

INDAGINE FONOMETRICA

D. Lgs 81/08 coordinato con il D.Lgs. 106/09 e s.m.i.

ZAVI S.R.L.



Rev.	Data	Consulente di supporto alla redazione	Redige e Autorizza Datore di lavoro
00	28.07.2019	<u>Studio di Ingegneria</u> Dott. Ing. FABIO MAGLIOCCHETTI Via T. Albinoni, 267 03100 Frosinone	Alberto EMANUELE
RSPP		RLS	Il Medico Competente
Dott. Ing. Marco MESSIA		Bruna PALUMBO	Dott. Fedor Dimitri

Il documento di valutazione dei rischi si compone di n. 31 pagine oltre la presente, di n. 3 schede allegate e certificati di taratura fonometro e calibratore e planimetria con i punti di misura

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

INDICE

CAPITOLO 1 - PREMESSA	pag. 2
1.1 nozioni generali su suoni e rumori	pag. 2
1.1 Parametrici fisici	pag. 2
1.2 Criteri di valutazione del rumore	pag. 5
1.3 Richiami legislativi ed obblighi	pag. 7
1.3.1 Valutazione del rischio	pag. 7
1.3.2 Valori limite di esposizione	pag. 8
1.3.3 Aggiornamento della valutazione	pag. 9
1.3.4 Misure di prevenzione e protezione	pag. 9
1.3.5 Utilizzo dei Dispositivi di protezione individuale	pag. 10
1.3.6 Misure per la limitazione dell'esposizione	pag. 11
1.3.7 Informazione e formazione dei lavoratori	pag. 11
CAPITOLO 2 - METODI DI VALUTAZIONE DELL'ATTENUAZIONE SONORA DI UN PROTETTORE AURICOLARE RELATIVA AD UN LIVELLO DI PRESSIONE ACUSTICA CONTINUA EQUIVALENTE PONDERATA A	pag. 12
2.1 Metodo HML	pag. 14
2.2 Controllo HML	pag. 15
2.3 Metodo SNR	pag. 17
CAPITOLO 3 - METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	pag. 18
3.1 Criteri di rilevazione	pag. 18
3.2 Tabella riassuntiva delle rilevazioni sperimentali	pag. 19
3.3 valutazione dell'incertezza di misura sul livello di esposizione giornaliera e sul livello di picco	pag. 22
3.4 Tabella riassuntiva dei LEX,w calcolati	pag. 27
CAPITOLO 4 - CONCLUSIONI	pag. 28
4.1 Misure di prevenzione e protezione	pag. 28
4.2 Uso dei Dispositivi di protezione individuale	pag. 28
4.3 Valutazione dell'adeguatezza dei Dispositivi di Protezione auricolare	pag. 28
4.4 Informazione e formazione dei lavoratori	pag. 29
4.5 Sorveglianza sanitaria	pag. 29
CAPITOLO 5 - ELENCO DIPENDENTI STRUMENTAZIONE DI MISURA	pag. 30 pag. 30
ALLEGATI :	
Planimetria con punti di misura	pag. 32
Certificati di taratura	pag. 33
Schede di valutazione	

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

1 - PREMESSA

1.1 - NOZIONI GENERALI SU SUONI E RUMORI

1.1.1 - PARAMETRI FISICI

Frequenza: La frequenza è il numero di oscillazioni al secondo, è espressa in Hz.

Periodo: Il periodo è l'intervallo di tempo necessario per compiere una oscillazione completa, è espresso in s (secondi).

Velocità di propagazione del suono: è lo spazio percorso dal fronte dell'onda sonora nell'unità di tempo, è espressa in m/s (metri/secondo).

Lunghezza d'onda: La lunghezza d'onda è la distanza fra due massimi di pressione, è espressa in m (metri).

Pressione sonora: La pressione sonora è il valore della pressione atmosferica causata da perturbazioni acustiche, è espressa in Pascal.

Valore efficace: Il valore efficace della pressione sonora p (rms) è il valore di pressione costante che è equivalente a quello istantaneo di compressione o rarefazione nell'intervallo di tempo d'integrazione T

$$p(\text{rms}) = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T p^2 dt}$$

dove: p (rms) è il valore efficace di pressione sonora.

T è il tempo di integrazione

RMS: Significa "ROOT MEAN SQUARE" radice quadrata dei valori medi dei quadrati, nella misura del rumore RMS è la radice quadrata della media aritmetica di una sequenza di valori istantanei di rumore elevati al quadrato. RMS assume importanza nella misura del suono in quanto il valore è direttamente legato alla quantità di energia contenuta nel segnale sonoro.



Il fattore di cresta: è il rapporto fra il valore del picco e il valore efficace.

Decibel: La misura del suono/rumore può essere determinata da una misura di pressione. L'ampiezza della scala che interessa l'udito umano è vasta, va da un minimo di 20×10^{-6} Pascal di pressione sonora a oltre 150 Pascal, impossibile da sopportare, insorgenza immediata di danno. Il decibel (simbolo dB) è definito da:

$$\text{dB} = 20 \cdot \log_{10} \frac{x}{x_0}$$

dove:

- x è il valore della grandezza misurata
- x_0 è il valore di riferimento della misura stessa (cui corrisponde dB=0)
- Il livello di pressione sonora è definito dall'espressione:

$$L_p = 10 \cdot \log_{10} \frac{P^2}{P_0^2} = 20 \cdot \log_{10} \frac{P}{P_0}$$

dove:

- L_p = livello di pressione sonora
- P = valore di pressione misurata
- P_0 = valore di pressione di riferimento $0,00002 = 20 \times 10^{-6}$ Pascal
- Il livello di pressione sonora continuo equivalente, è definito come:

$$L_{eq,T} = 10 \cdot \log_{10} \left\{ \left(\frac{1}{T} \cdot \int_{t_1}^{t_2} P^2 dt \right) : P_0^2 \right\}$$

dove:

- $L_{eq,T}$ è il livello di espressione sonora continuo equivalente, determinato in un intervallo di tempo $T=t_2-t_1$
- P è la pressione sonora istantanea
- P_0 è il livello di pressione di riferimento pari a 20×10^{-6} Pascal

Il livello di esposizione sonora, è definito come:



Valutazione Esposizione al rumore

D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.

Sezione --

Rev. 00 del 28.07.2019

$$L_{e,T} = 10 \cdot \log_{10} \left\{ \left(\frac{1}{T} \cdot \int_{t_1}^{t_2} P^2 dt \right) : (P_0^2 \cdot T_0) \right\}$$

dove:

- $L_{e,T}$ è il livello di esposizione sonora (anche simbolizzato come SEL) determinato in un intervallo di tempo $T = t_2 - t_1$
- P_0 è pari a 20×10^{-6} Pascal
- T_0 è pari ad 1s

Infine, tra L_{eq} e SEL vale la seguente relazione:

$$L_{e,T} = L_{eq,T} + 10 \cdot \log_{10} \frac{T}{T_0} \text{ dB}$$

L'esposizione quotidiana personale del lavoratore viene calcolato con la seguente formula (art. 188 del D.Lgs. 81/08):

$$L_{Ex, 8h} = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{1}{T_R} \sum_{i=1}^n (T_0)_i 10^{0,1L_{aeq}} \right] \text{ dB(A)}$$

Nei casi in cui l'organizzazione del lavoro è complessa e varia nelle giornate di lavoro, è conveniente calcolare l'esposizione al rumore settimanale del lavoratore.

Il $L_{ex,w}$ riferito ad una settimana viene calcolato nel modo seguente:

$$L_{ep,w} = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 10^{0,1(L_{ex,8h})_i} \right] \text{ dB(A)}$$

1.2 - CRITERI DI VALUTAZIONE DEL RUMORE

Esiste una stretta relazione tra energia di rumore assorbita e danno uditivo. C'è un legame diretto tra livello di pressione sonora e il tempo di esposizione.

Il metodo più accreditabile per la verifica del rischio di danno uditivo si fonda sul principio dell'energia **equivalente**. Su tale principio si basa il **livello sonoro equivalente**, con cui s'intende il livello sonoro costante che provoca lo stesso rischio di subire un danno uditivo da rumore rispetto a quello provocato dal rumore variabile in esame.

Il livello sonoro equivalente ottenuto utilizzando la scala fonometrica di ponderazione A, è indicato come L_{Aeq} .

