



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE

Dipartimento
di Ingegneria ed Architettura

Ing. Carlo Antonio Stival
via A. Valerio 6/1
34127 Trieste
+390405583483
cstival@units.it

LEZIONE

10

15 MAGGIO 2020

Partizioni interne

Elementi di completamento e integrazione impiantistica

A. A. 2019-2020

Laboratorio di **Costruzione dell'Architettura II**

Corso di **Progetto di componenti edilizi**

10.1

Partizioni interne orizzontali

Partizioni orizzontali - generalità

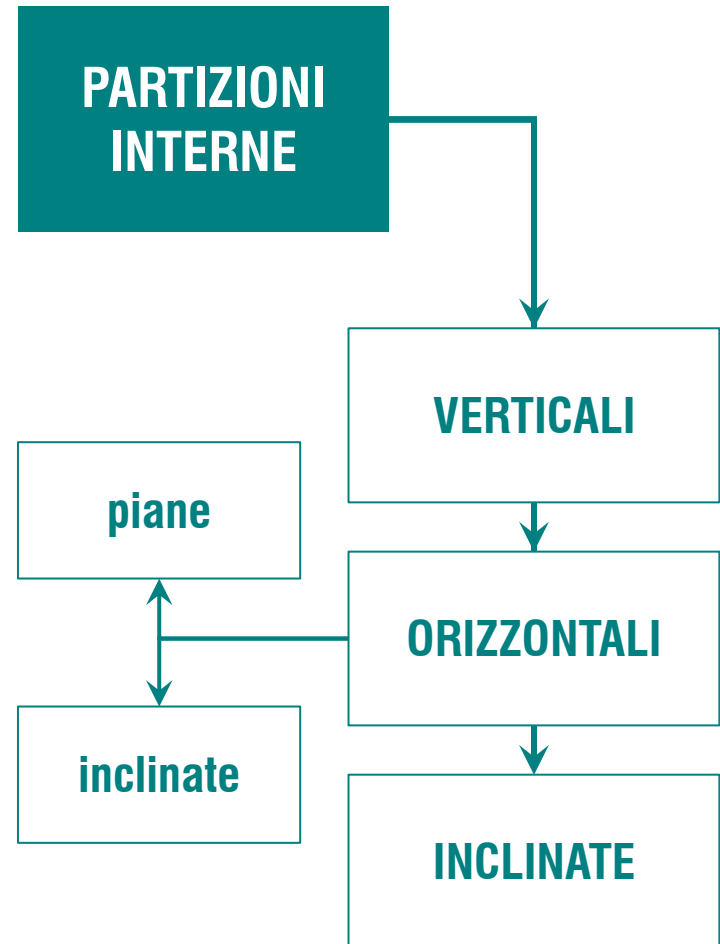
Le **partizioni interne** costituiscono l'insieme di unità tecnologiche ed elementi tecnici che suddividono gli spazi interni del sistema edilizio.

Le partizioni orizzontali **dividono** in **senso orizzontale** l'edificio e possono essere **piane** o **inclinate**.

Con riferimento al singolo spazio monolivello, sono anche dette chiusure **orizzontali intermedie**.

Le funzioni espletate dalle partizioni orizzontali sono essenzialmente:

- la **resistenza a carichi propri e d'esercizio** (struttura inflessa in quanto poggiata su elementi lineari);
- l'«**isolamento acustico**»;
- (eventuale) **resistenza al fuoco**;
- l'**igiene** delle superfici;
- l'**integrità impiantistica**. Va evidenziato come gli impianti possano trovare una installazione autonoma secondo criteri di flessibilità e rimovibilità.



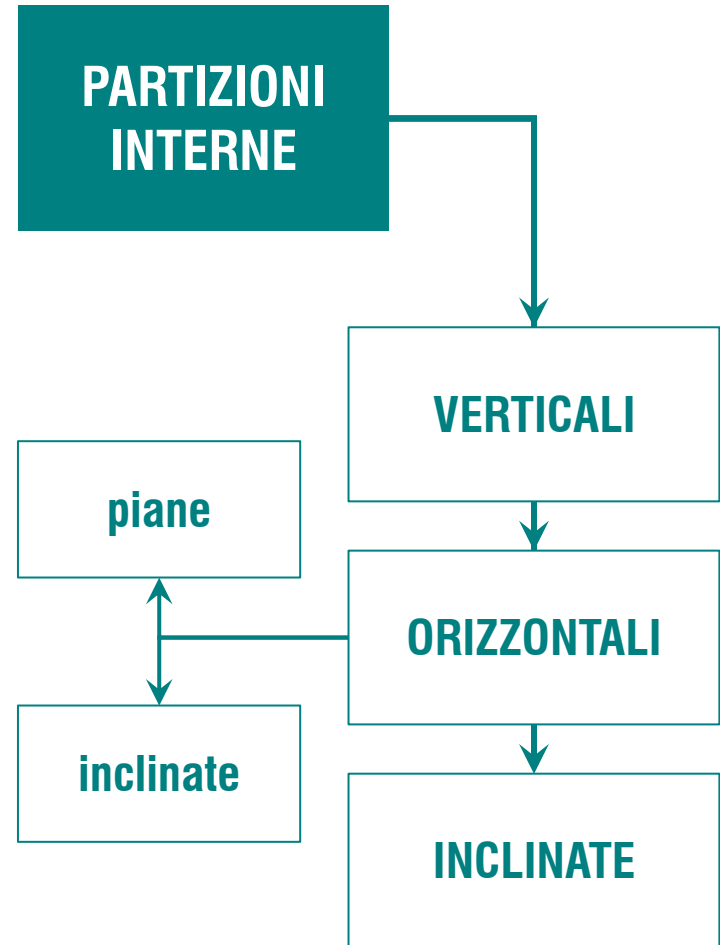
Partizioni orizzontali - generalità

Particolare menzione richiede il requisito di **isolamento termico**. Se è vero che le partizioni orizzontali, in genere, dividono ambienti alla stessa temperatura (superfici adiabatiche), uno strato coibente è richiesto perlomeno nei seguenti casi:

- chiusura a suddivisione di ambienti afferenti a **diverse unità immobiliari**;
- chiusure nelle quali è integrato un **terminale di erogazione di energia** termica o frigorifera.

Nelle partizioni orizzontali, alla luce dei requisiti che le connotano, sono riscontrabili:

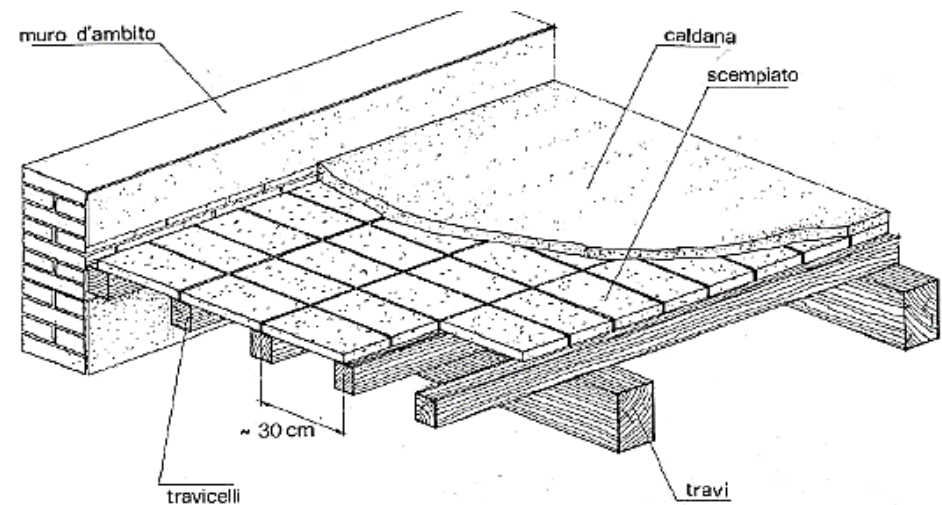
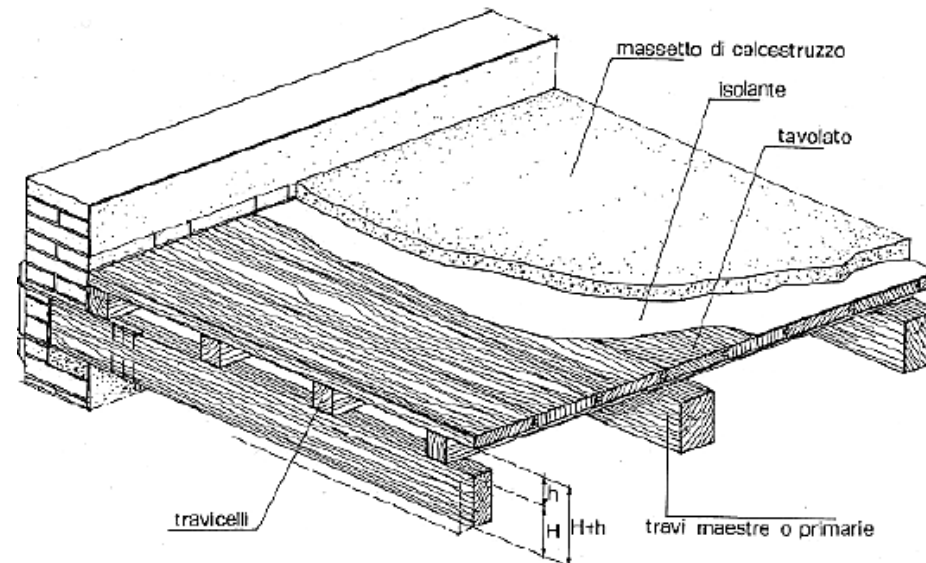
- uno **strato / elemento tecnico resistente**;
- un insieme di strati funzionali di **completamento all'estradosso**;
- come sopra, **all'intradosso**.



Solai

I solai sono suddividibili nelle seguenti famiglie con riferimento alla modalità di espletamento della funzione portante:

- Solai ad **impalcato autoportante** (sopra), utilizzati per luci ridotte, sono costituiti da elementi tecnici di grandi dimensioni direttamente poggianti sugli elementi verticali di sostegno (es. **predalles**);
- Solai ad **ordito** (portante, lineare) **ed impalcato** (portato, bidimensionale), quest'ultimo del tipo **collaborante** o **non collaborante**, utilizzati per luci di dimensioni maggiori.



10

Solai

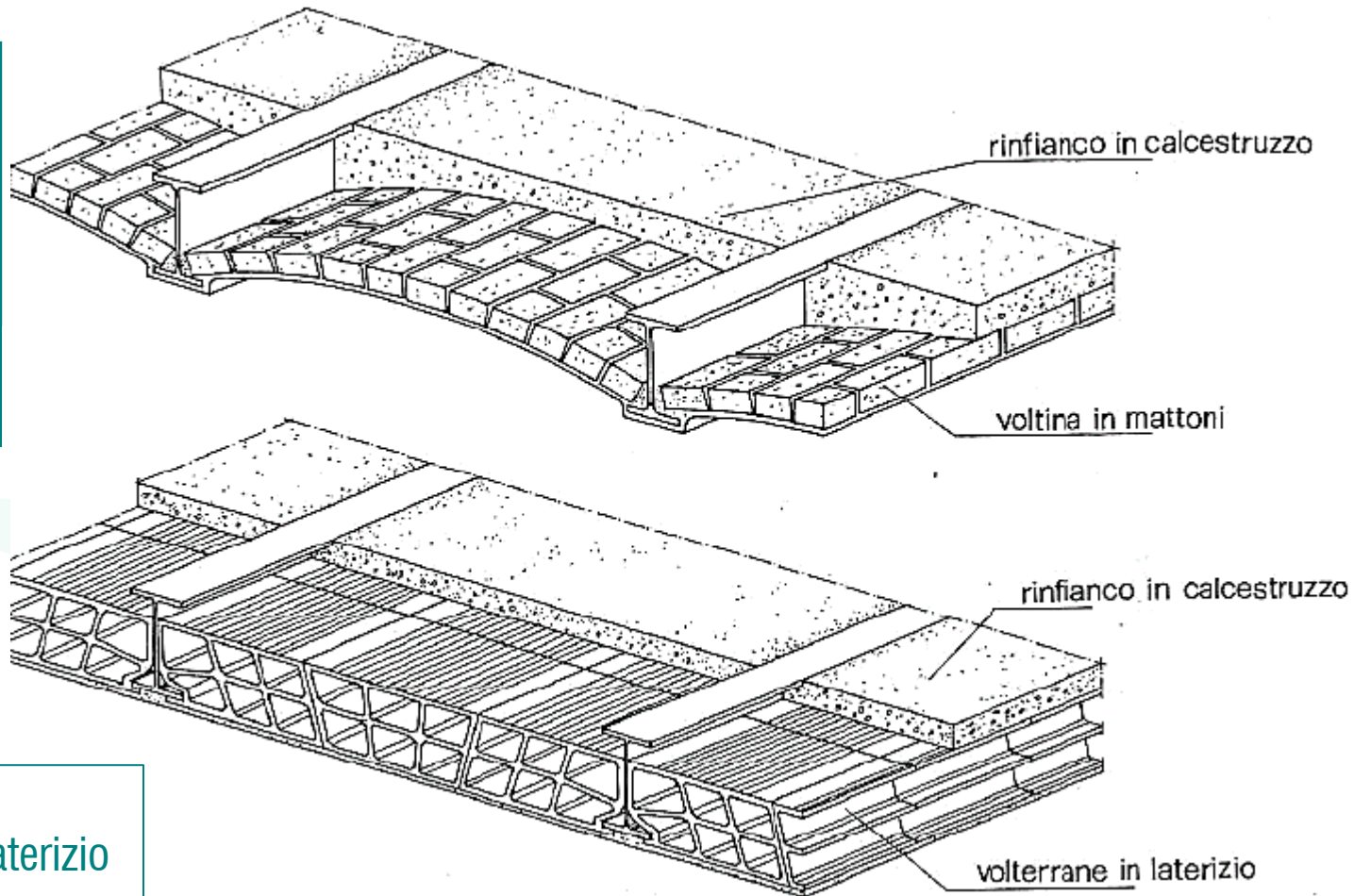
EVOLUZIONE STORICA

Ordito

Legno → Ferro
→ Travetti

Impalcato

Legno → Voltine in laterizio
→ Tavelloni



Solai

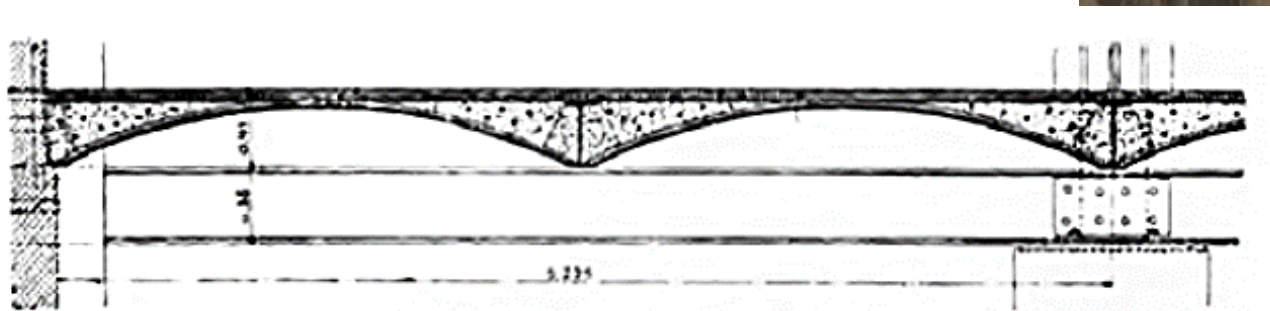
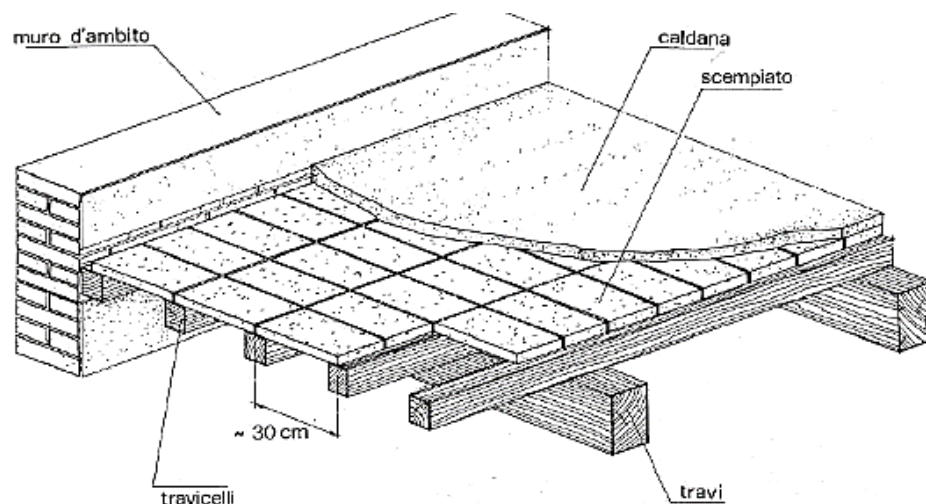
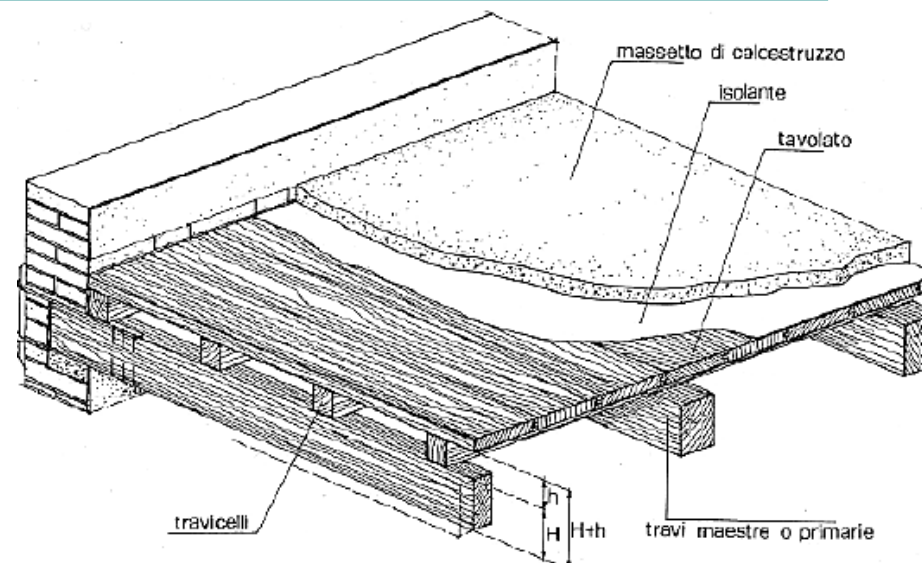


Fig. 153. — Plancher des entrepôts de TRIESTE.

Solai

I solai sono suddividibili nelle seguenti famiglie con riferimento alla modalità di espletamento della funzione portante:

- Solai ad **impalcato autoportante** (sopra), utilizzati per luci ridotte, sono costituiti da elementi tecnici di grandi dimensioni direttamente poggianti sugli elementi verticali di sostegno (es. **predalles**);
- Solai ad **ordito** (portante, lineare) **ed impalcato** (portato, bidimensionale), quest'ultimo del tipo **collaborante** o **non collaborante**, utilizzati per luci di dimensioni maggiori.



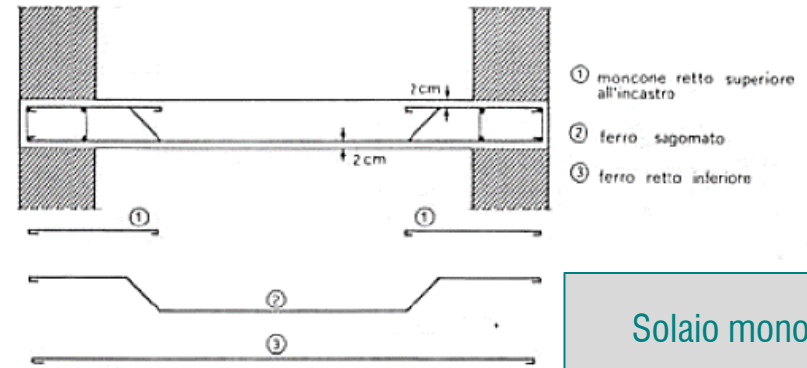
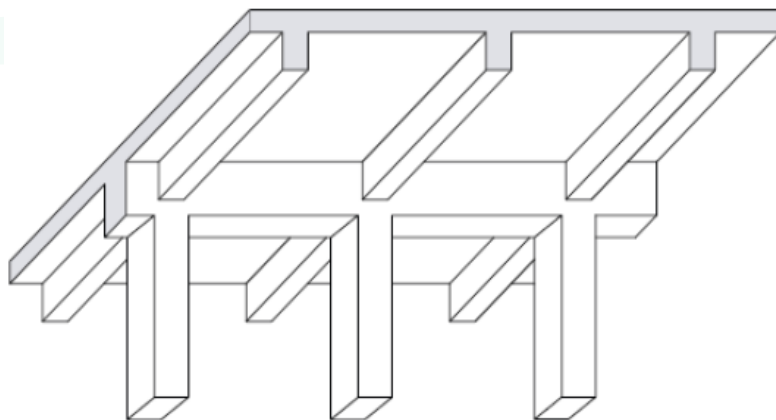
10

Solai in c.a.

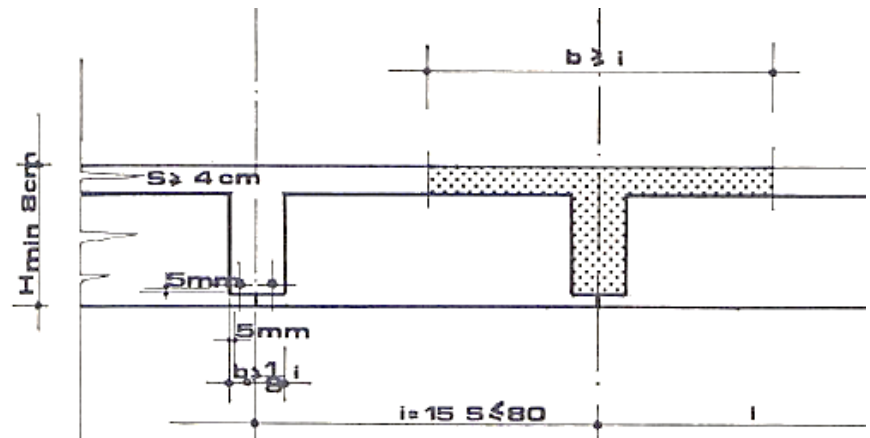
I solai in c.a. collaborano alla resistenza meccanica dell'edificio in virtù del perfetto **incastro** con le **travi**; in edifici a muratura portante in laterizio, i solai sono incastrati ai **cordoli** ed alle **travi**, distribuendo il carico sulle strutture verticali in modo **uniforme**.

