

Camera Anecoica



Camera Riverberante



Camere Accoppiate Isolamento Acustico



Sala Riascolto



Attività del gruppo di ricerca

Acustica
Architettonica



Acustica
Ambientale



Acustica
Edilizia

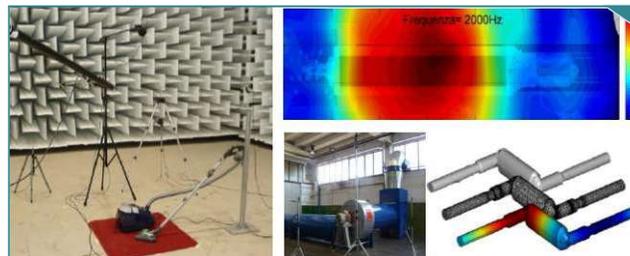


Attività del gruppo di ricerca

Caratterizzazione
dei materiali



Controllo del
rumore



Elettroacustica



Cosa sono i suoni e come si producono

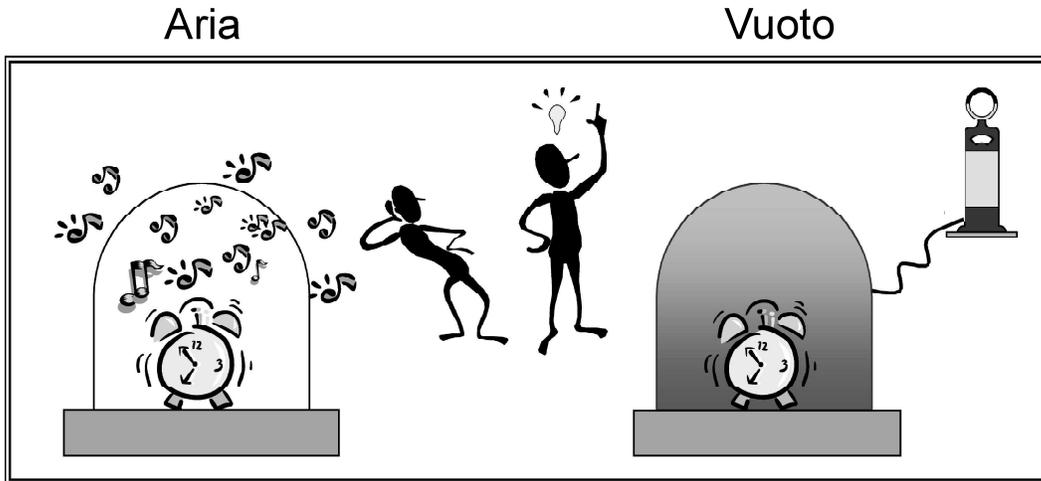
Possiamo immaginare i suoni come delle piccole **onde** generate da una **sorgente**



Cosa sono i suoni e come si producono



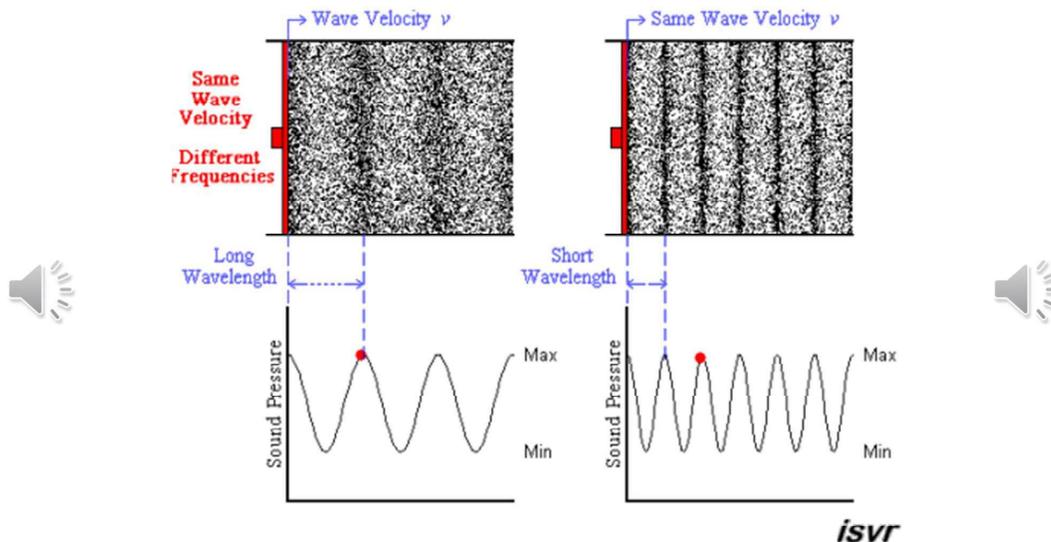
Un suono che viene generato da una sorgente sonora necessita di un mezzo (la materia) per potersi propagare.



