

**INAIL**

# **ULTRASUONI NEI LUOGHI DI LAVORO: SORGENTI E STRUMENTI PER LA CARATTERIZZAZIONE DELL'ESPOSIZIONE**

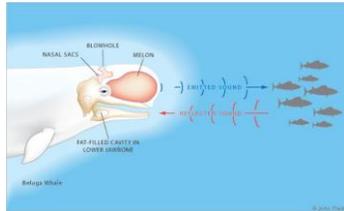
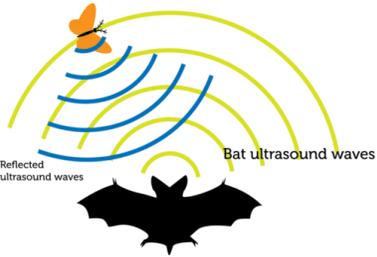
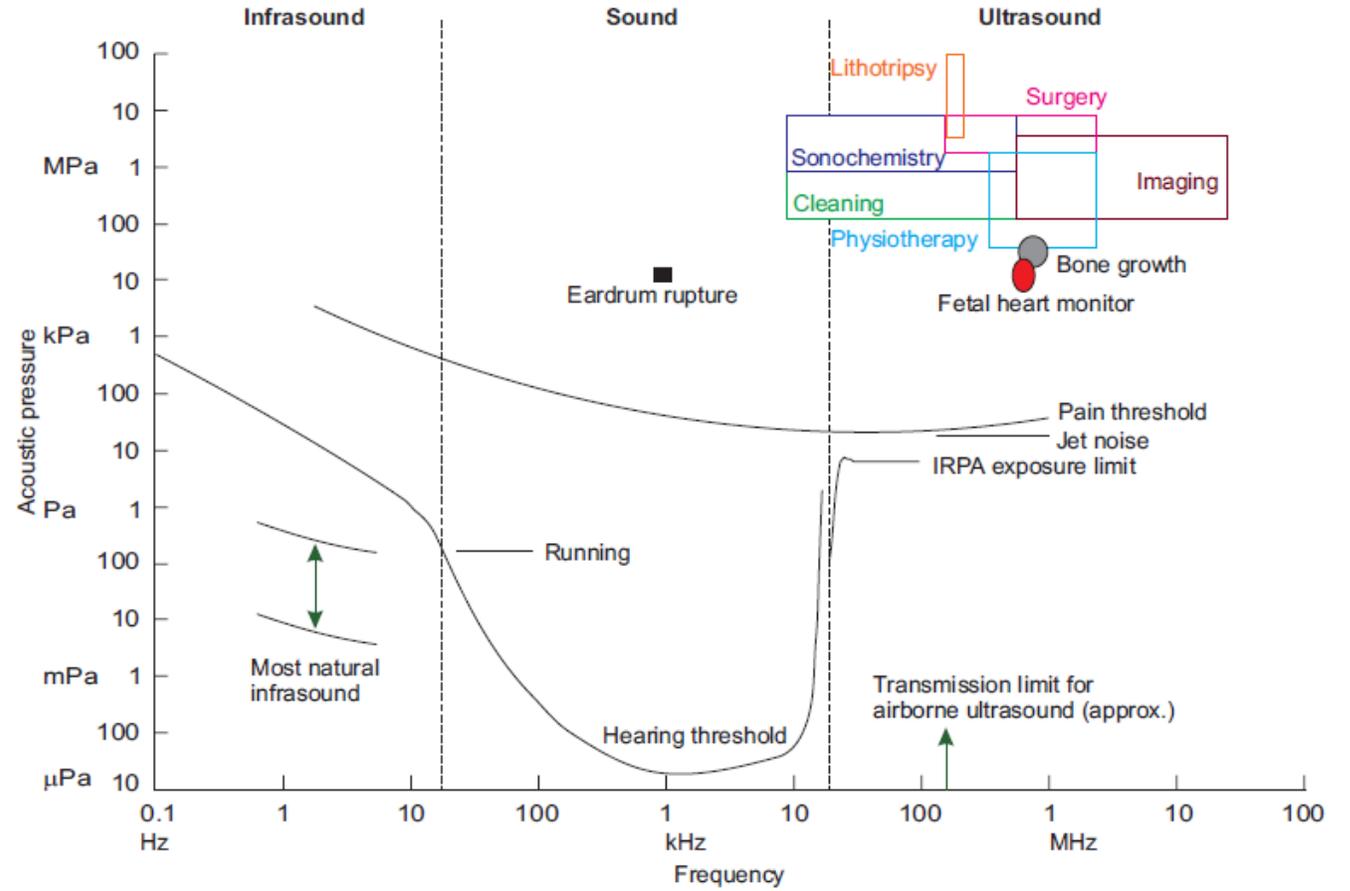
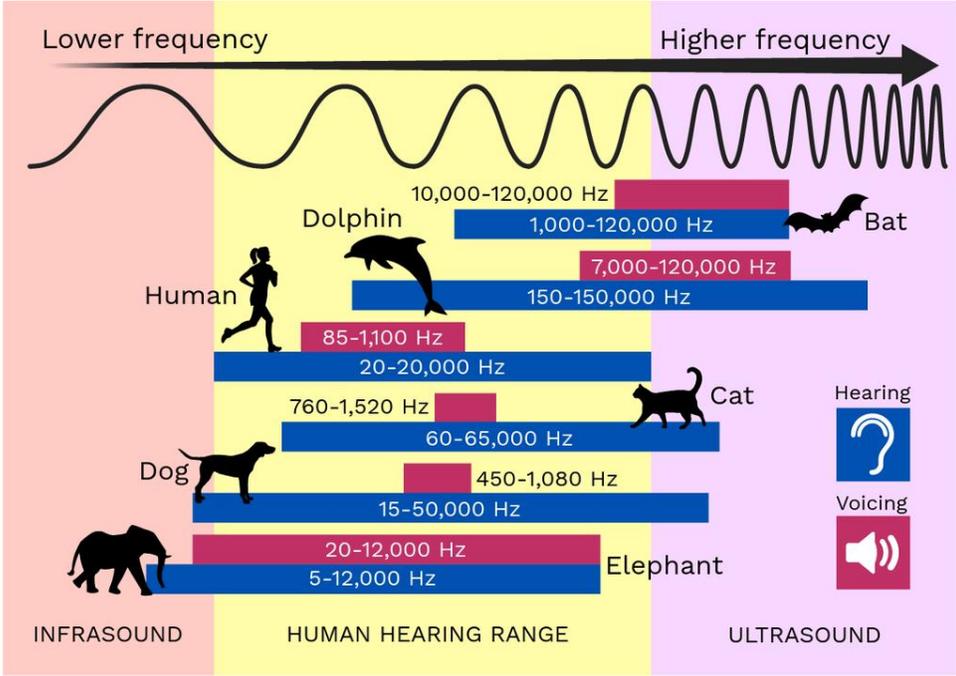
**Ing. Raffaele Mariconte**

