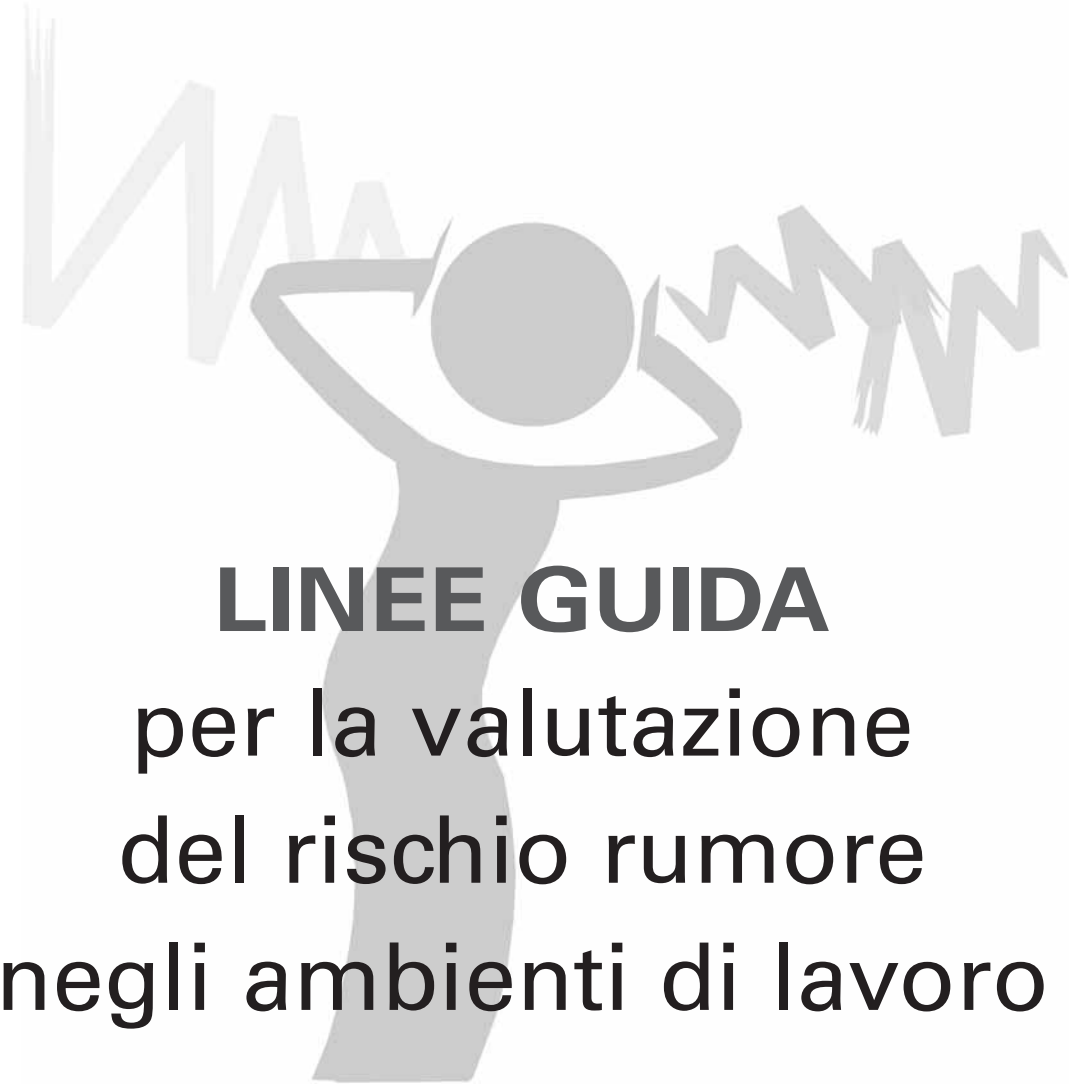


LINEE GUIDA
per la valutazione del rischio rumore negli ambienti di lavoro

Aggiornate a luglio 2005

CONFERENZA DEI PRESIDENTI
DELLE REGIONI E
DELLE PROVINCE AUTONOME

ISPESL
ISTITUTO SUPERIORE PER LA PREVENZIONE
E LA SICUREZZA DEL LAVORO

Agenzia europea
per la sicurezza
e la salute sul lavoro

PREFAZIONE

La pubblicazione delle Linee Guida per la valutazione del rischio da rumore negli ambienti di lavoro - presentate in anteprima a Modena nel Convegno "*dB(A)incontri2000*" e poi ufficialmente al Servizio Sanitario Nazionale, a tutte le strutture pubbliche e alle parti sociali nell'ambito del Seminario nazionale "*Linee Guida ISPESL sull'esposizione professionale a rumore e vibrazioni*" svoltosi a Roma il 30 gennaio 2001 - ha suscitato grande interesse e apprezzamento da parte di tutti i soggetti pubblici e privati che operano nel vasto ambiente della prevenzione.

Il Dipartimento Igiene del Lavoro dell'ISPESL, di concerto con il Coordinamento Tecnico Interregionale della Prevenzione nei Luoghi di Lavoro delle Regioni e delle Province Autonome, in questi anni ha continuato ad aggiornare le Linee Guida nella versione elettronica disponibile sul sito internet dell'Istituto all'indirizzo http://www.ispesl.it/linee_guida/fattore_di_rischio/rumore.htm, man mano che intervenivano novità a livello tecnico e normativo.

La pubblicazione di questo nuovo aggiornamento delle Linee Guida, che contiene quattro nuovi allegati riguardanti l'esposizione professionale ad ultrasuoni ed infrasuoni, i gruppi di lavoratori simili e il rumore in agricoltura, avviene in coincidenza con la Settimana europea 2005 che ha per titolo "Abbasso il rumore!". Nell'ambito di questa iniziativa sarà presentato anche il nuovo Manuale di buona pratica "Metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro", realizzato di concerto con il Coordinamento Tecnico Interregionale della Prevenzione nei Luoghi di Lavoro e approvato dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome. La Settimana europea, coordinata dall'Agenzia Europea per la Sicurezza e la Salute sul Lavoro con sede a Bilbao, è una campagna annuale di informazione intesa in generale a fare dell'Europa un posto dove si lavora in modo sano e sicuro; in particolare quest'anno prevede la promozione di attività e di buone pratiche che contribuiscano alla riduzione dei rischi associati al rumore sul luogo di lavoro.

È in previsione un ulteriore importante aggiornamento delle Linee Guida a seguito del recepimento della nuova direttiva europea sul rumore 2003/10/CE, che dovrà avvenire entro il 15 febbraio 2006, in ottemperanza ad un impegno costante e puntuale dedicato dall'ISPESL a questo agente di rischio che continua ad essere la prima causa di malattia professionale in Italia.

Il Direttore del Dipartimento Igiene del Lavoro

Prof. Giuseppe Romano Spagnoli

Si ringraziano per il significativo e proficuo lavoro di predisposizione della prima versione delle Linee Guida per la valutazione del rischio rumore e dei successivi aggiornamenti, i componenti del Gruppo di Lavoro Nazionale; in particolare:

Componenti ISPESL

Pietro Nataletti
Francesco Benvenuti
Tiziana Paola Baccolo
Francesco Draicchio
Sandro Giambattistelli
Massimo Nesti
Aldo Pieroni
Elio Santonocito
Sergio Tavassi

Componenti esterni

Omar Nicolini	*(AUSL Modena)*
Iole Pinto	*(AUSL 7 Siena)*
Massimo Bovenzi	*(Università di Trieste)*
Anna Callegari	*(ARPA Emilia-Romagna)*
Stefano Casini	*(INAIL)*
Carmela Fortunato	*(ARPA Basilicata)*
Roberto Pulcinelli	*(AUSL 7 Siena)*
Daniele Sepulcri	*(ARPA Veneto)*
Daniele Vannucci	*(ISMA)*

Collaboratori

Enrico Cini	*(Università di Firenze)*
Michele Del Gaudio	*(ISPESL)*
Paolo Disilvestro	*(AUSL 8 Arezzo)*
Renato Gurin	*(ISPESL)*
Vincenzo Laurendi	*(ISPESL)*
Paolo Lenzuni	*(ISPESL)*
Enrico Marchetti	*(ISPESL)*
Alessandro Marinaccio	*(ISPESL)*
Alessandro Peretti	*(AIA)*
Alberto Scarselli	*(ISPESL)*
Nicola Stacchini	*(AUSL 7 di Siena)*
Massimo Valeri	*(ISPESL)*
Gennaro Vassalini	*(ISMA)*
Marco Vieri	*(Università di Firenze)*

INDICE

PREFAZIONE Pag. 3

1. PREMESSA 7

1.1. Campo di applicazione del D.Lgs. 277/91 7

2. L'ESPOSIZIONE A RUMORE: GENERALITÀ 9

2.1. Effetti del rumore 9

2.2. Riferimenti normativi 10

2.3. Definizioni e parametri 14

2.3.1. Livello di pressione e di potenza sonora 15

2.3.2. Livello sonoro continuo equivalente 15

2.3.3. Livello di picco 16

2.3.4. Principio dell'eguale energia 16

2.3.5. Spettro sonoro, bande di frequenza 16

3. VALUTAZIONE DEL RUMORE 17

3.1. Valutazione senza misurazioni 17

3.2. Valutazione con misurazioni 18

3.2.1. Personale competente 18

3.2.2. Strumentazione per le misurazioni del rumore 19

3.2.3. Utilizzo del $L_{EP,d}$ e del $L_{EP,w}$ 19

3.2.4. Lavoratori stagionali e a tempo determinato, lavoro temporaneo 20

3.2.5. Lavoratori che operano sovente all'esterno della propria azienda 20

3.2.6. Cantieri temporanei o mobili 21

3.2.7. Relazione tecnica 21

4. RAPPORTO DI VALUTAZIONE 23

4.1. Rapporto di valutazione se non si superano gli 80 dB(A) di L_{EP} 23

4.2. Rapporto di valutazione se si superano gli 80 dB(A) di L_{EP} 24

4.3. Ripetizione della valutazione 25

4.4. Consultazione 25

5. AZIONI CONSEGUENTI LA VALUTAZIONE 27

5.1. Misure tecniche, organizzative e procedurali 27

5.2. Segnalazione, perimetrazione e limitazione d'accesso dei luoghi a forte rischio 27
5.3. Comunicazione ex art. 45 28
5.4. Dispositivi di protezione individuali dell'udito 28
5.4.1. Selezione, uso, cura e manutenzione di un otoprotettore 28
5.4.2. Metodi di calcolo della protezione fornita dall'otoprotettore 30
5.5. Controlli sanitari preventivi e periodici 31
5.5.1. Giudizio di idoneità specifica al lavoro e misure per singoli lavoratori 32
5.5.2. Controllo sanitario per lavoratori esposti tra 80 e 85 dB(A) 35
5.6. Registro degli esposti ex art. 49 35
5.7. Informazione e formazione 36
5.8. Nuove macchine: progettazione, costruzione e acquisto 37
5.9. Nuovi insediamenti produttivi 39
5.10. Lavoro minorile 39
5.11. Lavoratrici madri 40

6. LISTA DI CONTROLLO 41

7. BIBLIOGRAFIA 43

Allegati

1. Elenchi di attività e mansioni con L_{EP} normalmente minore di 80 dB(A) 45
2. Guida alla valutazione delle incertezze di misura 51
3. Schema della Relazione tecnica sull'esposizione a rumore ex D.Lgs. 277/91 56
4. Rapporto di Valutazione in aziende senza addetti esposti a L_{EP} > 80 dB(A) 60
5. Rapporto di Valutazione in aziende con addetti esposti a L_{EP} > 80 dB(A) 62
6. Modello per la Comunicazione ex art. 45 D.Lgs. 277/91 64
7. Descrizione dei metodi per la scelta dei DPI uditivi 65
8. Guida alla valutazione dell'esposizione di gruppi di lavoratori simili 74
9. Guida alla valutazione dell'esposizione ad infrasuoni 77
10. Guida alla valutazione dell'esposizione ad ultrasuoni 80
11. I livelli di rumorosità nelle operazioni agricole meccanizzate 84

1. PREMESSA

L'emanazione del **D.Lgs. 277/91** in recepimento della direttiva 86/188/CEE ha avuto un forte impatto sulle aziende in quanto la legislazione precedente era basata su obblighi generici che più difficilmente si traducevano in una prevenzione concreta. Tuttavia, in tema di esposizione al rischio rumore sui luoghi di lavoro, il quadro legislativo attuale discende anche dal recepimento di un'altra fondamentale direttiva comunitaria inerente il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro: la 89/391/CEE recepita col **D.Lgs. 626/94** e successive modifiche.

In effetti, oggi si può convenire che il D.Lgs. 277/91 anticipava ciò che è stato attuato compiutamente solo a seguito dell'entrata in vigore del D.Lgs. 626/94 e che, in sintesi, può essere definito come un metodo di gestione aziendale della sicurezza maggiormente imperniato sulle procedure ed attuato mediante l'adozione di misure che, in primo luogo, prevedono la valutazione del rischio.

È importante sottolineare la stretta connessione tra D.Lgs. 626/94 (norma generale di riferimento per la sicurezza sul lavoro) e D.Lgs. 277/91 (norma specifica integrativa sul rischio rumore) perché è dalla lettura integrata dei due provvedimenti che si coglie appieno il senso della valutazione del rischio e del suo obiettivo primario di identificare e attuare le misure tecniche, organizzative e procedurali che, ancor prima dei protocolli di prevenzione e protezione esplicitamente previsti, permettono un reale contenimento dei livelli di rischio.

Sotto questo aspetto, però, l'analisi dei rapporti di valutazione disponibili presso le aziende non risulta particolarmente soddisfacente e neppure si percepisce una tendenza al miglioramento della situazione.

Sul versante più propriamente tecnico è il D.Lgs. 277/91 che, all'art. 40 e nell'Allegato VI, stabilisce le modalità esecutive ed i requisiti della valutazione del rischio e del **Rapporto di Valutazione**.

Anche sotto questo aspetto, tuttavia, il livello qualitativo dei rapporti di valutazione del rischio risulta fortemente deficitario in modo sostanzialmente omogeneo su tutto il territorio nazionale.

Nel tentativo di colmare queste carenze a proposito di un rischio che determina attualmente circa il 40% delle malattie professionali indennizzate dall'INAIL ed in ottemperanza ad uno dei propri scopi istituzionali, l'ISPESL ha attivato uno specifico Gruppo di Lavoro e, in primo luogo, lo ha incaricato di proporre Linee Guida per la valutazione del rischio, la redazione dei rapporti di valutazione e la gestione degli adempimenti conseguenti.

L'obiettivo di queste note, che costituiscono il risultato del lavoro di tale Gruppo, è quello di fornire uno schema di riferimento che orienti tutti gli addetti ai lavori ad una risposta corretta agli adempimenti fissati dalla legge relativamente al rischio rumore, tenendo anche conto del dibattito tecnico, scientifico e legislativo che si è sviluppato sull'argomento negli ultimi anni.

1.1. Campo di applicazione del D.Lgs. 277/91

Le disposizioni del D.Lgs. 277/91 si applicano a tutte le attività pubbliche e private nelle quali sono addetti lavoratori subordinati o ad essi equiparati. Per la definizione di lavoratore subordinato o equiparato si prenda a riferimento quanto indicato ai commi 1 e 2 dell'art. 3 del D.P.R. 303/56:

> *"...per lavoratore subordinato si intende colui che fuori del proprio domicilio presta il proprio lavoro alle dipendenze e sotto la direzione altrui, con o senza retribuzione, anche al solo scopo di apprendere un mestiere, un'arte od una professione. ...sono equiparati ai lavoratori subordinati i soci di società e di enti in genere cooperativi, anche di fatto, che prestino la loro attività per conto delle società o degli enti stessi."*

Il D.Lgs. 277/91 trova anche applicazione nei riguardi Forze armate o di Polizia, dei Servizi di protezione civile e del Servizio Sanitario Nazionale per quanto concerne le sale operatorie degli ospedali (art. 1, comma 4) e anche degli istituti di istruzione e di educazione come specificato al comma 2 dell'art. 1-bis della legge 23/12/96 n. 649. È da evidenziare che l'applicazione delle norme, relativamente alle attività sopracitate, deve avvenire tenendo conto delle particolari esigenze connesse al servizio espletato.

Sono esclusi dall'applicazione del D.Lgs. 277/91 i lavoratori della navigazione marittima ed aerea (art. 2), con ciò riferendosi agli addetti alle specifiche attività svolte "a bordo" delle navi e degli aeromobili. Restano soggette alle disposizioni del decreto tutte le altre attività "non di bordo" delle navi e degli aeromobili.

Sullo stesso argomento è poi da evidenziare che il D.Lgs. 298/99 relativo alle prescrizioni minime di sicurezza e salute per il lavoro a bordo delle navi da pesca, al punto 17 dell'Allegato 1 prevede che siano adottate le opportune misure affinché il livello sonoro sui luoghi di lavoro e negli alloggi sia ridotto al minimo tenuto conto della stazza della nave.

In generale, infine, si ricorda che l'applicazione delle norme del D.Lgs. 277/91 si estende anche ai lavoratori stagionali o assunti per brevi periodi; lavoratori che hanno i medesimi diritti di essere tutelati contro i rischi professionali dei lavoratori occupati a tempo indeterminato.

A questo si aggiunga che il quadro legislativo sta per cambiare in ragione dell'adozione di una nuova direttiva europea (la 2003/10/CE) sull'esposizione professionale al rumore che dovrà essere recepita dagli Stati membri entro il 15 febbraio 2006. Questa direttiva, in ossequio alla politica di progressivo innalzamento degli standard di sicurezza e salute dei lavoratori dell'Unione, prevede una serie di importanti novità (si pensi ad esempio all'abbassamento del valore limite di esposizione personale giornaliero $L_{EP,d}$ dagli attuali 90 dB(A) a 87 dB(A)) che evidenziano ancor di più la necessità di mettere in campo una politica di prevenzione tecnica per la gestione del rischio rumore.

2. L'ESPOSIZIONE AL RUMORE: GENERALITÀ

2.1. Effetti del rumore

L'*ipoacusia*, cioè la diminuzione fino alla perdita della capacità uditiva, è il danno da rumore meglio conosciuto e più studiato; tuttavia il rumore agisce con meccanismo complesso anche su altri organi ed apparati (apparato cardiovascolare, endocrino, sistema nervoso centrale ed altri) mediante attivazione o inibizione di sistemi neuroregolatori centrali o periferici.

