

*Gli impianti di diffusione
sonora
criteri di progettazione*

Relatore: Ing. Roberto Rinaldi

studio ass. Rinaldi e Bedin

Premessa

Le seguenti diapositive sono intese a richiamare, in modo molto generale, alcuni concetti di acustica al fine di “sintonizzare” un discorso vastissimo e multiforme. Mi si perdoni, pertanto, l’estrema semplificazione rivolta ad uno studio qualitativo.

Per gli aspetti di dettaglio si rimanda ai testi ed ai manuali specifici.

Questo lavoro vuole solo fare il punto su un aspetto della diffusione sonora che è spesso sottovalutato e che viceversa nasconde degli adempimenti da non sottovalutare.

Scheda Suono

il suono viene percepito, perché siamo dotati di un sistema sensoriale che, stimolato da variazioni della pressione dell'aria o di altro fluido (onde di pressione), permette al nostro cervello di sentirlo

Suono: tutto ciò che è udibile Rumore: suono ...indesiderato

Suono semplice o puro : composto da una sola frequenza

Suono composto: suono fondamentale+ armoniche

Caratteristiche fisiche: onde che si propagano

Periodo, frequenza, lunghezza d'onda, velocità di propagazione, attenuazione, riflessione, interferenza, rifrazione, risonanza, energia, potenza, pressione

Necessità: mezzo fluido

velocità di propagazione, densità, temperatura, umidità, vento

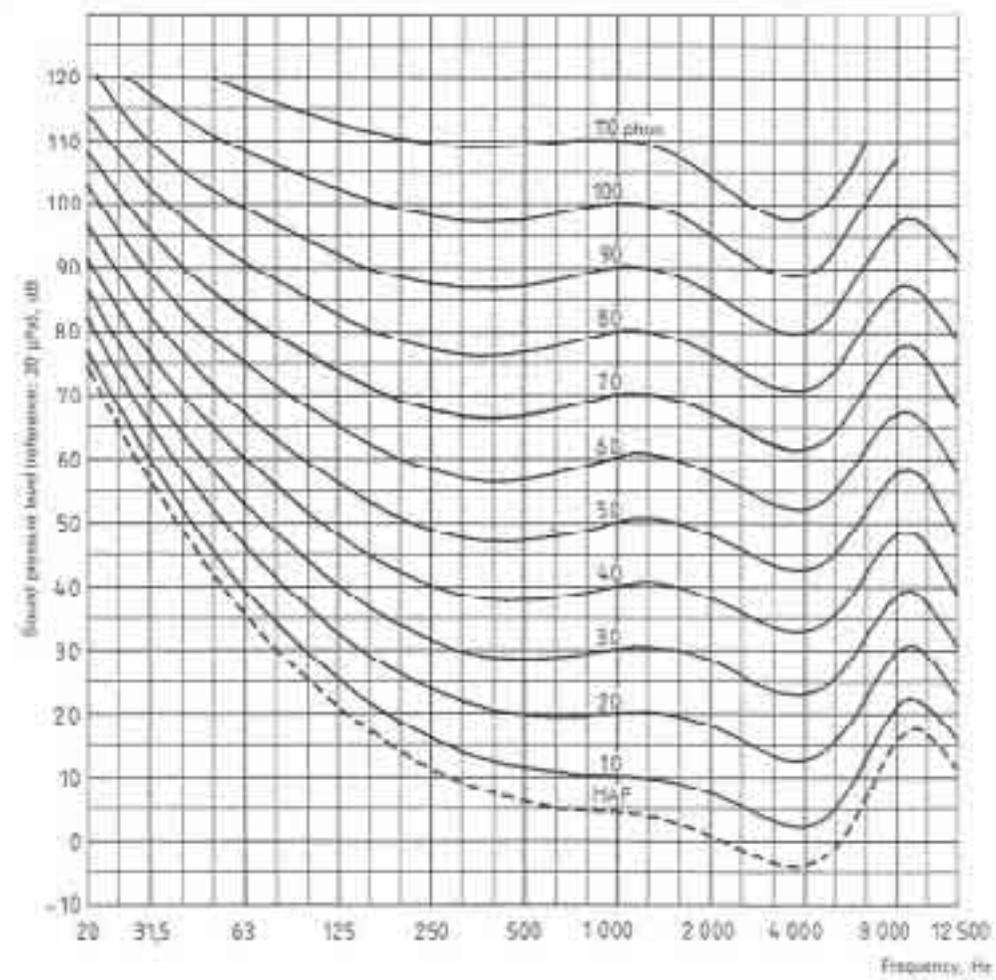
Rumore

Qualunque emissione sonora che provochi sull' uomo effetti indesiderati, disturbanti o dannosi o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell' ambiente.

La Legislazione e la Normativa in materia di rumore sono molto vaste e nutrite!