**Laboratorio VI – Valutazione dei rischi e degli strumenti per la  
tutela del lavoratore**

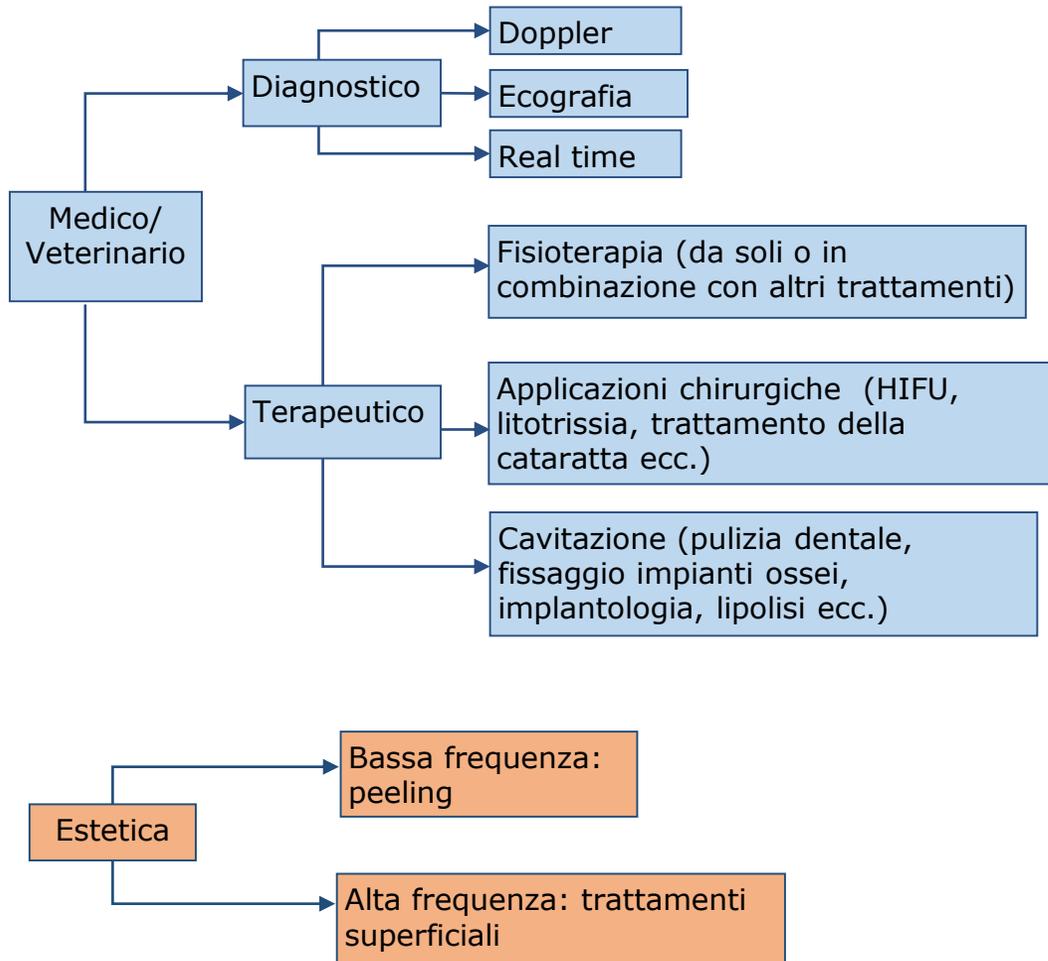
*Bologna, 23 novembre 2022*

# Gli ultrasuoni

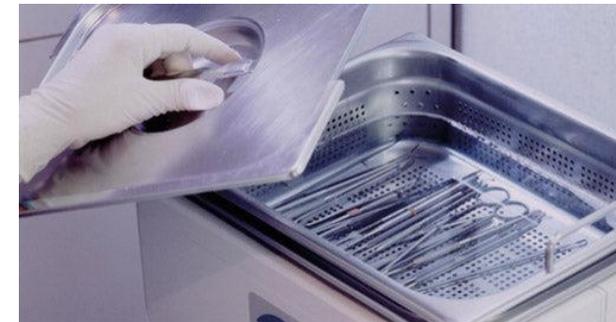
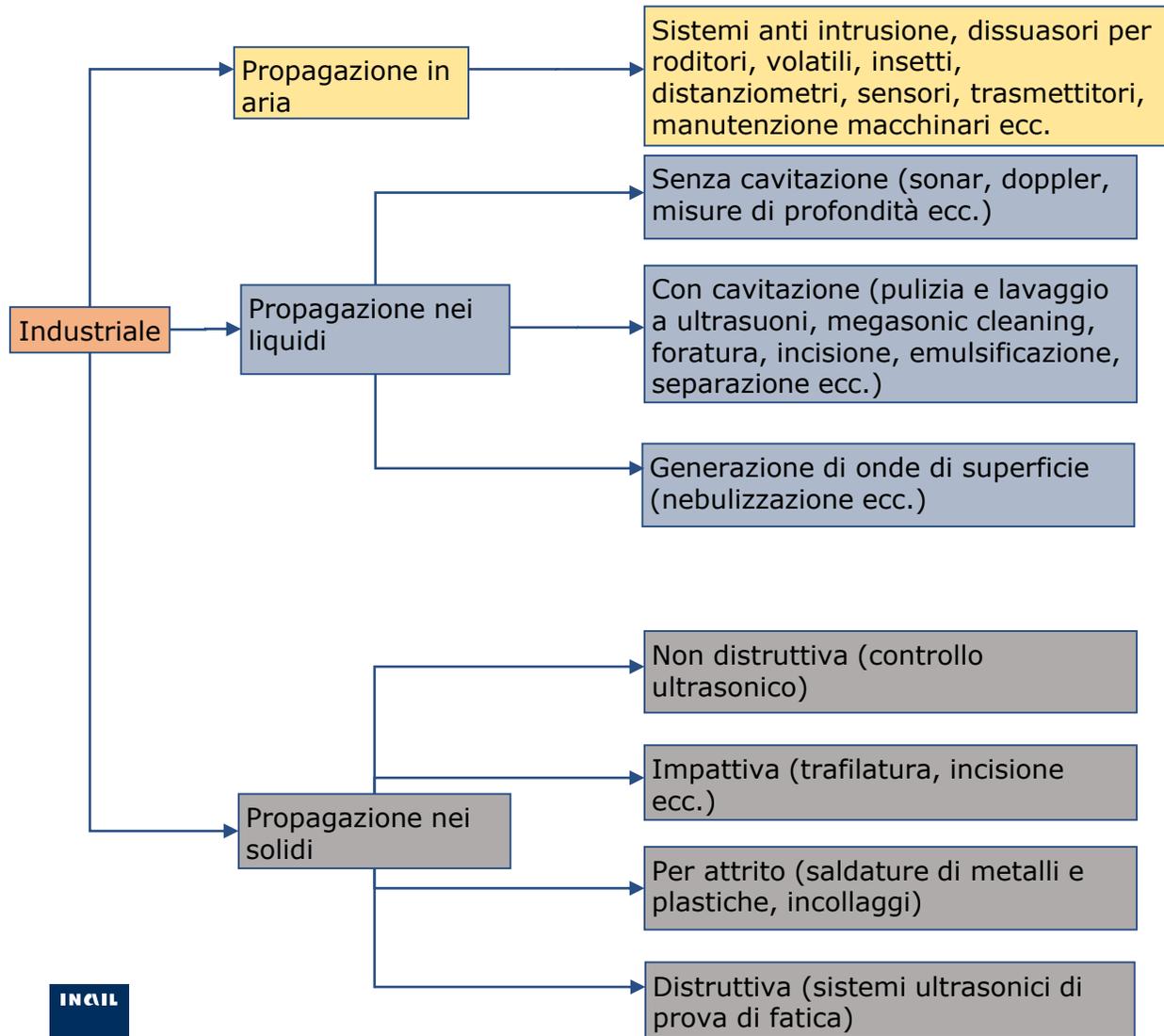
Gli ultrasuoni sono onde di pressione acustiche caratterizzate da frequenze al di