Le onde elettromagnetiche, invece, si propagano anche nel vuoto.

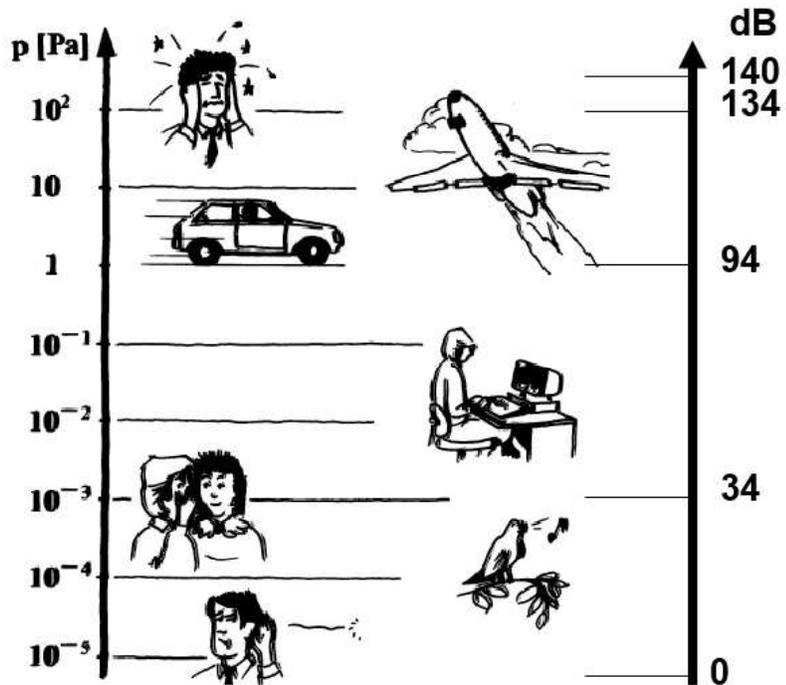
Come si propaga un'onda sonora

Una caratteristica fondamentale del suono è legata alla sua **frequenza** che si esprime in **Hertz**



L'orecchio umano

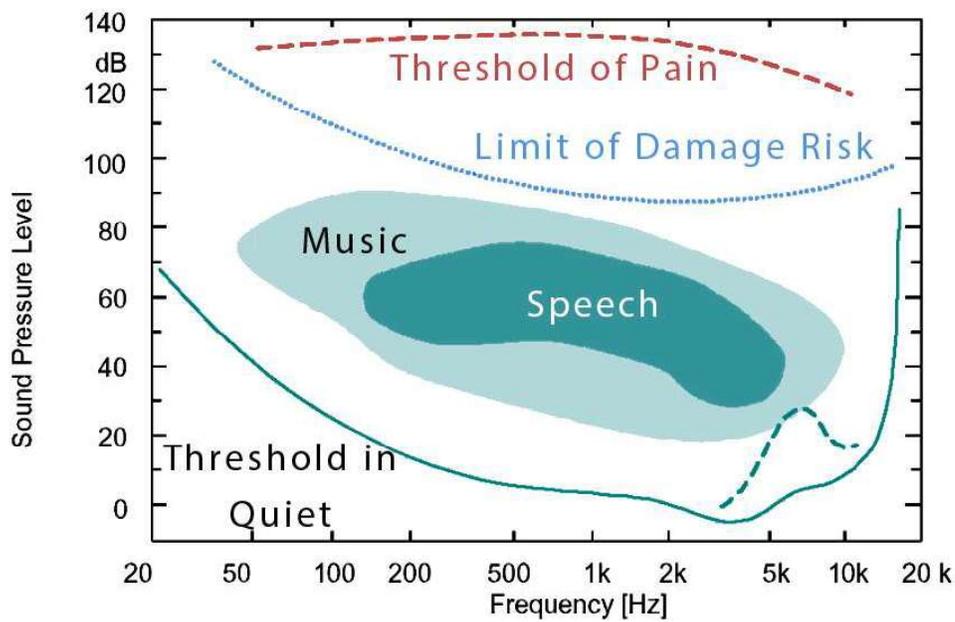
Soglia del dolore = 200 Pa



Soglia della percezione = 20 μ Pa



L'orecchio umano



100 Hz

1 kHz

10 kHz



I rumori

I **rumori** non sono diversi dai **suoni**: semplicemente sono fastidiosi all'ascolto.



La **distinzione** tra suono o rumore è **“sogettiva”**.

I rumori e gli effetti sull'uomo

I **rumori** possono provocare su chi li riceve:

- Un **“disturbo”**: fastidio, piccolo malessere

Esempi:

- *Sto studiando un rumore mi distrae e non riesco a concentrarmi.*
- *Sto ascoltando la maestra che spiega, il rumore mi impedisce di sentire bene le parole che dice, e così mi distraigo.*
- *Voglio dormire, un rumore mi può impedire di prendere sonno.*

Da qui la necessità di non fare rumori e produrre suoni che possono arrecare disturbo a chi vi sta vicino: è una norma di buona educazione.



