L’acustica sempre in testa.

Fonoisolamento e fonoassorbimento con i sistemi per controsoffitti.

Ing. Marco Scabini– Knauf

Diritti d’autore: la presentazione è proprietà intellettuale dell’autore e/o della società da esso rappresentata. Nessuna parte può essere riprodotta senza l’autorizzazione dell’autore.

Il gruppo Knauf: i numeri di un player globale



Sistemi a secco per molteplici applicazioni

La combinazione delle soluzioni sottili Knauf riesce a garantire elevati livelli di comfort acustico anche nella riqualificazione degli ambienti.



Pareti divisorie



Controsoffitti



Contropareti

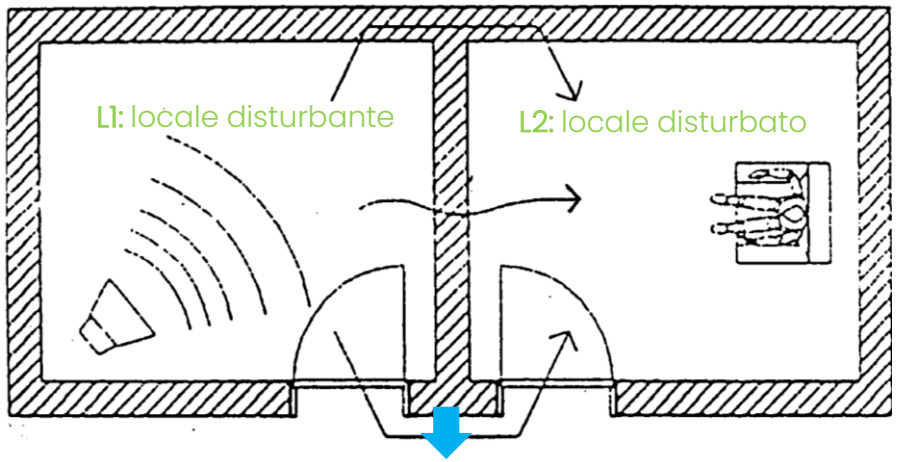
Knauf, da anni in collaborazione con ANIT, garantisce prodotti certificati in grado di rispondere alle più svariate esigenze dei clienti.

Vantaggi dei sistemi a secco:

- Minore peso
- Minore ingombro
- Maggior velocità, facilità e pulizia nella posa
- Maggiore superficie utile disponibile
- Minori costi di esecuzione
- Migliori prestazioni rispetto ad applicazioni con spessori maggiori

Principi di fonoisolamento nei sistemi leggeri

Isolamento Acustico dalla propagazione dei rumori per via aerea (indiretta)



ELEMENTO DI SEPARAZIONE
TRA I 2 AMBIENTI

Potere fonoisolante apparente R'w (dB) misurato in opera

$$R = L_1 - L_2 + \left(10log\frac{S \cdot T}{0{,}16 \cdot V}\right)$$

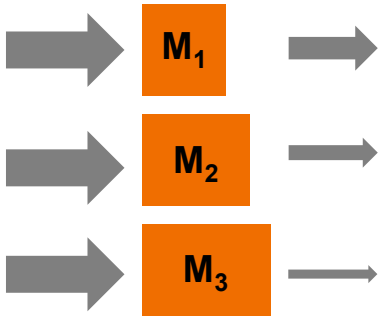
- L_1 Livello di pressione sonora nell'ambiente emittente (dB)
- L_2 Livello di pressione sonora nell'ambiente ricevente (dB)
- S Superficie della partizione (m^2)
- V Volume dell'ambiente ricevente (m^3)
- T Tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente (s)



Nei sistemi tradizionali, vale la

LEGGE DI MASSA

Maggiore la massa di una parete, maggiore il suo isolamento acustico.

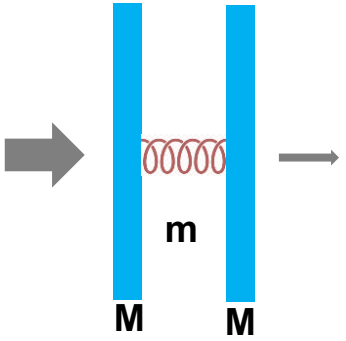




Nei sistemi leggeri vale la legge del sistema

MASSA-MOLLA-MASSA

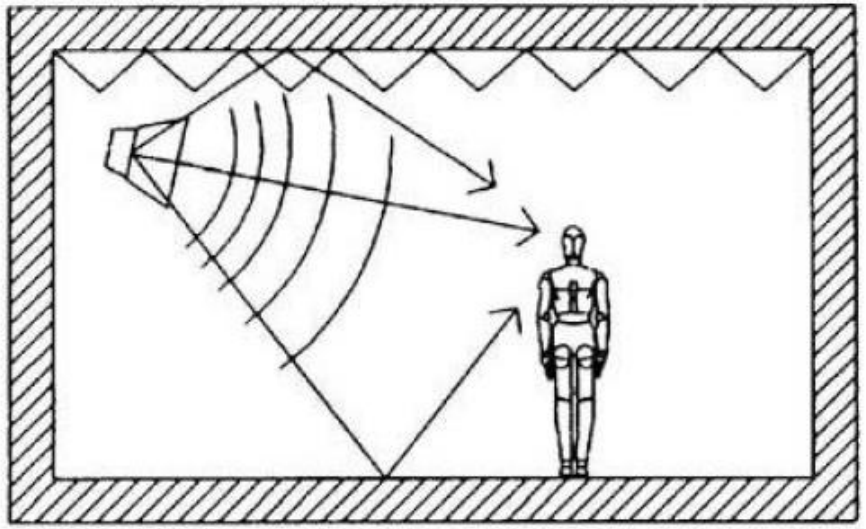
Interposizione di un elemento fonoassorbente tra due elementi rigidi.



Principi di fonoassorbimento

Interventi di **fonoassorbimento** ⟶ Controllare la **riflessione** dei suoni sulle pareti del locale

SORGENTE SONORA
E
SOGGETTO RICEVENTE
SONO NELLO STESSO
AMBIENTE



➡ Le CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI (dove il suono può «rimbalzare» determinando più o meno RIVERBERO) determinano la QUALITA' DELL'ACUSTICA all'interno della sala.

COEFFICIENTE DI FONOASSORBIMENTO α

$$\alpha = \frac{\text{Energia assorbita}}{\text{Energia incidente}}$$

Dove:
$0 \leq \alpha \leq 1$

Il coefficiente di assorbimento di un materiale è definito come il rapporto fra l'energia acustica assorbita (con varie modalità che vedremo) e l'energia acustica incidente tale materiale.

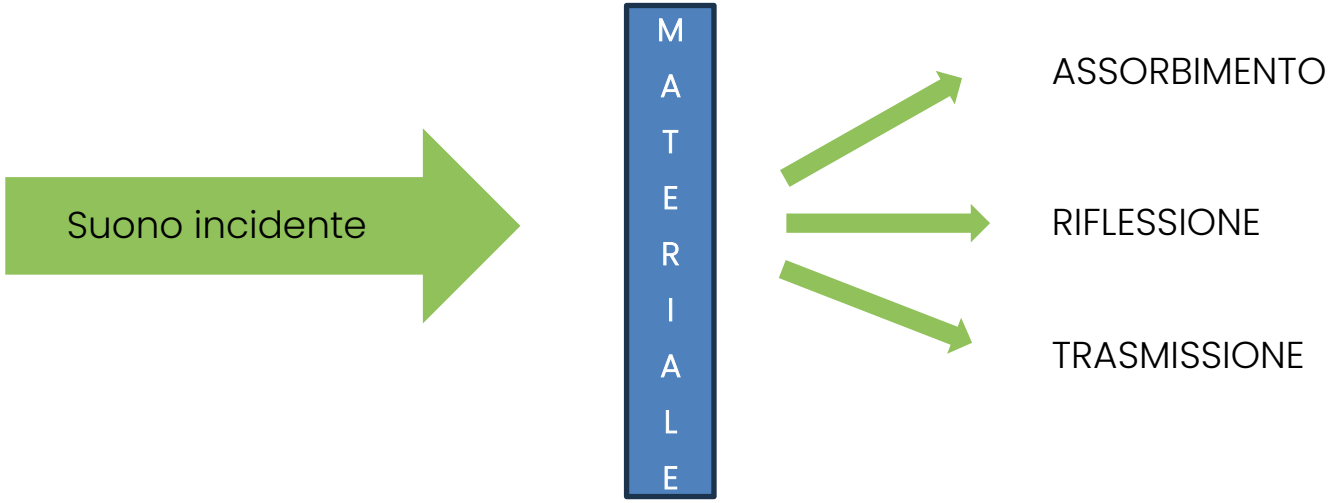
Assorbimento, riflessione e trasmissione acustica

Quando un'onda sonora incide su una superficie qualsiasi, possono succedere 3 cose.

Può essere:

- Assorbita **all'interno** del materiale e dissipata sotto forma di energia termica.
- Riflessa **indietro** dal materiale verso l'ambiente da cui proviene.
- Trasmessa **attraverso** il materiale per propagarsi nell'ambiente confinante.