Parametri del suono

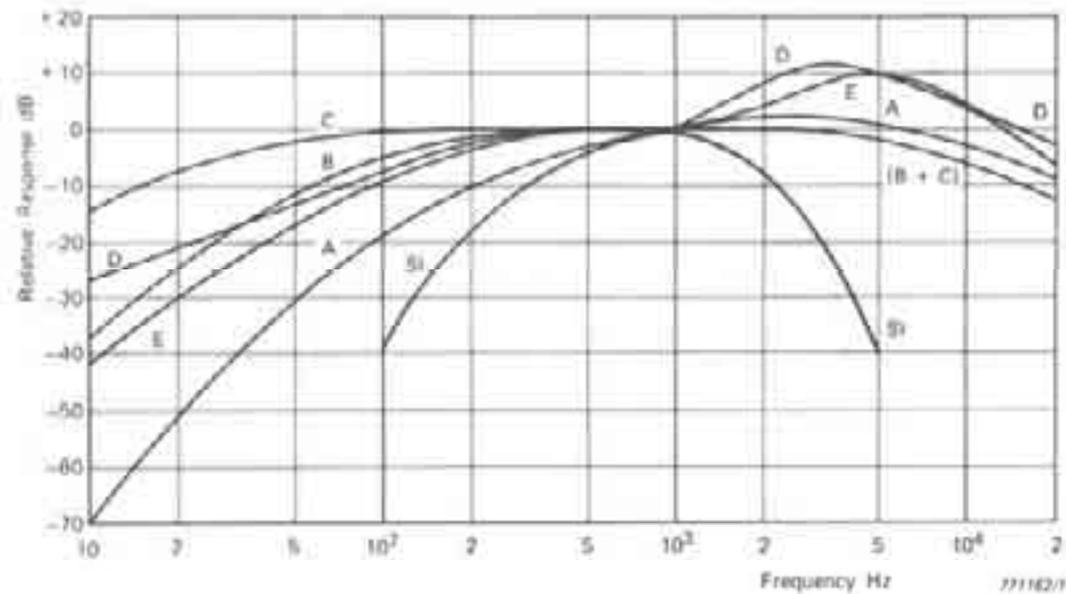
pressione sonora	livello di pressione sonora	
μPa	dB	
PS	$20 \cdot \text{LOG}_{10}(\text{PS}/\text{PS}_0)$	
20	0	soglia udibilità
63	10	
200	20	
634	30	
2.000	40	
6.340	50	
20.000	60	
63.400	70	
200.000	80	
634.000	90	
2.000.000	100	
6.340.000	110	
20.000.000	120	
63.400.000	130	soglia dolore



audiogramma normale di Fletcher e Munson

studio ass. Rinaldi e Bedin

Curve di ponderazione



dB(A), dB(C), etc

Propagazione

Il suono è un'onda elastica che si propaga in modo determinato dalla sorgente di emissione (sferico, direttivo)

La velocità di propagazione dipende dal mezzo e dalle sue condizioni fisiche (ad es. aria 341 m/s, acqua 1480 m/s)

Riflessione: un suono proiettato verso una parete viene in parte assorbito ed in parte riflesso (eco, riverbero)

Interferenza: In particolari condizioni due suoni possono interferire fra loro rinforzandosi (I. costruttiva) o attenuandosi (I. distruttiva)

Risonanza: Se un suono puro colpisce un ente in grado di oscillare alla sua stessa frequenza, anch'esso emetterà a sua volta lo stesso suono

In genere si fa riferimento ad un suono ed a un fondo (rumore residuo)

Regole del “tre” o multipli:

In campo libero un suono diminuisce di 6 dB ad ogni raddoppio della distanza (aumenta di 6 dB ad ogni dimezzamento)

Per essere udito un suono deve essere sopra il rumore di almeno 3 dB

Ad ogni raddoppio (dimezzamento) della potenza elettrica dell'emettitore la pressione acustica aumenta (diminuisce) di 3 dB

Riverbero

Il suono prodotto in un ambiente chiuso viene riflesso. La riflessione persiste per un tempo discreto e può venir percepita da un ascoltatore modificando la comprensione.

Il parametro caratteristico è il tempo di riverbero T_{R60} . Esso è direttamente proporzionale al volume dell'ambiente ed inversamente proporzionale ai coefficienti di assorbimento delle pareti (pesati dall'area delle superfici)

Il riverbero ha effetti contrastanti.

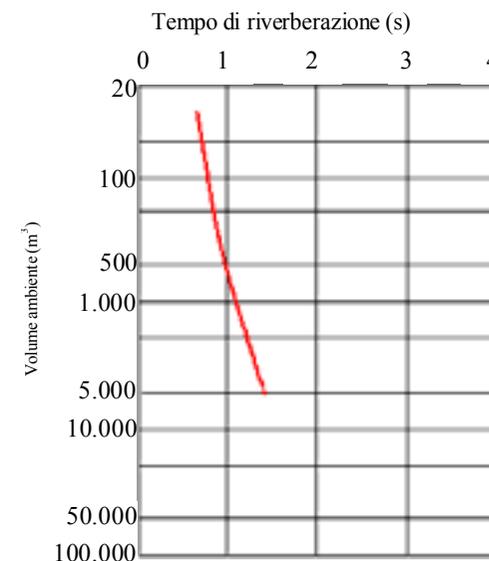
Percezione del suono assieme a quello riflesso:

- Entro 50 msec.: rinforzo e “colore” dell'originale
- Tra 50 e 80 msec. Interferenza con degrado dell'originale
- Oltre 80 msec. : eco

I requisiti acustici per gli edifici di utilizzo scolastico, ad esempio, sono fissati nel decreto ministeriale del 18\12\1975; questo è un decreto importantissimo, in quanto, in assenza di altri decreti, si fa riferimento a questi parametri anche per altri tipi di edifici pubblici (tribunali, ospedali).

Il decreto ministeriale del 1975 fissa per le aule scolastiche parametri molto selettivi, in Italia le aule scolastiche che rispettano questa norma si calcola che non siano più del 5%.

