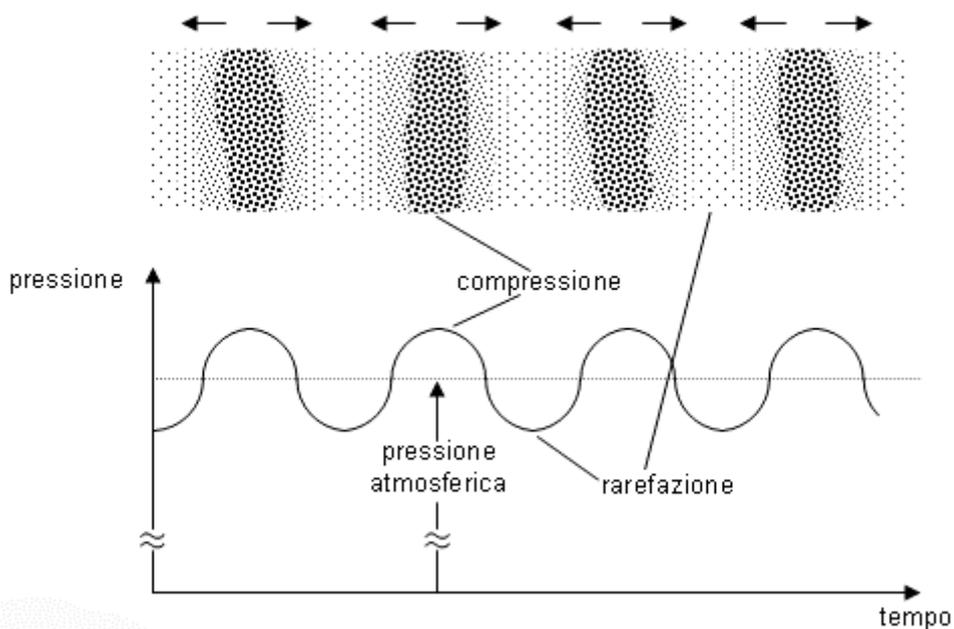
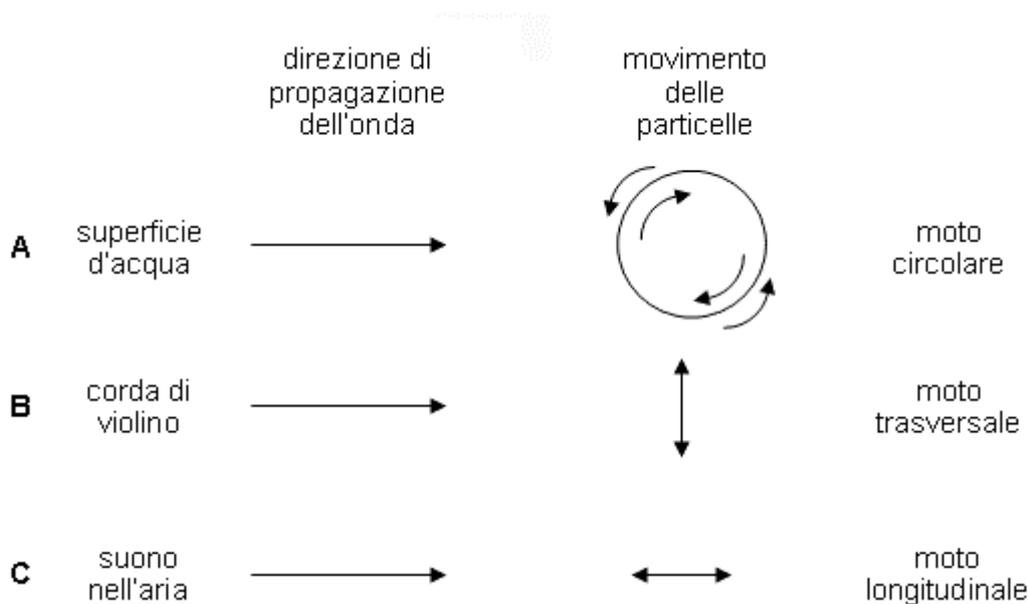


