

**Corso di formazione R.S.P.P.**  
**D.Lgs. 81/2008 e Accordo Stato Regioni del 07.07.2016**

**Modulo B COMUNE**  
**Corso Base per R.S.P.P. e A.S.P.P**

# UD 8 - AGENTI FISICI

## RUMORE

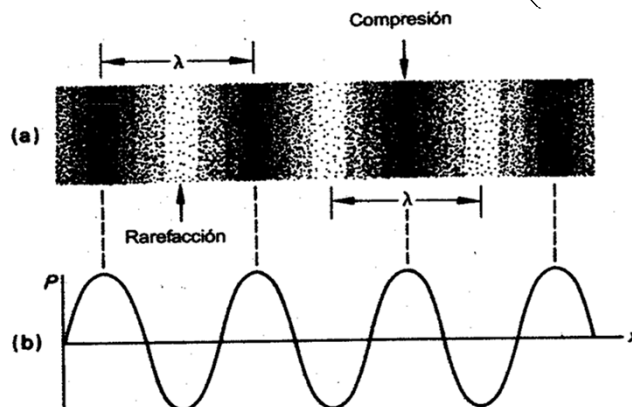
*William Montorsi*  
SPSAL Reggio Emilia

2020

### PRINCIPI GENERALI

#### CHE COSA E' IL RUMORE??

Il RUMORE è definito come un suono "indesiderato" generato dalla vibrazione di un corpo che provoca una variazione di pressione nell'aria percepibile da un organo di ricezione.



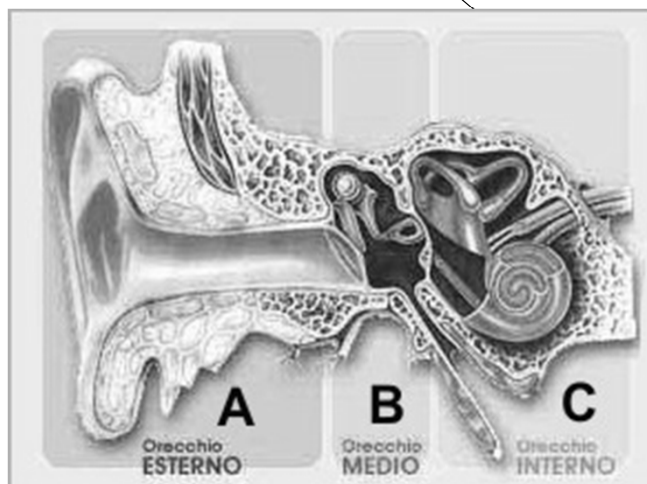
## PRINCIPI GENERALI

### CHE COSA E' IL RUMORE??

*(es.: come un sasso gettato in uno stagno (sorgente) crea onde che si propagano nell'acqua (mezzo) fino a raggiungere la riva (orecchio).*



Lo “strumento” che permette all'uomo di percepire le vibrazioni sonore è l'orecchio che “legge” l'energia di un dato evento sonoro, trasformandola da impulsi “meccanici” in impulsi “nervosi” da inviare al cervello.



**L'UOMO NON SENTE TUTTO CIÒ CHE È FENOMENO  
VIBRATORIO, EVENTO SONORO FISICO.**

**Per essere percepito dall'orecchio umano, il fenomeno  
vibatorio (evento sonoro) deve avere determinate  
caratteristiche di:**

- **CONTENUTO ENERGETICO** (potenza o intensità son.)
- **FREQUENZA** (tonalità)

**ENERGIA E FREQUENZA DEVONO RICADERE IN UN  
"INTERVALLO" BEN PRECISO**

**CAMPO DELL'UDIBILE**

**CAMPO DELL'UDIBILE**

**CAMPO DELL'UDIBILE PER CONTENUTO ENERGETICO:  
DIPENDE DALL' "AMPIEZZA DELL'ONDA"**



## CAMPO DELL'UDIBILE

**CAMPO DELL'UDIBILE PER CONTENUTO ENERGETICO:  
AMPIEZZA DEL CAMPO DINAMICO DELL'ORECCHIO  
SECONDO LE VARIE "UNITA' DI MISURA"**

