

ACUSTICA ARCHITETTONICA

In un ambiente chiuso, quando un'onda sonora colpisce una superficie, parte dell'energia incidente viene **riflessa**, parte **assorbita** e parte **trasmessa** attraverso la superficie.

La parte di energia sonora che viene **riflessa** dipende dalle caratteristiche di **assorbimento acustico** della superficie, mentre la parte che viene **trasmessa** dipende dalle caratteristiche di **isolamento acustico** del sistema. È perciò fondamentale distinguere con chiarezza queste due caratteristiche:

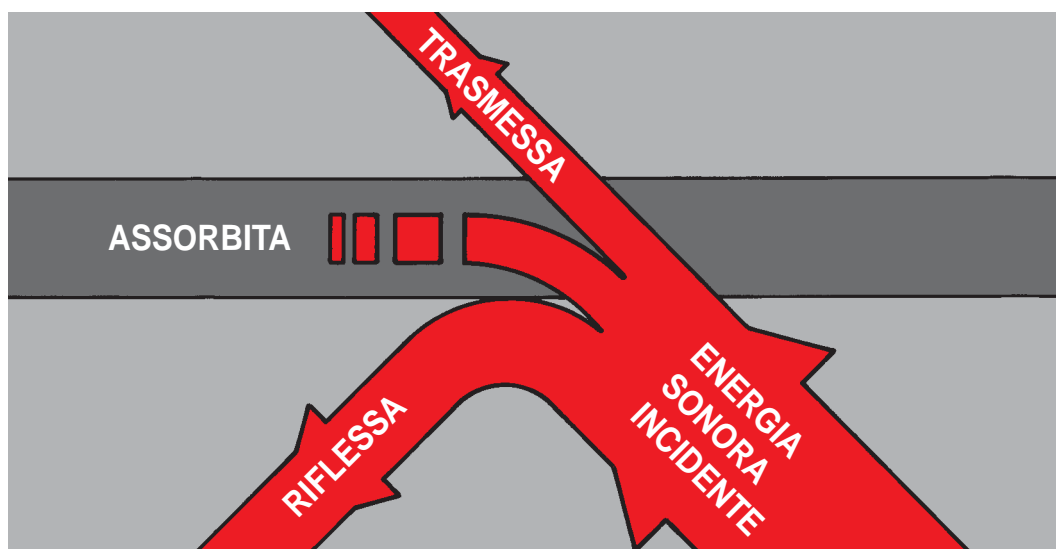
- l'**assorbimento acustico** è l'attitudine di un sistema a **non riflettere** i suoni.

Il **coefficiente di assorbimento acustico** indica la frazione di energia sonora non riflessa; esso viene convenzionalmente indicato come α (alfa).

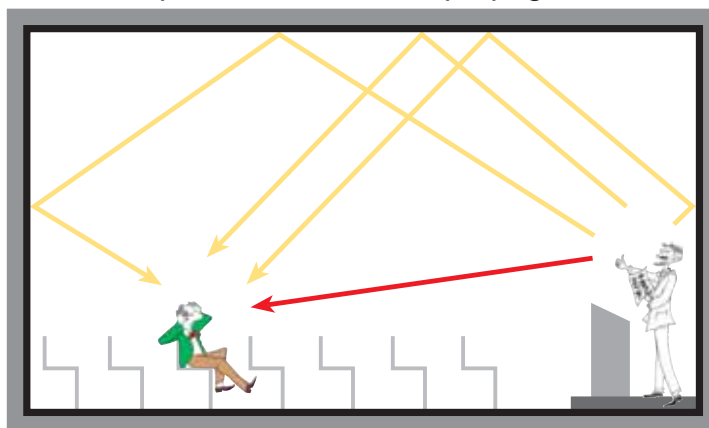
- l'**isolamento acustico** di un sistema è la sua attitudine a **non trasmettere** suoni.

Esso è rappresentato dall'**attenuazione (in dB)** che il suono subisce nell'attraversare il sistema.

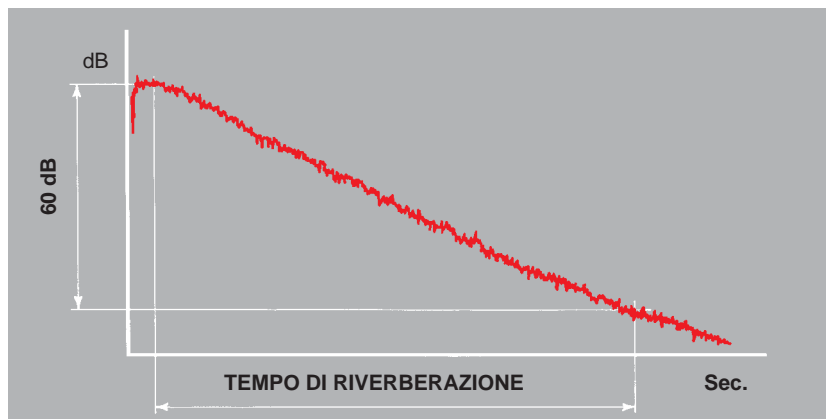
Entrambe queste caratteristiche variano in dipendenza della frequenza del segnale sonoro, pertanto per la loro completa valutazione esse vanno analizzate in funzione di quest'ultima.



Il fenomeno della **riflessione** sulle pareti condiziona la propagazione di un segnale sonoro all'interno di un ambiente: ad un ascoltatore, posto ad una certa distanza dalla sorgente sonora, arriveranno sia il segnale diretto che quelli riflessi, che sono generalmente fuori fase rispetto al segnale diretto.



Ovviamente i segnali riflessi, percorrendo distanze maggiori, giungono all'ascoltatore in tempi successivi, con l'effetto di rendere "difficile" l'audizione se il ritardo del segnale riflesso è significativo. Inoltre le riflessioni successive del segnale sonoro sulle diverse pareti comportano una permanenza del segnale stesso nell'ambiente per un certo tempo (sommandosi eventualmente ad altri segnali nel frattempo emessi dalla sorgente) e danno un effetto di percezione acustica estremamente sgradevole e fastidioso ("coda sonora") con conseguenze in termini di intelligibilità del segnale e rumorosità media dell'ambiente.

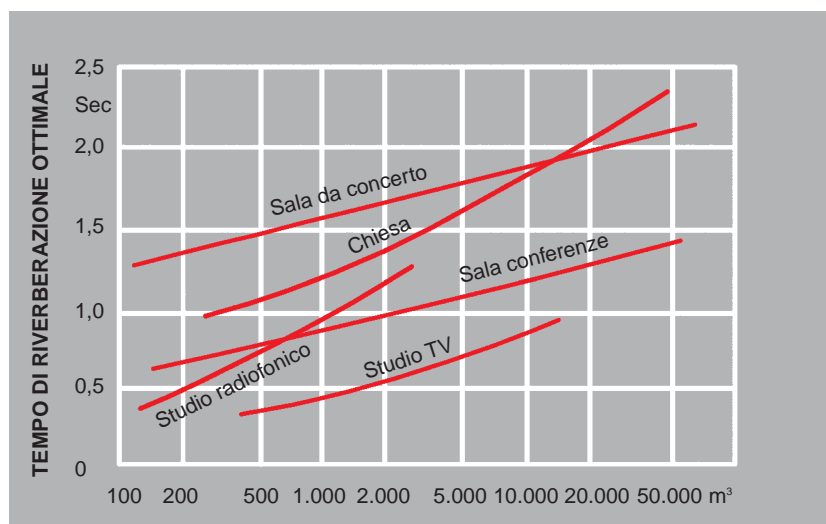


9

Si definisce "**tempo di riverberazione**" di un ambiente il tempo (in secondi) necessario perchè il livello di pressione sonora del campo acustico generato da una sorgente al suo interno diminuisca di 60 dB rispetto al valore all'istante della cessazione dell'emissione.

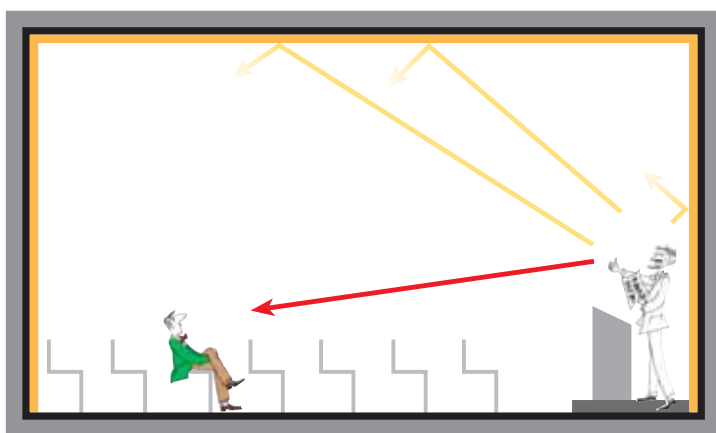
Anche il tempo di riverberazione (al pari di tutte le grandezze acustiche) dipende dalla frequenza del segnale, e quindi va analizzato in questi termini; tuttavia ci si riferisce spesso al suo valore medio nel campo delle frequenze più usuali (generalmente 250, 500, 1000, 2000 Hz in conformità alla Circolare Ministeriale 22/5/67, n° 3150).

