

La tecnologia Struttura e Rivestimento come risposta alle esigenze dell'edilizia nell'era della riduzione dei consumi energetici

Dai protocolli internazionali di Kyoto ai più recenti decreti del Governo Italiano (Dlgs 79/99 e 164/00, Decreti gemelli 24/04/01) in materia di riduzione dei consumi energetici, l'edilizia italiana si vede finalmente costretta alla messa a punto di nuove tecnologie costruttive. L'istituzione di un vero e proprio "mercato dell'energia", e l'affermazione del principio, assolutamente innovativo quanto necessario, di "quotare" l'effettivo risparmio energetico di un edificio con l'attribuzione dei cosiddetti TEE (Titoli di Efficienza Energetica) secondo precisi parametri predefiniti, hanno definitivamente indicato la strada che l'edilizia italiana dovrà necessariamente percorrere nei prossimi anni, finalmente in armonia con una realtà

già da tempo affermata a livello europeo. I principali obiettivi di questa svolta storica possono essere così sintetizzati:

- **fortissima riduzione dei consumi energetici (nella fase costruttiva, nel ciclo di gestione, nel recupero finale degli edifici),**
- **compatibilità ambientale dei materiali,**
- **elevate prestazioni termo/acustiche,**
- **resistenza al fuoco ed ai sismi,**
- **leggerezza,**
- **velocità di esecuzione,**
- **estrema semplificazione nell'esecuzione degli impianti,**
- **flessibilità progettuale,**
- **valorizzazione dei costi.**

Naturalmente tutta la stratificazione, una volta definite le caratteristiche statiche, può essere armonizzata alle esigenze più diverse con materiali opportunamente progettati.

