

# CORSO DI INFORMAZIONE E FORMAZIONE PER LAVORATORI

D.Lgs 81/2008 (art. 37) – CSR 21/12/2011



## RISCHIO RUMORE

## Il rumore



Il rumore è un insieme complesso di suoni trasmessi attraverso mezzi elastici (solidi, liquidi, gas) sottoforma di vibrazioni meccaniche:

**SUONO INDESIDERABILE**

# Caratteristiche del suono rumore

**Frequenza (f):** numero di cicli completi nell'unità di tempo; la caratteristica di un suono, da basso ad acuto, dipende dalla frequenza.

**Periodo (T):** intervallo di tempo necessario per completare un ciclo; è uguale al reciproco della frequenza:  $T = 1/f$ .

**Lunghezza d'onda:** spazio percorso dall'onda in un periodo.

**Ampiezza (A):** ampiezza dell'onda; è indicativa del livello sonoro (il cosiddetto volume).

**Velocità di propagazione:** nell'aria in condizioni standard di temperatura, umidità e pressione è pari a 344 m/s (1.238 km/h); nell'acqua è di 1.500 m/s e nell'acciaio 5.000 m/s.

# Caratteristiche del suono rumore

La pressione acustica è una perturbazione subita dall'aria per effetto della sorgente sonora; è equivalente alla differenza tra la pressione  $p(t)$  in un dato istante e quella  $p(0)$  esistente prima dell'inizio del fenomeno sonoro: è la grandezza che meglio descrive il fenomeno acustico e viene espressa in Pascal (Pa).

Poiché il campo dinamico dell'udito umano è molto ampio, si preferisce esprimere i parametri acustici come logaritmo del rapporto tra valore misurato ( $p$ ) ed un valore di riferimento pari alla più piccola pressione in grado di produrre una sensazione sonora ( $p_0$ ):

$$L_p = 10 \log(p^2/p_0^2)$$

# Caratteristiche del suono rumore

Come unità di misura viene utilizzato il decibel (dB). Il Bel e il suo sottomultiplo decibel sono unità di misura di tipo logaritmico: le corrispondenti misure sono numeri puri, e precisamente vengono ottenute come logaritmo del rapporto fra due grandezze omogenee (esprimibili cioè nella stessa unità di misura, e tali, quindi, che il loro rapporto è un numero puro adimensionale).

È possibile in tal modo comprimere la gamma dei rumori in un range compreso tra 0 e 120 dB, ricordando che ogni 3 dB si ha un raddoppio della pressione sonora.

In pratica, se una sorgente sonora produce in un certo punto un livello X, due sorgenti sonore di pari potenza, contemporaneamente in funzione, produrranno un livello  $X + 3$  dB totali.



# Struttura dell'orecchio



**Fig. 1** Schema anatomico dell'organo dell'udito. 1) Condotto uditivo esterno; 2) membrana del timpano; 3) cavo del timpano; 4) Tuba di Eustachio; 5) rinofaringe; 6) coclea; 7) catena ossiculare; 8) finestra ovale con la staffa; 9) canale semicircolare laterale; 10) canale semicircolare posteriore; 11) canale semicircolare anteriore; 12) finestra rotonda; 13) nervo cocleare; 14) nervo faciale; 15) nervo vestibolare; 16) sifone carotideo.

## Le soglie

FON TI DI RUMORE		EFFETTI
170 dB	Lancio di un missile	Gravi danni all'udito
160 dB	Mitragliatrice (valore di picco)	
150 dB	Decollo di aereo a reazione	
140 dB		
130 dB	Soglia del dolore	Esposizioni acute: ipoacusia temporanea, capogiri, emicrania, nausea Esposizioni croniche: ipoacusia irreversibile
120 dB	Decollo di aeroplano ad elica Sirene	
110 dB	Scavatrice pneumatica	
100 dB	Motoni pesanti Cantieri edili	
90 dB	Discoteca	
80 dB	Eveglia	Sensazione di fastidio
70 dB	Telefono	
60 dB	Conversazione (toni elevati)	
50 dB		
40 dB	Conversazione (toni moderati)	Quiete
30 dB	Sala di lettura	
20 dB	Fruscio di foglie	
10 dB	Soglia di udibilità	
0 dB		

❑ Suoni 16 Hz – 20 KHz

❑ Soglia di udibilità: 20  $\mu$ Pa  
[0 dB]

❑ Soglia del dolore: 200 Pa  
[140 dB]

❑ Rottura timpano: 300 Pa  
[163 dB]

## Effetti del rumore

- ❑ La sensibilità al rumore ha comunque una spiccata **variabilità individuale**: esistono livelli di rumore che possono essere ritenuti sicuri, generalmente, nei soggetti esposti a livelli inferiori a 75 db(A) non compaiono disturbi all'udito.
- ❑ Un'esposizione costante al rumore superiore agli 85 dB(A) per un periodo di 20 anni porta alla sordità.