Il rumore determina, inoltre, un effetto di mascheramento che disturba le comunicazioni verbali e la percezione di segnali acustici di sicurezza (con un aumento di probabilità degli infortuni sul lavoro), favorisce l'insorgenza della fatica mentale, diminuisce l'efficienza del rendimento lavorativo, provoca turbe dell'apprendimento ed interferenze sul sonno e sul riposo.

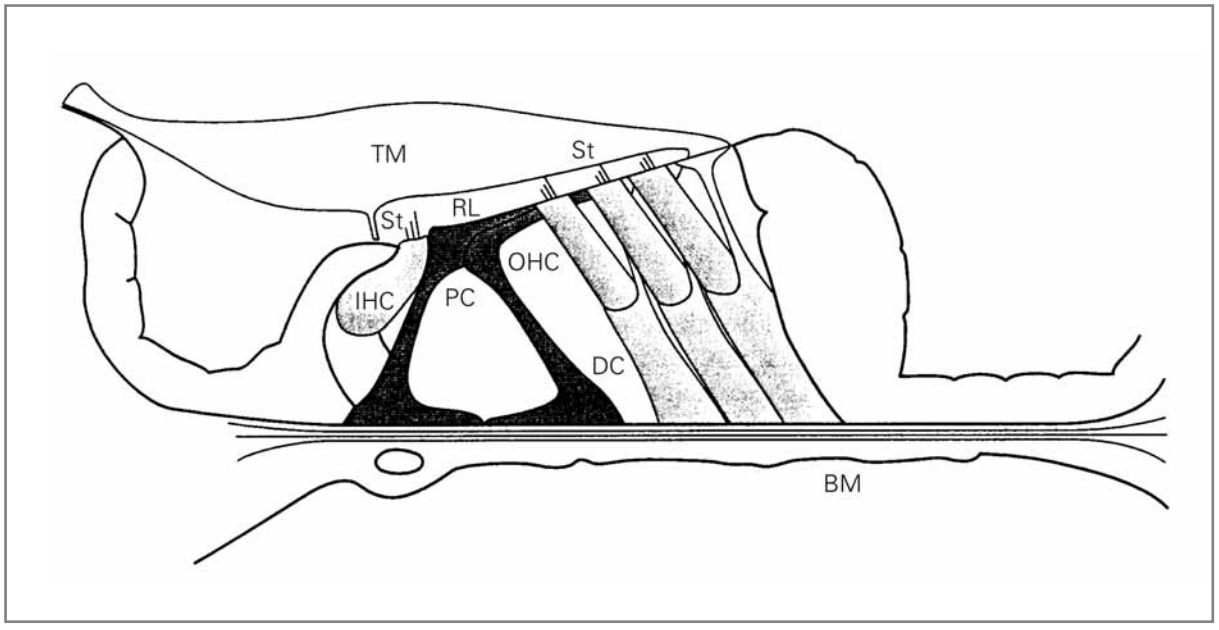
In Italia l'ipoacusia da rumore è la patologia professionale più frequentemente denunciata. Dai dati INAIL la malattia professionale "Ipoacusia e sordità da rumori" rappresenta circa il 40% dei casi di tutte le malattie professionali denunciate nel ramo industria, servizi e agricoltura.

In termini di effetti uditivi il rumore agisce sull'orecchio essenzialmente tramite l'energia acustica.

L'esposizione a rumori di elevata intensità e per lungo periodo di tempo provoca una serie di alterazioni a carico delle strutture neuro-sensoriali dell'orecchio interno.

L'organo del Corti, nella coclea, è la sede principale in cui si realizzano i danni. Esso contiene due tipi di cellule ciliate: quelle interne e quelle esterne (rispettivamente indicate come IHC e OHC; vedi Figura 1).

FIGURA 1 - *Orecchio interno-Coclea; sezione dell'Organo del Corti*



Le cellule denominate IHC sono i veri e propri recettori acustici, mentre le cellule indicate come OHC agiscono come cellule motrici aumentando la sensibilità e la discriminazione del sistema acustico.

Una gran parte dei danni acustici determinati dall'esposizione al rumore è causata da un cattivo funzionamento dei suddetti meccanismi. L'esposizione a rumore determina un danno a livello della sinapsi fra recettore e via nervosa afferente a livello delle IHC ed un danno alle OHC. Il danno alla sinapsi della via afferente può essere reversibile mentre, se nelle OHC si instaura la morte cellulare, il danno diviene irreversibile. Inoltre, a livello delle sinapsi fra IHC e via afferente, i meccanismi riparativi non possono instaurarsi se l'esposizione a rumore è continuativa. Anche esposizioni di carattere impulsivo prolungate nel tempo possono comportare danni irreversibili.

Tali lesioni irreversibili, si manifestano con un innalzamento permanente della soglia uditiva.

Il danno da rumore si manifesta tipicamente come ipoacusia percettiva bilaterale.

Il rumore ad intensità più elevata (non inferiore a 120-130 dB secondo alcuni Autori) determina effetti anche sulla porzione vestibolare con vertigini, nausea, disturbi dell'equilibrio di solito reversibili dopo la cessazione dello stimolo sonoro.

La capacità uditiva si valuta mediante l'audiometria tonale (secondo i criteri indicati nell'Allegato VII del D.Lgs. 277/91), comprendendo anche la frequenza di 8.000 Hz. Questa tecnica permette di misurare in decibel la perdita dell'udito. L'orecchio con udito normale ha come livello sonoro di soglia il valore zero che indica l'intensità minima di suono percepibile. La perdita uditiva, o ipoacusia, espressa in decibel esprime la differenza tra il livello sonoro minimo che l'orecchio riesce a percepire e lo zero, considerato convenzionalmente standard. La soglia uditiva, e quindi anche la perdita uditiva, si valuta di solito alle frequenze di 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000 Hz. In un soggetto con udito normale la curva che risulta dalla audiometria non si discosta eccessivamente dallo zero (comunque meno 25 dB).

Ormai si tende generalmente ad accettare che il rumore provochi anche effetti extrauditivi, come evidenziato da numerosi studi. Ciò nonostante non si è ancora provveduto ad un chiaro inquadramento eziopatogenetico e nosologico.

Le difficoltà provengono essenzialmente dall'esistenza di dati contrastanti, dalla non specificità degli effetti e dal fatto che non è stato possibile individuare una definita correlazione tra effetti e diverse caratteristiche fisiche del rumore.

L'apparato cardiovascolare sembra essere il più influenzato direttamente ed indirettamente dal rumore. Dall'analisi della Letteratura emerge che il rumore, con intensità in genere superiore ad 85 dB(A), determina aumento della frequenza cardiaca, della pressione arteriosa, delle resistenze vascolari periferiche, della concentrazione ematica ed urinaria di noradrenalina e, spesso, di adrenalina. Diversi autori hanno studiato il rapporto tra danno uditivo ed ipertensione arteriosa, ma i risultati sono ancora insufficienti e contraddittori per formulare un giudizio attendibile. In relazione agli altri parametri studiati, pur essendo gli studi meno numerosi, sembra accertata la comparsa di turbe coronariche per esposizione a rumore in particolare in soggetti con preesistente coronaropatia.

Sono state riportate anche alterazioni dei meccanismi immunologici.

2.2. Riferimenti normativi

I principali riferimenti normativi, a livello nazionale e internazionale, riguardanti le tematiche sviluppate in queste Linee Guida sono i seguenti:

- Decreto Legislativo del 15/08/1991, n. 277 *"Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi*

derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della legge 30/07/1990, n. 212" e successivi aggiornamenti e integrazioni.

- Decreto Legislativo 4 dicembre 1992, n. 475 *"Attuazione della direttiva 89/686/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1989 in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relativa ai dispositivi di protezione individuale".*
- Decreto Legislativo del 19/09/1994, n. 626 *"Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro"* e successivi aggiornamenti e integrazioni.
- Decreto Presidente della Repubblica del 24/07/1996, n. 459 *"Regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine".*
- Decreto Legislativo del 14/08/96, n. 493 *"Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro".*
- Decreto Legislativo del 14/08/1996, n. 494 *"Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili"* e successivi aggiornamenti e integrazioni.
- Legge 196 del 24/06/1997 *"Norme in materia di promozione dell'occupazione".*
- Decreto Legislativo del 04/08/1999, n. 345 *"Attuazione della direttiva 94/33/CE relativa alla protezione dei giovani sul lavoro".*
- Decreto Legislativo del 17/08/1999, n. 298 *"Attuazione della direttiva 93/103/CEE relativa alle prescrizioni minime di sicurezza e di salute per il lavoro a bordo delle navi da pesca".*
- Decreto Legislativo del 18/08/2000, n. 262 *"Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 345, in materia di protezione dei giovani sul lavoro, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128".*
- Decreto del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale del 02/05/01 *"Criteri per l'individuazione e l'uso dei dispositivi di protezione individuale (DPI)".*
- Decreto Legislativo del 26/03/2001, n. 151 *"Testo unico delle disposizioni legislative in materia di tutela e sostegno della maternità e della paternità, a norma dell'articolo 15 della legge 8 marzo 2000, n. 53".*
- Direttiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 6 febbraio 2003 sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore) (diciassettesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE).

- UNI 9432 (2002) *"Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro".*
- Norma CEI EN 60651 (1982) *"Misuratori di livello sonoro (fonometri). (Classificazione CEI: 29-1. Conforme allo standard IEC 651:1979)".*
- Norma CEI EN 61252 (1996) *"Elettroacustica - Specifiche dei misuratori individuali di esposizione sonora". (Classificazione CEI: 29-25. Conforme allo standard IEC 1252:1993-06)".*
- Norma CEI EN 61260 (1997) *"Filtri di bande di ottava e di frazioni di ottava"*. (Classificazione CEI: 29-32. Conforme allo standard IEC 1260:1995-08 che ha sostituito lo standard IEC 225:1966).

- Norma CEI EN 60804 (1999) *"Fonometri integratori mediatori. (Classificazione CEI: 29-10. Conforme allo standard IEC 804:1985; IEC 804/A1:1989)"*.
- Norma CEI EN 60942 (1999) *"Elettroacustica - Calibratori acustici. (Classificazione CEI: 29-14. Conforme allo standard IEC 60942:1997-11)"*.
- Guida UNI CEI 9 (1997) *"Guida all'espressione dell'incertezza di misura"*.
- Norma ISO 2204 (1979) *"Acoustics - Guide to International Standards on the measurement of airborne acoustical noise and evaluation of its effects on human beings"*.
- Norma ISO 1996-1 (1982) *"Acoustics - Description and measurement of environmental noise - Part 1: Basic quantities and procedures"*.
- Norma ISO 1996-2 (1987) *"Acoustics - Description and measurement of environmental noise - Part 2: Acquisition of data pertinent to land use"*.
- Norma ISO 1996-3 (1987) *"Acoustics - Description and measurement of environmental noise - Part 3: Application to noise limits"*.
- Norma ISO 1999 (1990) *"Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment"*.
- Norma ISO 9612 (1997) *"Acoustics - Guidelines for the measurement and assessment of exposure to noise in a working environment"*.
- Norma UNI EN 21683 (1995) *"Acustica - Grandezze di riferimento preferite per i livelli acustici"*.
- Norma UNI EN ISO 11200 (1997) *"Acustica - Rumore emesso dalle macchine e dalle apparecchiature. Linee guida per l'uso delle norme di base per la determinazione dei livelli di pressione sonora al posto di lavoro e in altre specifiche posizioni"*.
- Norma UNI EN ISO 11690-1 (1998) *"Acustica - Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario - Strategia per il controllo del rumore"*.
- Norma UNI EN ISO 11690-2 (1999) *"Acustica - Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario - Provvedimenti per il controllo del rumore"*.
- Norma UNI EN ISO 11690-3 (2000) *"Acustica - Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario - Propagazione del suono e previsione del rumore in ambienti di lavoro"*.
- Norma UNI EN ISO 4871 (1998) *"Acustica - Dichiarazione e verifica dei valori di emissione sonora di macchine e apparecchiature"*.
- Norma UNI ISO 2923 (1997) *"Acustica. Misura del rumore a bordo di navi"*.
- Norma UNI EN 27182 (1991) *"Acustica. Rilevamento all'orecchio dell'operatore del rumore emesso dalla motoseghe a catena portatili"*.
- Norma UNI EN 27917 (1992) *"Acustica. Rilevamento all'orecchio dell'operatore del rumore emesso dai decespugliatori"*.
- Norma UNI EN 457 (1993) *"Sicurezza del macchinario - Segnali acustici di pericolo - Requisiti generali, progettazione e prove"*.
- Norma UNI EN 458 (2005) *"Prottettori dell'udito - Raccomandazioni per la selezione, l'uso, la cura e la manutenzione - Documento guida"*.
- Norma UNI EN 352-1 (2004) *"Protettori dell'udito - Requisiti generali - Parte 1: Cuffie"*.

- Norma UNI EN 352-2 (2004) *"Protettori dell'udito - Requisiti generali - Parte 2: Inserti"*.
- Norma UNI EN 352-3 (2004) *"Protettori dell'udito - Requisiti generali - Parte 3: Cuffie montate su un elmetto di protezione per l'industria"*.
- Norma UNI EN 352-4 (2002) *"Protettori auricolari - Requisiti di sicurezza e prove - Cuffie con risposta in funzione del livello sonoro"*.
- Norma UNI EN 24869-1 (1993) *"Acustica - Protettori auricolari - Metodo soggettivo per la misurazione dell'attenuazione sonora (ISO 4869-1: 1990)"*.
- Norma UNI EN ISO 4869-2 (1998) *"Acustica - Protettori auricolari - Stima dei livelli di pressione acustica ponderati A quando i protettori auricolari sono indossati"*.
- Norma UNI EN 24869-3 (1996) *"Acustica - Protettori auricolari - Metodo semplificato per la misurazione della perdita di inserzione di cuffie afoniche ai fini del controllo di qualità"*.
- Norma UNI EN ISO 389-1 (2000) *"Acustica - Zero di riferimento normale per la taratura degli audiometri - Livelli di riferimento equivalente di pressione sonora liminare tonale per cuffie a coppe"*.
- Norma UNI EN 26189 (1993) *"Acustica - Audiometria liminare tonale per via aerea ai fini della preservazione dell'udito"*.
- Raccomandazione OSHA (Occupational Safety & Health Administration) n. 1910.95 App. B - *"Methods for estimating the adequacy of hearing protector attenuation"*.
- Criterio NIOSH (National Institute for Occupational Safety & Health) n. 126-98 *"Occupational noise exposure"*.
- Ministero del Lavoro (Prot. n. 21490/RLA.5), "Richiesta di chiarimenti sugli adempimenti di valutazione e di prevenzione in materia di rumore", Roma 1992.
- Ministero del Lavoro (Prot. n. 21939-pr 14), "Applicazione del D.Lgs. 277/91 - Valutazione del rischio rumore - Parere tecnico-legislativo", Roma 1993.
- Circolare 45/92: "Primi indirizzi applicativi del Decreto Legislativo n. 277 del 15 Agosto 1991", Assessorato Sanità - Igiene - Ambiente della Regione Lazio, Roma 1992.
- Circolare 36/93: "D.Lgs. 277 del 15 agosto 1991 - Applicazione delle norme riguardanti la rumorosità con particolare riferimento alle attività lavorative con esposizione discontinua, ed alle problematiche connesse alla informazione e formazione dei lavoratori", Assessorato Sanità - Igiene - Ambiente della Regione Lazio, Roma 1993.
- Circolare 35/SAN/93: "Linee guida per l'applicazione del D.Lgs. 277/91 in ordine ai rischi derivanti dall'esposizione lavorativa a piombo, amianto e rumore", Assessorato Sanità e Igiene della Regione Lombardia, Milano 1993.
- Circolare Prot. n. 5144/48/768 del 03/08/94: "Linee guida per l'applicazione del D.Lgs. 277/91 - Capo IV", Assessorato Assistenza Sanitaria della Regione Piemonte, Torino 1994.
- "DL 277 del 15/08/91: primi indirizzi applicativi", Dipartimento Sicurezza Sociale della Regione Toscana, Firenze 22/02/1992.
- "Decreto legislativo 15 agosto 1991, n. 277 - Rischio rumore. Raccolta indirizzi applicativi della Giunta regionale toscana per la prevenzione del rischio rumore", Dipartimento Sicurezza Sociale della Regione Toscana, Firenze luglio 1993.
- Circolare 12/92: "Applicazione del D.Lgs. 277 del 15/08/91 relativo alla protezione dei lavoratori dai rischi derivanti dall'esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro", Assessorato alla Sanità della Regione Emilia-Romagna, Bologna 1992.

- Circolare 23/93: "Indicazioni sull'applicazione del Capo IV, D.Lgs. 277/91 - Protezione dei lavoratori contro i rischi di esposizione al rumore durante il lavoro", Assessorato alla Sanità della Regione Emilia-Romagna, Bologna 1993.
- Circolare 3/93: "Ulteriori indicazioni applicative del Capo IV del D.Lgs. 277/91. Protezione dei lavoratori contro i rischi di esposizione al rumore durante il lavoro", Assessorato alla Sanità della Regione Emilia-Romagna, Bologna 1995.
- "Linee guida per l'effettuazione e la registrazione dei Rapporti di Valutazione dei rischi Piombo, Amianto e Rumore, ai sensi del D.Lgs. 277/91", Coordinamento dei Servizi di Medicina Preventiva e Igiene del Lavoro della provincia di Modena, Modena 1992.
- "Linee guida sull'applicazione del D.Lgs. 494/96 - Cantieri temporanei o mobili", Coordinamento delle Regioni e delle Province Autonome di Trento e Bolzano, approvate in data 09/10/97.
- "Integrazioni operative predisposte dalla Task-Force dell'Assessorato alla Sanità della Regione Emilia-Romagna al documento "Linee guida sull'applicazione del D.Lgs. 494/96 - Cantieri temporanei o mobili" prodotto dal Coordinamento delle Regioni e delle Province Autonome ed approvato in data 09/10/97", Bologna 1997.
- Manuale di buona pratica "Metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro", ISPESL - Conferenza dei Presidenti delle Regioni e Province Autonome approvato in data 16/12/2004, Roma 2005.

2.3. Definizione e parametri

Comunemente si intende per **rumore** un suono che provoca una sensazione sgradevole, fastidiosa o intollerabile.

Il **suono** è una perturbazione meccanica che si propaga in un mezzo elastico (gas, liquido, solido) e che è in grado di eccitare il senso dell'udito.