sopra del limite superiore di udibilità per l'orecchio umano, che si trova tra i 16 kHz e i 20 kHz.



# Applicazioni degli ultrasuoni in ambito occupazionale



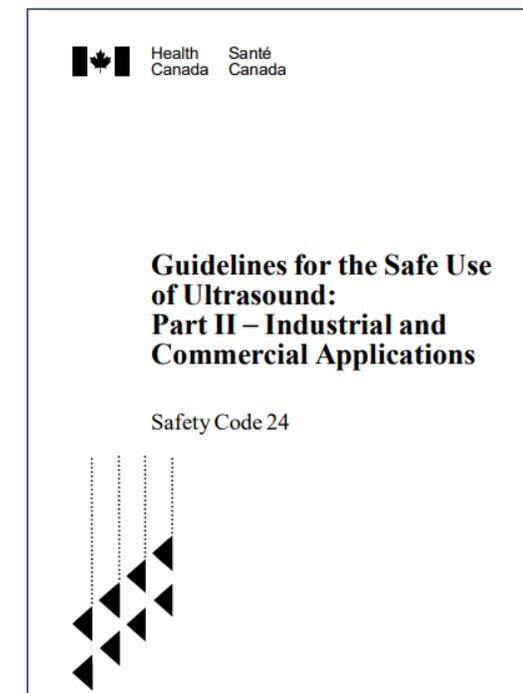
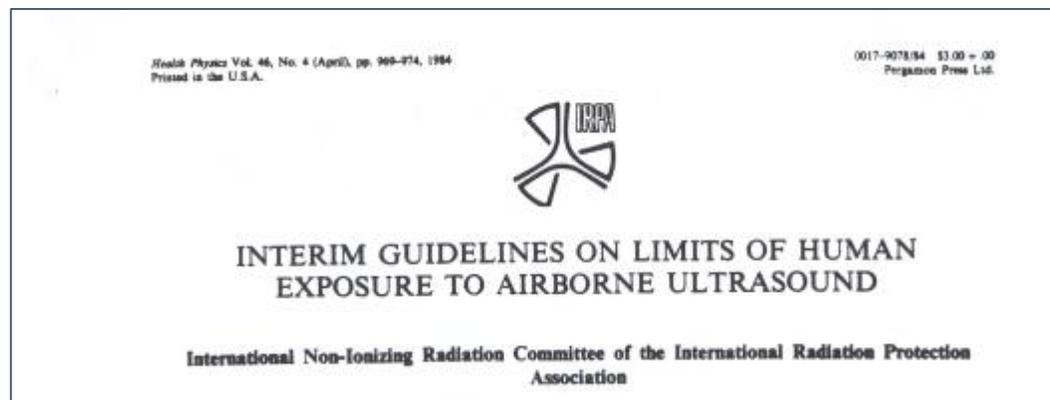
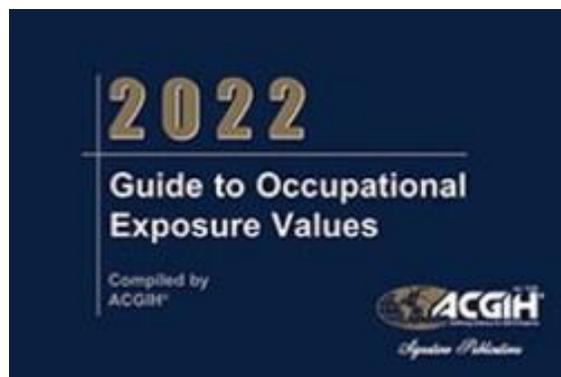
# Applicazioni degli ultrasuoni in ambito occupazionale