# Effetti del rumore

## EFFETTI DEL RUMORE

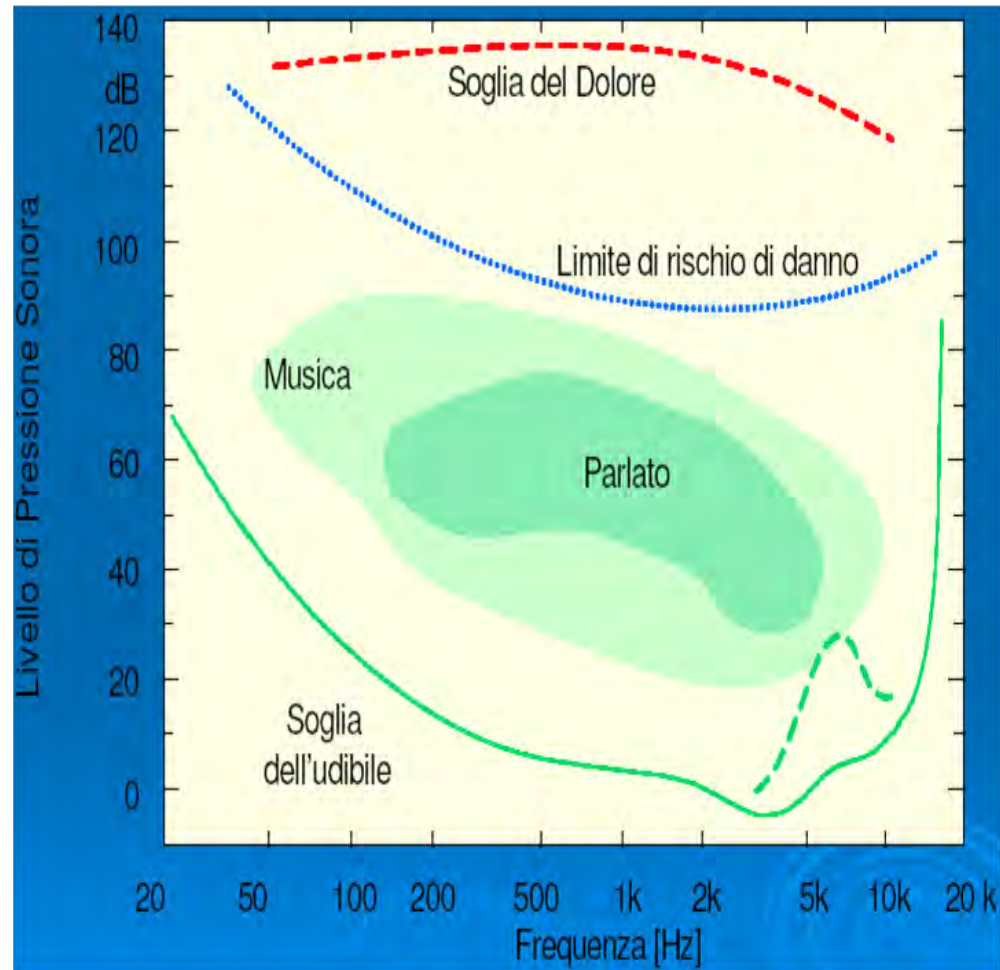
(a seconda della sua intensità e durata)