I solai in c.a. sono classificabili come:

- **monolitici**, con luce libera di inflessione parallela al lato minore della maglia;
- a **solette nervate**, per luci superiori a 6,5 ml, tipico degli edifici industriali;
- del tipo **misto** o **laterocementizi**.

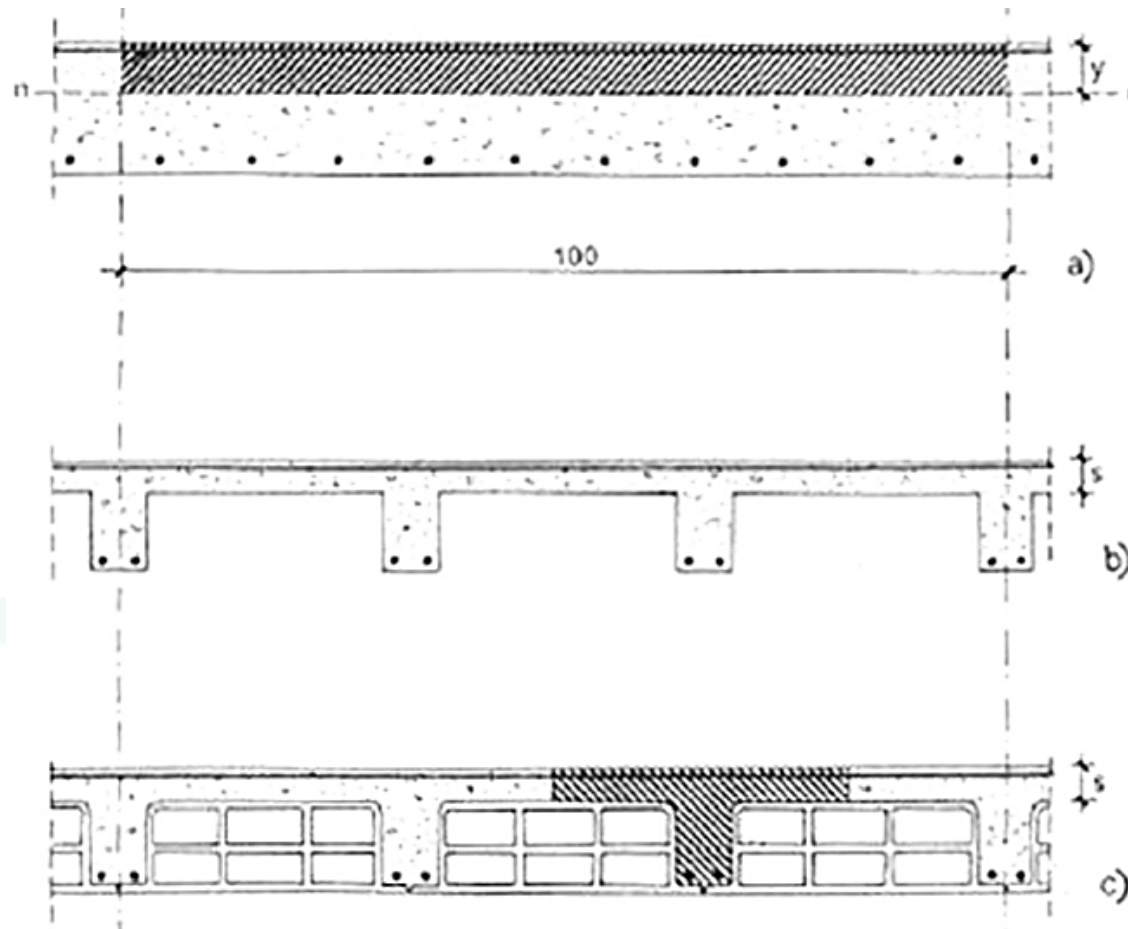


Solaio monolitico



Solaio nervato

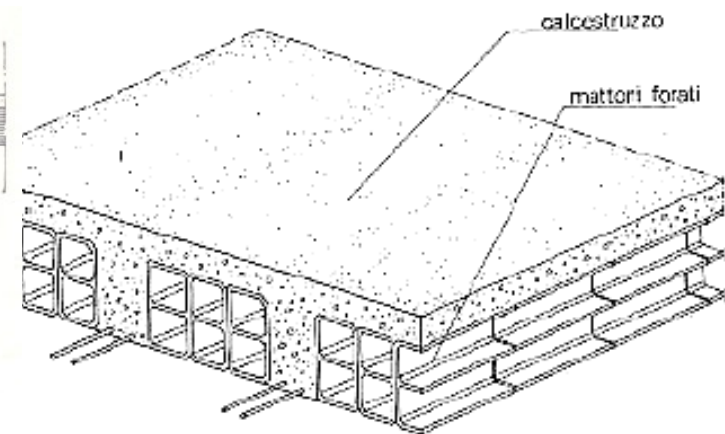
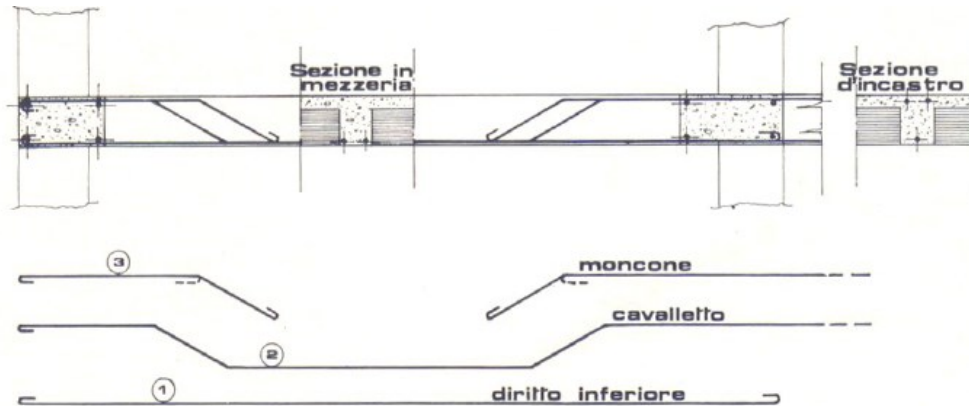
Solai in c.a.



La naturale evoluzione del solaio nervato, in cui i copriferri esigui portavano ad una ossidazione rapida delle armature, è il solaio di tipo **misto**, in cui una **caldana armata** fornisce il collegamento superiore.

Si connota per una maggiore **leggerezza complessiva** e per un miglior **effetto «isolante»** dovuto all'aria contenuta nelle forature degli interposti.

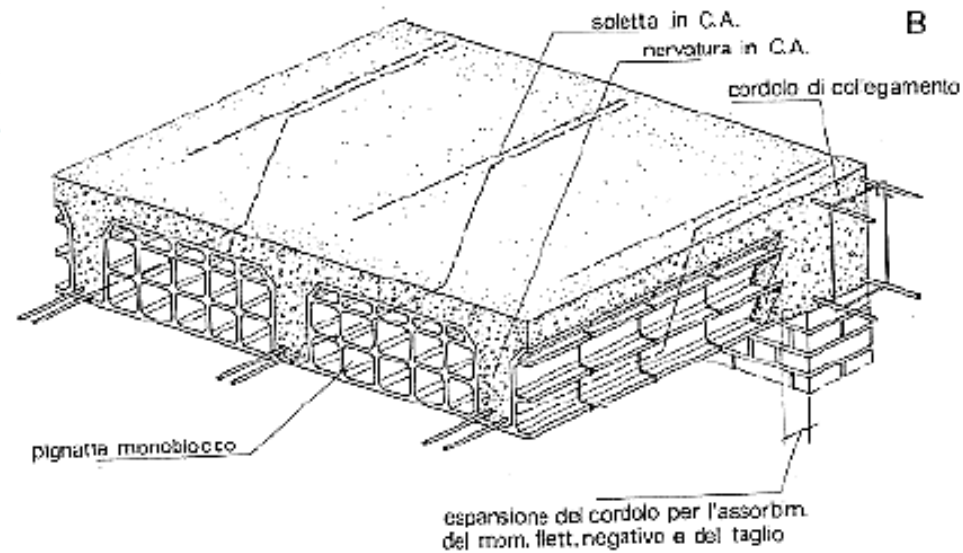
Solai in c.a.



A

L'utilizzo di interposti in laterizio provvisti di alette inferiori presenta il vantaggio di offrire una **superficie d'intradosso uniforme**, priva delle discontinuità materiche tra laterizio e calcestruzzo.

I ferri d'armatura assumono una **doppia piegatura a 45°** in corrispondenza degli appoggi (**cavalletti**), corroborati da **monconi superiori**.



B

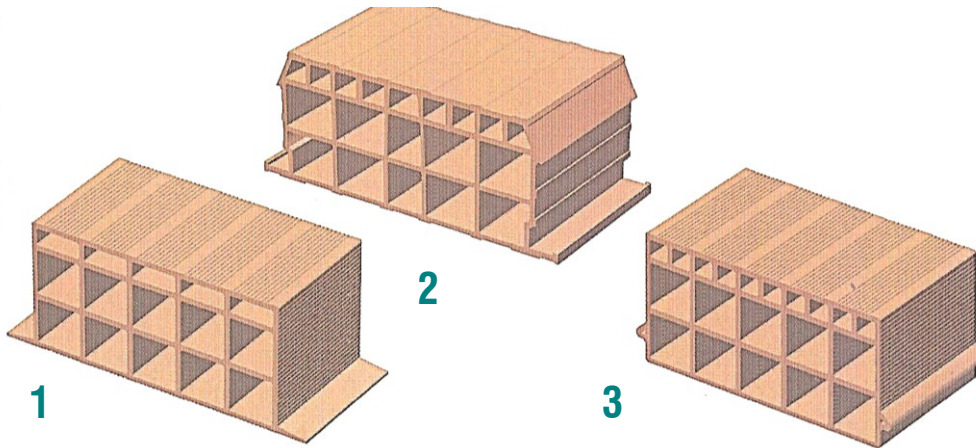
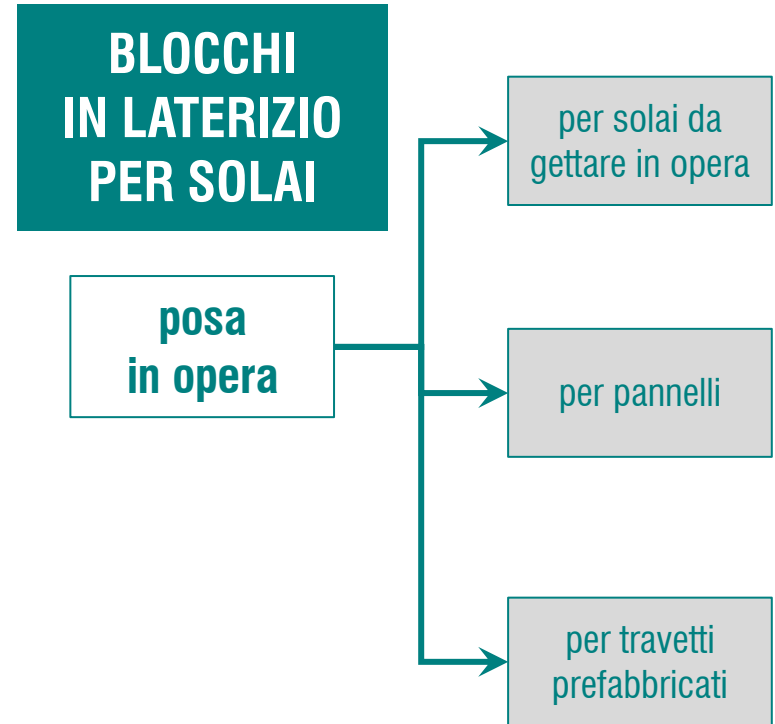
Solai in laterocemento

I blocchi in laterizio per solai (UNI 9730) sono classificati in base a:

- modalità di **posa in opera**;
- **funzione statica**.

La prima classificazione considera tre tipologie di blocco:

- blocchi per **solai da** casserare e **gettare in opera** (1);
- blocchi per **confezionamento di pannelli** (2);
- blocchi per **solai a travetti prefabbricati** (3).



Solai in laterocemento

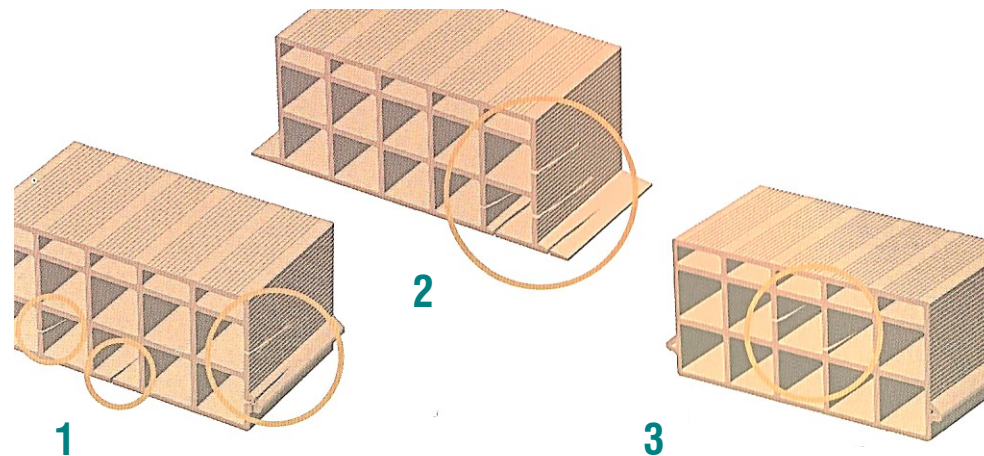
Con riferimento alla funzione statica, si distinguono invece blocchi avente funzione di **alleggerimento** e blocchi **collaboranti** con il conglomerato.

Al momento della posa, è necessario verificare la presenza di **fessure** che possono inficiare la funzione del blocco, qualora attraversino trasversalmente una nervatura per più di $\frac{1}{4}$ della sua lunghezza:

- fessura non ammessa (1, 2);
- fessura ammessa (3).



10

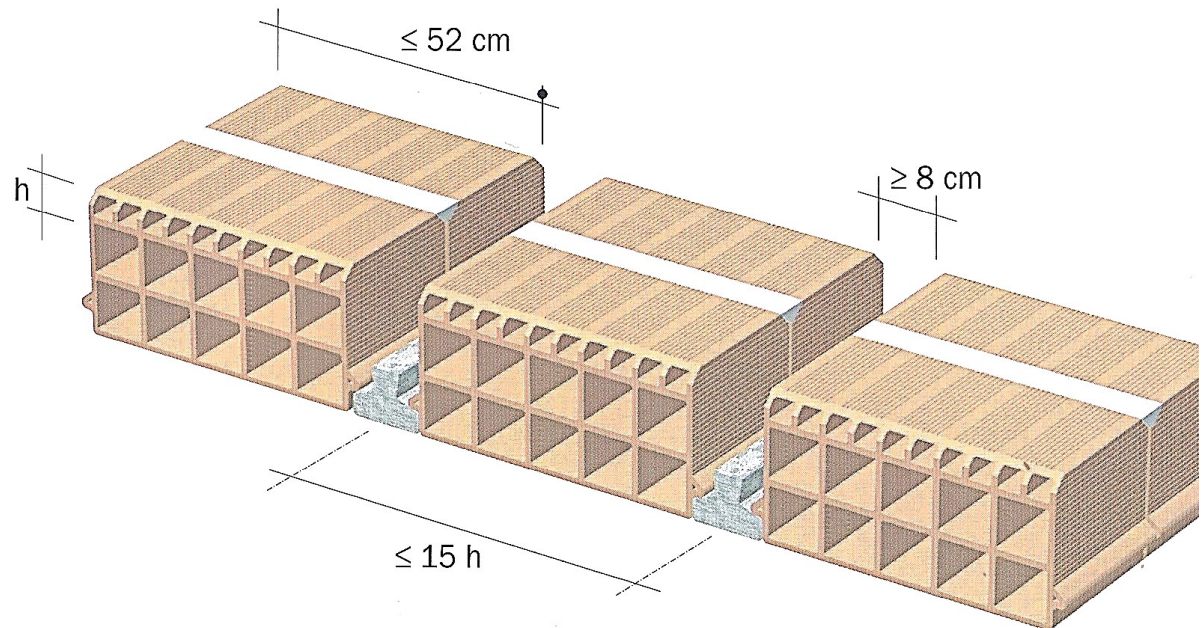


Solai in laterocemento

La differenza tra blocchi di alleggerimento (che devono comunque resistere ad un carico concentrato di una persona recante con sé le proprie attrezzature) e blocchi **collaboranti** risiede nella specifica **geometria**. Questi ultimi, infatti, possiedono una zona rinforzata superiore – di spessore pari al minimo tra i 5 cm e 1/5 dell'altezza del blocco – in cui la foratura non supera il 50%.

Gli **smussi** all'estradosso del blocco assicurano la trasmissione degli sforzi di compressione attraverso le nervature, in modo tale da sostituire la soletta in calcestruzzo con la soletta in cotto dei blocchi.

L'interasse massimo fra i travetti non deve essere superiore a 3 volte l'altezza del blocco.

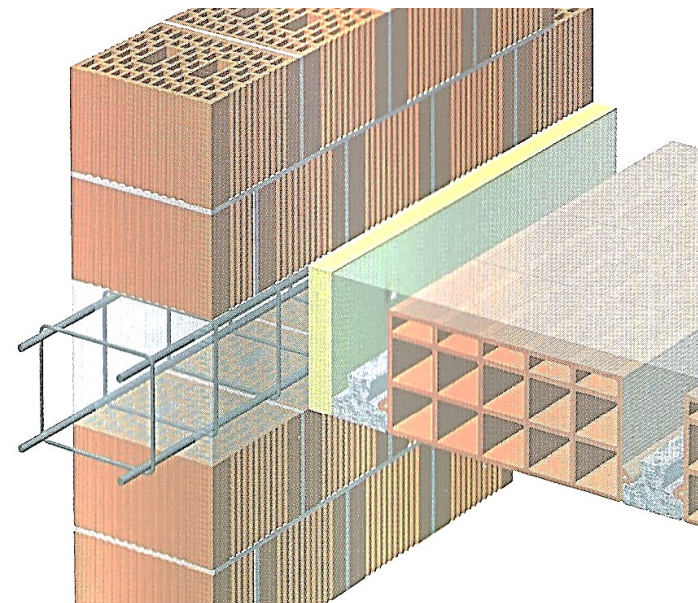
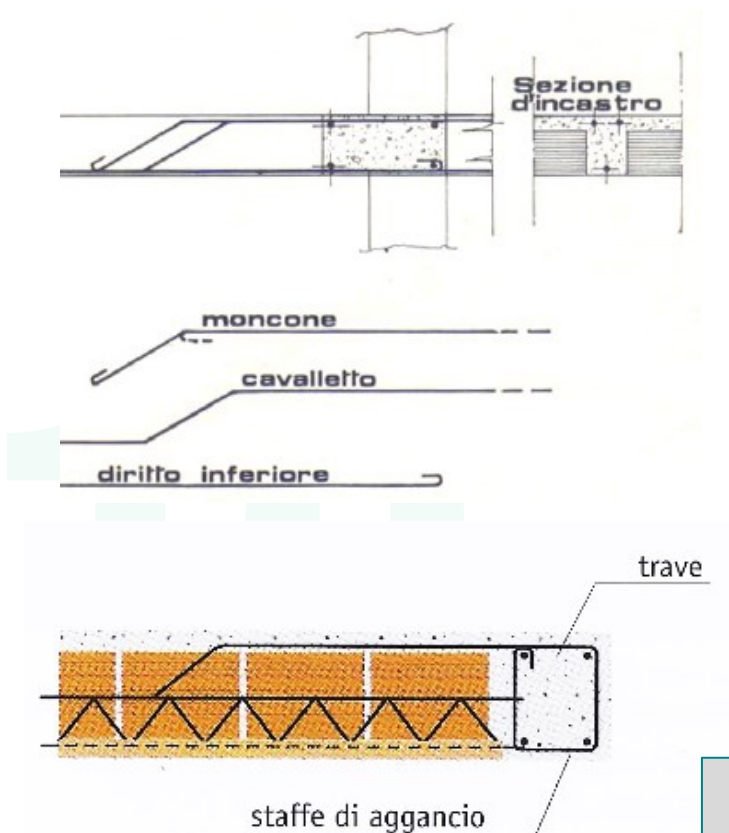


Solai in laterocemento

In corrispondenza dell'appoggio, si verifica **l'inversione dei momenti** agli incastri. In questi punti si manifestano **sforzi di compressione** a cui gli interposti non sono in grado di resistere.

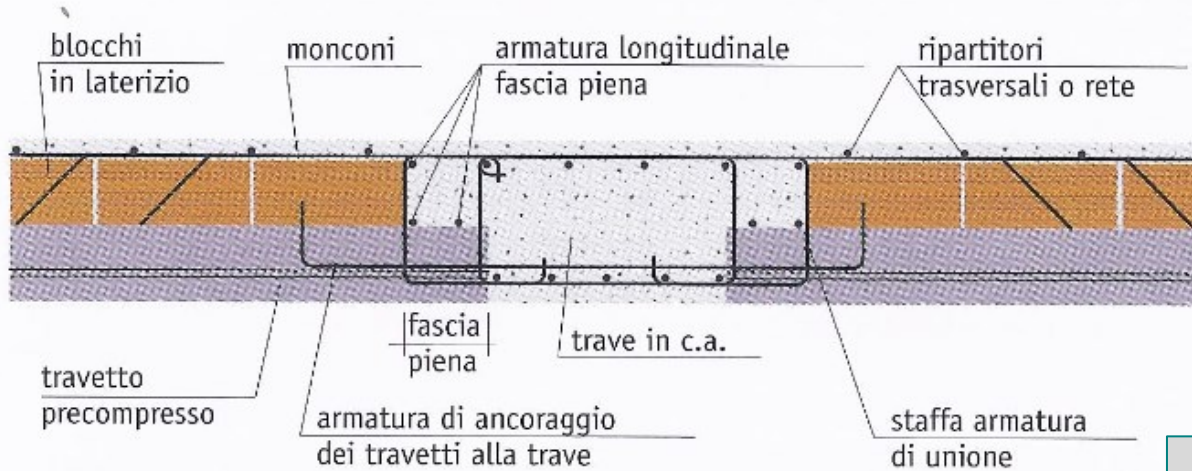
In tale zona, perciò, gli interposti devono essere distanziati di 25-30 cm dalla parete d'appoggio, con conseguente realizzazione di una sezione piena di calcestruzzo (**banchina**).