SUONO E RUMORE

SUONO

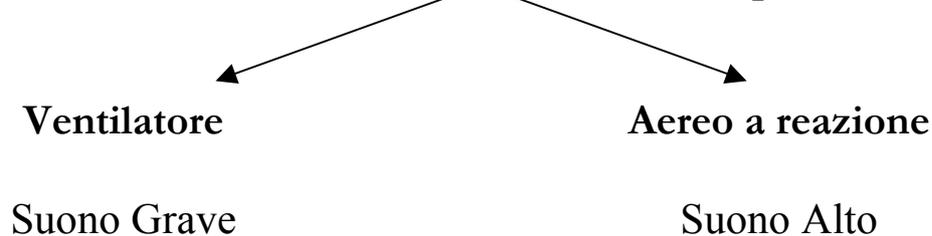
E' una perturbazione meccanica che si propaga in un corpo elastico (gas, liquido, solido). Il corpo elastico (cioè la sorgente di suono), messo in vibrazione, crea una serie di compressioni e rarefazioni delle molecole dell'aria che producono le onde sonore.



La **Frequenza (f)** è il numero di vibrazioni (fluttuazioni) complete che avvengono in un secondo e si misura in Hertz (Hz). Il campo di udibilità dell'orecchio umano è compreso tra 20 e 20000 Hz. Sotto (infrasuoni) o sopra (ultrasuoni) tale range, le onde sonore non sono percepibili.



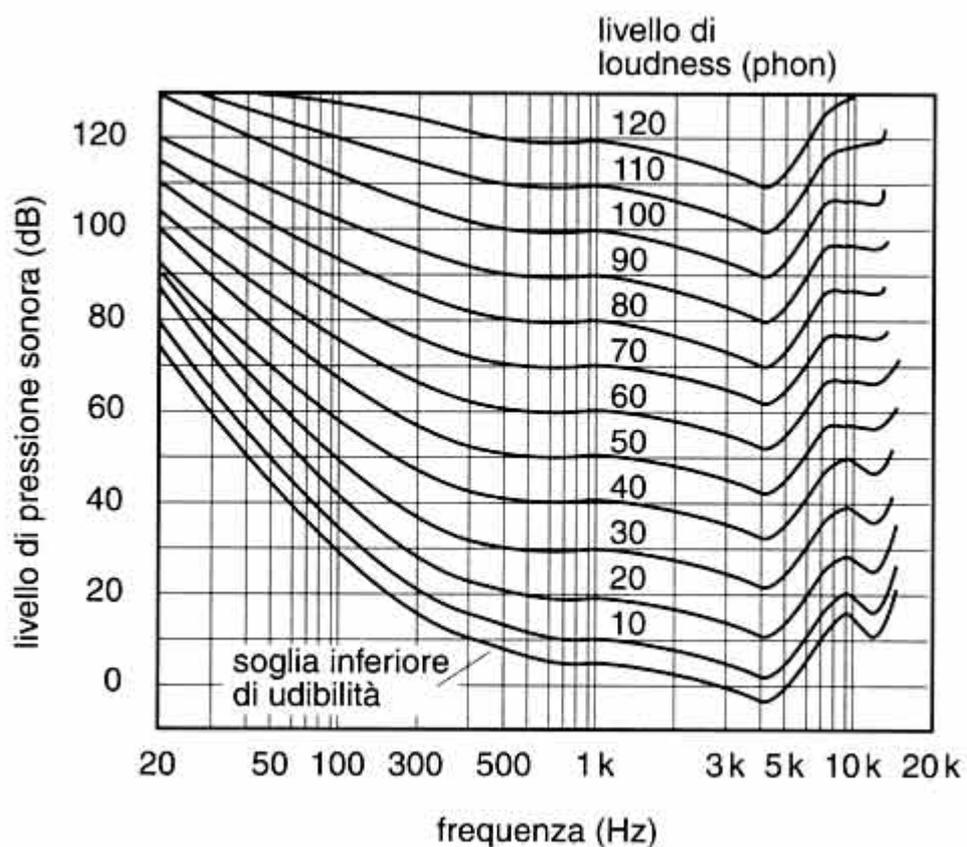
Ogni sorgente ha un suo caratteristico spettro di frequenza.



Analisi in frequenza

Percezione dell'orecchio umano → 2000 Hz - 5000 Hz

ISOFONICHE DI FLETCHER E MUNSON



40 dB – 1000 Hz → 40 phon

53 dB – 100 Hz → 40 phon

$$40 \text{ dB} - 1000 \text{ Hz} = 53 \text{ dB} - 100 \text{ Hz}$$

IL RUMORE

PER RUMORE SI INTENDE UN SUONO CHE PRESENTI CARATTERISTICHE TALI, SIA COME QUALITÀ CHE, SOPRATTUTTO, COME INTENSITÀ, DA RISULTARE FASTIDIOSO O ADDIRITTURA DANNOSO PER LA SALUTE.