**TRANSITORI**

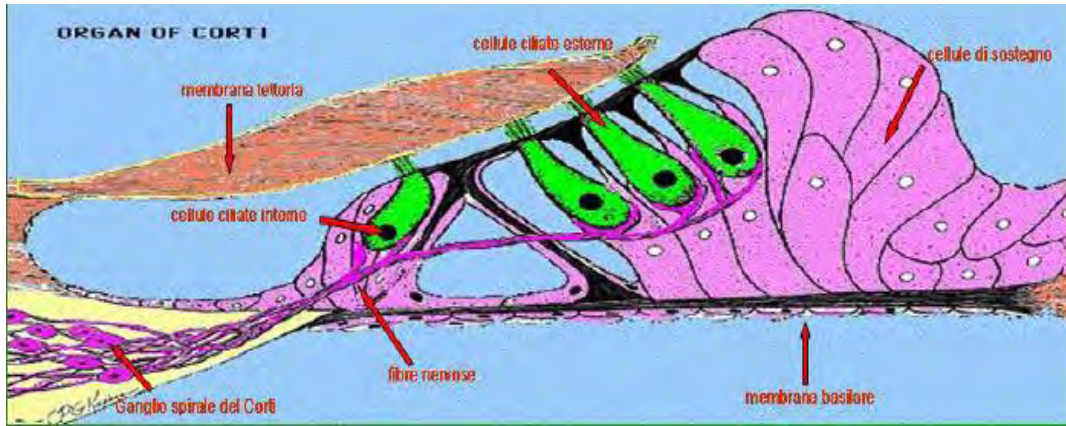
**STS**  
(spostamento temporaneo della soglia uditiva)

**PERMANENTI**

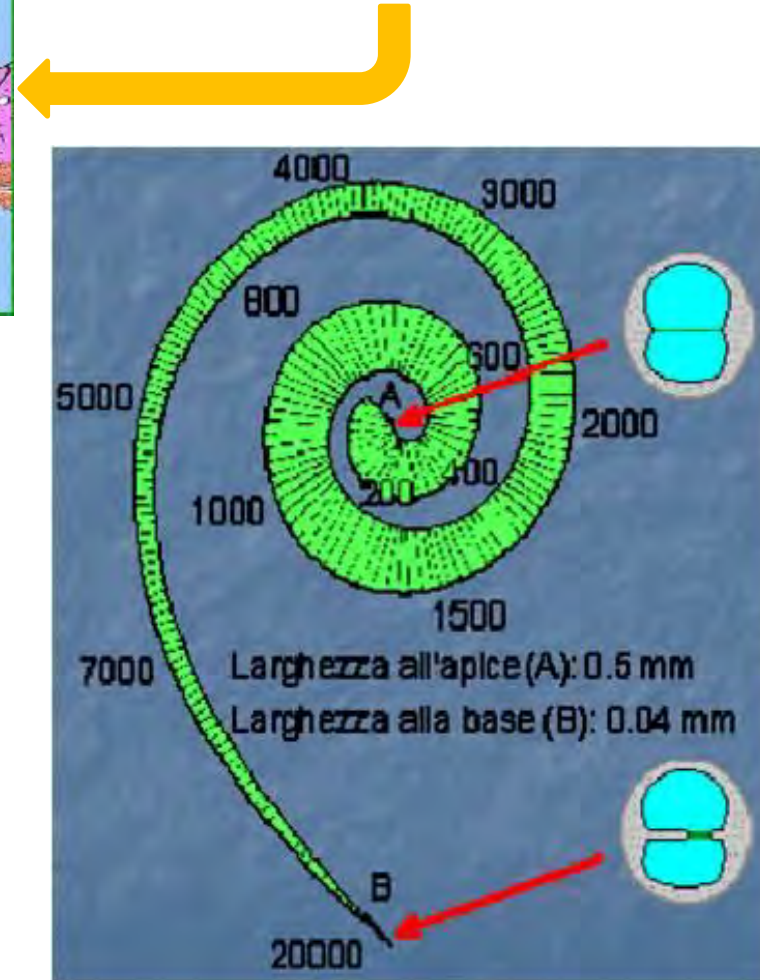
**IPOACUSIA**



# Effetti del rumore



## ORGANO BERSAGLIO Struttura della coclea



La membrana della coclea consente al nostro orecchio di discriminare le varie frequenze: le cellule ciliate deputate alla ricezione delle frequenze acute (3000-4000 Hz) sono le prime a danneggiarsi.