Questo concetto è stato introdotto dalla DIRETTIVA DEL CONSIGLIO DELLE COMUNITÀ EUROPEE 12 Maggio 1986 e successivamente recepito dal DECRETO LEGISLATIVO 15 Agosto 1991 n.277, e confermato anche dalla direttiva 2003/10/CE relativa all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dal rumore, recepita dal D.L.vo 10.04.2006 n. 195 (G.U. n. 124 del 30.05.2006) e successivamente dal Testo unico della sicurezza, ovvero il D.Lgs. n.81 del 09 aprile 2008 coordinato con il D.Lgs. n.106 del 03 agosto 2009, Titolo VIII - AGENTI FISICI" – al capo II "Rischi di esposizione al rumore durante il lavoro".

Una semplice rilevazione fonometrica fornisce la misura di un fenomeno fisico (dB lin) che è scarsamente attinente con le sensazioni e gli effetti reali che induce sull'orecchio.

Nei fonometri, pertanto, si possono inserire diversi circuiti detti di ponderazione che tengono conto dell'andamento della sensibilità dell'orecchio umano in funzione delle diverse frequenze (curve A, B, C e D). Il circuito che fornisce risultati in buon accordo con le indagini soggettive, è la curva A oggi largamente utilizzata.

Ugualmente per la frequenza è da dire che un rumore è costituito da una serie di suoni a frequenza diversa.

Mediante filtri avente l'ampiezza di un'ottava o di un terzo di ottava, il campo di frequenza da 20 Hz a 20.000 Hz è suddiviso ed analizzato. Quest'analisi in frequenza, o spettrogramma del rumore, consente, da un lato, di valutare ai fini del danno le frequenze caratteristiche del fenomeno e, dall'altro, di studiare i requisiti di un materiale fonoassorbente, di uno schermo protettivo o di un mezzo personale di protezione. Il rumore è determinato da una serie di oscillazioni aventi carattere di grande irregolarità e, pertanto, può essere genericamente

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

definito come fenomeno sgradevole e indesiderato.

Se il livello sonoro varia si deve poter essere in grado di seguire le variazioni ma se queste sono troppo rapide, può risultare impossibile effettuare la misura. Per ovviare a questo problema sono state definite due caratteristiche di risposta, in tutti i fenomeni di prima classe, e cioè veloce (FAST), utilizzata quando si desidera seguire le fluttuazioni non troppo rapide del rumore, e lenta (SLOW) che aiuta a smorzare le fluttuazioni del rumore. Se il suono è di breve durata, cioè se dura meno di un secondo, è chiamato impulsivo; ad esempio il battito di un macchinario da scrivere e il rumore di un martello o di una pistola sono classificabili come suoni impulsivi.

Per valutare la rumorosità di questo tipo di suoni occorre tenere conto del fatto che più il suono è breve, meno sensibile è l'orecchio nel percepirlo.

Per questo motivo, la strumentazione di classe uno, è dotata all'interno, di un circuito elettrico la cui sensibilità diminuisce con la durata del suono (IMPULSE)

Il rischio di un danno uditivo comunque non diminuisce con la durata del suono per questo i fonometri incorporano un circuito per la misura del valore di picco del segnale acustico (PEAK).

I rumori intensivi indipendentemente dallo spettro sonoro sono più dannosi all'orecchio umano in quanto l'energia in gioco nel breve tempo di transizione non permette all'orecchio di assumere delle difese, per tale ragione se ne tende a penalizzare la presenza calcolando livelli equivalenti fittizi di rumore con incrementi che vanno da 3 dB a 5 dB.

Il pericolo rappresentato da un rumore dipende anche dal tempo di esposizione ed è quindi necessario tenere conto della sua durata.

Il livello sonoro deve essere continuamente campionato nel corso di un determinato intervallo per poter calcolare un valore detto L_{eq} che rappresenta il livello di rumore costante che fornisce lo stesso rischio uditivo nello stesso intervallo di tempo.

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

1.3 - RICHIAMI LEGISLATIVI ED OBBLIGHI

1.3.1 - VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Il datore di lavoro, tenuto conto delle disposizioni contenute nell'art. 190 D.Lgs 81/08 e del D.Lgs 106/09, dovrà valutare l'esposizione :

- 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;
- e) tutti gli effetti indiretti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori risultanti da interazioni fra rumore e segnali di avvertimento o altri suoni che vanno osservati al fine di ridurre il rischio di infortuni;
- f) le informazioni sull'emissione di rumore fornite dai costruttori dell'attrezzatura di lavoro in conformità alle vigenti disposizioni in materia;
- g) l'esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre l'emissione di rumore;
- h) il prolungamento del periodo di esposizione al rumore oltre l'orario di lavoro normale, in locali di cui è responsabile;
- i) le informazioni raccolte dalla sorveglianza sanitaria, comprese, per quanto possibile, quelle reperibili nella letteratura scientifica;
- l) la disponibilità di dispositivi di protezione dell'udito con adeguate caratteristiche di attenuazione.

Se, a seguito della valutazione di cui ai punti precedenti, può fondatamente ritenersi che i valori inferiori di azione possono essere superati, il datore di lavoro misura i livelli di rumore cui i lavoratori sono esposti, i cui risultati sono riportati nel documento di valutazione.

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

I metodi e le apparecchiature utilizzate sono adattati alle condizioni prevalenti in particolare alla luce delle caratteristiche del rumore da misurare, della durata dell'esposizione, dei fattori ambientali e delle caratteristiche dell'apparecchio di misurazione. I metodi utilizzati possono includere la campionatura, purché sia rappresentativa dell'esposizione del lavoratore.

1.3.2 - VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE

L'art. 189 del D.Lgs. 81/08 e D.Lgs. 106/09 fissa i nuovi valori limite di esposizione e valori di azione nel modo di seguito elencati:

	L_{EX, 8h}	P_{peak}
Valori limite di esposizione	87 dB(A)	140 dB (C)
Valori superiore di azione	85 dB(A)	137 dB (C)
Valori inferiore di azione	80 dB(A)	135 dB (C)

Laddove a causa delle caratteristiche intrinseche dell'attività lavorativa l'esposizione giornaliera al rumore varia significativamente da una giornata all'altra, è possibile sostituire, ai fini dell'applicazione dei valori limite di esposizione e dei valori di azione, il livello di esposizione giornaliera al rumore con il livello di esposizione settimanale a condizione che:

1. il livello di esposizione settimanale al rumore non ecceda il valore limite di esposizione di 87 dB(A)
2. siano adottate le adeguate misure per ridurre al minimo i rischi associati a tali attività

Per una maggiore comprensione del presente documento, sono state definite le seguenti fasce di riferimento

RIF.		L_{EX, 8h}
A	Fino al valore inferiore di azione	Fino a 80 dB(A)
B	Fino al valore superiore di azione	Oltre a 80 fino a 85 dB(A)
C	Tra il valore superiore di azione ed il limite di esposizione	Oltre 85 fino a 87 dB(A)
D	Oltre il valore limite di esposizione	Oltre 87 dB(A)

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

1.3.3 - AGGIORNAMENTO DELLA VALUTAZIONE

La valutazione del rumore dovrà essere programmata ed effettuata con cadenza almeno quadriennale ai sensi dell'art. 181, comma 2 del D.Lgs.81/08 coordinato con il D.Lgs. 106/09.

In ogni caso il datore di lavoro dovrà aggiornare la valutazione dei rischi in occasione di notevoli mutamenti che potrebbero averla resa superata o quando i risultati della sorveglianza sanitaria ne mostrino la necessità.

1.3.4 - MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Il datore di lavoro, ai sensi dell'art. 192 del D.Lgs. 81/08 e D.Lgs. 106/09, elimina i rischi alla fonte o li riduce al minimo e, in ogni caso, a livelli non superiori ai valori limite di esposizione, mediante le seguenti misure:

- a) adozione di altri metodi di lavoro che implicano una minore esposizione al rumore;
- b) scelta di attrezzature di lavoro adeguate, tenuto conto del lavoro da svolgere, che emettano il minor rumore possibile,
- c) progettazione della struttura dei luoghi e dei posti di lavoro;
- d) adeguata informazione e formazione sull'uso corretto delle attrezzature di lavoro in modo da ridurre al minimo la loro esposizione al rumore;
- e) adozione di misure tecniche per il contenimento:
 - 1) del rumore trasmesso per via aerea, quali schermature, involucri o rivestimenti realizzati con materiali fonoassorbenti;
 - 2) del rumore strutturale, quali sistemi di smorzamento o di isolamento;
- f) opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, del luogo di lavoro e dei sistemi sul posto di lavoro;
- g) riduzione del rumore mediante una migliore organizzazione del lavoro attraverso la limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione e l'adozione di orari di lavoro appropriati, con sufficienti periodi di riposo.

