

Schermatura

Uno schermo è una parete che separa fisicamente una sorgente e un ricevitore senza racchiudere né l'uno né l'altro. Si ipotizza che la propagazione del rumore avvenga soltanto per diffrazione dai bordi dello schermo.

Attenuazione A dello schermo: differenza di livello sonoro nel punto ricevitore R prima o dopo l'inserimento dello schermo.

Ipotesi: schermo semiinfinito, perfettamente riflettente e rigido, di spessore trascurabile (diffrazione sul bordo superiore) e sorgente sonora puntiforme.

$$A_t = 20 \log \frac{\sqrt{2\pi N}}{\tanh \sqrt{2\pi N}} + 5 \quad \text{Kurze}$$

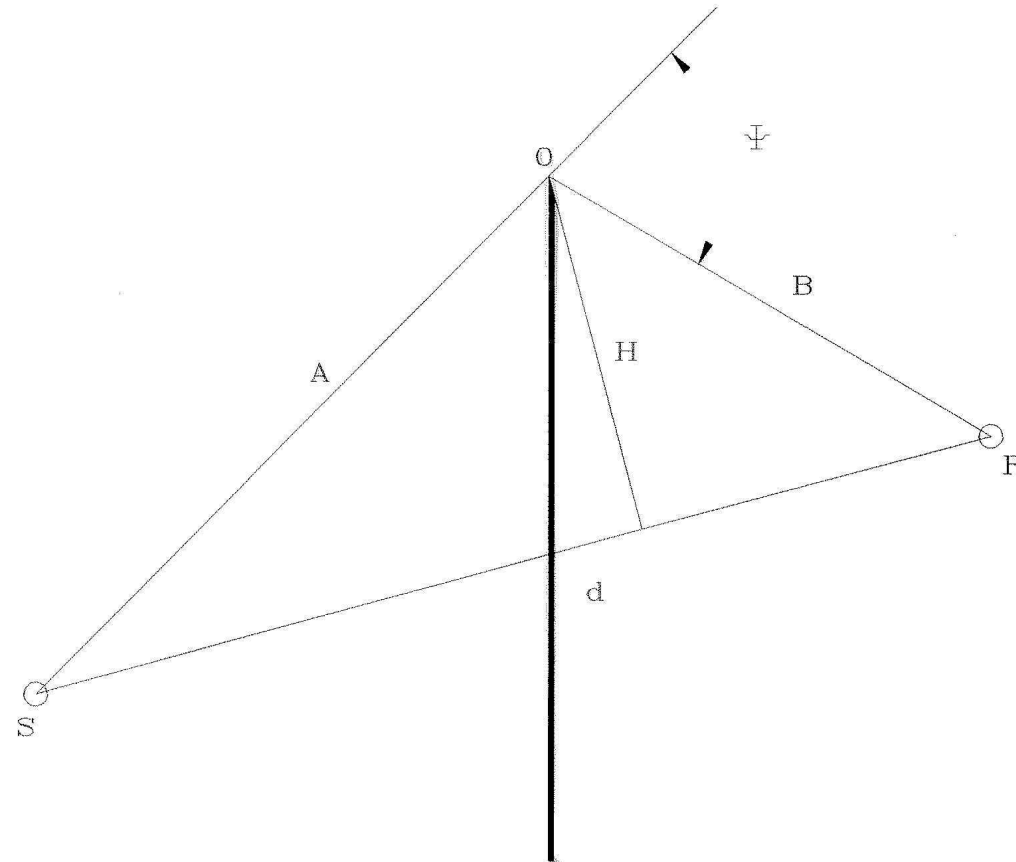
Formula semplificata

$$A_t = 10 \log (3 + 20 N) \quad \text{Tatge}$$

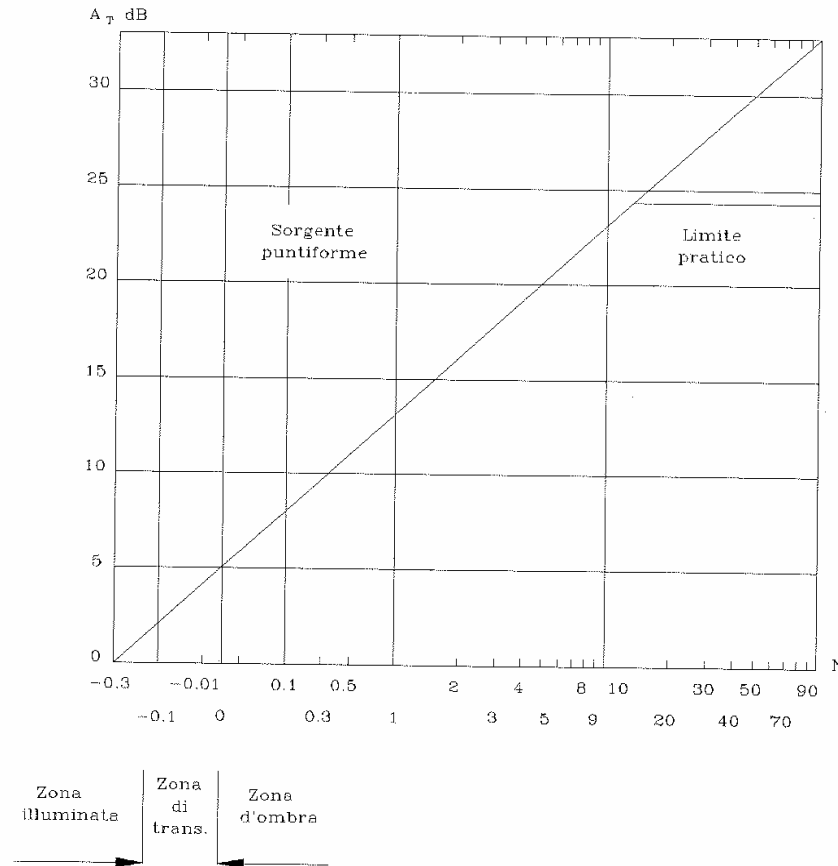
Numero di Fresnel

$$N = \frac{2}{\lambda} (A + B - d)$$

Schermatura



Schermo di dimensioni infinite, sorgente puntiforme.



Attenuazione di uno schermo