Il tempo di riverberazione medio consigliato per un ambiente dipende dal volume dello stesso e dal tipo di utilizzazione prevista.



Esistono peraltro riferimenti normativi specifici, come quelli del D.P.C.M. 05/12/1997 il quale prescrive che, con riferimento all'edilizia scolastica, i limiti per il tempo di riverberazione sono quelli riportati nella citata circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 3150 del 22/05/67.

Per **limitare il tempo di riverberazione** di un'ambiente, l'unica soluzione consiste nel ridurre il livello sonoro dei segnali riflessi, attraverso materiali/sistemi che assorbono la maggior frazione possibile dell' energia sonora del segnale incidente: ossia con l'impiego di materiali/sistemi ad **alto valore di assorbimento acustico**.



Costruttivamente, le soluzioni pratiche consistono nel sovrapporre alle superfici acusticamente riflettenti del locale (murature e solai) dei **materiali/sistemi fonoassorbenti** quali **rivestimenti** e **controsoffitti** costituiti da materiali a vista ad alto coefficiente di assorbimento acustico.

Il coefficiente di assorbimento acustico α di un materiale/sistema (rapporto tra l'energia sonora assorbita e quella incidente) varia da 0 per materiali/sistemi totalmente riflettenti a 1 per materiali/sistemi totalmente assorbenti; dipende dalle caratteristiche fisico meccaniche del materiale, dal suo spessore, dalla presenza di intercapedini, verniciature od altri rivestimenti (tessuti, lamierino forato) ed in generale dalle modalità applicative. Infatti l'assorbimento acustico si realizza attraverso meccanismi diversi, ciascuno dei quali manifesta una maggiore importanza in campi di frequenza specifici, ad esempio:

- **Assorbimento per cavità di superficie (medie/alte frequenze).**
Il sistema dissipa energia sonora incidente all'interno di cavità a vista, per effetto della viscosità dell'aria.

È il caso dei così detti "materiali porosi" (fibrosi) per i quali il coefficiente di assorbimento cresce all'aumentare della frequenza e dello spessore; in particolare le basse frequenze sono generalmente penalizzate ed è quindi necessario utilizzare spessori consistenti per ottenere risultati apprezzabili.

- **Assorbimento per risonanza e smorzamento (basse/medie frequenze).**
Il sistema dissipa energia sonora incidente trasformandola in una

vibrazione meccanica smorzata interessante tutta la sua massa.

È il caso dei così detti “pannelli vibranti”, generalmente realizzati con pannelli sottili posti ad una certa distanza tra loro o da un supporto: quando la frequenza emessa dalla sorgente è vicina alla frequenza di risonanza del sistema l’elemento entra in vibrazione: l’assorbimento è molto selettivo ed è funzione della frequenza e dello spessore dell’intercapedine.

COEFFICIENTI DI ASSORBIMENTO INDICATIVI DI ALCUNI ELEMENTI COSTRUTTIVI O DI ARREDO

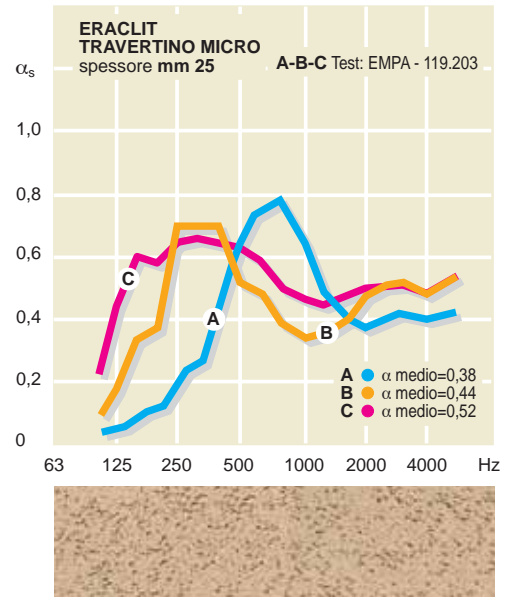
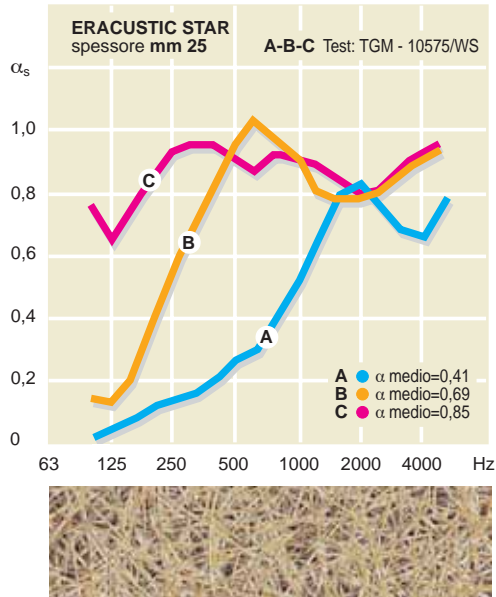
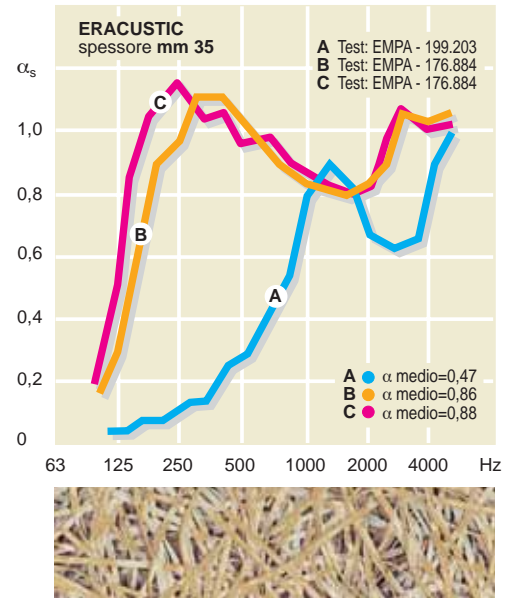
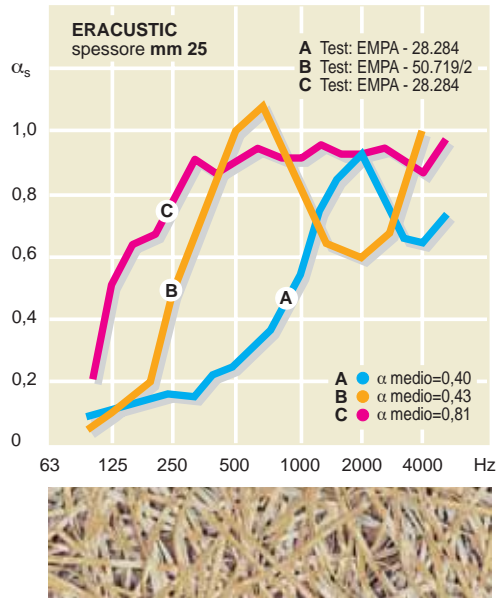
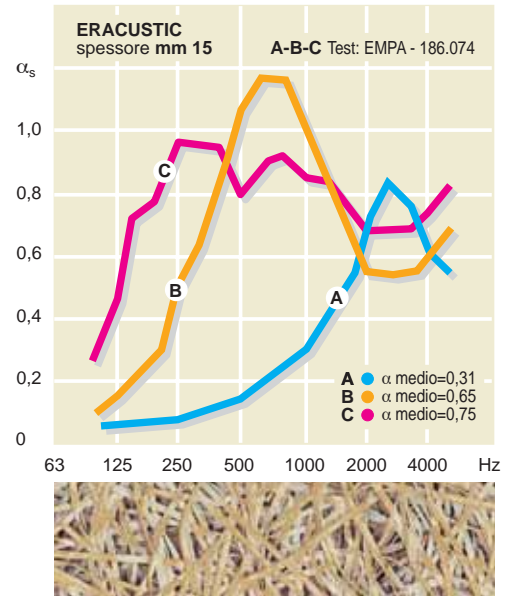
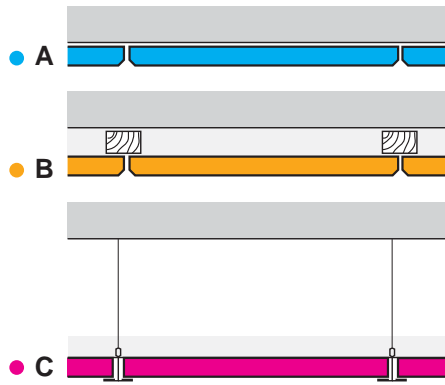
MATERIALE	Coefficiente di assorbimento α_s alla frequenza di Hz						NRC
	125	250	500	1000	2000	4000	
Parete in muratura o in cemento con intonaco	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02
Marmo lucidato o piastrelle	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Pavimento in legno (parquet su cemento)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Pavimento in legno (su travetti)	0,15	0,14	0,12	0,11	0,09	0,07	0,11
Pavimento in linoleum	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03
Pavimento in gomma	0,04	0,04	0,06	0,06	0,08	0,08	0,06
Moquette	0,10	0,20	0,25	0,30	0,30	0,30	0,25
Vetrata (grosso spessore)	0,15	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,04
Finestra chiusa comune	0,30	0,20	0,15	0,10	0,07	0,04	0,13
Soffitto in cemento	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Tendaggio leggero non drappeggiato	0,03	0,05	0,10	0,15	0,25	0,30	0,14
Tendaggio pesante drappeggiato	0,50	0,50	0,70	0,90	0,90	0,90	0,75
Sedia di legno o metallo (*)	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,05	
Poltrona imbottita (*)	0,10	0,30	0,35	0,45	0,50	0,40	