EFFETTI DEL RUMORE

dipendono da

Intensità del rumore

Durata dell'esposizione

Si dividono in

EFFETTI UDITIVI

EFFETTI EXTRAUDITIVI

IPOACUSIA – Diminuzione fino alla perdita della capacità uditiva per esposizione prolungata (da 4000 Hz).

L'esposizione ad un rumore estremamente intenso può anche lacerare il timpano producendo una perdita uditiva molto accentuata; invece un rumore meno elevato, ma pur sempre intenso, determinerà una lesione alle strutture dell'orecchio interno che non riusciranno più a trasmettere in modo completo gli impulsi al cervello.

EFFETTI EXTRAUDITIVI

- **SISTEMA NERVOSO.** Disturbi dell'equilibrio e del tono psicomotorio, disturbi dell'attenzione e della concentrazione.
- **ORGANO DELLA VISTA.** Disturbi del visus, dilatazione della pupilla.
- **APPARATO GASTROINTESTINALE.** Aumento della mobilità gastrointestinale e possibili fenomeni spastici, aumento dell'incidenza di gastroduodeniti e ulcere.
- **APPARATO CARDIOCIRCOLATORIO.** Aumento della frequenza cardiaca, costrizione dei vasi periferici, aumento della pressione arteriosa.
- **APPARATO RESPIRATORIO.** Aumento della frequenza respiratoria.
- **APPARATO ENDOCRINO.** Modificazioni nella produzione di ormoni, particolarmente a carico di ipofisi e surrene.
- **ALTRI ORGANI ED APPARATI.** Disturbi del carattere, eccitazione, depressione, nevrosi, disturbi sessuali.

LIVELLI SONORI

Misura del suono = misura del Livello di pressione sonora.

Unità di misura : “Pascal” (N/m²),

Valori compresi tra $20 \cdot 10^{-6}$ Pa e 200 Pa

Esigenza di compressione dell'intervallo

scala logaritmica: **dB (decibel)**

$$L_p = 10 \log (p^2/p_0^2) = 20 \log (p/p_0),$$

0 dB (20 μPa): soglia di udibilità

130 dB (100 Pa): soglia del dolore

Percezione uditiva

- Variazione di 1 dB: Non percepibile (appena rilevabile)
- 3 dB (rilevante): Minor variazione rilevabile realmente
- 6 dB (evidente): Raddoppio della pressione sonora
- 10 dB (significativa): Netta percezione del dimezzamento/raddoppio dell'intensità sonora

Livello continuo equivalente di pressione sonora - ($L_{eq,T}$)

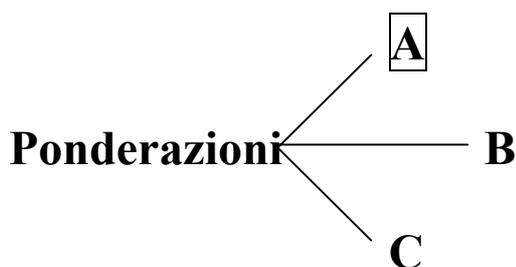
$$L_{Aeq, T_e} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \left[\frac{P_A(t)}{P_0} \right]^2 dt \right\}$$

E' il livello sonoro costante che ha lo stesso contenuto di energia del segnale sonoro variabile misurato