pavimento

pavilastre

pannello isolante di polistirene

pannello isolante di lana spianata

assito V100 DIN 68763 oKO_Panel

profilo in acciaio Ecoprofil

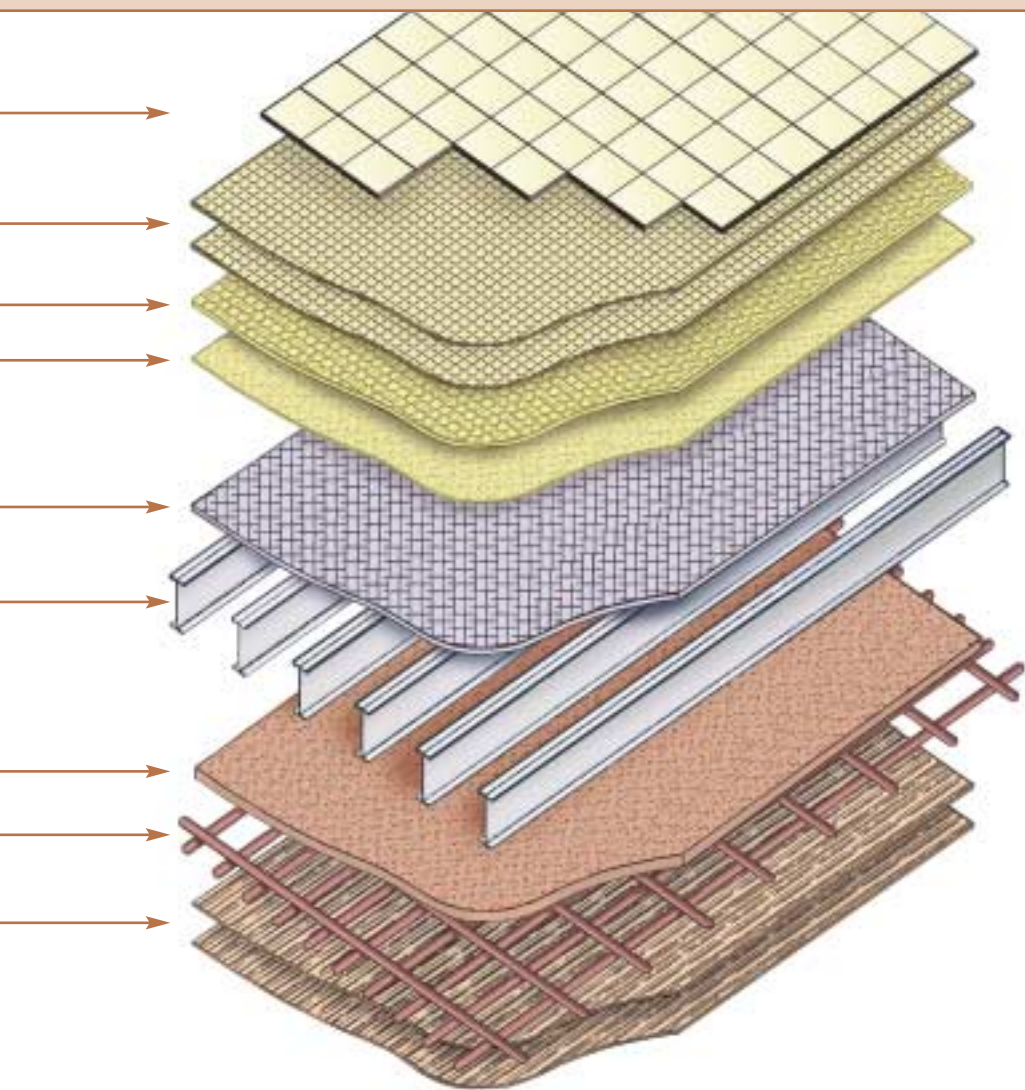
lana minerale

telaio per controsoffitto

lastre GKF



Spaccato assonometrico del solaio stratificato a secco nella tipologia standard



Il nuovo solaio stratificato a secco progettato e realizzato con tecnologia **S/R Struttura e Rivestimento**, messo a punto dalla ventennale ricerca **Vanoncini spa** e dalla **Knauf**, oggetto di tesi alla Facoltà di Ingegneria dell'Università di Brescia, rappresenta la risposta immediatamente praticabile, non solo nella costruzione delle rivoluzionarie case passive (Passivhaus) ossia di quegli edifici che garantiscono un consumo energetico inferiore a 15 Kwh/m² per anno, ma anche e soprattutto dove si desidera introdurre, in edifici costruiti con la tecnologia del latero cemento, gli innovativi ed indispensabili valori dell'isolamento termico ed acustico, dove si vogliono contenere estremamente le tempistiche realizzative, dove la leggerezza complessiva dell'edificio rappresenti una problematica irrinunciabile, ad esempio, in opere di ristrutturazione, o quando si ricerchino grandi luci senza pilastri

sottostanti. Le caratteristiche generali del nuovo solaio, i cui principi vitali risiedono nella costruzione stratificata e nella tecnologia a secco possono essere così riassunte:

- **struttura portante in travetti di acciaio** con elementi connessi alle strutture di supporto mediante semplice avvvitamento a secco,
 - **sistema stratificato e desolidarizzato del sottofondo** con elevata risposta al fonoisolamento aereo di calpestio,
 - **tecnologia completamente a secco**, quindi priva di tempi di asciugatura, con ampie intercapedini per alloggiamenti degli impianti,
 - membrane portanti, controstrutture e strati funzionali **privi di coazioni reciproche**, controsoffitto desolidarizzato e isolato.
- Come già enunciato, i vantaggi che ne conseguono, molto sinteticamente, sono:
- **riduzione dell'energia**,
 - **isolamento termo/acustico**,
 - **rapidità esecutiva.**







Struttura

La resistenza statica è garantita da travetti formati da due elementi a C accoppiati realizzati in lamiera zincata lavorata a freddo. Sui travetti viene posto un assito in V 100 DIN 68763 o KO_PANEL con avvitamento determinato.



Rivestimento

E' suddiviso in rivestimento superiore ed inferiore.

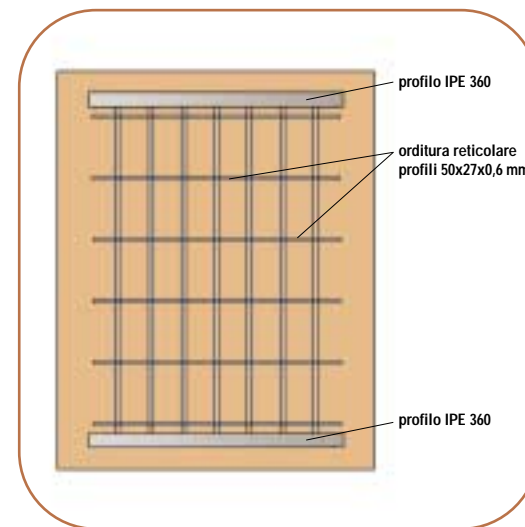
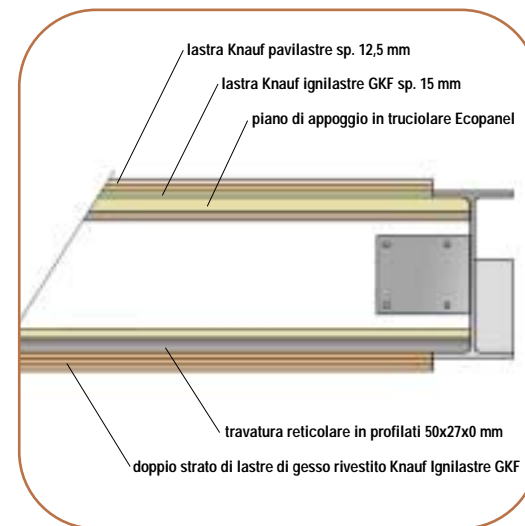
Il rivestimento superiore è costituito da una serie di strati posati a gravità sul piano definito del solaio statico.