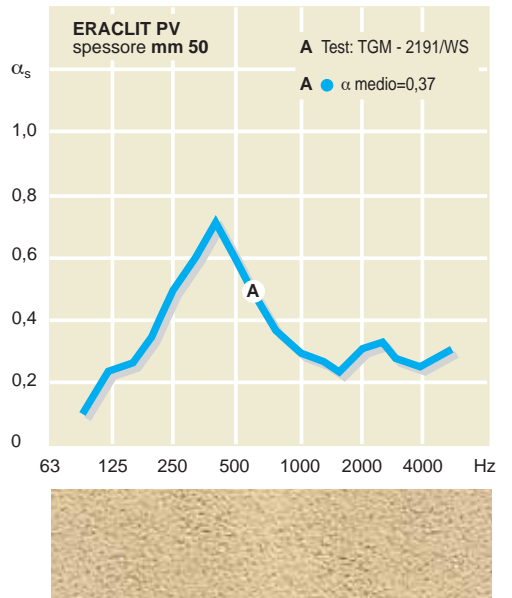
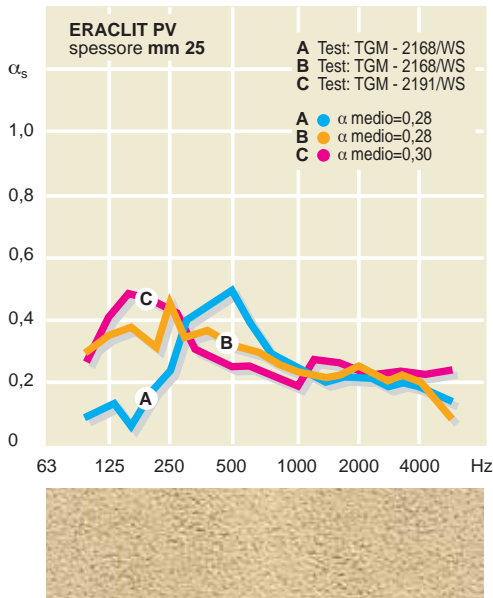
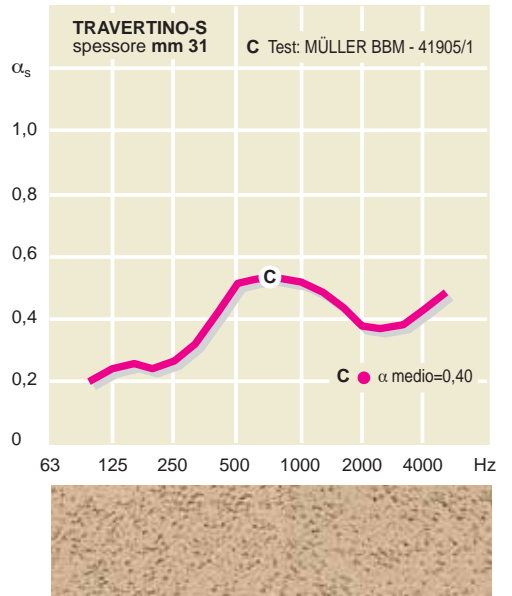
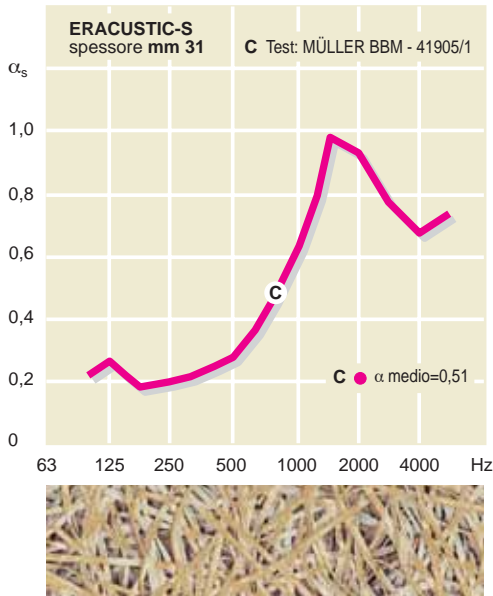
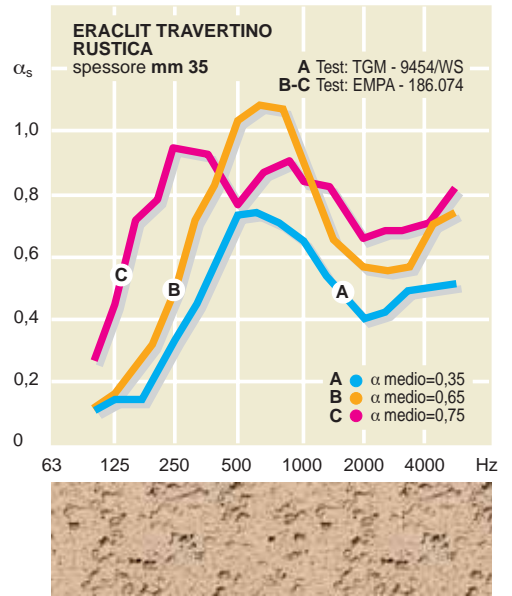
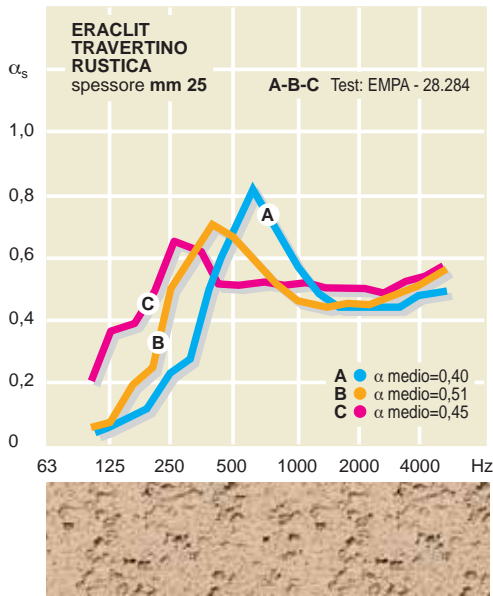
(*) per unità di superficie di assorbimento equivalente [m²]

I pannelli della gamma ERACLIT, essendo dotati di un gran numero di cavità di superficie nonché di massa consistente e di elevato smorzamento, operano in grado assai elevato in entrambi i meccanismi fondamentali descritti in precedenza: qui di fianco riportiamo alcuni diagrammi del coefficiente di assorbimento acustico, validi per tre diverse soluzioni esecutive e diversi spessori dei pannelli.

12

COEFFICIENTI DI ASSORBIMENTO ACUSTICO





Come si può osservare i coefficienti α sono fortemente influenzati dalla presenza e dallo spessore di un'intercapedine: **sono allora preferibili, quando possibile, applicazioni non aderenti alle murature.**

In particolare i **risultati migliori di fonoassorbimento** si ottengono con l'impiego dei **pannelli in controsoffittature ribassate**; questo è in genere l'intervento di base per la correzione acustica di un ambiente.

Il rivestimento fonoassorbente di pareti (o più spesso della parte alta di esse), consente di integrare il trattamento acustico tenendo conto della geometria dell'ambiente e degli effetti locali di riflessione.