- potenza sonora: da  $10^{-9}$  a  $1000$  W (12 ordini di grandezza)
- intensità sonora: da  $10^{-12}$  a  $100$  Wmq (14 ordini di grandezza)
- pressione sonora: da  $2 \times 10^{-5}$  a  $200$  Pa (7 ordini di grandezza)

## CAMPO DELL'UDIBILE

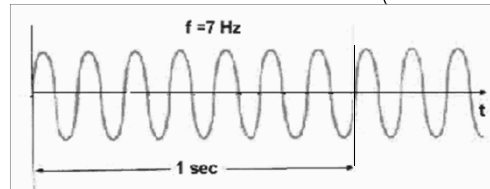
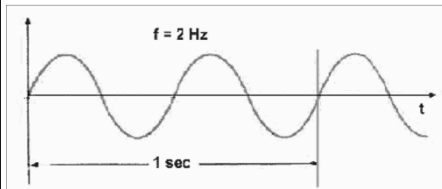
**CONTENUTO ENERGETICO: SI E' INTRODOLTA PER  
COMODITA' D'USO LA SCALA LOGARITMICA  
del "LIVELLO SONORO IN decibel"**

Decibel	Condizione ambientale
140	Soglia del dolore
120	Clacson potente, a un metro
100	Interno della metropolitana
80	Strada a circolazione media
70	Conversazione normale, a un metro
60	Ufficio commerciale
40	Biblioteca
20	Studio di radiodiffusione
0	Soglia di udibilità

## CAMPO DELL'UDIBILE

CAMPO DELL'UDIBILE PER CONTENUTO IN FREQUENZA:  
DIPENDE DAL "N. DI OSCILLAZIONI DELL'ONDA"

**Frequenza =**  
**n. di variazioni di pressione in 1 secondo (Hz)**



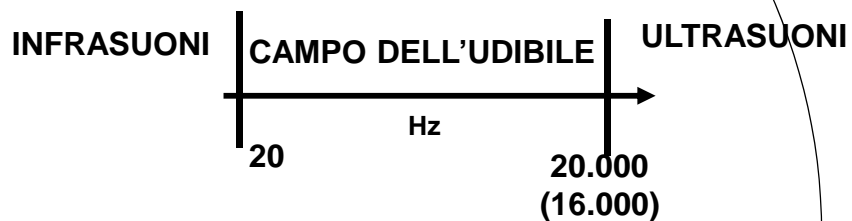
## CAMPO DELL'UDIBILE

CAMPO DELL'UDIBILE PER CONTENUTO IN  
FREQUENZA:

**TONI BASSI**  
(fino a 500 Hz)

**TONI MEDI**  
(500 + 2000 Hz)

**TONI ALTI**  
(> 2000 Hz)



## PRINCIPI GENERALI

### IL RUMORE E LA SUA MISURA

#### 1) I LIVELLI DI ESPOSIZIONE A RUMORE

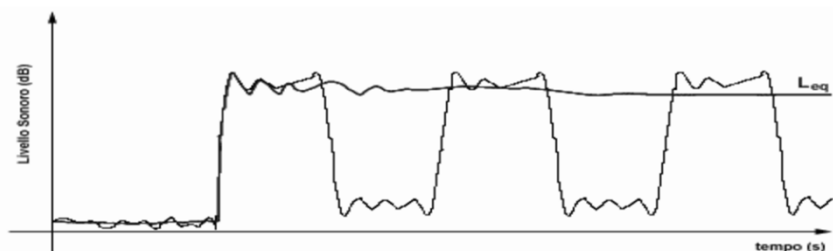


**Fonometro integratore:** consente di misurare la variazione di pressione sonora dovuta ad un evento e di effettuare l'analisi in frequenza (filtro a 1/1 o a 1/3 ottava).