Il rivestimento inferiore (controsoffitto) è costituito da una struttura secondaria orizzontale, in profili di acciaio, appesa con sospensioni a taglio acustico. L'impalcato, leggero ed elastico, incassa le basse frequenze del calpestio grazie ad un effetto membrana per cui la deforma-

zione del pacchetto complessivo trasforma l'energia sonora in calore di deformazione mentre il controsoffitto agisce come una molla in grado di assorbire l'energia dell'onda sonora. L'intercapedine, il materassino isolante e le lastre costituiscono un secondo gruppo di strati funzionali concorrenti all'isolamento acustico.

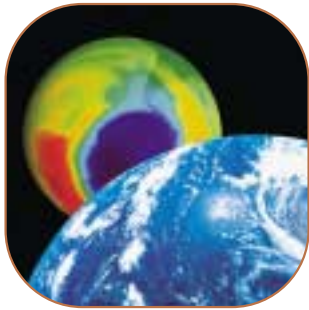
Il bilanciamento igrotermico è assicurato dalla presenza di gesso rivestito nella stratificazione dei rivestimenti sia inferiore che superiore.

Anche la **resistenza al fuoco** è garantita dalle caratteristiche fisiche stesse del gesso rivestito che assume così funzioni di sicurezza. L'intercapedine del controsoffitto è la sede delle reti impiantistiche che risultano protette e facilmente ispezionabili.



Sopra: stratigrafia del solaio (pavimento sottofondo desolidarizzato, struttura statica, controsoffitto desolidarizzato). A sinistra: schema della travatura reticolare del controsoffitto.





Energia e compatibilità

ambientale. Diminuzione dei consumi di energia, riduzione delle emissioni, riciclabilità dei materiali: questi sono i principi fondamentali cui dovrà, e sin da ora deve, ispirarsi l'edilizia per rispondere alle nuove Leggi ed all'istanza sociale.



La tecnologia S/R Struttura e Rivestimento si pone come risposta naturale, sin dalla fase di cantiere, **riducendo il fabbisogno energetico** grazie all'impiego esclusivo di materiali leggeri (**riducendo quindi anche il trasporto su gomma prodotto/distributore/cantiere**), eliminando i consumi idrici, offrendo una completa **riciclabilità** dei componenti (sia ferro che gesso sono, come noto, totalmente



recuperabili e reinseribili in nuovi cicli produttivi) abbattendo drasticamente le **emissioni di CO²** e delle altre polveri sottili grazie all'iperisolamento dell'e-

dificio e, di conseguenza, al minimo fabbisogno energetico necessario che diviene prelevabile da fonti **preziose come quelle rinnovabili.**

Comparazione tra tecnologie:

Solaio stratificato a secco. Dati tecnici e indici di impatto ambientali.

	Spessore (mm)	Massa (kg/m ²)	Durata utile (anni)	Emissioni indotte CO ² (g/m ² anno)	Emissioni acide SO ² (g/m ² anno)
<i>Ceramica di calpestio</i>	10	20	30	140	0,7
<i>2 Pavilastre Knauf</i>	25	22,5	30	265	1,46
<i>Lastra antifuoco GKF</i>	12,5	12	80	50	0,6
<i>Polistirene d = 30 kg/m³</i>	20	0,6	80	12	0,11
<i>Lana minerale d = 100 kg/m³</i>	10	1	80	16	0,15
<i>Assito V100 DIN 68763</i>	28	17	80	95	0,6
<i>Profili FeZn a freddo sp 1,5 mm</i>	280	21	80	350	0,625
<i>Lana minerale d = 40 kg/m³</i>	40	1,6	80	32	0,13
<i>Struttura FeZn D112 Knauf</i>	0,6	2	30	31	0,12
<i>2 lastre GKF sp 15 mm</i>	30	30	30	318	1,75
Totale	450	127,7		1309	6,245