- Un **“danno”** temporaneo o permanente

Si parla di **inquinamento acustico**.



La camera anecoica



La **camera anecoica** è un ambiente nel quale tutte le **riflessioni sonore** (echi) sono **annulate**.

Questo consente di misurare solo il **campo libero** prodotto da una sorgente sonora in condizioni atmosferiche controllate e con ridotto rumore di fondo.



La camera anecoica



Dimensioni:

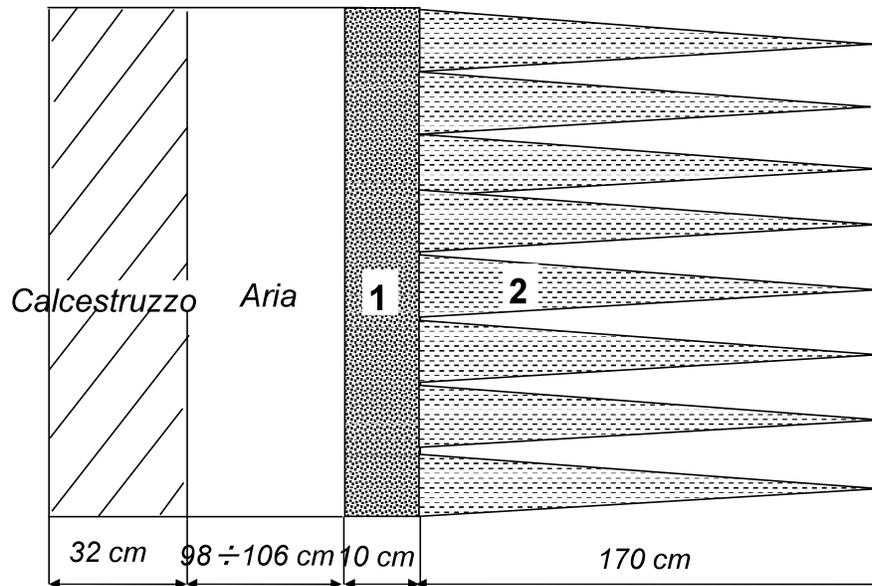
- Semi-anecoica: 10.1 x 9.5 x 8.3 m ($V=800 \text{ m}^3$)
- Anecoica: 10.1 x 9.5 x 6.5 m ($V=620 \text{ m}^3$)

Caratteristiche acustiche (Conforme ISO3745 Annesso A):

- Frequenza di taglio inferiore: 50 Hz
- Frequenza di taglio superiore: >10 kHz
- Rumore di fondo interno: < 18 dB(A) a impianto acceso e < -20 dB(A) a impianto spento



La camera anecoica

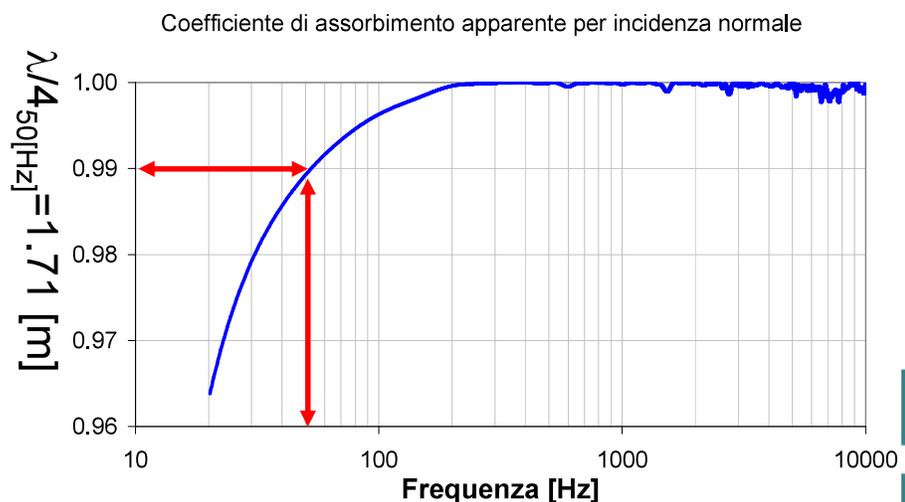
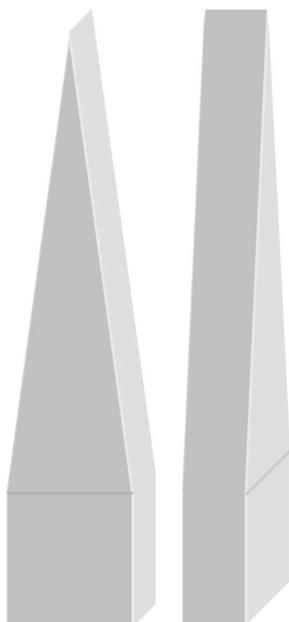