Un corpo che vibra provoca nell'aria oscillazioni della pressione intorno al valore della pressione atmosferica - compressioni e rarefazioni, che si propagano come onde progressive nel mezzo e giungono all'orecchio producendo la sensazione sonora.

Si definisce **pressione sonora** istantanea **p(t)** la differenza indotta dalla perturbazione sonora tra la pressione totale istantanea e il valore della pressione statica all'equilibrio.

Nel caso più semplice le variazioni della pressione sono descritte da una funzione sinusoidale caratterizzata dalle seguenti grandezze:

- **frequenza (f):** numero di oscillazioni complete nell'unità di tempo (Hz).
- **periodo (T):** durata di un ciclo completo di oscillazione (s); è l'inverso della frequenza.
- **velocità di propagazione (c):** velocità con la quale la perturbazione si propaga nel mezzo, in dipendenza dalle caratteristiche del mezzo stesso (m/s); in aria c è pari a circa 340 m/s.
- **lunghezza d'onda (λ):** distanza percorsa dall'onda sonora in un periodo (m).
- **ampiezza (A):** valore massimo dell'oscillazione di pressione (N/m^2).

Qualora le onde abbiano frequenza approssimativamente compresa fra 20 e 20000 Hz ed ampiezza superiore ad una certa entità che dipende dalla frequenza, l'orecchio umano è in grado di percepirle.

La determinazione del contenuto in frequenza di un certo suono è chiamata **analisi in frequenza** o **analisi di spettro**.

2.3.1. Livello di pressione e di potenza sonora

Se si misurasse la pressione sonora in N/m^2 (Pascal), si dovrebbero considerare valori tipicamente compresi fra $20*10^{-6}$ Pa e 200 Pa. Al fine di comprimere tale intervallo di variabilità ed anche sulla base dell'ipotesi che l'intensità delle sensazioni uditive sia in prima approssimazione proporzionale al logaritmo dello stimolo e non al suo valore assoluto, è stata introdotta la scala logaritmica o scala dei livelli. Il livello, espresso in dB, è pari a dieci volte il logaritmo decimale del rapporto fra una data grandezza ed una grandezza di riferimento, omogenee fra di loro. In particolare si ha:

Livello di pressione sonora = $L_p = 10 \log (p^2/p_o^2) = 20 \log (p/p_o)$ (dB)

dove p è il valore r.m.s. della pressione sonora in esame e p_o (pressione sonora di riferimento) è il valore di soglia di udibilità a 1000 Hz ($20\ 10^{-6}$ Pa = 20 μPa).

Analogamente si ha:

Livello di potenza sonora = $L_W = 10 \log (W/W_o)$ (dB)

dove W è il valore r.m.s. della potenza sonora in esame e W_o (potenza sonora di riferimento) = 10^{-12} watt.

La scala dei decibel non è lineare, per cui non si possono sommare i livelli sonori in modo aritmetico ma occorre ricorrere ai logaritmi; ad es.: 80 dB + 80 dB = 83 dB.

2.3.2. Livello sonoro continuo equivalente

Per caratterizzare un rumore variabile in certo intervallo di tempo T, si introduce il:

Livello sonoro continuo equivalente = $L_{eq,T} = 10 \log \{\frac{1}{T} \int_0^T [\frac{p(t)}{p_0}]^2 dt\}$ (dB)

che è il livello, espresso in dB, di un ipotetico rumore costante che, se sostituito al rumore reale per lo stesso intervallo di tempo T, comporterebbe la stessa quantità totale di energia sonora.

Per la valutazione del rumore a livello internazionale sono comunemente utilizzate due curve di ponderazione (filtri che operano un'opportuna correzione dei livelli sonori alle diverse frequenze) del rumore. La curva A è utilizzata per valutare gli effetti del rumore sull'uomo. Il livello sonoro in dB(A), che si ottiene utilizzando questa curva di ponderazione A, è la grandezza psicoacustica di base, comunemente utilizzata per descrivere i fenomeni sonori in relazione alla loro capacità di produrre un danno uditivo. La ponderazione A, operata dagli strumenti di misura del rumore, approssima la risposta dell'orecchio e penalizza, attenuandole, le basse frequenze, mentre esalta, in misura molto lieve, le frequenze fra 1000 e 5000 Hz. La curva di ponderazione C, invece, è stata adottata nella Direttiva "Macchine" 89/392/CEE, recepita dal D.P.R. 459/96, per descrivere il livello di picco L_{picco} prodotto dalle macchine ed è stata adottata anche dalla nuova Direttiva europea sul rumore 2003/10/CE che entrerà in vigore il 15 febbraio 2006, che sostituirà la Direttiva 86/188/CEE da cui ha tratto origine il D.Lgs. 277/91.

Per quantificare l'esposizione di un lavoratore al rumore si utilizza il:

Livello di esposizione quotidiana personale = $L_{EP,d} = L_{Aeq,Te} + 10 \log (\frac{Te}{T_0})$ (dB(A))

dove: $L_{Aeq,Te} = 10 \log \{\frac{1}{Te} \int_0^{Te} [\frac{p_A(t)}{p_0}]^2 dt\}$ (dB(A))

Te = durata quotidiana dell'esposizione personale di un lavoratore al rumore, ivi compresa la quota giornaliera di lavoro straordinario;

T_o = 8 ore;

p_A = pressione acustica istantanea ponderata A, in Pa;

p_o = 20 μPa.

È altresì utilizzato il:

Livello di esposizione settimanale = $L_{EP,w} = 10 \log \left[\frac{1}{5} \sum_k 10^{0,1(L_{EP,d})_k}\right]$ (dB(A))

con: k = 1, 2, …, m;

m = numero dei giorni di lavoro della settimana considerata.

Si sottolinea che i L_{EP} non tengono conto degli effetti di un qualsiasi mezzo individuale di protezione.

2.3.3. Livello di picco

Accanto al livello sonoro continuo equivalente viene infine utilizzato un secondo parametro, comunemente noto come livello di picco lineare L_{picco}. Tale livello è definito come:

$$L_{picco}\ (dB) = 10 \log \left(\frac{p^2_{peak}}{p^2_0}\right) \qquad (dB(Lin))$$

dove la grandezza p_{peak}, che non è un valore r.m.s., è definita nel D.Lgs. 277/91 come *"valore della pressione acustica istantanea non ponderata"* ed è molto importante nella valutazione del rumore impulsivo. È noto infatti che a parità di contenuto energetico medio, un rumore che presenta caratteristiche di impulsività costituisce un fattore di rischio aggiuntivo per la salute di cui bisognerebbe tenere conto nella valutazione del rischio.

Il D.Lgs. 277/91 stabilisce che non possa essere mai superato un livello di picco pari a 140 dB.

2.3.4. Principio dell'eguale energia

I criteri definiti dagli standard correnti ai fini della valutazione dell'esposizione a rumore prevedono che rumori di pressione p_{A1} e p_{A2} per tempi pari rispettivamente a t_1 e t_2 siano equivalenti in relazione ai possibili danni alla salute quando:

$$p^2_{A1} \times t_1 = p^2_{A2} \times t_2$$

Questa relazione, che rappresenta una buona approssimazione dei dati disponibili, esprime in termini matematici il cosiddetto "principio della uguale energia".

In termini di decibel, ad un raddoppio del tempo di esposizione deve corrispondere una diminuzione di 3 dB del livello di pressione sonora per mantenere costante la dose (ovvero il rischio di danno) e, viceversa, ad un aumento di 3 dB del livello di pressione sonora deve corrispondere un dimezzamento del tempo di esposizione.

2.3.5 Spettro sonoro, bande di frequenza

La determinazione della distribuzione dell'energia sonora nelle sue varie frequenze componenti è detta *analisi in frequenza* ed il risultato è detto *spettro di frequenza* del suono.

Nonostante nel D.Lgs. 277/91 non se ne faccia cenno, l'analisi in frequenza del rumore è fondamentale in fase di bonifica acustica ed opportuna per scegliere correttamente i protettori auricolari.

3. VALUTAZIONE DEL RUMORE

Uno dei principali aspetti di novità introdotti dalla normativa europea è l'obbligo per le aziende di effettuare la valutazione del rischio.

La valutazione è un processo tecnico di conoscenza finalizzato alla riduzione ed al controllo dei rischi attraverso l'adozione di misure tecniche, orga-nizzative e procedurali, l'effettuazione di controlli sanitari preventivi e periodici, nonché la costante ed adeguata informazione e formazione degli addetti.

3.1. Valutazione senza misurazioni

Stante l'estrema differenziazione delle tipologie aziendali, il **D.Lgs. 277/91** ammette anche la possibilità di non ricorrere a misurazioni effettuate secondo i criteri indicati nell'Allegato VI, qualora si possa "fondatamente" ritenere che i livelli di esposizione personali a rumore (L_{EP}) non superino gli 80 dB(A).

Per decidere sul non superamento o meno degli 80 dB(A) di L_{EP}, il datore di lavoro deve utilizzare dei criteri da riportare nel **Rapporto di Valutazione**. I criteri comunemente raccomandati sono:

- i risultati di misurazioni, anche estemporanee;
- i risultati di precedenti misurazioni;
- la disponibilità di specifiche acustiche dei macchinari in uso;
- i confronti con situazioni analoghe;
- i dati di Letteratura;
- la manifesta assenza di fonti di rumorosità significative.

Alcuni elenchi indicativi di attività e mansioni normalmente con $L_{EP} < 80$ dB(A) sono riportati in Allegato n. 1. I datori di lavoro sono comunque invitati ad utilizzare i criteri prima citati ed a considerare le specificità del loro caso (addensamento di macchine/lavorazioni, vetustà e condizioni di manutenzione delle macchine, riverbero dell'ambiente...) in grado di modificare sensibilmente il livello finale dell'esposizione a rumore.

Quanto detto sino ad ora vale per tutte le tipologie di aziende soggette al campo d'applicazione del D.Lgs. 277/91.

Con un provvedimento successivo, il **D.Lgs. 494/96**, è stato introdotto, nel solo caso specifico dei cantieri temporanei o mobili (come definiti nello stesso Decreto) la possibilità di effettuare, in una fase preventiva all'avvio delle attività, una valutazione del rumore calcolando i livelli di esposizione dei lavoratori in riferimento ai tempi di esposizione e ai livelli di rumore standard individuati da banche-dati, studi e misurazioni la cui validità è riconosciuta dalla Commissione consultiva permanente per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro di cui all'art. 26 del D.Lgs. 626/94.

Occorre innanzitutto evidenziare che i primi destinatari di questa possibilità sono i Coordinatori per la sicurezza in fase di progettazione per effettuare previsioni volte a gestire l'organizzazione spaziale e temporale dei cantieri, dal punto di vista acustico.

I datori di lavoro delle imprese esecutrici, invece, si avvarranno di questa opportunità limitatamente al

caso in cui l'azienda stia per cimentarsi in una tipologia produttiva rispetto alla quale non dispongano di dati propri, frutto della relazione di valutazione del rumore ex art. 40 del D.Lgs. 277/91 ed in attesa che le proprie specifiche misurazioni permettano di prendere le decisioni più appropriate.

Pertanto il D.Lgs. 494/96 permette ad imprese che operano sempre su nuovi cantieri di limitare l'obbligo di aggiornamento della valutazione, da effettuarsi mediante l'analisi delle proprie condizioni di rischio, ovvero misura dei reali livelli di rumore e determinazione degli specifici tempi di esposizione, ai soli casi previsti nel nuovo (futuro) cantiere temporaneo o mobile e non già contemplati nella valutazione aziendale del rischio effettuata ai sensi dell'art. 40 del D.Lgs. 277/91.

3.2. Valutazione con misurazioni

In tutti i casi in cui non si possa fondatamente escludere che vi siano L_{EP} superiori a 80 dB(A) occorre provvedere alla valutazione del rischio mediante misurazioni.

L'indicazione fornita dalla legge trova la motivazione tecnica nella necessità che i L_{EP} siano definiti con sufficiente precisione in quanto, in relazione agli stessi, devono essere adottate conseguenti e specifiche misure di prevenzione e di protezione.

Oltre che esplicitamente negato dal D.Lgs. 277/91, il mancato ricorso ai rilievi fonometrici può quindi portare a risultati non sufficientemente precisi date le molteplici variabili che possono influenzare le emissioni acustiche: tipologia delle macchine, loro vetustà, condizioni di manutenzione, organizzazione del lavoro, caratteristiche ambientali del luogo di lavoro, ecc.

3.2.1. Personale competente

Premesso che la responsabilità di effettuare le valutazioni tecniche tramite il personale competente è del datore di lavoro, il quale è opportuno che si avvalga di figure qualificate, il D.Lgs. 277/91 (né altra precedente normativa) non stabilisce quali debbano essere i requisiti professionali del personale incaricato di effettuare le valutazioni e le misurazioni dell'esposizione a rumore.

Di conseguenza gli organi di vigilanza, ai fini della valutazione della pertinenza e della qualità della valutazione dell'esposizione, dovranno prendere in esame esclusivamente le prestazioni tecniche erogate dal personale incaricato che, comunque, deve essere identificato nella **Relazione tecnica**.

In particolare dovranno essere osservati:

- l'adeguatezza della strumentazione utilizzata;
- la correttezza dei metodi di misura;
- la coerenza delle strategie di campionamento in relazione alla tipologia del rumore da misurare;
- la chiara indicazione dei punti di misura (sulla pianta o sul lay-out del reparto/stabilimento), le condizioni di campionamento e dei relativi livelli misurati;
- la chiarezza e la completezza della **Relazione tecnica** (che costituisce il perno del **Rapporto di Valutazione**) soprattutto in merito all'espressione dei risultati della valutazione.

Ad analoghi criteri possono dunque attenersi anche i datori di lavoro per valutare la qualità della prestazione ottenuta.

Parimenti, si segnala come la qualità della prestazione del tecnico competente in fase di esecuzione della valutazione del rischio richieda i dovuti rapporti coi soggetti della sicurezza in ambito aziendale (in

particolare R-SPP ed RLS) per garantirsi circa l'effettiva comprensione dell'organizzazione delle modalità di lavoro, delle mansioni/compiti/attività dei lavoratori e, in definitiva, delle condizioni produttive da valutare.

In fase di conferimento di incarico, poi, si fa presente che esistono tecnici che hanno frequentato specifici corsi di acustica presso Università ed Associazioni o sono iscritti in elenchi regionali istituiti dalla legge 447/95 ("*Legge quadro sull'inquinamento acustico*").

3.2.2. Strumentazione per le misurazioni del rumore

Le misurazioni per la valutazione dell'esposizione a rumore devono essere effettuate almeno con strumenti di gruppo 1 IEC 651/79 o IEC 804/85 (recepite in Italia come CEI EN 60651/82 e CEI EN 60804/99); nel caso in cui si eseguano analisi in frequenza la strumentazione deve essere conforme anche alla classe 1 della IEC 1260/95 (recepite in Italia come CEI EN 61260/97). I fonometri indossabili (conformi alle IEC 651/79, IEC 804/85 e IEC 1252/93, classe 1) sono ammessi a patto che il microfono non sia posto sul corpo della persona ma a 10 cm dall'orecchio più esposto (ad es. con l'ausilio di un archetto); sarà cura del personale competente accertarsi della validità dei risultati ottenuti.

Gli strumenti di misura e di calibrazione devono essere tarati annualmente presso uno dei centri accreditati al SIT (Servizio di Taratura in Italia) istituito con legge 273/91 o presso uno dei centri del EA (European co-operation for Accreditation)[1].

Anche gli strumenti nuovi devono essere muniti di certificato di taratura.

Quanto affermato vale ovviamente anche per gli organi di vigilanza qualora intendano adottare provvedimenti amministrativi o sanzionatori.

3.2.3. Utilizzo del $L_{EP,d}$ e del $L_{EP,w}$

Quando l'orario di lavoro è articolato su 5 giorni settimanali e le condizioni lavorative espongono gli addetti a livelli di rumorosità che non subiscono variazioni di rilievo tra le diverse giornate lavorative, il livello da prendere a riferimento è il $L_{EP,d}$.

Se, invece, l'orario di lavoro non è articolato su 5 giorni settimanali oppure le condizioni lavorative presumibilmente espongono a livelli variabili tra una giornata e l'altra della medesima settimana si deve prendere come riferimento il $L_{EP,w}$.

In tal caso il $L_{EP,w}$, che rappresenta per definizione la media settimanale dei diversi $L_{EP,d}$, diviene il valore sulla base del quale attuare i protocolli di prevenzione previsti dal D.Lgs. 277/91. L'unica eccezione può riguardare l'utilizzo dei mezzi di protezione personale: anche nel caso in cui il $L_{EP,w}$ sia inferiore a 90 dB(A), al superamento dei 90 dB(A) di $L_{EP,d}$ interviene comunque l'obbligo per i lavoratori ad indossare tali protettori, fatto salvo l'accoglimento della richiesta di deroga ex art. 47.

Per attività molto variabili che comportano una elevata fluttuazione dei livelli di esposizione personale e qualora tali livelli, espressi come $L_{EP,d}$ o $L_{EP,w}$, non siano ragionevolmente rappresentativi della reale esposizione giornaliera o settimanale, è corretto che il L_{EP} sia ricostruito in riferimento alla situazione ricorrente a massimo rischio.

Il ricorso in fase di valutazione a L_{EP} mediati su tempi superiori alla settimana non trova precisi riscontri sul testo legislativo e può indurre a sottovalutazioni dei provvedimenti preventivi e protettivi da adottare.

[1] Un elenco aggiornato dei centri di taratura può essere reperito presso i siti: www.sit-italia.it e www.european-accreditation.org

Il **Rapporto di Valutazione** relativo a queste situazioni è bene che espliciti sia la variabilità dei L_{EP} nelle situazioni-tipo individuabili, sia i periodi di tempo in cui tali L_{EP} si presentano (ad esempio su % dei giorni nel periodo considerato, su base annuale, ecc.).

3.2.4. Lavoratori stagionali e a tempo determinato, lavoro temporaneo

Come più volte ribadito dalla giurisprudenza, le norme di sicurezza si applicano anche ai lavoratori stagionali o assunti per brevi periodi; a questi lavoratori vanno infatti riconosciuti i medesimi diritti dei lavoratori occupati a tempo indeterminato.