Fasi ed energie di montaggio

Trasporto solaio	170 m ² /autotreno	
Scarico in cantiere		0,025 h/m ²
Carico materiale al piano		0,07 h/m ²
Avvitamento profili a schiena		0,05 h/m ²
Montaggio alle travi di banchina		0,16 h/m ²
Montaggio 20 viti/m ²		0,8 h/m ²
Lana minerale $\rho = 100 \text{ kg/m}^3$	0,05 h/m ²	
Polistirene	0,05 h/m ²	
GKF sp. 12,5 mm	0,084 h/m ²	
2 Pavilastre Knauf	0,4 h/m ²	
Totale solaio		1,105 h/m²
Totale sottofondo		0,584 h/m²
Totale controsoffitto		1,2 h/m²
Totale generale, solaio, sottofondo, controsoffitto		2,889 h/m²

Sistemi a confronto

CANTIERE LATERO CEMENTO

- Utilizzo di materiali pesanti di conformazione geometrica prismatica, mattoni o blocchi, o masse di materiale pesante al fine di costituire un manufatto finale monolitico, dotato di proprietà d'inerzia.

- Creazione del manufatto in opera.

- Disposizione del materiale "a gravità", per sovrapposizione "verticale" di elementi connessi a umido o per colata.

- Generazione di masse di connessione rigida e passanti in tutto lo spessore del manufatto: anisotropia della soluzione tecnica in superficie (es. muratura).

- Attesa dei tempi di essiccamento delle colate, impossibilità di realizzare ulteriori operazioni: tempi morti.

- Impiego di grosse gru e movimentazione di un gran numero di autocarri per fornire il materiale pesante.

CANTIERE S/R

- Utilizzo di materiali leggeri di conformazione a profili, lastre, materassini isolanti, viti e connettori, al fine di costituire un manufatto finale stratificato, dotato di proprietà di elasticità.

- Assemblaggio in opera di manufatti industriali.

- Disposizione del materiale secondo veloce occupazione di superficie, per stratificazioni che si fissano a strutture intelaiate, mediante connessioni a secco.

- Isotropia delle singole superfici, salvo puntuale presenza degli elementi connettori opportunamente riparati.

- Realizzazione di montaggio in flusso continuo, con strategie di logistica e possibilità di operare su un cantiere "riparato" grazie all'immediata realizzazione della copertura.

- Impiego di attrezzature ausiliarie leggere, di macchinari per lavorazioni speciali e riduzione del numero di autocarri per l'approvvigionamento dei materiali.