Ambiente	T _{opt} (secondi)
Aula scolastica piccola	0,5
Aula scolastica grande	1
Cinema	0,7 ÷ 0,8
Teatro d'opera (musica lirica)	1,3 ÷ 1,5
Sala da concerto (musica sinfonica)	1,7 ÷ 2,3
Chiesa (musica sacra)	2,5 ÷ 5



Coefficiente di direttività

$$Q = \frac{I_g}{I_m} \quad I? \text{ intensità nella direzione, } I_m \text{ intensità omnidirezionale}$$



Figura 7. – Altoparlante diretto sul pubblico

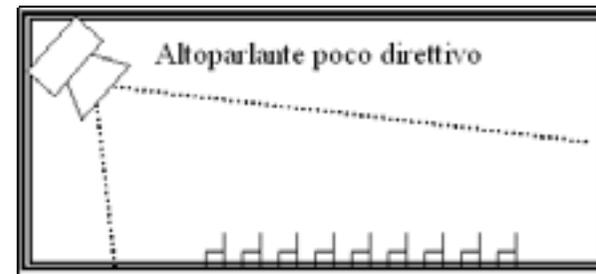


Figura 8. – Ambiente fono-assorbente

Legge 46/90

Art. 1. Ambito di applicazione

1. Sono soggetti all'applicazione della presente legge i seguenti impianti relativi agli edifici adibiti a uso civile:

b) gli impianti radiotelevisivi ed elettronici in genere, le antenne e gli impianti di protezione da scariche atmosferiche;

DPR 447/91

Art. 4.--Progettazione degli impianti

1. é obbligatoria per l'installazione, la trasformazione e l'ampliamento dei seguenti impianti:

d) per gli impianti di cui all'art. 1, comma 1, lettera b), della legge, per gli impianti elettronici in genere, quando coesistono con impianti elettrici con obbligo di progettazione

Antincendio

D.M.Trasporti del 11/01/88

Norme di prevenzione degli incendi nelle metropolitane.

6.2.3. Impianti di allarme.

In caso di necessità deve essere possibile dare le necessarie disposizioni al pubblico tramite un impianto di altoparlanti.

Gli apparecchi di diffusione devono essere installati in tutti gli ambienti aperti al pubblico ed in quelli in cui il personale può essere presente.

Essi devono poter funzionare per almeno 60 minuti anche mancando la tensione di rete.

D.M.Beni Cult.Amb. del 20/05/92, n.569

Regolamento contenente norme di sicurezza antincendio per gli edifici storici e artistici destinati a musei, gallerie, esposizioni e mostre.

Art. 9. - Mezzi antincendio

7. In ogni edificio disciplinato dal presente regolamento deve essere previsto un sistema di allarme acustico ed ottico in grado di avvertire i visitatori delle condizioni di pericolo, in caso d'incendio, collegato all'impianto fisso di rilevazione automatica d'incendio. Le modalità di funzionamento del sistema di allarme devono essere tali da consentire un ordinato deflusso delle persone dai locali.

D.M.Interno del 26/08/92

Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica.

8. Sistemi di allarme

8.0. Generalità

Le scuole devono essere munite di un sistema di allarme in grado di avvertire gli alunni ed il personale presenti in caso di pericolo.

Il sistema di allarme deve avere caratteristiche atte a segnalare il pericolo a tutti gli occupanti

8.1. Tipo di impianto

Il sistema di allarme può essere costituito, per le scuole di tipo 0-1-2, dallo stesso impianto a campanelli usato normalmente per la scuola, purché venga convenuto un particolare suono.

Per le scuole degli altri tipi (> 500 pp n.d.r.)) deve essere invece previsto anche un impianto di altoparlanti.

D.M.Interno del 09/04/94

Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la costruzione e l'esercizio delle attività ricettive turistico-alberghiere.

10. Sistemi di allarme

Gli edifici, o la parte di essi destinata ad attività ricettiva, devono essere muniti di un sistema di allarme acustico in grado di avvertire gli ospiti e il personale presenti delle condizioni di pericolo in caso di incendio.

I dispositivi sonori devono avere caratteristiche e ubicazione tali da poter segnalare il pericolo a tutti gli occupanti del fabbricato o delle parti di esso coinvolte dall'incendio.

Il comando di funzionamento simultaneo dei dispositivi sonori deve essere posto in ambiente presidiato, sotto il continuo controllo del personale preposto; può essere previsto un secondo comando centralizzato ubicato in un locale distinto dal precedente che non presenti particolari rischi d'incendio.

Per edifici muniti di impianto fisso di rivelazione e segnalazione d'incendio, il sistema di allarme deve funzionare automaticamente, secondo quanto prescritto nel punto 12.

Il funzionamento del sistema di allarme deve essere garantito anche in assenza di alimentazione elettrica principale, per un tempo non inferiore a 30 minuti.

D.P.R. del 30/06/95, n.418

- Regolamento concernente norme di sicurezza antincendio per gli edifici di interesse storico-artistico destinati a biblioteche ed archivi.

Art. 8. - Mezzi antincendio

4. Nei locali deve essere installato almeno un sistema di allarme acustico in grado di avvertire i presenti delle condizioni di pericolo in caso di incendio. Tale sistema deve essere attivato a giudizio del responsabile dell'attività o di un suo delegato. I dispositivi sonori devono avere caratteristiche e sistemazione tali da poter segnalare il pericolo a tutti gli occupanti. Il comando del funzionamento dei dispositivi sonori deve essere sistemato in uno o più luoghi posti sotto controllo del personale. Nei locali aperti al pubblico deve essere previsto un impianto di altoparlanti da utilizzare in condizioni di emergenza per dare le necessarie istruzioni ai presenti. É ammessa l'assenza di detto impianto in attività che occupano un unico piano, in cui l'affollamento, il numero dei locali e le loro caratteristiche siano tali da permettere altre soluzioni egualmente affidabili. Gli impianti devono disporre di almeno due alimentazioni elettriche, una di riserva all'altra. Un'alimentazione almeno deve essere in grado di assicurare la trasmissione da tutti gli altoparlanti per 30 minuti consecutivi come minimo. Le apparecchiature di trasmissione devono essere poste "in luogo sicuro" noto al personale e facilmente raggiungibile dal personale stesso.

