimentazione, deve aderire perfettamente al perimetro del locale (incluse soglie, pilastri, porte ecc.), evitando zone di distacco dai supporti (anche in corrispondenza di angoli o spigoli aperti) e la nastratura in corrispondenza dell'attacco di un nuovo rotolo.

MATERASSINO ACUSTICO ANTICALPESTIO

È un elemento generalmente elastico fornito in rotoli che, posto al di sotto del massetto di finitura, consente di assorbire e smorzare le vibrazioni prodotte per impatti sulla pavimentazione. Disponibile in commercio in vari spessori, da 3 a 20 mm, e in diversi materiali: polietilene, poliestere, fibre sintetiche, gomma, pannelli in lana di legno, sughero ecc.

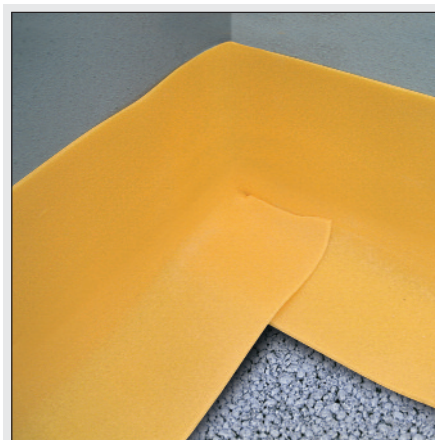
Il materassino, dopo essere stato tagliato a misura, in funzione delle dimensioni del locale, va steso con accuratezza, ben aderente alla superficie del supporto senza grinze né rigonfiamenti sino a ricoprire interamente tutta la superficie del locale sormontando interamente le parti orizzontali della banda perimetrale realizzando una "vasca" continua ed integra di materiale isolante. È quindi indispensabile evitare buchi, strappi o zone non ricoperte dal materassino (con particolare attenzione alle soglie).

MASSETTO DI FINITURA

Il materassino assolve alla funzione di isolante acustico grazie alla sua caratteristica di essere un materiale elastico. Per garantirne l'integrità è necessario evitare, durante le fasi di lavoro successive:

- di appoggiarci sopra i bancali o altri gravi carichi;
- di camminarci con scarpe chiodate;
- proteggere il materassino nelle fasi preparatorie alla realizzazione del massetto.

Se la posa del massetto è eseguita mediante pompaggio è indispensabile verificare che le vibrazioni del tubo non lacerino il materassino.



Posa della banda in corrispondenza di un angolo.



Sovrapposizione del materassino sulla banda.



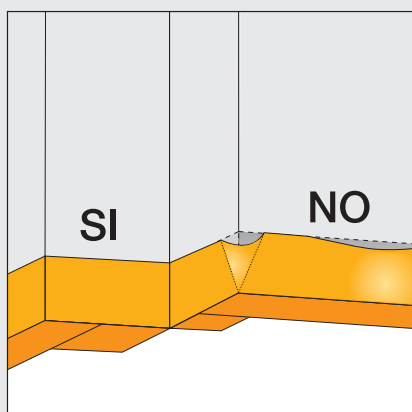
Sottofondo bistrato: posa del materassino.



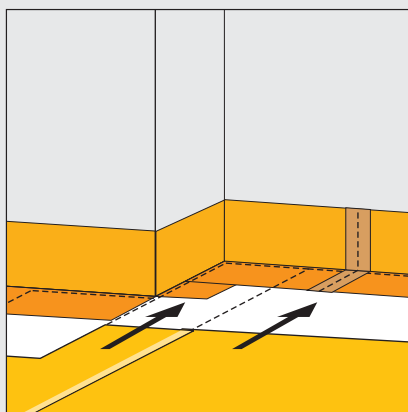
Realizzazione del massetto di finitura.

PARTICOLARI COSTRUTTIVI DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO

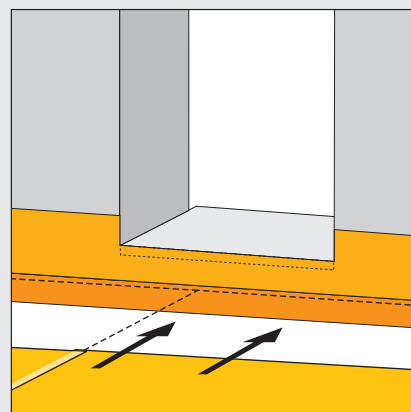
POSA DELLA BANDA PERIMETRALE



La banda perimetrale adesiva va stesa lungo tutto lo svolgimento del perimetro del locale e la parte verticale deve aderire bene alla parete per un'altezza di poco superiore a quella del massetto e della pavimentazione. È importante evitare zone di distacco nelle quali possa introdursi del materiale cementizio durante le successive fasi lavorative favorendo così possibili ponti acustici. Particolare attenzione a questo dettaglio va posta nella realizzazione degli angoli.

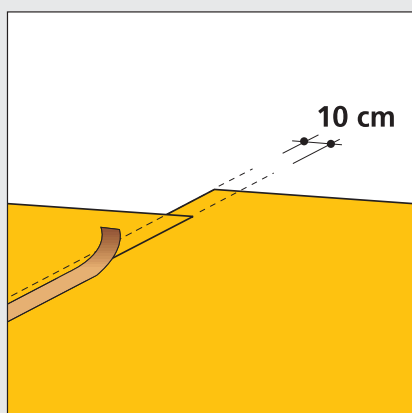


In generale non è necessario sovrapporre le due estremità della banda perimetrale quando si inizia un nuovo rotolo; è invece importante accostarle con attenzione e fissarle tra loro con del nastro adesivo. Il foglio di materassino, che deve coprire interamente la parte orizzontale della banda perimetrale, in corrispondenza del pilastro o nicchia andrà eventualmente rifilato.

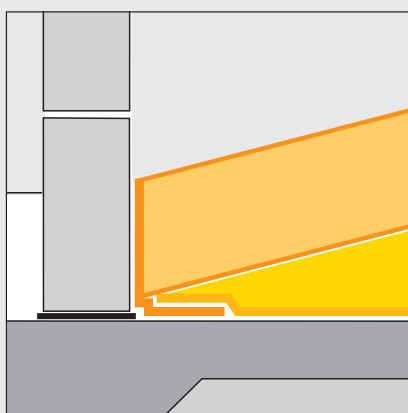


La banda perimetrale deve essere applicata con continuità anche in corrispondenza delle soglie delle porte o porte-finestre verso l'esterno. È indispensabile porre attenzione a rifilare la banda sul limite superiore delle soglie stesse evitando possibili ponti acustici.

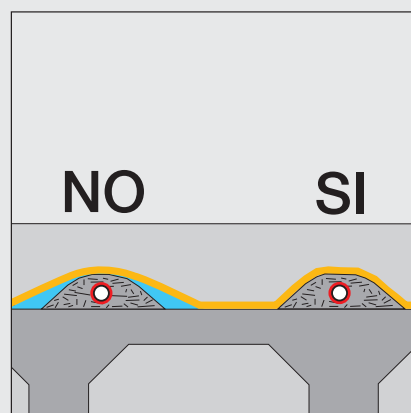
POSA DEL MATERASSINO ACUSTICO



I vari fogli di materassino acustico devono essere tra loro sovrapposti alle estremità laterali di circa 10 cm e fissati con nastro adesivo almeno per punti. Tali operazioni garantiscono la continuità della superficie elastica isolante al rumore da calpestio.

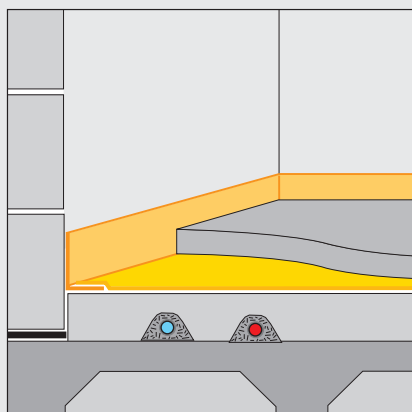


Per sottofondi monostrato, procedere con la posa della banda perimetrale lungo il perimetro del locale. Successivamente, i rotoli di materassino dovranno ricoprire la parte orizzontale della banda in modo da isolare completamente il massetto di finitura dalla struttura inferiore e da quelle laterali.



Per getti monostrato su supporti con impianti, la posa del materassino, dopo aver protetto le tubazioni con malta cementizia, va eseguita evitando la formazione di sacche d'aria tra il materassino ed il supporto sottostante. Eventuali tubazioni che attraversassero in verticale il materassino e il massetto devono essere avvolte da coppelle elastiche.

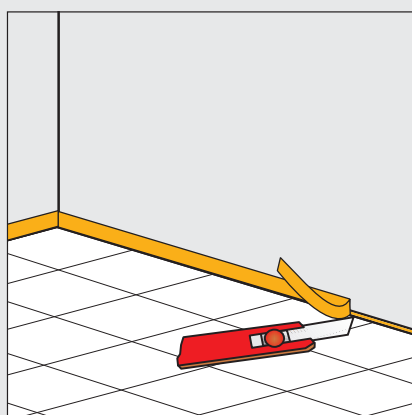
POSA DEL MASSETTO DI FINITURA



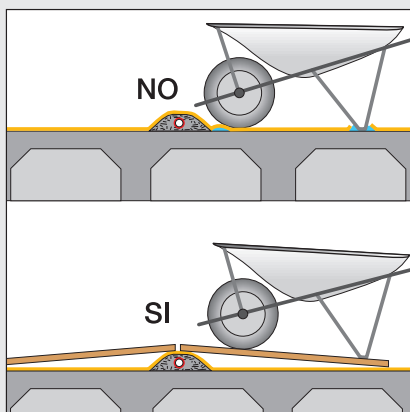
Prima della posa del massetto, verificare che il materassino acustico e la relativa bandella perimetrale abbiano realizzato una "vasca" perfetta in modo da garantire la completa desolidarizzazione del massetto dalle strutture evitando contatti rigidi tali da generare dannosi ponti acustici. È importante che gli strati isolanti siano:

- integri in ogni loro parte;
- continui grazie alla corretta sovrapposizione e nastratura;
- esenti da tubazioni passanti non fasciate.