Comparazione tra solai: latero-cemento e acciaio con stratificazione a secco

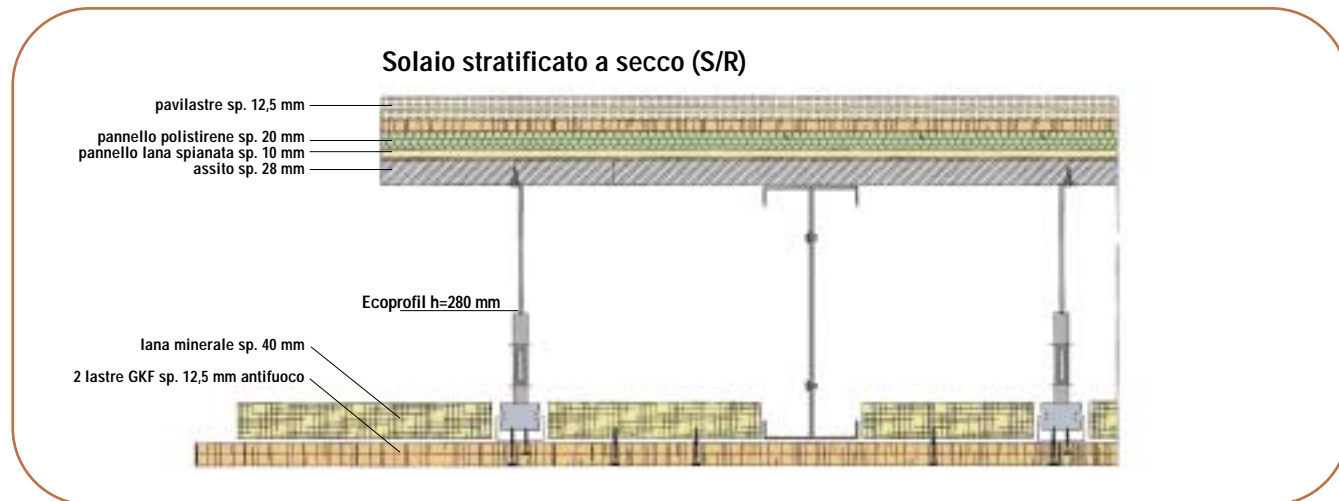
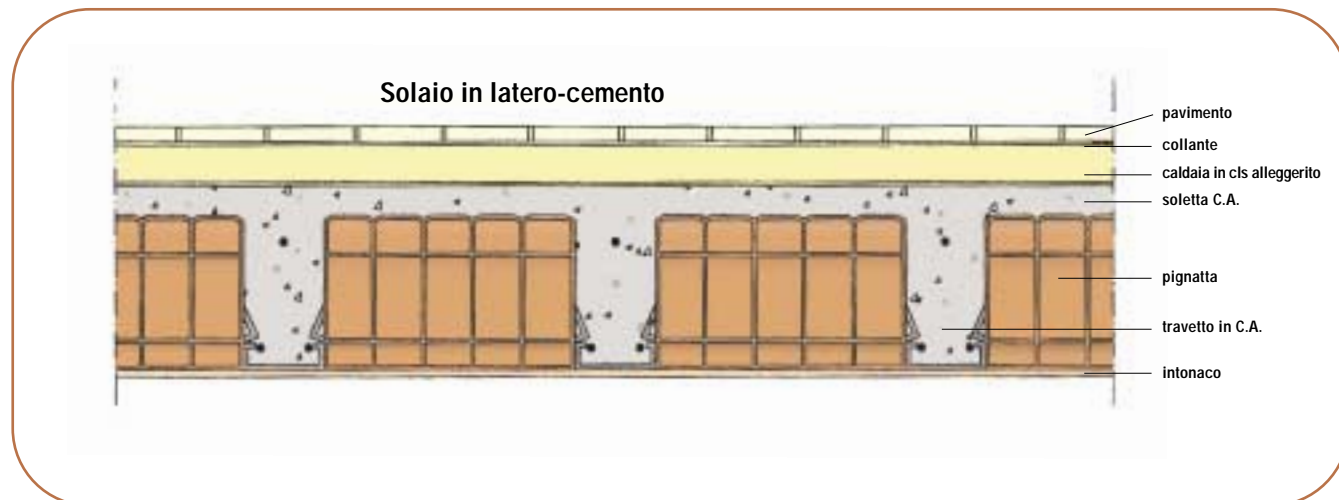
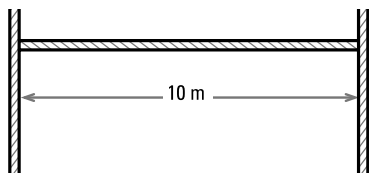
Latero cemento	
Peso proprio struttura	
Solaio in latero-cemento 20+6 cm con interasse travetti di 50 cm.	4,7 kN/m ²
Carico permanente	
Caldana in argilla espansa (6 cm.)	0,80 kN/m ²
Malta allettamento (1 cm.)	0,20 kN/m ²
Pavimentazione in gres (2 cm.)	0,40 kN/m ²
Intonaco di finitura (1 cm.)	0,20 kN/m ²
Contributo delle tramezze	1,30 kN/m ²
Totale permanenti	7,60 kN/m²
Carichi variabili	
Secondo D.M. 16-01-1996	2 kN/m ²
Carichi totali	9,60 kN/m²

Acciaio con stratificazione a secco S/R	
Peso proprio struttura	
ECOPROFIL	0,24 kN/m ²
oKO_PANEL	0,17 kN/m ²
Totale	0,41 kN/m²
Carico permanente	
Piastrelle	0,3 kN/m ²
Lastre di sottofondo	0,25 kN/m ²
Polistirolo (20 mm.)	0,007 kN/m ²
Eventuale lastra in piombo (0,5 mm.)	0,07 kN/m ²
Lana minerale alta densità	0,01 kN/m ²
Lastra GKF	0,1 kN/m ²
Controsoffitto GKF	0,2 kN/m ²
Totale permanenti	1,347 kN/m²
Carichi variabili	
Secondo D.M. 16-01-1996	2 kN/m ²
Carichi totali	3,347 kN/m²



Abbiamo esaminato un solaio tipo avente luce di cinque metri e sovraccarico di 2 kN/m^2 e confrontato le caratteristiche di peso proprio strutturale, di carico permanente e variabile.