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

2. Se a seguito della valutazione dei rischi risulta che i valori superiori di azione sono oltrepassati, il datore di lavoro elabora ed applica un programma di misure tecniche e organizzative volte a ridurre l'esposizione al rumore dei lavoratori

3. I luoghi di lavoro dove i lavoratori possono essere esposti ad un rumore al di sopra dei valori superiori di azione sono indicati da appositi segnali. Dette aree sono inoltre delimitate e l'accesso alle stesse è limitato, ove ciò sia tecnicamente possibile e giustificato dal rischio di esposizione.

4. Nel caso in cui, data la natura dell'attività, il lavoratore benefici dell'utilizzo di locali di riposo messa a disposizione dal datore di lavoro, il rumore in questi locali e' ridotto a un livello compatibile con il loro scopo e le loro condizioni di utilizzo.

1.3.5 - USO DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALI

1. Il datore di lavoro, ai sensi dell'art. 193 del D.Lgs. 81/08 e D.Lgs. 106/09, qualora i rischi derivanti dal rumore non possono essere evitati con le misure di prevenzione e protezione adottate, fornisce i dispositivi di protezione individuali per l'udito alle seguenti condizioni:

a) nel caso in cui l'esposizione al rumore superi i valori inferiori di azione il datore di lavoro mette a disposizione dei lavoratori dispositivi di protezione individuale dell'udito;

b) nel caso in cui l'esposizione al rumore sia pari o al di sopra dei valori superiori di azione fa tutto il possibile per assicurare che vengano indossati i dispositivi di protezione individuale dell'udito;

c) sceglie dispositivi di protezione individuale dell'udito che consentono di eliminare il rischio per l'udito o di ridurlo al minimo, previa consultazione dei lavoratori o dei loro rappresentanti;

d) verifica l'efficacia dei dispositivi di protezione individuale dell'udito.

2. Il datore di lavoro tiene conto dell'attenuazione prodotta dai dispositivi di protezione individuale dell'udito indossati dal lavoratore solo ai fini di valutare il rispetto dei valori limite di esposizione.

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

1.3.6 – MISURE PER LA LIMITAZIONE DELL’ESPOSIZIONE

Fermo restando l’obbligo del non superamento dei valori limite di esposizione, se, nonostante l’adozione delle misure prese in applicazione del presente capo, si individuano esposizioni superiori a detti valori, il datore di lavoro:

- a) adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei valori limite di esposizione;
- b) individua le cause dell'esposizione eccessiva;
- c) modifica le misure di protezione e di prevenzione per evitare che la situazione si ripeta.

1.3.7 - INFORMAZIONE E FORMAZIONE DEI LAVORATORI

Nell'ambito degli obblighi di cui agli articoli 36 e 37 del D.Lgs. 81/08 e D.Lgs. 106/09, così come previsto dall’art. 195 del succitato decreto, il datore di lavoro garantisce che i lavoratori esposti a valori uguali o superiori ai valori inferiori di azione vengano informati e formati in relazione ai rischi provenienti dall'esposizione al rumore, con particolare riferimento:

- a) alla natura di detti rischi;
- b) alle misure adottate in applicazione del presente titolo volte a eliminare o ridurre al minimo il rischio derivante dal rumore, incluse le circostanze in cui si applicano dette misure;
- c) ai valori limite di esposizione e ai valori di azione di cui all'articolo 189;
- d) ai risultati delle valutazioni e misurazioni del rumore effettuate insieme a una spiegazione del loro significato e dei rischi potenziali;
- e) all'uso corretto dei dispositivi di protezione individuale dell'udito;
- f) all'utilità e ai mezzi impiegati per individuare e segnalare sintomi di danni all'udito;
- g) alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria e all'obiettivo della stessa;
- h) alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo l'esposizione al rumore.

	<p style="text-align: center;">Valutazione Esposizione al rumore D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</p>	<p style="text-align: center;">Sezione -- Rev. 00 del 28.07.2019</p>
---	---	---

2 - METODI DI VALUTAZIONE DELL'ATTENUAZIONE SONORA DI UN PROTETTORE AURICOLARE RELATIVA AD UN LIVELLO DI PRESSIONE ACUSTICA CONTINUA EQUIVALENTE PONDERATA A

Generalità

Il presente paragrafo descrive dei metodi di valutazione del livello di pressione acustica ponderata A effettiva a livello dell'orecchio quando si indossa un protettore auricolare in un ambiente di rumore dato.

Da questo dato può essere a sua volta calcolata l'esposizione quotidiana equivalente, tenendo conto dell'associazione di ambiente rumoroso e tempo di esposizione durante la giornata.

In funzione del livello di informazioni disponibili sul rumore nel luogo di lavoro in questione, si dovrebbe scegliere il metodo appropriato di selezione del protettore auricolare. I metodi descritti di seguito descritti si basano sui valori di attenuazione misurati in conformità alla UNI EN 24869-1 e UNI EN 4869-2:1998 e sulle recenti UNI 9432:2011 ed ISO 9612:2011 e non sui valori di attenuazione specifici per l'individuo in questione.

Il **metodo HML** specifica tre valori di attenuazione, H, M e L, calcolati dai dati di attenuazione per banda d'ottava di un protettore auricolare.

Detti valori, se abbinati ad una misura dei livelli di pressione acustica ponderata A e C del rumore, sono utilizzati per calcolare la riduzione prevista del livello di rumore (PNR) che viene successivamente sottratta dal livello di pressione acustica ponderata A osservato per calcolare il livello di pressione acustica ponderata A effettivo a livello dell'orecchio quando si indossa il protettore auricolare.

Il **controllo HML** rappresenta un'abbreviazione del metodo HML che non richiede un livello di informazioni così elevato sul rumore come il metodo HML.

Il **metodo SNR** specifica un solo valore di attenuazione, la riduzione semplificata del livello di rumore (SNR).

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

Come la PNR, anche la SNR viene sottratta da una misura del livello acustico totale, in questo caso il livello di pressione acustica ponderata C, per calcolare il livello di pressione acustica ponderata A effettivo a livello dell'orecchio quando si indossa il protettore auricolare.

Nei metodi indicati la percentuale di situazioni in cui il livello di pressione acustica ponderata A sotto il protettore auricolare è uguale o minore del livello previsto, ai fini del presente documento è stata fissata all'84%, vale a dire che i valori di attenuazione (APV) usati in ciascuna frequenza di prova sono i valori medi meno uno scarto tipo.

I tre metodi descritti consentono di prevedere il livello di pressione acustica ponderata A effettivo totale a livello dell'orecchio quando si indossa il protettore auricolare, L'_A .

Quando cambiano gli ambienti rumorosi e/o la durata dell'esposizione, dovrebbe essere calcolato e utilizzato il livello giornaliero equivalente.

Questo dovrebbe essere uguale o minore del livello di azione definito su scala nazionale L_{act} , pari a 85 dB(A), che impone l'uso di protettori auricolari perché l'attenuazione sonora del protettore auricolare possa essere considerata sufficiente.

Inoltre, per evitare l'iperprotezione, L'_A non dovrebbe essere minore di $L_{act} - 15$ dB, tuttavia, tipi di protettori auricolari già utilizzati e accettati, che consentono di ottenere una protezione sufficiente, possono continuare ad essere indossati.