Si colloca in postazione fissa per le misure "ambientali" e si segue l'operatore (a 10 cm dall'orecchio) – "metodo ombra" per i livelli personali

**IL LIVELLO EQUIVALENTE CONTINUO** consente di esprimere un giudizio sulle potenzialità nocive o disturbanti di un rumore perché ne considera l'apporto energetico durante la sua durata.

Il livello equivalente può essere visto come quel livello di pressione sonora costante contenente la stessa energia del segnale di rumore variabile prodotto nello stesso intervallo di tempo dalla sorgente in esame  
L'unità di misura del LAeq è il dB(A).



**IL LIVELLO EQUIVALENTE CONTINUO** espresso in dB consente di semplificare i calcoli:

- raddoppio energia sonora:  $80 + 80 = 83$  dB
- dimezzamento energia sonora:  $90 - 3 = 87$  dB
- somma di 2 Leq (diff. > 10 dB):  $69 + 80 = 80$  dB

Leq dB(A)	Energia sonora	Esposizione consentita
85	E	8 ore/die
88	2xE	4 ore/die
91	4xE	2 ore/die
94	8xE	1 ore/die
97	16xE	1/2 ora/die
100	32xE	15'/die

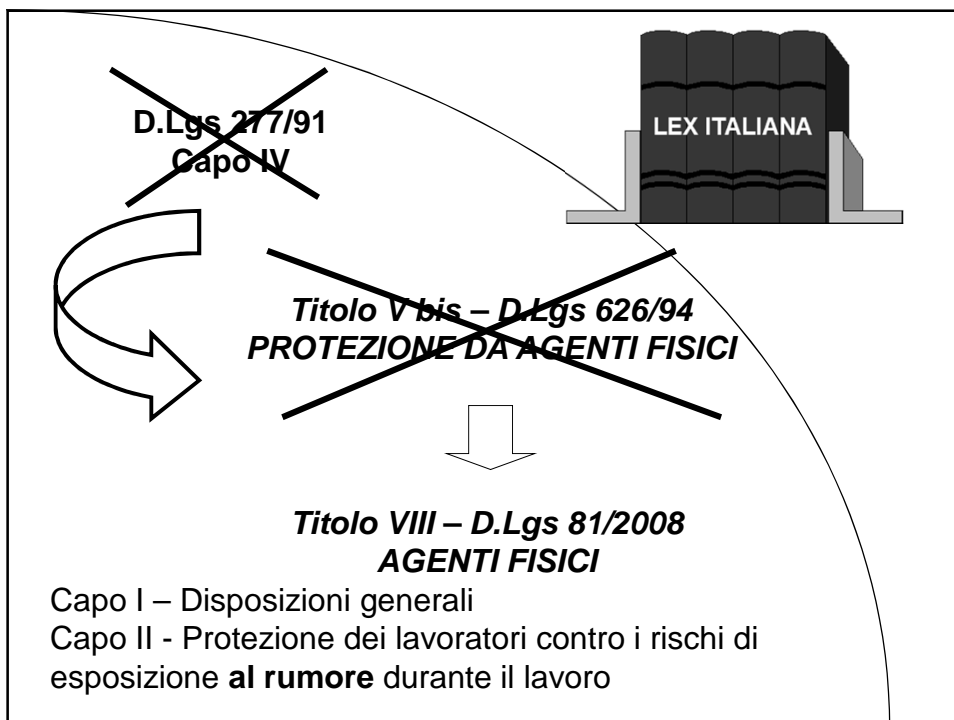
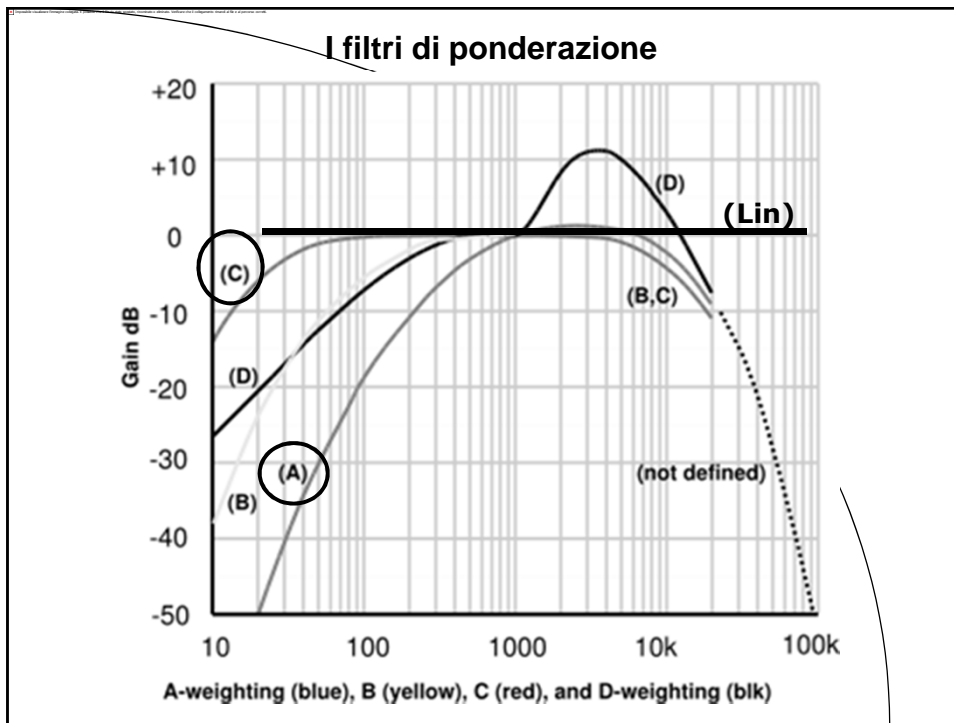
## PRINCIPI GENERALI