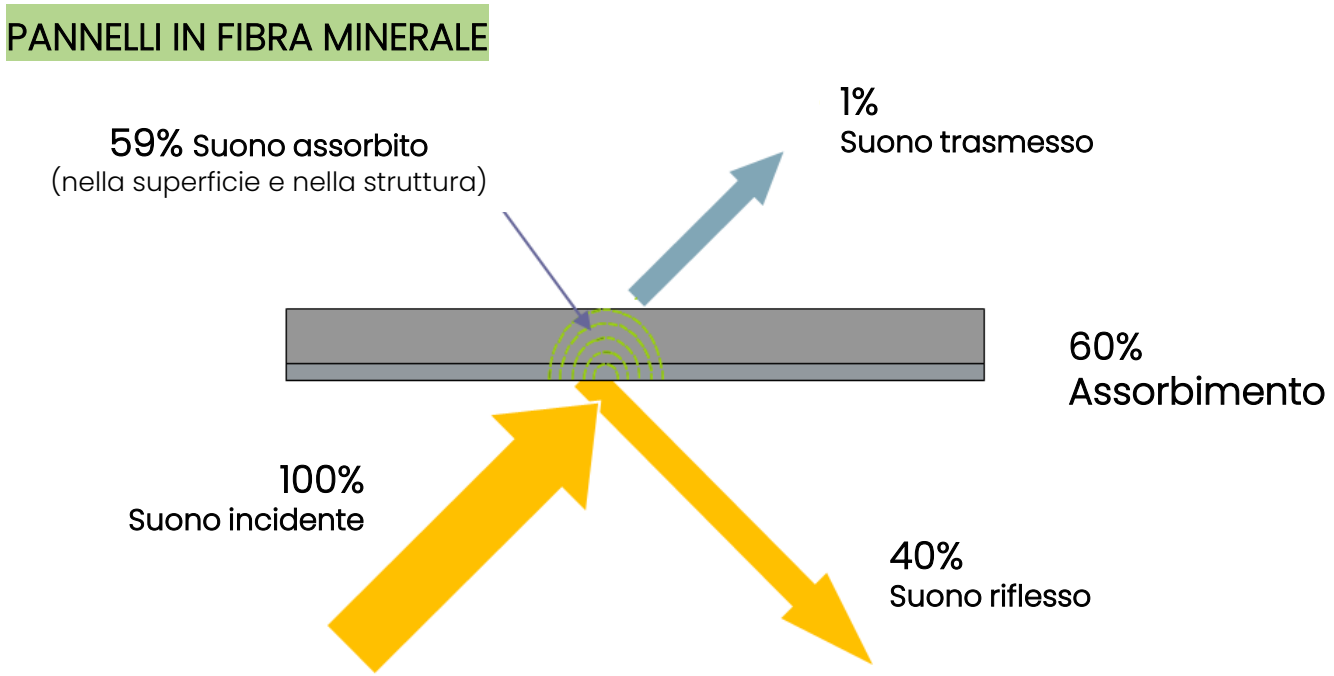
Quanta percentuale del suono subisce ognuno di questi effetti, dipende dalle caratteristiche del materiale stesso.



Assorbimento, riflessione e trasmissione acustica

ESEMPIO 1: pannelli modulari «rigidi» in fibra minerale

Un pannello tipico in fibre minerali «rigido», con la superfice leggermente forata o rivestito con un velo acustico, si comporta all'incirca in questo modo:



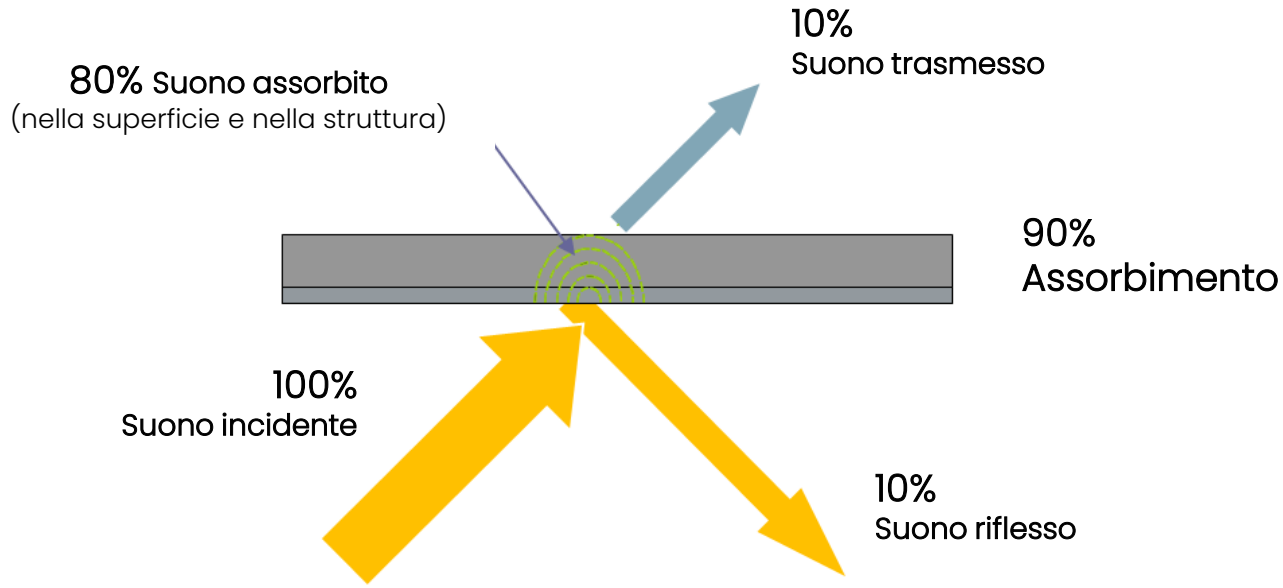
Esempio: pannello in fibra minerale Thermatex Feinstratos microperforato (con α_w=0,6).

Assorbimento, riflessione e trasmissione acustica

ESEMPIO 2: pannelli modulari «soft» in lana minerale

Al contrario, un pannello modulare «soft» in lana, grazie alla sua densità ridotta e maggiore porosità, restituisce in genere livelli di fonoassorbimento maggiori ma trasmetterà maggiormente il suono attraverso il materiale.

PANNELLI «SOFT» IN LANA MINERALE



Esempio: pannello in lana minerale Topiq Alpha (con α_w=1,0).

Tempo di riverberazione (T)

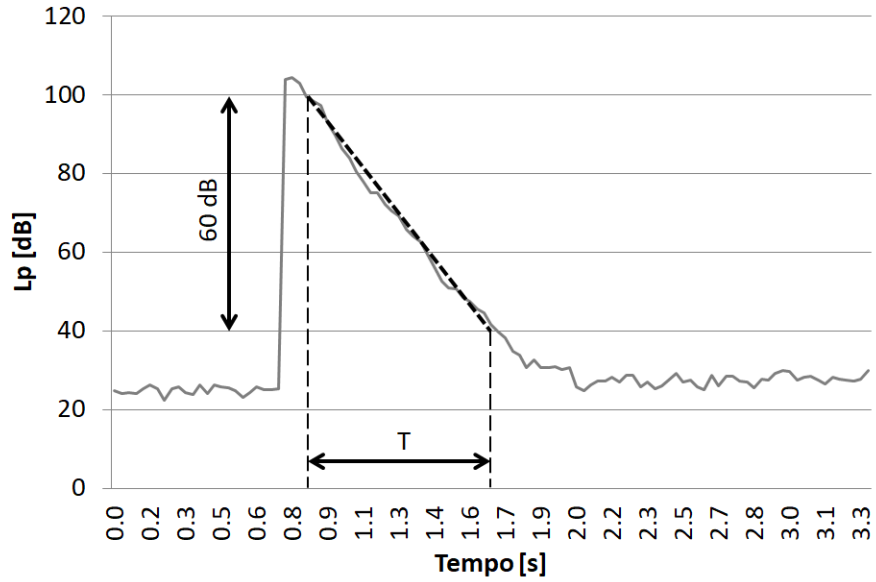
Tempo necessario affinché il livello di pressione sonora generato da una sorgente all'interno di una stanza diminuisca di 60 dB quando la sorgente viene disattivata.

Misurato in **secondi (s)**

$$T = \frac{0{,}16V}{A}$$

T troppo elevato → ambiente RIVERBERANTE

T troppo ridotto → ambiente SORDO



Dove:
A e l'area di assorbimento acustico equivalente dell'ambiente di ricezione (m^2)
V è il volume dell'ambiente ricevente (m^3)

Area di assorbimento acustico equivalente

$$A = \alpha \cdot S$$

Dove:
α è il coefficiente di fonoassorbimento di un materiale
S è la superficie incidente di quel materiale (m^2)

L’assorbimento aiuta a controllare il livello del riverbero nello spazio

Il tempo di riverberazione ottimale dipende dalla destinazione d’uso, dalle dimensioni e dall’affollamento dei locali.

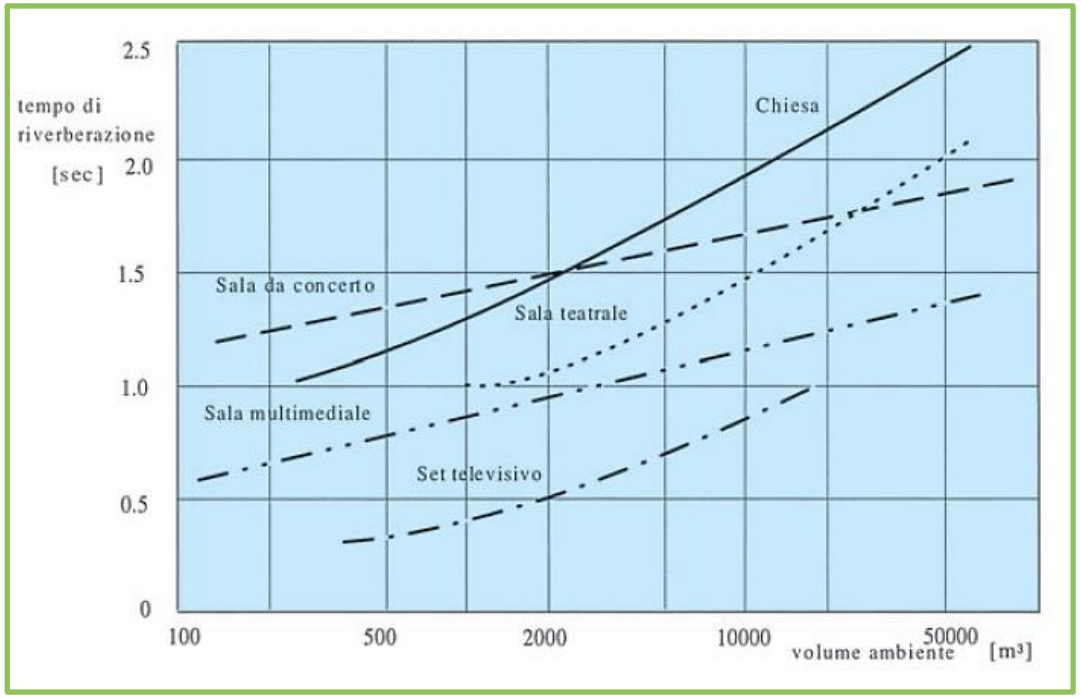
Locali con basso assorbimento acustico hanno tempi di riverberazione lunghi, rendendo difficile la comprensione del parlato (es. una chiesa antica).