Ciò vale anche per i lavoratori operanti in regime di "contratto di fornitura di prestazioni di lavoro temporaneo". Infatti la legge istitutiva di questi particolari contratti di lavoro (Legge 196 del 24/6/97) prescrive che l'impresa utilizzatrice osservi nei confronti dei prestatori di lavoro temporaneo, in presenza di rischi specifici, tutti gli obblighi di protezione previsti nei confronti dei propri dipendenti fissi. La stessa legge, nell'indicare gli obblighi dell'impresa fornitrice (es.: l'informazione generale sulla sicurezza) e dell'impresa utilizzatrice, richiama la possibilità di stabilire tra le due imprese specifici accordi/contratti affinché la formazione specifica sia effettuata dalla ditta utilizzatrice.

Tale previsione è da incentivare in quanto la ditta utilizzatrice, avendone l'obbligo nei confronti dei propri lavoratori dipendenti, possiede le conoscenze dei rischi, delle misure di tutela, delle modalità di protezione per garantire una formazione efficace.

Il datore di lavoro della ditta utilizzatrice ha quindi l'obbligo di effettuare la valutazione del rischio rumore anche nei confronti di questo tipo di personale.

Il L_{EP} (quotidiano o settimanale) andrà determinato all'interno del solo periodo di effettiva occupazione effettuando la valutazione con i medesimi criteri previsti per i lavoratori stabilmente occupati. Qualora l'esposizione personale sia variabile su tempi lunghi (superiori alla settimana) si procederà in riferimento alla situazione ricorrente a massimo rischio.

Il D.Lgs. 276/03 ("Legge Biagi") estende questi standard di sicurezza a tutta la platea dei cosiddetti "lavoratori atipici" (somministrazione di lavoro (ex lavoro interinale), appalto di servizi, distacco; contratto ad orario ridotto, modulato e flessibile; apprendistato e contratto di inserimento; lavoro a progetto (ex Co.co.co.) e lavoro occasionale), equiparandoli ai lavoratori dipendenti ai fini dell'adempimento degli obblighi previsti dal D.Lgs. 626/94 e impedisce il ricorso a tali forme di prestazione di lavoro alle aziende che non hanno effettuato la valutazione dei rischi ex art. 4 D.Lgs. 626/94.

3.2.5. Lavoratori che operano sovente all'esterno della propria azienda

Il personale competente, sotto la responsabilità del datore di lavoro, provvede ad assegnare le fasce di rischio dei singoli lavoratori integrando livelli e tempi della valutazione del rischio relativa alle attività svolte presso la sede aziendale con quelli relativi alla valutazione dell'esposizione presunta nelle sedi di lavoro esterne.

Per definire quest'ultima si configurano due situazioni tipo:

- qualora le normali sorgenti dell'esposizione siano utensili, macchine o apparecchiature proprie, la valutazione dei livelli di rumore va condotta riportandosi o simulando condizioni operative;
- qualora le condizioni di esposizione siano principalmente determinate dai livelli di rumore degli ambienti esterni presso cui i lavoratori vanno ad operare, la valutazione dei L_{EP} va condotta riferendosi alla situazione ricorrente a massimo rischio.

Per queste situazioni diviene fondamentale l'applicazione dell'art. 7 del D.Lgs. 626/94 e dell'art. 5, c. 2-3-4 del D.Lgs. 277/91 (informazione dalle aziende appaltanti sui livelli di rischio ivi presenti, ad es. mediante richiesta della valutazione del rischio o di un suo stralcio, cooperazione-coordinamento con gli stessi per l'attuazione delle misure di prevenzione) ed è fortemente consigliabile un ricorso estensivo al controllo medico.

3.2.6. Cantieri temporanei o mobili

Come noto, con il **D.Lgs. 494/96**, è stato introdotto, nel solo caso specifico dei cantieri temporanei o mobili (come definiti nello stesso Decreto e succ.mod.) la possibilità di effettuare, in una fase preventiva all'avvio delle attività, una valutazione del rumore calcolando i livelli di esposizione dei lavoratori in riferimento ai tempi di esposizione e ai livelli di rumore standard individuati da banche-dati, studi e misurazioni la cui validità è riconosciuta dalla Commissione consultiva permanente per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro di cui all'art. 26 del D.Lgs. 626/94.

Occorre in primo luogo ribadire che tutte le aziende, e quindi anche le imprese che operano nei cantieri temporanei e mobili, debbono comunque disporre -ex art. 40 del D.Lgs. 277/91- di una propria valutazione del rumore (con propri rilievi e propri tempi di esposizione).

I datori di lavoro, acquisite le previsioni dei Coordinatori per la sicurezza in fase di progettazione, potranno verificare, prima dell'avvio delle attività, se le condizioni di lavoro previste in quello specifico cantiere sono compatibili con i livelli di prevenzione e protezione adottati per i propri lavoratori, cioè potranno e dovranno verificare l'attendibilità della valutazione del rischio specifica della propria azienda in quel determinato cantiere.

Le misure di prevenzione e protezione adottate dal datore di lavoro a seguito della propria valutazione ex art. 40 del D.Lgs. 277/91, ed eventualmente aggiornate alla luce del quadro di rischio prefigurato dal Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione nel Piano di Sicurezza e Coordinamento di quello specifico cantiere, vanno invece riportate nel Piano Operativo per la Sicurezza.

3.2.7. Relazione tecnica

I contenuti della **Relazione tecnica** effettuata dal personale competente sono indicati in primo luogo dal Capo IV del D.Lgs. 277/91 con le puntualizzazioni dell'Allegato VI.

Altre indicazioni sono desumibili dalla UNI 9432/2002.

Nel testo della **Relazione tecnica**, cui occorre approcciare dopo un'attenta analisi del ciclo di produzione, dell'organizzazione e delle procedure di lavoro, delle 'giornate lavorative tipo', degli ambienti di lavoro e delle caratteristiche del rumore (condizione da realizzarsi anche con il confronto con i soggetti aziendali della sicurezza; in particolare il R-SPP ed il RLS) e dopo una accurata campagna di misure, vanno riportati i seguenti elementi:

- anagrafica dell'unità produttiva in oggetto, descrizione della tipologia produttiva e delle mansioni nonché numero degli occupati totali;
- tabella che identifichi le mansioni e relativo numero di occupati, per le quali si è convenuto di escludere il superamento degli 80 dB(A) di L_{EP}, sulla base di una valutazione senza misurazioni dettagliate, indicando i relativi criteri di giudizio adottati;
- strumentazione di calibrazione e di misura utilizzata, con data dell'ultima taratura (di laboratorio) precisando il centro SIT che l'ha effettuata, e gli estremi del certificato di taratura;

- criteri e modalità di valutazione dei L_{EP};
- piantina dell'unità produttiva con il lay-out aggiornato delle macchine e degli impianti, in cui siano indicate le postazioni di lavoro, le sorgenti di rumore e i punti di misura. I rilievi effettuati con strumenti fissati sulla persona (se questa si muove su più aree produttive) andranno riportati in un elenco apposito con specifica descrizione. Nel caso di attività a carattere temporaneo (es.: cantieri edili) o non legate ad un precisa postazione di lavoro (es.: agricoltura, autotrasportatori, utilizzo di attrezzature portatili ...) andrà prevista, oltre alla descrizione delle lavorazioni e dei mezzi di produzione impiegati, l'indicazione precisa di ciò che si è provveduto a misurare;
- tabella che associ ai punti di misura i rispettivi L_{Aeq} e L_{picco} misurati, la data, i tempi e le condizioni di misura, l'errore casuale (vedi Allegato n. 2);
- tabella che descriva il procedimento adottato per assegnare il L_{EP} al singolo operatore (o al gruppo omogeneo) tenendo conto dell'organizzazione del lavoro (posti di lavoro/mobilità/tempi di permanenza);
- elenco nominativo di tutti i lavoratori con indicazione delle relative classi di rischio:
  - $L_{EP} > 90$ dB(A) o $L_{picco} > 140$ dB
  - $L_{EP} > 85$ dB(A) e fino a 90 dB(A)
  - $L_{EP} > 80$ dB(A) e fino a 85 dB(A)
  - fino a 80 dB(A) di L_{EP};
- piantina dell'azienda con lay-out aggiornato sulla quale siano identificate le aree di lavoro con $L_{Aeq} > 90$ dB(A) o $L_{picco} > 140$ dB (vedi paragrafo 5.2);
- identificazione delle sorgenti di rumore (macchine/attrezzature) con $L_{Aeq} \geq 85$ dB(A);
- suggerimenti tecnici per programmare e attuare le misure tecniche, organizzative e procedurali concretamente attuabili e per fissare i tempi di ripetizione della valutazione.

La **Relazione tecnica** va datata e firmata dal personale competente.

In Allegato n. 3 è proposto un modello per la redazione di una **Relazione tecnica** completa e fruibile.

4. RAPPORTO DI VALUTAZIONE

Il D.Lgs. 277/91 richiede che la valutazione del rischio si sostanzi con la predisposizione di uno strumento preventivo, il **Rapporto di Valutazione**, che deve integrare caratteristiche di adeguatezza tecnica con requisiti di leggibilità e comprensibilità per un'utenza eterogenea, co-stituita da datori di lavoro, responsabili del servizio di prevenzione e protezione, rappresentanti dei lavoratori (RLS) e lavoratori stessi, medici competenti ed organi ispettivi.

A conclusione della valutazione dell'esposizione a rumore, il datore di lavoro deve redigere un apposito "**Rapporto di Valutazione**" nel quale devono essere indicati criteri, modalità e procedure, nonché ovviamente i risultati della valutazione e la data.

L'essenza del **Rapporto di Valutazione** è la **Relazione tecnica** prodotta dal personale competente (con gli elementi indicati al punto precedente) integrata con talune prime ma fondamentali decisioni aziendali quali il programma delle ulteriori misure di prevenzione e protezione ritenute necessarie e l'indicazione del tempo previsto per la ripetizione della valutazione.

In definitiva il **Rapporto di Valutazione** documenta l'acquisizione della valutazione in ambito aziendale, permette la verifica della completezza della **Relazione tecnica** e l'impostazione degli ulteriori adempimenti di prevenzione.

È poi consigliabile che il **Rapporto di Valutazione** rechi l'indicazione delle modalità di consultazione dei lavoratori e della partecipazione del medico competente e le documenti (ad es.: sia sottoscritto per "presa visione" dai RLS, o, in loro assenza, dai lavoratori, consultati e dal medico competente).

4.1. Rapporto di valutazione se non si superano gli 80 dB(A) di L_{EP}

Il **Rapporto di Valutazione** del rumore, come previsto dall'art. 40 del D.Lgs. 277/91, va sostanzialmente inteso come un **Documento** scritto accompagnato da una **Piantina** dell'unità produttiva col lay-out aggiornato, da conservarsi congiuntamente in azienda a disposizione anche dell'organo di vigilanza.

Nel Documento vanno indicati i seguenti elementi:

1. data di effettuazione della valutazione;
2. dati identificativi del personale competente che ha provveduto alla valutazione, se diverso dal datore di lavoro;
3. dati identificativi dei RLS, o, in loro assenza, dei lavoratori, consultati ai sensi dell'art. 40 comma 7, modalità della loro consultazione e informazione;
4. numero degli occupati totali dell'unità produttiva riportati in una tabella che correli le mansioni col numero di occupati in quella determinata mansione;
5. dichiarazione di non superamento degli 80 dB(A) di L_{EP} e criteri di giudizio adottati (precisare se: misurazioni anche estemporanee, confronto con situazioni analoghe, dati di Letteratura...);
6. programma delle misure/azioni ritenute opportune per meglio controllare il rischio da esposizione a rumore individuate a seguito della valutazione
7. periodicità che sarà adottata per le successive valutazioni programmate.

Il Documento deve essere firmato dal datore di lavoro.

Gli elementi dell'eventuale indagine tecnica condotta dal personale competente potranno essere riportati in una **Relazione tecnica** firmata, da conservarsi congiuntamente, come allegato, nel **Rapporto di Valutazione**.

In calce al documento è opportuno compaia la firma di "presa visione" dei RLS, o, in loro assenza, dei lavoratori, precedentemente identificati (vedi *punto 4.4* sulla "Consultazione").

Come detto, la Piantina dell'unità produttiva deve riportare il lay-out aggiornato di macchine e impianti con le relative postazioni di lavoro e andrà prevista una descrizione delle lavorazioni e dei mezzi di produzione utilizzati.

Nel caso di attività a carattere temporaneo o non legate ad un preciso luogo di lavoro ci si limiterà alla descrizione delle lavorazioni e delle macchine/attrezzature.

Anche se il legislatore non ha voluto formalizzarne uno specifico, in Allegato n. 4 viene proposto un modello per la redazione del **Rapporto di Valutazione**.

4.2. Rapporto di valutazione se si superano gli 80 dB(A) di L_{EP}

Il **Rapporto di Valutazione** del rumore con misurazioni, come previsto dall'art. 40 e, più in generale, dal D.Lgs. 277/91, va sostanzialmente inteso come un **Documento** scritto accompagnato da una **Relazione tecnica** delle misure (redatta dal personale competente) e da un **Foglio degli aggiornamenti**, da conservarsi congiuntamente in azienda, anche a disposizione dell'organo di vigilanza.

I contenuti della **Relazione tecnica** sono indicati al paragrafo 3.2.6 e una proposta sulla sua articolazione è presentata in Allegato n. 3 (se la **Relazione tecnica** risultasse priva di talune informazioni queste dovranno essere indicate nel **Documento**. Simmetricamente, il **Documento**, di cui a seguito sono indicati i contenuti, potrà essere semplificato di quanto espressamente già indicato nella **Relazione tecnica**).

Nel Documento vanno indicati i seguenti elementi:

1. data/e di effettuazione della valutazione con misurazioni;
2. dati identificativi del personale competente che ha provveduto alla valutazione, se diverso dal datore di lavoro;
3. dati identificativi della Relazione tecnica allegata (es.: eventuale numero di protocollo, numero di pagine, data);
4. dati identificativi dei RLS, o, in loro assenza, dei lavoratori, consultati ai sensi dell'art. 40 comma 7, modalità della loro consultazione e informazione;
5. numero degli occupati totali dell'unità produttiva riportati in una tabella che correli le mansioni col numero di occupati in quella determinata mansione;
6. se non già precisato dalla Relazione tecnica: quadro di sintesi degli esposti a rumore articolato per fasce di rischio e individuazione su piantina delle aree con $L_{Aeq} > 90$ dB(A)
7. programma delle misure/azioni ritenute opportune per meglio controllare il rischio da esposizione a rumore individuate a seguito della valutazione
8. dati identificativi del medico competente (se ed in quanto previsto ai sensi degli artt. 7 e 44 del D.Lgs. 277/91) che ha partecipato alla programmazione del controllo dell'esposizione e che è informato dei risultati della stessa;
9. periodicità che sarà adottata per le successive valutazioni programmate.

Il Documento di valutazione del rumore con misurazioni deve essere firmato dal datore di lavoro.

In calce al **Rapporto di Valutazione** è opportuno compaia la firma di "presa visione" dei RLS, o, in loro assenza, dei lavoratori, consultati (vedi *punto 4.4*) ed informati ai sensi dell'art. 40, comma 7, D.Lgs. 277/91 nonché dell'art. 19, lettere b) ed e), D.Lgs. 626/94 e quella del medico competente (se previsto ai sensi del D.Lgs. 277/91).

Il *Foglio degli aggiornamenti* va previsto per raccordare la situazione descritta nella **Relazione tecnica** coi cambiamenti che via via intervengono sulla realtà produttiva. Ci si riferisce in particolare a quei cambiamenti non in grado di modificare in modo significativo il quadro di rischio (situazione che richiede una nuova valutazione), ma che pur sempre comportano azioni specificamente previste dal D.Lgs. 277/91. In particolare, su questo Foglio andranno annotate (in ordine cronologico) le assegnazioni alle classi di rischio (80-85 dB(A) di L_{EP}; 85-90 dB(A) di L_{EP}; >90 dB(A) di L_{EP} o 140 dB di L_{picco}) dei nuovi assunti, degli operatori adibiti ex novo a mansioni a rischio nonché degli operatori che abbiano nel frattempo cambiato mansione.

Per queste situazioni andrà prevista l'identificazione della persona competente che provvede all'assegnazione della classe di rischio e la firma del lavoratore per presa visione.

Registrare anche le dimissioni di operatori e l'acquisto di nuove macchine, particolarmente se a $L_{Aeq} \geq 85$ dB(A).

Anche se il legislatore non ha voluto formalizzarne uno specifico, in Allegato n. 5 viene proposto un modello per la redazione del **Rapporto di Valutazione**.

4.3. Ripetizione della valutazione

Il D.Lgs. 277/91 prevede che il datore di lavoro ripeta la valutazione dell'esposizione a rumore ad "opportuni intervalli" senza però stabilire una precisa periodicità. Fermo restando l'obbligo per il datore di lavoro di ripetere la valutazione del rumore ogni qualvolta sia introdotto un mutamento nelle lavorazioni, che influisca in modo sostanziale sul rumore prodotto, oppure quando l'organo di vigilanza lo richieda con provvedimento motivato, si forniscono le seguenti indicazioni per la ripetizione della valutazione:

- se nessun lavoratore è esposto a un $L_{EP} > 80$ dB(A): ogni 5 anni (si ricorda che in questo caso non sono indispensabili misurazioni acustiche; vedi anche Allegato n. 1);
- se anche un solo lavoratore è esposto a un $L_{EP} > 80$ dB(A): ogni 3 anni (si ricorda che in questo caso sono indispensabili misurazioni acustiche per quei lavoratori o luoghi di lavoro che superano gli 80 dB(A) e che lo scopo principale della ripetizione programmata della valutazione è di mettere in evidenza eventuali peggioramenti nel quadro di rischio, nel qual caso dovranno essere predisposte le misure idonee per riallinearsi, quanto meno, ai precedenti livelli);

Tali indicazioni devono trovare opportuno adattamento a seconda delle particolari situazioni aziendali (turn over delle macchine e degli impianti, programma della manutenzione ...), sentiti il personale competente, il medico competente incaricato del controllo sanitario ed i RLS, o, in loro assenza, i lavoratori.

Da notare che i tempi della ripetizione della valutazione possono differenziarsi per i diversi locali/reparti/mansioni dell'unità produttiva in funzione dei relativi livelli di rischio.

4.4. Consultazione

Il Capo IV del D.Lgs. 277/91 prevede espressamente la consultazione dei lavoratori o dei loro rappresentanti (i RLS) agli artt. 40 e 43.