Sono da evitare le applicazioni di pannelli fonoassorbenti incollati alle murature: si realizzerebbe così una continuità meccanica che impedisce la libera vibrazione del sistema e ne penalizza le prestazioni.

L'applicazione di materiali fonoassorbenti generalmente non consente di ottenere significativi effetti di fonoisolamento (salvo per quel che riguarda la riduzione dell'effetto di rinforzo del segnale base indotto dalle riflessioni multiple nell'ambiente) in quanto i due fenomeni sono regolati da leggi diverse (vedi volume 1° - legge della massa): senza una massa significativa non è possibile avere una riduzione apprezzabile del segnale trasmesso.

I pannelli della gamma ERACLIT rappresentano una importante eccezione perchè, oltre possedere un gran numero di cavità di superficie, sono dotati di massa elevata: partecipano quindi a seconda delle tipologie e finiture in maniera rilevante sia al fonoassorbimento che al fonoisolamento.

È possibile prevedere gli effetti dell'introduzione di materiali fonoassorbenti in un ambiente attraverso una valutazione analitica: la formula base per questo tipo di valutazioni è la formula di Sabine:

$$T_{60} = \frac{0,16V}{\sum \alpha_s S}$$

Ove

T_{60} = tempo di riverberazione [s]

V = volume della sala [m³]

$\sum \alpha_s S$ = assorbimento totale (α_s = coefficiente di assorbimento acustico apparente secondo la Norma ISO 354 di ciascuna superficie S [m²])

Per una migliore valutazione di un intervento correttivo, al fine di tarare il modello matematico adottato, è consigliabile disporre di una misura del tempo di riverbero "attuale" alle varie frequenze. Si può quindi simulare l'introduzione delle superfici fonoassorbenti e confrontare il tempo di riverbero misurato con quello "previsto" e con quello "ottimale" (prescritto dalle normative o da altre fonti).

In ogni caso nella scelta dei coefficienti α di fonoassorbimento si dovrà tenere conto non solo della presenza di intercapedini, verniciature e rivestimenti, ma anche di un **fattore correttivo** dei valori (di laboratorio) che compaiono nei diagrammi di fonoassorbimento dei materiali:

eraclit

Oggetto: Calcolo teorico del tempo di riverbero prima del trattamento

Caratteristiche geometriche dell'ambiente

Lunghezza media	m	24,0
Larghezza media	m	13,0
Altezza media	m	7,8
Corr. sup. tot.	m ²	0,0
Corr. volume	m ³	0,0
Superficie totale	m ²	1197,5
Volume	m ³	2418,0

Caratteristiche acustiche dell'ambiente

Coefficienti di assorbimento Alfa dei vari materiali ed arredi

Soffitto
Pareti lunghe
Pareti corte
Finestre
Superfici particolari 1 (coeff. Alfa da assegnare)
Superfici particolari (coeff. Alfa da assegnare)
Pavimento
Poltrone imbottite

Superficie teorica	m ²	312,0
Superficie soffitto	m ²	367,0
Pareti lunghe	m ²	151,5
Pareti corte	m ²	5,0
Finestre	m ²	50,0
Superfici particolari 1	m ²	0,0
Superfici particolari 2	m ²	312,0
Pavimento	m ²	0,0
Poltrone imbottite (n°)		

RISULTATI

Superficie totale	m ²	1197,5
Volume	mc	2418,0
Assorbimento totale	m ² S	
Alfa medio		
Costante d'ambiente	R	(calcolato)
Tempo di riverbero	sec.	

D.M. 18/12/75 - Circ. Min. LL.PP. n. 1769
Tempo di riverbero mediato sulle frequenze 250-500-1000 Hz
(Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 3150 del 1975)

infatti, per le semplificazioni introdotte nella formula di Sabine, utilizzata per ricavarli in accordo alla Norma ISO 354, questi sono generalmente sovrastimati tanto che possono superare l'unità.

Quando si realizzano degli interventi di correzione acustica ambientale si deve tenere conto della loro "armonizzazione" con le normative di prevenzione incendi (reazione al fuoco e resistenza al fuoco). Queste esigenze sono talvolta contrastanti e richiedono soluzioni speciali: ad esempio quando sia richiesto un controsoffitto fonoassorbente e/o fonoimpedente resistente al fuoco indipendentemente dal tipo di solaio su cui è applicato, o sia prescritta l'assenza di intercapedini tra i materiali di rivestimento fonoassorbenti (classe 1 di reazione al fuoco) e gli elementi strutturali (classe 0 di reazione al fuoco).

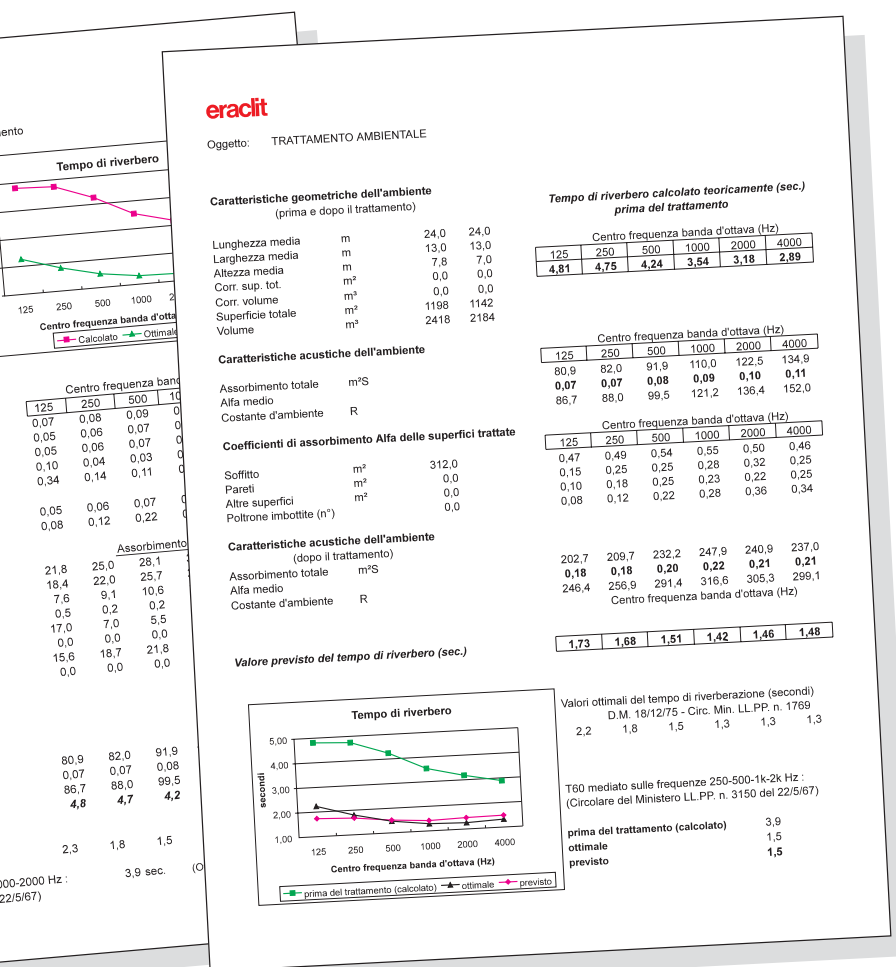
Il Servizio Tecnico Commerciale Eraclit è in grado di dare una consulenza specifica al progettista in questo delicato settore, avendo elaborato e sottoposto a prove di laboratorio un gran numero di soluzioni.

*Ulteriori speciali applicazioni sono consentite dalle particolari qualità dei materiali proposti: ad esempio controsoffitti e rivestimenti **contemporaneamente fonoassorbenti e fonoisolanti**, controsoffitti e rivestimenti capaci di creare un **volano termoigrometrico** che compensi le rapide variazioni di occupazione nell'ambiente, controsoffitti e rivestimenti **resistenti ai colpi di palla o di vento** per ambienti sportivi ed esterni, e molte altre.*

Va infine ricordato, come nozione fondamentale, che il comportamento acustico è proprio di un sistema, ossia di un insieme di componenti la cui scelta, disposizione ed assemblaggio sono qualificanti e condizionanti ai fini del risultato.

Il Servizio Tecnico Commerciale Eraclit è in grado di dare il massimo supporto sia al Progettista

che al Direttore Lavori, grazie all'esperienza aziendale accumulata dal 1925, alle numerose certificazioni in Italia e all'estero, alle rigorose procedure progettuali che hanno consentito l'acquisizione della certificazione ISO 9001 per la progettazione di sistemi di protezione termica, acustica ed antincendio, oltre che per la loro produzione, commercializzazione ed installazione.