Al contrario, locali con un livello di assorbimento acustico troppo elevato rendono l’ambiente acusticamente «sordo» (es. camere anecoiche).

In grandi aree a pianta aperta, superfici riflettenti permettono al suono di propagarsi a maggiore distanza dalla sorgente e quindi di essere sentito meglio, rispetto allo stesso ambiente con maggiori superfici assorbenti.

Maggiori le superfici riflettenti, maggiore il livello di rumore ambientale che si viene a creare.

TEMPO DI RIVERBERAZIONE OTTIMALE

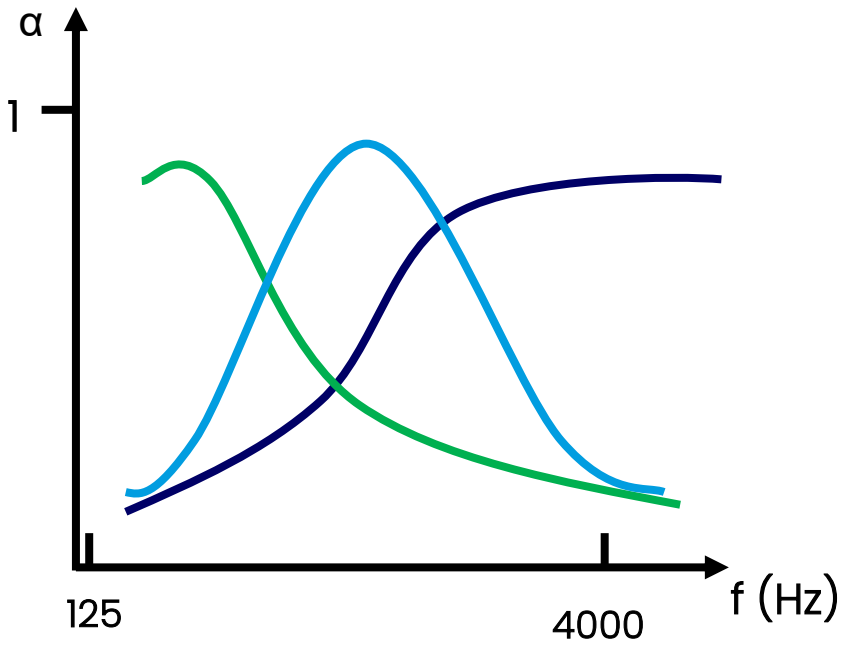


Tipologie di materiali fonoassorbenti

MATERIALI POROSI

PANNELLI VIBRANTI

RISUONATORI



Ogni materiale o sistema, ha un funzionamento migliore in certe frequenze e peggiore in altre.

È dunque utile combinare tra loro i vari sistemi, al fine di sfruttare al meglio le proprietà di ognuno di essi: il sistema più valido in tal senso consiste nell'accoppiare materiali porosi a materiali che funzionano a membrana o come risonatori, ottenendo in tal modo un alto valore del coefficiente di assorbimento acustico su tutte le frequenze.

Tipologie di materiali fonoassorbenti: i **materiali porosi**

Nei **materiali porosi** l'assorbimento avviene per trasformazione dell'energia sonora in calore, a causa dell'attrito che le onde sonore incontrano al loro interno. I materiali porosi esercitano la loro funzione secondo due parametri fondamentali:

- la loro **trasparenza acustica**, cioè la capacità di lasciar entrare le onde sonore al loro interno;
- la loro **resistenza al flusso**.

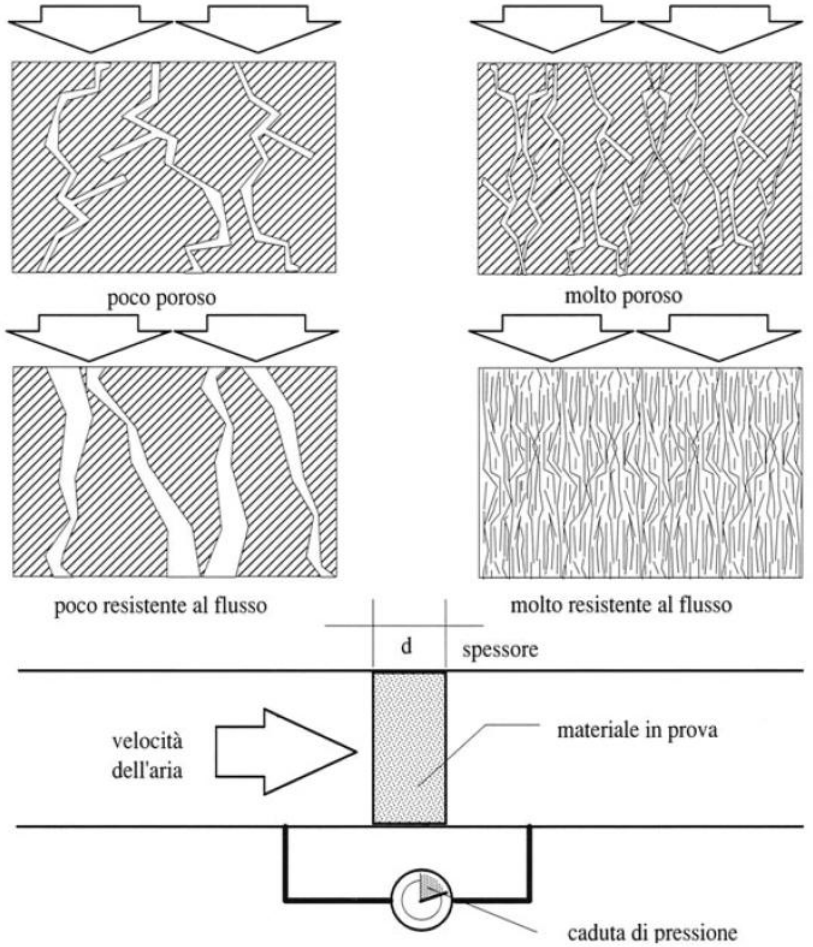
L'efficacia del fonoassorbimento dipende dal **giusto bilanciamento** di questi due parametri.

La *trasparenza acustica* è correlata alla **porosità del materiale**, mentre la **resistenza al flusso** dipende dalla **complessità del percorso** dettato dall'orientamento dei fori.

Nei materiali composti da ***fibre minerali***, ad esempio, i pannelli hanno **un'efficienza superiore se le fibre sono normali al flusso**.

Un semplice metodo per valutare il grado di resistenza al flusso di un materiale poroso consiste nel misurarne la caduta di pressione in un condotto. Qualitativamente, *l'assorbimento acustico dei materiali porosi cresce con la frequenza e con lo spessore dei pannelli*.

Tipologie di materiali porosi e test di resistenza al flusso



Tipologie di materiali fonoassorbenti: pannelli vibranti

Il funzionamento come materiali fonoassorbenti dei **pannelli flessibili** è legato fondamentalmente alla loro **elasticità**.

Se si pensa a un elemento impermeabile all'aria e flessibile, e ad un'onda sonora incidente sulla sua superficie, si nota che l'energia dell'onda sonora viene dissipata mediante la vibrazione dell'elemento stesso.
In pratica la pressione acustica provoca una inflessione della membrana, la quale comincia a vibrare e diventa essa stessa fonte di onde sonore: quando queste onde sono in controfase rispetto alle onde incidenti si ha un annullamento di queste ultime.
Affinché il fonoassorbimento sia effettivo e completo è necessario che le vibrazioni siano smorzate dall'attrito interno alla superficie vibrante, dai supporti che la sostengono, ed eventualmente da materiale poroso sistemato dietro la superficie.

I pannelli vibranti esercitano la loro funzione fonoassorbente spiccatamente alla **loro frequenza di risonanza**, ed hanno quindi un **assorbimento di tipo molto selettivo**.

Le frequenze di risonanza dei pannelli vibranti si assestano mediamente alle **basse frequenze**: di qui nasce la loro complementarietà con i materiali porosi che invece sono più efficienti alle alte frequenze.
Per questa ragione un accurato assorbimento acustico si può ottenere con la combinazione dei due sistemi.

La frequenza di risonanza di un pannello vibrante è data da:

$$f_{ris} = 60\sqrt{\frac{1}{m \cdot l}}\ Hz$$

Tipologie di materiali fonoassorbenti: i **risuonatori**

Un altro sistema per assorbire le onde è costituito dai **risuonatori**.

Un semplice esempio di **risuonatore a cavità singola** è una *bottiglia*: l'aria contenuta nella cavità di detta bottiglia si comporta a guisa di molla nei confronti della parte di aria che si trova nel collo, la quale, se sollecitata da un'onda sonora, oscilla avanti e indietro alla sua frequenza naturale, cioè alla frequenza di risonanza del recipiente, dissipando in tal modo l'energia acustica incidente.

Questo tipo di risuonatore è denominato **risuonatore a cavità o risuonatore di Helmholtz**. I risuonatori a cavità sono **assorbitori acustici selettivi,** nel senso che il loro **rendimento è limitato a una banda di frequenze molto ristretta**.

La frequenza di risonanza tipica di un risuonatore singolo è data da:

$$f_{ris} = 55\sqrt{\frac{S}{lV}}\ Hz$$

dove:
S è l'area della sezione trasversale del collo, espressa in m².
l è la lunghezza del collo, espressa in m.
V è il volume dell'aria contenuta nel recipiente, espresso in m³.

La frequenza di risonanza di un risuonatore multiplo è data approssimativamente da:

$$T_0 = \frac{0{,}07\ V}{S\ [-log(1-\alpha)]}$$

dove:
f è lo spessore della lastra in cm.
d è il diametro dei fori in cm.
p è la percentuale di superficie forata.
l è lo spessore dell'intercapedine d'aria in cm.

Dovendo agire con dei risuonatori su spettri sonori ampi, diviene necessario impiegare dei **risuonatori a cavità multiple**.
I risuonatori a cavità multiple sono costituiti generalmente da pannelli in lamiera, gesso rivestito o legno **perforati con diversi diametri**, recanti posteriormente a una certa **distanza** una chiusura con pannelli rigidi.