A_t è funzione crescente di:

- Frequenza
- Angolo di diffrazione Ψ

$$N = \frac{2}{\lambda}$$

Schermo di dimensioni finite, sorgente puntiforme

Il rumore viene diffratto anche da uno o due bordi verticali. Si può sommare il contributo dell'energia diffratta da ognuno dei bordi applicando questa espressione (partendo dalla formula di Tatge).

$$A_t = -10 \log \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{3 + 20 N_i} \right)$$

Dove N_i è il numero di Fresnel della sorgente rispetto al bordo i -esimo

Schermo il cui potere fonoisolante R è comparabile con A_t

Quando il potere fonoisolante dello schermo supera di oltre 10 dB il valore A_t è influente l'energia sonora che perviene al ricevitore attraverso questa via; diversamente l'attenuazione è computabile con questa espressione:

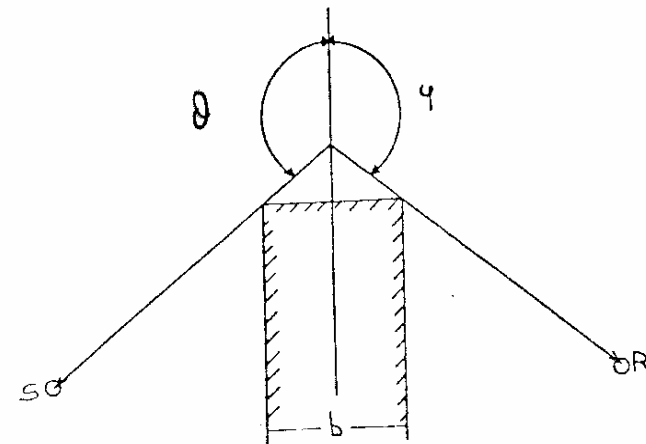
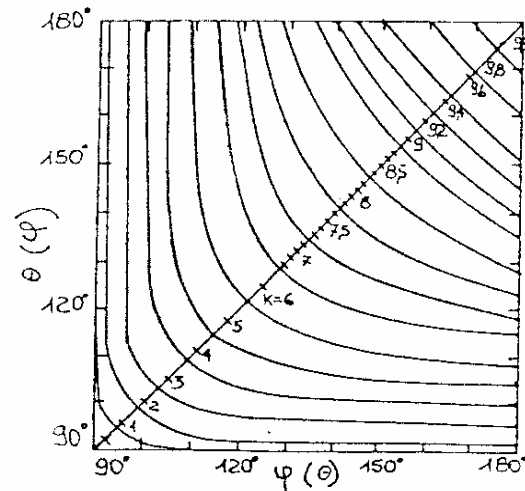
$$A_t = -10 \log [10^{A_t/10} + 10^{-R/10}]$$