- (1) Pannello metallico sandwich forato con lana minerale $\rho = 90\text{kg/m}^3$ e lastra di cartongesso interna
- (2) Diedri in fibra di poliestere $\rho = 40\text{kg/m}^3$



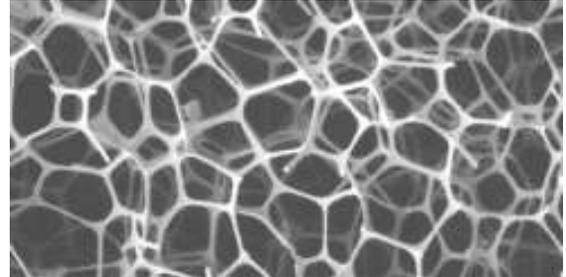
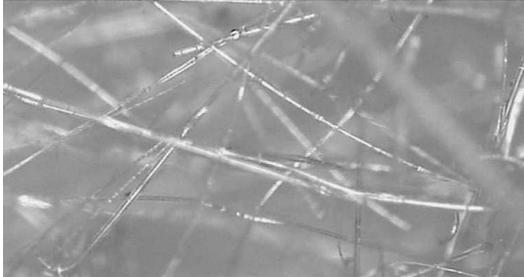
La camera anecoica

I cunei devono avere una lunghezza minima pari ad $\frac{1}{4}$ della **frequenza di taglio** (50 Hz)



La camera anecoica

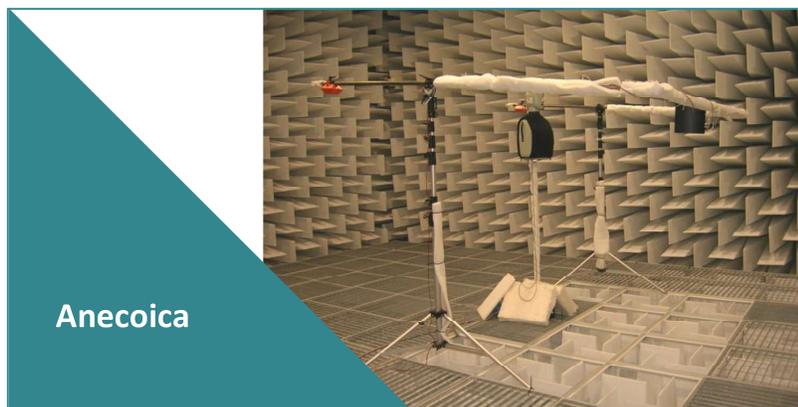
I **cunei** sono in **fibra di poliestere**: i materiali fibrosi o porosi sono in grado di trasformare l'energia meccanica del suono in calore grazie all'attrito delle particelle d'aria con le pareti del materiale.



La **forma a cuneo** aiuta l'assorbimento del suono alle basse frequenze dove la velocità di particella è bassa.



La camera anecoica



Dall'esterno all'interno



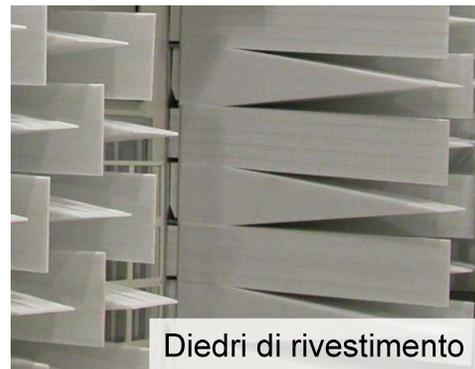
Guscio in calcestruzzo



Telaio metallico



Pannellatura interna



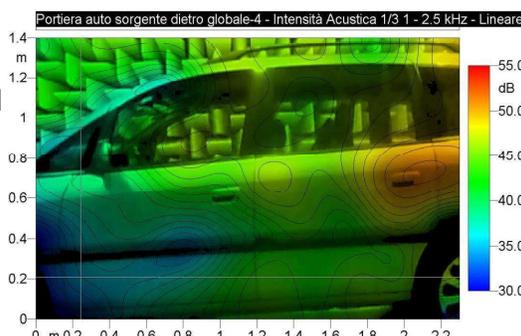
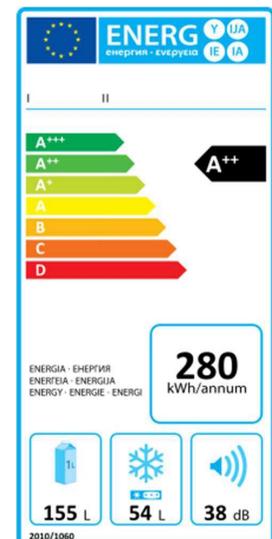
Diedri di rivestimento