In altre parole sono casse acustiche con coperchi perforati, nelle quali ogni foro con il relativo **spazio d'aria posteriore** si comporta come un risuonatore singolo, *senza la necessità che detti spazi siano separati fra loro da setti*.

Anche i risuonatori multipli possono essere "trattati" posteriormente con materiali porosi per migliorare in modo considerevole l'assorbimento su tutte le frequenze.

Si deve considerare che, affinché sussistano le condizioni di un comportamento basato sull'effetto di risonanza, la superficie forata del pannello non deve superare il 20–30%. La formula riportata considera fori con diametro compreso fra 0 e 20 mm, di conseguenza la sua applicabilità è consentita per intercapedini con profondità fino a circa 20 cm. Analogamente, se i fori hanno dimensioni diverse, l'assorbimento è meno selettivo.

Tipologie di materiali fonoassorbenti

Ogni materiale fonoassorbente funziona in maniera ottimale ad alcune frequenze, comportandosi in una delle 3 modalità viste sopra, o combinazione di esse.



Lana di legno

Pannelli metallici

Fibra minerale

Gesso rivestito

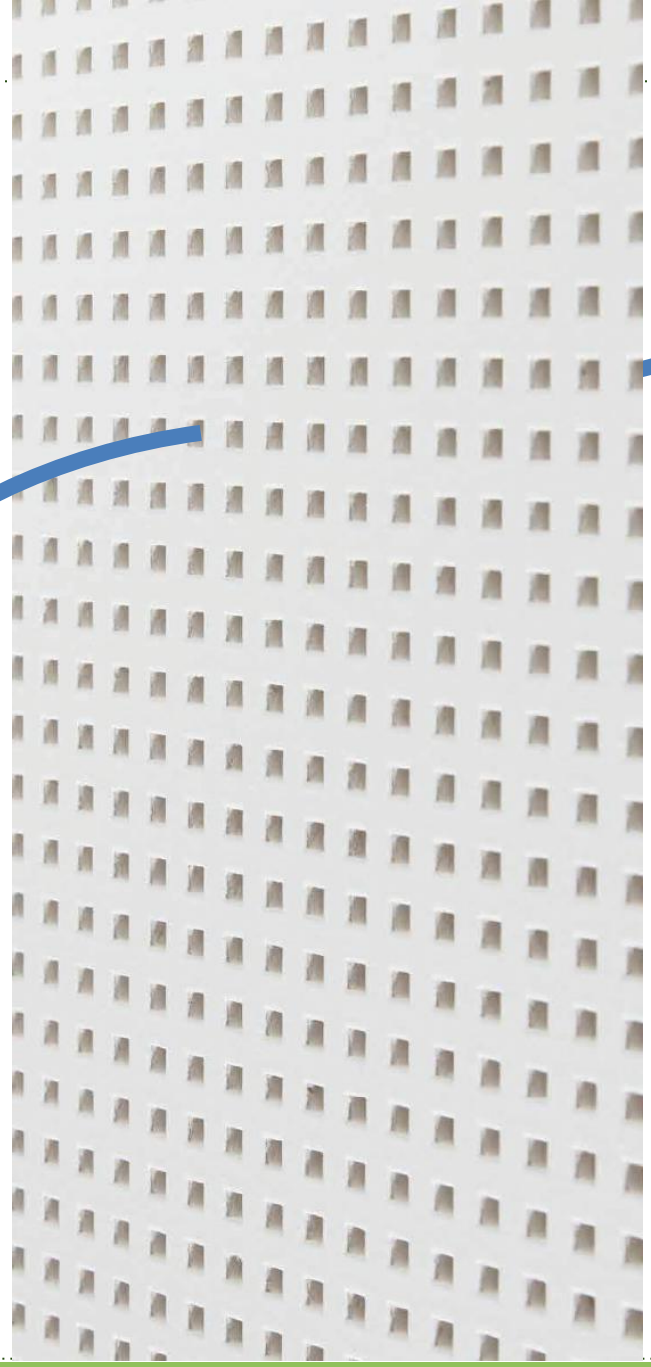
Lana di roccia

... e molto altro

Lastre e pannelli forati

Lastre e pannelli di cartongesso **lisci**, si comportano come pannelli vibranti. Assorbono una parte delle basse frequenza.

Le lastre e i pannelli di cartongesso **forati** invece funzionano come un risuonatore multiplo.
Possono essere accoppiati con pannelli porosi sul retro per ampliarne le proprietà fonoassorbenti.

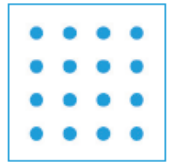


In base a :

- Percentuale di foratura
- Altezza di pendinatura
- Caratteristiche dei materiali porosi abbinati

È possibile ottenere assorbimenti diversificati, in spettro di frequenza.

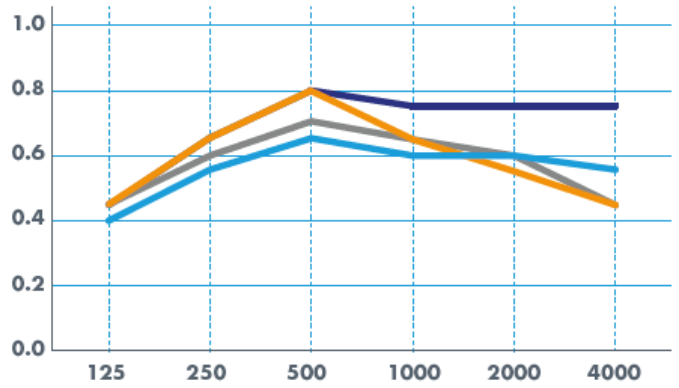
Lastre e pannelli forati: la **percentuale di foratura**

TIPO DI FORATURA Disponibile anche senza forature (Regula)					
MISURE DEI FORI		**MICRO** Quadrati 3x3 mm interasse 8,33 mm	**GLOBE** Cerchi Ø 6 mm interasse 15 mm	**QUADRIL** Quadrati 12x12 mm interasse 30 mm	**TANGENT** Oblunghi 4x14 mm interasse 10/20 mm
% FORATURA		10,2%	10,2%	13%	21,3%
NRC		0,60	0,65	0,65	0,75
αW		0,65	0,60	0,60	0,80
RIFLESSIONE DELLA LUCE		72,1%	72,8%	75,1%	70,9%
DIMENSIONI, mm	Standard 9.5mm	600x600	600x600	600x600	-
	Standard 12.5mm	-	-	-	600x600
	Varianti (su richiesta)	300-450 x 600-2400 x 12,5 450-625 x 600-1250 x 12,5			
PESO PANNELLI, kg/m²		7,80 - 8,70 (per 9,5 mm) / 9,00 - 9,90 (per 12,5 mm)			
TRATTAMENTO SUPERFICIALE		Fronte: Vernice acrilica di colore bianco, RAL 9003, lucidatura 5. Retro: Feltro fonoassorbente. Disponibile in altri colori, su richiesta. Disponibile, su richiesta, anche con superficie ricoperta di vernice igienizzante che esercita un'azione antibatterica e fungistatica. Testato in conformità a DIN ISO 846, metodi B e B'.			

Percentuali di foratura:

- **≤ 10%:** scarso assorbimento alle alte frequenze, buono per le basse.
- **> 10 e ≤ 15%:** massimo assorbimento acustico per frequenze 250, 500 e 1000 Hz.
- **> 15%** l'assorbimento acustico diminuisce alle basse frequenze.

ACUSTICA α



	125	250	500	1000	2000	4000
MICRO	0,40	0,55	0,65	0,60	0,60	0,55
GLOBE	0,45	0,65	0,80	0,65	0,55	0,45
QUADRIL	0,45	0,60	0,70	0,65	0,60	0,45
TANGENT	0,45	0,65	0,80	0,75	0,75	0,75

COSTRUZIONE sospensione 200 mm, priva di lana minerale

Presenza di materiale poroso dietro ai fori

Altezza di intercapedine dietro ai fori

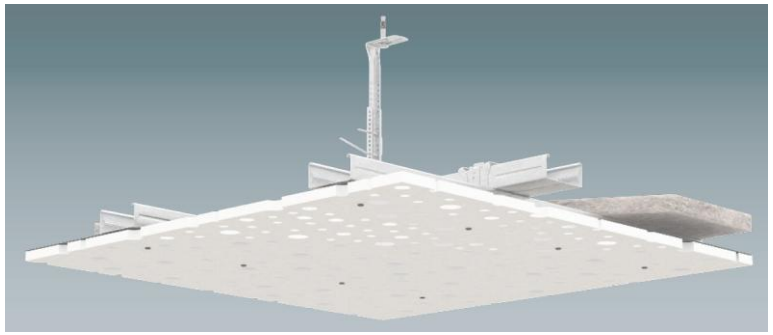
Lastre e pannelli forati: l'altezza di intercapedine

I **pannelli modulari in gesso rivestito forati** vengono appoggiati su un'orditura metallica a T, e sospesi al solaio tramite appositi ganci di sospensione.



La separazione tra i singoli pannelli rimane visibili e il controsoffitto è ispezionabile. L'altezza di intercapedine può variare tra i 12-13 cm a salire. Nell'intercapedine può essere aggiunto un ulteriore pannello isolante.





Le **lastre forate, in gesso rivestito**, sono lastre di cartongesso, avvitate su un'orditura metallica a C, che resta completamente nascosta dalle lastre.