Nella direzione parallela all'orditura il primo travetto d'orditura viene affiancato al cordolo perimetrale.

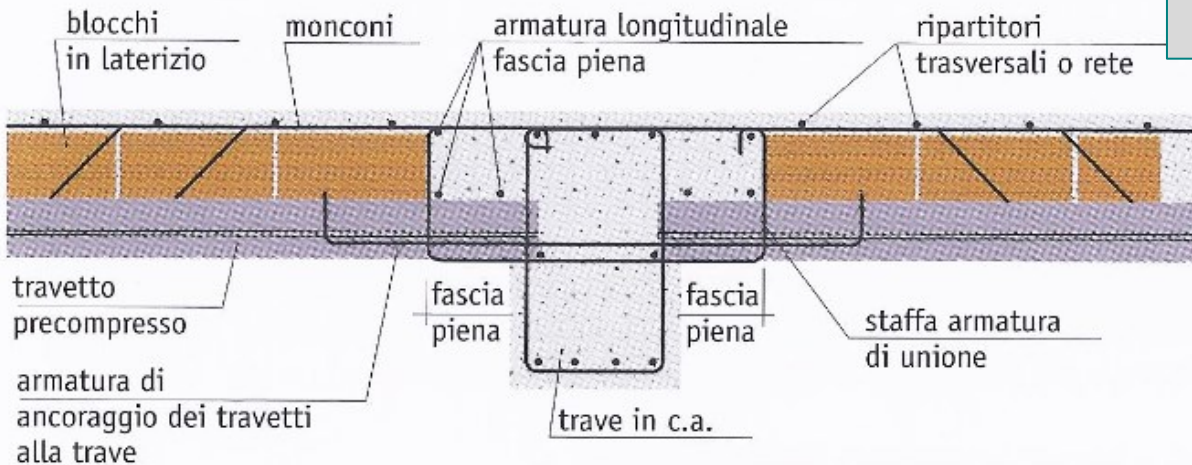


Travetto con armatura a traliccio

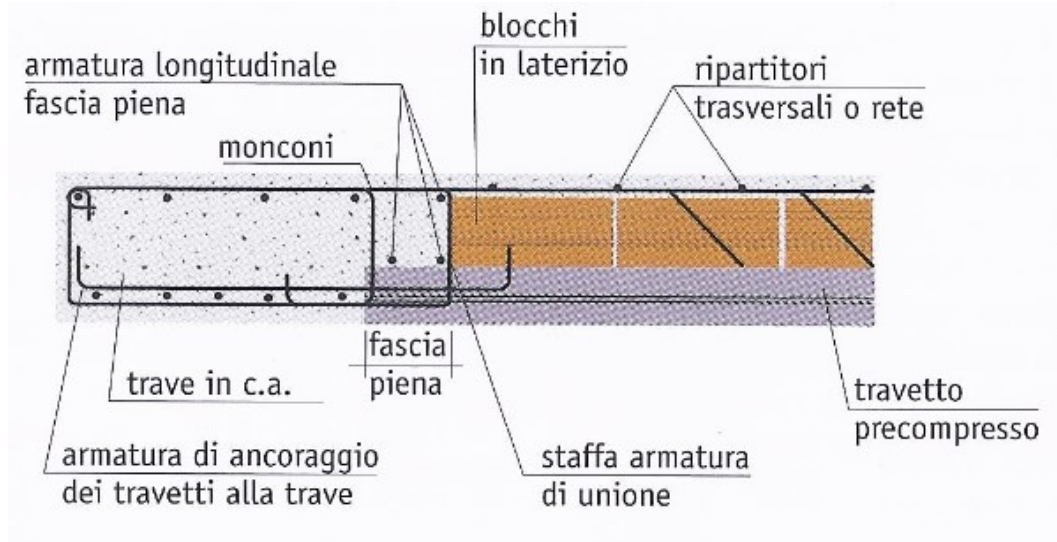
Solai in laterocemento



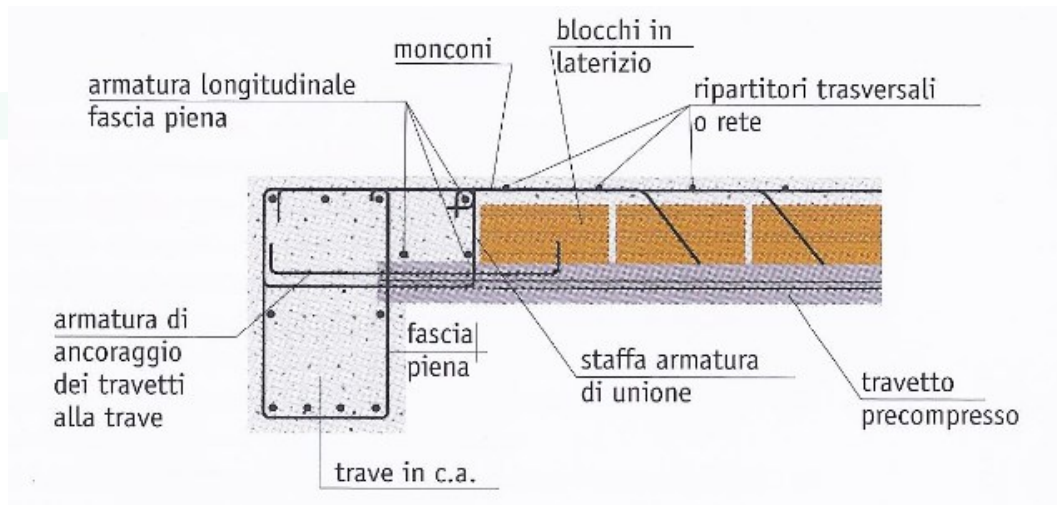
Armatura su appoggio intermedio per travetti in c.a.p.



Solai in laterocemento



Armatura su appoggio estremo per travetti in c.a.p.



Solai in laterocemento

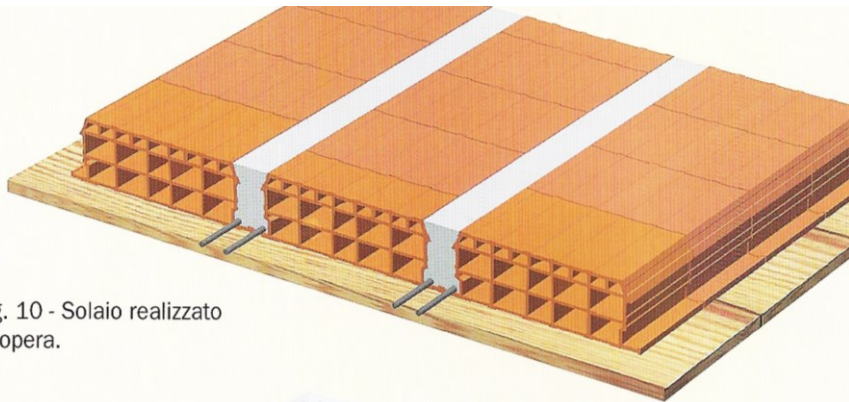


Fig. 10 - Solaio realizzato in opera.

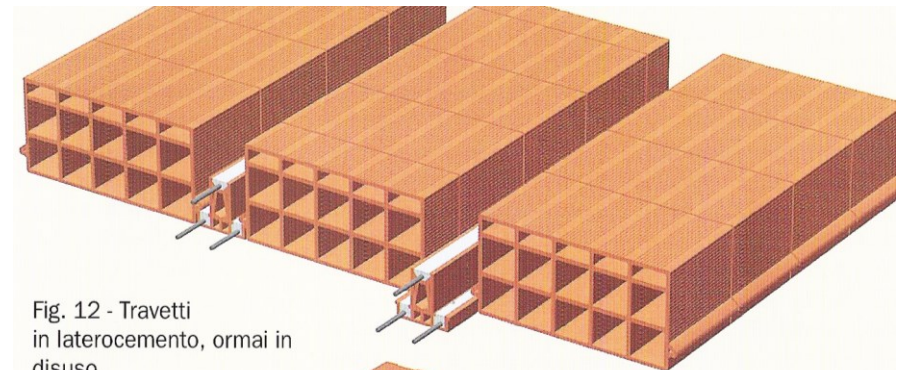


Fig. 12 - Travetti in laterocemento, ormai in disuso.

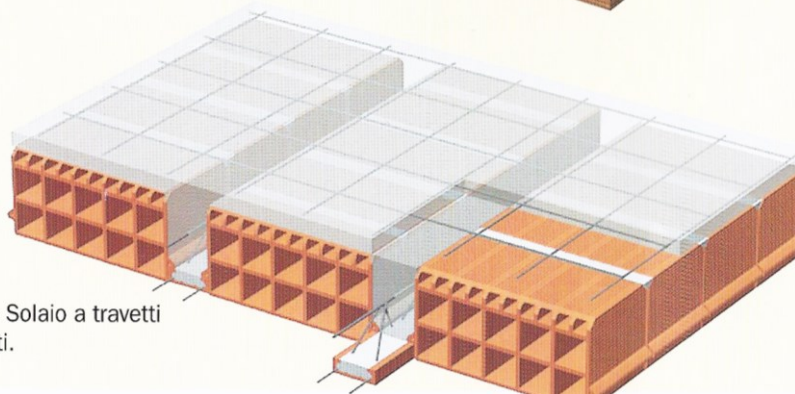


Fig. 11 - Solaio a travetti tralicciati.

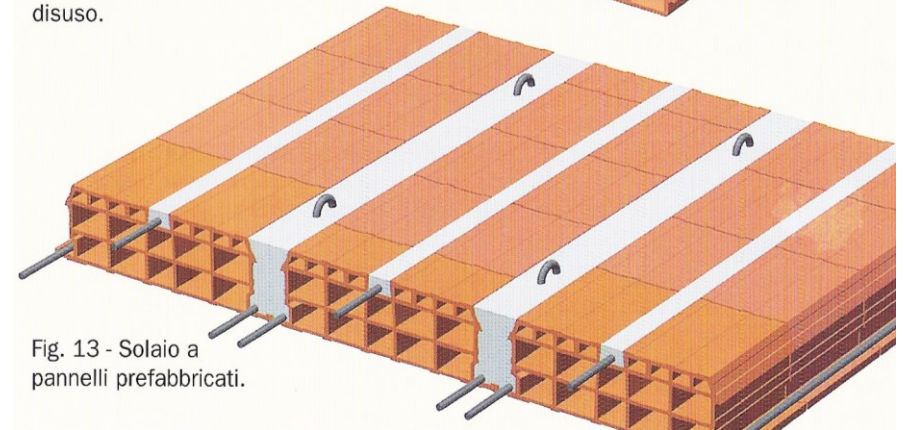
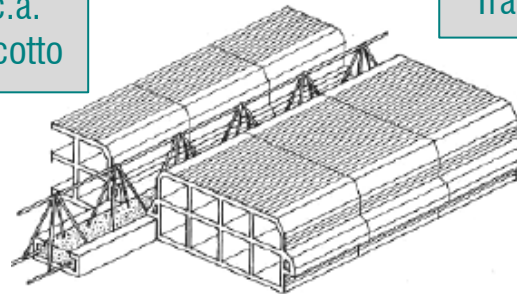


Fig. 13 - Solaio a pannelli prefabbricati.

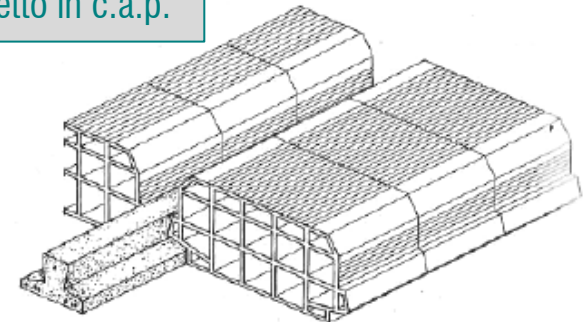
Solai autoportanti

I **solai autoportanti** riducono l'onere della cassetta. Dopo due giorni, i fili di tesatura vengono recisi trasferendo la precompressione al conglomerato maturo. L'armatura metallica viene posta in tensione in apposite casseforme, mediante martinetti idraulici, prima del getto del calcestruzzo.

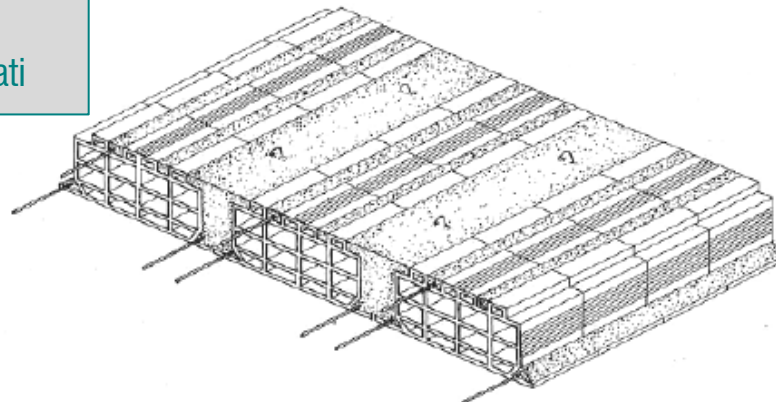
Travetto in c.a. e fondello in cotto



Travetto in c.a.p.



Pannelli prefabbricati



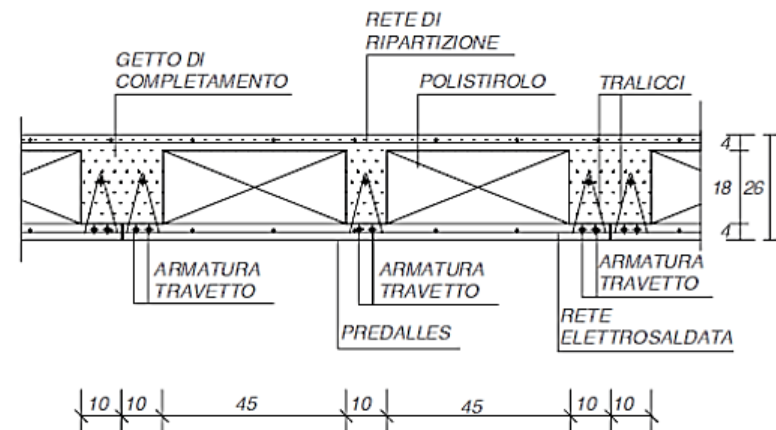
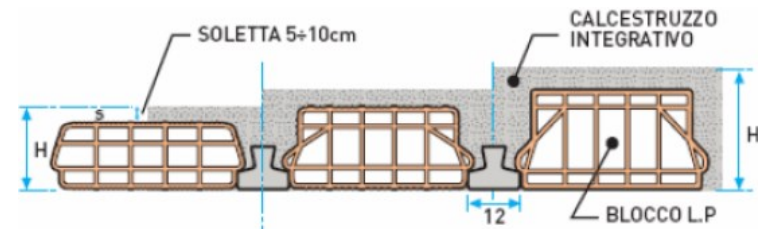
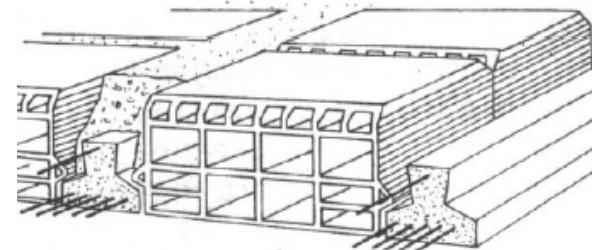
Solai a travetti prefabbricati – «predalles»

I **solai a travetti precompressi** con fili pre-tesi presentano una sezione a T rovescia e superficie scabra per aumentare la presa del getto di completamento.

L'armatura di ripresa del momento flettente positivo è già inserita nella coda di rondine al momento della produzione in stabilimento.

I **solai «predalles»** sono pannelli costituiti da lastre in calcestruzzo (spessore 4 cm su moduli da 1,20 ml) gettate in stabilimento produttivo con annegamento di armatura metallica. Di questa armatura sporgono i (tre) tralicci elettrosaldati che definiscono la direzione di orditura.

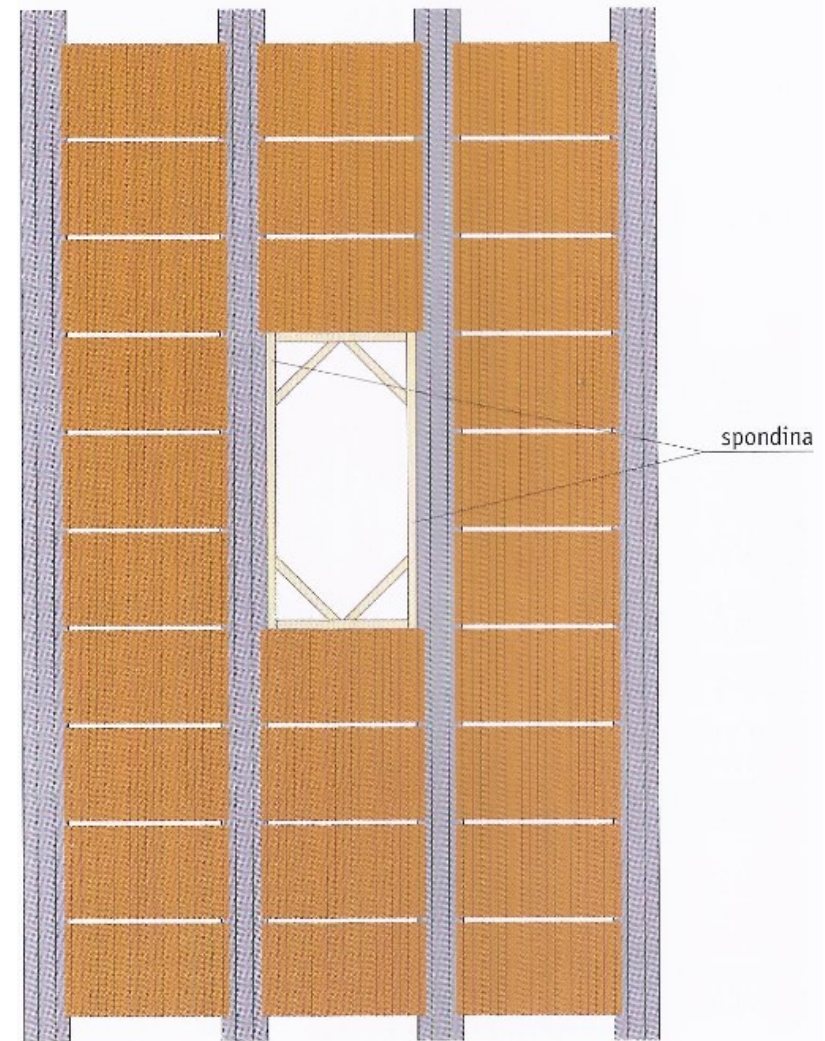
Il principale vantaggio legato a questa soluzione è la regolarità e la planarità della superficie intradossale, accettabile anche in spazi di servizio a edifici residenziali e civili.



Aperture nei solai

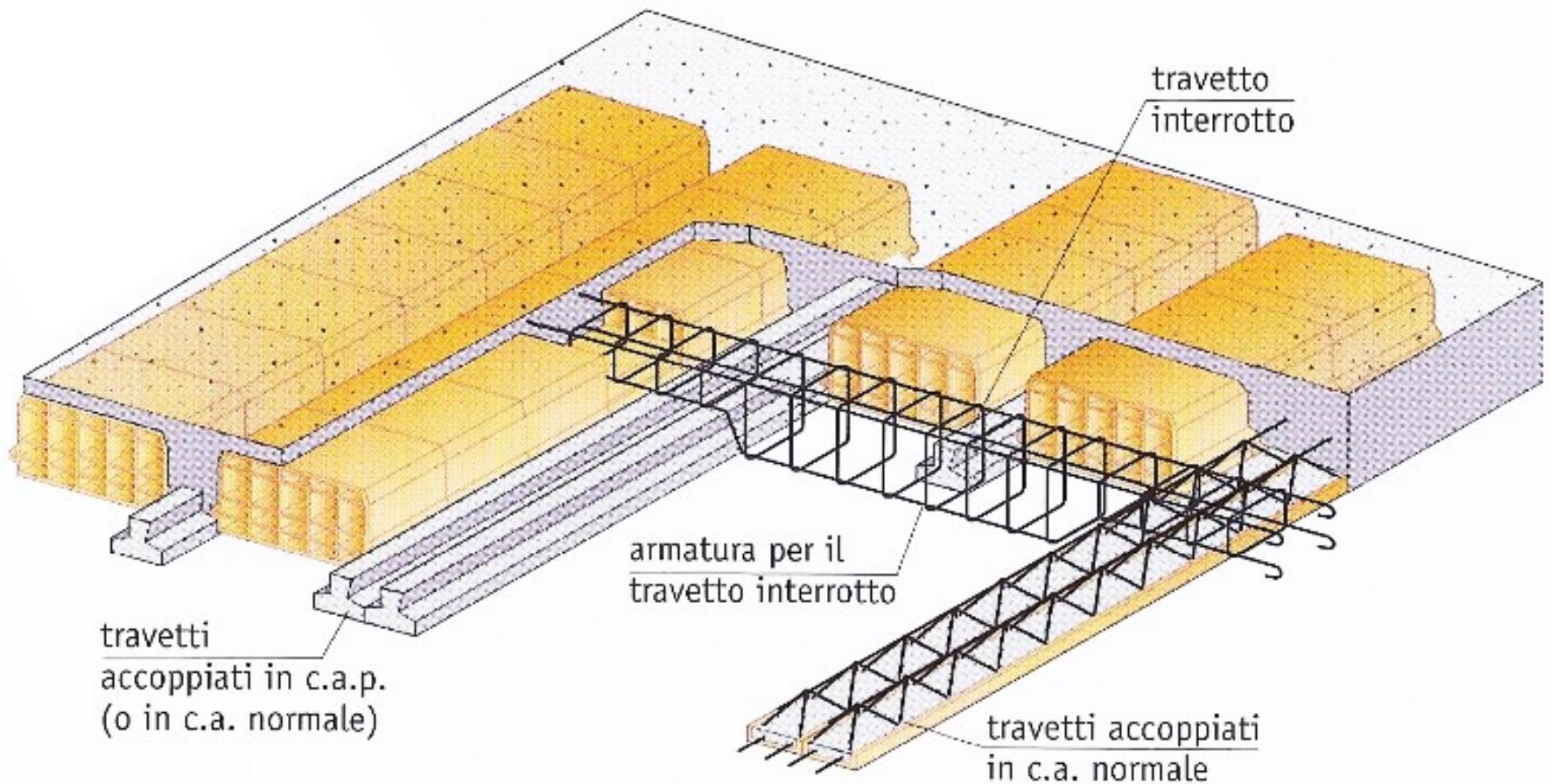
La **foratura dei solai** è possibile praticando aperture di larghezza pari a quella della luce – o pari alla distanza tra due nervature. Per quanto concerne sistemi a pannelli e lastre, è opportuno che le aperture siano previste già al momento del confezionamento del componente prefabbricato.