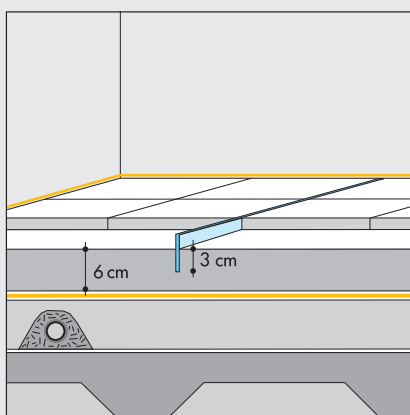
OPERAZIONI SUCCESSIVE



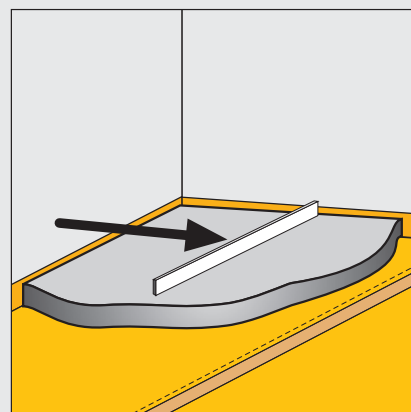
Dopo, e solo dopo, aver posto in opera la pavimentazione si procede alla rifilatura della parte verticale eccedente della banda perimetrale mediante attrezzo di cantiere. Diversamente, lo spessore del pavimento costituirebbe un contatto rigido con la parete verticale e quindi un ponte acustico.



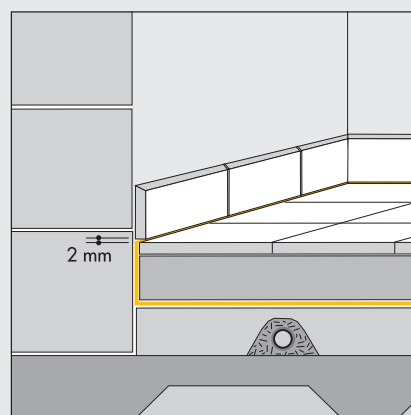
È importante garantire l'integrità del materassino acustico prima della posa in opera del massetto di finitura (in particolare nei sottofondi monostrato). A tal fine si consiglia di non appoggiare bancali o altri carichi ed eventualmente posare una rete elettrosaldata da sottofondi (passo 5x5 cm Ø 2 mm). È altresì opportuno prevedere dei camminamenti con tavole di legno per la movimentazione dei materiali, come ad esempio nel caso di trasporto dell'impasto con carrie.



Eventuali giunti di dilatazioni da eseguirsi dopo il getto del massetto, mediante taglio, non devono interessare il materassino elastico che deve rimanere integro. Essi devono quindi penetrare per una profondità inferiore allo spessore del massetto stesso.



La sovrapposizione dei fogli deve tenere conto del verso di stesura del massetto: in particolare va evitato che nelle fasi di getto l'operatore possa accidentalmente spingere il materiale cementizio tra due diversi fogli.



Il battiscopa va posato con l'attenzione di tenerlo rialzato dalla pavimentazione di un paio di millimetri onde evitare che esso realizzi un collegamento rigido con le pareti laterali. Qualora lo si reputi opportuno, procedere con la chiusura dell'interstizio tramite cordolo di sigillatura elastico.

PROBLEMI NEI PAVIMENTI CAUSATI DAI SOTTOFONDI

MASSETTO CON ELEVATA UMIDITÀ RESIDUA

Le possibili cause sono legate al confezionamento dell'impasto con eccessivi dosaggi di acqua, utilizzo di inerti porosi, risalite di umidità dagli strati inferiori per la mancanza della barriera al vapore. La verifica dell'umidità va effettuata con l'igrometro al carburo prelevando il materiale in profondità.

La posa della pavimentazione su un sottofondo con elevata umidità residua può provocare, ad esempio, il rigonfiamento del legno fino al suo completo distacco dal supporto. La barriera al vapore va posata con continuità e risvoltata sui muri sino alla quota del pavimento compreso.



MASSETTO FESSURATO

Le possibili cause sono legate al confezionamento dell'impasto con eccessivi dosaggi di cemento, inerti ricchi di parti fini, elevati quantitativi d'acqua d'impasto ed elevata evaporazione in climi caldi e/o con elevata ventilazione.

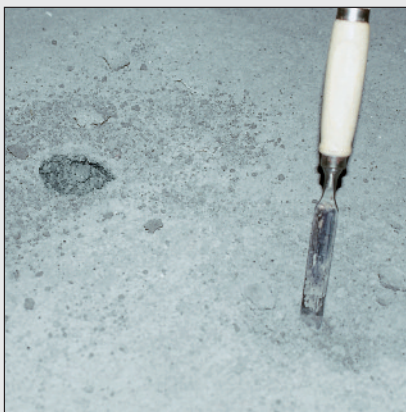
La posa della pavimentazione su massetti fessurati può creare, ad esempio, crepe al rivestimento ceramico in conseguenza di fenomeni di ritiro incontrollato del sottofondo.



MASSETTO CON SUPERFICIE INCONSISTENTE (bruciato)

Le possibili cause sono legate alla non corretta miscelazione dell'impasto, presenza di segregazione ed elevata evaporazione in climi caldi e/o con elevata ventilazione.

La posa della pavimentazione su supporto inconsistente può provocare, ad esempio, il cedimento del pavimento in gomma a seguito della scarsa resistenza meccanica offerta dal massetto.



MASSETTO SFARINANTE (che "spolvera")

Le possibili cause sono legate al confezionamento dell'impasto con bassi dosaggi di cemento, insufficienti quantità d'acqua d'impasto, imperfetta lisciatura della superficie a massetto ultimato ed elevata evaporazione in climi caldi e/o con elevata ventilazione.

La posa della pavimentazione in condizioni di massetto sfarinante può provocare, ad esempio, il distacco del pavimento in legno dal supporto causato dall'impossibilità della colla di aderire saldamente al massetto.



CARICHI AMMISSIBILI E PESO DEI SOTTOFONDI

CARICHI SUI SOTTOFONDI

I carichi vengono trasmessi al sottofondo attraverso il pavimento che può essere rigido (marmo, granito, cotto, marmette, ceramica) o morbido (linoleum, gomma, moquette). Il **pavimento rigido opera una distribuzione dei carichi mentre quello morbido no**. Il massetto deve quindi possedere ottime resistenze nel caso di pavimenti morbidi e buone per quelli rigidi.

Usando come parametro le resistenze a compressione a 28 gg. si può dire che per **pavimenti rigidi** da incollare è necessaria una **resistenza di almeno 8 N/mm²** mentre per legno e **pavimenti morbidi** è bene superare i **13 N/mm²**. Gli strati inferiori (di alleggerimento e/o isolamento e/o compensazione) eseguiti con tutti i materiali e le soluzioni qui presentate garantiscono resistenze meccaniche tali da soddisfare, con ampi margini di sicurezza, i carichi distribuiti dal massetto di finitura soprastante.

Analoga sicurezza non può essere garantita quando gli strati inferiori sono realizzati con materiali (es. calcestruzzo con polistirolo o calcestruzzo cellulare) che si comprimono sotto l'azione dei carichi; la deformazione sotto carico può infatti provocare danni al sottofondo ed al pavimento (vedi Figura 3).

I carichi sugli strati di alleggerimento-isolamento possono risultare eccessivi per spessori del massetto inferiori ai minimi qui indicati o per sollecitazioni (carichi concentrati) superiori a quelle solite; sarà perciò necessario un calcolo di verifica. Nella tabella a lato sono indicati i carichi ammissibili su vari tipi di strati di alleggerimento-isolamento. Il progettista potrà confrontare tali valori con le sollecitazioni trasmesse dal pavimento tenendo conto della distribuzione dei carichi che avviene nel massetto (vedi Figura 4).

Esempio: carico da 100 Kg su appoggio da 2x3 cm; massetto, spessore 5 cm, armato. Il carico si distribuisce a 45° su una superficie di 12x13 cm pari a 156 cm²; la sollecitazione risulta di 0,64 Kg/cm².

Se il massetto fosse non armato, la distribuzione dei carichi si presume avvenga a 60°; la superficie risulterebbe di 7 x 8 cm cioè 56 cm² e la sollecitazione risultante sarebbe di 1,8 Kg/cm².

PESO DEI SOTTOFONDI

Il tradizionale impasto per sottofondi (sabbia e cemento) pesa circa **2000 kg/m³**; tale valore comporta una densità superficiale di 20 kg/m² per ogni centimetro di spessore e pertanto, nel caso di un sottofondo da 6 cm, un peso di 120 kg/m².

Confrontando tale valore con i sovraccarichi variabili previsti per un normale solaio di abitazione e pari a 200 kg/m² (300 Kg/m² in ambienti suscettibili di affollamento - D.M. 16/01/1996 cfr.) risulta evidente quanto incida la densità superficiale del sottofondo.

Un'alternativa molto valida per ridurre i pesi è l'utilizzo di **premiscelati leggeri**. Con i prodotti della gamma **Lecamix (densità in opera pari a circa 1.000 kg/m³)**, un sottofondo dello spessore di 6 cm pesa 60 kg/m² e quindi la metà di uno tradizionale. Il peso assume **maggior importanza negli interventi di ristrutturazione** in quanto i vecchi solai possiedono, in genere, caratteristiche di portanza piuttosto limitate.

Il risparmio di peso risulta tanto più significativo all'aumentare dello spessore del sottofondo dimostrandosi particolarmente importante nei sottofondi pluristrato. Per tale motivo lo strato inferiore viene realizzato con conglomerati di densità in opera pari a 600÷700 kg/m³ (7 kg/m² per centimetro di spessore).

Risulta utile ricordare come diminuire il peso del sottofondo si traduca in minori frecce nei solai e quindi minori probabilità di lesioni e cavillature nei tramezzi e divisori oltre ad un maggior carico utile a disposizione. Le strutture risultano così più leggere e quindi più economiche.

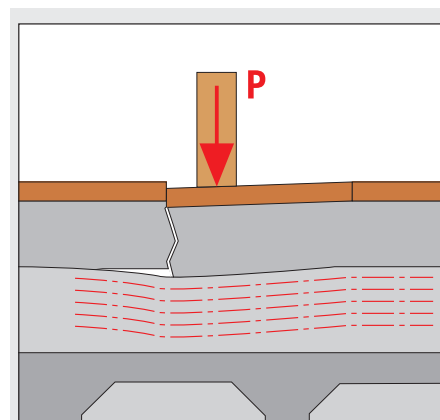


FIGURA 3

Cedimento sotto carico dello strato di isolamento/compensazione che provoca danni allo strato di supporto e al pavimento.