Dall'analisi della tabella di seguito indicata, estrapolata dalla norma UNI 9432:2008

Livello sonoro continuo equivalente tenendo conto del dispositivo di protezione auricolare utilizzato	Livello di protezione
maggiore di 80 dB(A)	insufficiente
da 75 a 80 dB(A)	Accettabile
da 70 a 75 dB(A)	Buona
da 65 a 70 dB(A)	Accettabile
minore di 65 dB(A)	Troppo alta ¹

Esempio della valutazione dell'attenuazione sonora di un protettore auricolare in una situazione di rumore specifica

¹ Cfr norma UNI 9432:2008 "Possono essere comunque ritenuti accettabili previa verifica dell'assenza di controindicazioni legate all'ascolto di segnali acustici e di pericolo, allarmi o particolari sensazioni di isolamento manifestate dal lavoratore"

2.1 - METODO HML

Il metodo HML si basa su tre valori di attenuazione, H, M e L, calcolati a partire dai dati di attenuazione per banca d'ottava di un protettore auricolare. Detti valori, se associati ad una misura dei livelli di pressione acustica ponderata A e C del rumore, sono utilizzati per calcolare la riduzione prevista del livello di rumore (PNR) che viene successivamente sottratta dal livello di pressione acustica ponderata A osservato per calcolare il livello di pressione acustica ponderata A effettivo a livello dell'orecchio quando si indossa il protettore auricolare (L'_A).

Fase 1: Calcolare la differenza tra il livello di pressione acustica ponderata C e il livello di pressione acustica ponderata A del rumore, ($L_C - L_A$).

Fase 2: Calcolare la riduzione prevista del livello di rumore (PNR) secondo una delle equazioni seguenti:

$$\text{PNR} = M - [(H - M) / 4](L_C - L_A - 2) \text{ dB}; \quad \text{per } (L_C - L_A) \leq 2 \text{ dB}$$

$$\text{PNR} = M - [(H - L) / 8](L_C - L_A - 2) \text{ dB}; \quad \text{per } (L_C - L_A) > 2 \text{ dB}$$

Fase 3: Arrotondare al numero intero più prossimo.

Fase 4: Calcolare il livello di pressione acustica ponderata A effettivo all'orecchio secondo l'equazione seguente:

$$L'_A = L_A - \text{PNR}$$

e confrontare L'_A con il livello di azione dato L_{act} .

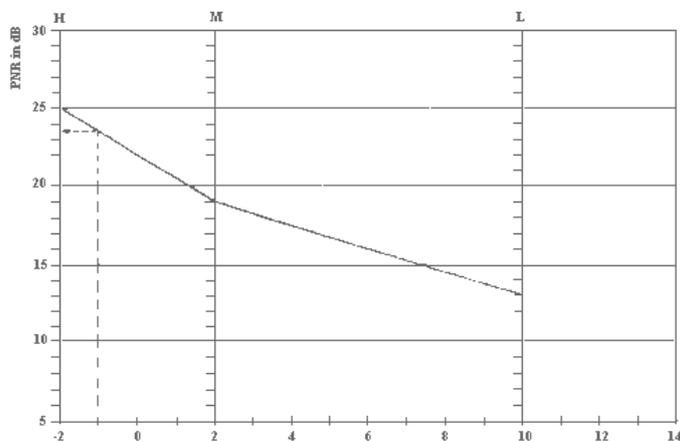


Grafico che consente di ottenere il valore PNR senza effettuare calcoli

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

2.2 - CONTROLLO HML

Il controllo HML rappresenta un'abbreviazione del metodo HML; in generale, non è necessario conoscere il livello di pressione acustica ponderata C o la differenza di livello $L_C - L_A$.

Fase 1: Decidere mediante un controllo di ascolto del rumore sul luogo di lavoro e consultare la lista di esempi

- ✚ se il rumore viene catalogato come appartenente alla classe per cui $L_C - L_A \leq 5$ dB (rumori di frequenza da media a elevata, vedere lista di esempi 1 "Classe di rumore HM")- passare alla **fase 3** oppure
- ✚ se il rumore viene catalogato come appartenente alla classe per cui $L_C - L_A > 5$ dB (rumori di frequenza dominante bassa, vedere lista di esempi 2 "Classe di rumore L") passare alla **fase 2**

Taglio alla fiamma	Presse rotative ad alta velocità alimentate da bobine
Motori diesel	Formatrici a scossa e compressione
Macchine per rivestimento di zucchero	Utensili ad urto
Ugello ad aria compressa	Rettificatrici
Chiodatrici pneumatiche	Magli per fucinatura
Piegatrici/bordatrici	Filatoi
Sbavatrici	Macchine per maglieria
Macchine per finitura	Troncatrici alla mola
Macchine per la lavorazione del legno	Telai meccanici
Pompe idrauliche	Centrifughe
Levigatrici	

Lista di esempi 1: Sorgenti di rumore della classe di rumore HM - rumori di frequenza da media a elevata $L_C - L_A < 5$ dB

Escavatori	Gruppi compressori (a pistone)
Gruppi convertitori	Convertitori
Forni di fusione elettrici	Cubilotti
Forni a combustione	Macchine per pressofusione
Forni di ricottura	Macchine movimento terra
Altoforni	Macchine per pulitura a getto
Frantumatoi meccanici	

Lista di esempi 2: Sorgenti di rumore della classe di rumore
L - rumori di frequenza dominante bassa, $L_C - L_A > 5$ dB

Fase 2: Sottrarre il valore L dal livello di pressione acustica ponderata A.

$$L'_A = L_A - L. \text{ Se}$$

✚ $L'_A > L_{act}$, la protezione è insufficiente; provare un altro tipo di protettore auricolare con un'attenuazione maggiore.

✚ $L'_A < L_{act}$, l'attenuazione sonora del protettore auricolare è sufficiente.

Se $L'_A > L_{act} - 15$ dB l'attenuazione sonora è "accettabile" o "buona".

Fase 3: Sottrarre il valore M dal livello di pressione acustica ponderata A.

$$L'_A = L_A - M. \text{ Se}$$

✚ $L'_A > L_{act}$ passare alla fase 4

✚ Se $L'_A < L_{act}$ l'attenuazione sonora del protettore auricolare è sufficiente.

Se $L'_A > L_{act} - 15$ dB l'attenuazione sonora è probabilmente "accettabile" o "buona".

Fase 4: Sottrarre il valore H dal livello di pressione acustica ponderata A.

$$L'_A = L_A - H. \text{ Se}$$

✚ $L'_A > L_{act}$, provare un altro tipo di protettore auricolare con un'attenuazione maggiore.

✚ $L'_A < L_{act}$ il protettore auricolare può essere appropriato

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

2.3 - METODO SNR

Fase 1: Il livello di pressione acustica ponderata A previsto sotto il protettore auricolare L'_A può essere calcolato sulla base del livello di pressione acustica ponderata C sul luogo di lavoro L_C secondo $L'_A = L_C - SNR$ oppure sulla base del livello di pressione acustica ponderata A secondo la formula $L'_A = L_A + (L_C - L_A) - SNR$. Arrotondare L'_A al numero intero più prossimo.

Fase 2: Confrontare L'_A con il livello di azione dato L_{act} . Decidere se l'attenuazione è sufficiente o meno.

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

3 - METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

3.1 - CRITERI DI RILEVAZIONE

*La presente valutazione si basa sui valori rilevati in data 13 giugno 2019 ed elaborati seguendo i dettami del nuovo testo unico della sicurezza dallo scrivente dott. Ing. Fabio Magliocchetti iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone al n. 1642, inserito nell'elenco Regionale dei tecnici esperti in acustica ambientale al n.951e ed inserito nell'Elenco Nazionale dei **T**ecnici **C**ompetenti in **A**custica (ENTECA) del Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) al n. 7461.*

I criteri e le modalità d'esecuzione delle misure sono state conformi a quelle riportate nella norma UNI 9432:2011 ed ISO 9612:2011 ed hanno tenuto conto della tipologia delle lavorazioni svolte, delle organizzazioni del lavoro e delle caratteristiche del rumore prodotto. Le misurazioni sono state effettuate in ambiente non perturbato, ad altezza orecchio umano, con fonometro in posizione frontale distante dalla macchina 0,5 - 0,8 m. per singola postazione di lavoro / attrezzatura e con le macchine in funzione, che rappresentano le normali condizioni di lavoro.

In alcune aree di lavoro, quali i reparti di produzione (area Makfil), i reparti assemblaggio ed il magazzino, si è ritenuto, anche a vantaggio di sicurezza, di dover effettuare un rilievo ambientale, ovvero un rilievo caratteristico delle reali condizioni di utilizzo dei macchinari. La presenza di più operatori in lavoro contemporaneo non sarebbe ben rappresentata dal rilievo singolo delle postazioni di lavoro.