## STS

- ❑ Una esposizione di breve durata ad un rumore che superi l'intensità di 70-75 dB(A) – “ambiente quieto” – provoca un aumento transitorio della soglia uditiva (fatica uditiva) rapidamente reversibile dopo la cessazione dell'esposizione
- ❑ È un meccanismo di difesa delle ciglia e della parte apicale delle cellule acustiche che diventano meno rigide con conseguente innalzamento della soglia uditiva
- ❑ Lo STS raggiunge il massimo valore dopo due ore di esposizione al rumore

# Ipoacusia percettiva

1. Neurosensoriale (area=ossea)
  2. Bilaterale
  3. Simmetrica
  4. Irreversibile
- ✓ La lesione interessa le strutture deputate alle decodificazioni e trasmissioni del segnale nervoso: **lesioni della coclea, del nervo, del tronco o della corteccia cerebrale**
  - ✓ Gravità del danno **proporzionale**:
    - energia sonora
    - durata esposizione
    - suscettibilità individuale
    - tipologia rumore (impulsivo)

## Stadi del danno cronico da rumore

- I. 10-20 giorni (reversibile): acufeni a tonalità acuta, sensazione di “orecchio pieno”, lieve cefalea, senso di fatica e intontimento (STS)
- II. da mesi ad anni: la sintomatologia soggettiva è completamente muta e il danno uditivo è rilevabile solo mediante audiometria
- III. fase in cui il soggetto comincia ad accorgersi di perdere l'udito
- IV. deficit uditivo grave, compare il fenomeno del recruitment (rafforzamento): un segnale acustico ad un certo livello di intensità non è udito affatto, ma basta un incremento di pochi dB perché venga percepito molto forte, distorto e particolarmente fastidioso



## Effetti extrauditivi

- Possono manifestarsi già per livelli di rumore inferiori ai 70 dB(A) instaurando una condizione stressante
- La situazione di stress determina, come gli altri fattori di stress, una serie di reazioni di difesa (modificazioni del ritmo del respiro e accelerazione della frequenza cardiaca) e se lo stimolo permane a lungo o se le capacità di difesa dell'organismo vengono meno, possono verificarsi vere e proprie malattie psicosomatiche

# Effetti extrauditivi

Apparato	Sintomatologia
Cardiovascolare	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ aumento della frequenza cardiaca e della pressione arteriosa</li><li>✓ aumento resistenze vascolari periferiche, vasodilatazione</li></ul>
Gastroenterico	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ aumento della secrezione acida dello stomaco</li><li>✓ aumento della motilità intestinale, gastroduodeniti ed ulcere</li></ul>
Respiratorio	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ aumento della frequenza respiratoria</li></ul>
Neuropsichico	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ quadri neuropsichici a sfondo ansioso con somatizzazioni</li><li>✓ insonnia, affaticamento, irritabilità, disturbi dell'equilibrio</li><li>✓ diminuzione della vigilanza e della risposta psicomotoria</li></ul>
Vista	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ diminuzione dell'acutezza visiva e dilatazione della pupilla</li></ul>

## Altri effetti

### **DISTURBO DELLE RELAZIONI INTERPERSONALI**

- ❑ una buona comunicazione verbale richiede che il livello del discorso percepito dall'orecchio sia almeno di 10 dB(A) superiore a quello del rumore circostante

**OTOTOSSICITÀ  
Rumore  
+  
Sostanze Chimiche  
=  
AUMENTO DEL RISCHIO**

- ❑ sinergia tra esposizione a rumori intensi ed alcuni solventi organici (toluene, stirene, disolfuro di carbonio). Parimenti anche alcuni antibiotici possono avere effetti ototossici
- ❑ settori lavorativi a rischio:
  - ✓ produzioni plastiche
  - ✓ stampa
  - ✓ produzione di vernici e lacche

## Altri effetti

**Rumore  
+  
Gravidanza  
=  
EFFETTI SUL FETO**

- ❑ prove sperimentali suggeriscono che la prolungata esposizione del feto a rumori intensi durante la gravidanza può avere effetti negativi sull'udito del feto
- ❑ le basse frequenze sono potenzialmente più dannose
- ❑ i D.P.I. proteggono la madre ma non il feto

**RUMORI INTENSI  
=  
AUMENTO DEL RISCHIO  
INFORTUNI**

- ❑ le parole e i segnali acustici sono meno udibili e comprensibili ai lavoratori
- ❑ distrae i lavoratori, ad esempio i conducenti
- ❑ innalza lo stress sul lavoro
- ❑ aumenta il carico cognitivo e la probabilità di errori

# Professioni esposte

**Industria tessile**



**Escavatore**



**Impianto di macinazione**



**Metalmeccanica**



Alcune professioni comportano un rischio particolare di perdita uditiva, come lo sfruttamento delle miniere, la costruzione di tunnels, il lavoro nelle cave (detonazioni, trivellazioni), l'industria pesante (fonderie, fucinatura, ecc.), la guida di macchinari mossi da motori potenti (camion, veicoli di cantiere, ecc...), la guida di macchine nell'industria tessile e la prova di motori a reazione.