TERMINI E DEFINIZIONI DI ACUSTICA ARCHITETTONICA

...per chi vuole approfondire

● Coefficiente di assorbimento acustico α

È il rapporto tra l'energia acustica assorbita da una superficie (generalmente trasformata in calore) e l'energia incidente.

Se l'energia è completamente assorbita $\alpha = 1$, se è completamente riflessa, cioè non è per nulla assorbita, $\alpha = 0$. Il coefficiente di assorbimento acustico dipende dalla frequenza del suono e dall'angolo di incidenza.

● Grado di assorbimento acustico α_s e α_p secondo la Norma ISO 11654

I valori misurati in terza di banda (α_s) in camera riverberante secondo la Norma ISO 354 sono riportati a valori in ottava (α_p), eseguendo la media aritmetica dei valori relativi alle tre bande in terzi corrispondenti [esempio: $\alpha_{p125} = (\alpha_{s100} + \alpha_{s125} + \alpha_{s160}) / 3$], ed arrotondati al più prossimo 0,05.

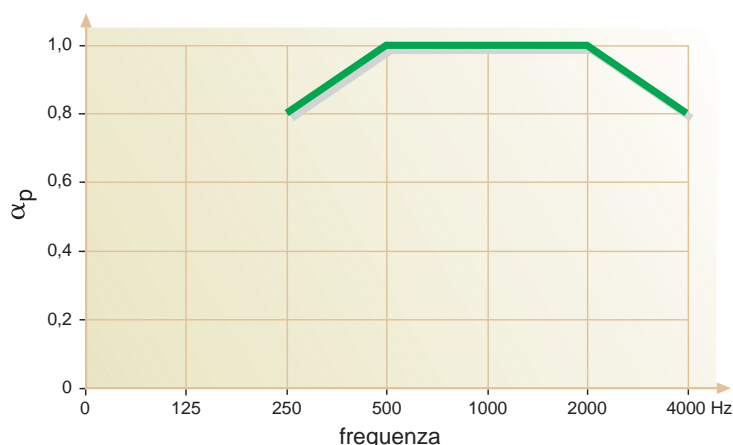
Il coefficiente α_p può valere al massimo 1 ed eventuali valori maggiori sono posti = 1: questo procedimento è utile per regolarizzare le curve di α_s che sono generalmente notevolmente frastagliate.

● Valutazione del grado di assorbimento acustico α_w secondo la Norma ISO 11654

Per confronto dei valori di α_p con una curva di riferimento definita dalla Norma ISO 11654, si determina un valore mononumerico α_w .

La curva va spostata verticalmente nel campo di frequenze tra 250 e 4000 Hz a passi di 0,05 finché la somma degli scarti negativi (più sfavorevoli) dalla stessa è inferiore o uguale a 0,1. Una deviazione sfavorevole si ha quando la curva formata dai valori di α_p cade sotto la posizione della curva di riferimento. Il valore a 500 Hz della curva di riferimento così posizionata dà luogo al valore mononumerico α_w , rappresentativo del materiale nella condizione applicativa provata.

CURVA DI RIFERIMENTO PER LA VALUTAZIONE DEL COEFFICIENTE α_w



● Valutazione degli assorbimenti acustici secondo la Norma ISO 11654

La procedura di valutazione è precisata nella Norma ISO 11654 per rendere la progettazione della protezione acustica il più semplice possibile.

Queste procedure di valutazione assegnano un numero costituito dal valore di α_w completato eventualmente da un indicatore di forma (indicazione mononumerica) per descrivere le caratteristiche fonoassorbenti di un prodotto.

● **Indicatori di forma**

Gli “indicatori di forma” vanno specificati quando il valore di α_p supera il valore della curva di riferimento di oltre 0,25. In questi casi, la lettera maiuscola tra parentesi che segue il valore mononumerico α_w indica che la curva ha un valore superiore in uno specifico campo di frequenza:

(L) per il campo 250 Hz

(M) per il campo 500 ÷ 1000 Hz

(H) per il campo 2000 ÷ 4000 Hz

● **Area fonoassorbente A**

Nota anche come “area fonoassorbente equivalente”, è il prodotto del coefficiente di fonoassorbimento (α) per l’area della superficie interessata; è quindi l’area della superficie che avrebbe pari fonoassorbimento con $\alpha = 1$. Può essere utilizzata per definire la capacità di assorbimento acustico sia di una singola superficie, come delle superfici di un intero locale. Per esempio una parete di 15 m² con un coefficiente di assorbimento $\alpha = 0,6$ rappresenta una area fonoassorbente $A = 15 \text{ m}^2 \times 0,6 = 9 \text{ m}^2$.

● **Riverberazione**

La “riverberazione” è la permanenza nell’ambiente del suono che si “attarda” dopo la fine dell’emissione sonora. È dovuta alle riflessioni successive del segnale sonoro sulle diverse superfici del locale.

● **Tempo di riverberazione T**

Il tempo in [s] necessario perchè il livello di pressione sonora del campo acustico, generato da una sorgente all’interno di un ambiente, diminuisca di 60 dB (cioè l’intensità di un milione di volte) rispetto al valore all’istante della cessazione dell’emissione è definito “tempo di riverberazione” (T). Anche questo parametro è funzione della frequenza e la relazione che consente di correlarlo con l’area fonoassorbente (A) [m²] è la formula di Sabine:

$$T = \frac{0,16V}{A} \text{ [s]} \quad \text{ove} \quad \begin{array}{l} V = \text{volume dell'ambiente [m}^3\text{]} \\ A = \alpha_s \cdot S \text{ [m}^2\text{]} \end{array}$$

● **Noise reduction coefficient NRC**

La media aritmetica per banda d’ottava da 250 Hz a 2000 Hz del coefficiente di assorbimento acustico (α) fornisce il coefficiente NRC (Noise reduction coefficient), utile per valutare l’efficacia di un materiale nel campo del parlato. Il valore di NRC può essere inserito nella formula di Sabine per valutazioni di prima approssimazione del tempo di riverberazione (l’utilizzo del coefficiente α_w darebbe luogo a valori non attendibili).

● **Efficacia di un trattamento fonoassorbente ai fini della riduzione dei rumori interni**

È possibile, in determinati casi, ottenere una riduzione dei rumori interni operando semplicemente con trattamenti fonoassorbenti (vedi Volume 3° “Efficacia di un trattamento fonoassorbente ai fini della riduzione dei rumori interni”).

L'entità della riduzione, oltre che dal trattamento acustico eseguito, dipende in maniera considerevole dal livello di assorbimento iniziale, ed è facile comprendere come si ottengano benefici tangibili solo fino ad un certo livello di incremento della superficie fonoassorbente e non sia quindi conveniente spingere i trattamenti acustici oltre certi limiti.

Se sono presenti nell'area più sorgenti, anziché una sola, è necessario tenere conto, in funzione della loro posizione, dei diversi contributi, sia dei segnali diretti, che del campo totale diffuso e l'efficacia del trattamento fonoassorbente, che può essere maggiore di quella prevedibile nel caso di sorgente singola, è strettamente legata alla disposizione delle sorgenti e dipende dalla posizione dell'ascoltatore.

Un caso particolare molto interessante è dato da un insieme di sorgenti casuali distribuite (come in un ristorante). L'efficacia di un trattamento fonoassorbente è estesa a tutto il locale ed è maggiore di quella prevedibile analiticamente.

● *Influenza della forma dell'ambiente*

Tutte le considerazioni che si fanno in acustica architettonica presuppongono l'uniformità del livello della pressione del suono riflesso nell'ambiente e quindi una propagazione essenzialmente diffusa. Questa approssimazione è accettabile se l'assorbimento delle superfici non è troppo elevato e/o le dimensioni dell'ambiente non sono molto irregolari. In pratica è necessario che nessuna delle due dimensioni in pianta superi più di 5 volte l'altezza del soffitto. Un tipico caso "anomalo" è quello dei corridoi dove un rumore può facilmente trasmettersi per l'intera lunghezza anche se l'assorbimento complessivo potrebbe, ad una analisi superficiale, sembrare soddisfacente. In questi casi, per ottenere risultati ottimali è, necessario calcolare in modo adeguato l'area fonoassorbente (A), che sarà maggiore.

● *Coefficienti α_s - α_p - α_w - NRC "di laboratorio" e "corretti"*

I coefficienti α_s - α_p - α_w - NRC, ricavati a seguito di prove di laboratorio, sono sovrastimati, tanto da poter talvolta superare l'unità (teoricamente α può variare solo tra 0 ed 1). Pertanto per ricavare valori attendibili dalla formula di Sabine si dovranno effettuare delle correzioni, la cui entità è tanto maggiore quanto più elevato è il valore del coefficiente, ottenendo dei valori di α_{s-corr} , α_{p-corr} , α_{w-corr} , NRC_{corr} , in modo da ottenere l'area fonoassorbente "corretta" A_{corr} e quindi valori del tempo di riverberazione "corretti".