Nell'art. 40, la consultazione è prevista sulla programmazione ed effettuazione della valutazione ad opportuni intervalli da personale competente.

Al fine di procedere ad una corretta valutazione dell'esposizione a rumore si fornisce l'indicazione che il datore di lavoro o, per lui, il personale competente incaricato consulti i RLS, o, in loro assenza, i lavoratori, soprattutto in relazione all'analisi delle lavorazioni, compiti e mansioni, per la definizione delle condizioni di misura e dei tempi di esposizione nonché in relazione ai tempi delle successive ripetizioni della valutazione.

L'art. 43 stabilisce anche che i lavoratori ovvero i loro rappresentanti siano consultati per la scelta dei modelli dei dispositivi individuali di protezione uditiva, ragionevolmente sugli aspetti connessi col comfort dei medesimi.

Ben più estensivo è il concetto che emerge dal D.Lgs. 626/94 che già all'art. 3 colloca la consultazione tra le misure generali di sicurezza da porre in essere a carico dell'azienda.

Come affermato all'art. 4, il RLS va, tra l'altro, consultato preventivamente e tempestivamente in ordine alla valutazione dei rischi, alla individuazione, programmazione, realizzazione e verifica della prevenzione nell'azienda ovvero unità produttiva. In altro punto sempre dell'art. 4 è ribadito che "il datore di lavoro effettua la valutazione ... ed elabora il documento ... previa consultazione del rappresentante per la sicurezza".

Importante è anche la casistica prevista dall'art. 8, punto 6: "se le capacità dei dipendenti ... sono insufficienti, il datore di lavoro può far ricorso a persone o servizi esterni all'azienda, previa consultazione del rappresentante per la sicurezza"; viene cioè prefigurato che il RLS esprima un giudizio sulla scelta del personale competente.

In generale si ritiene che sia funzionale al processo valutativo ed alle azioni seguenti che i lavoratori o il loro RLS siano effettivamente consultati circa le situazioni/modalità su cui condurre le indagini e le proposte per la loro soluzione. Parimenti, si ritiene importante che il datore di lavoro sia in grado di dimostrare le avvenute consultazioni adottando una forma di registrazione scritta dell'occasione.

5. AZIONI CONSEGUENTI LA VALUTAZIONE

5.1. Misure tecniche, organizzative e procedurali

L'art. 41 del D.Lgs. 277/91 prevede che il datore di lavoro riduca al minimo i rischi derivanti dall'esposizione al rumore. Tale risultato è ottenibile adottando le necessarie misure tecniche, organizzative e procedurali, concretamente attuabili in base al progresso tecnico, privilegiando gli interventi alla fonte.

Indicazioni pratiche per la realizzazione di luoghi di lavoro a basso rischio agendo sul contenimento del rumore alla sorgente, sulla propagazione e sugli esposti, sono contenute nel nuovo manuale di buona pratica "Metodologie ed interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro" realizzato dall'ISPESL in concerto con le Regioni e approvato dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome il 16 dicembre 2004.

Di seguito viene esemplificato il significato dei termini e come si possa tradurre a livello pratico la concreta fattibilità delle misure preventive che sono da attivarsi in sequenza, indipendentemente dai livelli di rischio presenti in azienda.

L'espressione "misure tecniche" indica quei provvedimenti che possono consentire in particolare di:

- utilizzare tecniche di lavorazione che riducano sensibilmente il rumore prodotto; ad esempio: la sostituzione della sbavatura con la barilatura, la sostituzione del taglio ossiacetilenico con il taglio laser, ecc.;
- ridurre le emissioni di rumore alla sorgente; ad esempio: utilizzando dischi abrasivi lamellari o a centro depresso, dischi da taglio diamantati o al laser per lapidei, punzoni sagomati per il taglio o la foratura lamiera, riducendo la corrente di corto circuito delle saldatrici, ecc.;
- ridurre la propagazione del rumore nell'ambiente; ad esempio: ricorrendo a basamenti o supporti antivibranti, cabine acustiche o cappottature, pareti di separazione o schermi fonoisolanti/fonoassorbenti, trattamenti acustici ambientali.

Per "misure organizzative e procedurali" si intendono quelle che intervengono, in maniera più o meno formalizzata, sull'organizzazione dei mezzi e degli uomini.

Le modalità per la riduzione del rumore sono costituite ad esempio: dalla riconduzione della velocità di funzionamento di macchine e impianti a quella ottimale prevista dal costruttore, dall'aumento della distanza tra le macchine, dall'uso isolato del flessibile in una determinata area procedendo alla sua schermatura acustica, dalla turnazione del personale nelle lavorazioni più a rischio, dall'esecuzione di lavori rumorosi in determinate fasce orarie, dall'indicazione dei percorsi da seguire e delle aree da evitare, ecc.

5.2. Segnalazione, perimetrazione e limitazione d'accesso dei luoghi a forte rischio

Gli obblighi dell'art. 41, c 2 e 3, intervengono sui luoghi di lavoro e quindi sulla base dei L_{Aeq}.

Si possono verificare le seguenti situazioni-tipo:

a) il superamento dei 90 dB(A) di L_{Aeq} si verifica solo in prossimità di macchine, non interessando altre postazioni di lavoro;

b) il superamento dei 90 dB(A) di L_{Aeq} si verifica su aree estese, interessando altre postazioni di lavoro.

Nel primo caso si può provvedere a segnalare, mediante l'uso della apposita segnaletica di pericolo conforme al D.Lgs. 493/96 (UNI 7545/22), le sole macchine.

Nel secondo caso occorre segnalare l'ingresso dell'area, contestualmente perimetrando (ad es.: mediante il ricorso a segnaletica orizzontale, non confondibile con altra) e limitando l'accesso al solo personale strettamente necessario a scopi produttivi.

L'eventuale impossibilità di procedere alla perimetrazione ed alla limitazione d'accesso deve essere motivata sul **Rapporto di Valutazione**.

5.3. Comunicazione ex art. 45

Nel caso in cui dal **Rapporto di Valutazione**, redatto ai sensi dell'art. 40 del D.Lgs. 277/91, emerga che uno o più lavoratori hanno $L_{EP,d}$ superiore a 90 dB(A) oppure sono esposti a L_{picco} superiori a 140 dB non ponderati, il datore di lavoro ha l'obbligo di trasmettere all'organo di vigilanza, entro 30 giorni dalla data dell'accertamento, una comunicazione il cui modello, pur non previsto da alcun riferimento legislativo, si suggerisce sia quello riportato in Allegato n. 6.

La comunicazione va preferibilmente accompagnata dalla copia del **Rapporto di Valutazione**, o da quella parte del Rapporto coi risultati delle misurazioni.

Del contenuto della comunicazione occorre informare il Rappresentante dei lavoratori per la sicurezza (RLS) o i lavoratori.

La comunicazione ex art. 45 deve essere ripetuta ogni qual volta la nuova valutazione del rumore evidenzia $L_{EP} > 90$ dB(A) o $L_{picco} > 140$ dB.

5.4. Dispositivi di protezione individuali dell'udito

L'uso dei *"mezzi individuali di protezione dell'udito"* è regolato in primo luogo dall'articolo 43 del **D.Lgs. 277/91** che ne stabilisce l'obbligo di messa a disposizione per livelli di esposizione quotidiana al rumore superiori ad 85 dB(A) e l'obbligo d'uso per livelli superiori a 90 dB(A).

> Anche se il testo legislativo impone l'obbligo all'uso dei DPI uditivi solo al superamento dei 90 dB(A) si raccomanda di promuoverne l'impiego anche a livelli inferiori (es.: 85 dB(A)) stando però particolarmente attenti ad evitare sovrapprotezioni.

L'intera materia dei Dispositivi di Protezione Individuale (DPI), di cui anche gli otoprotettori fanno parte, è stata regolamentata anche dal Titolo IV del **D.Lgs. 626/94**, successivamente integrato dal **DM 02/05/01**, e dal **D.Lgs. 475/92**, che stabilisce, tra l'altro, l'obbligo della marcatura CE.

A queste disposizioni di legge si affiancano le seguenti norme tecniche europee: la **EN 458** del 1993 (pienamente ripresa dal **DM 02/05/01**) che stabilisce le Linee Guida per la selezione, l'uso, la cura e la manutenzione dei protettori auricolari, e si colloca nell'ambito della **Direttiva 89/656/CEE** sui *"requisiti minimi di sicurezza e salute per l'uso da parte dei lavoratori di dispositivi di protezione individuale sul luogo di lavoro"*; e la serie delle **EN 352**, norme armonizzate che si collocano nell'ambito della **Direttiva 89/686/CEE** *"Dispositivi di protezione individuale"*, che fissano i requisiti costruttivi, di progettazione e le prestazioni (inclusi i livelli minimi di attenuazione acustica), i metodi di prova, i requisiti di marcatura e le informazioni per l'utilizzatore.

5.4.1. Selezione, uso, cura e manutenzione di un otoprotettore

Il DM 02/05/01, che riprende letteralmente la norma europea armonizzata **EN 458**, all'Allegato 1 fornisce le Linee Guida per la selezione, l'uso, la cura e la manutenzione dei DPI uditivi.

Per la selezione dell'otoprotettore, i principali fattori da considerare sono:

- marcatura di certificazione;
- attenuazione sonora;
- confortevolezza del portatore;
- ambiente di lavoro e attività lavorativa (alte temperature e umidità, polvere, segnali di avvertimento e trasmissione di messaggi verbali, ecc.);
- disturbi per la salute dell'utilizzatore.

Per un maggior dettaglio su tali fattori di selezione consultare il paragrafo successivo (5.5.2) e la Sezione 1 dell'Allegato n. 7.

Riguardo al corretto uso, innanzi tutto occorre verificare la compatibilità dell'otoprotettore con eventuali altri DPI della testa (elmetti, occhiali, ecc.), che potrebbero determinare una riduzione delle prestazioni dell'otoprotettore stesso.

Inoltre è molto importante indossarli per tutto il periodo dell'esposizione: se i protettori vengono tolti dall'utilizzatore anche per un breve periodo, la protezione effettiva si può ridurre sensibilmente (vedi Sezione 2 dell'Allegato n. 7). Ad esempio, nel caso di una esposizione a un rumore con $L_{Aeq,\ 8h}$ pari a 105 dB(A), pur indossando un protettore auricolare con una attenuazione di 30 dB che darebbe luogo ad un livello sonoro effettivo di $L_{Aeq,\ 8h}$ di 75 dB(A), se il protettore non è utilizzato per soli 30 minuti il livello effettivo $L_{Aeq,\ 8h}$ diventa 93 dB(A). Qualunque DPI uditivo, se indossato solo per metà tempo della giornata lavorativa (ipotizzata a rumore costante), fornisce una protezione effettiva che non supera i 3 dB.

Infine, è necessario che l'utilizzatore sia addestrato e formato (come anche previsto dall'art. 43 del D.Lgs. 626/94) sul corretto indossamento dell'otoprotettore, in quanto un indossamento scorretto fa calare anche pesantemente la prestazione del DPI; da questo punto di vista, le cuffie sono meno critiche rispetto agli inserti.

> N.B.: i dati di attenuazione sonora dichiarati dal costruttore sono derivati da prove di laboratorio sulla soglia soggettiva di soggetti istruiti, che indossavano correttamente i protettori auricolari. Le prestazioni effettive sul campo possono essere sensibilmente minori a causa di un indossamento non corretto e della presenza di altri DPI tanto che alcuni enti americani consigliano, per tener conto del non perfetto indossamento e dei momenti in cui l'otoprotettore viene tolto per ascoltare messaggi verbali o per altri motivi, di dimezzare i valori di attenuazione sonora forniti dal costruttore del DPI nell'effettuare i calcoli con i metodi descritti.
> *Pur non condividendo tale posizione, si intende sottolineare l'importanza della formazione ai fini dell'affidabilità delle prestazioni "in condizioni reali" dei protettori auricolari.*

La norma EN 458 fornisce anche le indicazioni per una corretta cura e manutenzione degli otoprotettori:

- i DPI devono essere maneggiati sempre con le mani pulite, evitando contaminazioni con liquidi o polveri, spesso causa di irritazioni cutanee;
- per i DPI riutilizzabili è importante una regolare manutenzione e pulizia;
- gli inserti monouso non vanno riutilizzati, mentre gli altri tipi di inserto vanno lavati con cura prima di indossarli;
- il DPI riutilizzabile deve essere indossato sempre dalla medesima persona; è però possibile far utilizzare cuffie da più lavoratori ricorrendo a coperture monouso per i cuscinetti;
- i DPI vanno conservati secondo le istruzioni fornite dal fabbricante, vanno ispezionati frequentemente per identificare difetti e danneggiamenti;
- i cuscinetti delle cuffie vanno sostituiti quando consumati, così come gli archetti deformati.

5.4.2. Metodi di calcolo della protezione fornita dall'otoprotettore

Per verificare l'idoneità di un DPI uditivo esistono vari metodi, che si basano sul grado di conoscenza delle caratteristiche del rumore ambientale e sui valori di attenuazione sonora forniti dal costruttore del dispositivo, congiuntamente alla marcatura CE.

I metodi da applicare secondo la EN 458 sono i seguenti:

- metodo per bande d'ottava;
- metodo HML;
- controllo HML;
- metodo SNR;

ed esiste infine un metodo per i rumori impulsivi.

Per i rumori non impulsivi, a seconda del metodo di calcolo scelto è necessario conoscere in maniera più o meno specifica i dati sul rumore da attenuare, infatti:

per utilizzare il ...	*... è necessario conoscere*
metodo per bande d'ottava	il livello equivalente di pressione acustica del rumore per banda d'ottava $L_{oct,eq}$
metodo HML	il livello equivalente di pressione acustica del rumore pesato secondo la curva A (L_{Aeq}) e secondo la curva C (L_{Ceq})
controllo HML	il livello equivalente di pressione acustica del rumore pesato secondo la curva A (L_{Aeq}) e l'impressione prodotta dal suono per decidere la classe di rumore (utilizzando liste d'esempio di sorgenti di rumore)
metodo SNR	il livello equivalente di pressione acustica del rumore pesato secondo la curva C (L_{Ceq}) o, in alternativa, non pesato ($L_{Lin,eq}$)

N.B.: pur non essendo esplicitato dalla norma EN 458, si ritiene che per il calcolo della protezione dei DPI uditivi in alternativa al livello equivalente pesato C possa essere (eccezionalmente) utilizzato il valore del livello equivalente non pesato, espresso in dBLin.
Normalmente questa sostituzione, che comporta una protezione finale superiore, può ritenersi accettabile ma, in alcune situazioni, può condurre ad una iperprotezione. Pertanto si ritiene che la sua applicazione debba essere considerata *da superare* provvedendo, alla prima ripetizione della valutazione del rischio, a misurare anche i livelli di rumore pesati secondo la curva C.

Inoltre, poiché la maggior parte delle indagini fonometriche hanno sinora riportato solamente i livelli equivalenti di rumore pesati secondo la curva A e non secondo la curva C, in questa linea guida si è scelto di aggiungere ai metodi prescritti dalla EN 458 anche il metodo "SNR corretto" desunto da uno standard OSHA, che permette di calcolare la protezione fornita dall'otoprotettore usando i livelli equivalenti di rumore pesati secondo la curva A (L_{Aeq}). Per il livello di approssimazione che lo contraddistingue si ritiene che l'applicazione di questo metodo debba essere considerata solo come ultima ratio, vale a dire *da superare* provvedendo, alla prima ripetizione della valutazione del rischio, a misurare anche i livelli di rumore pesati secondo la curva C.

Nella pratica si è rilevato che normalmente viene utilizzato il metodo SNR (o, se è il caso, il metodo "SNR corretto"); qualora si avverta la presenza di un tono puro, il metodo preferito è quello per bande d'ottava.

I diversi metodi di valutazione consentono di stimare il *livello di pressione sonora equivalente ponderato A*, L'_{Aeq}, a cui sono effettivamente esposti i lavoratori che indossano correttamente i dispositivi di protezione auricolare. La norma **EN 458** definisce un *livello di azione* L_{act}: "massimo livello di esposizione quotidiana personale ($L_{Aeq,8h}$) e/o livello di picco (L_{picco}) oltre il quale devono essere resi disponibili e/o indossati protettori auricolari secondo quanto stabilito dalle leggi o dalle normative nazionali, o dalle consuetudini e dalla pratica".

Per la valutazione del grado di protezione del DPI, la norma EN 458 prevede il seguente criterio:

Livello effettivo all'orecchio, L'_{Aeq}, in dB(A)	Stima della protezione
$L'_{Aeq} > L_{act}$	Insufficiente
$L_{act} - 5 < L'_{Aeq} \leq L_{act}$	Accettabile
$L_{act} - 10 < L'_{Aeq} \leq L_{act} - 5$	Buona
$L_{act} - 15 < L'_{Aeq} \leq L_{act} - 10$	Accettabile
$L'_{Aeq} \leq L_{act} - 15$	Troppo alta (iperprotezione)

Normalmente L_{act} viene fatto corrispondere a **85 dB(A)** per il livello di esposizione quotidiana personale ed a **140 dB** per il livello di picco. Per gli scopi di queste Linee Guida si ritiene comunque che il livello effettivo all'orecchio, L'_{Aeq}, non debba superare gli **80 dB(A)**.

Per l'applicazione dei metodi di calcolo consultare la Sezione 3 dell'Allegato n. 7.

Un semplice programma per l'applicazione dei metodi di scelta dei DPI uditivi (**DiPIU**) può essere scaricato dal sito INAIL (**www.inail.it**) o da quello ISPESL (**www.ispesl.it**).

Nella Sezione 4 dell'Allegato n. 7 è riportato un il metodo di calcolo della protezione per rumori impulsivi e di impatto oltre ad un elenco di livelli di rumore relativo ad alcuni utensili ed armi di piccolo calibro.

Infine, pare importante richiamare che secondo la norma **EN 458** le cuffie e gli inserti auricolari possono dare una protezione sufficiente anche in combinazione tra di loro, pur se l'attenuazione fornita dall'utilizzo congiunto non sempre corrisponde alla somma di quelle che caratterizzano i singoli protettori.

5.5. Controlli sanitari preventivi e periodici

La sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a rumore è obbligatoria ai sensi dell'art. 44 del D.Lgs. 277/91. Tale norma prevede che il controllo sanitario si attui per i lavoratori che hanno una esposizione quotidiana personale superiore a 85 dB(A) indipendentemente dall'uso dei mezzi individuali di protezione.