## Art.188 - Definizioni

1. Ai fini del presente capo si intende per:
  - a) pressione acustica di picco ( $p_{peak}$ ): valore massimo della pressione acustica istantanea ponderata in frequenza «C»;
  - b) livello di esposizione giornaliera al rumore ( $L_{EX,8h}$ ): [dB(A) riferito a 20  $\mu$ Pa]: 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;
  - c) livello di esposizione settimanale al rumore ( $L_{EX,w}$ ): 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.

# Art. 190 - Valutazione del rischio

Il datore di lavoro valuta l'esposizione dei lavoratori al rumore:

- livello, tipo, durata esposizione, donne in gravidanza e minori
- valori limite di esposizione, valori di azione, misure di prevenzione, D.P.I.
- interazioni fra rumore, sostanze ototossiche e vibrazioni

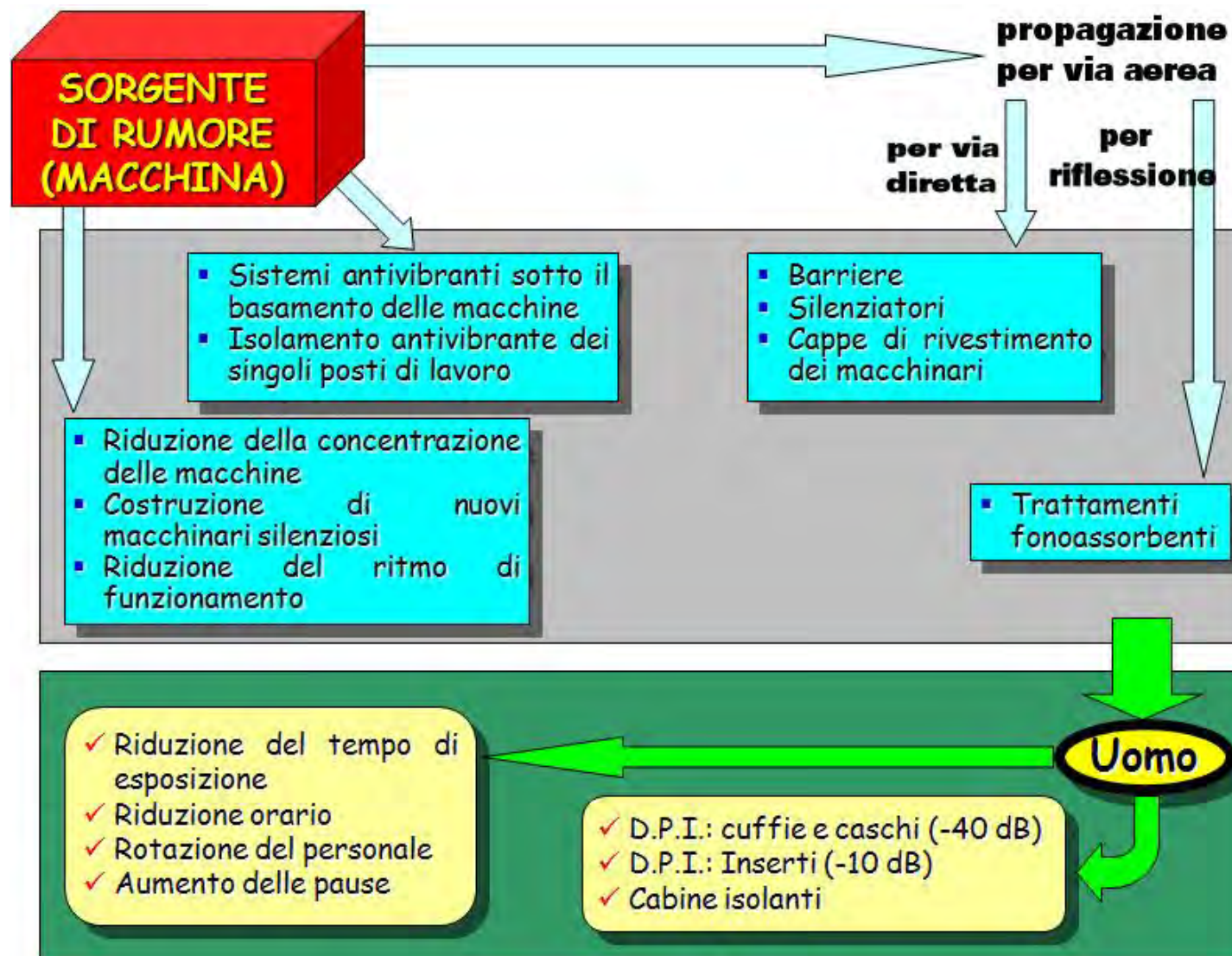
Classificazione	Valori di esposizione	Obblighi del Datore di Lavoro
<b>Valori INFERIORI di azione</b>	<b><math>L_{EX} = 80 \text{ dB(A)}</math> <math>p_{peak} = 112 \text{ Pa (135 dB(C))}</math></b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ misure tecniche e organizzative volte a ridurre l'esposizione al rumore</li><li>✓ mette a disposizione dei lavoratori dispositivi di protezione individuale</li><li>✓ informazione e formazione</li></ul>
<b>Valori SUPERIORI di azione</b>	<b><math>L_{EX} = 85 \text{ dB(A)}</math> <math>p_{peak} = 140 \text{ Pa (137 dB(C))}</math></b>	In aggiunta alle precedenti: <ul style="list-style-type: none"><li>✓ segnalazione, delimitazione e accesso limitato</li><li>✓ esige l'uso dei dispositivi di protezione individuale dell'udito</li><li>✓ sorveglianza sanitaria</li></ul>
<b>Valori LIMITE di esposizione</b>	<b><math>L_{EX} = 87 \text{ dB(A)}</math> <math>p_{peak} = 200 \text{ Pa (140 dB(C))}</math></b>	In aggiunta alle precedenti: <ul style="list-style-type: none"><li>✓ modifica delle misure di protezione e di prevenzione</li></ul>