D.M.Interno del 18/03/96

Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio degli impianti sportivi.

Art. 17. - Impianti tecnici
Impianto di allarme

Gli impianti al chiuso devono essere muniti di un impianto di allarme acustico in grado di avvertire i presenti delle condizioni di pericolo in caso di incendio.

I dispositivi sonori devono avere caratteristiche e sistemazione tali da poter segnalare il pericolo a tutti gli occupanti dell'impianto sportivo o delle parti di esso coinvolte dall'incendio; il comando del funzionamento simultaneo dei dispositivi sonori deve essere posto in ambiente presidiato, può inoltre essere previsto un secondo comando centralizzato ubicato in un locale distinto dal precedente che non presenti particolari rischi di incendio.

Il funzionamento del sistema di allarme deve essere garantito anche in assenza di alimentazione elettrica principale, per un tempo non inferiore a 30 minuti.

D.M.Interni 19/08/96

Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo.

TITOLO XIV - SISTEMA DI ALLARME

I locali devono essere muniti di un sistema di allarme acustico realizzato mediante altoparlanti con caratteristiche idonee ad avvertire le persone presenti delle condizioni di pericolo in caso di incendio. Il comando di attivazione del sistema di allarme deve essere ubicato in luogo continuamente presidiato.

D. Min. Interno del 18/09/2002

Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie, pubbliche e private.

6. - IMPIANTI ELETTRICI

2. I seguenti sistemi utenza devono disporre di impianti di sicurezza:

f) impianto di diffusione sonora.

4. L'alimentazione di sicurezza deve essere automatica ad interruzione breve (< 0,5 sec).....e ad interruzione media (< 15 sec) per ed impianto di diffusione sonora.

6. L'autonomia dell'alimentazione di sicurezza deve consentire lo svolgimento in sicurezza del soccorso e dello spegnimento per il tempo necessario; in ogni caso l'autonomia minima è stabilita per ogni impianto come segue:

e) impianto di diffusione sonora: 2 ore.

8. - IMPIANTI DI RIVELAZIONE, SEGNALAZIONE E ALLARME

8.3 - Sistemi di allarme

2. La diffusione degli allarmi sonori deve avvenire tramite impianto ad altoparlanti.

3. Le procedure di diffusione dei segnali di allarme devono essere opportunamente regolamentate nel piano di emergenza.

D.M.Interno e Lavoro del 10/03/1998

Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.

4.3. Misure per i luoghi di lavoro di grandi dimensioni o complessi

Nei luoghi di lavoro di grandi dimensioni o complessi, il sistema di allarme deve essere di tipo elettrico.

Il segnale di allarme deve essere udibile chiaramente in tutto il luogo di lavoro o in quelle parti dove l'allarme è necessario.

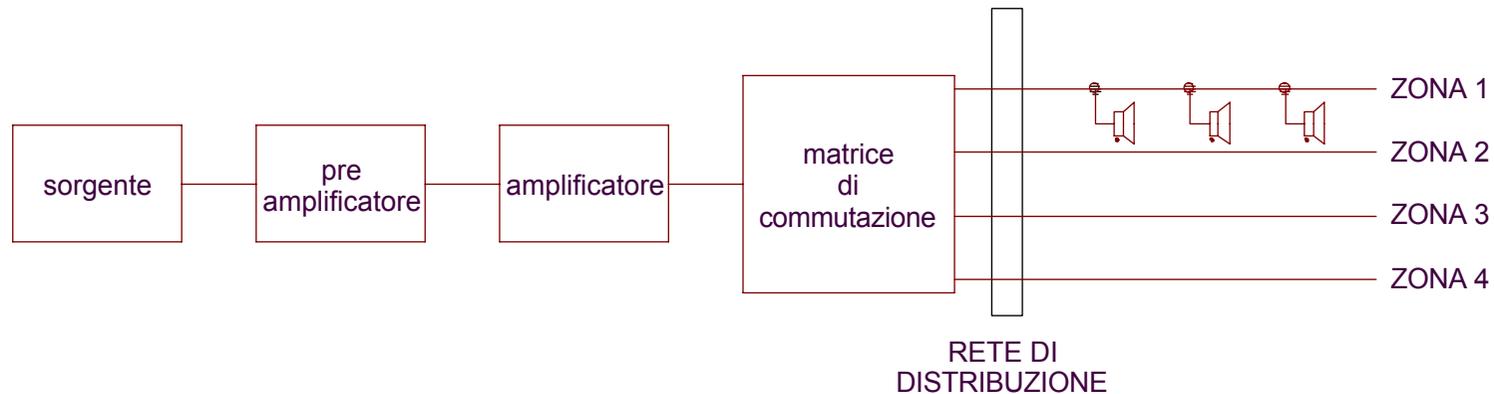
In quelle parti dove il livello di rumore può essere elevato, o in quelle situazioni dove il solo allarme acustico non è sufficiente, devono essere installati in aggiunta agli allarmi acustici anche segnalazioni ottiche. I segnali ottici non possono mai essere utilizzati come unico mezzo di allarme.