## La valutazione del rischio

Gli ultrasuoni rientrano nel campo di applicazione del Titolo VIII del D. Lgs.81/08 in quanto elencati tra gli agenti fisici nel Capo I (Articolo 180) ma, a differenza dei campi elettromagnetici, del rumore, delle vibrazioni e delle radiazioni ottiche artificiali, non possiedono un capo specifico che indichi una metodica di valutazione e le conseguenti misure di prevenzione e protezione da applicare in ambiente di lavoro. Pertanto, si fa riferimento a quanto indicato al comma 1 dell'Articolo 181 - Valutazione dei rischi, in cui è riportato che *“il datore di lavoro valuta tutti i rischi derivanti da esposizione ad agenti fisici in modo da identificare e adottare le opportune misure di prevenzione e protezione con particolare riferimento alle norme di buona tecnica ed alle buone prassi”*.

Per la valutazione del rischio ci si può quindi riferire a norme tecniche, raccomandazioni di Organismi Protezionistici, di Enti e Associazioni a livello nazionale e internazionale.



# Le FAQ ultrasuoni

  
COORDINAMENTO  
TECNICO  
INTERREGIONALE  
DELLA PREVENZIONE  
NEI LUOGHI DI LAVORO

Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome  
Gruppo Tematico Agenti Fisici

**Indicazioni operative per la prevenzione del rischio da Agenti Fisici ai sensi del Decreto Legislativo 81/08**

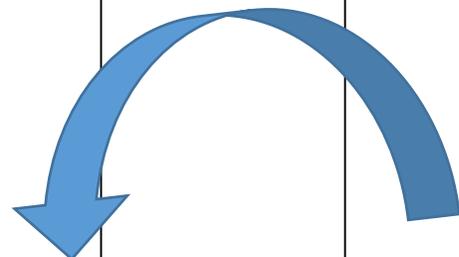
Parte 1: Titolo VIII Capo 1  
Parte 2: Radiazione Solare  
Parte 3: Microclima  
Parte 4: Rumore  
Parte 5: Vibrazioni

*in collaborazione con:*

  
ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO  
INAIL - Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro

  
Istituto Superiore di Sanità

*Revisione 01: approvata dal sotto gruppo di lavoro tematico Agenti Fisici il 08/06/2021  
approvata dal Gruppo Tecnico Interregionale Prevenzione Igiene e Sicurezza sui Luoghi di Lavoro il 21/07/2021*



  
COORDINAMENTO  
TECNICO  
INTERREGIONALE  
DELLA PREVENZIONE  
NEI LUOGHI DI LAVORO

Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome  
Gruppo Tematico Agenti Fisici

**Indicazioni operative per la prevenzione del rischio da Agenti Fisici ai sensi del Decreto Legislativo 81/08**

**Parte 7: ULTRASUONI**

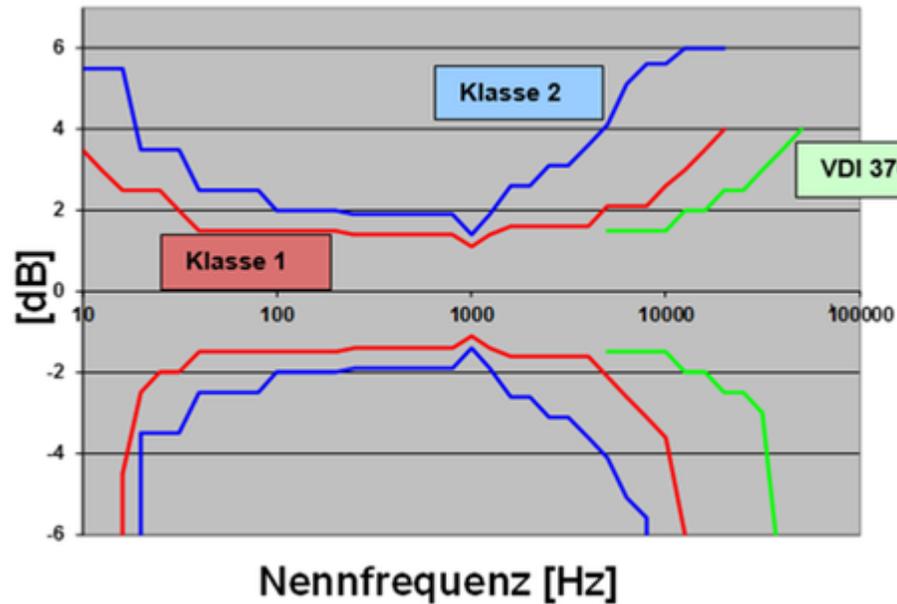
  
ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO  
INAIL - Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro

  
Istituto Superiore di Sanità

*Revisione 01: approvata dal gruppo di lavoro Agenti Fisici il 24/02/2022  
approvata dal Gruppo Tecnico Interregionale Prevenzione Igiene e Sicurezza sui Luoghi di Lavoro il XXXX*

# Caratteristiche tecniche della strumentazione per la misura degli ultrasuoni in aria

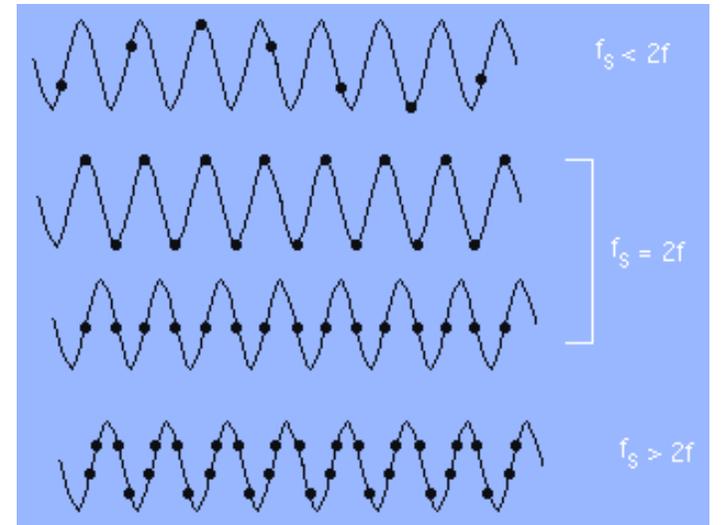
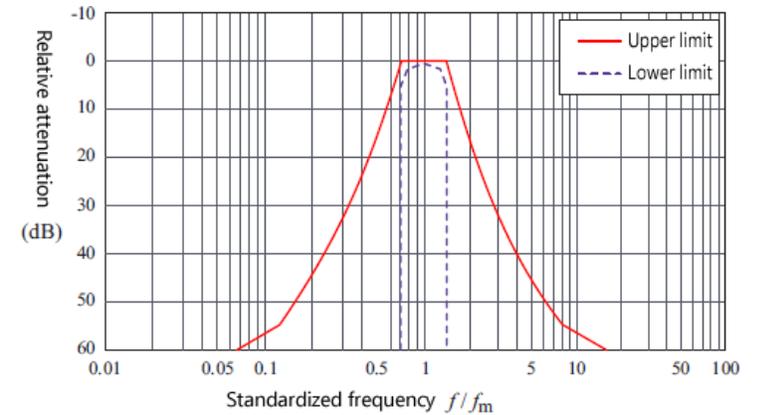
La strumentazione per la misurazione del livello di pressione sonora nella gamma delle frequenze ultrasoniche (a differenza della strumentazione per la misurazione del rumore), allo stato attuale, non ha standard internazionali che definiscano in maniera chiara ed univoca sia i requisiti stessi della strumentazione, che le procedure di calibrazione e le indicazioni riguardo la taratura periodica.



# Caratteristiche tecniche della strumentazione per la misura degli ultrasuoni in aria

In considerazione dei criteri di valutazione adottati a livello internazionale, si possono effettuare misurazioni con l'utilizzo di strumentazione con requisiti conformi alla classe 1 dei fonometri, dotata di microfono opportunamente selezionato per la gamma di frequenze da indagare e di filtri passa-banda in terzi d'ottava a condizione che:

- ❑ la risposta in frequenza della catena di misura copra l'intervallo di frequenze di interesse (in genere non superiore a 100 kHz)
- ❑ la frequenza di campionamento dello strumento digitale sia almeno il doppio della massima frequenza che si vuole misurare
- ❑ la frequenza centrale della banda di terzi di ottava più alta fra quelle disponibili nella strumentazione utilizzata sia superiore alla frequenza da misurare
- ❑ la gamma dinamica e la linearità dello strumento siano settate in funzione della sensibilità del microfono e sufficienti per la misurazione dei reali livelli di pressione sonora



# Caratteristiche tecniche della strumentazione per la misura degli ultrasuoni in aria

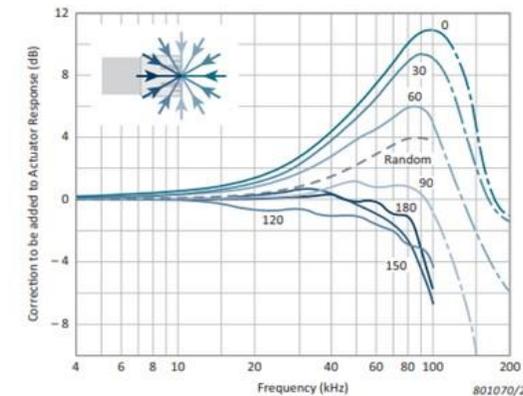
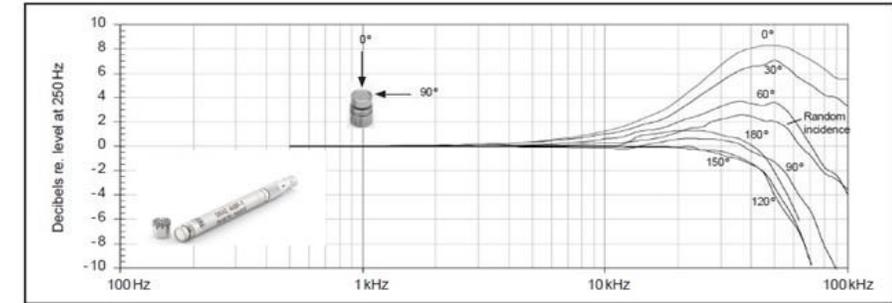
Dato il range di frequenze da misurare nonché dei livelli di pressione sonora minimo e massimo osservati tipicamente e le proprietà elettroacustiche dei microfoni disponibili in commercio, la scelta ottimale ricade su microfoni per campo libero con un diametro nominale di 1/4" o 1/8".