Il controllo sanitario comprende:

- una visita medica preventiva, integrata da un esame della funzione uditiva (audiometria) eseguita nell'osservanza dei criteri riportati nell'Allegato VII del D.Lgs. 277/91, per accertare l'assenza di *controindicazioni al lavoro specifico* ai fini della valutazione dell'idoneità dei lavoratori;
- visite mediche periodiche, integrate dall'esame della funzione uditiva, *per controllare lo stato di salute dei lavoratori ed esprimere il giudizio di idoneità*. Esse devono tenere conto, oltre che dell'esposizione, anche della *sensibilità acustica individuale*. La prima di tali visite è effettuata non oltre un anno dopo la visita preventiva.

La frequenza delle visite successive è stabilita dal Medico Competente. Gli intervalli non possono comunque essere superiori a due anni per i lavoratori la cui esposizione quotidiana personale non supera 90 dB(A) e ad un anno nei casi di esposizione quotidiana personale superiore a 90 dB(A) e nei casi di deroga previsti dagli artt. 47 e 48, D.Lgs. 277/91.

Il controllo sanitario è esteso ai lavoratori la cui esposizione quotidiana personale sia compresa tra 80 e 85 dB(A) qualora i lavoratori interessati ne facciano richiesta e il Medico Competente ne confermi l'opportunità anche al fine di individuare eventuali effetti extrauditivi.

L'Allegato VII (criteri per l'esecuzione dell'esame della funzione uditiva) del D.Lgs. 277/91 indica che ogni esame, effettuato conformemente alle indicazioni della Medicina del Lavoro, deve comprendere almeno un'otoscopia ed un controllo audiometrico con audiometria liminare tonale in conduzione aerea che copra anche la frequenza di 8000 Hz; il controllo audiometrico deve rispettare le disposizioni della norma ISO 6189-1983, deve essere condotto con un livello di rumore ambientale tale da permettere di misurare un livello di soglia di udibilità pari a 0 dB corrispondente alla norma ISO 389-1979 ed è buona norma che sia effettuato dopo almeno 16 ore di riposo acustico in quanto si presume che in tale periodo (tra la fine di un turno di lavoro e l'inizio del successivo) il lavoratore sia esposto solo al rumore presente nell'ambiente di vita.

L'art. 7, comma 3 del D.Lgs. 277/91 prescrive che il medico competente, per ogni lavoratore sottoposto a sorveglianza sanitaria, "istituisce e aggiorna una cartella sanitaria e di rischio da custodire presso il datore di lavoro con salvaguardia del segreto professionale".

Inoltre le informazioni relative ai dati personali e sanitari dei lavoratori esposti devono essere trattati nel rispetto del segreto professionale e delle disposizioni normative sulla privacy.

Il Medico Competente ai sensi dell'art. 17 del D.Lgs. 626/94 comma 1, lettera e) fornisce "informazioni ai lavoratori sul significato degli accertamenti sanitari cui sono sottoposti" e "fornisce altresì, a richiesta, informazioni analoghe ai rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza". Lo stesso articolo alla lettera f) obbliga il Medico Competente ad informare ogni lavoratore interessato sui risultati degli accertamenti sanitari effettuati e, a richiesta, rilascia copia della documentazione sanitaria.

Il D.Lgs. 626/94 all'art. 11 prevede la riunione periodica di prevenzione e protezione dai rischi, durante la quale il Medico Competente ai sensi dell'art. 17 comma 1, lettera g) comunica ai rappresentanti per la sicurezza i risultati anonimi collettivi degli accertamenti clinici e strumentali effettuati con indicazione del significato degli stessi per la collettività lavorativa.

Si rileva che a tutt'oggi non sono stati emanati i DPCM attuativi con i modelli delle cartelle relative alla sorveglianza sanitaria degli esposti a rumore (art. 4, lettera q, D.Lgs. 277/91).

Per quanto riguarda l'attività di coordinamento e controllo dell'organo di vigilanza si potrà porre particolare attenzione alle informazioni relative alle condizioni di silenziosità dell'ambiente in cui si esegue l'esame audiometrico, al rispetto del riposo acustico e alla taratura dell'audiometro.

Le eventuali verifiche potranno essere effettuate in base alle indicazioni operative fornite dai volumi n. 2 e 17 della Collana Contributi della Regione Emilia-Romagna integrati con quanto previsto per i requisiti sonori dell'ambiente e la taratura dell'audiometro con le norme ISO 6189/83 e ISO 389/79, citate nell'Allegato VII del D.Lgs. 277/91.

5.5.1. Giudizio di idoneità specifica al lavoro e misure per singoli lavoratori

Il Medico Competente per attuare la sorveglianza sanitaria ed esprimere il giudizio di idoneità dovrà:

- effettuare i sopralluoghi nell'ambiente di lavoro come prescritto dall'art. 7 comma 6 del D.Lgs. 277/91;
- conoscere il ciclo lavorativo, le attività ed i livelli di esposizione di ogni lavoratore;

- effettuare le visite mediche;
- effettuare o prescrivere eventuali esami integrativi (art. 7, comma 1 del D.Lgs. 277/91).

Per accertare eventuali controindicazioni al lavoro specifico e considerare la sensibilità acustica individuale il Medico Competente deve valutare attentamente la suscettibilità al danno da rumore.

In soggetti normoacusici viene riconosciuta come condizione di maggiore suscettibilità l'intervento di stapedectomia per otosclerosi.

Nella Tabella seguente sono inoltre riportate diverse condizioni patologiche di danno trasmissivo puro, misto trasmissivo-percettivo e percettivo puro. Per ciascuna condizione viene indicata la possibile predisposizione al danno determinato dall'esposizione a rumore.

Danno trasmissivo puro	Predispone
Otite cronica senza perforazione	No
Otite cronica con perforazione	Si
Aplasia congenita	No
Stenosi del condotto	No
Esostosi o osteoma del condotto	No
Otosclerosi	No
Otosclerosi operata	Si
Esiti di interventi per otite cronica	No
Danno misto trasmissivo e percettivo	**Predispone**
Otite cronica labirintizzata	Si
Otosclerosi labirintizzata	No
Esiti di intervento di otite cronica	Si
Danno percettivo	**Predispone**
Sindromi di Meniere e menieriformi	Si
Cocleopatie vascolari	Si
Cocleopatie degenerative	Si
Cocleopatie virali	Si/No
Cocleopatie batteriche	Si
Cocleopatie da trauma cranico	Si/No
Cocleopatie da tossici	Si
Cocleopatie da presbiacusia	No
Cocleopatie da trauma acustico acuto	No
Cocleopatie da trauma acustico cronico	Si/No
Neuropatie da neurinoma	No
Neuropatie virali	No

Dai dati riportati nelle tabelle risulta con evidenza come sia necessario disporre di una diagnosi audiologica precisa e che tuttavia le condizioni di effettiva maggiore suscettibilità non siano numerose. Ai fini della completezza del protocollo di sorveglianza sanitaria, infatti l'audiometria deve essere integrata da consulenza otorinolaringoiatriaca o audiologica e da idonei approfondimenti strumentali ogni qualvolta la sola audiometria non sia sufficiente per concludere un giudizio diagnostico e diagnostico eziologico. In caso contrario il medico si troverebbe nell'impossibilità di formulare correttamente il giudizio di idoneità e di dare indicazioni relative alle opportune misure preventive e/o protettive individuali.

Vi sono promettenti indicazioni che attraverso le otoemissioni acustiche si possano ottenere informazioni relative alla suscettibilità al danno da rumore. Tali informazioni non sono tuttavia attualmente disponibili in forma standardizzata. Deludente è risultato in tal senso l'utilizzo degli spostamenti temporanei della soglia (TTS).

Attualmente il principale strumento di valutazione della funzione uditiva è rappresentato dall'esame audiometrico che deve essere effettuato in conformità con la normativa già riportata.

Tuttavia le otoemissioni acustiche, che sono generate dalle OHC, si sono dimostrate capaci di fornire indicazioni relative al danno cocleare da rumore prima di ogni possibile diagnosi audiometrica, si sono cioè rivelate capaci di fornire indicazioni sul funzionamento dell'amplificatore cocleare. Esse costituiscono pertanto uno strumento per la definizione di "indici precoci di danno". Recentemente sono state fornite evidenze relative alla possibilità di ottenere dati relativi al danno da rumore mediante i test di soppressione delle otoemissioni con stimolazioni acustiche controlaterali.

Nell'attività del Medico Competente è piuttosto frequente il riscontro di soggetti esposti a rumore, nei confronti dei quali è opportuno un giudizio di idoneità condizionato. Nell'espletare questa delicata prestazione è di pertinenza del Medico Competente fornire un parere al datore di lavoro circa l'adozione di misure preventive e protettive per singoli lavoratori che tengano conto di tutte le conoscenze sanitarie acquisite e dei dati di esposizione a rumore. Il parere espresso può comprendere la riduzione dell'esposizione dei lavoratori conseguita mediante misure organizzative (art. 44, comma 5 del D.Lgs. 277/91).

Si ritiene opportuno che il medico competente delinei con relazione sanitaria-epidemiologica le correlazioni tra le esposizioni e i danni configurando in tal modo la dimensione del rischio a cui commisurare le idonee misure preventive (art. 5, comma 1, lettera b). A tale proposito nella maggior parte delle indagini epidemiologiche pubblicate di recente si è evidenziato che il carattere impulsivo delle esposizioni a rumore causa un incremento del rischio nei confronti di condizioni che comportino una esposizione continua di pari energia. In tema di predizione di danno si tenga inoltre presente quali siano le limitazioni all'applicazione della ISO 1999:1990 (E) di seguito riportate.

ISO 1999: 1990 (E)

4.4.2

… Nei casi in cui il rumore cambia di giorno in giorno, la norma ISO è applicabile solo se il valore continuo equivalente spl(A) del giorno peggiore non supera di 10 dB il valore medio di spl(A) calcolato per un periodo di durata maggiore (non superiore ad 1 anno).

Nell'ambito della sua attività ed anche ai fini dell'espressione del giudizio di idoneità il medico competente dovrà conoscere e prescrivere i DPI.

L'indicazione e/o prescrizione di idonea protezionistica individuale è da considerarsi solo una delle possibili soluzioni. Essa, comunque, va commisurata all'esposizione quotidiana personale al rumore, alle condizioni uditive del soggetto, alla presenza di patologie dell'orecchio e dell'apparato vestibolare,

ai problemi di accettabilità del DPI da un punto di vista psicologico e ai compiti lavorativi per evitare conseguenze indesiderate da eccesso o difetto di protezione.

Il medico competente formula il giudizio di idoneità alla mansione specifica e contro tale giudizio il lavoratore e/o il datore di lavoro possono fare ricorso all'organo di vigilanza competente per territorio entro 30 giorni (art. 44, comma 6 del D.Lgs. 277/91).

In caso di diagnosi, anche sospetta, di ipoacusia o sordità da rumore il medico deve consegnare il certificato INAIL di malattia professionale all'assicurato, il quale provvederà ad inoltrarlo al proprio datore di lavoro ai sensi dell'art. 52 del D.P.R. 1124/65. L'art. 53 dello stesso D.P.R. prescrive che la denuncia di malattia professionale debba essere trasmessa dal datore di lavoro all'Istituto assicuratore. Tuttavia è prassi consolidata, in molte aree, che il medico invii il certificato sia all'INAIL che al datore di lavoro.

In agricoltura, invece, ai sensi dell'art. 251 del D.P.R. 1124/65 è il medico stesso che deve provvedere alla trasmissione del certificato-denuncia all'Istituto assicuratore.

Ai sensi dell'art. 139 del D.P.R. 1124/65 è inoltre obbligo del medico la denuncia di malattia professionale alla Azienda Sanitaria competente per territorio (AUSL) e alla Direzione provinciale del lavoro (ex Ispettorato provinciale del lavoro).

Il medico deve inoltre inviare referto all'Autorità Giudiziaria.

5.5.2. Controllo sanitario per lavoratori esposti tra 80 e 85 dB(A)

Il comma 4 dell'art. 44 prevede che il controllo sanitario sia esteso ai lavoratori esposti a 80-85 dB(A) qualora essi ne facciano richiesta e il Medico Competente ne confermi l'opportunità.

Le decisioni del Medico Competente vanno assunte tendendo conto delle indicazioni della letteratura in merito alle stime di danno in funzione degli anni di esposizione, dei L_{EP} e delle condizioni del soggetto.

In particolare il Medico Competente deve tenere conto della possibilità di danno per esposizioni quotidiane personali tra 80 e 85 dB(A) qualora siano presenti rumori a componente impulsiva o tonale ovvero che si realizzino esposizioni anche di breve periodo ma a livelli sonori molto elevati (decollo-atterraggio di aerei, importanti sfiati di aria compressa, utilizzo di esplosivi ecc.).

Una volta stabilita l'opportunità dell'accertamento, il Medico Competente adotterà un protocollo di sorveglianza sanitaria che potrà prevedere una frequenza più dilazionata rispetto a quella prevista per esposizioni superiori anche in considerazione della condizione clinico-funzionale del soggetto.

Diversamente da quanto previsto dal D.Lgs. 277/91, l'articolo 2 comma 10 del D.Lgs. 18.8.2000 n. 262 prevede il controllo sanitario obbligatorio degli adolescenti (giovani tra i 15 ed i 18 anni non più soggetti all'obbligo scolastico) la cui esposizione personale al rumore sia compresa tra 80 e 85 dB(A) con periodicità almeno biennale.

5.6. Registro degli esposti ex art. 49

Nelle more dell'emanazione da parte del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale e della Sanità dei Decreti del Presidente del Consiglio dei Ministri che determinano i modelli e le modalità di tenuta dei registri previsti nell'art. 49 del D.Lgs. 277/91, l'ISPESL ha elaborato schemi progettuali utili all'ottemperanza degli obblighi di legge previsti dal detto Decreto.

Gli schemi progettuali proposti, corredati dalle specifiche per la loro compilazione, possono rappresentare i modelli di riferimento per l'attivazione di sistemi di registrazione dei livelli individuali di esposizione a

rumore. Il loro impianto (un primo modello per i dati del datore di lavoro, un secondo per i dati del lavoratore e dell'esposizione, un terzo per la comunicazione delle variazioni dei dati e per la eventuale cessazione dell'attività produttiva, infine un quarto modello per la richiesta delle annotazioni individuali) risponde agli obblighi di legge e consente l'istituzione di un sistema informativo esaustivo ed affidabile.

I modelli sono reperibili presso il sito dell'Istituto alla voce "Prodotti" all'indirizzo http://www.ispesl.it/ispesl/sitomdl/rumore.htm e sono stati pubblicati sulla rivista "Fogli d'Informazione ISPESL" (n. 1/94 monografico).

In attesa dei decreti attuativi gli operatori possono dunque assolvere agli obblighi di legge con tali modelli oppure con registri cartacei o informatici indicanti per ciascun lavoratore le informazioni essenziali (dati anagrafici dell'azienda, dati anagrafici del lavoratore, mansione del lavoratore, livelli di esposizione, variazioni dei dati ed eventuale cessazione del rapporto di lavoro).

Per quanto attiene il livello di esposizione al rumore oltre il quale scatta l'obbligo di istituzione del registro, tenuto conto che la norma di riferimento su questo tema si presta a diverse interpretazioni (in particolare non chiarisce se il livello soglia debba essere considerato 80 o 90 dB(A)), si ritiene che un sistema di registrazione dei dati sia efficace quando mantiene livelli sufficienti di esaustività e di qualità delle informazioni. D'altra parte le esigenze di natura prevenzionale consiglierebbero l'estensione del sistema di sorveglianza epidemiologica a tutti i lavoratori esposti a livelli di rischio significativi per la tutela della salute. Tenuto conto però che non sarebbe possibile garantire livelli di qualità minimali includendo nel registro tutti i lavoratori a partire da 80 dB(A), si ritiene che allo stato attuale il valore di esposizione dal quale si fa obbligo della registrazione debba essere pari a 90 dB(A). Analoghe valutazioni sono state fatte dalla Commissione Consultiva Permanente ex art. 26 D.Lgs. 626/94.

I registri di esposizione a rumore ex art. 49 del D.Lgs. 277/91 che vanno inviati all'ISPESL possono essere correttamente indirizzati a ISPESL - Dipartimento Medicina del Lavoro - Via Alessandria 220/E 00198 Roma.

5.7. Informazione e formazione

Il D.Lgs. 277/91 prevede attività di informazione e formazione a carico del datore di lavoro, all'art. 42, rispettivamente ai commi 1 e 2.

Definiamo di seguito più precisamente cosa si intenda per informazione e formazione dei lavoratori:

- *Informazione:* presentazione di notizie, dati e simili concernenti l'argomento di interesse in forma scritta, orale, visiva o altra.
- *Formazione:* presentazione di notizie, dati e simili concernenti l'argomento d'interesse in forma scritta, orale, visiva o altra che preveda un coinvolgimento attivo del destinatario dell'attività ed un successivo momento di verifica di quanto appreso.

L'informazione e la formazione riguardano sia argomenti di carattere generale (ad es.: i rischi derivanti all'udito dall'esposizione al rumore), che riferiti specificamente al ciclo produttivo, alle macchine ed impianti ed organizzazione del lavoro della singola azienda (ad es.: i risultati ed il significato della valutazione di cui all'art. 40) e del singolo lavoratore.

È importante rilevare che, mentre l'attività di informazione specifica sul rischio rumore va fornita almeno ai lavoratori esposti a più di 80 dB(A), la formazione è obbligatoria per tutti i lavoratori la cui esposizione sia superiore a 85 dB(A). Ovviamente questi valori (80 e 85 dB(A)) ed i contenuti della formazione e

dell'informazione previsti dal D.Lgs. 277/91 sono indicazioni di minima da garantire comunque; nella peculiarità delle singole aziende si potrà decidere di attivare l'informazione e la formazione anche a livelli di rischio inferiori ed andranno sviluppate le ulteriori tematiche che lo specifico luogo di lavoro richieda.

Le attività di informazione e formazione devono avvenire periodicamente ed allo scopo si consiglia di effettuarle dopo che è stata compiuta la valutazione del livello di rumorosità ambientale e dopo aver dato corso ai relativi ed eventuali accertamenti sanitari sui lavoratori esposti.

