

## 4 Il Decibel

Presentandosi i fenomeni acustici entro una scala di valori estremamente ampia, ed esistendo la necessità di simulare efficacemente la risposta al suono dell'orecchio umano, che presenta una caratteristica logaritmica, è indispensabile fare ricorso a specifiche unità di misura per rappresentare efficacemente le grandezze di riferimento.

L'espressione dei parametri acustici come logaritmo del rapporto tra un valore misurato ed un valore di riferimento, ben si presta per la ottimale mediazione di tutte le problematiche.

A tal proposito, noto il fatto che qualsiasi fenomeno acustico è caratterizzato dalla variazione di pressione nell'aria e che il valore di riferimento, coincidente con la minima variazione di pressione sonora che può essere percepita è di 0,00002 Pa, mentre la soglia del dolore è quantificabile in 20 Pa.

Il *livello di pressione sonora* (in inglese Sound Pressure Level, indicato col simbolo SPL) espresso in decibel (dB), è dato da:

$$SPL = 20 \log_{10} \frac{p}{p_0} \quad (\text{dB})$$

Dove  $p_0$  è la pressione di riferimento corrispondente alla minima pressione udibile (0,00002 Pa).

Analogamente, anche il livello di intensità acustica (in inglese Intensity Level con il simbolo IL), espresso in decibel (dB) è dato da:

$$IL = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0} \quad (\text{dB})$$

Dove  $I_0$  corrisponde, approssimativamente, alla minima intensità udibile alla frequenza di 1000 Hz ( $10^{-12} \text{ W/m}^2$ ).

Si evidenzia che il moltiplicatore 10 del logaritmo, consente di esprimere la scala in *Bel* nel sottomultiplo *decibel*. Ciò con conseguenti benefici di ordine pratico, considerato che con tale scala la soglia di udibilità si posiziona a 0 dB e quella del dolore a 120 dB.

Nella figura 4.1, dalla quale emerge immediatamente il vantaggio della scala in decibel in luogo di quella lineare in Pascal, è rappresentato il *range* delle basilari grandezze di riferimento.

E' da notare che per ogni aumento di livello di 20 dB, la pressione sonora aumenta di un fattore 10 e l'intensità sonora di un fattore 100.

Dall'esame della figura 4.2 si può invece rilevare che:

- il raddoppio della pressione sonora (Pa) corrisponde ad un aumento di livello di 6 dB;
- il raddoppio dell'intensità acustica ( $\text{W/m}^2$ ) corrisponde ad un aumento di livello di 3 dB.

A carattere generale, è da tenere presente che l'uso della scala logaritmica comporta la necessità di eseguire con specifiche metodologie i calcoli che si eseguirebbero direttamente con la scala lineare.

Per l'esecuzione di tali operazioni è possibile ricorrere, oltre al procedimento analitico, anche all'uso di diagrammi o tabelle.

	intensità sonora ( $W/m^2$ )	dB	pressione sonora (Pa)
soglia del dolore	1	120	20
vicino motore aereo	$\times 100$	+ 20 dB	$\times 10$
aereo al decollo	0,01	100	2
vicino martello pneumatico	$\times 100$	+ 20 dB	$\times 10$
discoteca	0,0001	80	0,2
ciglio autostrada trafficata	$\times 100$	+ 20 dB	$\times 10$
voce alta	0,000001	60	0,02
parlato normale	$\times 100$	+ 20 dB	$\times 10$
biblioteca	0,00000001	40	0,002
voce bassa, sussurro	$\times 100$	+ 20 dB	$\times 10$
Respiro	0,0000000001	20	0,0002
	$\times 100$	+ 20 dB	$\times 10$
limite percezione	0,000000000001	0	0,00002
	$\times 100$	+ 20 dB	$\times 10$