La camera anecoica

Tipologie di prova:

- Misure di potenza sonora (ISO 3745, ISO 3744 e ISO 3746);
- Misure di direttività delle sorgenti (ISO 3745);
- Misure di potenza sonora con tecnica intensimetrica (ISO 9614-1 e ISO 9614-2);
- Misure di mappatura intensimetrica di superfici con tecnica intensimetrica (ISO 9614-1);
- Attività di benchmarking acustico, sviluppo di prodotto, insonorizzazione di macchine
- Caratterizzazione delle sorgenti sonore
- Studio della propagazione del suono;
- Caratterizzazione del/dei ricevitori;
- Studio delle proprietà superficiali dei materiali.



Certificazione del Prodotto: potenza sonora (in campo libero).



La **potenza sonora** è determinata dall'energia emessa da una sorgente sonora nell'unità di tempo [Watt].

La determinazione della potenza sonora può avvenire attraverso **misure su una superficie chiusa** che racchiuda la sorgente di **pressione sonora**



Curiosità (link a video su you tube, articoli giornali, ecc)

2016 - "The Sounds of Massimo Bottura's Lasagna", **New York Times**, presente su **YouTube** oltre che sul **sito del NYT** e altri siti.

<https://www.youtube.com/watch?v=Czbcq1yAcPo>

<https://www.nytimes.com/video/t-magazine/100000004708074/massimo-bottura.html>

2017 (6 maggio) – **La Repubblica** e **Rep TV**, "Nella stanza del silenzio perfetto: Qui senti il fruscio del cervello".

[Nella stanza del silenzio perfetto: "Qui senti il fruscio del cervello" - la Repubblica](#)

2017 - Film "**Beautiful things**" di Giorgio Ferrero, presentato alla **Mostra del Cinema di Venezia**. Il film ha avuto molti premi e riconoscimenti da parte della critica cinematografica ed è stato invitato a numerosi festival internazionali dopo la sua presentazione al Festival di Venezia del 2017.

Trailer film: <https://www.youtube.com/watch?v=OeXvkEeuF8Y>

<https://lanuovaferrara.gelocal.it/tempo-libero/2017/02/25/news/camera-anecoica-di-unife-a-venezia-1.14939229>

<https://www.estense.com/?p=599528>



2017 (Marzo) - articolo su "**La Nuova Ferrara**", La camera senza eco che incanta le aziende.

<https://lanuovaferrara.gelocal.it/ferrara/cronaca/2017/03/02/news/la-camera-senza-eco-che-incanta-le-aziende-1.14964761>

Curiosità (link a video su you tube, articoli giornali, ecc)

2018 - Puntata 18 di "Memex, i luoghi della scienza". Il programma è andato in onda più volte su RAI 3 e RAI Scuola ed ora è disponibile su **RaiPlay**. Impatto sulla stampa locale e sui social, anche a livello nazionale.

<https://www.raiplay.it/video/2017/10/l-Luoghi-della-Scienza---Ferrara-53fd2bf9-ecf3-4c54-b633-536dab6f44c8.html>

2018 (14 dicembre) - Servizio di **Fanpage.it** sul Tecnopolo di Ferrara. Di seguito il link all'articolo sulla stanza del silenzio (La stanza senza eco: viaggio nella Camera Anecoica del Tecnopolo di Ferrara), con 8.666 condivisioni dirette dell'articolo dal sito web di Fanpage e oltre otto mila condivisioni su Facebook.

<https://scienze.fanpage.it/la-stanza-del-silenzio-perfetto-viaggio-nella-camera-anecoica-del-tecnopolo-di-ferrara/>

<https://www.facebook.com/watch/?v=821052631578808>

2019 - **RAI 1**, "Linea Verde Life", puntata di sabato 4-5-2019. Impatto sulla stampa locale e sui social, anche a livello nazionale. Scelta la camera anecoica per la presentazione della puntata nel sito Facebook di "Linea Verde Life".

<https://www.facebook.com/LineaVerdeRai1/videos/247296659444494/?v=247296659444494>

2019 (3 giugno) - **Beautiful Things**. La colonna sonora in una camera anecoica, **Artibune.com**

<https://www.artibune.com/television/2019/06/video-beautiful-things-la-colonna-sonora-in-una-camera-anecoica/>

<https://www.youtube.com/watch?v=TcMmjzlaM>

Spettacolo teatrale "Voci e suoni da un'avventura leggendaria"

<https://scuole.comune.fe.it/3460/progetto-teatro-sguardi-diversi>

Durante lo spettacolo erano presenti anche fotografi e giornalisti del National Geographic e le immagini di questo spettacolo sono state successivamente protagoniste della copertina della rivista.