4.4. Procedure di allarme

.....

Mentre un allarme sonoro è normalmente sufficiente, in particolari situazioni, con presenza di notevole affollamento di pubblico, può essere previsto anche un apposito messaggio preregistrato, che viene attivato dal sistema di allarme antincendio tramite altoparlanti. Tale messaggio deve annullare ogni altro messaggio sonoro o musicale.

Sistema di diffusione sonora



Ingressi: bilanciati, sbilanciati

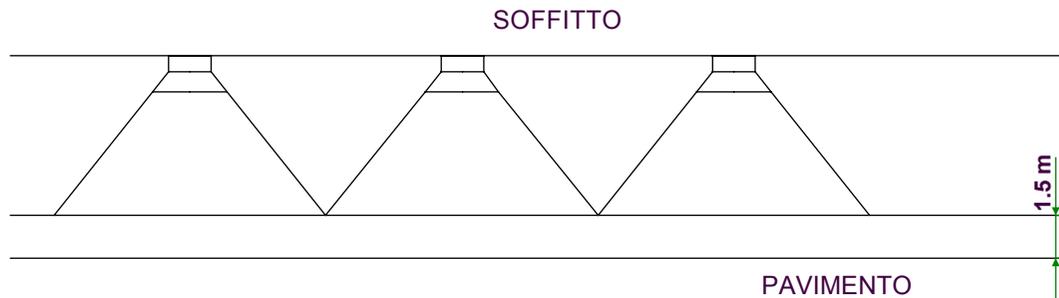
Impedenza costante: spazi limitati

uscite

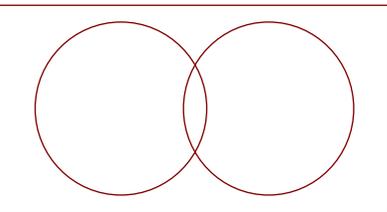
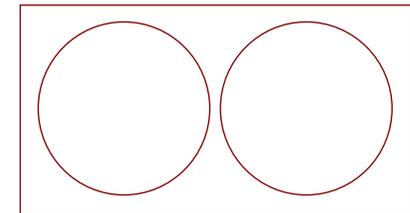
Tensione costante: impiego prevalente

Posizionamento altoparlanti

A soffitto o distribuzione a pioggia (scelta auspicabile)