Schermo di spessore rilevante

Dove lo spessore b non è trascurabile ($> 20 \div 30$ cm) può essere applicata l'espressione di MaeKawa-Fujiwara per calcolare l'incremento di attenuazione:

$$\Delta A_t = K \log \left(\frac{2\pi}{\lambda} b \right)$$

Diagramma per ricavare coefficiente "K"



Schermo rivestito con materiale fonoassorbente

L'effetto del fonassorbimento dello schermo è importante quando non si vuole incrementare il livello sonoro nella zona sorgente, e in generale negli ambienti chiusi: nella prima situazione è sufficiente il rivestimento della superficie rivolta verso la sorgente sonora, nel secondo è opportuno il rivestimento di entrambe le superfici.

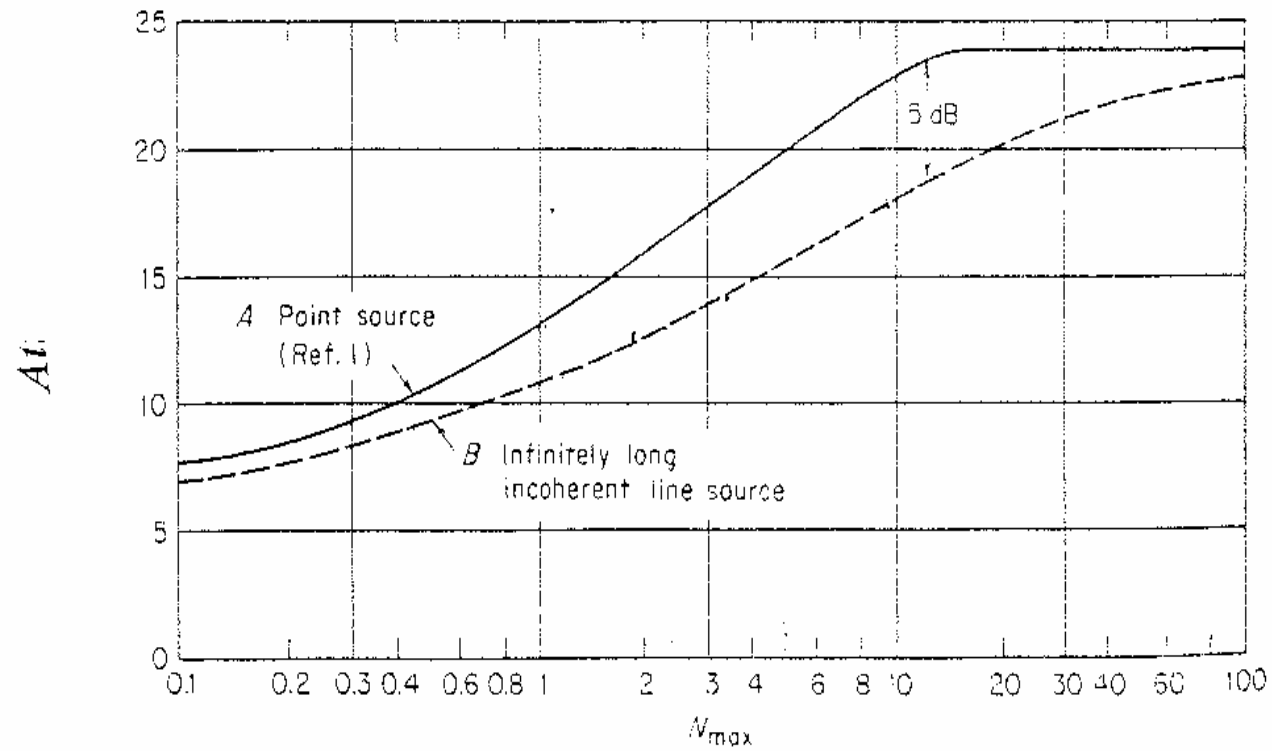
Sorgente sonora non puntiforme

Per sorgenti complesse scomponibili in più sorgenti sonore fra loro non correlate, l'attenuazione può così essere espressa (applicando la formula di Tatge):