I contenuti minimi dell'attività di informazione prevista dall'art. 42 del D.Lgs. 277/91, a carico del datore di lavoro che si può avvalere di servizi esterni all'impresa e per casi specifici del medico competente (es.: il significato ed il ruolo del controllo sanitario di cui all'art. 44), possono essere così articolati:

- *rischi derivanti all'udito dall'esposizione al rumore:* cos'è il rumore, strumenti e grandezze di misura; cos'è l'udito: nozioni di anatomia, fisiologia e patologia; ipoacusia da rumore: i sintomi soggettivi e caratteristiche audiometriche;
- *misure adottate in applicazione al D.Lgs. 277/91 e quelle di protezione cui i lavoratori devono attenersi:* bonifiche realizzate e in programma; misure organizzative e procedurali alle quali i lavoratori devono conformarsi; significato della cartellonistica e delle aree segnalate o perimetrate;
- *funzione dei mezzi individuali di protezione, circostanze in cui ne è previsto l'uso e modalità di uso a norma dell'art. 43:* tipi di DPI uditivi disponibili e loro caratteristiche di attenuazione acustica; quali sono i mezzi personali di protezione da usare e i lavoratori soggetti all'obbligo o all'opportunità di usarli;
- *significato e ruolo del controllo sanitario di cui all'art. 44 per mezzo del medico competente*, indicando anche il significato del giudizio di idoneità alla mansione, delle misure preventive e protettive individuali adottate e delle procedure del ricorso;
- *risultati e significato della valutazione di cui all'art. 40*, precisando le principali sorgenti di rumore, le aree di lavoro e le mansioni a maggior rischio. Ogni lavoratore deve conoscere la fascia di rischio in cui si colloca e, per questo tipo di informazione, sarebbe opportuno utilizzare la forma scritta.

Per quanto riguarda la formazione, essa deve comprendere una fase di acquisizione di conoscenze ed una fase di acquisizione di capacità operative sulle misure di tutela, collettive e individuali, tecniche, organizzative e procedurali che consentano di ridurre i livelli di esposizione.

Per quanto previsto dal D.Lgs. 277/91, essa deve specificamente riguardare:

- *l'uso corretto dei mezzi individuali di protezione dell'udito:* criteri e modalità d'uso; inconvenienti: come prevenirli o ridurli;
- *l'uso corretto degli utensili, macchine, apparecchiature più rumorosi* (almeno quelli con L_{Aeq} pari o superiore a 85 dB(A)).

La formazione deve essere caratterizzata, oltre che da modalità didattiche che favoriscano la partecipazione e l'impegno attivo dei lavoratori, da sistemi di valutazione del grado di apprendimento dei lavoratori formati.

5.8. Nuove macchine: progettazione, costruzione e acquisto

La progettazione, la costruzione e la realizzazione di nuovi impianti, macchine ed apparecchiature devono avvenire riducendo al minimo, in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico, i rischi derivanti dall'esposizione al rumore mediante l'utilizzo di misure tecniche, organizzative e procedurali, concretamente attuabili, privilegiando gli interventi alla fonte (art. 46, comma 1, D.Lgs. 277/91). Da notare che il rumore è anche tra i requisiti essenziali di sicurezza del D.P.R. 459/96 (recepimento della

Direttiva "Macchine"); i progettisti/costruttori non possono pertanto limitarsi ad indicare il livello di rumore delle macchine, ma debbono adoperarsi con ogni mezzo al contenimento delle emissioni, eventualmente agendo anche sulla propagazione del rumore (es.: con cabine/schermi fonoisolanti).

I nuovi utensili, macchine ed apparecchiature che possono provocare ad un lavoratore che li utilizzi in modo appropriato e continuativo un'esposizione quotidiana personale pari o superiore ad 85 dB(A) devono essere corredati da un'adeguata informazione relativa al rumore prodotto nelle normali condizioni di utilizzazione ed ai rischi che questo comporta.

I soggetti interessati da questi obblighi sono i progettisti, i costruttori, i commercializzatori, noleggiatori ed installatori nonché coloro che cedono in locazione le macchine o apparecchiature sopraddette.

In seguito al recepimento della Direttiva 89/392/CEE (D.P.R. 459/96), ogni nuovo utensile, macchina, apparecchiatura posta in commercio dopo il 21/09/96 deve essere accompagnato da specifiche informazioni acustiche:

- il livello di pressione sonora ponderato A (L_{pA}) nei posti di lavoro se questi supera i 70 dB(A); invece, se tale livello è inferiore o pari a 70 dB(A) basta precisare il non superamento di tale soglia;
- il valore massimo della pressione acustica istantanea ponderata C nei posti di lavoro se questa supera i 130 dB(C);
- il livello della potenza acustica emesso dalla macchina se il livello di pressione sonora ponderato A nei posti di lavoro se supera gli 85 dB(A).

Inoltre (e con implicazioni di tipo penale: art. 46, comma 2, D.Lgs. 277/91), il L_{pA} deve essere disponibile (fornito contestualmente l'acquisto) per tutti gli utensili, macchine e apparecchiature progettate, prodotte o poste in commercio dopo il 11/09/91 laddove il livello di pressione sonora ponderato A è pari o superiore ad 85 dB(A).

Un'adeguata informazione sul rischio è costituita dall'indicazione del L_{pA} o L_{Aeq} in posizione operatore nelle condizioni normali di utilizzo o, in caso di macchine pluriscopo, nella condizione di massima rumorosità.

Presso il costruttore devono quindi essere disponibili i criteri riguardanti le modalità di misura riportanti, in particolare:

- la descrizione della macchina (modello/tipo) oggetto della misura;
- la specificazione della posizione di misura;
- le condizioni di installazione e montaggio;
- le condizioni operative durante la misura;
- la metodologia della misura.

In presenza di macchine con marcatura CE (gli obblighi informativi relativi all'acustica sono riportati in Allegato 1, punto 1.7.4. f) occorre accertarsi che il dato riportante le caratteristiche delle emissioni sonore sia realmente presente nel libretto d'istruzioni.

Fino a tutto il 2002 una serie di macchine da cantieri edili e d'ingegneria civile (motocompressori, gru a torre, gruppi elettrogeni, martelli demolitori, macchine movimento terra, tosaerba) erano soggette a specifica regolamentazione secondo quanto previsto dai D.M. 588 e 598 del 1987 e dai D.Lgs. 135, 136 e 137 del 1992.

Questa situazione è stata superata con l'emanazione del Decreto Legislativo 4 settembre 2002, n. 262, recepimento della Direttiva Comunitaria 2000/14/CE, pubblicato sulla GU del 21 novembre 2002 ed entrato pienamente in vigore dal 1 gennaio 2003. Dopo tale data non è infatti più consentita l'immissione in commercio o la messa in servizio dei macchinari costruiti in base alla normativa in vigore precedentemente.

Le maggiori cautele da adottarsi nei confronti della prevenzione del danno acustico nei minori sono da porsi in relazione sia con la necessità di preservare con più attenzione il patrimonio funzionale di individui giovani, sia con la dimostrata maggiore suscettibilità al danno da rumore in soggetti che non abbiano ultimato le tappe del loro sviluppo funzionale.

La circolare n. 1/2000 del Ministero del Lavoro del 5 gennaio 2000 ha chiarito che il divieto di esposizione al rumore ai sensi del D.Lgs. 345/99 non opera automaticamente, ma discende dalla valutazione dei rischi effettuata sulla base delle disposizioni di cui al D.Lgs. 277/91, art. 40, e scatta a partire da un livello di 80 dB(A). In particolare il livello di 80 dB(A) deve intendersi come esposizione quotidiana personale o come esposizione media settimanale, se quella quotidiana è variabile nell'arco della settimana lavorativa e, pertanto, non va considerato come valore che non può mai essere superato nell'arco del periodo in esame.

5.11. Lavoratrici madri

Il decreto legislativo n. 151 del 26/03/2001 *"Testo unico delle disposizioni legislative in materia di tutela e sostegno della maternità e della paternità, a norma dell'articolo 15 della legge 8 marzo 2000, n. 53"*, disciplina la tutela della maternità, prevedendo una serie di norme per la tutela della salute *della donna e del nascituro*, durante il periodo di gravidanza e fino a 7 mesi di età del figlio (lavoratrici madri).

In particolare, l'art. 11 prevede che il datore di lavoro valuti i rischi per la salute e sicurezza delle lavoratrici madri anche per le esposizioni a rumore (Allegato C, D.Lgs. 151/01).

Qualora i risultati della valutazione rivelino un rischio per la sicurezza e la salute delle lavoratrici madri, il datore di lavoro, ai sensi dell'art. 12, deve adoperarsi per evitare l'esposizione al rischio, modificandone temporaneamente le condizioni o l'orario di lavoro. Ciò normalmente si realizza attraverso un cambiamento di mansione.

Ove, per motivi organizzativi o produttivi, l'eliminazione dell'esposizione al rischio non sia possibile, il datore di lavoro informa la Direzione Provinciale del Lavoro territorialmente competente che può disporre l'interdizione anticipata e/o prolungata dal lavoro.

Pur in presenza di dati scientifici contrastanti (che in alcuni casi segnalano possibili effetti sul peso neonatale per *esposizioni della madre* superiori agli 80 dB(A) *e in altri negano effetti teratogeni*), sulla base del D.Lgs. 277/91 che rende obbligatoria la sorveglianza sanitaria per lavoratori esposti a L_{EP} maggiori di 85 dB(A) (valore confermato anche dall'attuale stesura della proposta di nuova direttiva comunitaria sul rumore: documento 9483/01 del 06 giugno 2001), si consiglia di attivare la procedura sopra citata, prevista dal D.Lgs. 151/01, al superamento di tale livello. *Si vuole comunque ricordare che nel momento della valutazione del rischio, che deve essere mirato per le lavoratrici in gravidanza, il datore di lavoro deve tenere presente che l'uso dei dispositivi di protezione individuale da parte della madre non protegge il nascituro dal rischio rumore.*

Inoltre, come riportato dalla Comunicazione della Commissione Europea del 5/10/2000 nelle linee direttrici per la valutazione degli agenti chimici, fisici e biologici, nonché dei processi industriali ritenuti pericolosi per la sicurezza o la salute delle lavoratrici gestanti, in puerperio e nel periodo di allattamento (fino a sette mesi di età del figlio) come richiesto dalla direttiva 92/85CEE.

Il documento, parlando del fattore di rischio rumore ricorda che "rumori forti possono determinare un aumento della pressione arteriosa e un senso di stanchezza, evidenze sperimentali suggeriscono che un'esposizione prolungata del nascituro a forti rumori durante la gravidanza può avere effetto sulle sue capacità uditive dopo la nascita e che le basse frequenze sono maggiormente suscettibili di provocare danno. Il rumore non pone problemi specifici alle donne che hanno partorito di recente o che allattano.

6. LISTA DI CONTROLLO

In conclusione a questo capitolo si è deciso di inserire una vera e propria lista di controllo, per privilegiare la funzione di verifica di adempimento delle principali procedure per la gestione del rischio rumore nell'ambiente di lavoro.

La check-list, che non può certo ritenersi esaustiva di tutti gli aspetti sviluppati da queste Linee Guida, è riferita agli obblighi in capo al datore di lavoro.

Obblighi indipendenti dal livello di esposizione personale (L_{EP})

N.	Quesito	Modalità di adempimento (in caso di risposta negativa)	Rif. nel D.Lgs. 277/91
1	Si è provveduto ad effettuare la prima Valutazione del Rumore nei modi e nei tempi previsti dal D.Lgs. 277/91?	Effettuare la Valutazione consultati i lavoratori o i loro RLS	art. 40 c. 1
2	Si dispone del **Rapporto di Valutazione** redatto nei modi e tempi previsti dal D.Lgs. 277/91?	Redigere il **Rapporto di Valutazione**, informandone il RLS e, se presente, il medico competente (MC)	art. 40
3	Si è provveduto a ripetere la Valutazione del rischio rumore con la periodicità dichiarata nella precedente Valutazione?	Ripetere la Valutazione, redigere un nuovo Rapporto di Valutazione informandone il RLS e, se presente, il MC	art. 40 c. 2 e 3
4	Si è in grado di documentare le misure di prevenzione e protezione adottate in conseguenza della Valutazione del rischio?	È consigliabile mantenere memoria delle misure messe in atto, ad esempio specificandole nel Rapporto di Valutazione	art. 41 c. 1

Ulteriori obblighi se il L_{EP} di almeno un lavoratore è > 80 dB(A)

N.	Quesito	Modalità di adempimento (in caso di risposta negativa)	Rif. nel D.Lgs. 277/91
5	La Valutazione del Rumore comprende misure strumentali sulle esposizioni dei lavoratori, sulle sorgenti e sui luoghi di lavoro?	Far effettuare la Valutazione da personale competente con strumentazione adeguata, consultati i lavoratori o il loro RLS	art. 40 + Allegato VI
6	Si è adempiuto agli obblighi di informazione dei lavoratori, anche riguardo al loro diritto di richiedere il controllo sanitario?	Registrare ogni iniziativa informativa indicando contenuti, data, chi l'ha effettuata e facendo firmare i presenti	art. 42, c. 1
7	Nel caso sia stato richiesto dai lavoratori di effettuare il controllo sanitario, si è in grado di dimostrare di aver nominato il MC o che questi non ha condiviso tale esigenza?	Formalizzare la nomina del MC (per esempio con lettera d'incarico sottoscritta per accettazione) oppure conservare il parere negativo alla richiesta dei lavoratori a firma del MC	art. 44, c. 2

Ulteriori obblighi se il L_{EP} di almeno un lavoratore è > 85 dB(A)

N.	Quesito	Modalità di adempimento (in caso di risposta negativa)	Rif. nel D.Lgs. 277/91
8	Si è nominato il MC e si sorveglia che questi eserciti i suoi principali compiti?	Formalizzare la nomina e sorvegliare che il MC visiti con la giusta periodicità i lavoratori ed i luoghi di lavoro	art. 44, c. 3
9	I lavoratori hanno ricevuto un'adeguata formazione?	Registrare ogni iniziativa formativa indicando contenuti, data, chi la ha effettuata e facendo firmare i presenti.	art. 42, c. 2
10	Si sono forniti i DPI uditivi efficaci a tutti i lavoratori con L_{EP} > 85 dB(A) o con specifica prescrizione del MC?	Scegliere i DPI sulla base del rischio ambientale e della loro attenuazione; registrarne l'avvenuta consegna facendola firmare dai singoli lavoratori	art. 43, c. 1
11	I DPI uditivi sono stati scelti consultando i lavoratori o i loro RLS?	Registrare la consultazione in un documento sottoscritto dai lavoratori o dai RLS	art. 43, c. 6

Ulteriori obblighi se il L_{EP} di almeno un lavoratore è > 90 dB(A) o L_{picco} > 140 dB

N.	Quesito	Modalità di adempimento (in caso di risposta negativa)	Rif. nel D.Lgs. 277/91
12	È stata esposta segnaletica appropriata nei luoghi di lavoro che superano i 90 dB(A) di L_{Aeq} o 140 dB di L_{picco}?	Esporre apposita segnaletica e, qualora il rischio lo giustifichi, perimetrare e limitare l'accesso a tali luoghi	art. 41, c. 2 e c. 3
13	È stata effettuata la comunicazione all'organo di vigilanza del superamento dei 90 dB(A) di L_{EP} o 140 dB di L_{picco}?	Comunicare, entro 30 gg. dalla Valutazione, le misure tecniche, organizzative e procedurali attuate informandone i lavoratori o il RLS	art. 45
14	Si è istituito e si tiene aggiornato il **Registro degli esposti** ex art. 49?	Istituire ed aggiornare il **Registro degli esposti**	art. 49
15	Si gestiscono correttamente le comunicazioni previste per il **Registro degli esposti**?	Gestire le comunicazione del **Registro degli esposti** (con AUSL, ISPESL, ISS) secondo le modalità previste dalla legge	art. 49
16	Si controlla che i lavoratori utilizzino (e correttamente) i loro DPI uditivi?	Definire una procedura di sorveglianza dell'uso dei DPI che preveda anche richiami per quei lavoratori che non li utilizzano	art. 43

7. BIBLIOGRAFIA

- AA.VV.; *"dB(A) '85 - Il Rumore industriale: prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro"*; Ed. Regione Emilia-Romagna & Azienda USL di Modena, Bologna - Modena 1985.
- AA.VV.; *"dB(A) '90 - Rumore e vibrazioni - Valutazione, Prevenzione e bonifica"*; Ed. Regione Emilia-Romagna & Azienda USL di Modena, Bologna - Modena 1990.
- AA.VV.; *"GASP - Guida A Schede sulla Prevenzione"*; Ed. L'ISOLA; Roma 1999.
- AA.VV.; *"La prevenzione dei danni da rumore"*, Collana Contributi n. 2; Regione Emilia-Romagna Editore, Reggio Emilia - Imola 1983.
- AA.VV.; *"Rumore e vibrazioni in ambiente di lavoro. Manuale di prevenzione"*; Ed. IEN-Istituto Elettrotecnico Nazionale G. Ferraris & Regione Piemonte Assessorato alla Sanità; Torino 1986.
- A. Callegari, O. Nicolini; *"Il rumore nei cantieri edili: misure possibili di prevenzione"* in *"dB(A) '94 - Rumore e vibrazioni: valutazione, prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro"*; Ed. Regione Emilia-Romagna & Azienda USL di Modena, Modena 1994.
- Coordinamento di Audiologia forense; *"Linee guida per la sorveglianza sanitaria degli esposti a rumore"* in Riv. Inf. Mal. Prof. 6: 521, INAIL Editore, Roma 1993.
- A. Cosa; *"Rumore e vibrazioni"*; Maggioli Editore, Rimini 1990.
- R. Dubini; *"Rumore: rischi e prevenzione. Protezione dei lavoratori contro i rischi di esposizione durante il lavoro"* in *"ISL-Igiene & Sicurezza del Lavoro"* n. 5; IPSOA Editore, Milano 1999.
- C.P. Fortunato; *"Valutazione del rischio acustica - Peculiarità del settore edile nell'applicazione del D.Lgs. 277/91"* in *"dB(A) '94 - Rumore e vibrazioni: valutazione, prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro"*; Ed. Regione Emilia-Romagna & Azienda USL di Modena, Modena 1994.
- C.M. Harris; *"Manuale di controllo del rumore"*; Ed.Tecniche Nuove, Milano 1992.
- C.M. Henley, L.P. Rybak; *"Ototoxicity in developing mammals"* in *"Brain Research Reviews"* n. 20 (1): 68-90, January, 1995.
- G. Lazzaretti, O. Nicolini, A. Peretti; *"dB(A) '94 - Rumore e Vibrazioni: valutazione, prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro"*; Ed. Regione Emilia-Romagna - Azienda USL di Modena, Modena 1994.
- F. Merluzzi et altri; *"Modalità di esecuzione del controllo dell'udito in lavoratori esposti a rumore"*; Nuovo Arch. Ital. Otol. 7: 695-714, 1979.
- F. Merluzzi, M. Di Credico; *"Determinazione dei criteri per la scelta e l'utilizzazione dei mezzi personali di protezione acustica"*; Med. Lav. 84: marzo-aprile: 162-167, 1993.
- F. Merluzzi; *"Il giudizio di idoneità alla mansione specifica per il rischio da esposizione a rumore"* in *"dB(A) '98 - Dal rumore ai rischi fisici: valutazione, prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro"*; Ed. Regione Emilia-Romagna - Azienda USL di Modena - ISPESL, Modena 1998.
- P. Nataletti, A. Pieroni, R. Sisto, M. Nesti; *"I rapporti di valutazione del rischio ex art. 40 D.Lgs. 277/91: un bilancio indicativo dei primi cinque anni di applicazione e proposta normativa"* in *"Atti del Congresso Nazionale AIDII"*, Faenza 1997.
- P. Nataletti, A. Callegari, O. Nicolini; *"Attuazione della valutazione del rischio rumore nei cantieri temporanei o mobili"* in *"Fogli di informazione ISPESL"* n. 1, Roma 1998.
- O. Nicolini, G. Lazzaretti, P .Nataletti, A. Peretti; *"dB(A) '98 - Dal Rumore ai rischi fisici: valutazione, prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro"*; Ed. Regione Emilia-Romagna - Azienda USL di Modena ISPESL, Modena 1998.