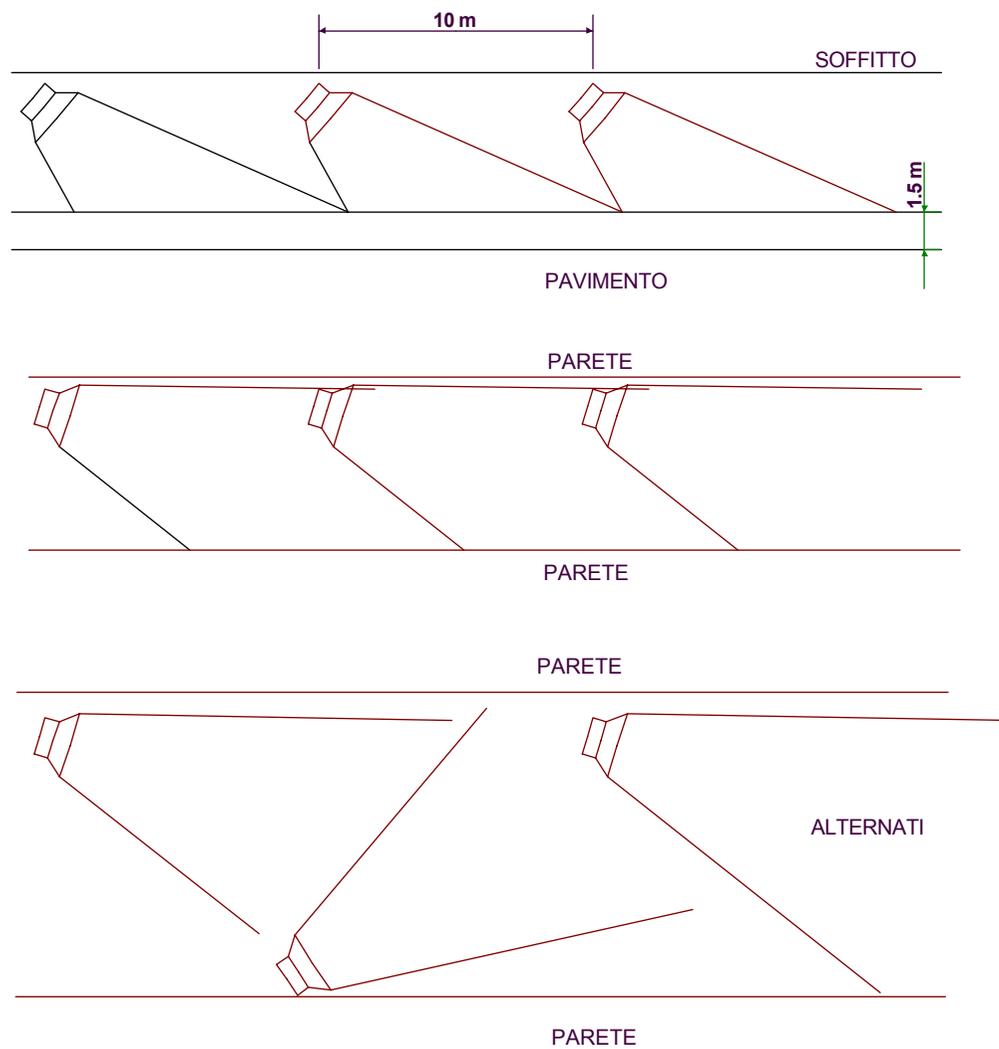


COPERTURA 80%



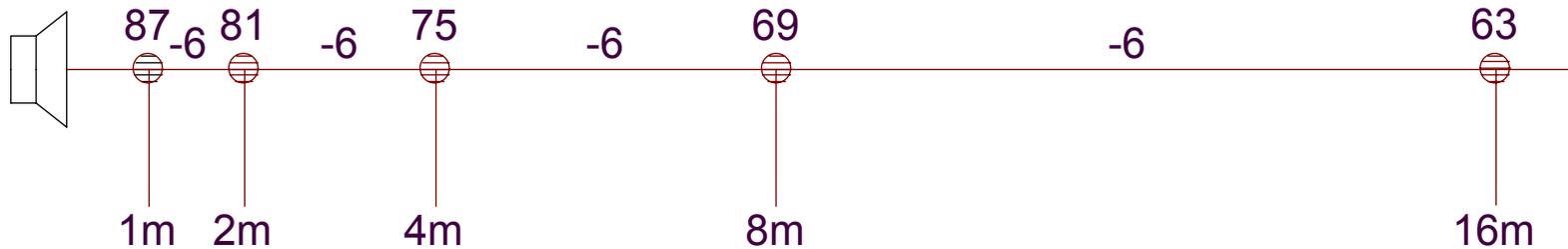
COPERTURA 100%

A PARETE : richiede attenzione ed altoparlanti direttivi

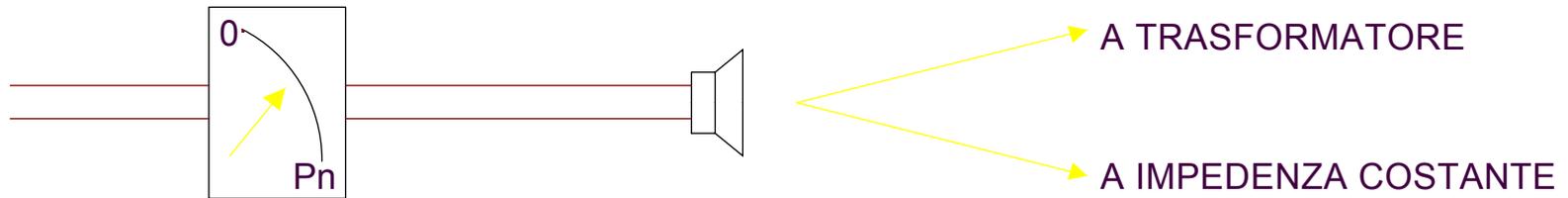


Criteri di progetto

Esempio generico: altoparlante Lps 90 dB/1 m, rumore 50 dBA
altoparlante utilizzato a metà potenza : $90-3= 87$ dB/1m
Minimo livello sonoro: $50+10 = 60$ dBA



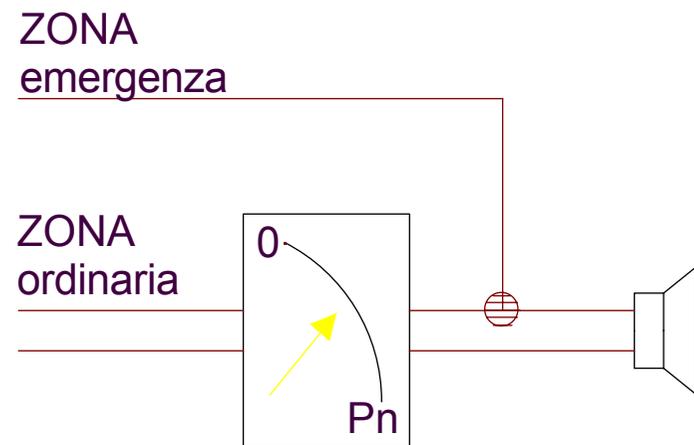
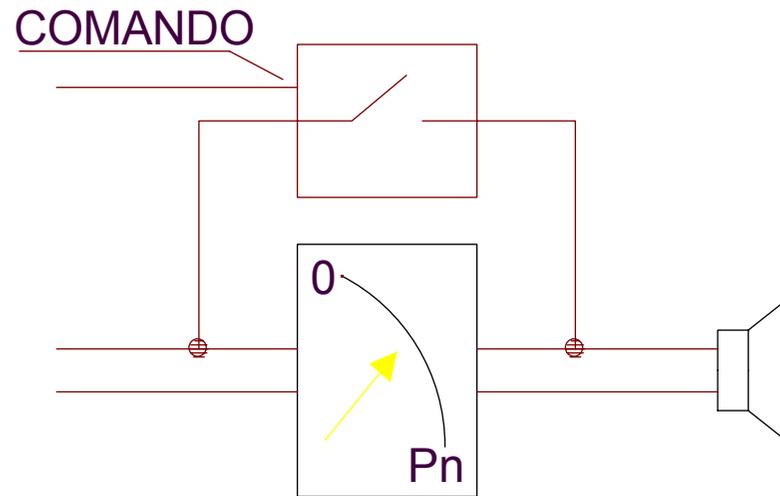
ATTENUAZIONE ALTOPARLANTI