La valutazione è stata finalizzata alla determinazione dei livelli sonori d'esposizione quotidiana personale riferiti alle specifiche mansioni.

Nel caso delle mansioni comportanti la presenza degli addetti nell'arco del turno lavorativo giornaliero su più postazioni o l'utilizzo di più attrezzature con tempi definiti di permanenza in ciascuna di essa oppure sulla stessa postazione con attività o condizioni lavorative diverse, la misurazione ha interessato ciascuna postazione o attività e condizione operativa.

In tutte le postazioni di lavoro si è proceduto:

- Alla determinazione del livello sonoro equivalente L_{eq} per una durata

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

sufficientemente rappresentativa della rumorosità esistente durante il normale ciclo di lavorazione e/o nelle diverse attività e condizioni operative.

- Alla verifica dell'eventuale superamento del livello di pressione acustica istantanea ponderata di 140 dB (C)
- Ai livelli sonori (Leq) misurati sono stati quindi abbinati, per ciascuna mansione, i tempi di esposizione relativi alle postazioni occupate nell'intero arco lavorativo ed è stato calcolato il livello sonoro di esposizione quotidiana personale (Lex,8h) secondo quanto previsto dall'art. 189 del D.Lgs. 81/08 e D.Lgs. 106/09.

Le postazioni e le attrezzature da sottoporre a rilevamento sono state scelte dopo sopralluogo e successive interviste al titolare e al personale in relazione al tipo di lavoro effettuato ed alla variabilità del rumore.

Per i macchinari/attrezzature assimilabili in possesso della ditta in numero superiore ad uno, è stata effettuata una sola misurazione ritenendo le altre confrontabili, o come nel caso del reparto produzione, è stato effettuato un rilievo ambientale con tutti i macchinari in funzione contemporanea.

Il livello di fondo è stato calcolato mediante misurazione durante le normali attività lavorative.

3.2 - TABELLA RIASSUNTIVA DELLE RILEVAZIONI SPERIMENTALI

Misure del 13/06/2019

N.B. le misure sono state prese in modalità e per tempi diversi, a seconda della tipologia di macchinario.

Come già riportato nel caso di macchinari isolati (o comunque a distanza da altri macchinari tale da poter essere ritenuti non influenzati da altri rumori) sono stati presi i valori della macchina in funzione, anche per tempi brevi nei casi in cui il macchinario abbia evidenziato un livello di pressione sonora pressoché costante, ripetendo la misura almeno 3 volte.

	<p style="text-align: center;">Valutazione Esposizione al rumore D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</p>	<p style="text-align: center;">Sezione -- Rev. 00 del 28.07.2019</p>
---	---	---

In caso di cicli di lavoro molto brevi, come i cicli della pressa, sono stati presi in considerazione un numero sufficiente di cicli.

Dove per esigenze lavorative o ambientali non è possibile estrapolare il rumore del singolo macchinario, e comunque nel caso in cui tale estrapolazione non rispetti le reali condizioni acustiche dell'ambiente, si è ritenuto più corretto effettuare ***misurazioni ambientali*** per tempi più lunghi, che potessero comprendere l'intero ciclo di lavoro (è il caso delle aree assemblaggio in cui oltre alle lavorazioni manuali sono presenti la pressa, il trapano, e i colpi di martello sui pezzi da assemblare che risultano a volte concomitanti).

N.B.2 l'indagine così condotta è a favore di sicurezza, rappresentando il **campo sonoro reale** e non fittizio quale risulterebbe derivandolo da ipotesi di tempi e simultaneità

Macchinari simili, pur dove non espressamente misurati, sono stati tra loro assimilati, considerando la condizione di emissione sonora più gravosa.

I dati raccolti ed elaborati sono riportati con l'approssimazione del fonometro, nelle conclusioni saranno considerati i risultati arrotondati a 0,5 dB(A) ai sensi dell'art. 3 dell'allegato B – norme tecniche per l'esecuzione delle misure – del D. Min. Amb. 16.03.1998.

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

ZAVI S.R.L. – Frosinone – misure 13-06-2019						
N°	reparto	sorgente	Leq. (A)	Leq. (C)	Peak(C)	Durata [min:sec]
1	Produzione	MAKFIL - ambientale	72,9	--	--	02:08
2	Produzione	MAKFIL – mis. 1	73,0	75,5	96,6	00:30
3	Produzione	MAKFIL – mis. 2	73,2	75,7	95,4	00:30
4	Produzione	MAKFIL – mis. 3	72,9	75,4	95,5	00:30
5	Produzione	N° 3 MAKFIL – amb.	72,4	--	--	03:04
6	Assemblaggio	Prep. Accessori – amb.	63,3	--	--	03:00
7	Assemblaggio	Assemblaggio – amb.	63,5	--	--	04:06
8	Assemblaggio	Pressa - ambientale	80,7	--	--	00:25
9	Assemblaggio	Pressa – mis. 1	81,2	82,3	108,3	00:20
10	Assemblaggio	Pressa – mis. 2	79,9	81,6	108,8	00:31
11	Assemblaggio	Pressa – mis. 3	80,1	81,5	108,9	00:37
12	Assemblaggio	Trapano valex – mis. 1	66,1	68,8	85,9	00:30
13	Assemblaggio	Trapano valex – mis. 2	66,7	70,0	86,0	00:20
14	Assemblaggio	Trapano valex – mis. 3	65,8	68,9	90,3	00:26
15	Assemblaggio	Colpi di martello – amb.	78,8	--	--	04:55
16	Magazzino	Carrello elevatore – amb.	63,9	--	--	01:00
17	Ufficio	pc	43,9	--	--	01:00

Nota:

Nella valutazione dell'esposizione quotidiana, nelle schede di valutazione allegate, sono state prese in esame le macchine per gruppo omogeneo con il valore di esposizione più alto.

Per quanto riguarda i tempi, comunque valutati direttamente dal datore di lavoro, si è effettuato uno studio ed una valutazione media di esposizione dell'arco di una giornata lavorativa tipo per calcolare un ipotetico Lex_{8h} .

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

I risultati delle relative misurazioni associate alle valutazioni si limiteranno a determinare il livello di rumore prodotto dalle attrezzature in condizioni “standard” ai fini della valutazione delle misure di prevenzione e protezione e della formulazione del programma delle misure tecniche e organizzative di cui all’art. 192 comma 2.

3.3 VALUTAZIONE DELL’INCERTEZZA DI MISURA SUL LIVELLO DI ESPOSIZIONE GIORNALIERA E SUL LIVELLO DI PICCO

Generalità

Il livello continuo equivalente ponderato A, di esposizione giornaliera o settimanale al rumore e il livello sonoro di picco, determinati in conformità alla presente norma, devono essere accompagnati da una stima della loro incertezza. Tale stima è effettuata mediante criteri basati sulla UNI CEI ENV 13005. Una stima dell’incertezza associata al valore misurato o calcolato di una grandezza è un elemento essenziale in quanto rende possibile controllare la riproducibilità di una misura. L’incertezza deve inoltre far parte del processo di valutazione del rischio e può concorrere a determinare i descrittori che sono confrontati con i valori limite stabiliti dalla legislazione vigente. Le incertezze sono calcolate sulla base delle norme UNI EN ISO 9612 e UNI 9432 nell’ultima versione disponibile.

INCERTEZZA SUL LIVELLO DI ESPOSIZIONE GIORNALIERA

I contributi più significativi all’incertezza sul livello di esposizione giornaliera o settimanale sono i seguenti:

1. **incertezza da campionamento** (altresì nota come "ambientale"), u_a ;
2. **incertezza da posizionamento dello strumento**, u_L ;
3. **incertezza sui tempi di esposizione**, u_T ;
4. **incertezza strumentale**, u_S ;
5. **incertezza legata alla (eventuale) presenza di dispositivi di protezione auricolare**, u_D .

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

Incertezza da campionamento

Viene posta $u_a = 0$, infatti anche in presenza di rumore fluttuante, l'adeguatezza del valore misurato a rappresentare il livello sonoro continuo equivalente dell'intero periodo viene garantito mediante l'esecuzione di una singola misurazione relativa alla condizione operativa più rumorosa.