**dB<sub>L</sub>in, dB(A) e dB(C)**

**dB<sub>L</sub>ineare:** misura il fenomeno acustico nella sua completezza, integrando cioè tutto quello che viene prodotto dalla sorgente sonora ⇒ **dB<sub>L</sub>in**

**La curva di ponderazione "A":** in base alle curve di Isosensazione è stato predisposto un filtro di ponderazione che permette di misurare il rumore che viene "realmente" percepito dall'orecchio ⇒ **dB(A)**

**La curva di ponderazione "C":** Il filtro è praticamente lineare per molte ottave ed è adatto a misure soggettive a livelli di pressione sonora molto alti. ⇒ **dB(C)**







**Articolo 188**  
**Definizioni**

a) **pressione acustica di picco (Ppeak):** valore massimo della pressione acustica istantanea ponderata in frequenza "C";

b) **livello di esposizione giornaliera al rumore (Lex,8h) [dB(A)]:** valore medio, ponderato in funzione del tempo, dei livelli di esposizione al rumore per una giornata lavorativa nominale di otto ore, definito dalla norma internazionale ISO 1999: 1990 punto 3.6. Si riferisce a tutti i rumori sul lavoro, incluso il rumore impulsivo.

$$\bar{L}_{EX,8h} = 10 \log \left[ \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k 10^{0,1(L_{EX,8h}^i)} \right]$$



**Articolo 188**  
**Definizioni**

c) **Livello di esposizione settimanale al rumore ( $\bar{L}_{EX, 8h}$  o Lex,w):** valore medio, ponderato in funzione del tempo, dei livelli di esposizione giornaliera al rumore per una settimana nominale di cinque giornate lavorative di otto ore, definito dalla norma internazionale ISO 1999:1990 punto 3.6, nota 2.

$$L_{EX,w} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{5} \sum_{k=1}^m 10^{0,1(L_{EX,8h}^k)} \right]$$

dove  $(L_{EX,8h})^k$  rappresentano i valori di  $L_{EX,8h}$  per ognuno degli  $m$  giorni di lavoro della settimana considerata.