Problematiche per le
emergenze

Regime ordinario: si attenuazione

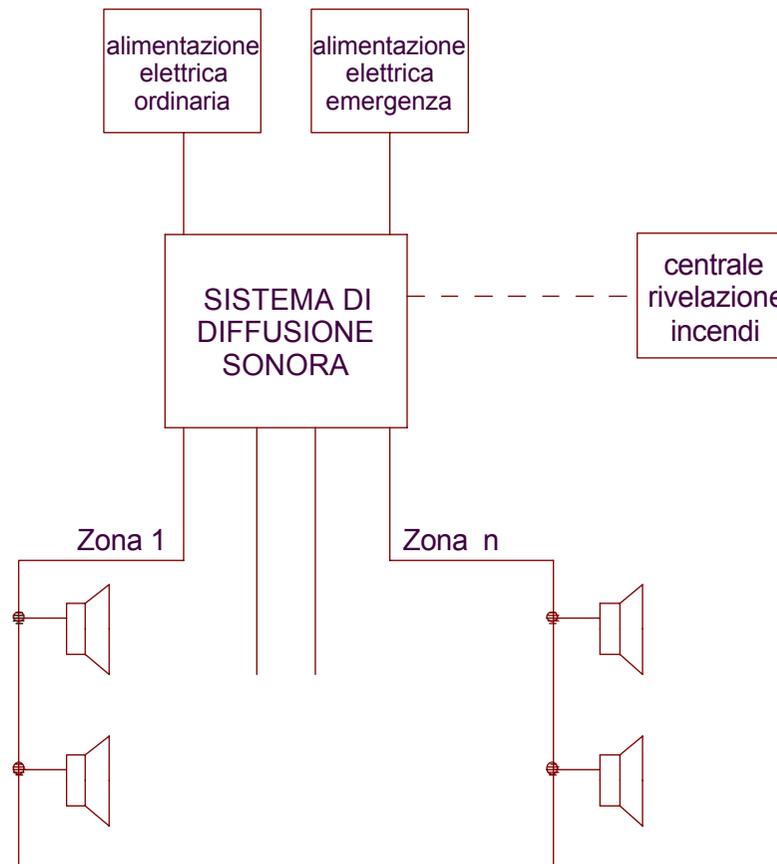
Regime emergenza: no attenuazione



Norma CEI

EN 60849 CEI 100-55

Sistemi elettroacustici applicati ai servizi di emergenza



studio ass. Rinaldi e Bedin

SISTEMA SEMPRE DISPONIBILE

Max 3 sec.
Segnale allarme Diffusione

Max 10 sec.
Alimentazione elettrica Diffusione

TIPOLOGIA MESSAGGI : evacuazione, allerta, operativi

Messaggio

Attenzione Messaggio.....

Da 4 a 10 sec.

10 sec.

Attenzione...messaggio

preferiti i messaggi registrati

SEGNALAZIONE STATO E GUASTI : completa

Hardware:disponibilita sistema, stato zone etc.

Software:diagnostica interna

LIVELLI SONORI CONSIGLIATI

minimo	65 dBA se sveglio 75 dBA se dorme
sopra fondo	Da 6 a 20 dBA
massimo	120 dBA

Quello che non è scritto

- Per le alimentazioni elettriche si applica la CEI 64-8
- Per la tipologia di distribuzione dei conduttori e per la posa degli stessi si seguono, per analogia, i medesimi criteri previsti per i cavi di energia e quindi la CEI 64-8 e le tabelle CEI-UNEL 35024/1 per le portate dei cavi
- I conduttori per le zone di emergenza devono essere protetti dall'incendio qualora transitino in luoghi non protetti (applicabile la UNI 9795, compartimentazioni o cavi resistenti al fuoco CEI 20-36)