Dalle tabelle a fianco riportate è facile dedurre le notevoli differenze a favore della tecnologia con acciaio e stratificazione a secco. E' inoltre bene ricordare, con la tecnologia S/R, la semplicità di realizzazione di grandi luci senza la costruzione di pilastri sottostanti dovuta alle caratteristiche fisiche di elasticità proprie dell'acciaio.



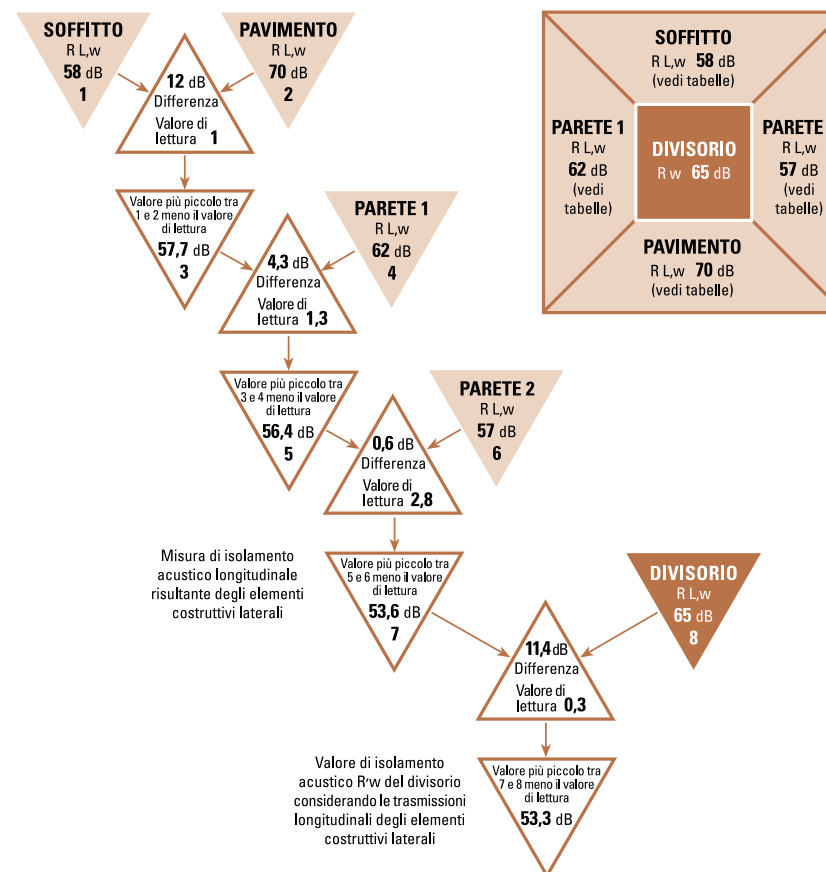
Note sull'isolamento acustico

Suoni e rumori

Il suono è una variazione della pressione nel campo in cui essa viene generata e che l'orecchio umano riesce a rilevare. Perché il movimento vibratorio generato da una qualsiasi sorgente possa giungere all'orecchio è indispensabile la presenza fra l'una e l'altro di un mezzo elastico atto a trasmetterlo: questo è generalmente costituito dall'aria, ma può essere rappresentato anche da qualsiasi materiale solido o liquido. Il solaio di tipo "massiccio" funziona, dal punto di vista acustico, in maniera analoga ad una divisoria di tipo monolitico: secondo la **legge di massa** l'inerzia del solaio riduce l'energia sonora trasmessa ma l'isolamento acustico varia poco all'aumento della massa del solaio. La legge della massa per l'isolamento acustico rappresenta l'**effetto combinato di massa e fre-**

quenza. Tuttavia gli effetti secondari (problemi di tenuta, discontinuità strutturali), unitamente ai fenomeni di risonanza, rendono la legge di massa valida con buona approssimazione solo per un numero limitato di casi. I solai "rigidi" devono essere verificati come massa e spessore, nel caso in cui si debba parlare di una specifica classe di isolamento sonoro. In un impalcato realizzato con tecnologia S/R, al contrario, l'applicazione del controsoffitto in gesso rivestito, con sospensioni a taglio acustico e il sottofondo desolidarizzato, permettono di separare la partizione orizzontale in tre elementi divisi tra essi da un legame elastico, simile ad una molla. Per migliorare il fonoassorbimento interno e di riflesso il fonoisolamento, viene interposto un pannello fonoassorbente in lana minerale tra controsoffitto e solaio.