Art. 189

## VALORI DI AZIONE E DI LIMITE

Valore **Limite** di Esposizione

$$L_{EX,8h} = \mathbf{87} \text{ dB(A)} / P_{peak} = \mathbf{140} \text{ dB(C)}$$

Valore superiore di azione

$$L_{EX,8h} = \mathbf{85} \text{ dB(A)} / P_{peak} = \mathbf{137} \text{ dB(C)}$$

Valore inferiore di azione

$$L_{EX,8h} = \mathbf{80} \text{ dB(A)} / P_{peak} = \mathbf{135} \text{ dB(C)}$$

Tiziano Farina - Tecnico della Prevenzione

## CALCOLO DEL LIVELLO DI ESPOSIZIONE



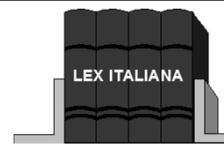
PERIODO DI RIFERIMENTO

**$L_{EX, 8h}$**  giornaliero

**$L_{EX, W}$**  settimanale

Tiziano Farina - Tecnico della Prevenzione

**Art. 190**  
**Valutazione del rischio**



1. ...il datore di lavoro valuta l'esposizione dei lavoratori al rumore durante il lavoro:

- a) **il livello, il tipo e la durata dell'esposizione**, ivi inclusa ogni esposizione a rumore impulsivo;
- b) **i valori limite di esposizione e i valori di azione di cui all'articolo 189**;
- c) tutti gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rumore, con particolare riferimento alle donne in gravidanza e i minori;
- d) per quanto possibile a livello tecnico, tutti gli effetti sulla salute e sicurezza dei lavoratori derivanti da interazioni fra rumore e sostanze **ototossiche** connesse con l'attività svolta e fra **rumore e vibrazioni**;



**schema di recepimento: SINTESI**



❖ **Lex,8h > 80 dB(A) e Ppeak > 112 Pa (135 dB (C)):**

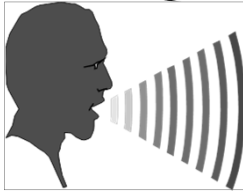
- INFORMAZIONE E FORMAZIONE
- CONTROLLO SANITARIO A RICHIESTA
- FORNITURA DPI-u

❖ **Lex,8h > 85 dB(A) e Ppeak > 140 Pa (137 dB (C)):**

- CONTROLLO SANITARIO
- PROGRAMMA DELLE MISURE
- OBBLIGO USO DPI-u
- SEGNALARE, PERIMETRARE, LIMITARE L'ACCESSO

❖ **Lex,8h > 87 dB(A) e Ppeak > 200 Pa (140 dB (C)):**

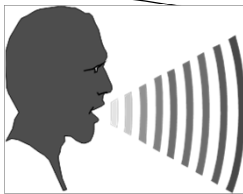
- TENUTO CONTO DELL'EFFETTO DEI DPI-u
- OBBLIGO DI MISURE IMMEDIATE



## **IL RUMORE NELLA SCUOLA**

**Difficilmente nell'ambiente di lavoro-scuola, anche laddove siano presenti laboratori con macchine "rumorose", si raggiungeranno livelli di esposizione giornaliera (Lex,8h) a rumore superiori a 80 dB(A) ⇒ valore inferiore di azione.**

**Nell'ambiente scolastico, laddove si possano trovare laboratori con presenza di macchinari e/o strumentazioni particolarmente rumorose, andrà eventualmente valutato il Lex,w (settimanale) degli esposti (insegnanti, assistenti, studenti) in considerazione dell'esposizione non continua al rumore stesso.**



## **IL RUMORE NELLA SCUOLA**

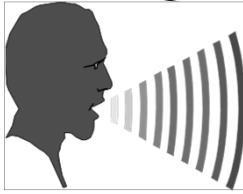
### **POSSIBILI FONTI DI RUMORE:**

#### **ASILI NIDO E SCUOLE MATERNE:**

- **urla dei bambini durante le fasi di gioco, di attività collettiva e nel refettorio (soprattutto se all'interno di aule e saloni particolarmente riverberanti)**

#### **SCUOLE SUPERIORI:**

- **laboratori con presenza di macchinari e/o strumentazioni particolarmente rumorose,**
- **uso di macchine e attrezzature agricole e/o utensili portatili**