$$A_t = -10 \log \sum_{\substack{i=1 \\ j=1, m}}^n \frac{1}{3 + 20 N_{i,j}}$$

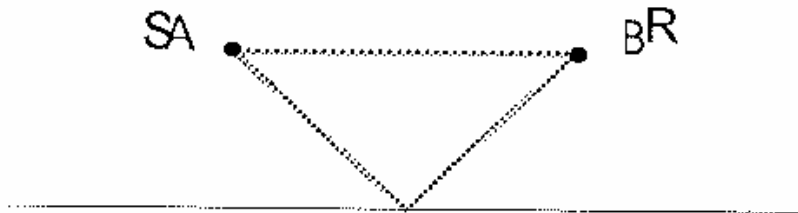
dove $N_{i,j}$ è il numero di Fresnel relativo alla sorgente j -esima e al bordo i -esimo

Attenuazione di uno schermo con sorgente puntiforme e sorgente lineare

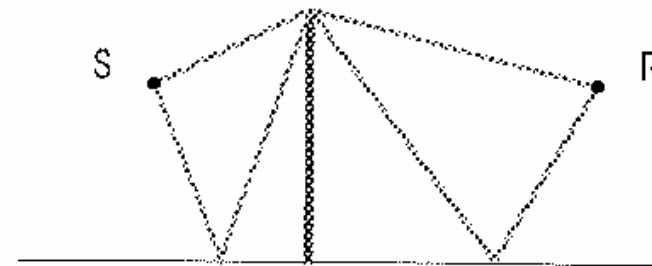


Effetto delle riflessioni sonore in campo aperto

Situazione senza schermo



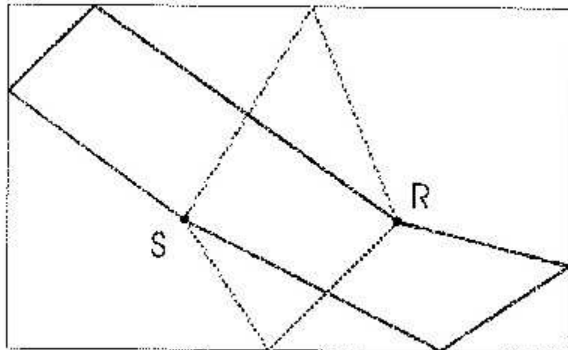
Situazione con schermo



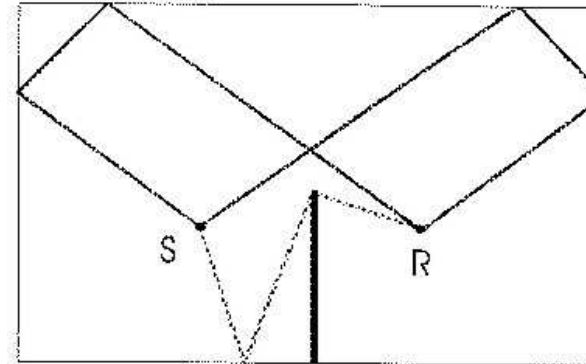
In relazione a fenomeni di interferenza delle onde che provengono al ricevitore, At può risultare, a determinate frequenze, maggiore o minore rispetto ai risultati dei calcoli precedenti.

Effetto delle riflessioni sonore in ambiente chiuso

Situazione senza schermo



Situazione con schermo



L'efficacia dello schermo è molto diminuita dalla presenza di forti componenti riflesse non interessate dallo schermo stesso: quanto più l'ambiente è riverberante tanto meno è efficace uno schermo.

Applicazioni degli schermi acustici

La funzione delle barriere è intercettare le onde che da una sorgente sono dirette verso un ricettore. Negli ambienti aperti, dove l'effetto delle onde dirette è generalmente dominante rispetto a quello delle onde riflesse, le barriere acustiche trovano il loro principale campo di applicazione.

Per quanto riguarda gli ambienti chiusi, le barriere acustiche sono solitamente impiegate negli stabilimenti industriali e nei grandi uffici organizzati a cosiddetto spazio aperto (*open space*).