Inserendo nella formula di Sabine i coefficienti "non corretti" si trovano valori del tempo di riverberazione approssimati per difetto e quindi apparentemente migliorativi, mentre inserendo i coefficienti "corretti" si trovano valori del tempo di riverbero approssimati per eccesso e quindi apparentemente peggiorativi.

Il valore reale è funzione di varie condizioni quali: forma del locale, disposizione della superficie fonoassorbente, distanza tra pannello e soffitto o parete, verniciature e presenza di altre superfici fonoassorbenti, ed è generalmente compreso tra i due.

TABELLA RIASSUNTIVA DEI COEFFICIENTI DI FONOASSORBIMENTO DEI PANNELLI ERACLIT

pannello	mm	aderenza				intercapedine				controsoffitto			
		α_w	NRC	α_{w-CORR}	NRC_{CORR}	α_w	NRC	α_{w-CORR}	NRC_{CORR}	α_w	NRC	α_{w-CORR}	NRC_{CORR}
Eracustic	15	0,20 (H)	0,30	0,20 (H)	0,25	0,65 (M)	0,75	0,50	0,50	0,75 (L)	0,80	0,55	0,55
	25	0,25 (H)	0,40	0,25 (H)	0,30	0,60 (MH)	0,70	0,50	0,50	0,90	0,90	0,60	0,60
	35	0,30 (MH)	0,45	0,30 (H)	0,35	0,90	0,90	0,60	0,75	0,90	0,90	0,60	0,60
Eracustic Star	25	0,35 (H)	0,43	0,30 (H)	0,33	0,80	0,78	0,60	0,53	0,90	0,88	0,60	0,58
Eraclit Travertino Micro	25	0,40 (M)	0,45	0,35	0,30	0,45	0,50	0,40	0,40	0,55	0,55	0,45	0,40
Eraclit Travertino Rustica	25	0,40	0,45	0,35	0,35	0,50	0,50	0,40	0,40	0,55	0,55	0,45	0,40
	35	0,55	0,55	0,45	0,40	0,65 (LM)	0,75	0,50	0,50	0,75	0,80	0,55	0,55
Eraclit Travertino (*)	25	0,40	0,45	0,35	0,35	0,50	0,50	0,40	0,40	0,55	0,55	0,45	0,40
	35	0,55	0,55	0,45	0,40	0,65	0,75	0,50	0,50	0,75	0,80	0,55	0,55
Eraclit PV	25	0,25	0,30	0,25	0,25	0,25	0,30	0,25	0,25	0,30	0,30	0,25	0,25
	35	0,30	0,35	0,30	0,30	0,35	0,40	0,30	0,30	0,35	0,35	0,30	0,30
	50	0,35	0,40	0,30	0,35	0,35	0,40	0,30	0,35	0,40	0,40	0,35	0,30
Eracustic-S	31	-	-	-	-	-	-	-	-	0,35 (MH)	0,50	0,30 (H)	0,40
Travertino-S	31	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	0,40	0,35	0,35

(*) poichè i valori di α_w ed NRC sono molto vicini, si può considerare nei calcoli un pannello "Eraclit Travertino" con valori medi tra Travertino Micro e Travertino Rustica

TABELLA RIASSUNTIVA DEI COEFFICIENTI DI FONOASSORBIMENTO DELLE PARETI FONOASSORBENTI ERACLIT

Parete ERACUSTIC + lana minerale in intercapedine mm 50	α_w	NRC	α_{w-CORR}	NRC_{CORR}
pannelli spessore mm 15	0,90	0,88	0,65	0,58
pannelli spessore mm 25	0,85	0,90	0,65	0,60
pannelli spessore mm 35	0,85	0,90	0,65	0,60
Parete ERACLIT TRAVERTINO + lana minerale in intercapedine mm 50				
pannelli spessore mm 25	1,00	0,95	0,65	0,60
pannelli spessore mm 35	1,00	0,95	0,65	0,60
Parete ERACLIT PV + lana minerale in intercapedine mm 50				
pannelli spessore mm 35	0,95	0,90	0,65	0,60
pannelli spessore mm 50	0,95	0,90	0,65	0,60

TABELLA RIASSUNTIVA DEI COEFFICIENTI DI FONOASSORBIMENTO (*) DEI BAFFLES ERACUSTIC

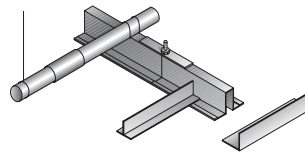
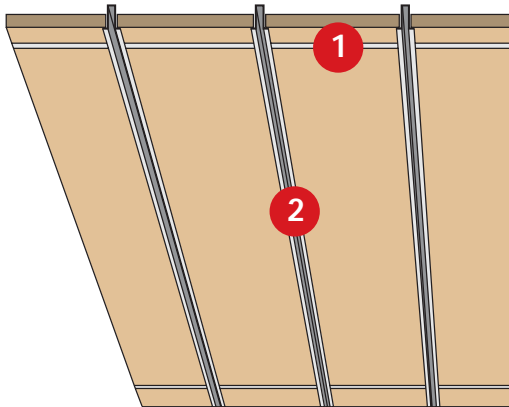
pannello spessore mm 25	α_w	NRC	α_{w-CORR}	NRC_{CORR}
Baffles 1 fila	0,25 (H)	0,35	0,25	0,25
Baffles 2 file ortogonali	0,40 (MH)	0,50	0,35 (H)	0,40
Baffles 2 file ortogonali + plafone Travertino	0,80	0,80	0,60	0,55

(*) devono essere applicati alla superficie della proiezione in pianta dell'area trattata



ALCUNI SISTEMI DI APPLICAZIONE...

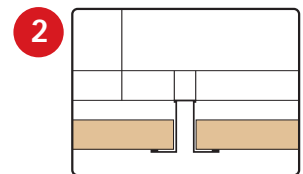
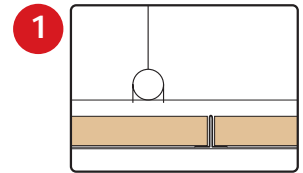
Controsoffitto su profili "omega" e coprifilo trasversale a "T"



STRUTTURA SISTEMA "OMEGA"

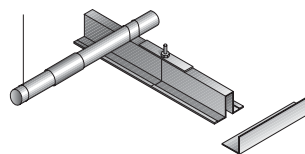
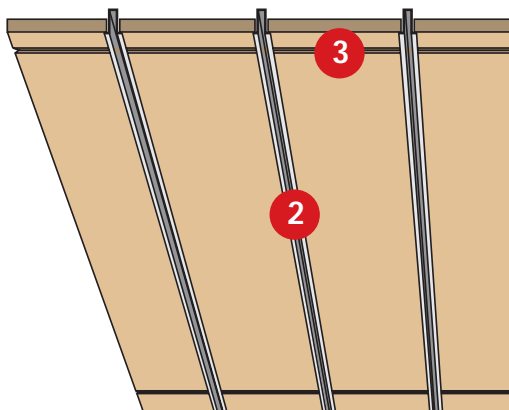


CODICE OO
Pannelli con bordi dritti
(misure standard)



Controsoffitto su profili "omega" a bordo trasversale smussato

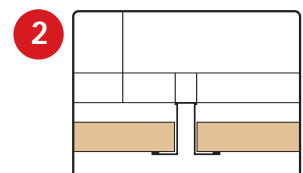
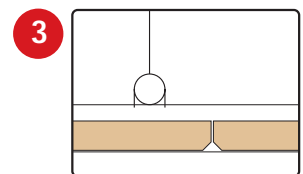
50



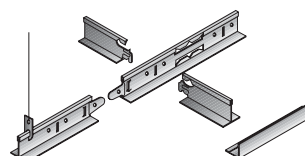
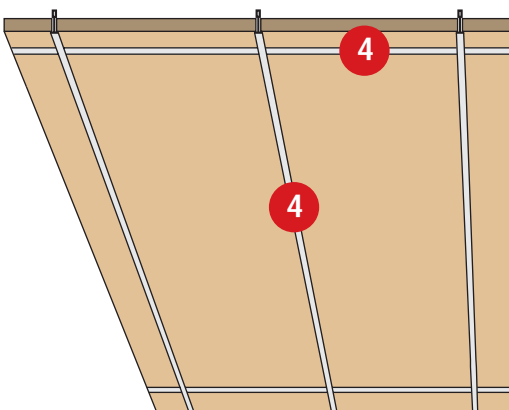
STRUTTURA SISTEMA "OMEGA"