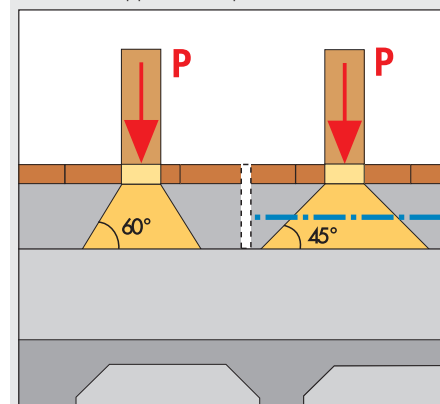


FIGURA 4

Distribuzione dei carichi attraverso il massetto: se non armato si prevede una distribuzione a 60°; se armato a 45°.

Carichi ammissibili su strati di alleggerimento e/o isolamento

Leca o Lecapiù imboiacciato	Leca o Lecapiù impastato	Lecacem Classic
1,5 Kg/cm ²	3 Kg/cm ²	5 Kg/cm ²

I "carichi ammissibili" sopra riportati sono stati calcolati partendo dai carichi di rottura per compressione e da un adeguato coefficiente di sicurezza. Più precisamente:

Lecacem Classic	carico di rottura 25 Kg/cm² ; coefficiente 5;
Leca impastato	carico di rottura 20 Kg/cm² ; coefficiente 7 (più elevato di Lecacem a causa delle maggiori incertezze nel confezionamento);
Leca imboiacciato	carico di rottura 12÷15 Kg/cm² ; coefficiente 8÷10 (più elevato a causa delle diverse modalità di prova a rottura).

A titolo comparativo si precisa che:

Calcestruzzo con polistirolo	carico di rottura ca. 5-10 Kg/cm² e carico ammissibile ca. 0,5-1 kg/cm² (coefficiente 10 per la grande variabilità dei risultati).
------------------------------	--

RITIRI, CAVILLATURE E DISTACCHI

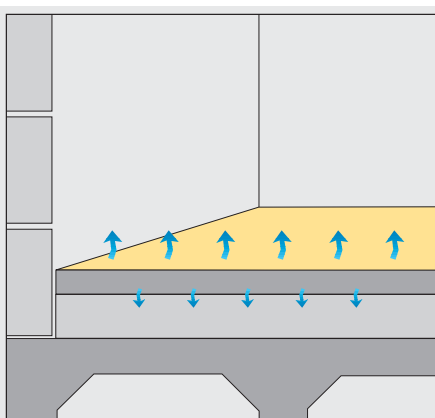


Figura 5
Differente velocità di asciugamento tra la parte superiore e inferiore del sottofondo.

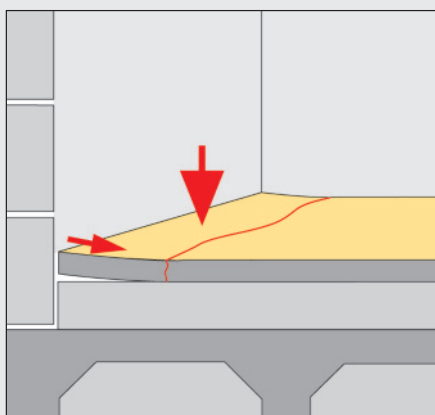


Figura 6
Fenomeno di ritiro: crepe e distacchi.

Giunti nei massetti

I giunti sono soluzioni di continuità appositamente realizzate nel massetto al fine di assecondarne le deformazioni e le variazioni dimensionali assicurando una corretta trasmissione delle sollecitazioni.

- **Giunti di contrazione:** la loro funzione è quella di limitare le fessurazioni da ritiro controllandone la formazione e l'apertura in opportune sezioni. Vengono realizzati subito dopo la formazione del massetto con particolari frattazzi muniti di lama. Gli intagli devono avere una profondità pari a circa 2/3 dello spessore del massetto e realizzati quando le superfici sono molto estese (così da ridurle in campiture più limitate di forma regolare), in corrispondenza delle porte e quando il rapporto tra i lati in pianta sia maggiore di 3 o nei locali di forma irregolare (ad esempio con pianta ad L).

- **Giunti di isolamento:** il massetto deve essere strutturalmente indipendente dagli altri elementi costruttivi dell'edificio quali muri e colonne in modo tale da consentire i movimenti differenziali e gli assestamenti dovuti sia al ritiro che alle deformazioni di natura termica. Vanno realizzati prima del getto posando a perimetro del massetto una striscia di materiale deformabile di opportuno spessore (ca. 3 mm).

- **Giunti di costruzione:** vengono creati nel massetto all'interfaccia tra due getti eseguiti in tempi diversi inserendo nel massetto reti o spezzoni metallici. Devono consentire liberamente gli spostamenti relativi orizzontali e nello stesso tempo impedire quelli verticali.

FATTORI CHE DETERMINANO IL RITIRO

Il principale fattore responsabile delle crepe, fessurazioni e talvolta distacchi nelle malte cementizie, è il **ritiro subito dalla pasta cementizia nella fase di presa e indurimento**. L'entità del ritiro è tanto maggiore quanto più sono alti il dosaggio del cemento ed il contenuto d'acqua nella malta. Infatti inerti molto ricchi di parti fini che richiedono elevati dosaggi di cemento e l'impiego di molta acqua, favoriscono le crepe a causa dell'elevato ritiro.

Tali fenomeni avvengono durante la **fase di stagionatura**: lo strato ritira secondo le due dimensioni maggiori (lunghezza e larghezza) in modo proporzionale alla rapidità di essiccazione. Siccome la superficie si asciuga più rapidamente degli strati inferiori (Figura 5), la cappa ritira maggiormente nella parte superiore e tende a divenire concava, rialzandosi ai bordi (Figura 6). Questo fenomeno si rivela di maggiore entità in estate e comunque quando per qualche ragione (inerti fini, elevata ventilazione) vi sia una notevole differenza nella rapidità di essiccazione tra la faccia superiore e quella inferiore del massetto.

Il fenomeno del ritiro si manifesta in particolare nei mesi estivi e/o in condizioni di elevata ventilazione a seguito della veloce evaporazione dell'acqua d'impasto. Particolare attenzione va altresì posta al getto su **fondi molto assorbenti** a causa della forte suzione dell'acqua d'impasto da parte del supporto.

METODI PER LIMITARE IL FENOMENO

Per ridurre l'entità di questi fenomeni si consiglia di:

- a) utilizzare per l'impasto inerti grossolani e poveri di parti fini;
- b) limitare il dosaggio di cemento;
- c) ridurre il quantitativo di acqua d'impasto utilizzando additivi fluidificanti;
- d) introdurre una leggera rete metallica di armatura che limita le crepe ($\varnothing$ 2 mm passo 5x5 cm);
- e) interrompere la continuità del getto mediante giunti di dilatazione e di frazionamento (vedi box a lato);
- f) è buona norma, specie nella stagione calda, coprire per i primi 4÷5 giorni il massetto appena posato utilizzando teli di plastica in modo da rallentare l'evaporazione dell'acqua dalla superficie facendo procedere il ritiro in modo il più possibile omogeneo su tutto lo spessore. In tale modo si evitano i distacchi e si migliorano anche le resistenze della malta.

Non è consigliata la ribagnatura della superficie indurita.

PREMISCELATI PER MASSETTI

Per ovviare ai problemi sopra descritti sono ormai da tempo diffusi **prodotti premiscelati per la realizzazione dei massetti**. In essi gli inerti possiedono curve granulometriche controllate ed il dosaggio di leganti ed additivi è finalizzato ad ottimizzare il risultato finale.

I prodotti della **gamma Leca.mix** sono massetti leggeri premiscelati a base di argilla espansa LecaPiù idrorepellente, appositamente studiati per garantire la resistenza finale del massetto, il suo limitato ritiro e la veloce asciugatura.



UMIDITÀ NEI SOTTOFONDI

INCONVENIENTI CREATI DALLA PRESENZA DI UMIDITÀ

L'umidità presente nel sottofondo comporta una serie di problematiche sulla pavimentazione; variazioni del colore (nei pavimenti di marmo o cotto), variazioni dimensionali con ingobbimenti e sollevamenti (nei pavimenti in legno) o rigonfiamenti (in pavimenti di PVC, linoleum, gomma). All'atto della posa della pavimentazione l'umidità residua nel sottofondo deve pertanto essere entro i livelli di sicurezza.

Il sottofondo, come le altre strutture murarie all'interno di un edificio, non raggiunge mai il completo asciugamento. Raggiunto il contenuto di umidità cosiddetto "di equilibrio", il sottofondo non cede più umidità all'ambiente circostante. I pavimenti in legno, o assimilabili, possono quindi, essere posati quando il contenuto di umidità ha raggiunto al massimo 2% in peso per massetti a base cementizia, 3% in peso per massetti leggeri e 0,5% per quelli a base anidrite (indicazioni Federlegno).

FATTORI CHE FAVORISCONO LA PRESENZA DI UMIDITÀ

- a) L'eccesso d'acqua impiegata specie se abbinato all'uso di inerti porosi;
- b) L'uso di calcestruzzi cellulari e/o con polistirolo che ritengono molta acqua;
- c) L'umidità in eccesso che può essere presente nella struttura;
- d) L'acqua proveniente da eventi meteorici (acquazzoni, pioggia, nebbia);
- e) Il forte spessore degli strati che aumenta il quantitativo totale di acqua presente;
- f) Un elevato e prolungato livello di umidità atmosferica.

FATTORI CHE LIMITANO LA PRESENZA DI UMIDITÀ

- a) Un buon dosaggio dell'acqua di impasto, ottenibile con controlli in cantiere o con l'uso di leganti o additivi che richiedono meno acqua;
- b) Una tempestiva protezione da eventi meteorici accidentali;
- c) Una composizione granulometrica degli impasti che favorisca l'evaporazione dell'acqua in eccesso (inerti grossolani - limitato dosaggio di leganti);
- d) Un tempo adeguato tra la posa dei vari strati, che permetta lo smaltimento dell'umidità nello strato sottostante prima della posa di quello superiore;
- e) Una barriera al vapore, o foglio di polietilene di idoneo spessore, posto sotto il massetto che evita comunque risalite di umidità dagli strati sottostanti.