figura 4.1 – range delle basilari grandezze di riferimento

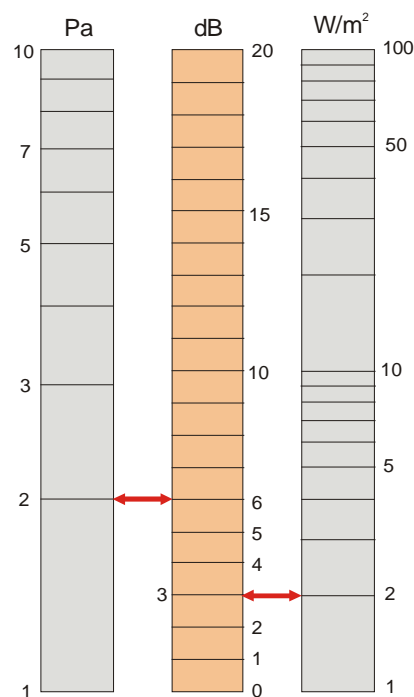


figura 4.2 – relazione tra basilari grandezze di riferimento

Il sistema uditivo umano, per ogni frequenza di onda acustica, individua la minima intensità al di sotto della quale il suono non è udibile: *soglia della percezione sonora* o anche *Minimum Audible Field (MAF)*, ed una intensità massima sopra la quale si avvertono sensazioni di dolore, con possibili danni biologici: *soglia di dolore*.

Fletcher e Munson tracciarono sperimentalmente una serie di curve di isolivello o curve isofoniche, che rappresentano le situazioni per cui un ascoltatore giudica equivalente, come sensazione sonora, un suono da giudicare a quello puro di riferimento a 1000 Hz. Tale livello, che in pratica rappresenta il *livello di sensazione sonora*, è espresso in *phon*.

Le curve della figura 4.3, proposte dalla Raccomandazione ISO 226, sono diverse da quelle tracciate originariamente da Fletcher e Munson in quanto sono frutto di un ampio campionamento eseguito comunque con la stessa metodologia.

La *gamma uditiva media* unitamente alle suddette soglie limite, è rappresentata pertanto nella figura 4.3 che correla l'unità convenzionale adimensionale espressa in decibel (dB), con l'intensità sonora ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) e la pressione sonora (Pa).

Il grafico è relativo alla udibilità binaurale in un campo frontale di toni puri per persone otologicamente normali di età compresa tra i 18 ed i 30 anni.