CODICE OS
Pannelli con 2 bordi smussati
(smussati bordi trasversali)



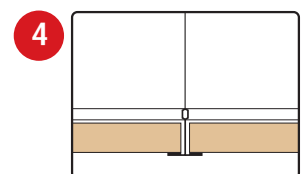
Controsoffitto su profili "T" base mm 35 e pannelli a bordo dritto



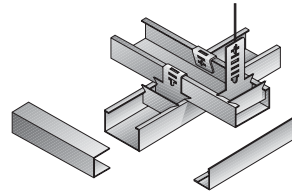
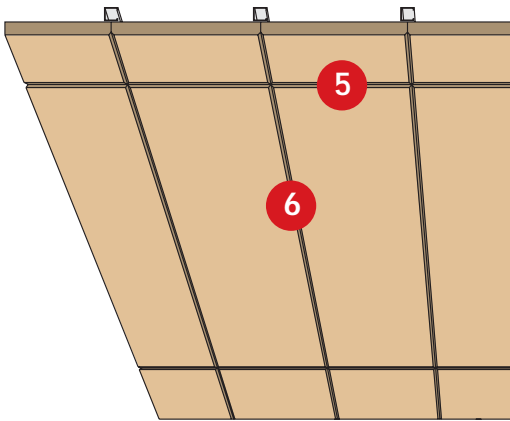
STRUTTURA SISTEMA "T a scatto"
mm 35x38



CODICE MR
Pannelli con bordi dritti
(misure ridotte per struttura "T a scatto")



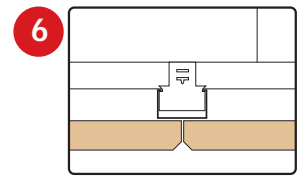
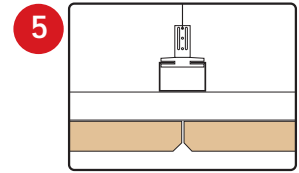
Controsoffitto sistema "RETROSTRUTTURA"



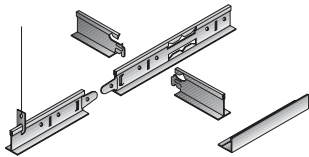
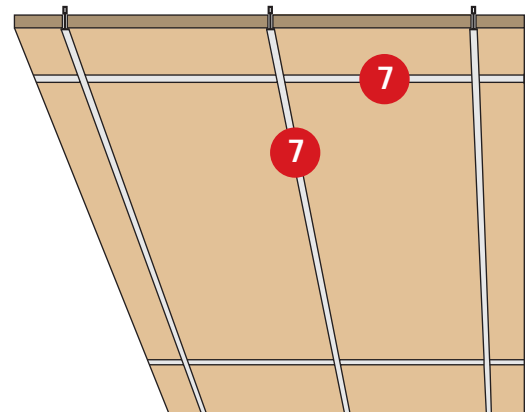
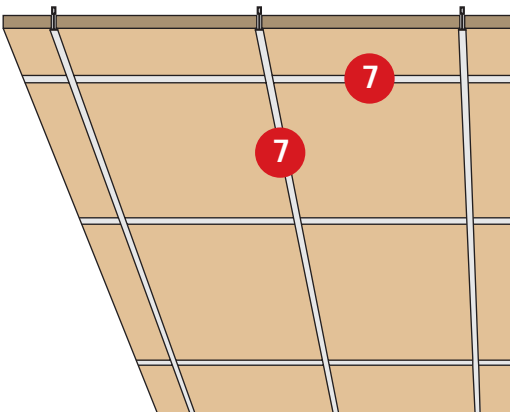
STRUTTURA SISTEMA "RETROSTRUTTURA"



CODICE SS
(pannelli con bordi smussati sui 4 lati)



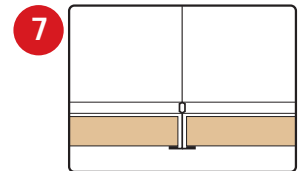
Controsoffitto su profili "T a scatto" in vista e pannelli a bordo dritto



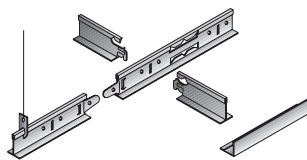
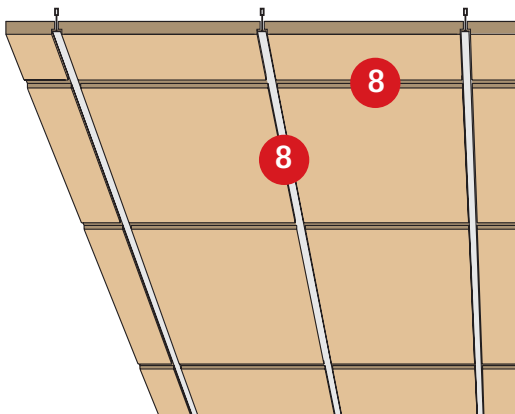
STRUTTURA SISTEMA "T a scatto"
mm 24x38



CODICE MR
Pannelli con bordi dritti
(misure ridotte per struttura "T a scatto")



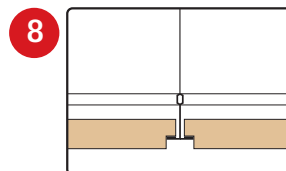
Controsoffitto su profili "T a scatto" in vista e pannelli ribassati



STRUTTURA SISTEMA "T a scatto"
mm 24x38

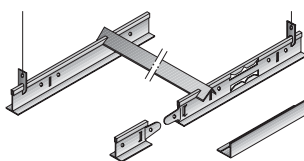
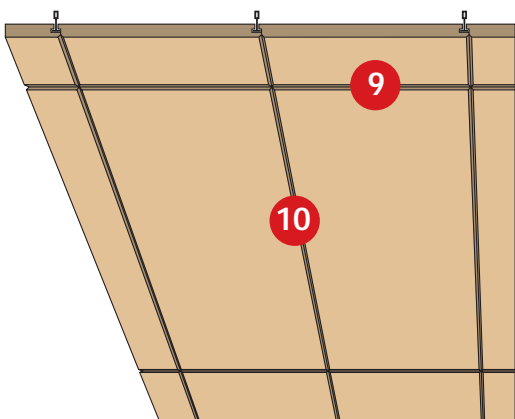


CODICE BL
Pannelli con bordi ribassati su 4 lati per incasso su struttura "T a scatto"



52

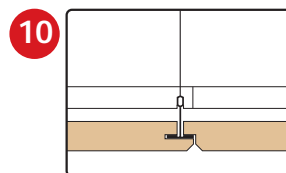
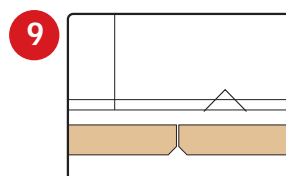
Controsoffitto rimovibile su profili "T" a struttura nascosta (sistema ERACLIT SR) e pannelli a bordo smussato



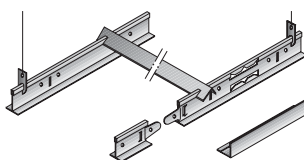
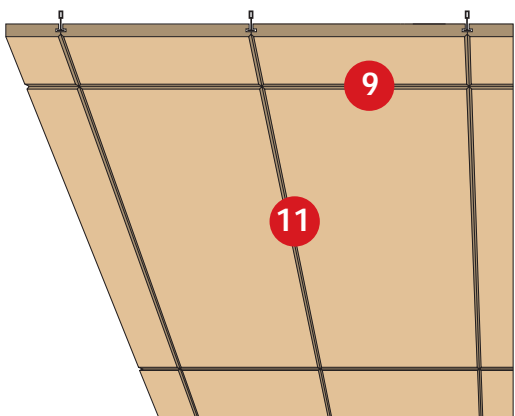
SISTEMA ERACLIT-SR



CODICE SR
Pannelli con bordi longitudinali fresati e smussati 4 lati per orditura nascosta (sistema a pannelli rimovibili)



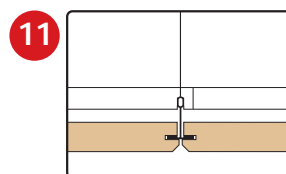
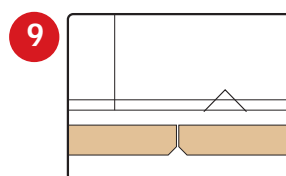
Controsoffitto fisso su profili "T" a struttura nascosta (sistema ERACLIT FS) e pannelli a bordo smussato