Il microfono di misurazione, in combinazione con il misuratore/analizzatore, dovrebbe garantire una banda passante piatta fino alle frequenze massime di indagine.

Vanno tenuti in conto:

- ❑ Effetti della griglia di protezione della capsula
- ❑ Effetti della protezione antivento, se impiegata
- ❑ Effetti dell'utilizzo di cavi di prolunga
- ❑ Effetti della direttività della capsula
- ❑ Effetti del rumore intrinseco del microfono

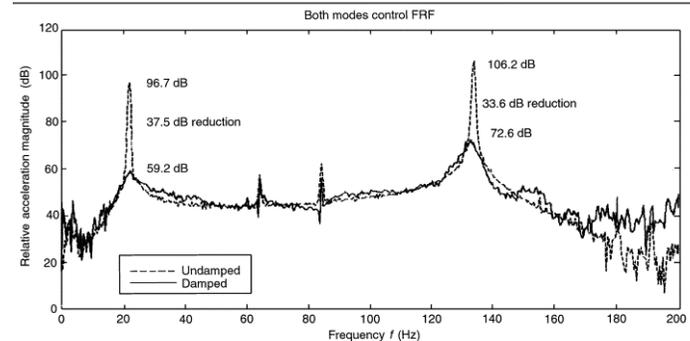
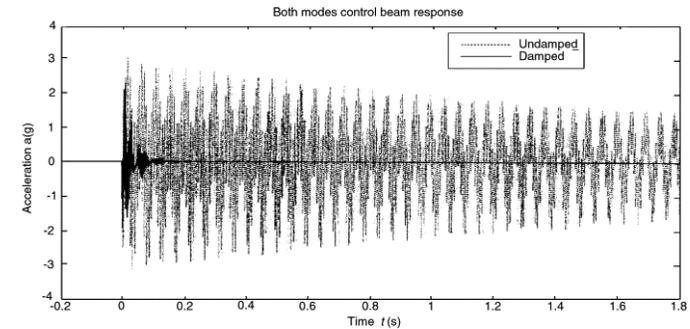
La calibrazione della catena di misura con l'uso di un calibratore acustico ed adattatore per la specifica capsula microfonica (94 -114 dB @ 1 kHz), effettuato prima e dopo le sessioni di misurazione, può essere un fattore importante per il contenimento dell'incertezza delle misurazioni del livello di pressione sonora.



## Metodiche di misura

Prima di effettuare una campagna di misura, si devono acquisire le informazioni sullo scenario espositivo, incluse le postazioni occupate e le modalità di lavoro degli operatori. Occorre quindi tener presente:

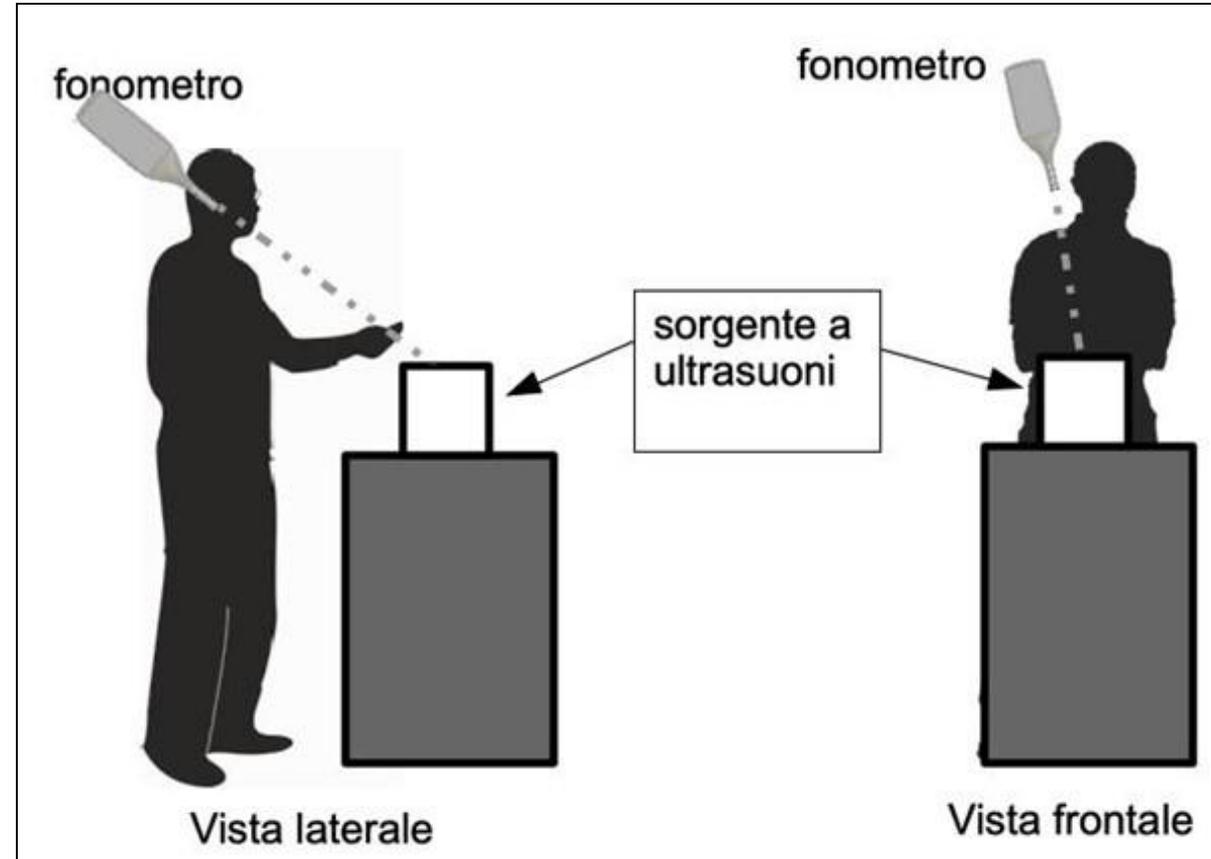
- ❑ le caratteristiche temporali dell'emissione ultrasonica (costante, fluttuante, impulsiva, ciclica, ecc.), di direttività ed il contenuto spettrale (monocromatico, banda larga, presenza di armoniche e sub-armoniche ecc.)
- ❑ le condizioni acustiche intorno alla postazione di misura, compresa la presenza di eventuali sorgenti interferenti
- ❑ i parametri microclimatici più significativi (temperatura, umidità, pressione, velocità dell'aria, ecc.) se possono influenzare i valori misurati e il corretto funzionamento degli strumenti utilizzati