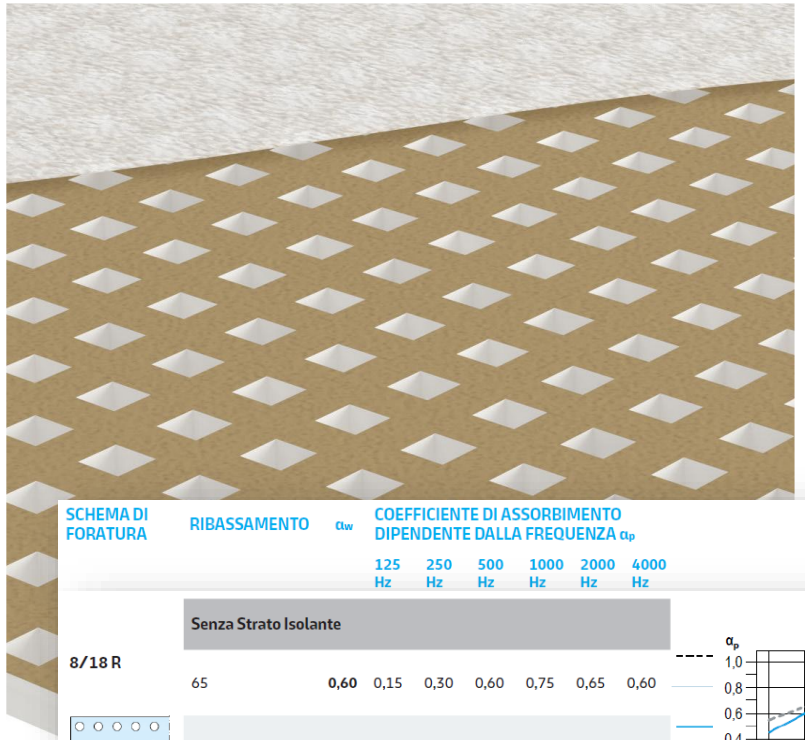
La giunzione tra le lastre viene stuccata e non è visibile. Per rendere il controsoffitto ispezionabile, occorre inserire una botola. Possono essere installate sia in **orizzontale**, che in **verticale**

Possono essere installate su **orditura singola** in aderenza (intercapedini di 5-12 cm) o **orditura doppia** ribassata (da 12-15 cm a salire) e nell'intercapedine si può aggiungere un materassino isolante.

Altezza di intercapedine:

- **<200 mm:** assorbimento di medie alte frequenze.
- **≥200 e ≤500 mm**: assorbimento ottimale con aumento sulle basse frequenze.
- **> 500 mm:** non c'è più miglioramento dell'assorbimento.

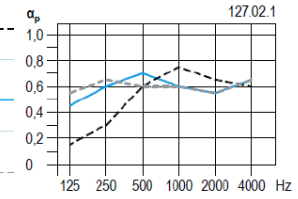
Lastre e pannelli forati: accoppiamento con pannelli porosi

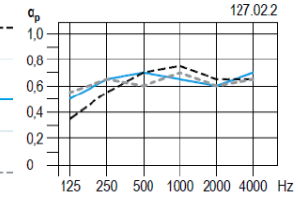


Sul retro dei pannelli e delle lastre forate, è in genere presente un **velo vetro, in fibra di cellulosa**, bianco o nero, che ne migliora le caratteristiche fonoassorbenti.

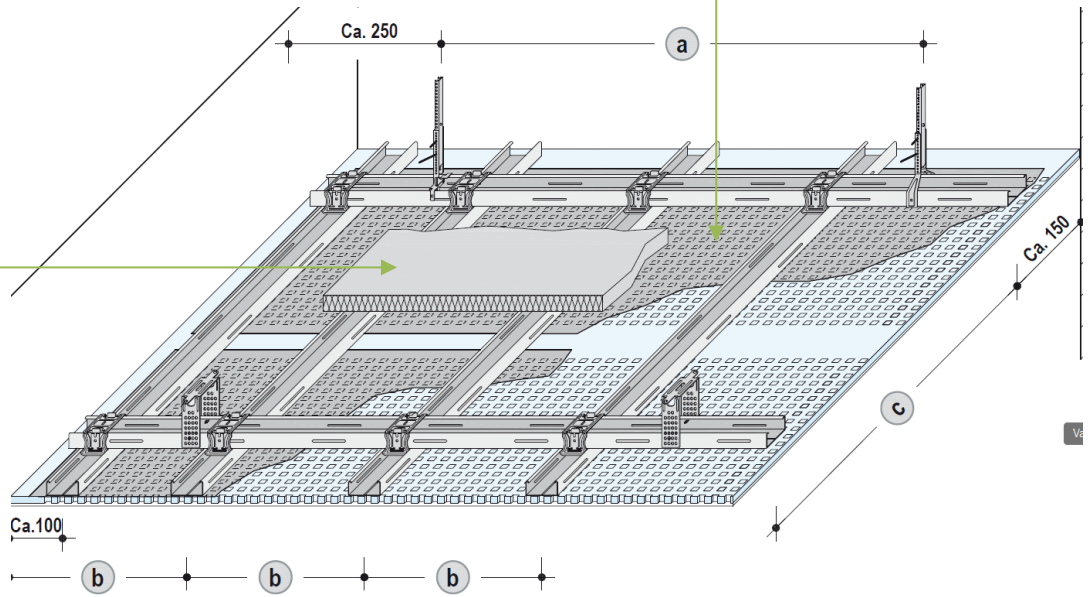
E' inoltre possibile aggiungere un **pannello isolante in lana minerale** all'interno dell'intercapedine, per migliorare ulteriormente il comportamento del pannello forato.

SCHEMA DI FORATURA	RIBASSAMENTO	α_w	COEFFICIENTE DI ASSORBIMENTO DIPENDENTE DALLA FREQUENZA α_p					
			125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
	Senza Strato Isolante							
8/18 R	65	**0,60**	0,15	0,30	0,60	0,75	0,65	0,60
	200	**0,60**	0,45	0,60	0,70	0,60	0,55	0,65
	400	**0,60 (L)**	0,55	0,65	0,60	0,60	0,55	0,65
Percentuale di foratura: 15,5%	**Con Strato Isolante***							
	65	**0,70**	0,35	0,55	0,70	0,75	0,65	0,65
	200	**0,65**	0,50	0,65	0,70	0,65	0,60	0,70
	400	**0,65**	0,55	0,65	0,60	0,70	0,60	0,65





* In riferimento alla norma EN 13162 - Isolante Lana di Vetro spessore: 20mm



Pannelli metallici forati

Per i **pannelli metallici**, vale lo stesso principio: si tratta di una superficie liscia e vibrante, che migliora le sue capacità fonoassorbenti grazie a vari livelli di foratura, presenza di un velo acustico sul retro e pannello isolante aggiuntivo nell'intercapedine.

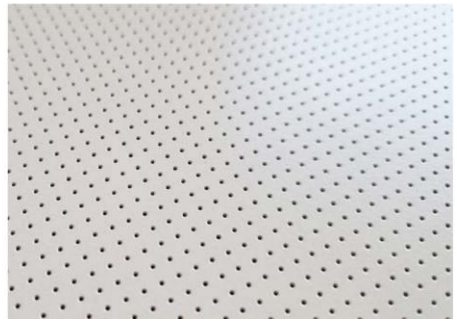
Perforation	Acoustic infill	EN ISO 354										EN ISO 10848-2	EN ISO 10140-2	
		α_w	Cavity [mm]	Class	Frequency [Hz] α_p						NRC	$D_{n,f,w}$ [dB]	R_w [dB]	CAC [dB]
					125	250	500	1000	2000	4000				
Unperforated	-	0.10(L)	200	NC	0.40	0.20	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	34	19	35
Rg 0701	VLSRX	0.65(LM)	200	C	0.50	0.85	0.90	0.65	0.60	0.50	0.75	19	10	20
Rg 0704	VLSRX	0.80(L)	200	B	0.45	0.85	0.95	0.75	0.75	0.70	0.85	19	10	19
Rd 1522	VLSRX	0.60	200	C	0.25	0.60	0.75	0.60	0.50	0.60	0.60	14	6	15
		0.40(MH)	60	D	0.05	0.15	0.35	0.65	0.75	0.55	0.45			
Rg 2516	VLSRX	0.70	200	C	0.30	0.70	0.85	0.60	0.70	0.70	0.70	16	6	16
		0.45(MH)	60	D	0.05	0.15	0.45	0.85	0.90	0.65	0.60			

α_w: as per EN ISO 11654 / NRC: as per ASTM C 423-01 / $D_{n,f,w}$: as per EN ISO 717-1 / CAC: as per ASTM E 413-10
60 mm cavity for wall solutions

Black Acoustic Fleece VLSRX



Rg 0704 Optimicro Perforation



Perforation	Acoustic infill	EN ISO 354										EN ISO 10848-2	EN ISO 10140-2	
		α_w	Cavity [mm]	Class	Frequency [Hz] α_p						NRC	$D_{n,f,w}$ [dB]	R_w [dB]	CAC [dB]
					125	250	500	1000	2000	4000				
Unperforated	Premium OP15	0.15(L)	200	NC	0.40	0.25	0.15	0.15	0.15	0.15	0.20	43	23	45
	Premium B17	0.20	200	E	0.25	0.20	0.15	0.20	0.15	0.15	0.20	44	23	45
Rg 0701	Premium OP15	0.65(L)	200	C	0.50	0.65	0.60	0.55	0.60	0.55	0.60	27	16	28
	Premium B17	0.60	200	C	0.50	0.55	0.55	0.55	0.60	0.55	0.55	41	20	43
Rg 0704	Premium OP15	0.80	200	B	0.55	0.75	0.80	0.75	0.85	0.90	0.80	27	16	28
	Premium B17	0.75	200	C	0.55	0.70	0.70	0.75	0.80	0.80	0.75	41	20	42
Rd 1522	Premium OP15	0.90	200	A	0.55	0.85	0.95	0.80	0.95	1.00	0.90	24	13	25
	Premium B17	0.70(H)	200	C	0.35	0.50	0.60	0.80	0.90	0.95	0.70	30	16	31
Rg 2516	Premium OP15	0.90	200	A	0.55	0.85	0.90	0.80	0.95	0.95	0.90	24	13	25
	Premium B17	0.65(H)	200	C	0.35	0.45	0.60	0.80	0.90	0.95	0.70	31	16	32

α_w: as per EN ISO 11654 / NRC: as per ASTM C 423-01 / $D_{n,f,w}$: as per EN ISO 717-1 / CAC: as per ASTM E 413-10

Premium OP15



Premium B17



Pannelli in lana di roccia

I **pannelli** cosiddetti «**soft**», in **lana di roccia**, sono invece un perfetto esempio di materiale poroso, con fibre orientate. Presentano inoltre una superficie leggermente ruvida, data dalla presenza di un velo acustico, che ne migliora ulteriormente le caratteristiche fonoassorbenti.

I valori di α_w sono i più alti della gamma.