Eventuali **aperture** di **dimensioni maggiori** a quelle dei blocchi sono possibili mediante la disposizione di **travetti ai bordi** o con speciali pezzi.

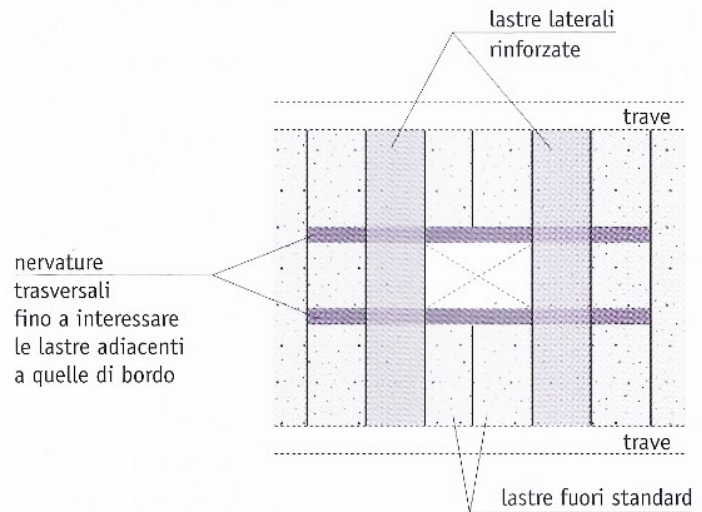
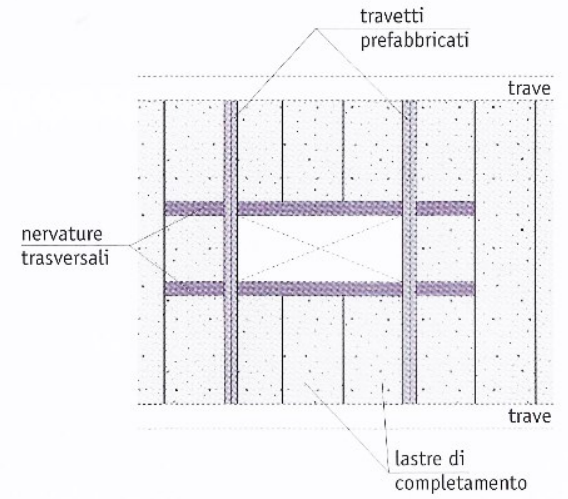
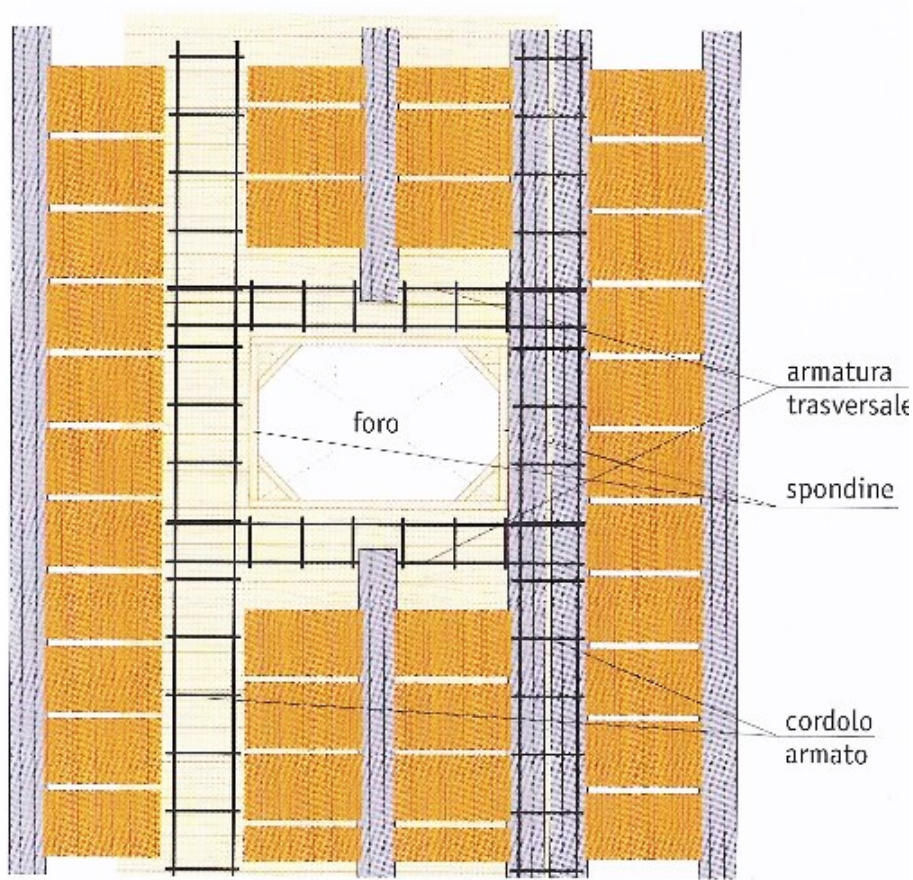


10

Aperture nei solai



Aperture nei solai



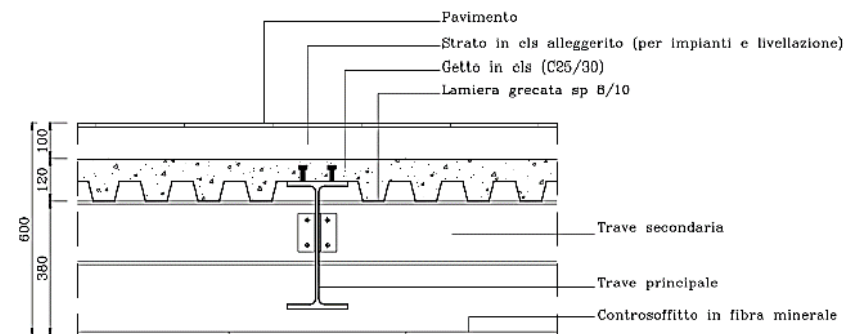
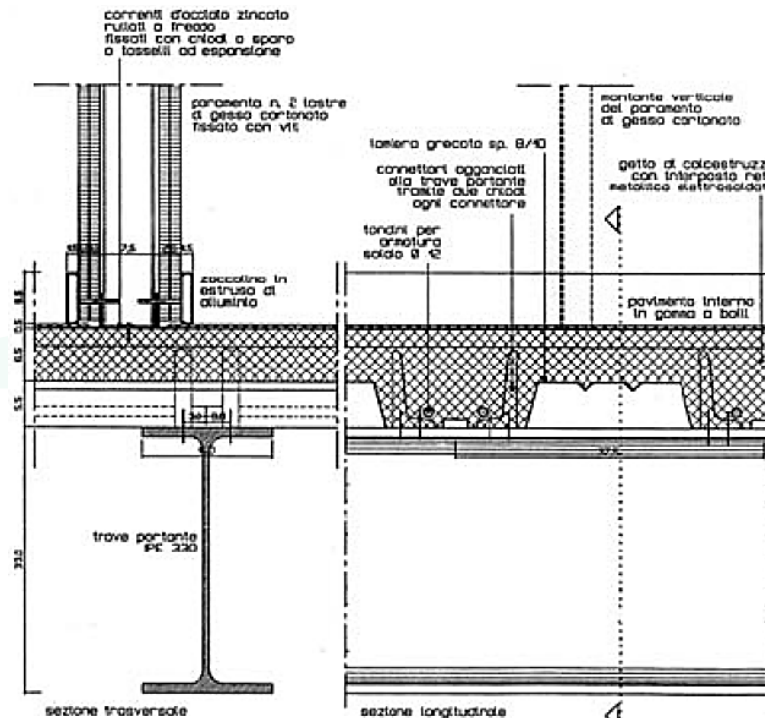
Solai in acciaio

L'orditura dell'orizzontamento può essere realizzata anche con **casseforme** in **lamierino** su scheletro portante in travi d'acciaio, fissandola con perni e sovrastandola con una rete elettrosaldata in seguito ricoperta dal getto di calcestruzzo.

I solai con **lamiera grecata** – collaborante o portante – presentano di solito un getto di completamento in calcestruzzo.

Se la lamiera è integralmente portante, per alleggerire la soluzione si opta per un **completamento** in materiale **coibente** al di sotto della pavimentazione.

Per lamiere collaboranti, si prevede la realizzazione di specifiche **sagome** che **inibiscono** lo **scorrimento** tra la lamiera e il getto in calcestruzzo, che annega la rete elettrosaldata di ripartizione dei carichi.



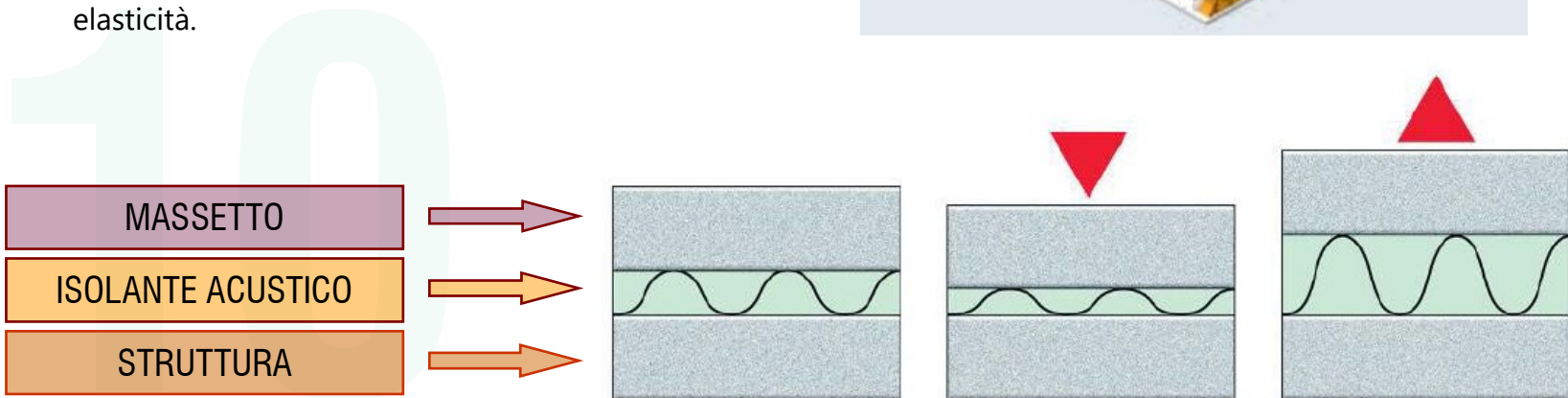
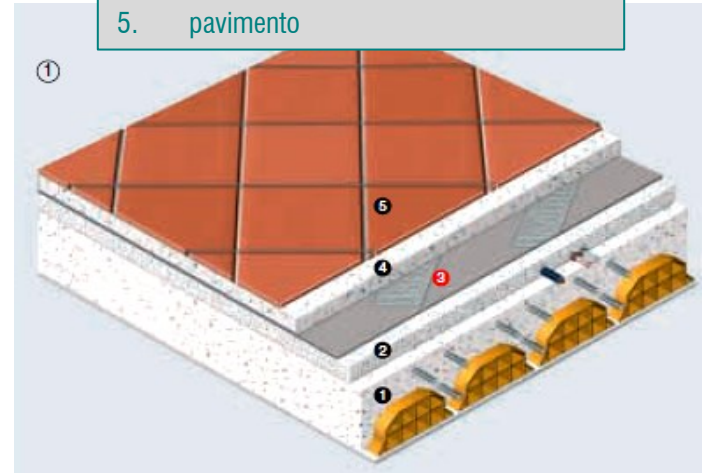
Prestazioni acustiche

Nei pavimenti galleggianti, la funzione di assorbimento acustico viene assolta dallo **strato elastico** posto all'interno della struttura, funzionante secondo l'effetto «**massa – molla – massa**».

Due sono le caratteristiche che devono essere proprie del materiale «isolante»:

- la **rigidità dinamica**, ossia la capacità dello strato di lavorare come una molla;
- lo **scorrimento viscoso** a compressione, cioè la garanzia che esso mantenga nel tempo la propria elasticità.

1. partizione orizzontale
2. strato per l'alloggiamento impiantistico
3. strato resiliente
4. massetto di finitura
5. pavimento

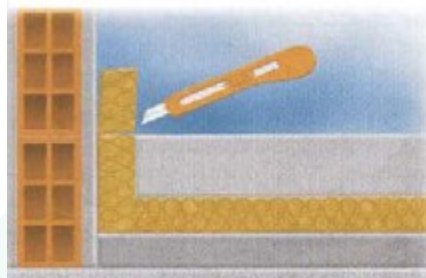


Prestazioni acustiche

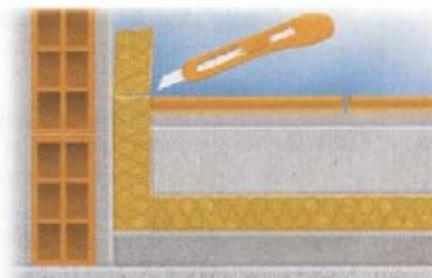
L'isolamento acustico al rumore da calpestio non è garantito dallo strato fonoisolante in sé (strato resiliente), ma dalla **prestazione complessiva** della soluzione tecnologica.

La corretta posa in opera prevede:

- un **piano** di **posa ben livellato**, privo di asperità che possono danneggiare lo strato resiliente;
- la **desolidarizzazione del massetto** dalle pareti verticali con strisce di materiale elastico, da rifilarsi ad avvenuta posa della finitura;
- **sovrapposizione** delle **fasce** di **materiale resiliente** allo scopo di evitare infiltrazioni di calcestruzzo durante il getto.



RIFILATURA ERRATA

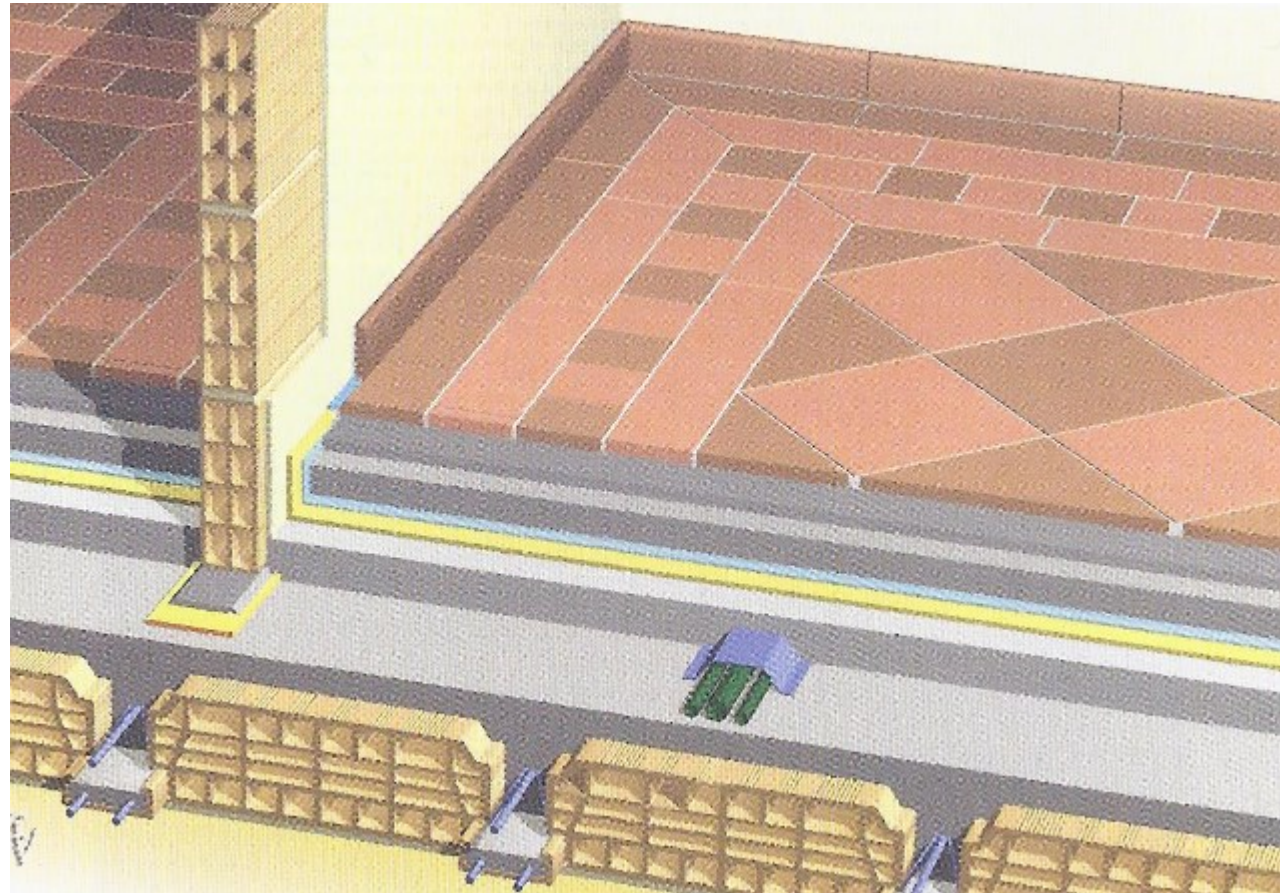


RIFILATURA CORRETTA

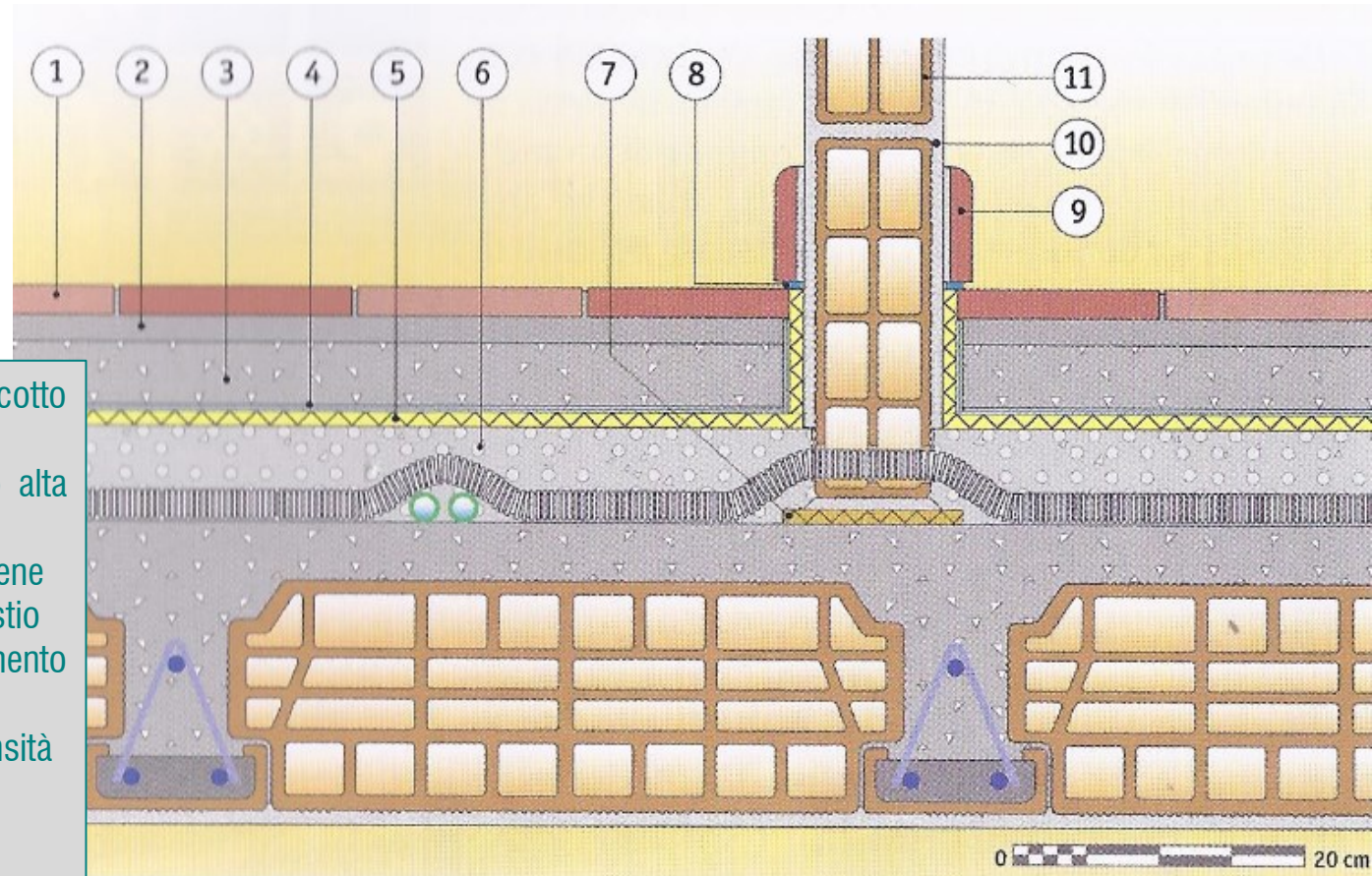
Pavimentazioni

Il pavimento galleggiante, se ben realizzato, permette una attenuazione dei rumori da calpestio nell'ordine dei 20 dB, riducendo inoltre le vie di trasmissione laterali.

La soluzione più efficace è quella del **doppio massetto**, in cui l'alloggiamento degli impianti si colloca presso l'estradosso del solaio e, in seguito alla stesura dello strato resiliente, si realizza il **massetto di irrigidimento** ad alta densità, cui segue la posa della pavimentazione.