Incertezza di posizionamento dello strumento

L'esistenza di questo termine è dovuta al fatto che il livello sonoro mostra sensibili fluttuazioni spaziali nelle immediate vicinanze del soggetto esposto. Qualche indeterminazione del risultato rimane comunque anche se sono rispettate le raccomandazioni riguardo al posizionamento del microfono (punto 5.4.2). L'incertezza u_L associata a questo effetto può essere stimata pari a 1 dB.

Incertezza sui tempi di esposizione

Nel contesto dell'applicazione della legislazione vigente, i tempi di esposizione sono dichiarati dal datore di lavoro sentiti i rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza. Questo processo non consente di ottenere una stima affidabile della relativa incertezza.

Di conseguenza, sebbene si tratti di un elemento sicuramente presente e potenzialmente significativo, l'incertezza sui tempi di esposizione non è considerata nel calcolo dell'incertezza sul livello di esposizione giornaliera o settimanale, ovvero si pone $u_T = 0$.

Incertezza strumentale

L'incertezza associata alle caratteristiche tecniche della strumentazione risente di un grande numero di elementi. Per una catena di misura nella quale sia il calibratore sia il misuratore di livello sonoro soddisfano i requisiti della classe 1 della CEI EN 61672-1, l'incertezza strumentale complessiva u_S si può assumere pari a $u_S = 0,5$ dB.

In alternativa è possibile calcolare l'incertezza strumentale tramite l'espressione:

$$u_s = \sqrt{u_f^2 + u_c^2}$$

dove:

- u_f è l'incertezza dichiarata sul certificato di taratura per il fonometro;
- u_c è l'incertezza dichiarata sul certificato di taratura per il calibratore.



Incerteza legata alla presenza di dispositivi di protezione auricolare

L'incerteza associata all'attenuazione fornita da un dispositivo di protezione auricolare è attualmente limitata al dato di scarto tipo riportato nella nota illustrativa predisposta dal fabbricante, e quindi relativa ai dati di certificazione del dispositivo raccolti in laboratorio secondo quanto indicato nella UNI EN 24869-1. Di tale incerteza tiene già conto il metodo di calcolo dell'attenuazione illustrato nei paragrafi seguenti.

Calcolo dell'incerteza sul livello sonoro continuo equivalente

L'incerteza sul livello sonoro continuo equivalente è calcolata combinando opportunamente le incertezze di cui ai punti precedenti:

$$u(L_{Aeq,T_p}) = \sqrt{u_a^2(L_{Aeq,T_p}) + u_f^2 + u_c^2}$$

Calcolo dell'incerteza sul livello di esposizione giornaliera

L'incerteza sul livello di esposizione giornaliera $L_{ex, 8h}$ viene calcolata combinando opportunamente i livelli sonori continui equivalenti, le relative incertezze ed alcune delle incertezze precedentemente esposte.

È importante distinguere fra quei contributi che risentono del numero Q di periodi acusticamente omogenei nei quali risulta divisa la giornata lavorativa, da quelli che non ne risentono.

Dei primi si tiene conto mediante l'equazione:

$$u_a(L_{EX,8h}) = \sqrt{\frac{\sum_{p=1}^Q 10^{0,2L_{Aeq,T_p}} T_p^2 u_p^2}{\sum_{p=1}^Q 10^{0,1L_{Aeq,T_p}} T_p}} \quad (**)$$

dove T_p è la durata del p -esimo periodo acusticamente omogeneo. La grandezza u_p tiene conto dei contributi eventuale incerteza dovuti al campionamento u_a e al posizionamento dello strumento u_L ed è data da:

$$u_p = \sqrt{u_{ap}^2 + u_{Lp}^2}$$

All'incerteza determinata mediante l'equazione (**) deve essere poi aggiunta la componente legata alla strumentazione u_s , che non risente del numero Q di periodi acusticamente omogenei nei quali risulta divisa la giornata lavorativa.

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

L'incertezza sul livello di esposizione giornaliera è data da:

$$u(L_{EX,8h}) = \sqrt{u_a^2(L_{EX,8h}) + u_s^2}$$

Calcolo dell'incertezza sul livello di esposizione settimanale

L'incertezza sul livello di esposizione settimanale $L_{EX,W}$ viene calcolata combinando opportunamente i livelli giornalieri, ovvero

$$u_a(L_{EX,W}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m 10^{0,2L_i} u_i^2}{\sum_{i=1}^m 10^{0,1L_i}}} \quad (**)$$

dove

m è il numero delle giornate lavorative della settimana

u_i è pari all'incertezza $u_a(L_{EX,8h})$ relativa alla i -ma giornata lavorativa della settimana.

L'incertezza sul livello di esposizione settimanale è data da:

$$u(L_{EX,W}) = \sqrt{u_a^2(L_{EX,W}) + u_s^2}$$

INCERTEZZA SUL LIVELLO SONORO DI PICCO

Dei cinque contributi all'incertezza sul livello di esposizione giornaliera o settimanale precedentemente elencati, quattro possiedono un analogo significato nel contesto dell'incertezza sul livello sonoro di picco:

1. incertezza da campionamento, $u_{a,picco}$;

L'incertezza da campionamento è presumibilmente maggiore di quella indicata per il livello sonoro continuo equivalente, ma impossibile da quantificare allo stato attuale delle conoscenze;

2. incertezza da posizionamento dello strumento, $u_{L,picco}$;

L'incertezza da posizionamento dello strumento può essere orientativamente posta pari a quella stabilita per il calcolo del livello sonoro continuo equivalente, ovvero 1 dB;

3. incertezza strumentale, $u_{S,picco}$;

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

L'incertezza strumentale sul risultato della misura del livello sonoro di picco è stimabile dimezzando il valore dell'incertezza estesa $U_{S, \text{picco}}$ riportato sul certificato di taratura dello strumento di misura

$$u_{S, \text{picco}} = 0,5 U_{S, \text{picco}}$$

Nel nostro caso essendo lo strumento di classe 1, $u_{S, \text{picco}}$ è assunto pari a 1,2 dB;

4. incertezza legata alla (eventuale) presenza dei protettori auricolari, $u_{D, \text{picco}}$.

Dell'incertezza legata alla presenza dei dispositivi di protezione auricolare tiene già conto il metodo di calcolo dell'attenuazione illustrato nel paragrafo seguente.

Si ottiene pertanto la seguente espressione

$$u(L_{\text{picco},c}) = \sqrt{u_{L, \text{picco}}^2 + u_{s, \text{picco}}^2}$$

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

3.4 TABELLA RIASSUNTIVA DEI $L_{EX, 8H}$ e $L_{EX, W}$ CALCOLATI

In allegato alla relazione sono riportate i rilievi e le schede di esposizione dei lavoratori suddivisi per mansione.

In alcuni casi si è preferito misurare il rumore ambientale (essendo svolti nella stessa area più lavorazioni contemporaneamente), in altri casi (area makfil – pressa – trapano) sono considerate le singole operazioni elaborate secondo la ISO9612.

In quasi tutti i casi i livelli di pressione sonora sono molto al di sotto dei valori inferiori di azione.

Tabella dei $L_{EX, 8H}$ e dei $L_{EX, W}$ calcolati							
scheda	mansione	reparto	$L_{EX, 8h}$ dB(A)	$L_{EX, W}$ dB(A)	Incertezza standard $u(L_{EX, 8h})$	Incertez za estesa $U(L_{EX, 8h})$	RIF.
1	Impiegato amm.	ufficio	43,5		ambientale		< 80
2	Add. produzione	MAKFIL	72,5		1,2	2,0	< 80
3	Add. assemblaggio	Prep. accessori	63,5		ambientale		< 80
4	Add. assemblaggio	Assemblaggio	65,0		1,0	66,0	< 80
5	Add. assemblaggio	Pressa	70,5		1,1	1,8	< 80
6	Add. assemblaggio	Trapano valex	64,0		1,0	1,6	< 80
7	Add. assemblaggio	Martello manuale	79,0		ambientale		< 80
8	Add. Carrello elevatore	magazzino	64,0		ambientale		< 80

*valori arrotondati a 0,5

In allegato alla relazione è stata posta la scheda di esposizione dei lavoratori suddivisi per mansione con i relativi tempi di esposizione.