MEDIA dei valori di rumore rilevati in un determinato tempo di misura

Esempi di livelli di pressione sonora

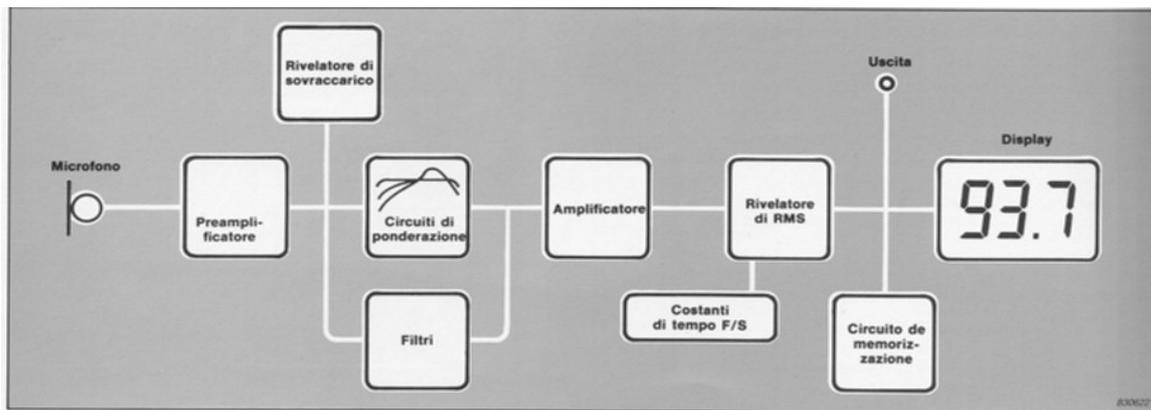
Sorgente	Livello di pressione sonora (dB)
<i>Biblioteca</i>	<i>30</i>
<i>Dialogo normale di 2 persone</i>	<i>55</i>
<i>Ufficio rumoroso</i>	<i>60</i>
<i>Traffico metropolitano</i>	<i>80</i>
<i>Discoteca</i>	<i>100</i>
<i>Aereo in decollo</i>	<i>130</i>



L'udito è meno sensibile alle frequenze più alte e più basse.
Per tenerne conto, durante la misura del suono, vengono applicati dei filtri di ponderazione.

LA MISURAZIONE DEL SUONO

Lo strumento universalmente adoperato per le misure di livello sonoro è il 'Fonometro'.



Tempi di risposta:

- A. FAST – Veloce (125 ms)
- B. SLOW – Lenta (1 s)
- C. IMPULSE (35 ms)

La normativa internazionale IEC n. 651 prevede 4 classi di strumenti:

1. Classe 0: campioni di laboratorio
2. Classe 1: strumento di precisione per misure di laboratorio e sul campo
3. Classe 3: strumento di uso corrente
4. Classe 4: indagini preliminari a largo raggio.

ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI AL RUMORE

Per la valutazione del rischio da rumore, occorre conoscere l'esposizione del lavoratore nell'arco della giornata lavorativa, così da calcolare la sua esposizione quotidiana. Il parametro utilizzato è il

Livello di esposizione quotidiana (Lep,d)

Livello di esposizione quotidiana personale al rumore, riferita e ponderata alle 8 ore giornaliere (così come definito dal D.Lgs. 277/91).

$$L_{ep,d} = L_{Aeq,Te} + 10 \log (T_e/T_0) \text{ (dB(A))}$$

Integrazione livelli sonori – tempi di esposizione

Se l'attività lavorativa, e la conseguente esposizione al rumore, variano notevolmente nel corso della settimana, è possibile calcolare il livello settimanale di esposizione al rumore:

Livello di esposizione settimanale (Lep,w)

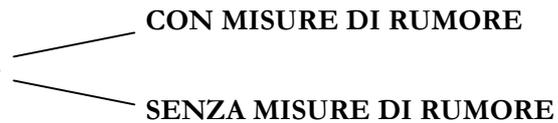
E' la media settimanale dei diversi Lep,d. Diviene il valore sulla base del quale dovranno essere attuati i protocolli di prevenzione ex D.Lgs. 277/91.

Attività estremamente variabili con elevata fluttuazione dei livelli di esposizione personali: Ricostruzione del Lep con riferimento al massimo rischio

D.Lgs. 15 agosto 1992 n° 277

Applicazione: Tutte le attività pubbliche e private nelle quali sono addetti lavoratori subordinati o ad essi equiparati

OBBLIGHI PRINCIPALI DEL DATORE DI LAVORO

- ❖ CONSULTAZIONE DEI LAVORATORI
- ❖ VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE A RUMORE DEI LAVORATORI
- ❖ RIDUZIONE DEL RISCHIO CON MISURE TECNICHE, ORGANIZZATIVE, PROCEDURALI, PRIVILEGIANDO INTERVENTI ALLA FONTE
- ❖ RAPPORTO DI VALUTAZIONE 
 - CON MISURE DI RUMORE
 - SENZA MISURE DI RUMORE
- ❖ ATTUAZIONE DELLE MISURE DI RIDUZIONE PREVISTE
- ❖ INFORMAZIONE E FORMAZIONE AI LAVORATORI
- ❖ FORNITURA D.P.I.
- ❖ PREDISPOSIZIONE DEL CONTROLLO SANITARIO