Pavimentazioni



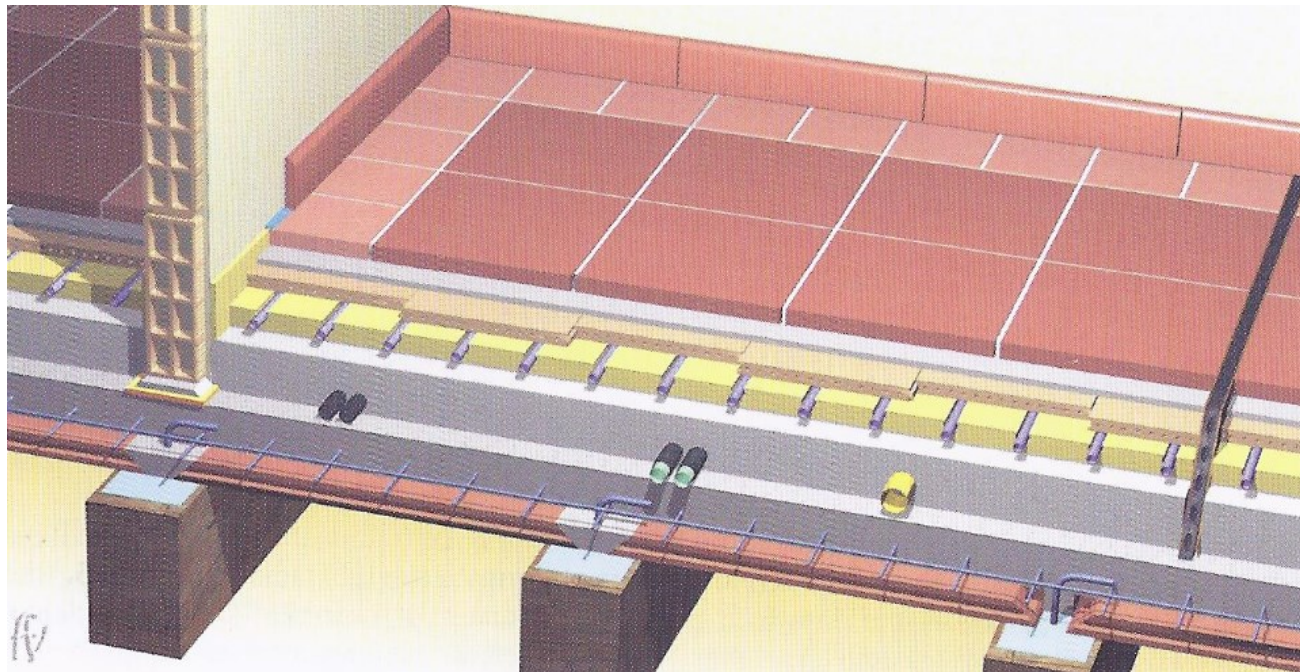
1. Pavimento in piastrelle di cotto
2. Letto di malta
3. Massetto in calcestruzzo alta densità
4. Foglio protettivo in polietilene
5. Strato resiliente anticalpestio
6. Massetto di alloggiamento impiantistico a sormonto
7. Striscia elastica a alta densità
8. Giunto in silicone
9. Battiscopa
10. Intonaco
11. Forato in laterizio

Pavimentazioni

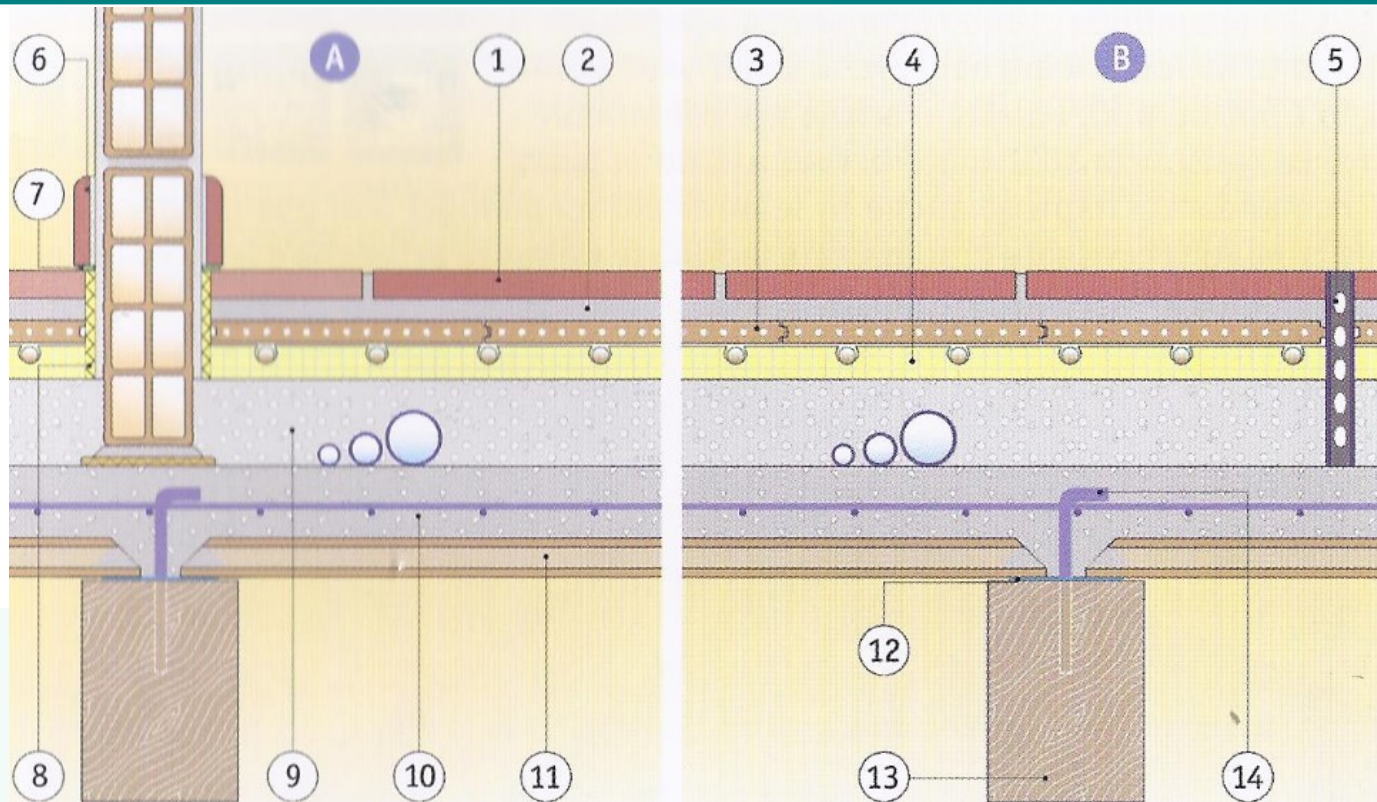
Una pavimentazione radiante implementa le serpentine di erogazione dell'energia termica nella soluzione tecnologica.

La soluzione è particolarmente adatta in ambienti di altezza superiore a 4 ml, cosicché il calore stazioni alla quota della pavimentazione.

Poiché gli elementi radianti devono collocarsi, in un massetto in calcestruzzo additivato, tra la finitura e lo strato coibente – necessario in questo caso anche per superfici adiabatiche – l'alloggiamento degli altri impianti si collocherà all'estradosso del solaio strutturale.



Pavimentazioni



- 1. Pavimento in cotto
- 2. Letto di malta
- 3. Tavelle in laterizio posate a secco
- 4. Pannello termoisolante preformato
- 5. Giunto di dilatazione in EPDM
- 6. Battiscopa

- 7. Giunto in silicone
- 8. Giunto perimetrale in polietilene espanso
- 9. Massetto in calcestruzzo alleggerito per alloggiamento impianti
- 10. Massetto in cemento armato

0 20 cm

- 11. Tavella in laterizio faccia a vista
- 12. Foglio in polietilene
- 13. Trave in legno lamellare
- 14. Connettore metallico

10.2

Partizioni interne verticali

Partizioni verticali - generalità

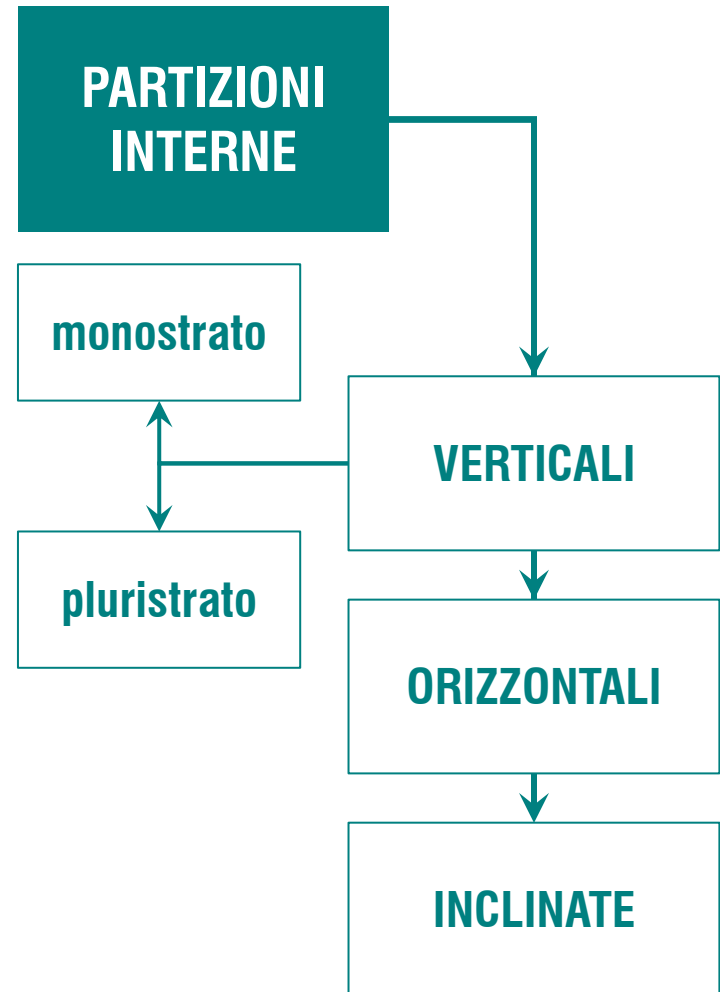
Le **partizioni interne** costituiscono l'insieme di unità tecnologiche ed elementi tecnici che suddividono gli spazi interni del sistema edilizio.

Le partizioni orizzontali **dividono** in **senso verticale** gli spazi dell'edificio.

Le funzioni espletate dalle partizioni verticali sono essenzialmente:

- la **resistenza meccanica** a peso proprio ed urti;
- l' «**isolamento acustico**»;
- (eventuale) **resistenza al fuoco**;
- l'**igiene** delle superfici;
- l'**integrabilità impiantistica**. Va evidenziato come gli impianti possano trovare una installazione autonoma secondo criteri di flessibilità e rimovibilità.

Vale quanto detto sulle partizioni orizzontali per quanto riguarda l'**isolamento termico**.



Rapporto con le partizioni orizzontali

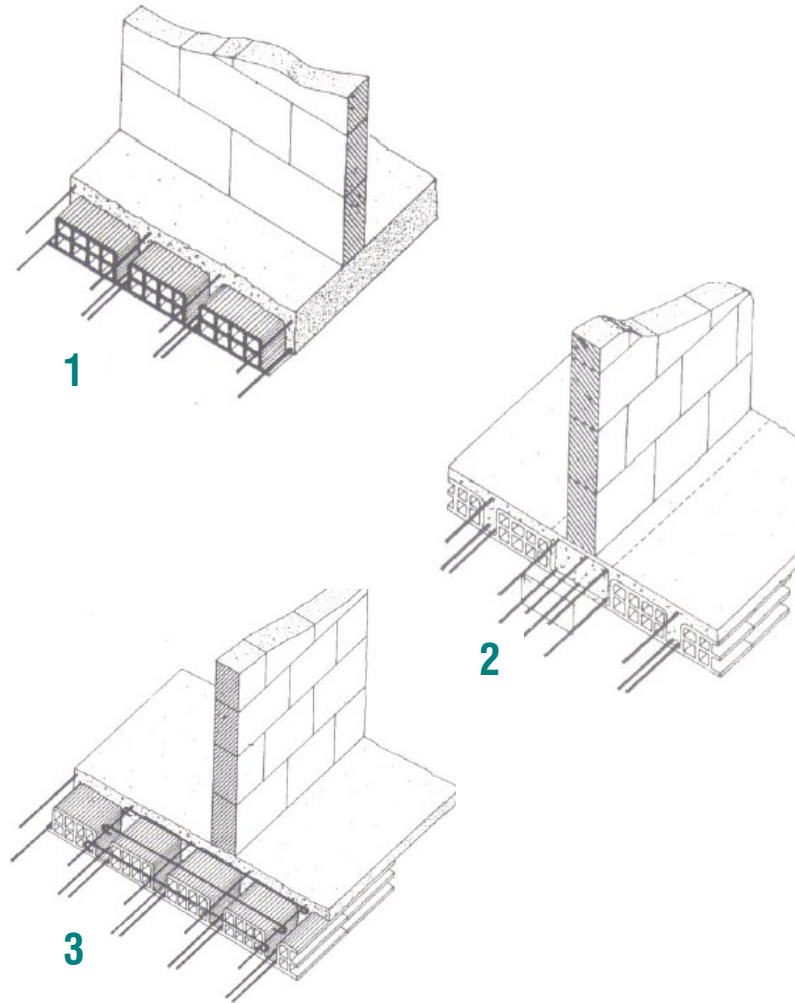
Gli elementi divisori possono essere posizionati **trasversalmente** o **parallelamente all'ordito** del solaio su cui devono poggiare.

Nel caso 1), il carico risulta equamente ripartito sugli elementi di ordito.

Nel caso 2), il divisorio grava su uno o più travetti che possono essere sostituiti da un travetto in c.a. in spessore di solaio.

Nel caso 3), la posizione sfavorevole rende necessario un locale irrobustimento dell'armatura che permetta la distribuzione del carico su due o più travetti disponibili.

Per garantire la flessibilità dell'intervento, si può **incrementare** il **sovraccarico permanente** nell'ordine di $0,5 \text{ kN m}^{-2}$, con adeguata armatura di ripartizione.



Divisori opachi

I **divisori opachi** sono realizzabili in:

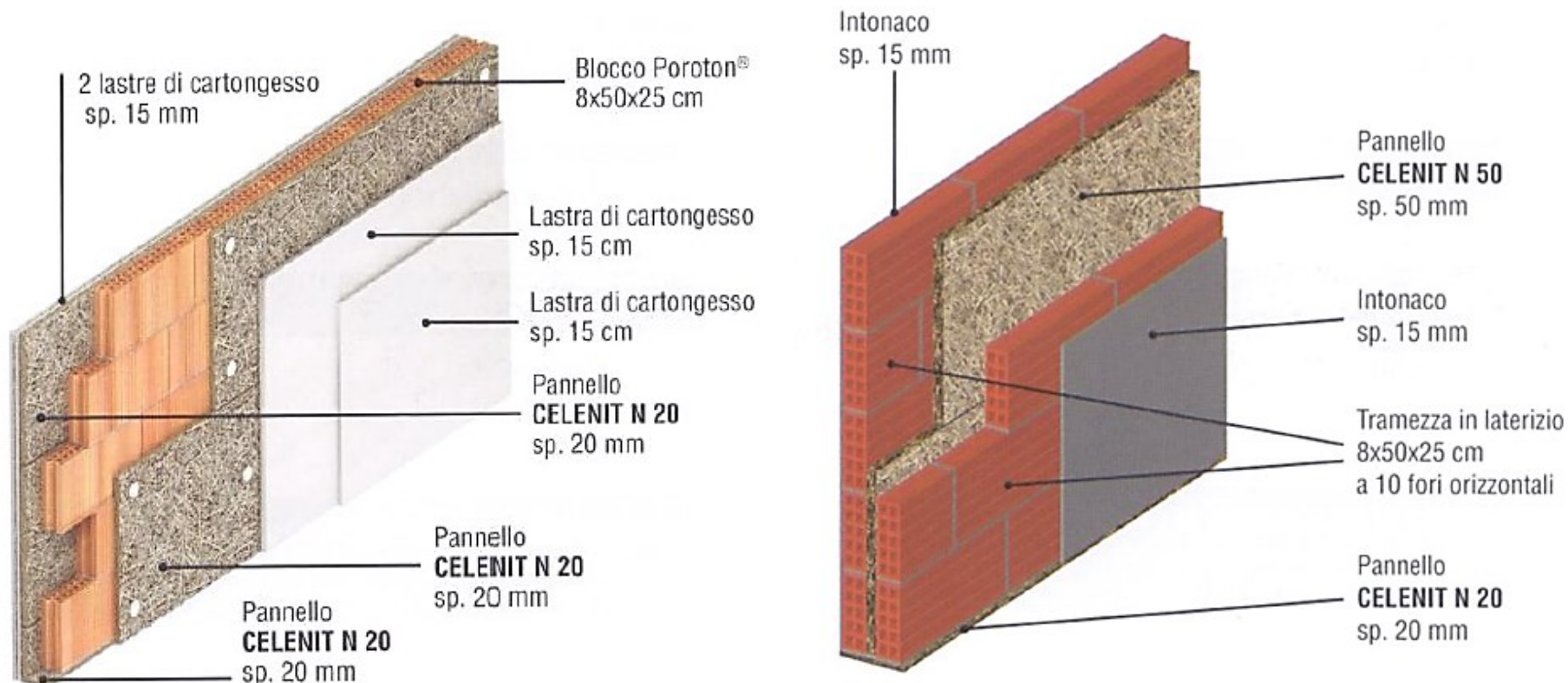
- laterizi pieni, di dimensioni $5,5 \times 12 \times 25$ cm³;
- laterizi forati di diverse dimensioni, posati in foglio o in piano;
- lastre di calcestruzzo alveolato;
- lastre di gesso;
- laminati plastici intelaiati.

I criteri di scelta sono usualmente legati alla tecnologia costruttiva, alla destinazione d'uso degli ambienti interni e alla smontabilità del paramento / flessibilità richiesta.

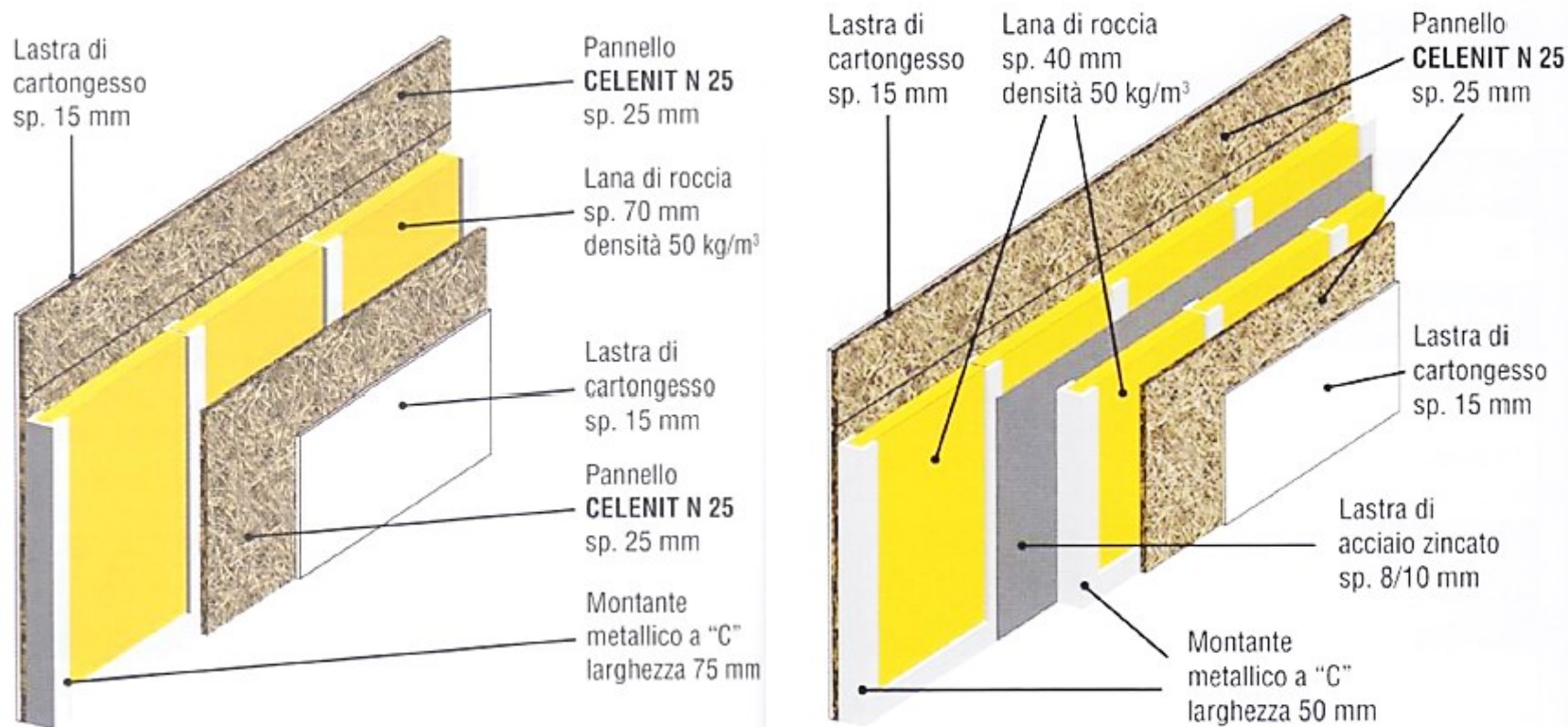


10

Divisori opachi



Divisori opachi

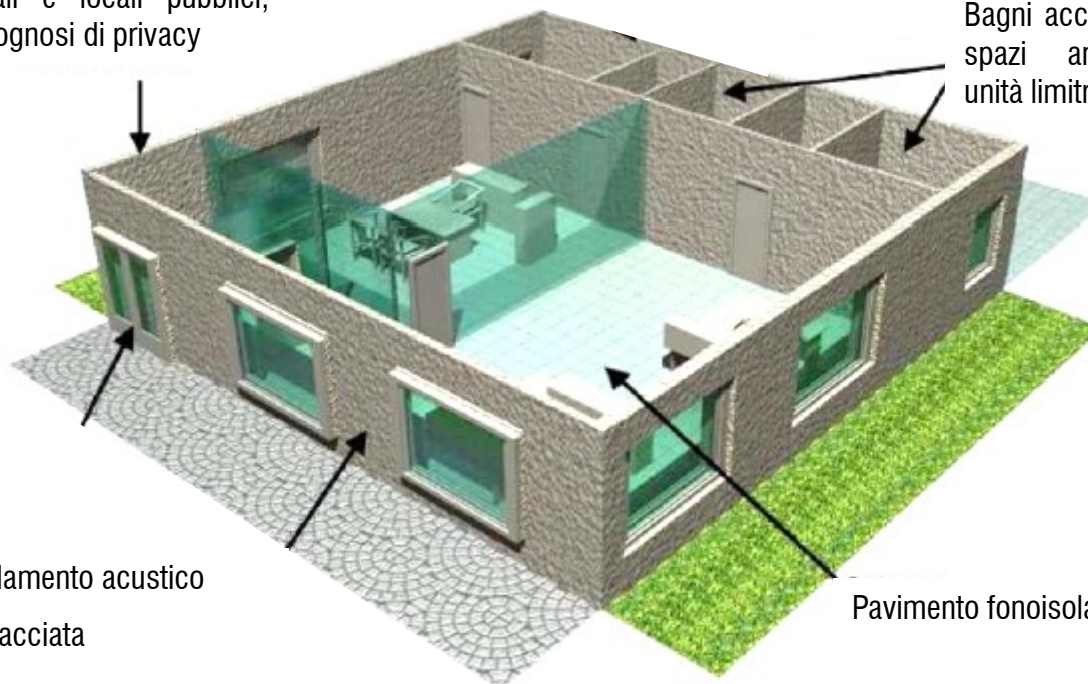


Prestazioni acustiche - premessa

EDIFICIO AD USO UFFICI

Uffici disaccoppiati da attività commerciali e locali pubblici, poiché bisognosi di privacy

Bagni accoppiati con gli spazi analoghi delle unità limitrofe



Ingresso doppio

Isolamento acustico di facciata

Pavimento fonoisolante

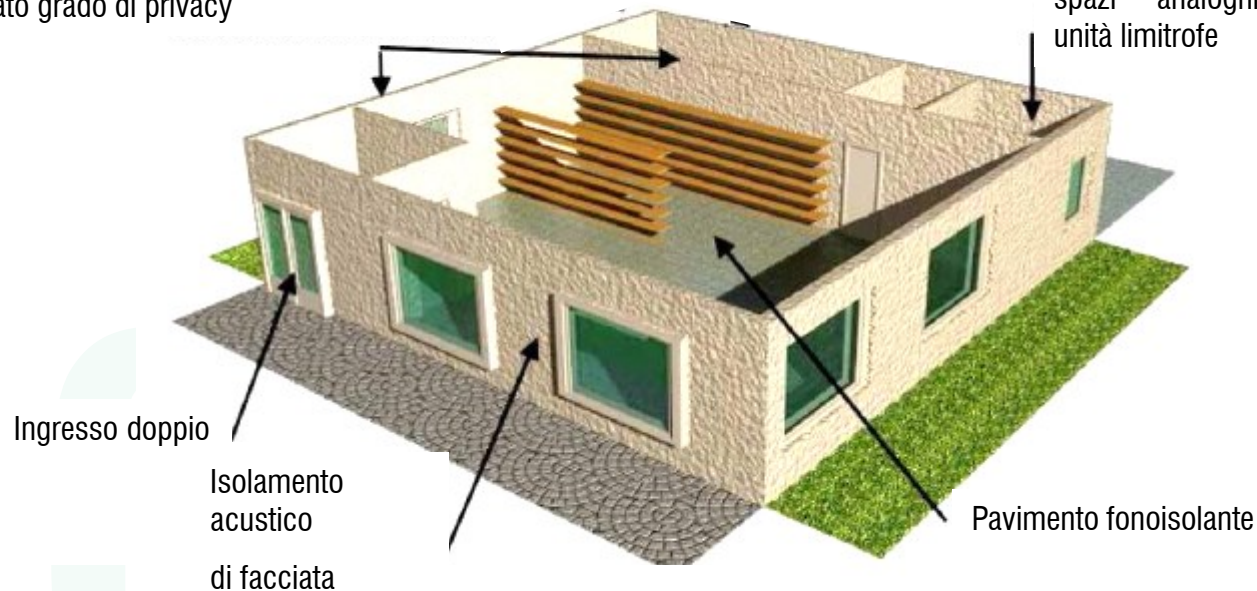
La realizzazione di un ingresso fisicamente delimitato dagli spazi collettivi (bussola), che consenta di ridurre il livello di rumore proveniente dagli spazi di comunicazione e di servizio comuni all'organismo, può essere resa di difficile attuazione poiché si tratta di ridurre la superficie utile di uno spazio di fascia primaria.