## Metodiche di misura

Sulla base delle informazioni raccolte e/o fornite dal datore di lavoro devono essere pianificati: posizioni di misura, numero delle misure e tempi di misura, in modo da ottenere una rappresentazione significativa delle condizioni di esposizione dei lavoratori. Per quanto riguarda l'individuazione delle postazioni di misura, si suggerisce la seguente metodologia:

- ❑ misure intorno alla sorgente (atte a verificare la natura e la direttività ed individuare le direzioni in cui si ha massima emissione)
- ❑ mappatura dei livelli di esposizione nelle aree accessibili ai lavoratori al fine di identificare e segnalare eventuali zone ad accesso controllato
- ❑ misure in prossimità dell'orecchio maggiormente esposto, orientando il microfono verso la sorgente



## Misure di prevenzione e protezione

Una volta stabiliti i livelli di esposizione ai quali potrebbero essere esposti gli operatori sul luogo di lavoro, si dovranno mettere in atto specifiche misure di tutela al fine di prevenire gli effetti avversi sulla salute e la sicurezza. Le emissioni di ultrasuoni dovranno essere eliminate alla fonte o ridotte al minimo ottenibile in base al progresso tecnologico, all'ottimizzazione delle metodiche di lavoro, alle informazioni fornite da produttore in termini di installazione, manutenzione ed utilizzo.

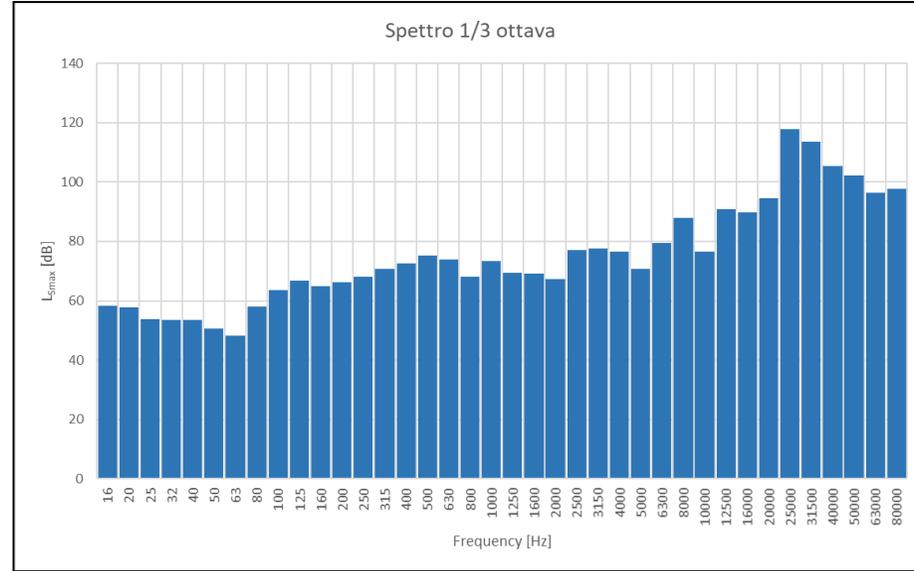
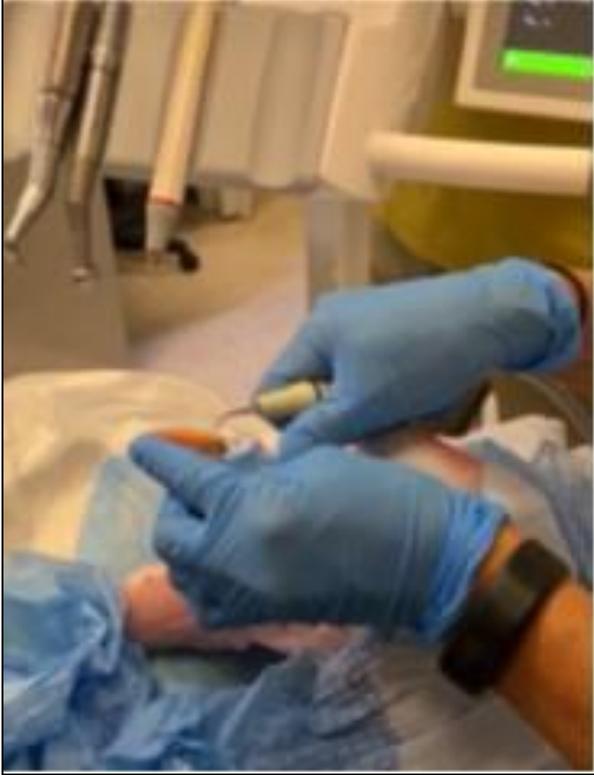
- ❑ Segregazione della sorgente
- ❑ Zonizzazione delle aree attorno alla sorgente con affissione di opportuna cartellonistica
- ❑ DPI uditivi (anche se le certificazioni delle attenuazioni non coprono la banda ultrasonica e bisogna tenere in conto gli effetti di una eventuale iperprotezione nel campo udibile)
- ❑ Formazione e informazione dei lavoratori esposti