MATERIALI PREMISCELATI PER STRATI DI SOTTOFONDO

Materiali premiscelati per sottofondi, quali prodotti della gamma Lecamix e Lecacem, grazie alla composizione sempre costante ed a precise regole di posa, assicurano tempi certi per lo smaltimento dell'umidità (7 gg. per sp. 5 cm).

IGROMETRI A CARBURO

L'umidità presente nei sottofondi si determina con un **igrometro a carburo** (UNI 10329). Tale strumento è molto affidabile perché si basa sulla reazione del carburo di calcio con l'acqua, che sviluppa acetilene. La pressione di questo gas viene misurata e da qui si risale al contenuto effettivo dell'acqua libera (umidità) presente nel sottofondo. Si parla di acqua libera e non di acqua totale: se il sottofondo fosse messo ad asciugare in una stufa da laboratorio a 110 °C l'acqua contenuta risulterebbe maggiore di quella riscontrata con l'igrometro a carburo. Con la stufa infatti si determina un valore che è la somma dell'acqua libera e dell'acqua legata chimicamente ai vari componenti: quest'ultima non è assolutamente dannosa per i sottofondi perché, in condizioni d'esercizio, non può essere "liberata" e quindi non serve tenerne conto.

Altri strumenti, quali igrometri elettrici e/o capacitativi che misurano la resistenza elettrica tra due elettrodi metallici infissi nel sottofondo, non sono affidabili in quanto il valore rilevato è influenzato da una serie di fattori (tipo e qualità di leganti e aggregati, presenza di reti metalliche e/o impianti).

Premessa fondamentale

L'acqua libera presente nel sottofondo non è quantificabile con la sola percentuale in peso dell'umidità: occorre conoscere anche il peso specifico e lo spessore del massetto.

Dati ricavati da prove svolte in un Laboratorio ufficiale con l'assistenza di Tecnici del CNR - Istituto per la Ricerca sul Legno dimostrano che a parità di spessore, la quantità d'acqua contenuta in un massetto tradizionale con umidità residua del 2% in peso è superiore alla quantità contenuta in un massetto Lecamix che ha raggiunto il 3%. Infatti i Lecamix hanno una densità di circa la metà di quelli tradizionali e pertanto a pari valore percentuale di umidità fanno riferimento contenuti assoluti d'acqua diversi.

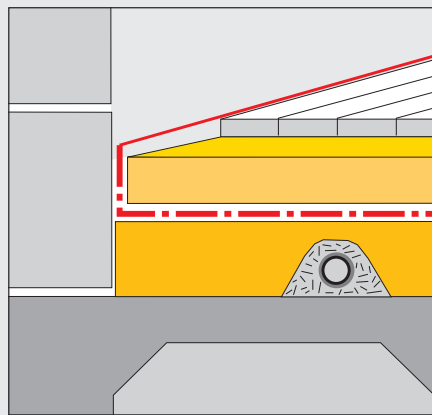
Ad esempio:

un metro quadrato massetto dello spessore di 5 cm ed umidità di 2% in peso contiene solo 1÷1,2 litri di acqua se costituito da LecaMix (densità 1.000÷1.150 Kg/m³) e ben 2÷2,2 litri di acqua se costituito dalla tradizionale sabbia e cemento (densità 2.000÷2.200 Kg/m³).

Pertanto al medesimo valore di umidità (2%) fanno riferimento due diversi contenuti di acqua (nel Lecamix 1÷1,2 litri, nel massetto tradizionale 2÷2,2 litri pari al doppio). Questo significa che un contenuto di acqua pari a 2÷2,2 litri nel Lecamix si traduce in una umidità del 4%.

Il massetto della gamma Lecamix può pertanto considerarsi asciutto (pronto all'incollaggio del parquet e/o dei pavimenti sensibili all'umidità) con un contenuto di umidità ≤ 3%.

Barriera al vapore



Igrometro a carburo.



RESISTENZA AL FUOCO



PROTEZIONE DELLE STRUTTURE DAL FUOCO

In alcuni casi viene richiesto dalla Normativa Anticendio che una struttura orizzontale sia protetta contro il **rischio di incendio** (ad esempio solai sopra i quali vi siano biblioteche, teatri o centrali termiche). Anche in altri tipi di costruzione possono esserci richieste del genere; ad esempio nelle case di riposo per anziani ricavate dalla ristrutturazione di edifici esistenti è richiesto che i solai in legno siano protetti contro il rischio di incendio.

REAZIONE AL FUOCO

La reazione al fuoco è il grado di partecipazione di un materiale combustibile all'incendio al quale è sottoposto.

Il 10 Marzo 2005 (G. U. n° 73 del 30-03-2005) è stato emesso il Decreto del Ministero dell'Interno "Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio". In funzione dei risultati delle varie prove sono previste **7 classi**, identificate con i simboli **A1, A2, B, C, D, E, F** per i prodotti da costruzione ad eccezione dei pavimenti e **A1_{FL}, A2_{FL}, B_{FL}, C_{FL}, D_{FL}, E_{FL}, F_{FL}** per i soli prodotti destinati ad essere utilizzati quale supporto per pavimenti. I prodotti appartenenti alla **classe A1 e A1_{FL} non contribuiscono a nessuna fase dell'incendio**, nemmeno in presenza di un incendio generalizzato, e pertanto vengono definiti **"Incombustibili"**. Ai prodotti riportati negli elenchi di cui all'allegato C del Decreto è attribuita la classe di reazione al fuoco A1 e A1_{FL}, di cui alla decisione 2000/147/CE, senza dover essere sottoposti a prove; fra questi è presente l'argilla espansa.

L'argilla espansa "Leca", con essa i prodotti "Sabbia Leca" ed i conglomerati "Leca - cemento", sono così da considerarsi "Incombustibili" ed aventi classe di reazione al fuoco A1 e A1_{FL}.

RESISTENZA AL FUOCO

La resistenza al fuoco, indicata con la sigla **REI**, è l'attitudine di un elemento da costruzione (componente o struttura) a conservare, secondo un programma termico prestabilito e per un tempo determinato, in tutto o in parte la resistenza meccanica "R", l'ermeticità "E" e l'isolamento termico "I" così definiti:

- **Resistenza meccanica:** attitudine di un elemento da costruzione a conservare la resistenza meccanica sotto l'azione del fuoco;
- **Ermeticità:** attitudine di un elemento da costruzione a non lasciar passare né produrre, se sottoposto all'azione del fuoco su un lato, fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto;
- **Isolamento termico:** attitudine di un elemento da costruzione a ridurre, entro un dato limite, la trasmissione del calore.

SOLUZIONI IN LECAMIX E MASSETTOMIX

Il Decreto Ministeriale 16/02/2007, Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti e elementi costruttivi di opere da costruzione, definisce le modalità di calcolo delle prestazioni R e EI dei divisori orizzontali. Grazie alle caratteristiche di materiali isolanti incombustibili, i massetti Lecamix e Massettomix contribuiscono al miglioramento delle prestazioni al fuoco della struttura (solai in laterocemento, in acciaio, in calcestruzzo alleggerito).

Per approfondimenti e calcoli contattare l'Assistenza Tecnica Laterlite (Milano, 02 48011962).

SISTEMA SOTTOFONDO TERMOACUSTICO



Laterlite fornisce un sistema che associa alle prestazioni tecniche attese dal progettista, la praticità di impiego richiesta dal posatore. Il **Sistema Sottofondo Leca** si compone di soluzioni certificate per la realizzazione di sottofondi che soddisfano le prescrizioni di **isolamento termico** (D.Lgs 311/06), **isolamento acustico** al calpestio (L. 447/95), **leggerezza, resistenza** (meccanica e al fuoco), **asciugatura e biocompatibilità** (prodotti certificati ANAB-ICEA per la Bioedilizia).

Con **Leca**, **Lecapiù** e la gamma **Lecacem** si realizzano strati di isolamento/alleggerimento/compensazione con elevate resistenze termiche e ridotti tempi di asciugatura (anche su alti spessori). La gamma di massetti di finitura **Lecamix** offre tempi di asciugatura variabili in funzione della pavimentazione scelta, garantendo elevate resistenze (meccaniche e al fuoco) e ritiri contenuti con densità pari alla metà dei massetti in sabbia e cemento. Il sistema costruttivo si completa con il materassino per l'isolamento acustico al calpestio della gamma **"Calpestop"** in polietilene espanso reticolato.

MATERASSINO ACUSTICO CALPESTOP

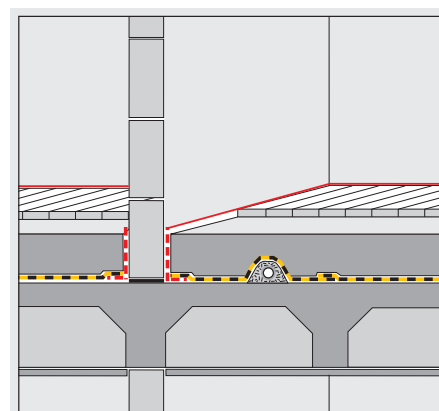
Calpestop è una linea composta da **materassini elastici in polietilene espanso** reticolato chimicamente a cellule chiuse con densità di circa 30 Kg/m³ studiata per completare le prestazioni di isolamento acustico anticalepestio del Sistema Sottofondo Laterlite.

Disponibile nella **versione SUPER** dove il materassino è rivestito su un lato da un foglio alluminato e goffrato per aumentarne la resistenza all'abrasione e al passaggio del vapore. Spessori disponibili 3, 5 e 10 mm.