Applicazioni degli schermi acustici

Nel primo caso, l'impiego più diffuso è quando la rumorosità prodotta da una macchina, o da un impianto, o da una lavorazione, interessa lavoratori ad essa prossimi ma impegnati in attività non rumorose, e non è possibile separare queste due zone mediante un divisorio completo, da pavimento a soffitto e/o da parete a parete, a causa, ad esempio della presenza di un carro ponte, della necessità di permettere il passaggio di persone, veicoli, materiali, ecc.

Un ufficio *open space* è un ambiente di grandi dimensioni all'interno del quale lo spazio di lavoro di ciascuno dei numerosi impiegati, in esso raggruppati, è circoscritto da basse schermature, appoggiate direttamente sul pavimento o integrate nei mobili, per assicurare una separazione visiva tra una scrivania e l'altra.

Applicazioni degli schermi acustici

Per ottenere che gli schermi oltre a quella della separazione visiva svolgano anche una ragionevole funzione di una efficace attenuazione acustica occorre che siano seguiti i seguenti criteri: ciascuno schermo rispetti alcuni requisiti basilari:

- **l'altezza deve essere quanto maggiore possibile ed in ogni caso adeguata ad intercettare le onde dirette fra sorgenti e ricettori ;**
- **la larghezza deve essere sufficientemente estesa da limitare (e possibilmente rendere trascurabili) gli effetti di diffrazione laterale; quando possibile, è buona regola appoggiare lo schermo contro una parete;**
- **il lato inferiore è opportuno che appoggi interamente sul pavimento, se sollevato l'altezza da terra deve essere la più ridotta possibile;**

Applicazioni degli schermi acustici

- **il suo potere fonoisolante deve essere di almeno 10 dB superiore rispetto al valore atteso dell'attenuazione dello schermo; nella pratica sono in genere adeguati schermi aventi un indice di valutazione del potere fonoisolante compreso fra 20 e 30 dB; valori più elevati sono inopportuni perché richiedono schermi più pesanti e più costosi, senza determinare incrementi di attenuazione acustica**
- **il rivestimento fonoassorbente di una o entrambe le facce dello schermo è generalmente consigliabile in un ambiente chiuso, da valutare in relazione alle esigenze ambientali circostanti, in un ambiente aperto**
- **è generalmente necessario rivestire le pareti e soprattutto il soffitto di un ambiente chiuso con materiali fonoassorbenti per evitare che le riflessioni delle onde sonore incidenti vanifichino gli effetti di schermatura acustica delle barriere.**