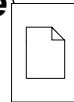
## IL RUMORE NELLA SCUOLA LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

**...RESTA VALIDO**

**(Allegato n° 11 ) - CHECK LIST N.13**

**Documento di Valutazione Rischio Rumore  
prevista 'giustificazione' solo al di sotto del valore  
inferiore di azione negli altri casi**

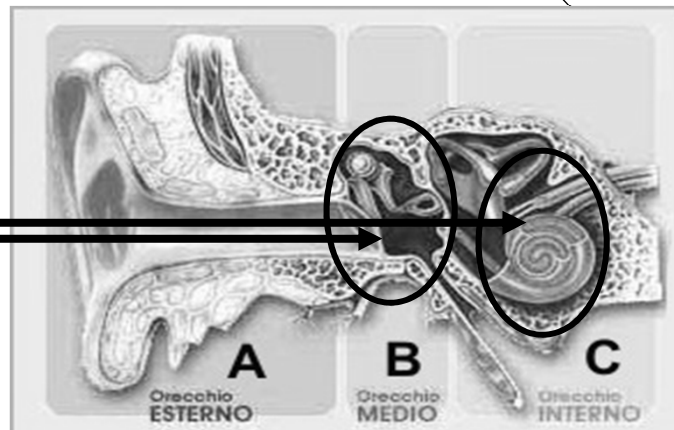
***Utilizzo di Procedure standardizzate e  
misurazione effettuate sul campo***



**Rapporto di Valutazione del rumore  
ex art. 181, comma 3 e 190 D.Lgs. 81/08**

## TIPI DI DANNO DELL'APPARATO UDITIVO

- **IL RUMORE PUO' PRODURRE DANNI ALL'ORECCHIO:**
  - **ACUTI** (rottura del timpano per scoppio)
  - **CRONICI** (ipoacusia neurosensoriale da rumore)



## TIPI DI DANNO DELL'APPARATO UDITIVO



**EFFETTI ACUTI:** elevatissimi livelli di rumore di breve durata (scoppio, partenza di un jet, ecc.) possono causare la rottura del timpano.

**EFFETTI CRONICI:** l'esposizione per molti anni a livelli di rumore industriale superiori a 85 dB(A), ricco di alte frequenze, è in grado di favorire l'insorgenza di ipoacusie da rumore industriale di tipo neurosensoriale, DI VARIO GRADO, caratterizzate da perdite di capacità uditiva proprio nell'intervallo delle alte frequenze (4000 Hz). A lungo andare le cellule ciliate dell'ORGANO DEL CORTI si distruggono e tale danno diventa IRREVERSIBILE e non più CORREGGIBILE o sanabile.

## POSSIBILI DANNI DA RUMORE NELLA SCUOLA

**DISFONIA:** disturbo della voce che va dalla raucedine fino all'afonia. In pratica con il termine disfonia si intende la difficoltà nel produrre una voce "normale".

**NODULI ALLE CORDE VOCALI:** l'esposizione per molti anni a livelli di rumore "scolastico" che richiedono di "alzare la voce" può provocare infiammazioni che danno luogo a queste patologie.

## SORVEGLIANZA SANITARIA

### FINALITA' PREVENTIVE

Un controllo preventivo e periodico dell'udito previene l'insorgenza di patologie sempre più gravi.