La camera riverberante



Una **camera riverberante** viene progettata perché si possa generare al suo interno un **campo sonoro diffuso**, caratterizzato da un livello di pressione sonora omogeneo in tutto il volume.

Il campo acustico generato da una sorgente all'interno della camera riverberante può essere pensato come antitetico a quello all'interno della camera anecoica.

Ciò è reso possibile dalle pareti non parallele né perpendicolari tra loro e dalle superfici **acusticamente riflettenti**.

La camera riverberante

Tipologie di prova:

- Misure di potenza sonora in campo diffuso (ISO 3741);
- Misure di assorbimento acustico (ISO 354);
- Misure di Transmission Loss (ISO 15186).



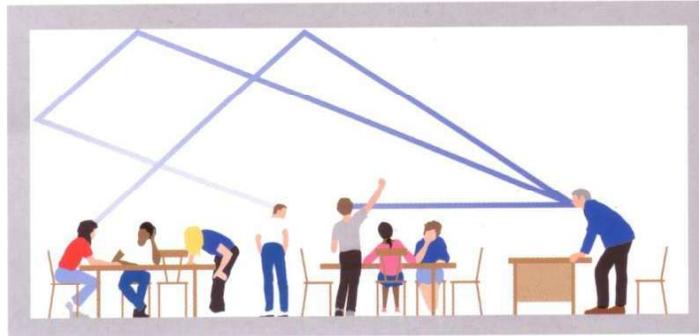
La camera riverberante

Dimensioni:

- Volume della camera: 252 m³
- 4 diffusori statici appesi a soffitto (superficie 4.40 m²)



Cosa succede quando i suoni si **propagano in una stanza**?



Onda diretta che da chi parla arriva direttamente a chi ascolta



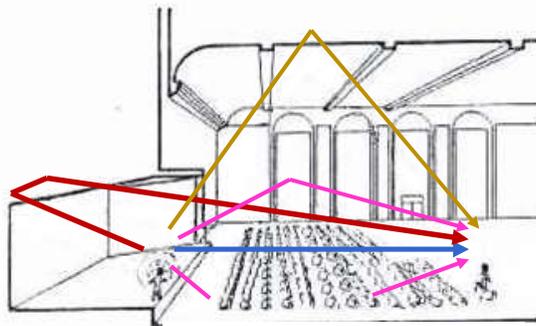
Onde riflesse dalle pareti e dal soffitto .

Il livello sonoro della voce di chi parla aumenta

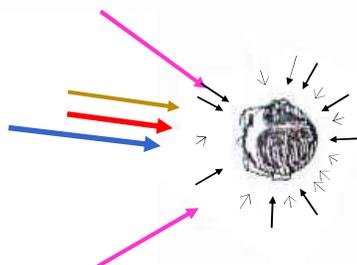
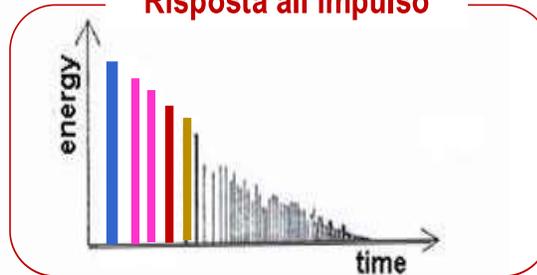
La voce di chi parla può diventare confusa