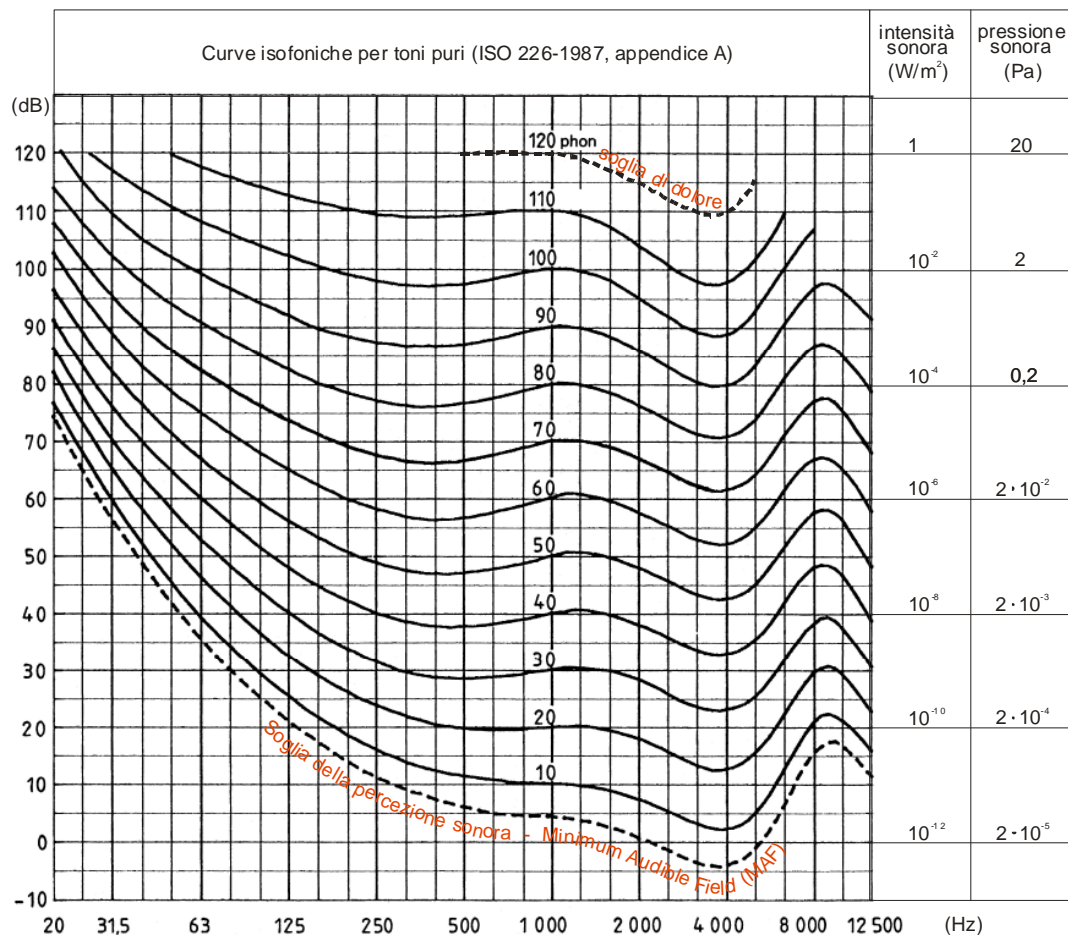


figura 4.3 – curve isofoniche e raffronto tra le diverse unità di misura

Circa la risposta uditiva dell'uomo medio va tenuto presente che nel corso del tempo si è registrata una significativa modifica delle curve di isosensazione. Questo fenomeno trova riscontro nelle differenze tra le curve di isolivello esposte nelle norme ISO 226 rispettivamente del 1987 e del 2003.

Il ridotto intervallo temporale intercorrente dal 1987 al 2003 non giustifica l'ipotesi della mutazione genetica riconducendo pertanto il fenomeno alla modificazione dell'organo dell'udito in relazione ai livelli sonori generali dell'habitat ed ai diversi costumi delle persone.

Il confronto delle curve isofoniche proposte nelle norme ISO 226/1987 e 226/2003, visibile nella figura 4.4, evidenzia una minore percezione delle frequenze basse.

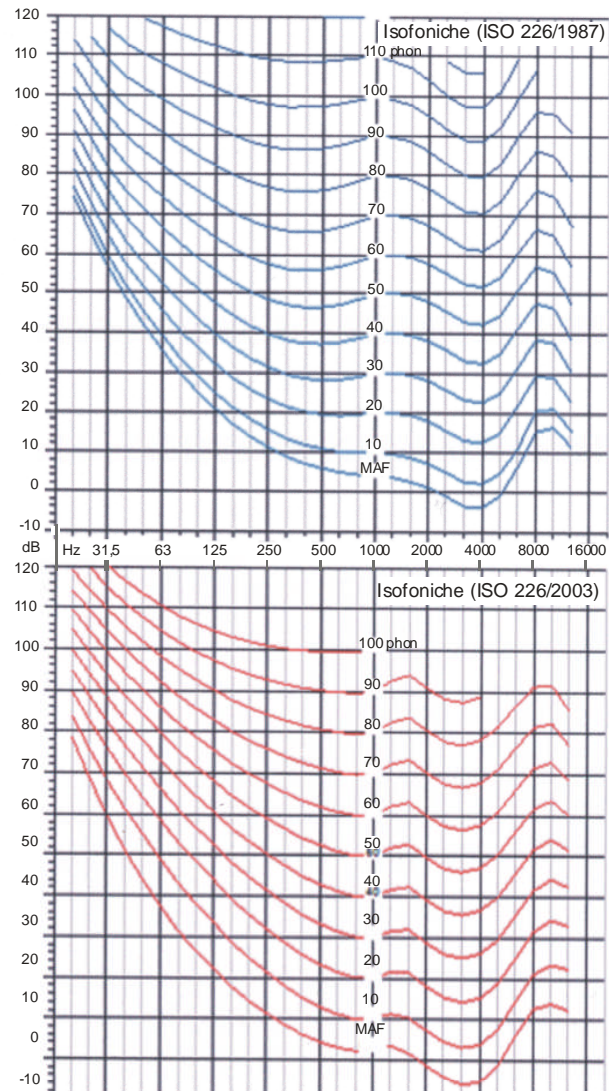


figura 4.4 – confronto tra le curve isofoniche ISO 226 del 1997 e del 2003