CLASSI DI ESPOSIZIONE

Valore mediato sul giorno (Lep/d) o sulla settimana (Lep/w)	Entità rischio
< 80 dBA	Rischio assente
80 < dBA < 85	Rischio lieve
85 < dBA < 90	Rischio consistente
> 90 dBA	Rischio grave

ADEMPIMENTI

VALORI DI ESPOSIZ. dBA	MISURE DA ADOTTARE
< 80	Nessuna
80 - 85	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Informazione dei lavoratori a cura del datore di lavoro sui rischi derivanti dall'esposizione a rumore, sui mezzi individuali di protezione, sulle misure di protezione a cui i lavoratori devono uniformarsi, sulle misure adottate in applicazione delle norme del D.Lgs., sul significato dei controlli sanitari, sul significato e sui risultati della valutazione di cui all'art. 40. ▪ Su richiesta dei lavoratori e conferma del medico competente, è disposto il controllo sanitario.
85 - 90	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Predisposizione dei mezzi individuali di protezione (senza obbligo di utilizzo). ▪ Informazione dei lavoratori a cura del datore di lavoro sull'uso corretto dei mezzi individuali di protezione e sull'uso corretto di utensili, macchine e apparecchiature ai fini della riduzione al minimo dei rischi dell'udito. ▪ Controllo sanitario periodico con intervalli non superiori ai due anni.
> 90 o valori istantanei > 140 dB	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Segnaletica appropriata, Perimetrazione e Limitazione di accesso all'area interessata dal superamento. ▪ Obbligo di utilizzo di mezzi individuali di protezione. ▪ Consultazione dei lavoratori per la scelta dei mezzi individuali di protezione. ▪ Controllo sanitario periodico con intervalli non superiori ad un anno. ▪ Comunicazione, entro 30 giorni dall'accertamento, all'organo di vigilanza, sulle misure tecniche e organizzative applicate in conformità dell'art. 41, c. 1.

DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE

In caso di impossibilità a ridurre il rumore ad un livello accettabile con misure tecnico-organizzative, si deve ricorrere ai mezzi di protezione individuale.

I protettori acustici si dividono essenzialmente in:

- ◆ inserti auricolari
- ◆ cuffie
- ◆ elmetti con cuffie

I lavoratori o i loro rappresentanti sono consultati per la scelta dei DPI, che dovrebbe tenere in conto in particolar modo

- ✓ della marcatura di certificazione (D. Lgs. 475/92)
 - ✓ del requisito di attenuazione sonora (Norma UNI-EN 458)
 - ✓ dell'efficacia
 - ✓ del comfort
 - ✓ dell'igienicità
-
- **Obbligo di messa a disposizione per esposizione compresa tra 85 – 90 dBA**
 - **Obbligo di indossare i DPI per esposizione > 90 dBA**
 - **Raccomandazione: Impiego anche a livelli inferiori a 85 dBA**

IL MEDICO COMPETENTE

Controllo sanitario

- Livelli di esposizione > 85 dBA: *Obbligatorio*
- Livelli di esposizione compresi tra 80 e 85 dBA: *A richiesta dei lavoratori e conferma del Medico*

Compiti

- ❖ VISITE MEDICHE PREVENTIVE
- ❖ VISITE MEDICHE PERIODICHE
- ❖ PREDISPOSIZIONE E REDAZIONE CARTELLE SANITARIE DI RISCHIO (Custodite presso il datore di lavoro con salvaguardia del segreto professionale)
- ❖ INFORMAZIONE AI LAVORATORI SUL SIGNIFICATO DEGLI ACCERTAMENTI
- ❖ RIUNIONE PERIODICA IN CUI COMUNICA AI RLS I RISULTATI ANONIMI COLLETTIVI E IL LORO SIGNIFICATO
- ❖ GIUDIZI DI IDONEITÀ alla mansione specifica

OBBLIGHI DEI LAVORATORI

- ❖ OSSERVARE LE MISURE PREVISTE PER LA PROTEZIONE COLLETTIVA E INDIVIDUALE
- ❖ USARE CON CURA I D.P.I.
- ❖ SEGNALARE IMMEDIATAMENTE LE DEFICIENZE RICONTRATE DEI DISPOSITIVI E DEI MEZZI DI PROTEZIONE
- ❖ INFORMARE IL DATORE DI LAVORO SULLE CONDIZIONI DI PERICOLO ESISTENTE
- ❖ NON RIMUOVERE O MODIFICARE I DISPOSITIVI DI SICUREZZA
- ❖ SOTTOPORSI AL CONTROLLO SANITARIO PREVISTO

ESPOSIZIONE SUPERIORE A 90 dB(A) – 140 dB, Picco

Esposizione > 90 dB(A) L_{EP}

Pressione acustica istantanea non ponderata > 140 L_{picco}

MISURE TECNICHE

- Superamento solo in prossimità delle macchine:
Apposita segnaletica di pericolo solo sulle macchine.
- Superamento su aree estese:
Segnalazione sull'ingresso dell'area, sua perimetrazione e limitazione d'accesso al solo personale strettamente necessario.