Prestazioni acustiche - premessa

EDIFICIO AD USO COMMERCIALE

Evitare l'accostamento di ambienti commerciali ad ambienti che richiedono elevato grado di privacy

Bagni accoppiati con gli spazi analoghi delle unità limitrofe



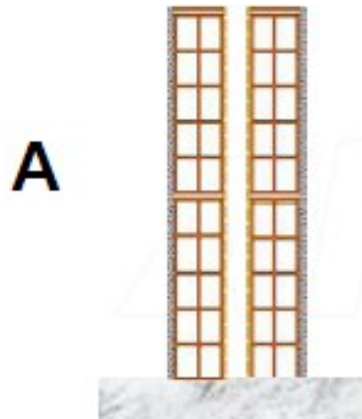
Per quanto concerne l'organizzazione distributiva degli spazi interni negli organismi edilizi, la ricerca delle condizioni atte a creare il comfort acustico sovente comporta la difficoltà, se non l'impossibilità, di un'adeguata corrispondenza ai requisiti relativi al comfort termico e alla disponibilità della luce solare.

Prestazioni acustiche - premessa

EDIFICIO AD USO LOCALE PUBBLICO

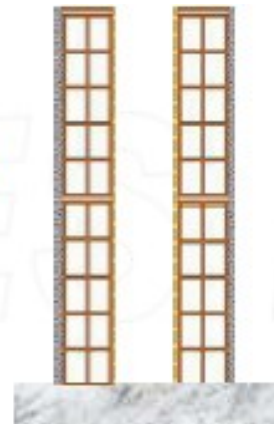


Prestazioni acustiche



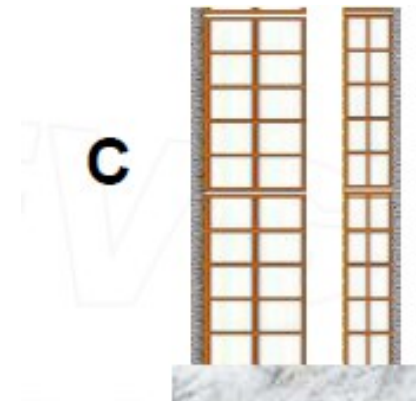
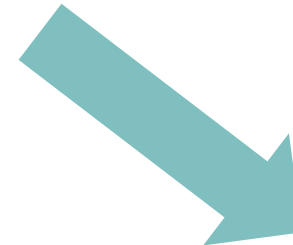
A

Per partizioni interne che dividono due diverse unità immobiliari, lo **sdoppiamento** della **partizione** consente un moderato incremento dell'indice del potere fonoisolante, stimabile nell'ordine di circa 2 dB. Un ulteriore incremento è reso possibile dal **disaccoppiamento** delle **masse superficiali** dei due paramenti...



B

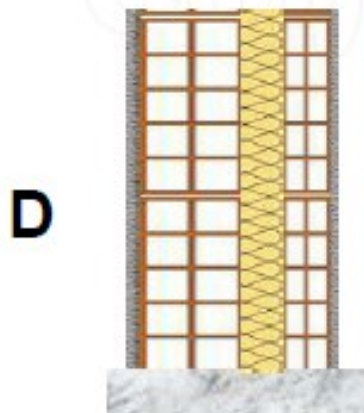
Miglioramento mediante il disaccoppiamento della massa



C

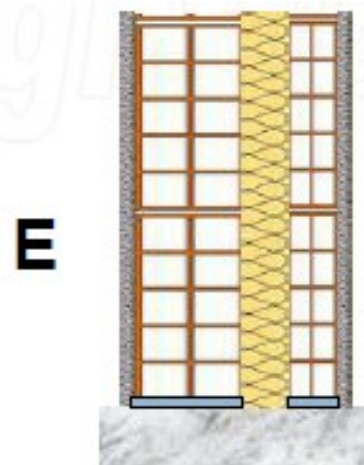
Miglioramento mediante l'incremento DELLO SPESSORE dell'intercapedine

Prestazioni acustiche

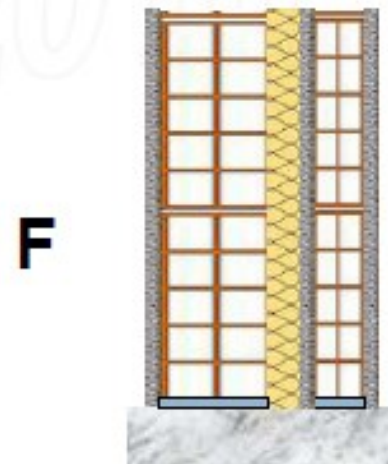


...o predisponendo uno strato di regolarizzazione sul lato interno di uno dei paramenti, se uguali; tale strato di collegamento, detto «rinzafo» o «terzo intonaco» evita che si verifichi la simmetria della parete rispetto al proprio asse mediano, in quanto la massa superficiale risulta variata di circa 20 kg/m².

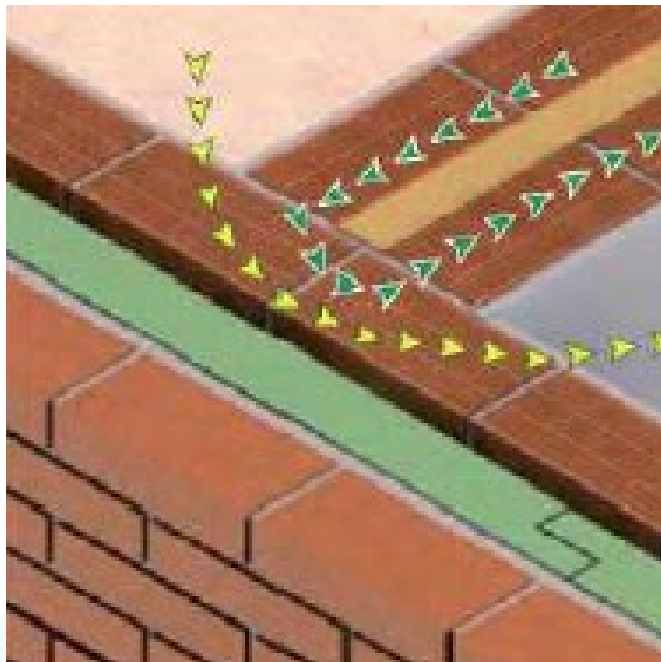
Miglioramento mediante l'inserimento del "terzo intonaco"



Miglioramento grazie al "taglio" della partizione

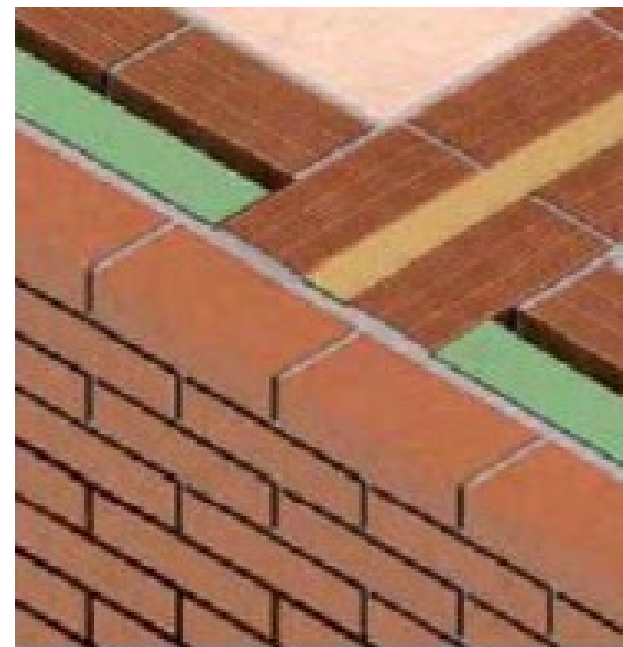


Prestazioni acustiche

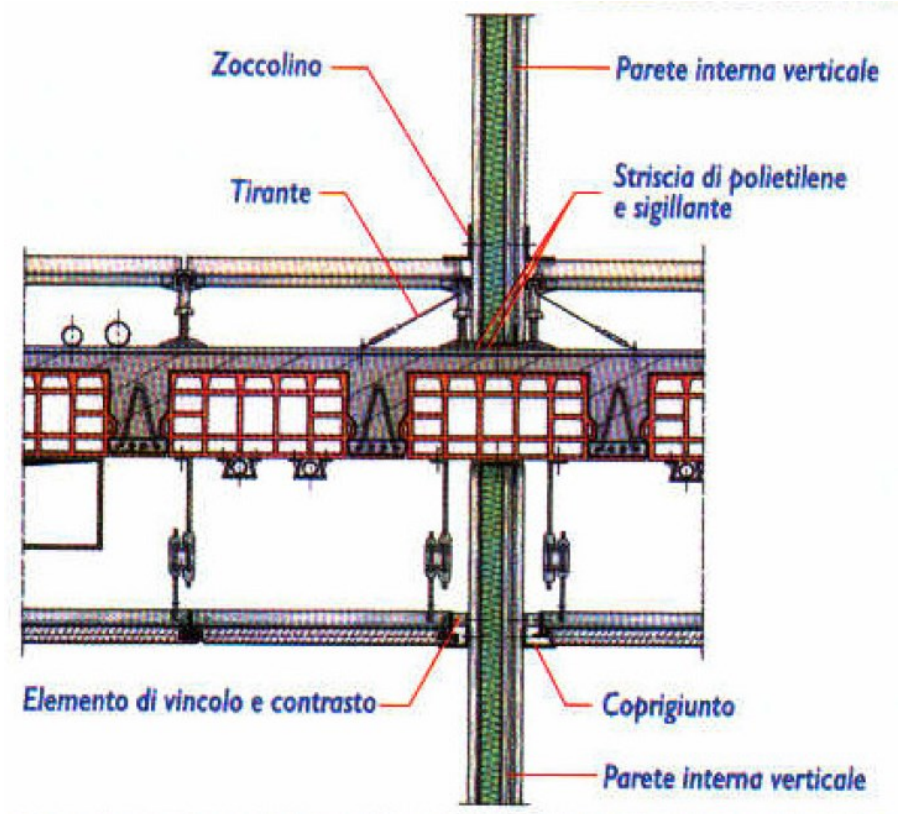
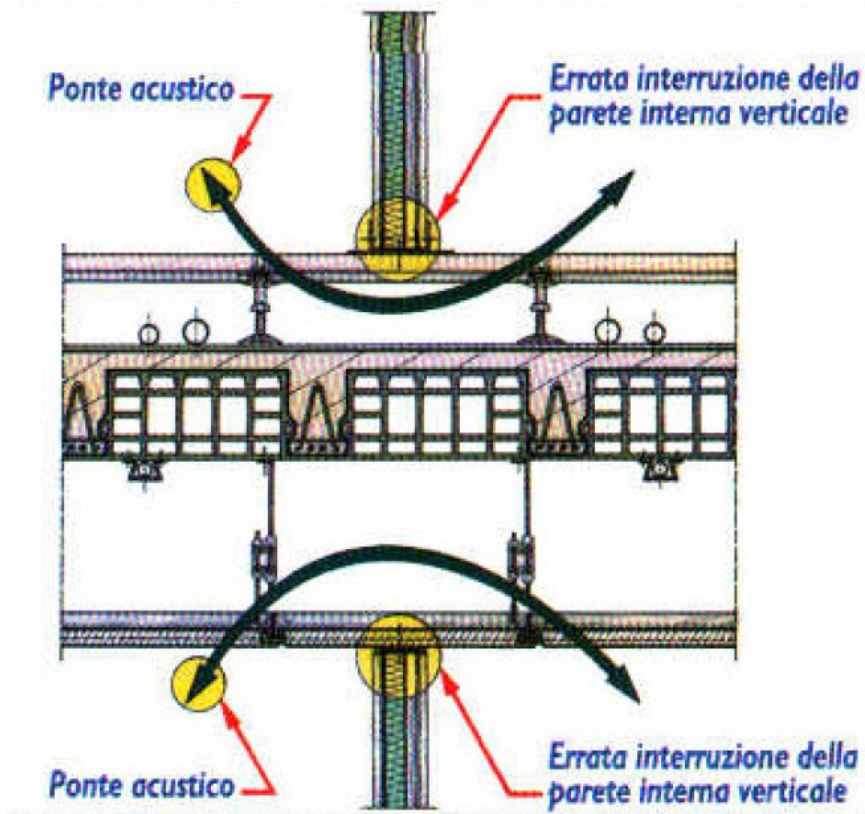


POSA IN OPERA ERRATA

POSA IN OPERA CORRETTA



Prestazioni acustiche



Prestazioni acustiche

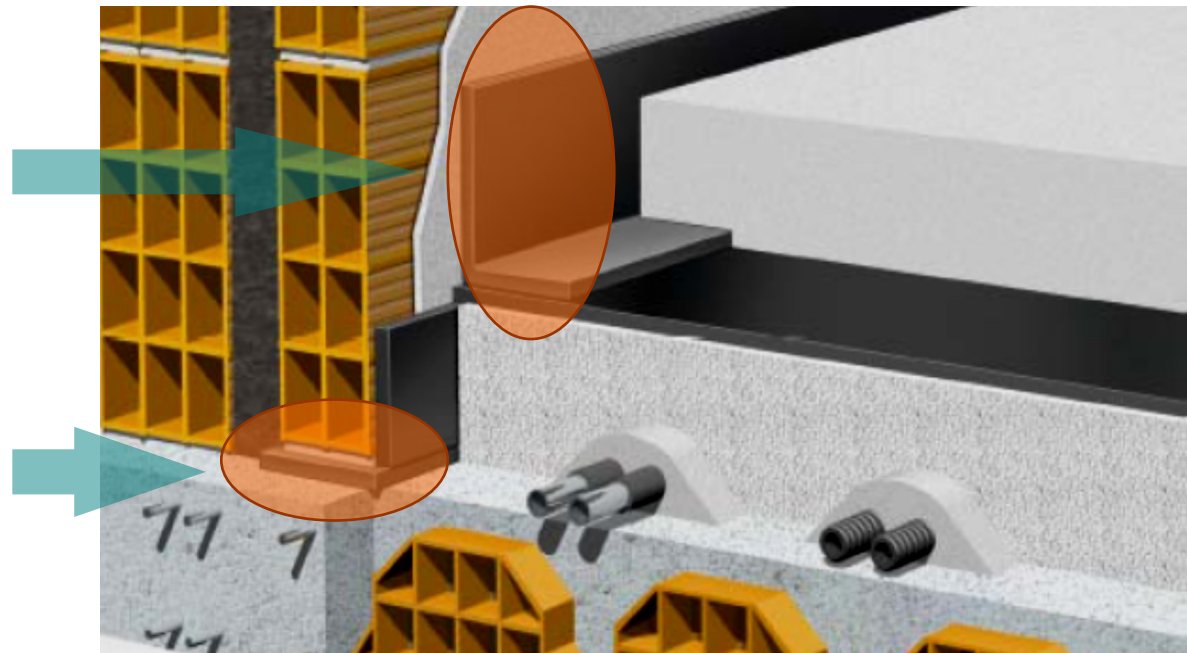
È necessario porre particolare attenzione alla **trasmissione per via strutturale** tra le partizioni verticale ed orizzontale.

Un incremento ulteriore alle prestazioni di isolamento acustico si rende possibile **desolidarizzando** la **partizione** dalle **strutture laterali** che la delimitano.

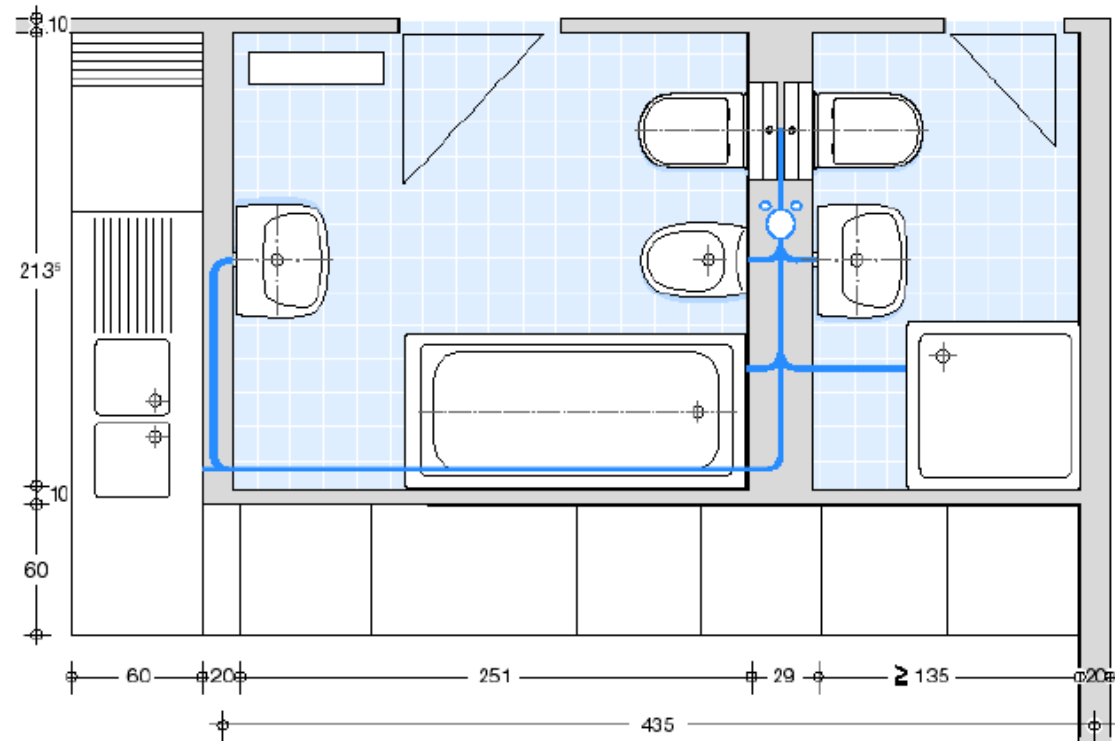
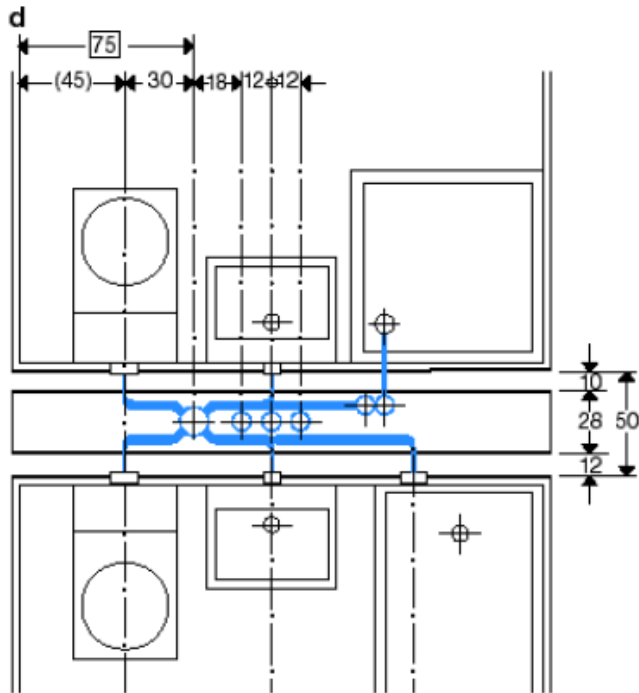
Per partizioni verticali non portanti è opportuno prevedere una striscia di materiale resiliente («**banda**») posta alla base della partizione stessa, il cui scopo è impedire che una sollecitazione meccanica impattiva agente sulla partizione trasferisca il rumore per via strutturale al pavimento.