Documentazione impianto

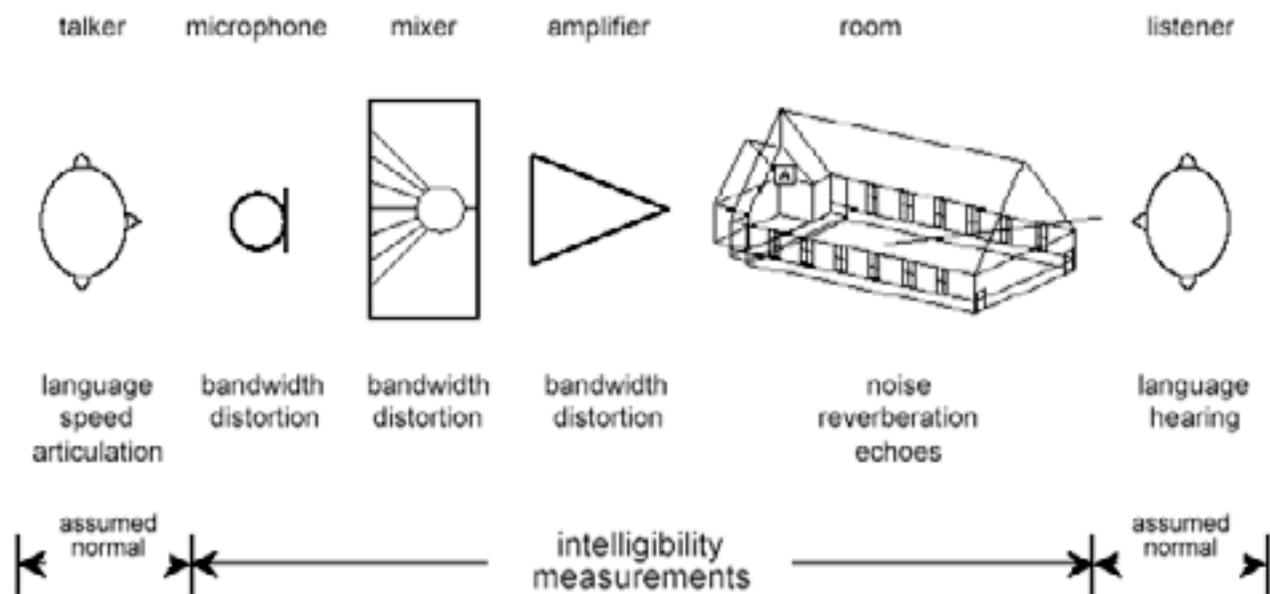
CEI 100-55

- schemi dell'impianto
- misure delle prestazioni del sistema, come eseguito, comprendenti:
 - misure del carico dei circuiti in emergenza
 - i valori di tutte le tarature del sistema, inclusi i livelli di potenza in uscita di tutti gli amplificatori
 - Livelli di pressione sonora
 - Misure di intelligibilità
- registro dell'impianto

INTELLIGIBILITA'

- Intelligibilità: una misura proporzionale alla quantità di un messaggio parlato che può essere percepita correttamente
- Udibilità: è la proprietà di un suono di emergere sugli altri suoni
- Chiarezza: è la proprietà di un suono di essere compreso distintamente da un ascoltatore
- L'intelligibilità implica adeguata udibilità e chiarezza

L'intelligibilità in uno schema

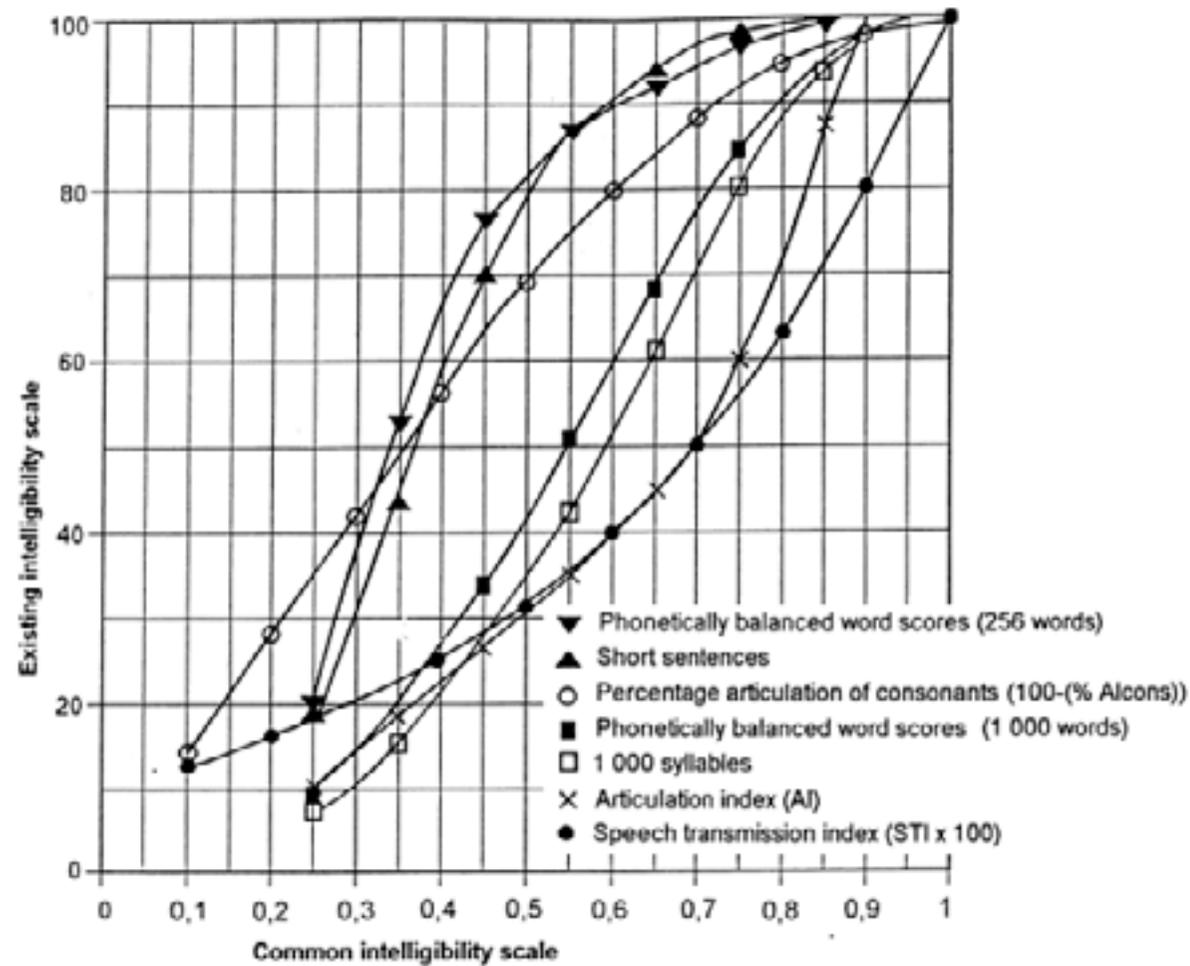


La misura dell'intelligibilità

Esistono numerosi metodi principalmente suddivisibili in:

- Statistici (PBWS, MRT ad esempio)
- Quantitativi (STI, AI)
- Misti (ALCons)

La norma impone un CIS 0,7 minimo



CIS scala comune di intelligibilità

studio ass. Rinaldi e Bedin