La riverberazione

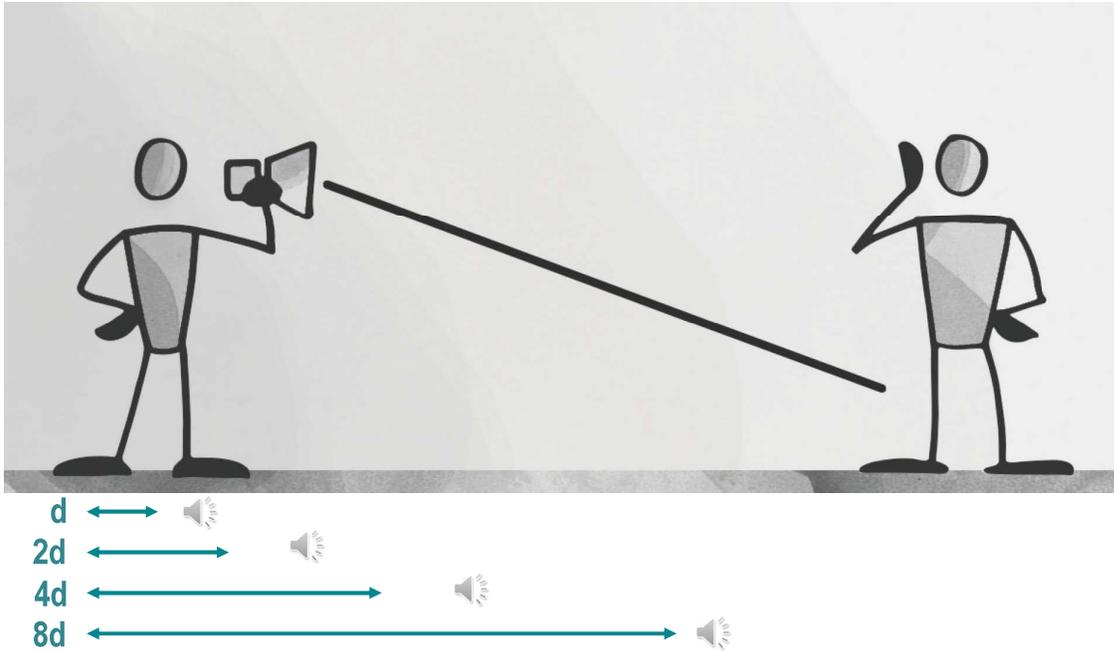


Risposta all'impulso

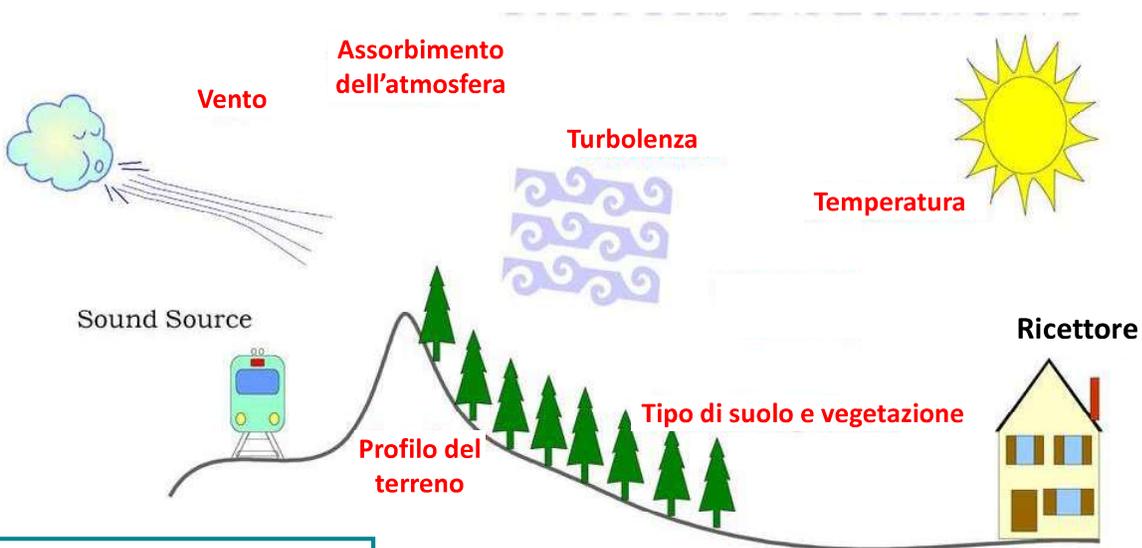


Propagazione in campo libero

- Considera solo la propagazione diretta tra la sorgente e il ricevitore (non esistono onde riflesse o rifratte);
- Le onde si propagano in diverse direzioni dello spazio non solo verso chi ascolta;
- Se aumenta la distanza il suono della sorgente diminuisce di intensità.