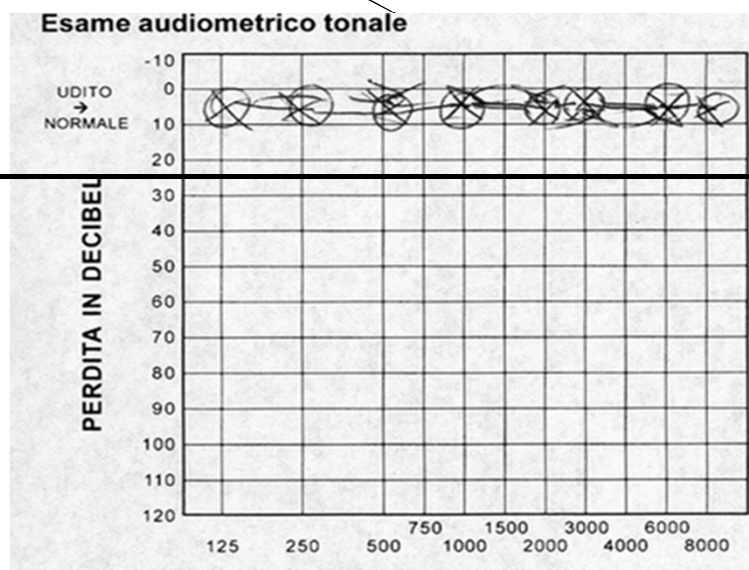


### FINALITA' DI VERIFICA DI EFFICACIA

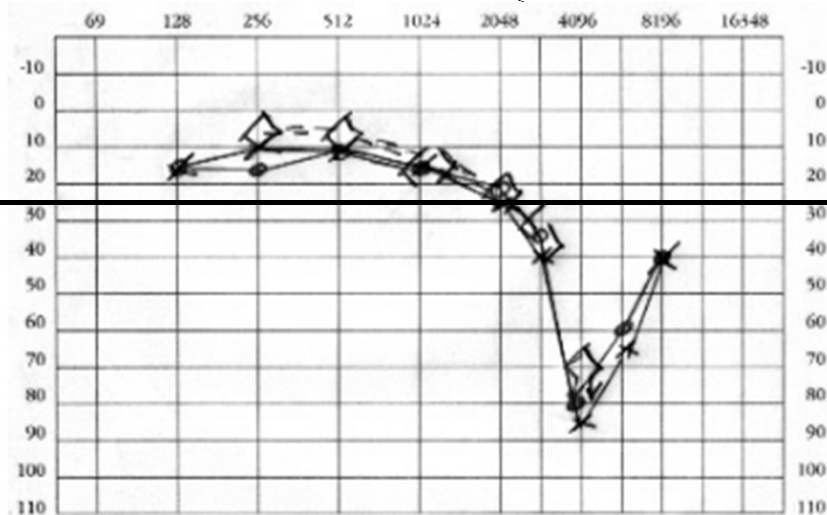
attraverso il controllo dell'udito si può verificare se le misure messe in atto siano o meno efficaci nella riduzione del rumore (MC  $\Rightarrow$  Valutazione del rischio).

**OLTRE NATURALMENTE A VERIFICARE LO STATO DI SALUTE DELLA POLAZIONE LAVORATIVA IN RELAZIONE AL RISCHIO RUMORE**

## ESEMPIO DI AUDIOMETRIE: TRACCIATO NORMALE



**ESEMPIO DI AUDIOMETRIE:  
IPOACUSIA BILATERALE DI V GRADO  
TIPICA DEL RUMORE INDUSTRIALE**



**LE MISURE ANTIRUMORE  
NEL MONDO DELLA SCUOLA**

**NEI LABORATORI:**

**1) - INSONORIZZARE LE MACCHINE  
- ACQUISTARE LE MENO RUMOROSE**

**2) - SEPARARE LE LAVORAZIONI  
- CREARE AMBIENTI NON RIVERBERANTI**



**3) ISOLARE L'UOMO CON  
DISPOSITIVI DI PROTEZIONE  
INDIVIDUALE ANTIRUMORE  
(DPI-u)**





## LE MISURE ANTIRUMORE NEL MONDO DELLA SCUOLA

### NELLE AULE E NEI REFETTORI:

✦ nei locali "fortemente riverberanti" (a causa dei materiali utilizzati, della forma o delle dimensioni dei locali) la diffusione del suono per riflessione va limitata mediante trattamento fonoassorbente (es. "baffles" sospesi al soffitto o pannelli).

N.B.: il beneficio che si ottiene solitamente, in termini di riduzione dei  $L_{eq}$ , non supera i 2-4 dBA.



**ESEMPI DI  
TRATTAMENTO  
DEL SOFFITTO**