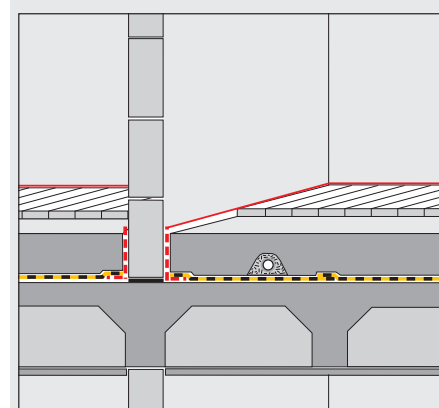
Nella versione **8 TNT** il materassino (sp. 5 mm) è accoppiato sul lato inferiore da una speciale ovatta (sp. 3 mm ca.) mentre sul lato superiore da uno speciale tessuto non tessuto per aumentarne la resistenza all'abrasione. Spessore complessivo ca. 8 mm.

Nella versione **SUPER 5 TNT** il materassino (sp. 5 mm) è accoppiato sul lato inferiore da un foglio alluminato e goffrato mentre sul lato superiore da uno speciale tessuto non tessuto per aumentarne la resistenza all'abrasione. Spessore complessivo ca. 5 mm.

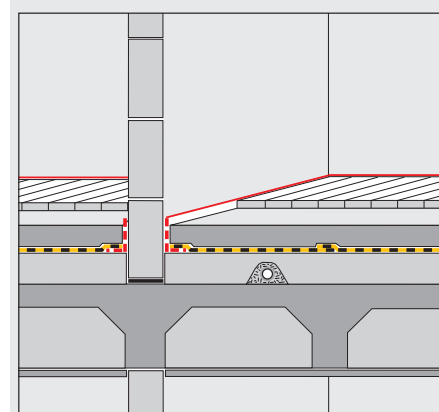
CARATTERISTICHE					
Calpestop	Super	Super 5 TNT		8 TNT	Bandella
Densità Kg/m³ circa	30	30		30	30
Spessori disponibili mm	3, 5, 10	5		8	3
Su richiesta	Classe 1, Reticolato fisico				
MODALITÀ DI CONSEGNA					
	Super		Super 5 TNT		8 TNT
Spessore mm	3	5	10	5	8
Altezza rotolo m	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Diametro rotolo m	0,8	0,8	0,9	0,8	0,6
Lunghezza rotolo m	150	100	50	50	40
Superficie m²	225	150	75	75	60
Peso rotolo kg	25-30	25-30	25-30	25-30	20-30
Rigidità dinamica certificata (MN/m³)	40	31	25	35	-
Conducibilità termica certificata (W/mK)	0,0372				
				Bandella	
Spessore mm	3				
Altezza rotolo m	24 cm				
Scatola da m	6 rotoli				
Lunghezza rotolo m	25				
Superficie m²	-				
Peso rotolo Kg	0,5-1,0				



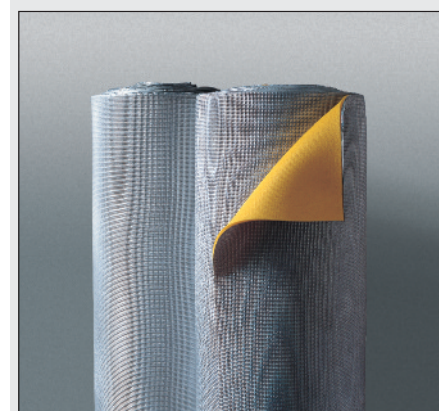
Sottofondo monostrato: materassino sopra impianti.



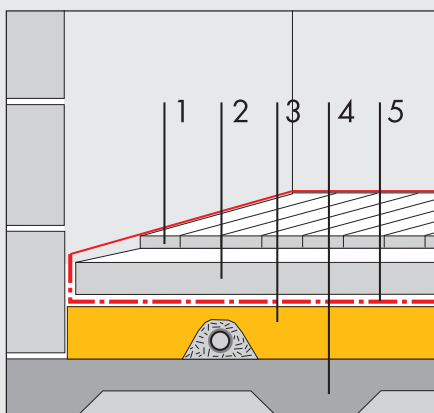
Sottofondo monostrato: materassino sotto impianti.



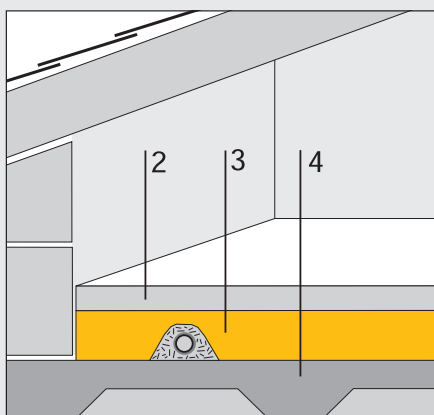
Sottofondo pluristrato: materassino tra strato di livellamento/isolamento e massetto di finitura.



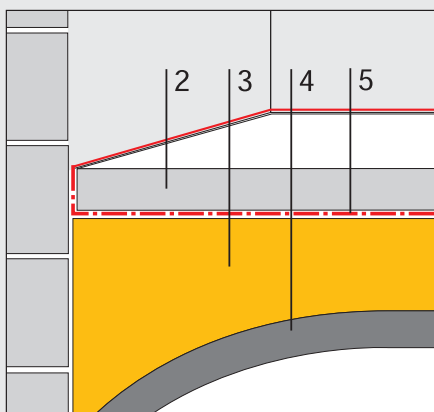
PRODOTTI PER SOTTOFONDI LEGGERI



Sottofondi bistrato



Strati di isolamento termico



Alleggerimenti ad alto spessore

- 1 Pavimento.
- 2 Massetto di finitura.
- 3 Strato di isolamento/alleggerimento/compensazione in Leca, Lecapiù o Lecacem.
- 4 Solaio o struttura portante.
- 5 Eventuale strato elastico per isolamento acustico al calpestio e/o barriera al vapore.



LECA

Argilla espansa per riempimenti, sottofondi di alleggerimento/isolamento e coperture.

Denominazione:	2-3	3-8	8-20
Densità circa (Kg/m³)	480	380	350
Conducibilità termica λ certificata (W/mK)	0,10	0,09	0,09



LECAPIÙ

Argilla espansa speciale a basso assorbimento di acqua per sottofondi di PAVIMENTI SENSIBILI ALL'UMIDITÀ.

Denominazione:	0-4	3-8	8-20
Densità circa (Kg/m³)	570	350	320
Conducibilità termica λ certificata (W/mK)	0,12	0,09	0,09



LECACEM mini

Premiscelato leggero e isolante A SUPERFICIE COMPATTA per strati di alleggerimento/isolamento. Grana fine.

Densità in opera (Kg/m³)	ca. 600
Resistenza media a compressione (N/mm²)	5,0
Conducibilità termica λ certificata (W/mK)	0,142



LECACEM classic

Premiscelato leggero e isolante A VELOCE ASCIUGAMENTO per strati di alleggerimento/isolamento. Grana media.

Densità in opera (Kg/m³)	ca. 600
Resistenza media a compressione (N/mm²)	2,5
Conducibilità termica λ certificata (W/mK)	0,134



LECACEM maxi

Premiscelato leggero e isolante AD ALTO SPESSORE per strati di alleggerimento/isolamento. Grana grossa.

Densità in opera (Kg/m³)	ca. 450
Resistenza media a compressione (N/mm²)	1,0
Conducibilità termica λ certificata (W/mK)	0,126



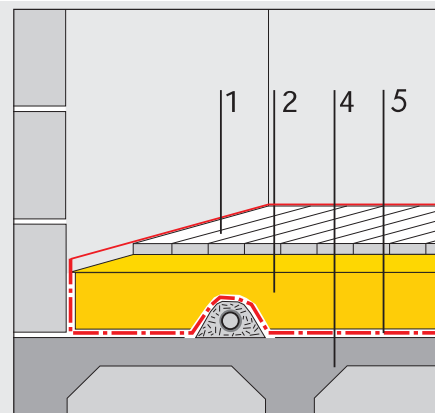
PRODOTTI PER MASSETTI DI FINITURA



LECAMIX FAST

Massetto premiscelato leggero e isolante A VELOCE ASCIUGATURA.

Densità in opera (Kg/m³)	ca. 1.150
Resistenza media a compressione (N/mm²)	16,0
Tempi di asciugatura (spess. 5 cm)	7 giorni
Conducibilità termica λ certificata (W/mK)	0,291



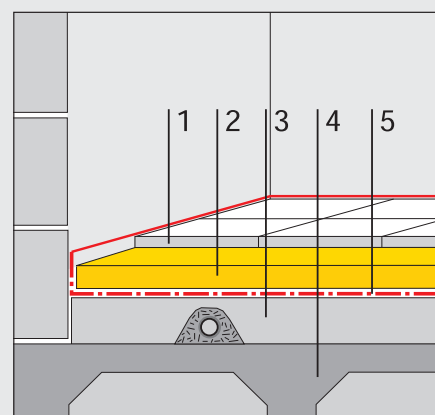
Sottofondi monostrato



LECAMIX FORTE

Massetto premiscelato leggero e isolante a RITIRO ED ASCIUGATURA CONTROLLATI.

Densità in opera (Kg/m³)	ca. 1.050
Resistenza media a compressione (N/mm²)	15,0
Tempi di asciugatura (spess. 5 cm)	35 giorni
Conducibilità termica λ certificata (W/mK)	0,258



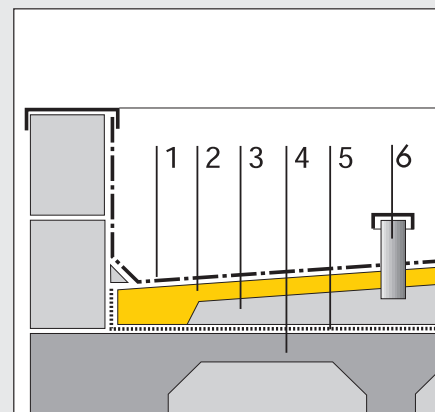
Sottofondi pluristrato



LECAMIX FACILE

Premiscelato leggero e isolante per massetti, sottofondi e coperture.

Densità in opera (Kg/m³)	ca. 1.000
Resistenza media a compressione (N/mm²)	9,0
Conducibilità termica λ certificata (W/mK)	0,251



Coperture piane



MASSETTOMIX PARIS

Premiscelato fibrorinforzato a ritiro controllato per massetti a BASSO SPESSORE ad elevata conducibilità termica.

Densità in opera (Kg/m³)	> 2.000
Resistenza media a compressione (N/mm²)	20,0
Conducibilità termica λ certificata (W/mK)	1,83

MASSETTOMIX PRONTO

Premiscelato per massetti A BASSO SPESSORE e RAPIDA ASCIUGATURA.