	Spessore (mm)	Peso (kg / m²)	Sound absorption (α_w / NRC)	Attenuazione acustica ($D_{n,f,w}$ / CAC)	Reazione al fuoco (Euroclasse)	Riflessione luminosa	Resistenza all'umidità	Clean room	VOC	Indoor Air Comfort
TOPIQ® Alpha 15	15	2.0	0,95 / 0,90	24 dB / 24 dB	A1	86%	100% RH	ISO 5	A	Yes
TOPIQ® Alpha 20	20	2.5	1,00 / 0,95	25 dB / 25 dB	A1	86%	100% RH	ISO 4	A	Yes



TOPIQ® Alpha 15 TOPIQ® Alpha 20



Pannelli in fibra minerale



Anche i pannelli in fibra minerale appartengono alla categoria dei materiali porosi.
Sono però più rigidi dei pannelli in lana e possono avere comportamenti molto diversi a seconda che siano:

- Pannelli in fibra, non forati e pitturati.

Thermatex FEINFRESKO

Assorbimento acustico

EN ISO 354

α_w = **0.60 (H)** a norma EN ISO 11654 - **Classe C**

Frequenza *f* (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
α_p	0.45	0.40	0.50	0.70	0.80	0.75

NRC = **0.60** a norma ASTM C 423

- Pannelli in fibra, forati e pitturati.

- Pannelli in fibra, non forati e con superficie sabbiata

Thermatex FEINSTRATOS

Assorbimento acustico

EN ISO 354

α_w = **0.20** a norma EN ISO 11654 - **Classe E**

Frequenza *f* (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
α_p	0.35	0.20	0.15	0.15	0.20	0.20

NRC = **0.15** a norma ASTM C 423

- Pannelli in fibra, forati e con superficie sabbiata.

Thermatex FEINSTRATOS microforato

Assorbimento acustico

EN ISO 354

α_w = **0.60** a norma EN ISO 11654 - **Classe C**

Frequenza *f* (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
α_p	0.50	0.50	0.55	0.70	0.65	0.50

NRC = **0.60** a norma ASTM C 423

- Pannelli in fibra, forati e con velo acustico in superficie.

ADAGIO Alpha+

Assorbimento acustico

EN ISO 354 α_w = **1.00** a norma EN ISO 11654 - **Classe A**

Frequenzaf (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
α_P	0.55	0.80	1.00	0.95	1.00	1.00

NRC = **0.95** a norma ASTM C 423

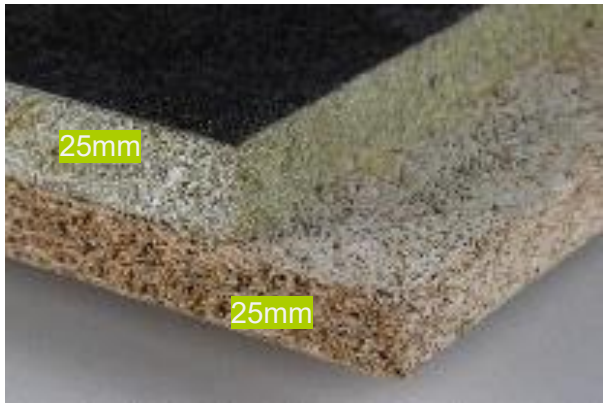
Panneli in lana di legno mineralizzata

I pannelli in lana di legno mineralizzata offrono una superficie scabra e piena di forature.
In aggiunta, per maggiori performance dal punto di vista del fonoassorbimento, possono essere anche in questo caso accoppiati con un velo acustico sul retro ed eventualmente anche con un ulteriore pannello isolante in lana.



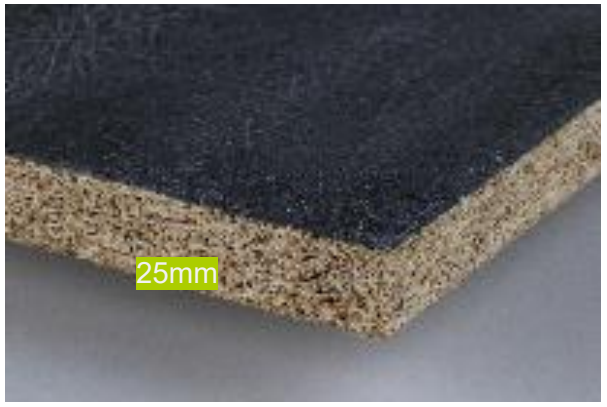
HERADESIGN® Superfine
Spessore pannello 25mm
Intercapedine del controsoffitto 200mm

15 mm	NRC	0,55
	α_W	0,50
25 mm	NRC	0,70
	α_W	0,70 (H)



HERADESIGN® Superfine plus
Spessore pannello 25mm + 25mm
Intercapedine del controsoffitto 200mm

15+25 mm	NRC	0,90
	α_W	0,90
25+25 mm	NRC	0,9
	α_W	0,95



HERADESIGN® Superfine Alpha+
Spessore pannello 15mm o 25mm
Intercapedine del controsoffitto 200mm

15 mm	NRC	0,80
	α_W	0,80
25 mm	NRC	0,85
	α_W	0,90

Soluzioni open plenum: **baffle, isole e vele acustiche**

Baffle e **vele acustiche** non sono comparabili In termini di isolamento acustico con un controsoffitto classico.

Non avendo una vera e propria intercapedine, sono in grado di assorbire meno efficacemente le frequenze più basse.

Sono però l'ideale per migliorare le caratteristiche di fonoassorbimento in **ambienti ampi e spaziosi**, come atri, ingressi, centri commerciali, stazioni, edifici storici e ristoranti.

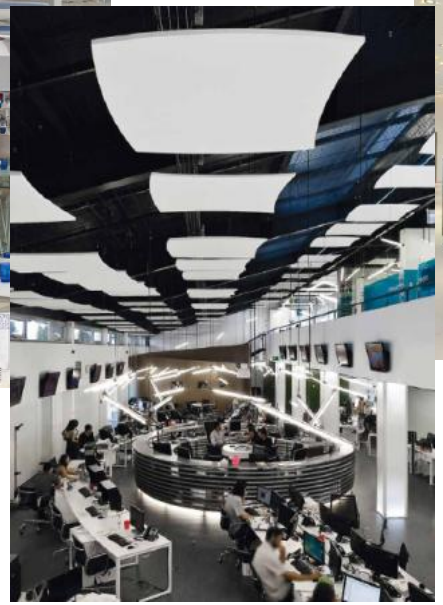
Senza coprire completamente il soffitto esistente, o andando ad aggiungere superfici fonoassorbenti su più livelli.











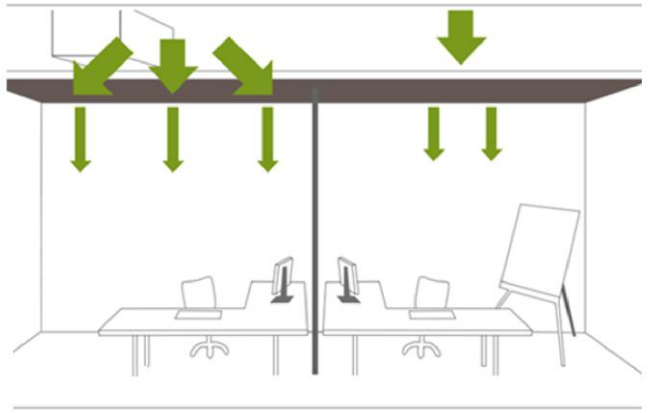


Isolamento acustico dei controsoffitti

Altri due parametri molto importanti quando si parla di comportamento acustico dei controsoffitti sono:

Isolamento acustico diretto:

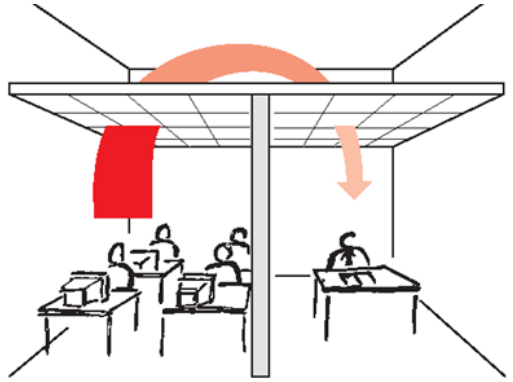
R_w



Indica la riduzione acustica fornita dal controsoffitto rispetto all'ambiente immediatamente sottostante, nel caso in cui la sorgente sonora si trovi nel plenum del controsoffitto (es. macchinari rumorosi o impianti)

Isolamento acustico longitudinale:

D_{nfw}



Indica la riduzione acustica fornita da un controsoffitto «passante», in cui il plenum sia in comune rispetto all'ambiente adiacente. E' in genere più altro di Rw in quanto il passaggio acustico attraverso il controsoffitto è doppio.