# Responsabilità del datore di lavoro

Nella specifico il **datore di lavoro** deve adottare adeguate misure di prevenzione e protezione per la sicurezza e la salute dei lavoratori, quali:

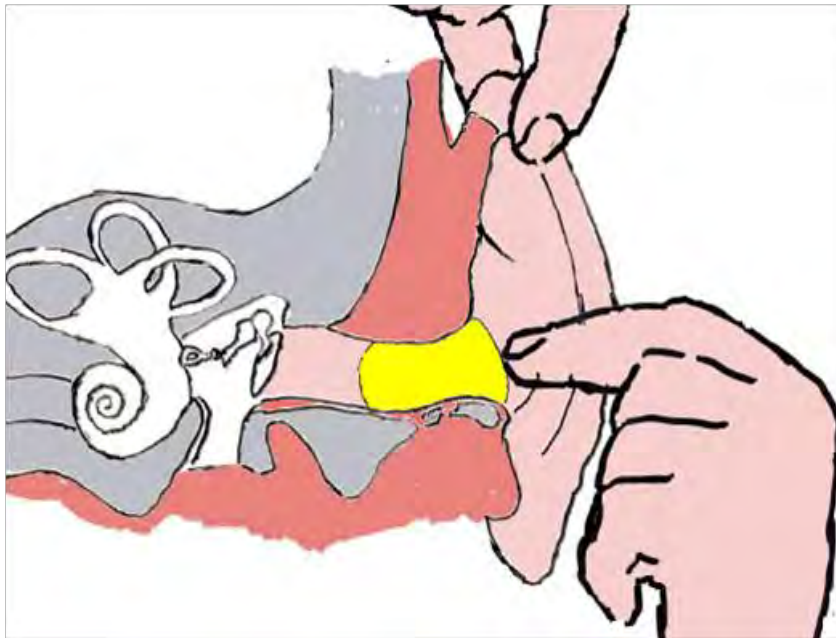
- progettazione della struttura dei luoghi e dei posti di lavoro
- adozione di metodi di lavoro che implicano una minore esposizione al rumore
- scelta di attrezzature di lavoro meno rumorose
- misure tecniche per il contenimento
- limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione
- informazione e formazione
- segnalazione e delimitazione delle aree a rischio
- dispositivi di Protezione Individuale dell'udito
- sorveglianza sanitaria

# Interventi antirumore sul sistema macchina-uomo



# Dispositivi di protezione individuale

- ❑ La principale caratteristica che devono avere gli otoprotettori è quella di assorbire le frequenze sonore pericolose per l'udito lasciando passare quelle utili per la comunicazione.
- ❑ Sono disponibili dispositivi usa e getta (inserti auricolari) e prodotti riutilizzabili (cuffie e inserti auricolari con archetti) che possono essere collegate insieme alla visiera all'elmetto di protezione.