Densità in opera (Kg/m³)	> 2.000
Resistenza media a compressione (N/mm²)	25,0
Tempi di posa del pavimento	24 h (non sensibili all'umidità) 4 gg (sensibili all'umidità)



- 1 Pavimento o membrana bituminosa.
- 2 Massetto di finitura o di pendenza in Lecamix.
- 3 Strato di isolamento/alleggerimento/compensazione.
- 4 Solaio o struttura portante.
- 5 Eventuale strato elastico per isolamento acustico al calpestio e/o barriera al vapore.
- 6 Areatore.

SISTEMA RISCALDAMENTO/RAFFRESCAMENTO A PAV

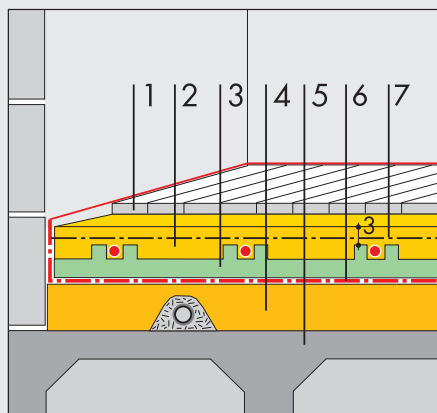


FIGURA 8
Massetto radiante su pannelli presagomati.

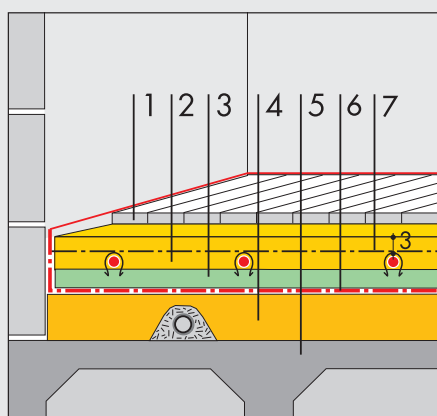


FIGURA 9
Massetto radiante su pannelli lisci.

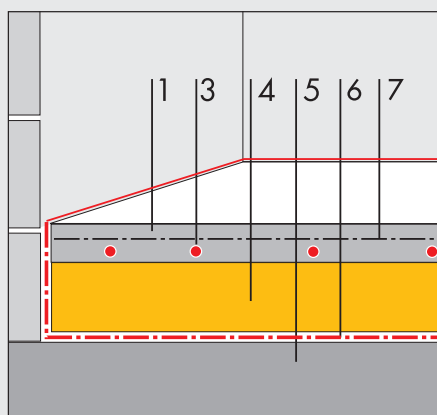


FIGURA 10
Pavimento industriale.

- 1 Pavimento civile o industriale.
- 2 Massetto in Massettomix PaRis.
- 3 Sistema di riscaldamento a pavimento.
- 4 Strato di alleggerimento/isolamento in Leca, Lecapiù o Lecacem.
- 5 Solaio o terreno.
- 6 Eventuale strato elastico per isolamento acustico al calpestio e/o barriera al vapore.
- 7 Eventuale rete elettrosaldata.

IL PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Il sistema di riscaldamento a pavimento **opera per irraggiamento** utilizzando l'acqua (ad una temperatura di circa $30\div 35\text{ }^{\circ}\text{C}$) circolante in una rete di tubi annegati nel massetto.

Si ottiene così una **ripartizione uniforme del calore** sulla superficie radiante, fornendo benessere alle persone nell'ambiente, mantenendo l'impianto ad una temperatura di gestione più contenuta, riducendo sensibilmente i consumi. La progettazione degli impianti di riscaldamento a pavimento è regolata dalla Norma europea UNI EN 1264.

COME SI REALIZZA

I principali elementi costituenti il sistema sono **l'isolante, la serpentina riscaldante e il massetto di finitura** ai quali se ne aggiungono altri che, a seconda dei casi, possono essere omessi come ad esempio i sistemi di ancoraggio della serpentina, la rete elettrosaldata e l'additivo termofluidificante.

Per impedire le dispersioni di calore verso il basso generalmente viene collocato sul substrato esistente uno strato di isolamento termico realizzato mediante pannelli isolanti, che possono essere lisci o pre-sagomati, sui quali si inserisce la serpentina riscaldante (Figura 8 e 9). Ove necessario si prevederà uno strato di alleggerimento/isolamento che inglobi gli impianti elettrico e idrosanitario sottostanti creando il piano necessario per la stesa dell'isolante. Nel caso di pannelli lisci i tubi vengono fissati all'isolante mediante clips (Figura 9). L'eventuale strato elastico anticalepestio va posto al di sotto dello strato isolante.

Nelle **applicazioni per il settore industriale**, dove l'isolamento mediante pannelli non garantisce la necessaria resistenza ai carichi di esercizio, è consigliabile realizzare lo strato isolante con **argilla espansa Leca imboiaccata o impastata a cemento**. Questa soluzione associa ottime proprietà di isolamento termico ad elevati valori di resistenza a compressione, anche su alti spessori, realizzando un sottofondo idoneo anche per i carichi più gravosi (Figura 10). Il tutto viene poi ricoperto con il massetto di finitura (o il pavimento industriale) che diventa parte integrante del sistema.

I VANTAGGI DEL SISTEMA

Comfort

Grazie ad una **minore temperatura dell'aria ed una maggiore temperatura media delle superfici** si riduce il salto termico tra le pareti ed il corpo umano a tutto vantaggio del comfort e di un ambiente confortevolmente riscaldato e con umidità relativa entro parametri ottimali.

Minori consumi

La massa radiante costituita dal sistema soletta/pavimento permette di riscaldare ad una relativamente **bassa temperatura** una grande superficie (quella del pavimento) in modo uniforme e solo per un'**altezza "uomo"** (con riduzione dei consumi in locali grandi ed alti come palestre e capannoni).

Igiene

L'assenza di corpi scaldanti esclude totalmente la formazione di nidi di polvere, la bassa differenza di temperatura tra pavimento e ambiente non provoca moti convettivi riducendo il sollevamento della polvere e dei batteri in essa contenuti.

Libertà progettuale

Poiché il calore viene emesso dal pavimento, non occorre pensare alla sistemazione di elementi costruttivi visibili (nicchie e/o radiatori ecc.) disponendo così di maggiore libertà progettuale.

IL MASSETTO DI FINITURA

La scelta del massetto di finitura in presenza di impianti di riscaldamento a pavimento risulta **ancor più decisiva** che nelle applicazioni con normali sottotondi. Infatti, il **massetto** costituisce la **superficie radiante** del sistema di riscaldamento ed è quindi parte integrante dell'impianto, fino a migliorarne o comprometterne l'efficienza. Il massetto tradizionale in sabbia e cemento richiede particolari attenzioni per questo tipo di impiego che la reperibilità di materie prime e la mano d'opera disponibile nei cantieri spesso non riescono a garantire (curva granulometrica e tipologia degli inerti utilizzati, dosaggi di cemento e acqua, consistenza e resistenza del massetto).

Per ridurre i margini di errore connessi ad una errata realizzazione del massetto, le Aziende produttrici di impianti di riscaldamento a pavimento commercializzano degli additivi fluidificanti (termofluidificanti) da inserire nell'impasto con lo scopo di diminuire il rapporto acqua/cemento e migliorare la conducibilità termica del massetto. La possibilità di errore si riduce ma il rischio è ancora elevato non sempre solo a causa della scarsa professionalità degli operatori edili.

SOLUZIONI LATERLITE

MassettoMix PaRis è un massetto premiscelato in sacchi specifico sopra serpentine di riscaldamento a pavimento. La sua formulazione è stata studiata in collaborazione con le primarie Aziende produttrici di questi impianti, al fine di ottimizzarne le caratteristiche specifiche per queste applicazioni. L'operatore deve semplicemente rompere nell'impastatrice i sacchi e aggiungere l'acqua indicata. **Non è richiesto l'inserimento di alcun additivo in quanto la conducibilità termica certificata (pari a 1,83 W/mK) è già decisamente superiore alle normali aspettative dei termoidraulici.**

La presenza delle **fibre metalliche amorfe**, oltre a collaborare all'elevata conducibilità, garantisce al massetto pronto un limitato ritiro (superfici senza giunti fino a 100 m²) che consente di **evitare l'uso di reti di armatura** che potrebbero danneggiare, nelle fasi di posa, la serpentina dell'impianto. La specifica composizione di aggregati e leganti consente densità (> 2.000 Kg/m³) e resistenze (20 N/mm²) che conferiscono al massetto **caratteristiche di robustezza superiori alla norma**; per tali ragioni è indicato per spessori a partire da 3 cm sopra i tubi. Al contrario, nei casi in cui lo spessore sia notevole (superiore a 10/15 cm) è indispensabile realizzare uno strato di livellamento con un materiale leggero e resistente per supportare la posa dei pannelli del sistema di riscaldamento a pavimento. La gamma di premiscelati Lecacem a base di argilla espansa idrorepellente e cemento, consente di livellare gli impianti riducendo al minimo i sovraccarichi sulla struttura e contribuendo all'isolamento termico evitando dispersioni di calore verso il basso.



Il pannello isolante e la serpentina riscaldante.



L'impasto del massetto.



La finitura del massetto.



MASSETTOMIX PARIS

Premiscelato fibrorinforzato a ritiro controllato per massetti a basso spessore e ad **ELEVATA CONDUCEBILITÀ TERMICA**.

Densità in opera (Kg/m ³)	> 2.000
Resistenza media a compressione (N/mm ²)	20,0
Conducibilità termica λ certificata (W/mK)	1,83



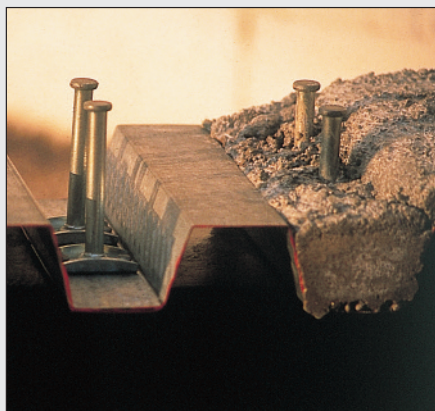
SISTEMA CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE



Solaio in legno da consolidare.