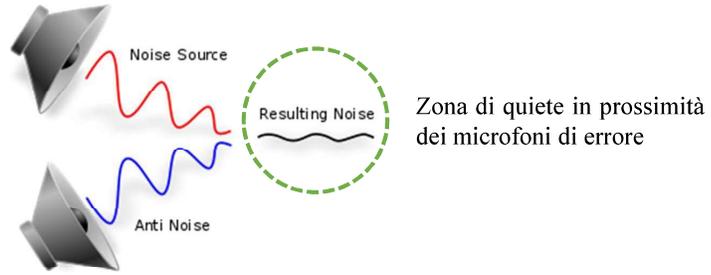
Propagazione in ambiente esterno



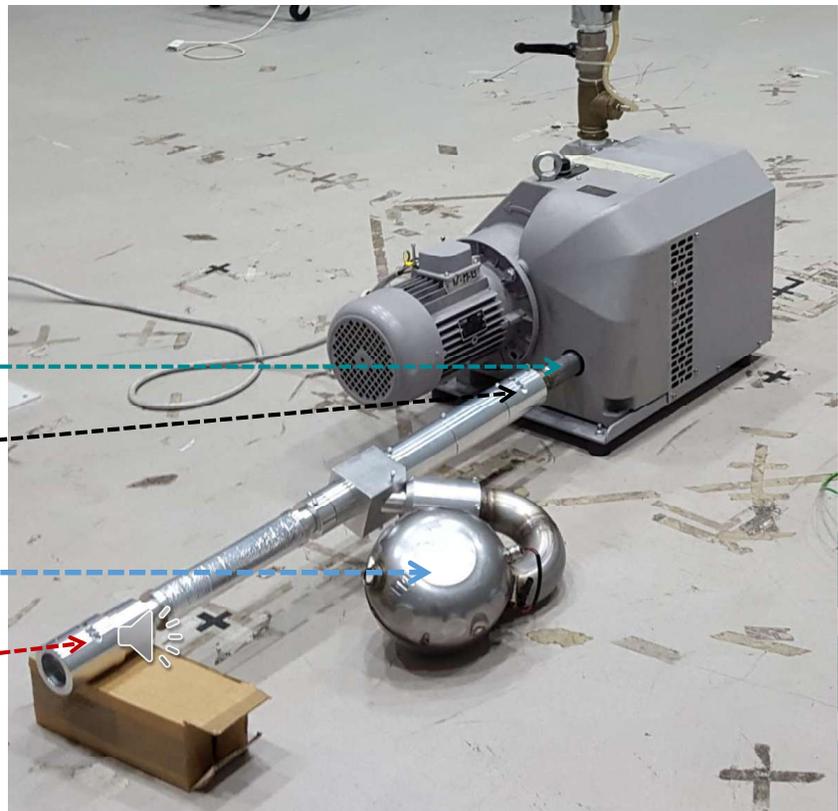
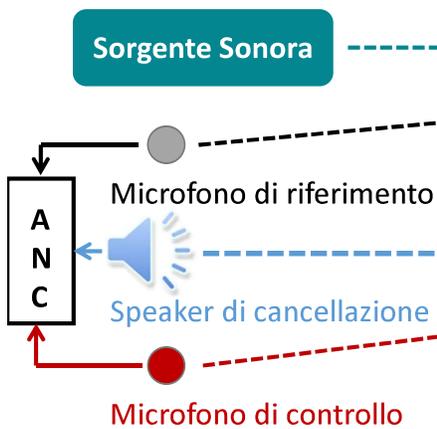
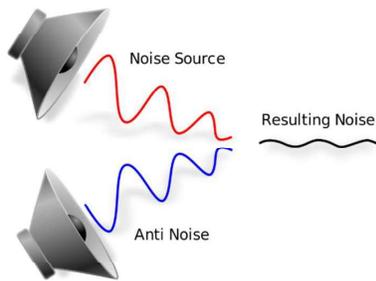
Sorgenti sonore elementari

- Sferica
- Cilindrica
- Piana
- ecc...

Controllo Attivo del Rumore

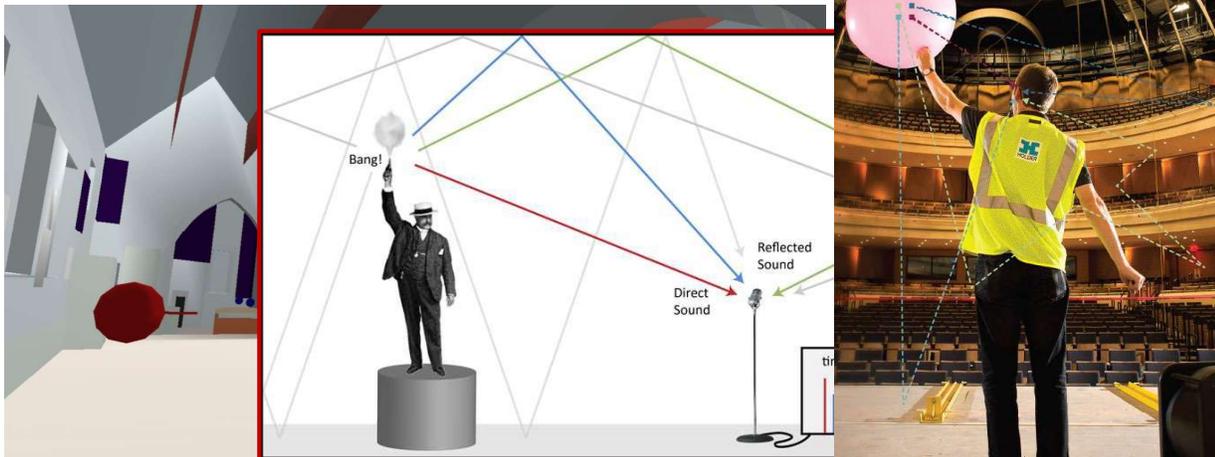


Controllo Attivo del Rumore



Tecnica di auralizzazione

«Tecnica per creare riproduzioni sonore a partire da dati numerici»



Demo auralizzazione - registrazione



Quartetto di clarinetti Ebanyoung