# Inserti auricolari monouso

## Attenuazione 10-20 dB

### ***Vantaggi:***

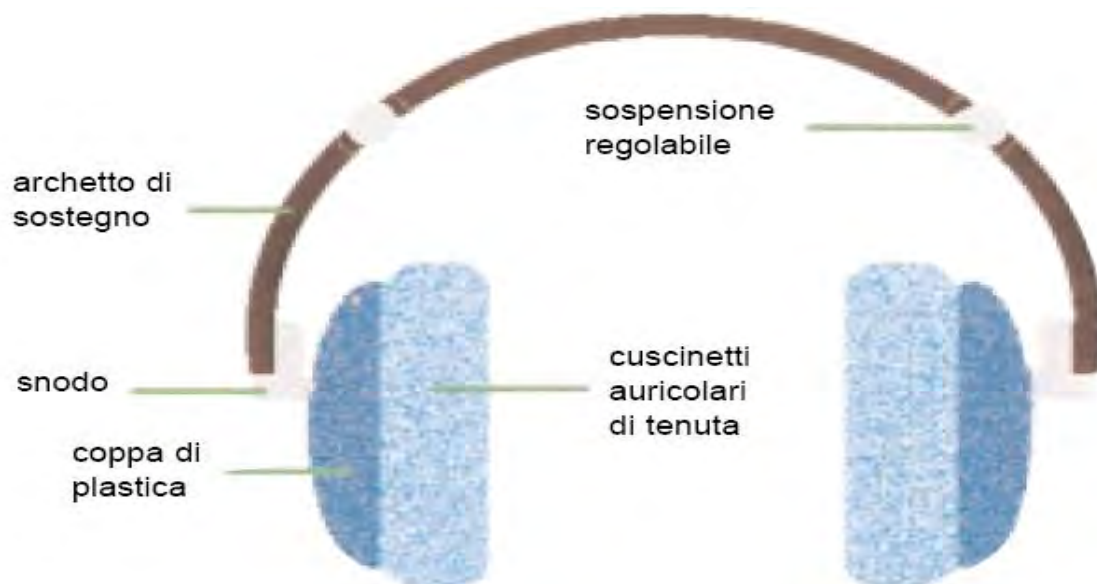
- facile portabilità
- consentono liberi movimenti del capo
- maggiormente sopportati delle cuffie in ambiente caldo
- basso costo iniziale

### ***Svantaggi:***

- si possono perdere o malporre
- non possono essere indossati in presenza di irritazione
- possono spingere il cerume in profondità
- si sporcano facilmente



# Cuffie e inserti auricolari con archetti



**Attenuazione 20-40 dB**



## ***Utilizzo:***

- assicurarsi che non ci siano ostacoli (es.: capelli) tra i cuscinetti auricolari e i padiglioni delle orecchie
- fare scorrere le coppe auricolari fino al punto più basso dell'archetto di sostegno
- mettere l'archetto di sostegno in posizione sulla testa
- regolare l'altezza delle coppe in plastica per ottenere un adattamento preciso e confortevole sulle orecchie

# Cuffie e inserti auricolari con archetti

## ***Vantaggi:***

- minori problemi di adattamento
- possono essere usate anche se esiste un'infezione all'orecchio o un'irritazione del condotto uditivo
- proteggono anche dal freddo e dalle scintille
- possono essere rimosse senza guanti
- maggiori garanzie di resa
- difficilmente perse o posizionate erroneamente
- maggiormente accettate dai lavoratori
- maggiore durata

## ***Svantaggi:***

- non sono confortevoli in ambienti caldi
- possono creare problemi se l'operatore indossa occhiali, schermi o caschi
- ingombranti in ambienti ristretti
- creano problemi con altre protezioni
- possono creare disturbi per la pressione arco