Connettori continui.



Connettori puntiformi.



Sistema Laterlite.

INQUADRAMENTO GENERALE

Spesso negli interventi di **consolidamento di solai esistenti in legno** (o altri materiali), o nella formazione di nuovi solai ad esempio in lamiera grecata, è necessario intervenire per recuperare strutture preesistenti adeguandole ai carichi di esercizio ed alle frecce richieste dalla normativa vigente. Si procede quindi alla **formazione di una struttura mista** (legno/calcestruzzo, acciaio/calcestruzzo, laterizio/calcestruzzo) **gettando una nuova soletta perfettamente interconnessa con le strutture portanti esistenti. L'interposizione di connettori tra i due materiali ne evita lo scorrimento reciproco.** Si realizza così per i solai in legno una sezione in cui, per effetto dei carichi verticali, il legno risulta prevalentemente teso ed il calcestruzzo compresso.

SOLUZIONE LATERLITE

Un nuovo getto di calcestruzzo comporta un aumento del peso proprio del solaio (con conseguente rischio di accentuazione dell'inflessione delle travi) ed aggravio dei carichi da trasmettere sulle murature perimetrali esistenti e ripartire sul terreno di appoggio. I calcestruzzi strutturali leggeri **Leca CLS 1400, CLS 1400 Ri, Calcestruzzo Pratico (Leca CLS 1600) e Calcestruzzo Alte Prestazioni Leca CLS1800**, con il loro ridotto peso assicurano carichi permanenti ridotti sulle strutture esistenti e quindi frecce limitate con caratteristiche meccaniche adeguate ad assorbire gli sforzi di compressione.

Per quanto riguarda i connettori necessari per il collegamento tra calcestruzzo e struttura esistente riportiamo alcuni cenni sull'impiego dei due principali sistemi:

- **per solai in legno** esistono connettori puntiformi (fissati meccanicamente o con resine) o di tipo continuo. Questi ultimi sono costituiti da profili in acciaio zincato di apposita forma, fissati meccanicamente a mezzo di viti mordenti ai travetti dell'orditura;
- **per solai con putrelle o lamiere grecate** vengono impiegati connettori puntiformi, saldati, rivettati o chiodati alla struttura esistente. In tutti i casi i connettori vanno verificati al taglio e, per i solai in legno, al rifollamento.

Con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni il 1 luglio 2009, la densità minima del calcestruzzo leggero strutturale per getti su solai metallici è pari a 1800 kg/m².

MASSETTO DI FINITURA

Una soletta in calcestruzzo non è un sottofondo e pertanto non deve essere interrotta da impianti (tubazioni idrauliche, scarichi, impianti elettrici ecc.), pena la perdita di resistenza della soletta stessa, e necessita della realizzazione di uno strato ripartitore dei carichi (massetto). Al fine di ottenere un intervento globalmente "leggero" (calcestruzzo + massetto), **si consiglia per il massetto l'utilizzo di prodotti alleggeriti della linea Lecamix (Fast, Forte e Facile).** Infatti la posa di un massetto tradizionale, avente una densità in opera doppia di un Lecamix ed addirittura superiore a quella di un Leca CLS, vanificherebbe i benefici ottenuti dalla riduzione di peso operata con il consolidamento strutturale utilizzando Leca CLS.

Quando i vincoli di cantiere non permettano di realizzare un idoneo sottofondo è possibile incollare direttamente la pavimentazione su Leca CLS 1400, CLS 1400 Ri e Calcestruzzo Pratico (Leca CLS 1600) procedendo come su un getto di calcestruzzo tradizionale con tutti i limiti ed i rischi che tale soluzione comporta. Occorre porre molta attenzione all'esecuzione della superficie del getto (planarità e lisciatura) ed impiegare materiali e tecniche adatte per l'incollaggio sul calcestruzzo. Si dovrà altresì considerare le conseguenze che le inflessioni del solaio potrebbero avere sull'integrità della pavimentazione e l'umidità residua. Per non inficiare le resistenze finali va comunque rispettata la quantità di acqua d'impatto indicata (non posare il calcestruzzo a consistenza "terra umida").

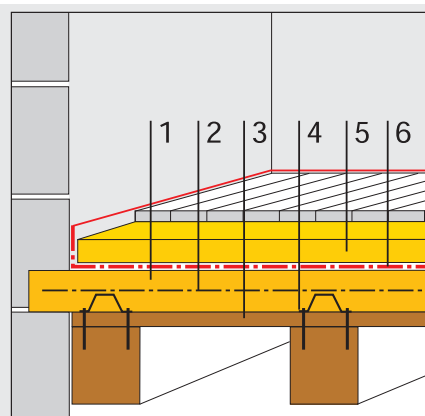
PRODOTTI PER CALCESTRUZZI LEGGERI STRUTTURALI



LECA CLS 1400

Calcestruzzo **LEGGERO STRUTTURALE** premiscelato per getti di rinforzo e solette collaboranti. Anche nella versione Ri a rapido indurimento.

Densità (UNI EN 206-01) (Kg/m³)	ca. 1.400
Resistenza caratteristica a compressione (laboratorio 28 gg.) (N/mm²)	25,0
Modulo Elastico (N/mm²)	ca. 15.000



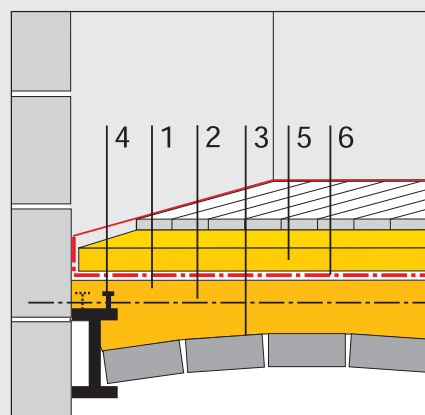
Solai in legno



CALCESTRUZZO PRATICO LECA CLS 1600

Calcestruzzo leggero strutturale premiscelato **AD ALTA RESISTENZA**, pratico e di facile impiego per ogni applicazione.

Densità (UNI EN 206-01) (Kg/m³)	ca. 1.600
Resistenza caratteristica a compressione (laboratorio 28 gg.) (N/mm²)	35,0
Modulo Elastico (N/mm²)	ca. 20.000



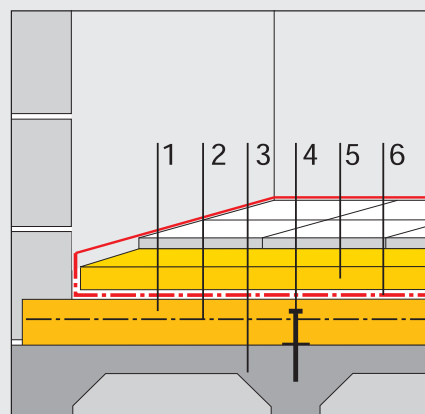
Solai in putrelle e laterizio



CALCESTRUZZO ALTE PRESTAZIONI LECA CLS 1800

Calcestruzzo leggero strutturale premiscelato **AD ALTE PRESTAZIONI**, fibrorinforzato specifico anche per getti su sali metallici.

Densità (UNI EN 206-01) (Kg/m³)	ca. 1.800
Resistenza caratteristica a compressione (laboratorio 28 gg.) (N/mm²)	45,0
Modulo Elastico (N/mm²)	ca. 25.000

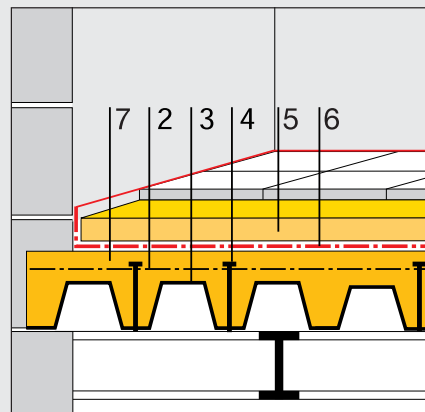


Solai in laterocemento

CENTRALE DI BETONAGGIO

È possibile realizzare calcestruzzi strutturali leggeri confezionati da centrali di betonaggio. Scegliendo opportunamente la tipologia di argilla espansa (normale o Strutturale) ed ottimizzando il mix design si confezionano calcestruzzi con densità in opera da 1.500 a 2.000 kg/m³ e resistenze caratteristiche a compressione da 15 a 50 N/mm².

- 1 Leca CLS (1400, 1400Ri, 1600, 1800).
- 2 Armatura metallica o rete elettrosaldata.
- 3 Solaio o struttura esistente da rinforzare.
- 4 Connettori metallici di tipo continuo o puntiforme per soletta collaborante.
- 5 Massetto in Lecamix.
- 6 Eventuale strato elastico per isolamento acustico al calpestio e/o barriera al vapore.
- 7 Leca CLS 1800



Solai in lamiera grecata

STRATI DI ISOLAMENTO, ALLEGGERIMENTO, COMPENSAZIONE

LECA IMBOIACCATO

Strato di isolamento termico e/o alleggerimento costituito da argilla espansa "Leca", denominazione 3-8 o 8-20, stesa, costipata e successivamente imboiaccata nella parte superiore con boiaccia di cemento 32,5 (a/c 0,8 - 1, con consumo medio di cemento di circa 12-15 Kg per m²), compresa la sistemazione a livello. Spessore finito cm ...

LECA IMPASTATO

Strato di isolamento termico e/o alleggerimento in argilla espansa "Leca", denominazione 3-8 o 8-20, impastato con cemento tipo 32,5 in ragione di 1,5 qli di cemento per ogni m³ di Leca. Steso, battuto e spianato nello spessore di cm ...

LECAPIÙ IMPASTATO

Strato di isolamento e/o alleggerimento in argilla espansa "Lecapiù", denominazione 0-4, 3-8 o 8-20, Lecapiù (assorbimento di umidità circa 1% a 30') impastato con cemento tipo 32,5 in ragione di 1,5 qli di cemento per ogni m³ di Lecapiù.

Steso, costipato e spianato. Spessore finito cm ...