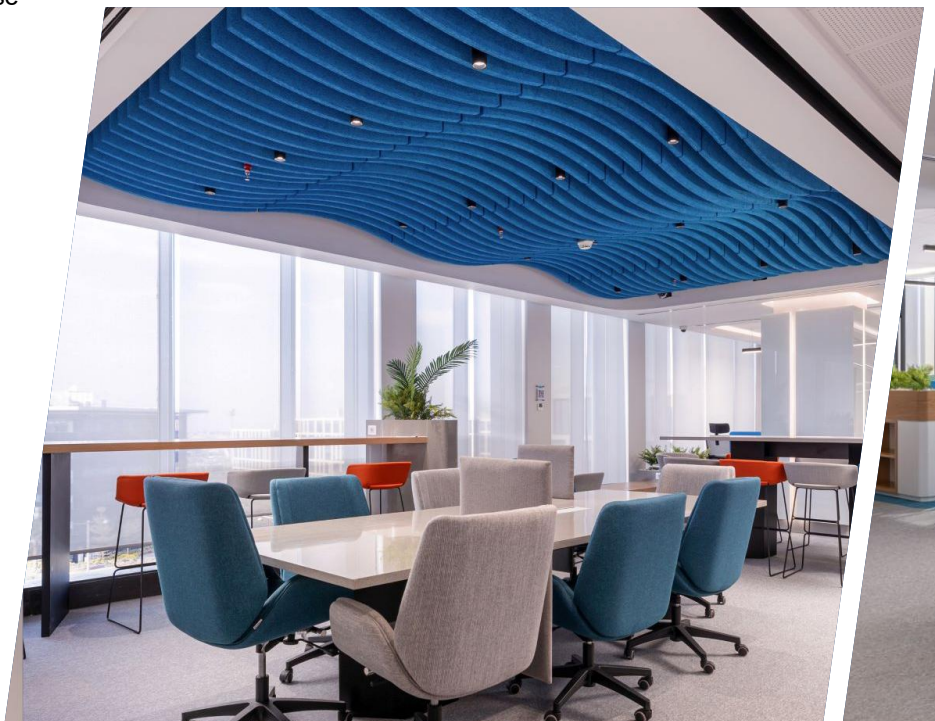
Thermatex Alpha	**Attenuazione acustica**	EN ISO 10848-2 $D_{n,f,w}$ = **28 dB** a norma EN ISO 717-1	
	Abbattimento acustico	EN ISO 10140-2 R_w = **14 dB** a norma EN ISO 717-1	
Adagio Acoustic+	Attenuazione acustica	EN ISO 10848-2 $D_{n,f,w}$ = **39 dB** (Board, Tegular 24/90, Tegular 15/90, SL2, SL2 / Tegular 15/90, Finesse) $D_{n,f,w}$ = **38 dB** (Vector) a norma EN ISO 717-1	CAC = **39 dB** a norma ASTM E 413-10
	Abbattimento acustico	EN ISO 10140-2 R_w = **22 dB** (Board, Tegular 24/90, Tegular 15/90, SL2, SL2 / Tegular 15/90, Finesse)	

Reference

HEADLINE ARIAL BO
EGYPT

Owner	Fady Kassem
Architect	Echelle Architects
Sector	Office
Ceiling & Wall Solutions	AMF THERMATEX® Alpha HD, Finesse MINERAL Sonic Element, Square & Rectangular HERADESIGN® Baffle Element Arc HERADESIGN® Superfine DANOLINE Corridor
Photography Credit	Knauf Egypt







Product availability may vary by country.
Please contact your local sales representative for more information.

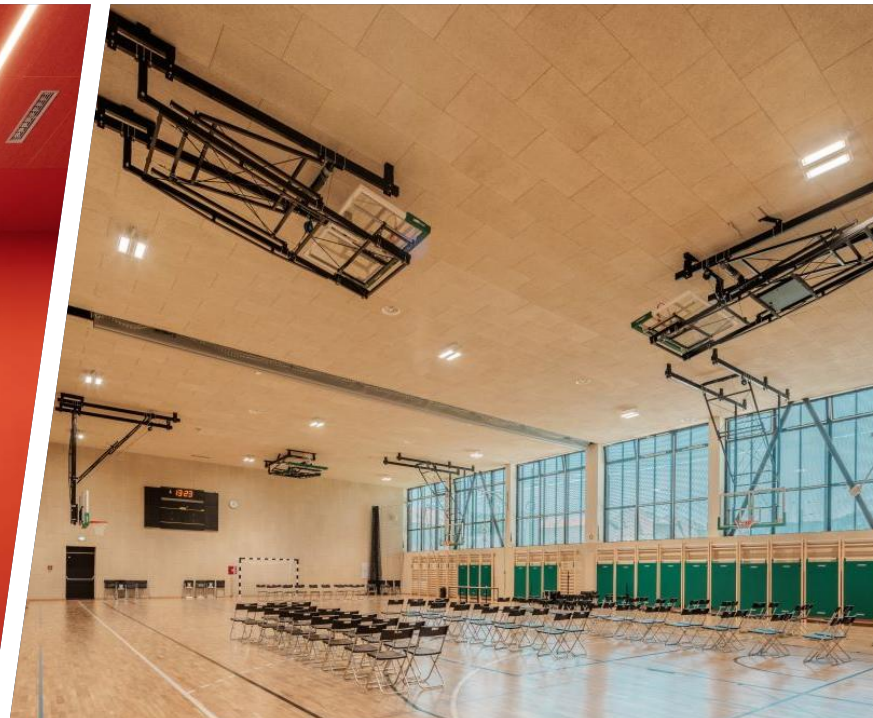
Reference

HEADLINE ARIAL BO
CROATIA



Owner	dr. sc. Mirjana Boras (Principal)
Architect	PROARH
Sector	Education
Ceiling & Wall Solutions	ADAGIO HD+, Finesse VARIOLINE Colour, Finesse HERADESIGN® Superfine Alpha+
Photography Credit	Dražen Stojčić





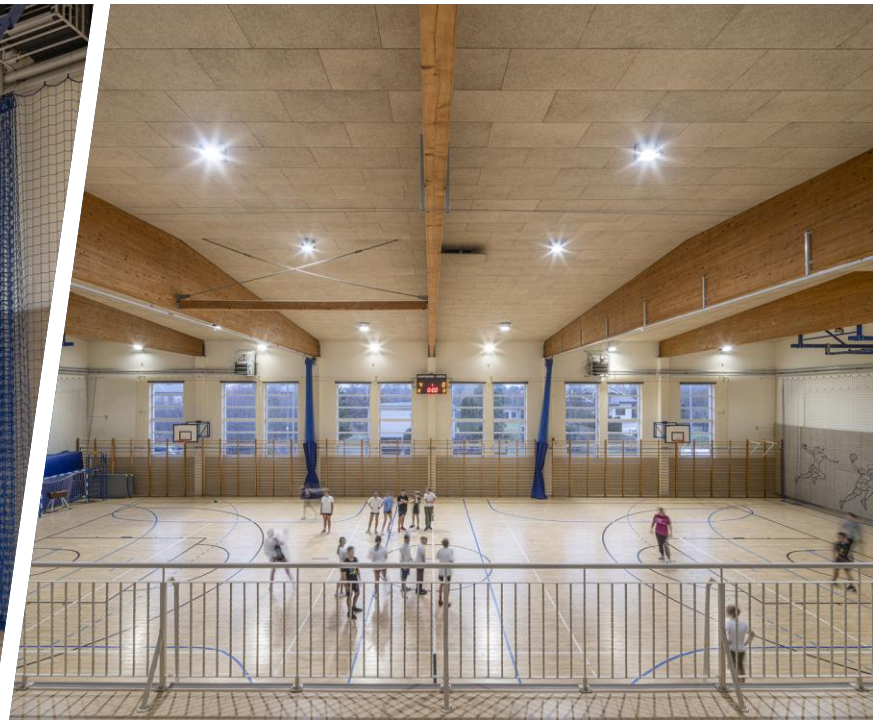
Product availability may vary by country.
Please contact your local sales representative for more information.

HEADLINE ARIAL BO

Owner	Municipality Radzymin
Architect	VECTOR, architect Paweł Wielgo, Warszawa
Sector	Education
Ceiling & Wall Solutions	HERADESIGN® Superfine 25 with mineral wool acoustic film bag inlay, AK-01, 1200x600 mm, Colour Nature 13
	HERADESIGN® Superfine 35 with image applied on site, AK-01, 1200x600 mm, Colour Nature 13
Quantity	980 m²
Photography Credit	© Bartosz Makowski







Build on us.

Reference

HEADLINE ARIAL BO
POLAND

Owner	HB Revis
Architect	Epstein.sp.z o.o.
Sector	Office
Ceiling & Wall Solutions	Custom METAL R-H 200, Rg 2516, RAL 9011 Custom METAL R-H 215, Trapezoidal, RAL 9011 METAL Baffle Element, RAL 9011 MESH Board, RB 35, RAL 9005 ANTARIS Tegular 15, White
Photography Credit	Szymon Polański







Product availability may vary by country.
Please contact your local sales representative for more information.

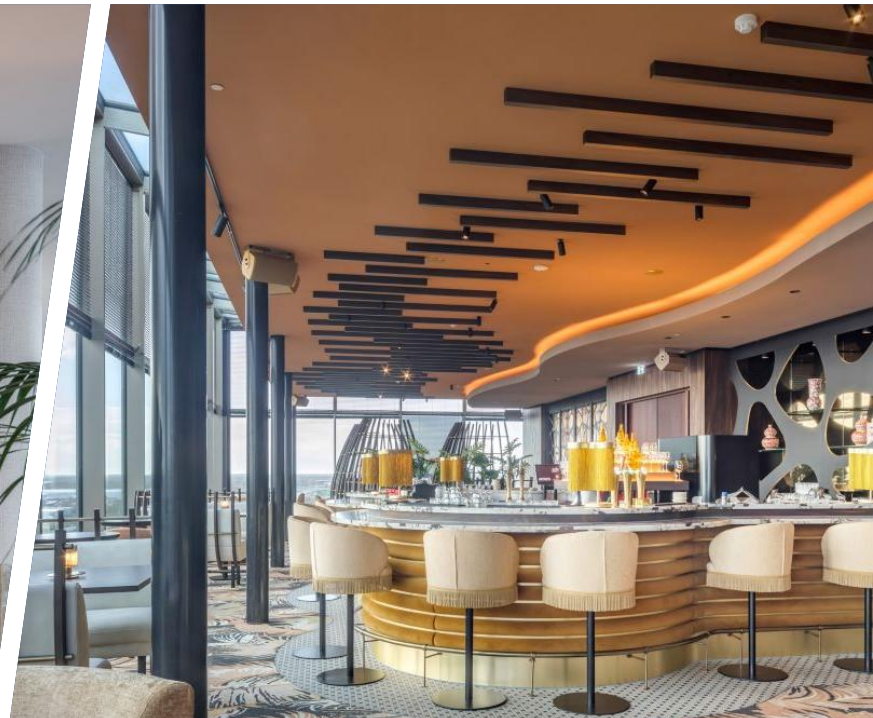
Reference

HEADLINE ARIAL BO THE NETHERLANDS

Owner	Lars Binda, Van der Valk Exclusief
Architect	Robert van Houten - P.A.M. Teunissen Architecten BV
Sector	Leisure & Hospitality
Ceiling & Wall Solutions	ELEGANZA Seamless Acoustics, RAL 9001, RAL 9003, RAL 070 70 30
Photography Credit	Dion de Bakker







Product availability may vary by country.
Please contact your local sales representative for more information.