Rappresentazione schematica della determinazione analitica dell'isolamento acustico complessivo.

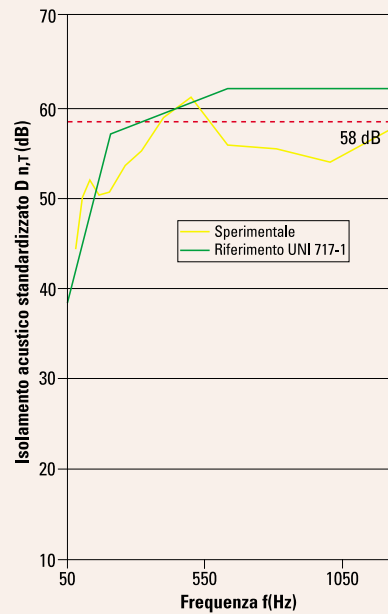


differenza																																
0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	>	
3,0	2,8	2,5	2,3	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0	0	
valori di lettura (composizione di livelli sonori)																																

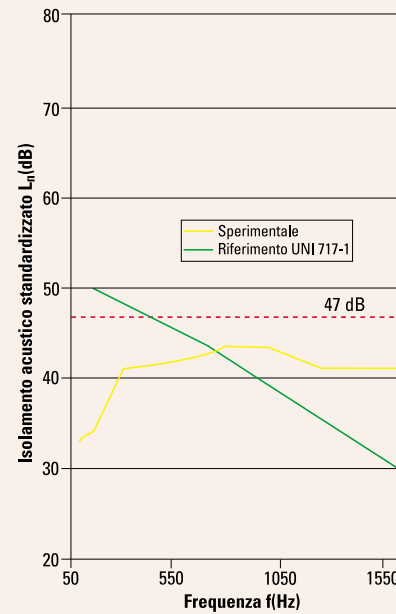


Note sulla resistenza al fuoco

Isolamento acustico dal rumore aereo e dal rumore di calpestio



Frequenza [Hz]	Dnt [dB]
50	
63	
80	
100	44,2
125	50,1
160	51,9
200	50,3
250	50,7
315	53,3
400	55,2
500	59
630	61
800	55,8
1000	55,5
1250	53,9
1600	57,9
2000	61,8
2500	62,3
3150	55,7
4000	
5000	



Frequenza [Hz]	Dnt [dB]
50	
63	
80	
100	33
125	33,9
160	34,3
200	35,5
250	37,7
315	41,2
400	41,3
500	41,7
630	42,4
800	43,7
1000	43,6
1250	41,4
1600	41,3
2000	43
2500	42,4
3150	42,5
4000	
5000	

In riferimento alla Legge 26/10/1995 sull'inquinamento acustico, D.C.P.M. 14/11/1997, Decreto 16/03/1998, per quanto riguarda gli impalcati,

l'isolamento acustico viene determinato:
 • per via aerea, dalla differenza di pressione sonora tra l'ambiente disturbante e quello disturbato;

• per rumore di calpestio, dall'ambiente sottostante quando sul pavimento del vano superiore agisce la macchina generatrice di calpestio.

Come noto, in Italia le specifiche relative ai requisiti della sicurezza al fuoco sono disciplinate da norme tecniche emanate dall'UNI e da prescrizioni del Ministero degli Interni. La norma UNI 7867 inserisce in classe A (sicurezza) ed in classe G1 (mantenimento dell'integrità) i requisiti relativi alla risposta al fuoco dei subsistemi tecnologici e degli elementi tecnici che li compongono.

La messa a punto di speciali lastre (tipo Knauf GKF antifuoco, Knauf Fireboard, Knauf Aquapanel...) con specifiche doti di elevata resistenza al fuoco, ha permesso al solaio stratificato a secco il raggiungimento di un livello globale di protezione eccezionalmente elevato.