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

4 - CONCLUSIONI

4.1 - MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

4.1.1 - RIFERIMENTO "A" < 80 dB(A)

Per ogni mansione il datore di lavoro non ha nessun obbligo previsto dalla legge.

4.1.2 - RIFERIMENTO "B" 80÷85 dB(A)

Il datore di lavoro tenderà a ridurre al minimo e, in ogni caso, a livelli non superiori ai valori limite di esposizione, mediante le seguenti misure:

- fornire i D.P.I. ai lavoratori;
- informarlo sul corretto uso e sull'obbligo di utilizzo nelle fasi di lavoro rumorose
- *Esigere* che i lavoratori indossino i DPI nelle fasi di lavoro rumorose (>85dB)

Fermo restando quanto previsto dall'articolo 184 nell'ambito degli obblighi di cui agli articoli 36 e 37, il datore di lavoro garantisce che i lavoratori esposti a valori uguali o superiori ai valori inferiori di azione vengano informati e formati in relazione ai rischi provenienti dall'esposizione al rumore.

4.2 - USO DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALI

Come già riferito nel precedente paragrafo, al datore di lavoro non corre l'obbligo di fornire i DPI otoprotettori.

4.3 - VALUTAZIONE DELL'ADEGUATEZZA DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE AURICOLARE IN RIFERIMENTO AGLI OBBLIGHI STABILITI DALLA NORMATIVA VIGENTE

Non applicabile

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

4.4 - INFORMAZIONE E FORMAZIONE DEI LAVORATORI

Il datore di lavoro dovrà garantire ai sensi dell'art. 195 che i lavoratori esposti vengano informati e formati in relazione ai rischi provenienti dall'esposizione al rumore, con particolare riferimento:

- alla natura di detti rischi;
- alle misure adottate in applicazione del presente titolo volte a eliminare o ridurre al minimo il rischio derivante dal rumore, incluse le circostanze in cui si applicano dette misure;
- ai valori limite di esposizione e ai valori di azione di cui all'articolo 189
- ai risultati delle valutazioni e misurazioni del rumore effettuate insieme a una spiegazione del loro significato e dei rischi potenziali;
- all'uso corretto dei dispositivi di protezione individuale dell'udito;
- all'utilità e ai mezzi impiegati per individuare e segnalare sintomi di danni all'udito;
- alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria e all'obiettivo della stessa;
- alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo l'esposizione al rumore.

4.5 – SORVEGLIANZA SANITARIA

Ai sensi dell'art.196:

1. il datore di lavoro sottopone a sorveglianza sanitaria i lavoratori la cui esposizione al rumore eccede i valori superiori di azione. La sorveglianza viene effettuata periodicamente, di norma una volta l'anno o con periodicità diversa decisa dal medico competente, con adeguata motivazione riportata nel documento di valutazione dei rischi e resa nota ai rappresentanti per la sicurezza di lavoratori in funzione della valutazione del rischio.
L'organo di vigilanza, con provvedimento motivato, può disporre contenuti e periodicità della sorveglianza diversi rispetto a quelli forniti dal medico competente.
2. La sorveglianza sanitaria di cui al comma 1 è estesa ai lavoratori esposti a livelli superiori ai valori inferiori di azione, su loro richiesta e qualora il medico competente ne confermi l'opportunità.

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

5 – ELENCO DIPENDENTI

Vedi DVR

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

A) Fonometro

Tutte le misure sono state effettuate mediante:

FONOMETRO INTEGRATORE 01dB Metravib tipo SOLO matricola n. 65045,

preamplificatore microfono tipo PRE21S matricola n. 15541,

microfono tipo MCE212 matricola n. 175272

con caratteristiche tecniche che rientrano nelle norme:

CEI IEC 60651; CEI IEC 60804; CEI IEC 61672;

Il SOLO è un fonometro integratore di precisione di classe I secondo le norme CEI IEC 60651; CEI IEC 60804; CEI IEC 61672; adatto per misure in opera. Il fonometro incorpora i seguenti filtri di ponderazione per la misura dello SPL secondo le norme IEC 61672:

Filtro “A” secondo la curva di ponderazione A;

Filtro “B” secondo la curva di ponderazione B;

Filtro “C” secondo la curva di ponderazione C;

Filtro “Z” secondo la curva di ponderazione Z – lineare, ovvero nessuna ponderazione

Filtri di 1/3 d’ottava con frequenze centrali da 12.5 Hz a 20 kHz (CEI IEC 1260).

FAST (IEC 672), SLOW (IEC 672), IMPULSE (IEXC 672)

PEAK CON TEMPO DI SALITA 10s

INCERTEZZA = 0.14 dB(A)

B) Calibratore Acustico

Prima e dopo le misure è stata effettuata la calibrazione mediante,

Calibratore acustico 01dB tipo CAL21 matricola n. 34203471

Il calibratore risponde alle norme CEI 60942 (1997) per la Classe 1 i cui dati tecnici sono:

Livello sonoro: 94 dB (riferito a 1,013 Kpa, 20⁰C, UR 50%).

Frequenza: 1 KHz, \pm 20 Hz

Errore di frequenza: < 2%

	Valutazione Esposizione al rumore <i>D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.</i>	Sezione -- <i>Rev. 00 del 28.07.2019</i>
---	--	--

Stabilità di frequenza: inferiore a 0,5%

Fattore di distorsione: inferiore a 3%

Stabilità a lungo termine: più o meno 0,1 dB

Temperatura di lavoro: -10⁰C + 50⁰C

INCERTEZZA = 0,03 dB(A) (Certificato SIT)

C) Certificati di taratura

Il FONOMETRO è regolarmente tarato dal Laboratorio Accreditato di Taratura LAT N°068, il quale ha rilasciato:

“Certificato di taratura LAT N° 068 42465-A” del 12.12.2018

Il CALIBRATORE è regolarmente tarato dal Laboratorio Accreditato di Taratura LAT N°068, il quale ha rilasciato:

“Certificato di taratura LAT N° 068 42464-A” del 12.12.2018

Nelle pagine seguenti sono stati allegati i certificati di taratura

D) Errore di misura

Con il calibratore portatile si è controllato l'errore di misura prima e dopo il ciclo di intervento valutando quanto segue:

- ❑ prima della misura errore 0,0 dB(A) < 0.5 dB(A)
- ❑ dopo il ciclo di misure errore di 0,0 dB(A) < 0.5 dB(A)

Errore entro i limiti di tolleranza della legge e delle normative tecniche di riferimento.

Frosinone, 28/07/2019

Il Tecnico

Dott. Ing. Fabio Magliocchetti



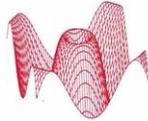


Valutazione Esposizione al rumore

D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.

Sezione --

Rev. 00 del 28.07.2019



L.C.E. S.r.l.
Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)
T. 02 57602858 - www.lce.it - info@lce.it

Centro di Taratura LAT N° 068
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° 068

Pagina 1 di 8
Page 1 of 8

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 42465-A
Certificate of Calibration LAT 068 42465-A

- data di emissione date of issue	2018-12-12
- cliente customer	AESSE AMBIENTE SRL 20090 - TREZZANO S/NAVIGLIO (MI)
- destinatario receiver	STUDIO DI INGEGNERIA MAGLIOCCHETTI ING. FABIO 03100 - FROSINONE (FR)
- richiesta application	18-00002-T
- in data date	2018-01-10
Si riferisce a Referring to	
- oggetto item	Fonometro
- costruttore manufacturer	01-dB
- modello model	Solo
- matricola serial number	65045
- data di ricevimento oggetto date of receipt of item	2018-12-10
- data delle misure date of measurements	2018-12-12
- registro di laboratorio laboratory reference	Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 068 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 068 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre



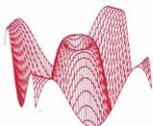


Valutazione Esposizione al rumore

D. Lgs. n° 81 del 29 aprile 2008 e s.m.i.

Sezione --

Rev. 00 del 28.07.2019



L.C.E. S.r.l.
Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)
T. 02 57602858 - www.lce.it - info@lce.it

Centro di Taratura LAT N° 068
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° 068

Pagina 1 di 4
Page 1 of 4

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 42464-A Certificate of Calibration LAT 068 42464-A