DANGER



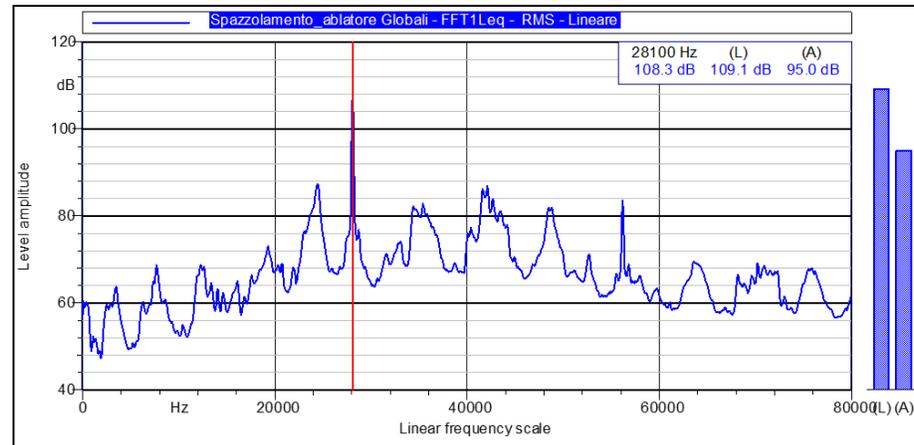
# Esempio: ablatore dentale



Terzi di ottava

$L_{Smax}$  @25 kHz = 117,8 dB

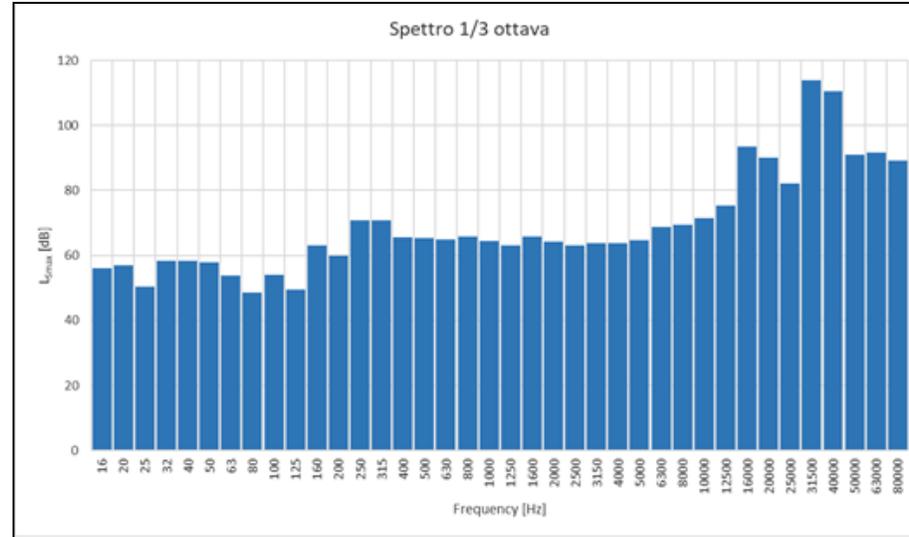
$L_{Smax}$  @31,5 kHz = 113,5 dB



FFT

$L_{Smax}$  @ 28,1 kHz = 108,3 dB.

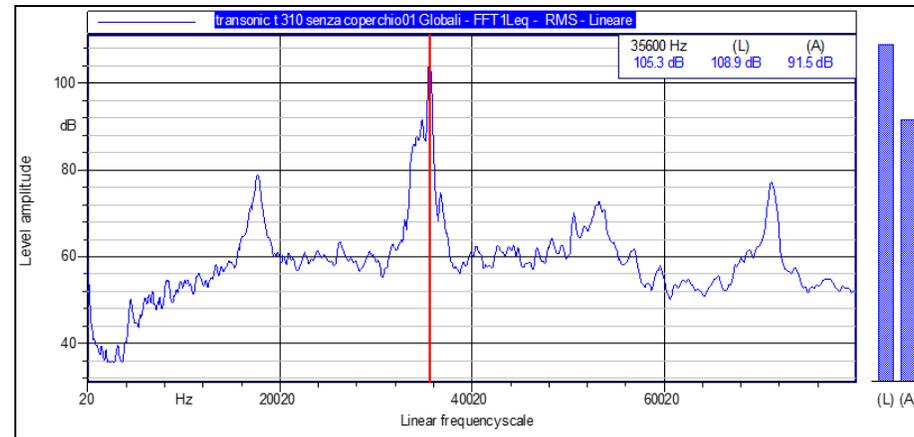
# Esempio: bagno a ultrasuoni



Terzi di ottava

L<sub>Smax</sub> @31,5 kHz= 113,8 dB

L<sub>Smax</sub> @40 kHz= 110,5 dB



FFT

L<sub>Smax</sub> @ 35,6 kHz = 105,3 dB.

***Grazie per l'attenzione***