FASCIA PERIMETRALE

FASCIA DI SCONNESSIONE

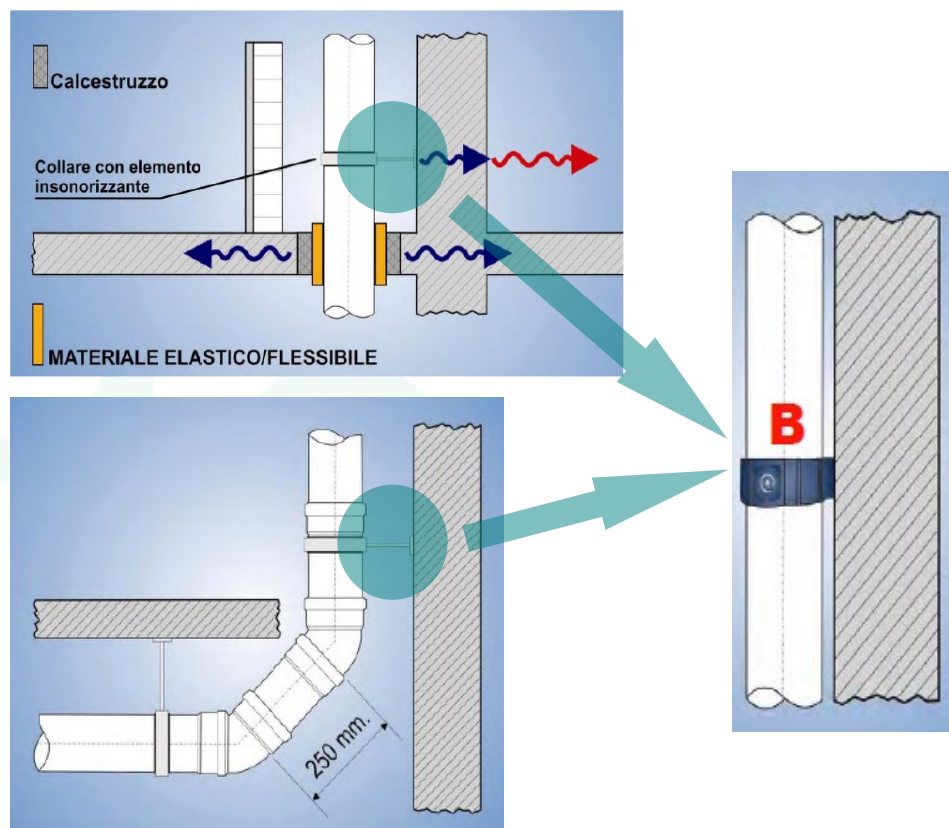


Rumore da impianti tecnici



Rumore da impianti tecnici

LIMITAZIONE DELLA PROPAGAZIONE DI RUMORE NEGLI IMPIANTI IDRAULICI



Predisporre alla base delle colonne di scarico due raccordi a 45° tra la giacitura verticale e quella orizzontale (al posto di una curva a gomito), per un tratto lungo almeno 0,25 ml

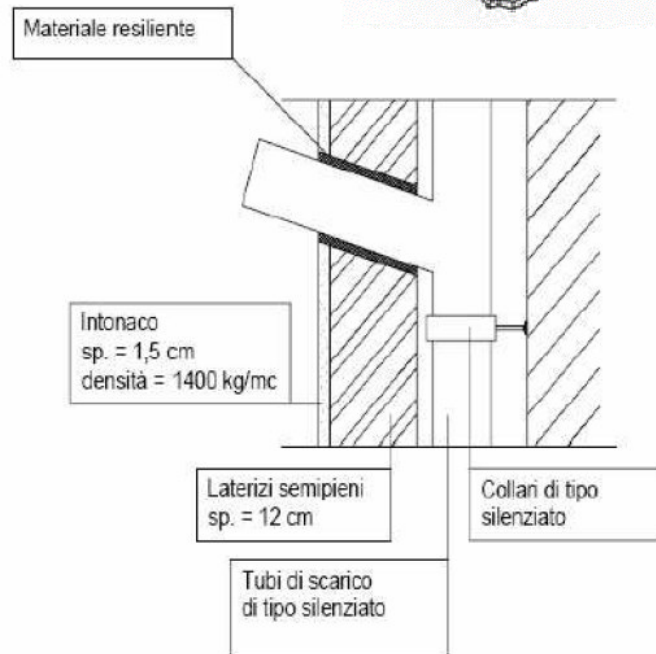
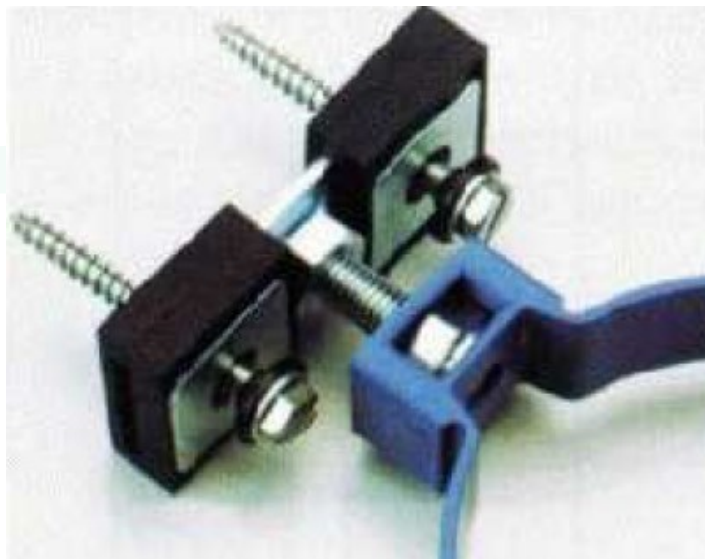
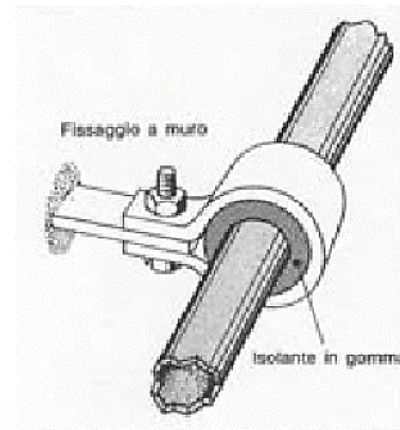
Interporre uno strato resiliente tra la partizione e l'apparecchio sanitario

Alloggiare le colonne di scarico in un cavedio evitando qualsiasi contatto tra la struttura muraria e le colonne stesse, evitando così la propagazione del rumore per via strutturale

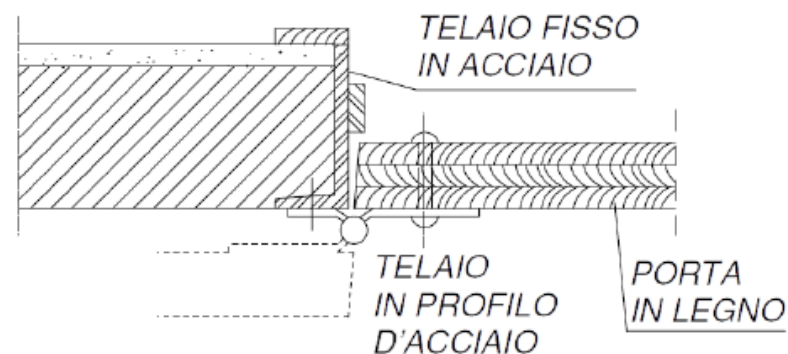
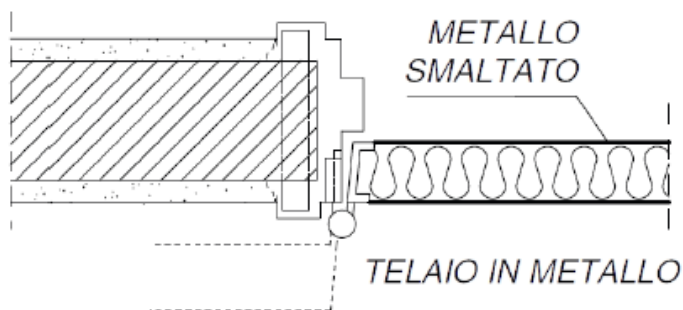
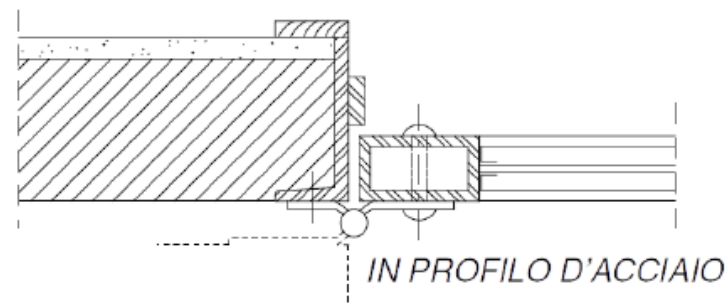
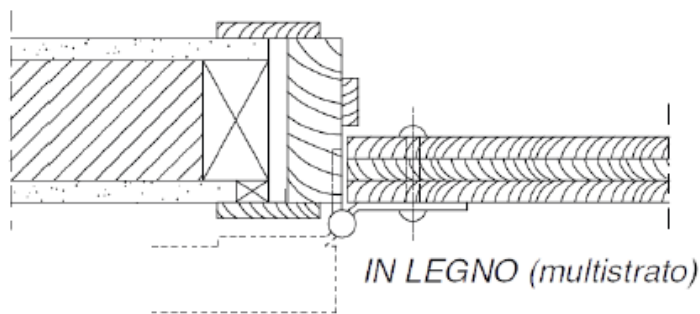
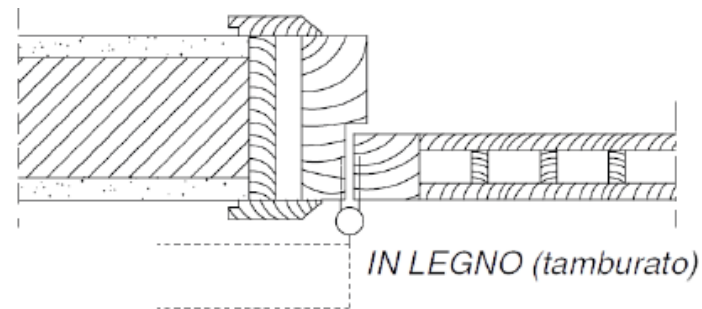
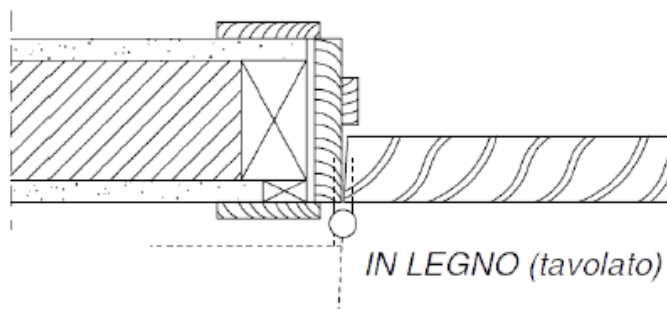
Fissare le tubazioni alla partizione mediante collari antivibranti

Realizzare l'attraversamento dei solai sigillando l'asola con materiale resiliente evitando l'insorgere di un ponte acustico

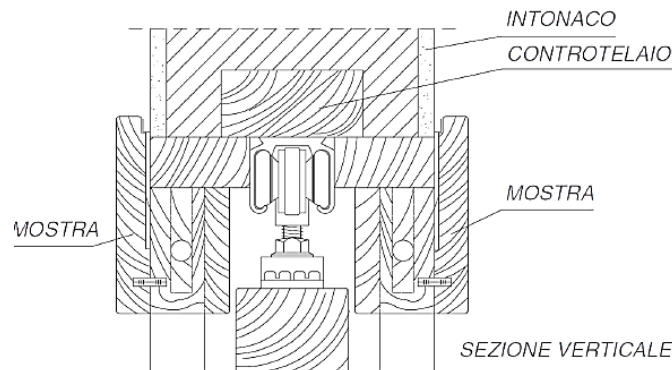
Rumore da impianti tecnici



Serramenti interni

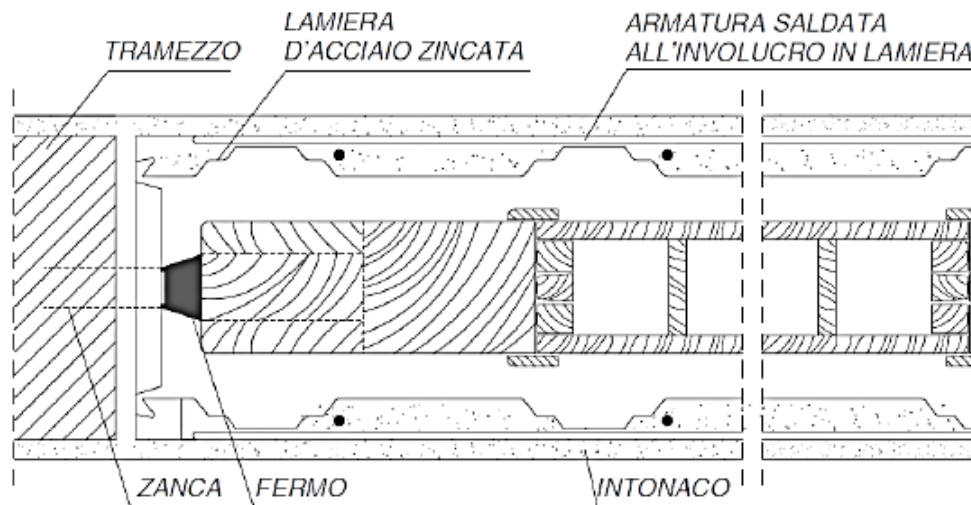


Serramenti interni

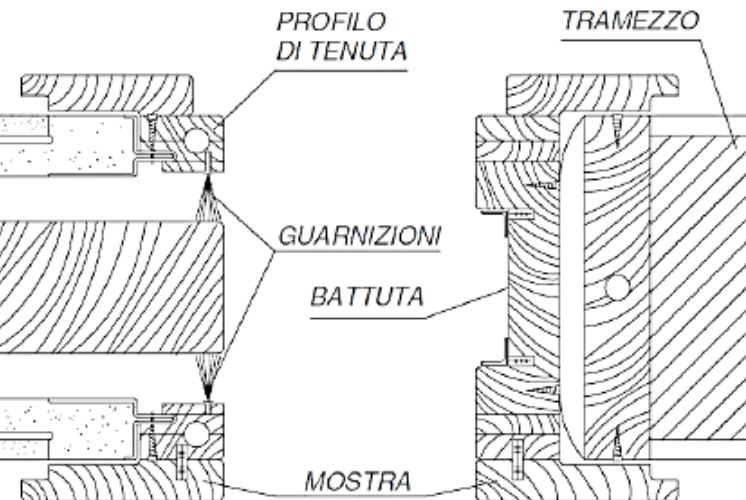


PORTA SCORREVOLE INSERITA IN UN TRAMEZZO

PORTA SCORREVOLE INSERITA NELLO SPESSORE DEL TRAMEZZO



PORTA SCORREVOLE INSERITA IN UN TRAMEZZO



10.3

**Rivestimenti e completamenti:
resistenza e reazione al fuoco**

Reazione al fuoco

La **reazione al fuoco** è una misura antincendio di protezione passiva che porta i suoi maggiori effetti nella fase di prima propagazione dell'incendio, con l'obiettivo di **limitare l'innesco dei materiali** e la **propagazione stessa dell'incendio**.

Essa si riferisce al comportamento al fuoco dei materiali nelle effettive condizioni di applicazione, in particolare al grado di partecipazione all'incendio manifestato nelle condizioni standardizzate di prova. Si riferisce a:

- materiali di **rivestimento** e **arredo**;
- articoli di **arredamento**;
- **tendaggi** e tessuti in genere.

I livelli di prestazione per la reazione al fuoco sono applicati agli ambiti dell'attività dove si deve **limitare la partecipazione dei materiali alla combustione**, riducendo la propagazione dell'incendio. Il D.M. 26 giugno 1984 individua le sei classi di reazione al fuoco 0, 1, ... 5 all'aumentare della loro partecipazione; la **classe 0** comprende **materiali incombustibili**.

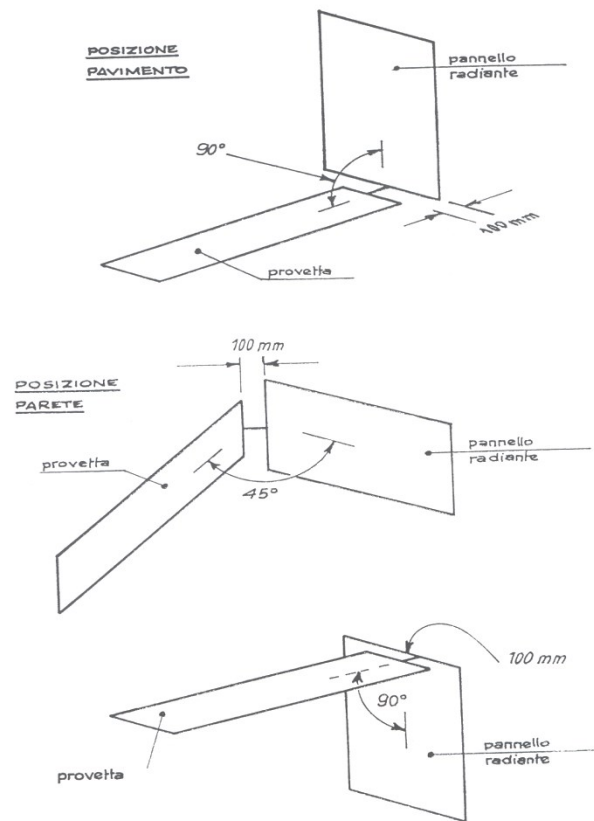


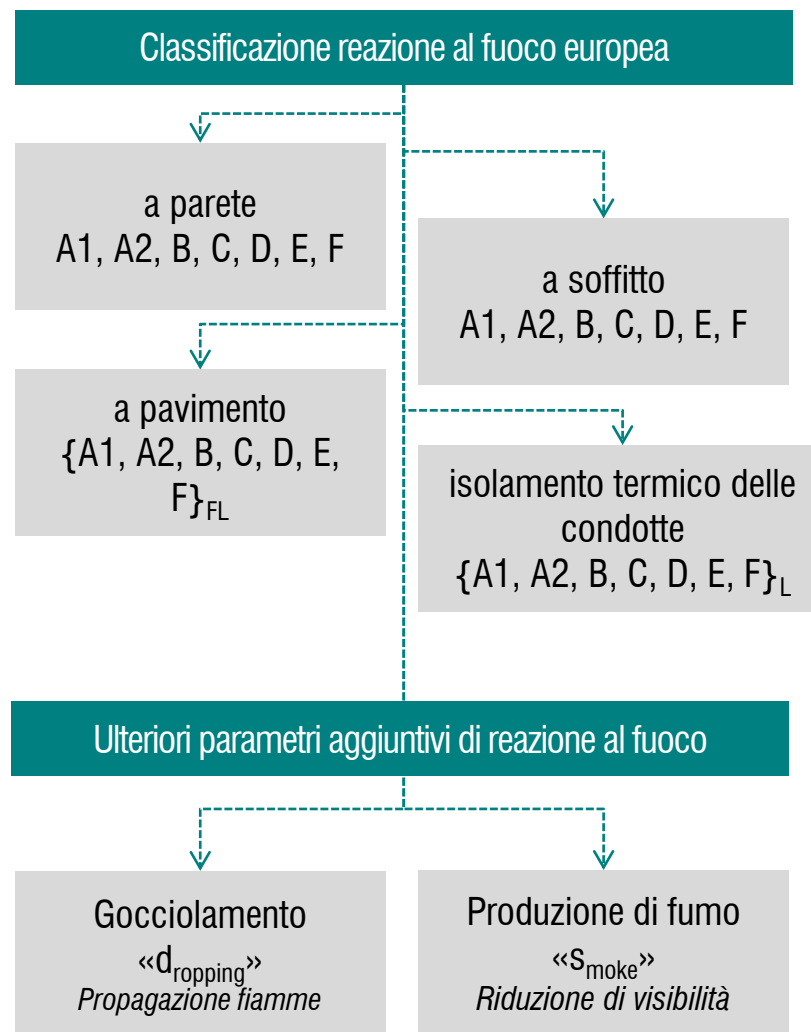
Fig. 3 - Posizioni relative pannello-provetta

Prova su materiali che possono essere investiti da una piccola fiamma su una sola faccia.

Reazione al fuoco

I contenuti del D.M. 26/6/1984 sono stati aggiornati con l'emanazione del D.M. 10 marzo 2005, che stabilisce le classi di reazione al fuoco da impiegarsi nelle opere per cui è richiesto il requisito di sicurezza in caso d'incendio. Con il D.M. 15 marzo 2005, viene recepito il **sistema europeo di classificazione di reazione al fuoco** (basato sul rilascio di calore nel tempo da parte del prodotto) nell'ordinamento italiano (che, storicamente, era basato sul parametro fondamentale del gocciolamento del prodotto sotto l'azione del fuoco). Nel D.M. 10 marzo 2005 sono inoltre riportati i materiali da considerare come appartenenti alle classi A1 ed A1_{FL} senza dover essere sottoposti a prove, quali:

- argilla espansa;
- calcestruzzo e cemento;
- ferro ed acciaio;
- gesso e malte a base di gesso;
- vetro temprato;
- ceramica.



Reazione al fuoco

È consentito l'uso di **materiali di classe 1** di reazione al fuoco per una **quota massima del 50%** della superficie totale, consistente nella somma delle superfici di:

- **pavimenti**;
- **pareti**;
- **soffitto** a vista;
- proiezioni sul piano orizzontale delle **scale**,

nei seguenti ambienti:

- **atri** e **corridoi**;
- **disimpegni**;
- **scale** e rampe;

- **percorsi orizzontali protetti**;

- **passaggi** in genere.

Per le **restanti parti** devono essere impiegati **materiali di classe 0**, ossia **incombustibili**.

In tutti gli altri ambienti è consentito che:

- le pavimentazioni ed i relativi rivestimenti siano di classe 2;
- gli altri materiali di rivestimento siano di classe 1 (di classe 2 in presenza di impianti di spegnimento automatico o di sistemi di smaltimento dei fumi asserviti ad impianti di rivelazione degli incendi).