- data di emissione date of issue	2018-12-12
- cliente customer	AESSE AMBIENTE SRL 20090 - TREZZANO S/NAVIGLIO (MI)
- destinatario receiver	STUDIO DI INGEGNERIA MAGLIOCCHETTI ING. FABIO 03100 - FROSINONE (FR)
- richiesta application	18-00002-T
- in data date	2018-01-10
<u>Si riferisce a</u> Referring to	
- oggetto item	Calibratore
- costruttore manufacturer	01-dB
- modello model	CAL21
- matricola serial number	34203471
- data di ricevimento oggetto date of receipt of item	2018-12-10
- data delle misure date of measurements	2018-12-12
- registro di laboratorio laboratory reference	Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accertamento LAT N° 068 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 068 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre



ISO 9612 Evaluation of measurement uncertainties (Annex C)
Task-based measurement

Uncertainties calculations

All values are calculated from the Task-input-data sheet

Daily noise exposure level

72,7 dB

Number of tasks

2

Expanded uncertainty

2,0 dB

Total daily duration (h)

8,0

Uncertainty budget		(reference)	Symbols, relations	Task 1	Task 2	Task 3	Task 4	Task 5	Task 6	Task 7
Noise level	Standard uncertainty	(C.6)	$u_{1a,m}$	0,09	0,00					
	Sensitivity coefficient	(C.4)	$c_{1a,m}$	0,99	0,01					
Duration	Standard uncertainty	(C.7)	$u_{1b,m}$	0,00	0,00					
	Sensitivity coefficient	(C.5)	$c_{1b,m}$	0,59	0,07					
Uncertainty contribution of noise levels			$c_{1a,m} * u_{1a,m}$	0,09	0,00					
Uncertainty contribution of tasks durations			$c_{1b,m} * u_{1b,m}$	0,00	0,00					
Uncert. contr. of measuring instrumentation			$c_{1a,m} * u_{2,m}$	0,69	0,01					
Uncert. contr. of measurement position			$c_{1a,m} * u_3$	0,99	0,01					

Results			Task 1	Task 2	Task 3	Task 4	Task 5	Task 6	Task 7
		Task name	PRESSA	FONDO					
Mean Noise level (dB)	(9.3 : (7))	$L_{p,A,eqT,m}$	73,0	63,5					
Duration (h)	(9.2 : (5))	Tm	7,3	0,7					
Contribution of task m to Lex,8h		(9.4 : (8))	$L_{EX,8h,m}$	72,7	52,7				
Uncertainty contribution	Noise level		$(c_{1a,m} * u_{1a,m})^2$	0,01	0,00				
	Duration		$(c_{1b,m} * u_{1b,m})^2$	0,00	0,00				
	Measuring instrumentation		$(c_{1a,m} * u_{2,m})^2$	0,48	0,00				
	Measurement position		$(c_{1a,m} * u_3)^2$	0,98	0,00				
	Sum per task m		$u^2(L_{EX,8h})_m$	1,47	0,00				

Sum for all tasks

(C.3)

$u^2(L_{EX,8h}) =$

1,47

Combined standard uncertainty

$u(L_{EX,8h})$

1,2

dB

Expanded uncertainty

Daily noise exposure level

(C.2)

$L_{EX,8h} =$

72,7

dB

$U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h}) =$

2,0

dB

ISO 9612 Evaluation of measurement uncertainties (Annex C)
Task-based measurement

Uncertainties calculations

All values are calculated from the Task-input-data sheet

Daily noise exposure level

70,5 dB

Number of tasks

2

Expanded uncertainty

1,8 dB

Total daily duration (h)

8,0

Uncertainty budget		(reference)	Symbols, relations	Task 1	Task 2	Task 3	Task 4	Task 5	Task 6	Task 7
Noise level	Standard uncertainty	(C.6)	$u_{1a,m}$	0,40	0,00					
	Sensitivity coefficient	(C.4)	$c_{1a,m}$	0,82	0,18					
Duration	Standard uncertainty	(C.7)	$u_{1b,m}$	0,00	0,00					
	Sensitivity coefficient	(C.5)	$c_{1b,m}$	5,30	0,11					
Uncertainty contribution of noise levels			$c_{1a,m} * u_{1a,m}$	0,33	0,00					
Uncertainty contribution of tasks durations			$c_{1b,m} * u_{1b,m}$	0,00	0,00					
Uncert. contr. of measuring instrumentation			$c_{1a,m} * u_{2,m}$	0,57	0,13					
Uncert. contr. of measurement position			$c_{1a,m} * u_3$	0,82	0,18					

Results			Task name	Task 1	Task 2	Task 3	Task 4	Task 5	Task 6	Task 7
				PRESSA	FONDO					
Mean Noise level (dB)	(9.3 : (7))	$L_{p,A,eqT,m}$		80,4	63,5					
Duration (h)	(9.2 : (5))	Tm		0,7	7,3					
Contribution of task m to $L_{EX,8h}$	(9.4 : (8))	$L_{EX,8h,m}$		69,7	63,1					
Uncertainty contribution	Noise level	$(c_{1a,m} * u_{1a,m})^2$		0,11	0,00					
	Duration	$(c_{1b,m} * u_{1b,m})^2$		0,00	0,00					
	Measuring instrumentation	$(c_{1a,m} * u_{2,m})^2$		0,33	0,02					
	Measurement position	$(c_{1a,m} * u_3)^2$		0,67	0,03					
	Sum per task m	$u^2(L_{EX,8h})_m$		1,11	0,05					

Sum for all tasks

(C.3)

$u^2(L_{EX,8h}) =$

1,16

Combined standard uncertainty

$u(L_{EX,8h})$

1,1 dB

Expanded uncertainty

Daily noise exposure level

(C.2)

$L_{EX,8h} =$

70,5 dB

$U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h}) =$

1,8 dB

ISO 9612 Evaluation of measurement uncertainties (Annex C)
Task-based measurement

Uncertainties calculations

All values are calculated from the Task-input-data sheet

Daily noise exposure level

63,9 dB

Number of tasks

2

Expanded uncertainty

1,6 dB

Total daily duration (h)

8,0

Uncertainty budget		(reference)	Symbols, relations	Task 1	Task 2	Task 3	Task 4	Task 5	Task 6	Task 7
Noise level	Standard uncertainty	(C.6)	$u_{1a,m}$	0,26	0,00					
	Sensitivity coefficient	(C.4)	$c_{1a,m}$	0,21	0,79					
Duration	Standard uncertainty	(C.7)	$u_{1b,m}$	0,00	0,00					
	Sensitivity coefficient	(C.5)	$c_{1b,m}$	0,91	0,49					
Uncertainty contribution of noise levels			$c_{1a,m} * u_{1a,m}$	0,06	0,00					
Uncertainty contribution of tasks durations			$c_{1b,m} * u_{1b,m}$	0,00	0,00					
Uncert. contr. of measuring instrumentation			$c_{1a,m} * u_{2,m}$	0,15	0,55					
Uncert. contr. of measurement position			$c_{1a,m} * u_3$	0,21	0,79					

Results			Task 1	Task 2	Task 3	Task 4	Task 5	Task 6	Task 7
		Task name	PRESSA	FONDO					
Mean Noise level (dB)	(9.3 : (7))	$L_{p,A,eqT,m}$	66,2	63,5					
Duration (h)	(9.2 : (5))	Tm	1,0	7,0					
Contribution of task m to $L_{EX,8h}$		(9.4 : (8))	$L_{EX,8h,m}$	57,2	62,9				
Uncertainty contribution	Noise level		$(c_{1a,m} * u_{1a,m})^2$	0,00	0,00				
	Duration		$(c_{1b,m} * u_{1b,m})^2$	0,00	0,00				
	Measuring instrumentation		$(c_{1a,m} * u_{2,m})^2$	0,02	0,31				
	Measurement position		$(c_{1a,m} * u_3)^2$	0,04	0,62				
	Sum per task m		$u^2(L_{EX,8h})_m$	0,07	0,93				

Sum for all tasks

(C.3)

$u^2(L_{EX,8h}) =$

1,00

Combined standard uncertainty

$u(L_{EX,8h})$

1,0 dB

Expanded uncertainty

Daily noise exposure level

(C.2)

$L_{EX,8h} =$

63,9 dB

$U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h}) =$

1,6 dB