Reference

HEADLINE ARIAL BO
GERMANY



Owner	BASF Wohnen + Bauen GmbH
Architect	ander.hofrichter architekten GmbH
Sector	Healthcare
Ceiling & Wall Solutions	AMF THERMATEX® Feinstratos Micro, K2C2 System UNO 30 (Feinstratos Micro) AMF THERMATEX® Thermofon, Board
Photography Credit	Thilo Roß

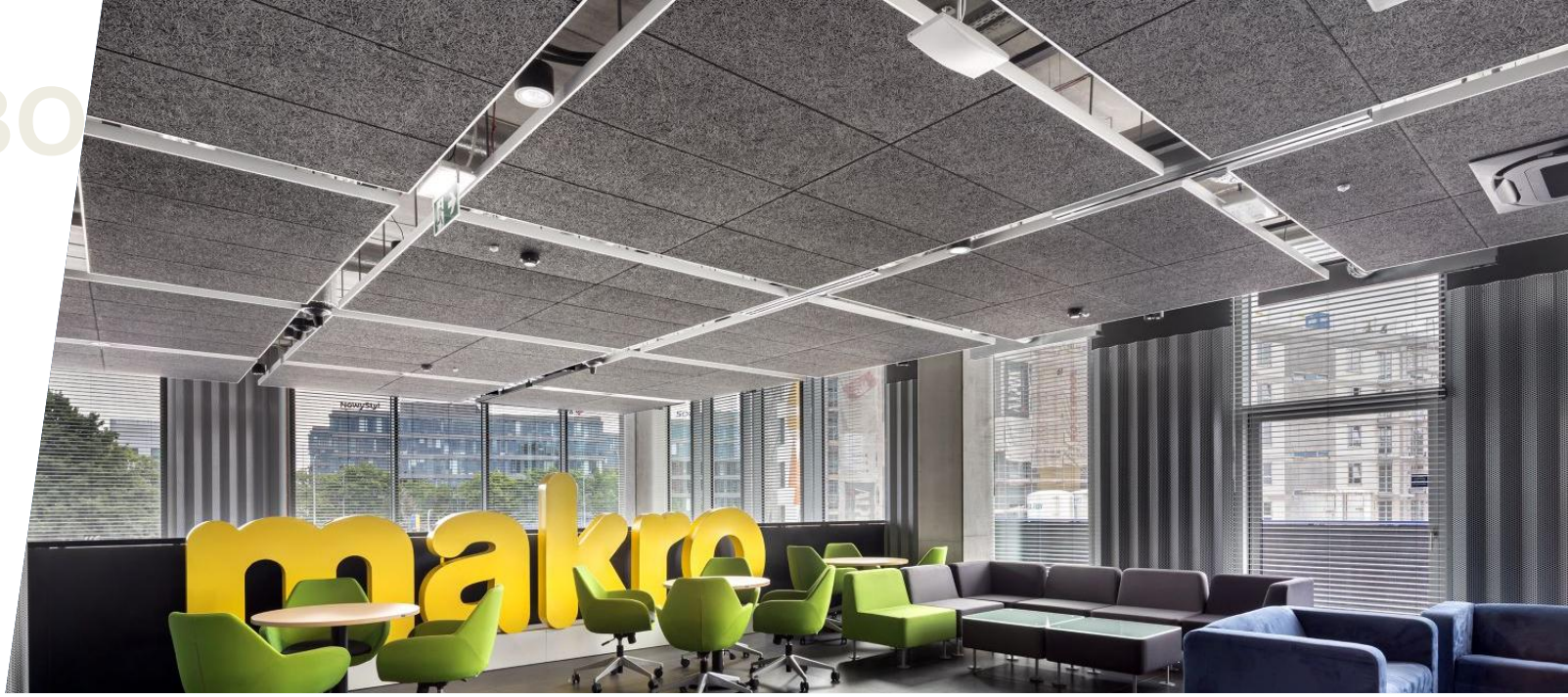




Product availability may vary by country.
Please contact your local sales representative for more information.

Reference

HEADLINE ARIAL BO
POLAND







Owner	MAKRO CASH AND CARRY
Architect	Concept Space
Sector	Office
Ceiling & Wall Solutions	HERADESIGN® Sky Line / Wall Absorber MESH Sonic Element MT, Rb25 MESH Sky Element Hook MT, Rb25 AMF THERMATEX® Alpha Black AMF THERMATEX® Acoustic / ANTARIS
Photography Credit	Szymon Polański

Product availability may vary by country.
Please contact your local sales representative for more information.

Reference

HEADLINE ARIAL BO
SERBIA

Owner	Univerexport
Architect	Djordje Bajilo, dba
Sector	Retail
Ceiling & Wall Solutions	METAL R-H 200 curved panels MESH Board, Tegular, MicroLook
Photography Credit	Marko Cvetkovic Cvele







Product availability may vary by country.
Please contact your local sales representative for more information.

Reference

HEADLINE ARIAL BO SOUTH AFRICA

Owner	South32, Johannesburg
Architect	Profica, Johannesburg
Sector	Office
Ceiling & Wall Solutions	METAL Baffle Element
Photography Credit	Matthew Dyson, HPP Photography







Product availability may vary by country.
Please contact your local sales representative for more information.

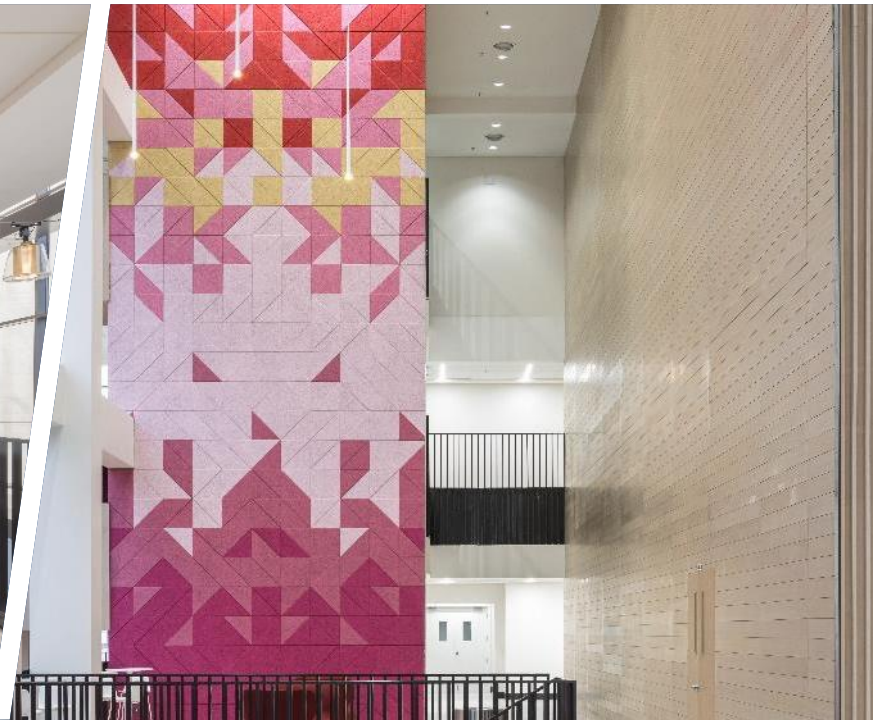
Reference

HEADLINE ARIAL BO
KUWAIT CITY



Owner	Ali Al Alghanim LLC Group
Architect	NBBJ
Sector	Education
Ceiling & Wall Solutions	AMF THERMATEX® Alpha HERADESIGN® Micro HERADESIGN® Superfine
Photography Credit	Matt Livey





Product availability may vary by country.
Please contact your local sales representative for more information.

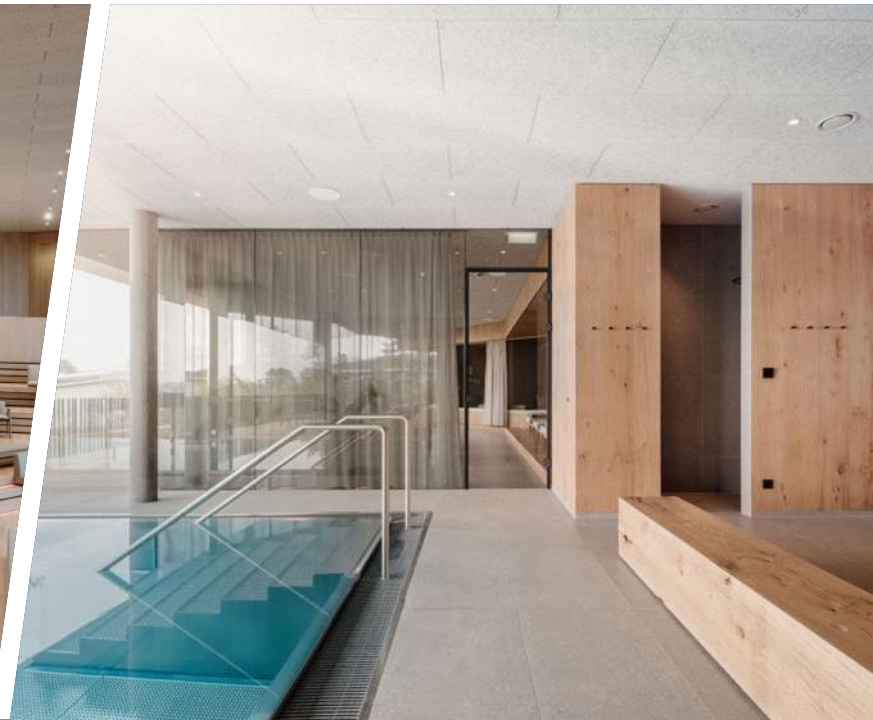
Reference

HEADLINE ARIAL BO
AUSTRIA

Owner	Loxone Campus GmbH, Kollerschlag
Architect	ARKFORM ZT GmbH, Linz
Sector	Leisure & Hospitality
Ceiling & Wall Solutions	HERADESIGN® Fine, white and “Schiefer 15” colour from Caparol
Photography Credit	Loxone







Product availability may vary by country.
Please contact your local sales representative for more information.

CONTATTI

Ing. Marco Scabini

Email: marco.scabini@knauf.com

Tel: +39 378 3025383

Grazie per l’attenzione