LECACEM MINI

Strato di isolamento termico e/o alleggerimento costituito da premiscelato "Lecacem Mini", a base di argilla espansa Lecapiù (assorbimento di umidità circa 1% a 30') e leganti specifici. Densità in opera circa 600 Kg/m³, resistenza media a compressione circa 5,0 N/mm². Fornito in sacchi, impastato con acqua secondo le indicazioni del produttore, steso, battuto e spianato nello spessore di cm ...

LECACEM CLASSIC

Strato di isolamento termico e/o alleggerimento costituito da premiscelato "Lecacem Classic", a base di argilla espansa Lecapiù (assorbimento di umidità circa 1% a 30') e leganti specifici. Densità in opera circa 600 Kg/m³, resistenza media a compressione circa 2,5 N/mm². Fornito in sacchi, impastato con acqua secondo le indicazioni del produttore, steso, battuto e spianato nello spessore di cm ...

LECACEM MAXI

Strato di isolamento termico e/o alleggerimento costituito da premiscelato "Lecacem Maxi", a base di argilla espansa Lecapiù (assorbimento di umidità circa 1% a 30') e leganti specifici. Densità in opera circa 450 Kg/m³, resistenza media a compressione circa 1,0 N/mm². Fornito in sacchi, impastato con acqua secondo le indicazioni del produttore, steso, battuto e spianato nello spessore di cm ...

MASSETTI DI FINITURA

LECAMIX FAST

Massetto adatto a ricevere la posa di pavimenti incollati (anche sensibili all'umidità), costituito da premiscelato "Lecamix Fast" a base di argilla espansa Lecapiù (assorbimento di umidità circa 1% a 30') leganti specifici e additivi. Asciugamento: 3% umidità residua in circa 7 giorni dal getto per spessore 5 cm. Densità in opera circa 1.150 Kg/m³. Resistenza media a compressione 16,0 N/mm².

Il massetto dovrà essere staccato dalle strutture perimetrali con materiali elastici dello spessore minimo di 0,5 cm e avere uno spessore non inferiore a cm 5 se posato direttamente su solaio e cm 6 se posato su strati elastici (isolamenti acustici, termici ecc. di spessore compreso tra 3 e 6 mm). Fornito in sacchi, impastato con acqua secondo le indicazioni del produttore, steso, battuto, spianato e lisciato, nello spessore di cm ...

LECAMIX FORTE

Massetto adatto a ricevere la posa di pavimenti incollati anche sensibili all'umidità, costituito da premiscelato "Lecamix Forte" a base di argilla espansa Lecapiù (assorbimento di umidità circa 1% a 30') leganti specifici e additivi. Asciugamento: 3% umidità residua in circa 35 giorni dal getto per spessore 5 cm. Densità in opera circa 1.050 Kg/m³. Resistenza media a compressione 15,0 N/mm².

Il massetto dovrà essere staccato dalle strutture perimetrali con materiali elastici dello spessore minimo di 0,5 cm e avere uno spessore non inferiore a cm 5 se posato direttamente su solaio e cm 6 se posato su strati elastici (isolamenti acustici, termici ecc. di spessore compreso tra 3 e 6 mm). Fornito in sacchi, impastato con acqua secondo le indicazioni del produttore, steso, battuto, spianato e lisciato, nello spessore di cm ...

LECAMIX FACILE

Massetto adatto a ricevere la posa di pavimenti, o membrane impermeabili, costituito da premiscelato "Lecamix Facile" a base di argilla espansa Lecapiù (assorbimento di umidità circa 1% a 30') leganti specifici e additivi. Densità in opera circa 1.000 Kg/m³. Resistenza media a compressione 9,0 N/mm². Il massetto dovrà essere staccato dalle strutture perimetrali con materiali elastici dello spessore minimo di 0,5 cm e avere uno spessore non inferiore a cm 5 se posato direttamente su solaio e cm 6 se posato su strati elastici (isolamenti acustici, termici ecc. di spessore compreso tra 3 e 6 mm). Fornito in sacchi, impastato con acqua secondo le indicazioni del produttore, steso, battuto, spianato e lisciato, nello spessore di cm ...

MASSETTOMIX PARIS

Massetto fibrorinforzato (fibre metalliche amorfe inossidabili lunghezza 20 mm) a ritiro controllato per massetto ad elevata conducibilità termica ($\lambda = 1,83 \text{ W/mK}$) "Massettomix PaRis" idoneo per sistemi di riscaldamento - raffrescamento a pavimento. Densità in opera > 2.000 Kg/m³. Resistenza a compressione pari a 20,0 N/mm². Asciugamento di tipo veloce (2% umidità residua a ca. 7 giorni dal getto per spessore 3 cm). Il massetto dovrà essere staccato dalle strutture perimetrali con materiali elastici dello spessore minimo di 0,5 cm e avere uno spessore non inferiore a cm 3. Fornito in sacchi, impastato con acqua secondo le indicazioni del produttore, steso, battuto, spianato e lisciato, nello spessore di cm ...

* Nel caso di sottofondi ad alto spessore inserire al di sotto del Massettomix PaRis uno strato di Lecacem.

MASSETTOMIX PRONTO

Massetto premiscelato a rapida asciugatura "Massettomix Pronto" adatto alla posa diretta della pavimentazione a mezzo adesivi, resistenza media a compressione pari a 25,0 N/mm².

Asciugamento di tipo rapido (2% umidità residua a ca. 4 giorni dal getto per spessore 3 cm). Il massetto dovrà essere staccato dalle strutture perimetrali con materiali elastici dello spessore di 3-5 mm e avere uno spessore non inferiore a cm 3. Fornito in sacchi, impastato con acqua secondo le indicazioni del produttore, steso, battuto, spianato e lisciato, nello spessore di cm Densità in opera > 2000 Kg/m³.

MATERASSINI ACUSTICI ANTICALPESTIO

PER COSTRUIRE LA VOCE DI CAPITOLATO:

- 1) nel caso di sottofondi monostrato iniziare con la voce del massetto di finitura Lecamix;
- 2) nel caso di sottofondi pluristrato aggiungere anche quella dello strato di isolamento/alleggerimento/compensazione su cui andrà steso il materassino Calpestop.
- 3) inserire poi, in entrambi i casi, la voce del materassino scegliendo tra:

CALPESTOP SUPER

Materassino fonoisolante in polietilene espanso reticolato chimicamente a cellule chiuse con densità circa 30 Kg/m³ rivestito su un lato da foglio alluminato e gofrato per aumentarne la resistenza all'abrasione, al passaggio del vapore e per facilitare le fasi di posa su impianti e in corrispondenza dei risvolti sulle pareti. Spessore ... (3, 5, 10 mm).*

CALPESTOP SUPER 5 TNT

Materassino fonoisolante in polietilene espanso reticolato chimicamente a cellule chiuse con densità circa 30 Kg/m³ accoppiato sul lato inferiore da un foglio alluminato e gofrato mentre sul lato superiore da uno speciale tessuto non tessuto per aumentarne la resistenza all'abrasione. Spessore complessivo ca. 5 mm.*

CALPESTOP 8 TNT

Materassino fonoisolante in polietilene espanso reticolato chimicamente a cellule chiuse con densità circa 30 Kg/m³ (sp. 5 mm) accoppiato sul lato inferiore da una speciale ovatta (sp. 3 mm ca.) mentre sul lato superiore da uno speciale tessuto non tessuto per aumentarne la resistenza all'abrasione. Spessore complessivo ca. 8 mm.

* DA INSERIRE DI SEGUITO:

Si procederà, dunque, all'applicazione della banda adesiva perimetrale avendo cura che la parte verticale superi la quota del pavimento finito. Il materassino andrà sovrapposto alla parte orizzontale in modo da creare una vasca continua. I vari rotoli andranno sormontati per almeno 10 cm e nastrati per creare un manto continuo e non lacerato evitando ogni ponte acustico. Dopo la posa del massetto e del pavimento si procederà alla rifilatura della bandella perimetrale in eccesso.

CALCESTRUZZI LEGGERI STRUTTURALI

CALCESTRUZZO LEGGERO STRUTTURALE LECA CLS 1400 E LECA CLS 1400RI

Calcestruzzo leggero strutturale Leca CLS 1400 (o Leca CLS 1400RI) premiscelato in sacchi a base di argilla espansa Lecapiù (assorbimento di umidità circa 1% a 30°), inerti naturali, cemento tipo Portland e additivi.

Densità indicativa del calcestruzzo a 28 gg. circa 1.400 Kg/m³. Resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni per Leca CLS 1400 (media a 7 giorni per Leca CLS 1400RI) determinata su cubetti confezionati in laboratorio 25 N/mm².

Confezionamento e getto in opera secondo le indicazioni del produttore.

CALCESTRUZZO PRATICO LECA CLS 1600

Calcestruzzo Pratico Leca CLS 1600 premiscelato in sacchi a base di argilla espansa Leca Strutturale, inerti naturali, cemento tipo Portland e additivi.

Densità indicativa del calcestruzzo a 28 gg. circa 1.600 Kg/m³. Resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni determinata su cubetti confezionati in laboratorio 35 N/mm². Confezionamento e getto in opera secondo le indicazioni del produttore.

CALCESTRUZZO ALTE PRESTAZIONI LECA CLS 1800

Calcestruzzo strutturale "Calcestruzzo Alte Prestazioni Leca CLS 1800" premiscelato in sacchi a base di argilla espansa Strutturale, inerti naturali, cemento tipo Portland, fibre e additivi. Densità indicativa del calcestruzzo (UNI UN 206-1) circa 1800 Kg/m³.

Resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni determinata su cubetti confezionati a piè d'opera 45 N/mm². Confezionamento e getto in opera secondo le indicazioni del produttore.

CALCESTRUZZO STRUTTURALE LECA DA CENTRALE DI BETONAGGIO

Calcestruzzo leggero strutturale costituito da argilla espansa (Leca - Leca Strutturale - Leca Terrecotte), inerti naturali, cemento tipo ... e additivi. Densità indicativa del calcestruzzo a 28 gg. ... (da 1.400 sino a 2.000 Kg/m³). Resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni determinata su cubetti confezionati in laboratorio ... (da 15 a 50 N/mm²).

Leca

soluzioni leggere e isolanti

Laterlite

Assistenza tecnica

20149 Milano - via Correggio, 3
Tel. 02 48011962 - Fax 02 48012242
www.leca.it - infoleca@leca.it