10

Reazione al fuoco

Al fine di semplificare la verifica secondo le classi europee il **Codice di Prevenzione Incendi** introduce **gruppi di materiali**, con grande similitudine alle classi italiane precedentemente utilizzate. Si identificano complessivamente cinque gruppi di materiali:

- **GM0**, corrispondente ai materiali avente classe italiana 0, oppure A1 europea (**incombustibili**);
- **GM1**, GM2 e GM3, come **tabellati**;

- GM4, che comprende tutti i materiali non compresi nei gruppi precedenti.

In questi gruppi, le classi di reazione al fuoco sono dunque indicate con **riferimento alle classi italiane ed europee**, attribuibili ai soli prodotti da costruzione e comprensive delle indicazioni aggiuntive; per queste ultime sono ammessi, su ciascun indicatore, numeri cardinali inferiori.

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Rivestimenti a soffitto [1]	0	A2-s1,d0	1	B-s2,d0	2	C-s1,d0
Controsoffitti						
Pavimentazioni sopraelevate (superficie nascosta)	1	B-s1,d0	1	C _R -s1	2	C _R -s2
Rivestimenti a parete [1]						
Partizioni interne, pareti, pareti sospese	1	B _R -s1	1	C _R -s1	2	C _R -s2
Rivestimenti a pavimento [1]						
Pavimentazioni sopraelevate (superficie calpestabile)	1	B _R -s1	1	C _R -s1	2	C _R -s2

[1] Qualora trattati con prodotti vernicianti ignifughi, questi ultimi devono avere la corrispondente classificazione indicata ed essere idonei all'impiego previsto.

Reazione al fuoco

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Mobili imbottiti (poltrone, divani, divani letto, materassi, sommier, guanciali, topper, cuscini)	1 IM		1 IM		2 IM	
Bedding (coperte, copriletti, coprimaterassi)						
Mobili fissati e non agli elementi strutturali (sedie e sedili non imbottiti)		[na]		[na]		[na]
Tendoni per tensostrutture, strutture presostatiche e tunnel mobili	1		1		2	
Sipari, drappaggi, tendaggi,						
Materiale scenico, scenari fissi e mobili (quinte, velari, tendaggi e simili)						
[na] Non applicabile						

Non è richiesta la verifica dei requisiti di reazione la fuoco per i seguenti materiali:

- materiali facenti parte di processi produttivi;
- elementi strutturali portanti soggetti a verifica di resistenza al fuoco;
- materiali protetti da separazioni di classe EI 30.

Per i materiali di rivestimento applicati agli elementi strutturali rimane obbligatoria la verifica dei requisiti di reazione al fuoco secondo i pertinenti livelli di prestazione richiesti.

Reazione al fuoco

Sono comunque ammessi materiali, a parete o a pavimento, del gruppo GM4 per una quota massima del 5% della superficie lorda interna.

Sono ammesse soluzioni alternative che dimostrino:

- la ridotta produzione di fumi e calore;
- la precoce rivelazione ed il rapido controllo dell'incendio mediante impianti di protezione attiva.

La verifica dei requisiti minimi di reazione al fuoco è condotta secondo le modalità previste dal D.M. 10/03/2005 per i materiali da costruzione; e secondo il D.M. 26/06/1984 per gli altri materiali.

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Isolanti protetti [1]	2	C-s2,d0	3	D-s2,d2	4	E
Isolanti lineari protetti [1], [3]		C _L -s2,d0		D _L -s2,d2		E _L
Isolanti in vista [2], [4]	0, 0-1	A2-s1,d0	1, 0-1	B-s2,d0	1, 1-1	B-s3,d0
Isolanti lineari in vista [2], [3], [4]		A2 _L -s1,d0		B _L -s3,d0		B _L -s3,d0

[1] Protetti con materiali non metallici del gruppo GM0 ovvero prodotti di classe di resistenza al fuoco K 10 e classe minima di reazione al fuoco B-s1,d0.
 [2] Non protetti come indicato nella nota [1] della presente tabella
 [3] Classificazione riferita a prodotti di forma lineare destinati all'isolamento termico di condutture di diametro massimo comprensivo dell'isolamento di 300 mm
 [4] Eventuale doppia classificazione italiana (materiale nel suo complesso- componente isolante a sé stante) riferita a *materiale isolante in vista* realizzato come prodotto a più strati di cui almeno uno sia componente isolante; quest'ultimo non esposto direttamente alle fiamme

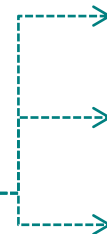
Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Condotte di ventilazione e riscaldamento	0	A2-s1,d0	1	B-s2,d0	1	B-s3,d0
Condotte di ventilazione e riscaldamento preisolato [1]	0-1	A2-s1,d0 B-s2,d0	0-1	B-s2,d0 B-s3,d0	1-1	B-s3,d0 C-s1,d0
Raccordi e giunti per condotte di ventilazione e riscaldamento (L≤1,5 m)	1	B-s1,d0	1	B-s2,d0	2	C-s1,d0
Canalizzazioni per cavi elettrici	0	[na]	1	[na]	1	[na]
Cavi elettrici o di segnalazione [2] [3]	[na]	B _{ca} -s1,d0,a1	[na]	C _{ca} -s1,d0,a2	[na]	E _{ca}

[na] Non applicabile
 [1] Eventuale doppia classificazione riferita a *condotta preisolata* con componente isolante non esposto direttamente alle fiamme ; la prima classe è riferita al materiale nel suo complesso la seconda al componente isolante non esposto direttamente alle fiamme
 [2] Prestazione di reazione al fuoco richiesta solo quando le condutture non sono incassate in materiali incombustibili
 [3] La classificazione aggiuntiva relativa al gocciolamento *d0* può essere declassata a *d1* qualora i cavi siano posati a pavimento

Resistenza al fuoco

Prodotti ed elementi costruttivi sono classificati in base alle caratteristiche di **resistenza al fuoco**.

Prestazioni di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi



prove

calcoli

confronti con tabelle

R	Capacità portante
E	Tenuta
I	Isolamento
W	Resistenza a irraggiamento
M	Azione meccanica
S	Tenuta al fumo

C	Dispositivo autochiusura
P	Continuità di corrente
K	Protezione al fuoco
D	Durata stabilità
F	Funzionalità SEFFC
B	Funzionalità SENFC



Resistenza al fuoco

Elementi portanti privi di funzione di compartimento

Si applica a	Muri, solai, tetti, travi, colonne, balconi, scale, passerelle										
Norme	EN 13501-2; EN 1365-1,2,3,4,5,6; EN 1992-1.2; EN 1993-1.3; EN 1994-1.2; EN 1995-1.2; EN 1996-1.2; EN 1999-1.2										
Classificazione:											
R	15	20	30	45	60	90	120	180	240	360	

Prodotti e sistemi di protezione di elementi portanti

Si applica a	Controsoffitti privi di intrinseca resistenza al fuoco (membrane protettive)
Norme	EN 13501-2; EN 13381-1
Classificazione: espressa negli stessi termini previsti per gli elementi portanti protetti	
Annotazioni	Alla classificazione viene aggiunto il simbolo «sn» se il prodotto è conforme ai requisiti previsti per l'incendio «seminaturale».

Si applica a	Rivestimenti, pannelli, intonaci, vernici e schermi protettivi dal fuoco
Norme	EN 13501-2; EN 13381-2,3,4,5,6,7,8
Classificazione: espressa negli stessi termini previsti per gli elementi portanti protetti	

Resistenza al fuoco

Elementi portanti con funzione di compartimento

Si applica a	Muri									
Norme	EN 13501-2; EN 1365-1; EN 1992-1.2; EN 1993-1.3; EN 1994-1.2; EN 1995-1.2; EN 1996-1.2; EN 1999-1.2									
Classificazione:										
RE		20	30		60	90	120	180	240	360
REI	15	20	30	45	60	90	120	180	240	360
REI-M			30		60	90	120	180	240	360
REW		20	30		60	90	120	180	240	360

Si applica a	Solai e tetti									
Norme	EN 13501-2; EN 1365-2; EN 1992-1.2; EN 1993-1.3; EN 1994-1.2; EN 1995-1.2; EN 1996-1.2; EN 1999-1.2									
Classificazione:										
R			30							
RE		20	30		60	90	120	180	240	360
REI	15	20	30	45	60	90	120	180	240	360

Resistenza al fuoco

Elementi non portanti

Si applica a	Pareti divisorie (comprese quelle che presentano parti non isolate e barriere tagliafiamma interne)									
Norme	EN 13501-2; EN 1364-1 [1]; EN 1992-1.2; EN 1993-1.3; EN 1994-1.2; EN 1995-1.2; EN 1996-1.2; EN 1999-1.2									
Classificazione:										
E		20	30		60	90	120			
EI	15	20	30	45	60	90	120	180	240	
EI-M			30		60	90	120	180	240	
EW		20	30		60	90	120			
[1] Per le barriere tagliafiamma interne questa norma è integrata da EOTA TR 031										

Si applica a	Controsoffitti dotati di intrinseca resistenza al fuoco									
Norme	EN 13501-2; EN 1364-2									
Classificazione:										
EI	15		30	45	60	90	120	180	240	
Annotazioni	La classificazione è completata da “(a → b)”, “(b ← a)”, o “(a ↔ b)”, per indicare se l'elemento è stato sottoposto a prova e rispetta i requisiti per l'incendio proveniente dall'alto o dal basso o da ambedue le direzioni.									

Resistenza al fuoco

Elementi non portanti

Si applica a	Facciate (curtain walls) e muri esterni (che includono parti vetrate)									
Norme	EN 13501-2; EN 1364-3,4,5,6; EN 1992-1.2; EN 1993-1.3; EN 1994-1.2; EN 1995-1.2; EN 1996-1.2; EN 1999-1.2									
Classificazione:										
E	15		30		60	90	120			
EI	15		30		60	90	120			
EI-W		20	30		60					
Annotazioni	<p>La classificazione è completata da “(i → o)”, “(o → i)”, o “(i ↔ o)”, per indicare se l'elemento è stato sottoposto a prova e se rispetta i requisiti sull'incendio proveniente dall'interno o dall'esterno o da ambedue le direzioni.</p> <p>Laddove previsto, la “stabilità meccanica” indica che l'eventuale caduta di parti non è suscettibile di provocare danni agli occupanti nel periodo indicato per la classificazione E o EI.</p>									

Si applica a	Sistemi di sigillatura di fori passanti e di giunti lineari									
Norme	EN 13501-2; EN 1366-3,4									
Classificazione:										
E	15		30	45	60	90	120	180	240	
EI	15	20	30	45	60	90	120	180	240	

Resistenza al fuoco

Per quanto concerne la classificazione della resistenza al fuoco in base a **confronti con tabelle**, di immediata applicazione, è possibile disporre dei risultati di campagne sperimentali e di elaborazioni numeriche, riferite a tipologie costruttive e materiali di largo impiego.

L'utilizzo delle tabelle è **limitato** alla **classificazione di elementi costruttivi** per i quali è richiesta la resistenza al fuoco nei confronti della curva convenzionale d'incendio.

Non è possibile applicare altre tabelle di natura sperimentale o analitica.

Classe	Blocco con fori monocamera	Blocco con fori multicamera o pieno	Blocco con fori mono o multicamera o pieno	
			Intonaco normale	Intonaco protettivo antincendio
EI 30	s = 120	100 [1]	100 [1]	80 [1]
EI 60	s = 150	120 [1]	120 [1]	100 [1]
EI 90	s = 180	150	150	120 [1]
EI 120	s = 240	180	200	150
EI 180	s = 280	240	250	180
EI 240	s = 340	300	300	200
EI 120-M	s = 240	240	200	200
EI 180-M	s = 280	240	250	200
EI 240-M	s = 340	300	300	200

[1] Solo blocchi pieni (percentuale foratura < 15%)

Tabella S.2-38: Murature non portanti in blocchi di calcestruzzo normale (Requisiti E, I, M)

Resistenza al fuoco

Classe	Blocco con percentuale di foratura > 55%		Blocco con percentuale di foratura ≤ 55 %	
	Intonaco normale	Intonaco protettivo antincendio	Intonaco normale	Intonaco protettivo antincendio
EI 30	s = 120	80	100	80
EI 60	s = 150	100	120	80
EI 90	s = 180	120	150	100
EI 120	s = 200	150	180	120
EI 180	s = 250	180	200	150
EI 240	s = 300	200	250	180
EI 120-M	s = 200	200	200	-
EI 180-M	s = 250	200	200	-
EI 240-M	s = 300	200	250	-

Intonaco normale: intonaco tipo sabbia e cemento, sabbia cemento e calce, sabbia calce e gesso e simili caratterizzato da una massa volumica compresa tra 1000 e 1400 kg/m³

Intonaco protettivo antincendio: Intonaco tipo gesso, vermiculite o argilla espansa e cemento o gesso, perlite e gesso e simili caratterizzato da una massa volumica compresa tra 600 e 1000 kg/m³

Tabella S.2-37: Murature non portanti in blocchi di laterizio (Requisiti E, I, M)

Resistenza al fuoco

Materiale	Tipo blocco	REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	REI 180	REI 240	REI 90-M	REI 120-M	REI 180-M	REI 240-M
Laterizio [1]	Pieno (foratura $\leq 15\%$)	120	150	170	200	240	300	200	200	240	300
Laterizio [1]	Semipieno e forato ($15\% < \text{foratura} \leq 55\%$)	170	170	200	240	280	330	240	240	280	330
Calcestruzzo	Pieno, semipieno e forato (foratura $\leq 55\%$)	170	170	170	200	240	300	200	200	240	300
Calcestruzzo leggero [2]	Pieno, semipieno e forato (foratura $\leq 55\%$)	170	170	170	200	240	300	240	240	240	300
Calcestruzzo aerato autocla- vato	Pieno	170	170	170	200	240	300	240	240	240	300
Pietra squadra- ta	Pieno (foratura $\leq 15\%$)	170	170	250	280	360	400	250	280	360	400
<p>[1] presenza di 10 mm di intonaco su ambedue le facce ovvero 20 mm sulla sola faccia esposta al fuoco. I valori in tabella si riferiscono agli elementi di laterizio sia normale che alleggerito in pasta.</p> <p>[2] massa volumica netta non superiore a 1700 kg/m^3.</p>											

Tabella S.2-41: Murature portanti in blocchi (Requisiti R, E, I, M)

Resistenza al fuoco

Classe	30		60		90		120		180		240	
	H	a	H	a	H	a	H	a	H	a	H	a
Solette piene con armatura monodirezionale o bidirezionale	80	10	120	20	120	30	160	40	200	55	240	65
Solai misti di lamiera di acciaio con riempimento di calcestruzzo [1]	80	10	120	20	120	30	160	40	200	55	240	65
Solai a travetti con alleggerimento [2]	160	15	200	30	240	35	240	45	300	60	300	75
Solai a lastra con alleggerimento [3]	160	15	200	30	240	35	240	45	300	60	300	75

I valori di a devono essere non inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di a di 15 mm. In presenza di intonaco i valori di H e a ne devono tenere conto nella seguente maniera:

- 10 mm di intonaco normale (definizione in tabella S.2-37) equivalgono ad 10 mm di calcestruzzo;
- 10 mm di intonaco protettivo antincendio (definizione in tabella S.2-37) equivalgono a 20 mm di calcestruzzo.

Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilità del ricoprimento.

[1] In caso di lamiera grecata H rappresenta lo spessore medio della soletta. Il valore di a non comprende lo spessore della lamiera. La lamiera ha unicamente funzione di cassero.

[2] Deve essere sempre presente uno strato di intonaco normale di spessore non inferiore a 20 mm ovvero uno strato di intonaco isolante di spessore non inferiore a 10 mm.

[3] In caso di alleggerimento in polistirene o materiali affini prevedere opportuni sfoghi delle sovrappressioni.

Tabella S.2-42: Solai (requisito R)

Resistenza al fuoco

Classe	30		60		90		120		180		240	
	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d	h	d
Tutte le tipologie	60	40	60	40	100	50	100	50	150	60	150	60

In presenza di intonaco i valori di h e di d ne possono tenere conto nella maniera indicata nella tabella S.2-42. In ogni caso d non deve mai essere inferiore a 40 mm.

In presenza di strati superiori di materiali di finitura incombustibile (massetto, malta di allettamento, pavimentazione, ...) i valori di h ne possono tener conto.

Tabella S.2-43: Solai (requisiti E, I)

Classe	Combinazioni possibili di b e a				b_w
30	b = 80; a = 25	b = 120; a = 20	b = 160; a = 15	b = 200; a = 15	80
60	b = 120; a = 40	b = 160; a = 35	b = 200; a = 30	b = 300; a = 25	100
90	b = 150; a = 55	b = 200; a = 45	b = 300; a = 40	b = 400; a = 35	100
120	b = 200; a = 65	b = 240; a = 60	b = 300; a = 55	b = 500; a = 50	120
180	b = 240; a = 80	b = 300; a = 70	b = 400; a = 65	b = 600; a = 60	140
240	b = 280; a = 90	b = 350; a = 80	b = 500; a = 75	b = 700; a = 70	160

I valori di a devono essere non inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di a di 15 mm. In presenza di intonaco i valori di b e a ne possono tenere conto nella maniera indicata nella tabella S.2-42. Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilità del ricoprimento.

Tabella S.2-44: Travi in cemento armato (requisito R)

Resistenza al fuoco

Classe	Esposto su più lati		Esposto su un lato
30	B = 200; a = 30	B = 300; a = 25	B = 160; a = 25
60	B = 250; a = 45	B = 350; a = 40	B = 160; a = 25
90	B = 350; a = 50	B = 450; a = 40	B = 160; a = 25
120	B = 350; a = 60	B = 450; a = 50	B = 180; a = 35
180	B = 450; a = 70	-	B = 230; a = 55
240	-	-	B = 300; a = 70

I valori di a devono essere non inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di a di 15 mm. In presenza di intonaco i valori di a ne possono tenere conto nella maniera indicata nella tabella S.2-42. Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilità del ricoprimento.

Tabella S.2-45: Pilastrini in cemento armato (requisito R)

Classe	Esposto su un lato	Esposto su due lati
REI 30	s = 120; a = 10	s = 120; a = 10
REI 60	s = 130; a = 10	s = 140; a = 10
REI 90-M	s = 140; a = 25	s = 170; a = 25
REI 120-M	s = 160; a = 35	s = 220; a = 35
REI 180-M	s = 210; a = 50	s = 270; a = 55
REI 240-M	s = 270; a = 60	s = 350; a = 60

I valori di a devono essere non inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di a di 15 mm. In presenza di intonaco i valori di a ne possono tenere conto nella maniera indicata nella tabella S.2-42. Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilità del ricoprimento.

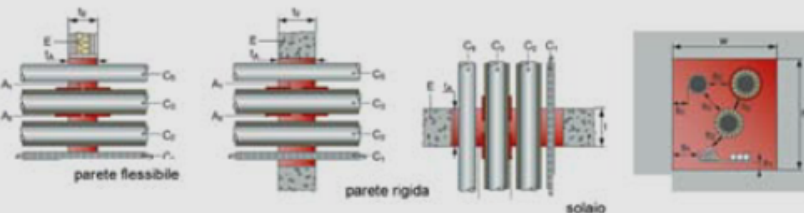
Tabella S.2-46: Pareti portanti in cemento armato (requisiti R, E, I, M)

Resistenza al fuoco



	Sigillatura di attraversamento (A) / servizi (C)	Isolamento tubo (D)	Classificazione E = Integrità I = Isolamento	Profondità sigillatura (t _s) (mm)	Altri criteri Descrizione
Tubo metallo	Cavi interamente rivestiti ≤ Ø 80 mm (ad es. alimentazione, controllo, segnali, telecomunicazione, dati, cavi a fibra ottica) Fascio cavi (≤ 100 mm), diametro massimo del cavo singolo Ø 21 mm		EI 120 C/U	≥ 150	Costruzione di supporto cavo/canalina portacavi in metallo perforato distanze minime: min S1 = 0 mm (tra cavo e bordo sigillatura) min S2 = 35 mm (tra cavo e tubo) min S1 = 0 mm (tra tubo metallico e bordo sigillatura) min S2 = 0 mm (tra tubo metallico e disposizione lineare) min S2 = 40 mm (disposizione in gruppo) min S1 = 30 mm (tra tubo di plastica e bordo sigillatura) min S2 = 55 mm (tra tubo di plastica e tubo metallico)
	Condotte o tubazioni in acciaio Ø 16 mm				
	Tubazione in acciaio Ø 33,7- 114,3 (d _j) (spessore parete tubo 2,6/3,6 - 14,2 mm)	Lana minerale (Rockwool RPS 800) t _s = 40 mm / L _s = 500 mm			
Tubi di plastica	Tubazione in rame Ø 28- 88,9 mm (d _j) (spessore parete tubo 1,0/2,0- 14,2 mm)	Lana minerale (Rockwool RPS 800) t _s = 40 mm / L _s = 500 mm			
	Tubazione in acciaio Ø 33,7- 114,3 mm (d _j) (spessore parete tubo 2,6/3,6 - 14,2 mm)	Isolamento incombustibile (gomma sintetica Armaflex) t _s = 19 mm / L _s = 500 mm			Installata con 2 strati di banda antifuoco Hiti CFS-B su entrambi i lati (ai sensi dell'ETA CFS-B (A2))
	Tubazione in rame Ø 28- 88,9 mm (d _j) (spessore parete tubo 1,0/2,0- 14,2 mm)	Isolamento incombustibile (gomma sintetica Armaflex) t _s = 19 mm / L _s = 500 mm			
	Tubazione in PE (EN 1519-1, DIN 8074/8075) Ø 50 mm (d _j) (spessore parete tubo t _s) 2,9 - 4,6 mm)				
	Tubazione in PVC-U (EN 1452-1, DIN 8061/8062) Ø 50 mm (d _j) (spessore parete tubo t _s) 3,7 - 5,6 mm)				

Attraversamento misto



Bibliografia

- ROCKWOOL s.p.a. (a cura di), *Acustica in edilizia*, 2004.
- Pascali M., *Acustica ambienti interni*. Edizioni Grafill, Palermo, 2010.
- Valcovich E., Ferneti V., Stival C. A., *Un approccio ecosostenibile alla progettazione edilizia – il Protocollo di valutazione energetico – ambientale (VEA) della Regione Friuli Venezia Giulia*. Edizioni Alinea, Firenze, 2011.
- Piani L., *Acustica – Lezione corso ARES per tecnici abilitati VEA*, dicembre 2011.
- Secchi S., *Stima delle prestazioni acustiche passive degli edifici e dei loro componenti*, Università degli Studi di Firenze, 2010.
- ANIT (a cura di), *Migliorare il comfort abitativo. Soluzioni tecnologiche a confronto per edifici nuovi ed esistenti*, Atti del convegno, Udine, 2009.
- ANIT (a cura di), *Manuale di acustica edilizia*.
- www.bampi.it
- www.rockwool.it
- www.celenit.com
- www.hilti.it
- www.solaioinlaterizio.it