L'eventuale impossibilità di procedere a perimetrazione e limitazione d'accesso deve essere indicata e motivata nel Rapporto di Valutazione.

MISURE AMMINISTRATIVE

- Comunicazione all'organo di vigilanza, entro 30 giorni dall'accertamento (*preferibilmente accompagnata da copia del Rapporto di Valutazione*) del superamento e delle relative misure applicate.
- Informazione del RLS (o dei lavoratori) del contenuto della comunicazione.
- Istituzione del Registro degli Esposti.

SANZIONI

Datore di lavoro

VIOLAZIONE	SANZIONE
Mancata fornitura ai lavoratori dei DPI	<i>arresto da tre a sei mesi o ammenda da lire dieci milioni a lire cinquanta milioni</i>
Mancata esecuzione della valutazione o irregolare periodicità della stessa	“
Mancata adozione delle misure per la riduzione del rischio	“
Mancata comunicazione per superamento 90 dB(A) o 140 dB	“
Mancata formazione e informazione dei lavoratori	<i>arresto da due a quattro mesi o ammenda da lire tre milioni a lire quindici milioni</i>
Mancato controllo sanitario	“
Mancata consultazione dei lavoratori in ordine alla valutazione del rischio	“
Mancata segnalazione e perimetrazione per superamento 90 db(A) o 140 dB	“
Mancata consultazione dei lavoratori in ordine alla scelta dei DPI	“
Mancata adozione registro degli esposti	“
Mancata consultazione dei lavoratori in ordine alla scelta del personale esecutore della valutazione del rischio	<i>arresto fino a tre mesi o con l'ammenda da lire un milione a lire sei milioni</i>

Le stesse violazioni sono previste per i preposti e i dirigenti, anche se con sanzioni minori.

Lavoratori

VIOLAZIONE	SANZIONE
<p>Rimuovono o modificano, senza autorizzazione, i dispositivi di sicurezza, di segnalazione, di misurazione ed i mezzi individuali e collettivi di protezione</p>	<p><i>arresto fino a un mese o con l'ammenda da lire quattrecentomila a lire due milioni</i></p>
<p>Mancato utilizzo dei DPI</p>	<p>“</p>
<p>a) Mancata osservazione delle disposizioni e istruzioni impartite dal datore di lavoro, dai dirigenti e dai preposti ai fini della protezione collettiva ed individuale; b) Utilizzo non appropriato dei DPI e dei dispositivi di sicurezza; c) Mancata segnalazione immediata al datore di lavoro, al dirigente ed al preposto delle deficienze dei suddetti dispositivi e mezzi, nonché le altre eventuali condizioni di pericolo di cui vengano a conoscenza, non adoperandosi direttamente, in caso di urgenza nell'ambito delle loro competenze e possibilità, per eliminare o ridurre dette deficienze o pericoli.</p>	<p><i>arresto fino a quindici giorni o con l'ammenda da lire duecentomila a lire ottocentomila</i></p>

Medico competente

VIOLAZIONE	SANZIONE
<p>Scorretta attuazione del controllo sanitario (es. non rispetto delle periodicità).</p> <p>Mancata istituzione della cartella sanitaria e di rischio con salvaguardia del segreto professionale.</p> <p>Mancata esecuzione della visita agli ambienti di lavoro almeno due volte l'anno.</p> <p>Mancata partecipazione alla programmazione del controllo dell'esposizione dei lavoratori</p>	<p><i>arresto fino a due mesi o con l'ammenda da lire un milione a lire sei milioni</i></p>
<p>Mancata informazione del lavoratore sull'esito dei controlli periodici e sui dati della cartella sanitaria personale di rischio</p>	<p><i>arresto fino a un mese o con l'ammenda da lire cinquecentomila a lire tre milioni</i></p>