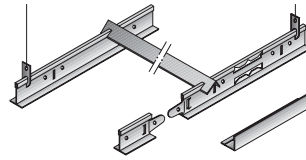
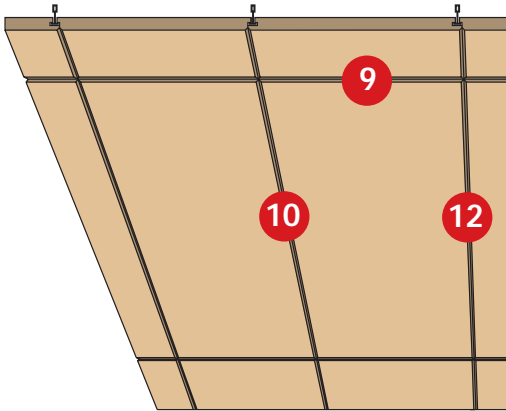
SISTEMA ERACLIT-FS



CODICE FS
Pannelli con bordi longitudinali fresati e smussati su 4 lati per orditura nascosta (sistema a pannelli fissi)



Controsoffitto semirimovibile su profili "T" a struttura nascosta (sistema ERACLIT SD) e pannelli a bordo smussato

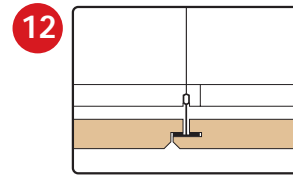
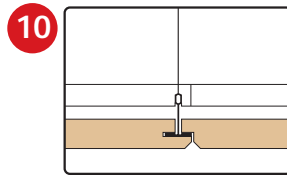
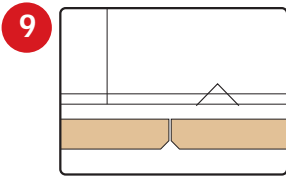


SISTEMA ERACLIT-SD

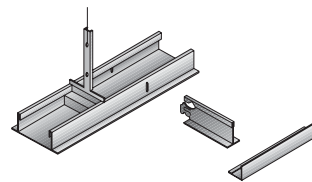
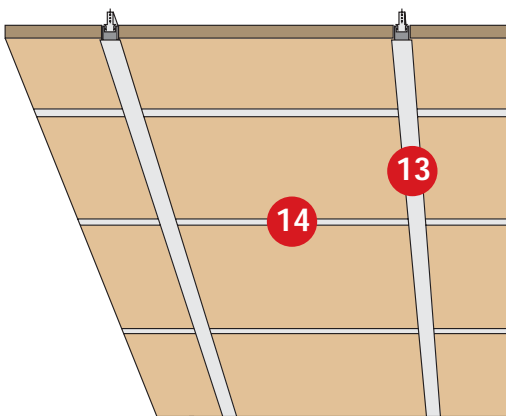


CODICE SD

Pannelli con bordi longitudinali fresati e smussati su 4 lati per orditura nascosta (sistema a pannelli semirimovibili)



Controsoffitto fonoassorbente sistema ER-RAST

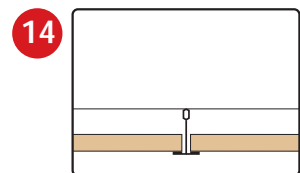
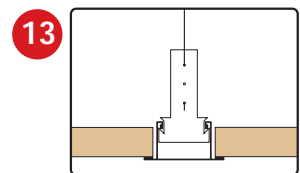


SISTEMA ER-RAST

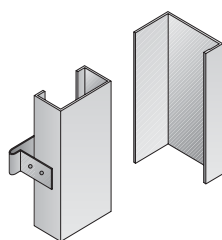
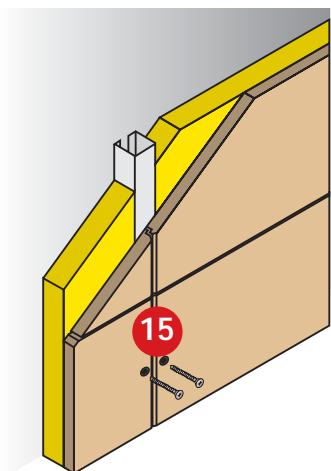


CODICE OO

Pannelli con bordi diritti (misure standard)



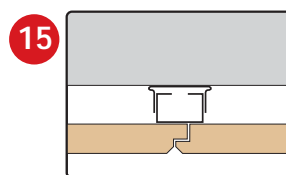
Rivestimento di pareti (solai) su "RETROSTRUTTURA"



STRUTTURA SISTEMA
"RETROSTRUTTURA RIVESTIMENTO"

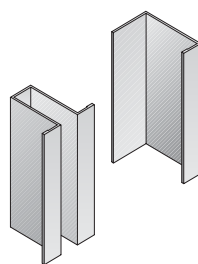
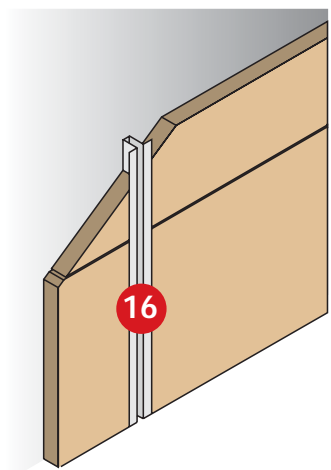


CODICE BS
Pannelli con bordi battentati e smussati
su 4 lati



54

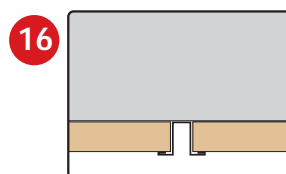
Rivestimento di pareti (solai) con profili "OMEGA" a vista



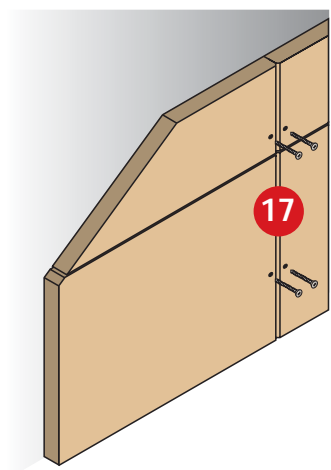
STRUTTURA SISTEMA "OMEGA RIVESTIMENTO"



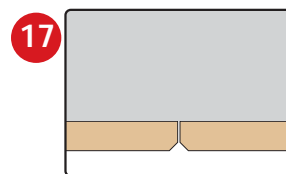
CODICE BZ
Pannelli con bordi longitudinali
battentati e smussati e trasversali dritti



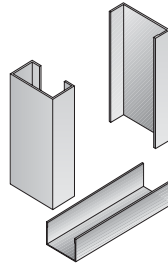
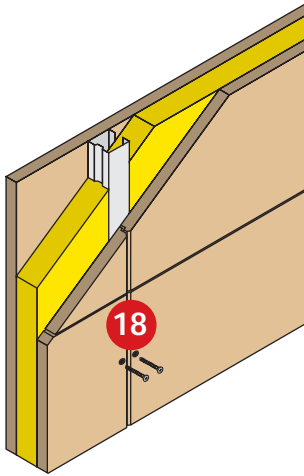
Rivestimento di pareti (solai) in aderenza



CODICE SS
Pannelli con bordi smussati sui 4 lati



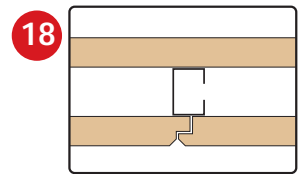
Pareti su struttura metallica rivestita



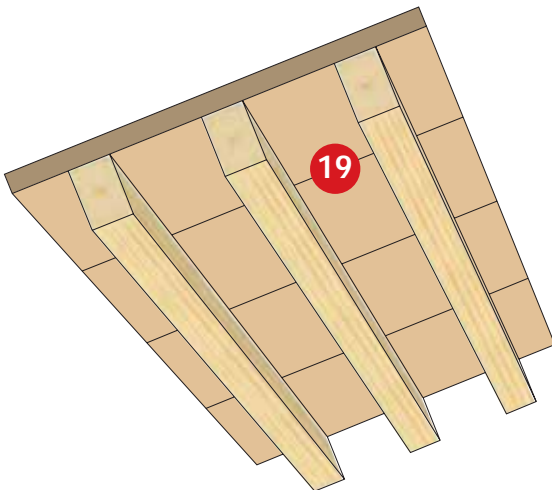
SISTEMA "STRUTTURA-PARETE"



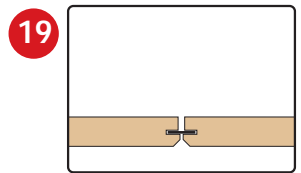
CODICE BS
Pannelli con bordi battentati e smussati sui 4 lati



Trattamento di locali sottotetto con tavolati di falda portanti (TETTI ERACLIT)



CODICE FS
Pannelli longitudinali fresati per lamella di giunzione



Proprietà letteraria riservata

Tutte le informazioni contenute in questo volume
sono da considerarsi indicative e possono essere soggette
a variazioni senza preavviso.