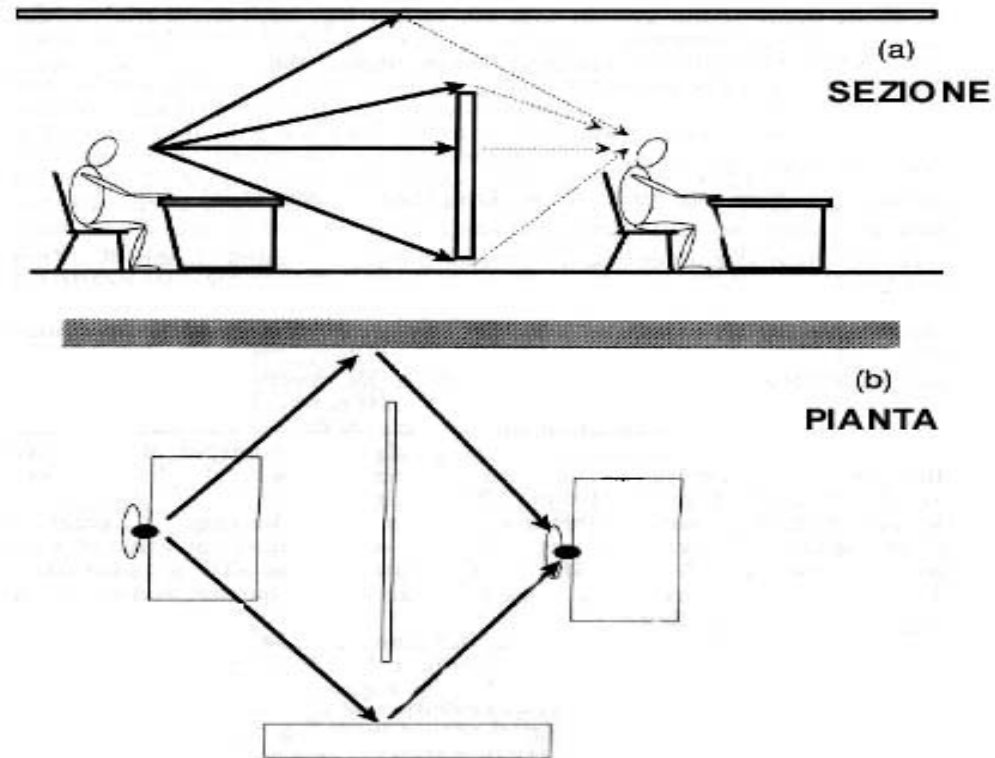
Applicazioni degli schermi acustici

I requisiti delle barriere funzionanti all'aperto sono connessi alla loro utilizzazione e al luogo dove sono inserite:

- **fonoisolamento**
- **fonoassorbimento (quando necessario sulla faccia rivolta verso la sorgente sonora)**
- **resistenza agli agenti meteo climatici**
- **resistenza alle sollecitazioni meccaniche prevedibili**
- **durabilità delle prestazioni nel tempo**
- **particolari esigenze associate all'applicazione (estetiche, funzionali, illuminotecniche, ecc...)**

I requisiti delle barriere destinate a proteggere dal rumore di infrastrutture stradali e ferroviarie sono definiti nelle norme UNI EN 1793 e UNI EN 1794.

Schermi in ambienti chiusi



Esempio di trasmissione del rumore in un ufficio open space: per riflessione dal soffitto, dalle pareti laterali dagli arredi; per diffrazione dai bordi della barriera e attraverso la barriera stessa

Schermi in ambienti chiusi

Nella tabella che segue sono riportati i valori di attenuazione di barriera, ottenuti sperimentalmente (U.J. Kurze) in ambienti industriali, con le seguenti condizioni:

- ambienti di altezza compresa fra 3 e 13 m
- altezza del ricevitore 1,6 m
- limitato assorbimento acustico a soffitto

Attenuazione di barriera in ambienti industriali dB			
Valori medi e deviazioni standard di misure per bande d'ottava a 1000 Hz			
Altezza barriera / altezza locale	Distanza sorgente-ricevitore / altezza locale		
	0,3	0,3 – 1	0,3 – 1
0,3	7,4 ± 1,4	3,6 ± 2,1	
0,3 – 0,5	10	7,1 ± 1,8	4,5 ± 1,8
0,5		8,6 ± 1,7	6,3 ± 1,5

Schermi in ambienti chiusi

Analogamente si riportano i valori di attenuazione ottenuti dallo stesso autore in ambienti "open space", nelle seguenti condizioni:

- altezza ambienti compresa fra 2,7 e 3,5 m
- soffitto molto fonoassorbente
- sorgente e ricevitori posti a 1 – 1,2 m dal pavimento

Attenuazione di barriere in ambienti "open space" dB				
Valori medi e deviazioni standard di misure per bande d'ottava a 1000 Hz				
Altezza barriera m	Tipo di rumore	Distanza sorgente-ricevitore m		
		2 - 3	4 - 6	7 - 9
1,3 – 1,5	continuo (42 misure)	6,4 ± 2,8	5,4 ± 2,0	4,1 ± 2,4
1,5 – 2,2	continuo (42 misure)	8,3 ± 2,5	6,5 ± 1,6	6,0 ± 3,0
1,5 – 2,2	impulsivo (12 misure)	8,8 ± 1,1	8,1 ± 2,5	6,4 ± 1,9

Aspetti costruttivi

La struttura di una barriera industriale o di schermi per ufficio non richiede una progettazione particolarmente complessa. Una normale superficie rigida, costituita da pannelli monolitici o stratificati in metallo, legno o plastica e rivestiti su entrambi i lati con materiale fonoassorbente, è solitamente in grado di assicurare un potere fonoisolante e un assorbimento acustico adeguati allo scopo. Nei casi poi che ci siano particolari esigenze di visibilità e/o di illuminazione, è possibile inserire nella barriera, o alla sua sommità, lastre in policarbonato o in vetro di adeguato spessore.