- O. Nicolini, P. Nataletti, A. Peretti, G. Lazzaretti; *"dB(A)incontri'99 - Rumore e vibrazioni negli ambienti di lavoro: dalla valutazione alla bonifica"*; Ed. Regione Emilia-Romagna - Azienda USL di Modena - ISPESL AIA-Gaa, Modena 1999.
- O. Nicolini, P. Nataletti, A. Peretti; *"dB(A)incontri2000 - Rumore e vibrazioni - Linee guida per la corretta applicazione della legislazione negli ambienti di lavoro"* Ed. Regione Emilia-Romagna - Azienda USL di Modena - ISPESL - AIA-Gaa, Modena 1999.
- O. Nicolini, P. Nataletti, A. Peretti, D. Ferrari; *"dB(A) 2002 - Rumore, vibrazioni, microclima, illuminazione, onde elettromagnetiche - Valutazione, prevenzione e bonifica negli ambienti di lavoro"*; Ed. Regione Emilia-Romagna - Azienda USL di Modena - ISPESL - INAIL, Modena 2002.
- O. Nicolini, P. Nataletti, A. Peretti, D. Ferrari; *"dB(A) 2003 - Metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro"*, Ed. Regione Emilia-Romagna - Azienda USL di Modena - ISPESL, Modena, 2003.
- A. Peretti, G. Elia, M. Garai, P. Nataletti, O. Nicolini, *"Riduzione del rumore negli stabilimenti industriali. Previsione, propagazione, disposizione delle macchine, schermature e trattamenti fonoassorbenti"*, Ed. AIA, Ancona 2005.
- A. Peretti, G.B. Bartolucci, P. Nataletti, O. Nicolini, G. Sesana, C. Sala, *"Esposizione dei lavoratori alle vibrazioni e al rumore: le nuove Direttive Europee e il loro recepimento nella Legislazione Italiana"*, Ed. AIDII, Bologna 2005.
- ISPESL-Conferenza dei Presidenti Regioni e delle Province Autonome, Manuale di buona pratica *"Metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro"*, Ed. ISPESL, Roma 2005
- J. Pekkarinen; *"Noise, impulse noise and other physical factors: combined effects on hearing"* in *"Occupational Medicine"* n. 10 (3): 561-575, July-August 1995.
- A. Peretti, R. Pompoli, O. Nicolini, G. Lazzaretti; *"Rumore e vibrazioni: certificazione delle macchine"*; Ed. AIA-Gaa; Modena 1993.
- D. Prasher, W. Sulkowski; *"The role of otoacoustic emission in screening and evaluation of noise damage"* in *"Am J Ind Med"* n. 37 (1): 112-120, January 2000.
- G. Rossi; *"Lineamenti ed appunti di audiologia industriale"*; Minerva Medica Editore, Torino 1980.
- S.J. Thomson; *"Dose effect, state of knowledge, psychophisiological effects of enviromental noise and dose-response relationships"* in *"EU's future noise policy- WG2"*; 1999.
- P .Knipschild, H. Meijer, H. Salle; *"Aircraft noise and birthweight"* in *"Int. Arch. Occup. Envirom. Health"*; Vol. 48: pagg. 131-136; 1981.
- A. Spinazzola e coll.; *"Malattie da rumore e otopatie e lavoro"* in *"Medicina del lavoro - II Edizione"*; Monduzzi Editore, Bologna 1996.
- B. Thieme; *"La riduzione del rumore negli ambienti di lavoro"*; Ed. Regione Lombardia - Clinica del Lavoro "L. Devoto" di Milano; Milano 1978.
- S. Curcuruto, P. Nataletti, O. Nicolini *"Il rumore negli ambienti di vita e di lavoro"*, EPC Libri, Roma 2001.
- Dossier Ambiente n. 54 "*Il rumore nei luoghi di vita e di lavoro"*, Trimestrale della Associazione Ambiente e Lavoro, Milano II trimestre 2001.
- R. Spagnolo (a cura di), *"Manuale di acustica"*, UTET, Torino 2001.
- O. Nicolini, A. Peretti, F. De Pasquale; *"NIP2001 - Nuovi Insediamenti Produttivi. Requisiti e standard prestazionali degli edifici destinati a luoghi di lavoro"*; Ed. Regione Emilia-Romagna - Azienda USL di Modena - ISPESL - INAIL, Modena 2001.

ALLEGATO N. 1

Elenchi di attività e mansioni con L_{EP} normalmente minori di 80 dB(A)

Di seguito vengono riportati due elenchi che rappresentano le conoscenze disponibili all'atto di pubblicare queste Linee Guida.

Le fonti di detti elenchi sono:

1. l'Allegato n. 2 alla **Circolare n. 45/92** dell'Assessorato Sanità-Igiene-Ambiente della Regione Lazio avente per oggetto: "Primi indirizzi applicativi del Decreto Legislativo n. 277 del 15 agosto 1991", pubblicata in data 27 luglio 1992;
2. il testo delle "Linee Guida per la collocazione indicativa di attività e mansioni ai fini della definizione dell'obbligo di misurazione strumentale del rumore" concordato dal Dipartimento di Prevenzione dell'Azienda USL di Modena con le locali associazioni imprenditoriali CNA - LAPAM-Federimpresa - Confcommercio - Confesercenti e CLAAI, pubblicato in data 13/04/2000.

Si ritiene che il presente Allegato sia destinato ad arricchirsi nel tempo in tanto in quanto si consolideranno le conoscenze dei livelli di rischio derivanti dalle molteplici misurazioni acustiche effettuate in questi anni.

1. Allegato estratto dalla Circolare 45/92 della Regione Lazio

Aziende interessate alla valutazione senza misure

Uffici con l'uso di:

- Fotocopiatrici fino a 60 copie al minuto
- Macchine da scrivere elettriche (fino a quattro in uso contemporaneo)
- Personal computer con stampante (fino a quattro in uso contemporaneo)

Attività commerciali con:

- Attrezzature tipo ufficio
- Registratori di cassa

Ristoranti e cucine di comunità escluse la preparazione industriale dei pasti

Lavanderie a secco artigianali

Tipografie con macchine tipo-lito con velocità di stampa fino a 6000 copie/ora (massimo tre macchine e con esclusione delle confezionatrici pneumatiche)

Parrucchiere ed estetiste

Elettrauto ed officine di riparazione auto con uso della svitatrice pneumatica inferiore a quindici minuti al giorno

Autotrasporti con automezzi e trattrici recenti.

2. Estratto dalle Linee Guida di CNA - LAPAM-Federimpresa - Confcommercio - Confesercenti CLAAI e dell'Azienda USL di Modena

... Pur avendo a mente tutta la delicatezza di un'operazione finalizzata a distinguere le attività e le mansioni che generalmente non superano gli 80 dB(A) da quelle che generalmente tale valore superano, il Dipartimento di Prevenzione dell'Azienda USL di Modena e le Associazioni d'impresa della provincia hanno tuttavia finito col convenire sulla prevalenza dei vantaggi nel fornire queste indicazioni.

Si è così deciso di concretizzare l'approfondimento realizzando una Tabella contenente una serie di attività e mansioni che, quando collocate nella colonna di sinistra indicano che i dati di esperienza e di letteratura permettono, in prima approssimazione, di ritenere che i L_{EP} dei lavoratori non superino gli 80 dB(A). Simmetricamente, per le attività e mansioni collocate nella colonna di destra, le evidenze sono per un generalizzato superamento degli 80 dB(A) di L_{EP}.

Come già evidenziato, l'appartenenza di un'attività o di una mansione esercitata nell'ambito di una specifica azienda ad una delle categorie elencate nella colonna di sinistra della Tabella a seguito, non è di per sé una garanzia assoluta di non superamento degli 80 dB(A) di L_{EP}; quanto detto vale ovviamente in maniera simmetrica per le attività e mansioni della colonna destra.

Per ridurre le probabilità dei possibili errori nell'applicazione del protocollo a seguito esposto si consiglia comunque alle aziende di:

- verificare la propria collocazione avendo a mente le attività e le mansioni esercitate dall'addetto maggiormente esposto nella settimana più rumorosa dell'ultimo anno;
- definire quanto tempo sono utilizzate le attrezzature di lavoro più rumorose della propria azienda considerando che bastano anche pochi minuti di uso di macchine o utensili rumorosi per superare gli 80 dB(A) di L_{EP}.

Per avere L_{EP} > 80 dB(A) bastano:	*Livello di rumore tipico di:*
30 minuti a 92 dB(A)	saldatori, uso di mazze con scalpelli per lavori edili, trattori non cabinati ...
15 minuti a 95 dB(A)	avvitadadi, smerigliatrici di testa, seghe circolari per taglio alluminio ...
8 minuti a 98 dB(A)	smerigliatrici angolari a disco, martelli demolitori, taglio jolly ceramici ...

Il datore di lavoro che, in ragione delle peculiarità della propria azienda, ritenesse di non riconoscersi nell'assegnazione effettuata, potrebbe verificare le proprie convinzioni affidando ad una persona competente il mandato di testare strumentalmente solamente una o alcune situazioni-limite, riservandosi solo successivamente di commissionare l'eventuale intera valutazione con misurazioni prevista dal D.Lgs. 277/91.

Occorre comunque sottolineare che, in linea di massima, chi ha già effettuato precedenti valutazioni mediante misurazioni, può attenersi con tranquillità alle risultanze delle stesse e, se tutti i L_{EP} erano ad esempio inferiori ai 77-78 dB(A), non è necessario né utile che richieda nuove campagne di misurazione, salvo l'introduzione di attività/macchine/mansioni più rumorose. Viceversa, chi aveva lavoratori documentati come esposti a L_{EP} maggiori di 80 dB(A), è opportuno che, anche se solo per la prima volta, si cauteli verificando strumentalmente l'avvenuto rientro al di sotto degli 80 dB(A).

Prima di addentrarsi nella Tabella che rappresenta la sintesi di questo approfondimento resta da segnalare che "in corso d'opera", si sono anche evidenziate talune attività per le quali le conoscenze attualmente disponibili non consentono un inquadramento definito. Tutte queste attività sono state raggruppate in una colonna centrale, e saranno oggetto nei limiti del possibile di approfondimenti futuri; naturalmente, in questi casi, l'onere della valutazione (anche con misure) è riconsegnato totalmente alle aziende ed ai loro consulenti.

.

Tabella di classificazione di attività e mansioni ai fini dell'obbligo di misurazione strumentale

Attività che generalmente non superano gli 80 dB(A) e per le quali generalmente non ricorre l'obbligo della misurazione strumentale	Attività per le quali le conoscenze attualmente disponibili non consentono un inquadramento predefinito	Attività che generalmente superano gli 80 dB(A) e per le quali generalmente ricorre l'obbligo della misurazione strumentale
Abbigliamento		
• Confezione in tessuto • Confezione di maglieria • Lavanderie al pubblico, tintura capi • Modelliste, figuriniste • Produzione calzature (escluso montaggio e suolatura) • Riparazione calzature • Riparazione capi in pelle • Sarti • Ricamo a mano • Stampa su tessuto per applicazione a caldo • Stirerie • Taglio, ripasso, imbusto • Asolatura, applicazione bottoni • Produzione tessuti a mano, decorazioni su tessuti senza macchine	• Cardatura • Confezioni borse, cinture in pelle • Lavorazione e produzione pellicce • Stampa serigrafica	• Concerie, tintorie pellame • Finissaggio • Roccatura • Tessitura (rettilinee, circolari, cotton) • Lavorazione e produzione pelli • Produzione di bottoni • Produzione occhiali, ombrelli, penne • Ricamifici • Tintorie • Lavanderie industriali
Acconciatori		
• Acconciatori • Estetiste, manicure		
Agricoltura		
		• Esercizio macchine agricole*

* Vedi per maggiori dettagli l'Allegato n. 11.

Agroalimentare		
• Disossatura manuale • Produzione artigianale di pasta • Gelaterie • Fornai • Pasticcerie • Rosticcerie, friggitorie e produzione pizze al taglio • Stagionatura prosciutti	• Allevamenti non di suini e bovini • Lavorazione e confezione spezie • Produzione caffè, estratti, lievito • Produzione grassi • Produzione industriale pasta • Lavorazione budella • Produzione industriale di pane, piadine, biscotti • Caseifici	• Allevamenti suini e bovini • Disossatura con macchine • Imbottigliamento in vetro (acqua, vini, liquori ...) • Lavorazione e conservazione prodotti alimentari in genere (pomodori, ortaggi...) • Macellazione • Mulini • Preparazione di pasti ad uso industriale • Produzione aceto, alcool, vino • Produzione di insaccati e lavorazione carni • Produzione mangimi

Artistico		
• Liutai, costruzione artigianale di strumenti a corda • Restauro strumenti musicali • Intagliatori di legno a mano • Lavorazione artistica di cuoio e pelle • Orologiai • Riparazione oreficeria, bigiotteria • Restauri d'arte (dipinti, cornici, mobili, stucchi)	• Lavorazione pietre preziose • Produzione oreficeria	• Lavorazione ardesia e marmo

Autotrasporti		
• Autorimesse • Autoscuole • Espurgo pozzi • Facchini e stivatori • Noleggio • Trasporti su strada		

Ceramica e vetro		
• Decorazioni su ceramica • Allestimento campionari di piastrelle	• Installazione del vetro • Produzione e lavorazione artistica del vetro	• Produzione manufatti ceramici • Taglio piastrelle • Taglio del vetro

All. 1. Elenchi di attività e mansioni con L_{EP} normalmente minori di 80 dB(A)

Chimica		
• Biomedicale: solo assemblaggio	• Biomedicale: produzione e trattamento prodotti biomedicali	• Lavorazione gomma e materie plastiche • Lavorazione vetroresina • Produzione e confezionamento di prodotti chimici

Commercio e pubblici esercizi		
• Alberghi • Bar • Benzinai • Lavaggio auto • Commercio al minuto • Commercio all'ingrosso • Mense, ristoranti, pizzerie • Ambulanti • Edicole		• Discoteche

Edilizia		
• Imbianchini	• Intonacatori	• Carpentieri edili • Costruttori edili, muratori • Costruzione prefabbricati • Lavorazione terracotta (fornaci) • Lavori stradali • Levigatori • Marmisti • Lavorazione lapidei • Pavimentatori, piastrellisti • Perforazioni suolo, pozzi

Grafica e fotografi		
• Copisterie • Decorazioni murali e su tela • Legatoria a mano • Fotocomposizione • Neonisti • Registrazioni video e fonografiche • Studi grafici e pubblicitari • Eliografia • Fotografi • Fotolaboratori	• Cartellonisti • Costruzione plastici • Serigrafia	• Cartotecnica • Legatoria editoriale • Stampa offset • Tipografia, litografia • Lavorazione clichè in zinco

All. 1. Elenchi di attività e mansioni con L_{EP} normalmente minori di 80 dB(A)

Legno		
• Montaggio cornici • Tappezzieri	• Montaggio scale, infissi, pareti e pavimenti	• Abbattimento piante • Lavorazioni di falegnameria • Segherie, produzione imballaggi • Verniciatori

Metalmeccanica		
• Antennisti • Elettrauto • Carburatoristi • Meccanici riparatori di auto e moto (Prestare particolare attenzione per l'estrema variabilità della casistica!) • Assemblaggio componenti elettronici • Installatori e riparatori impianti idraulici, termosanitari, elettrici, gas • Installatori antinfurto e antincendio • Ascensoristi • Radiatoristi • Riparazione e assemblaggio biciclette • Riparazione impianti frigoriferi • Riparazione radio, tv, elettrodomestici	• Trattamenti superficiali	• Carpenterie • Carrozzerie • Affilatura utensili • Elettromeccanica • Fonderie • Lattonieri • Meccanica di produzione • Verniciatori • Gommisti • Sabbiatura • Saldatura (escluso "stagno") • Lavorazione alluminnio • Montaggio e assemblaggio

Servizi e turismo		
• Decorazione con fiori • Derattizzazione • Gestione imprese turistiche, noleggio di mezzi di trasporto • Imprese di pulizia • Odontotecnici • Ottici (riparazione occhiali) • Podologi, masso-fisioterapisti, massaggiatori • Servizi di informatica • Tecnici ortopedici • Uffici e servizi amministrativi • Vendita e toelettatura animali	• Disinfestazione	

In chiusura si ricorda ancora che l'elenco sopra riportato vuole avere un carattere indicativo: resta ferma la responsabilità del datore di lavoro nello stabilire se, nello specifico caso, i livelli di esposizione L_{EP} (dipendenti sia dai livelli di rumore che dai tempi di esposizione) possano ragionevolmente ritenersi inferiori a 80 dB(A).

All. 1. Elenchi di attività e mansioni con L_{EP} normalmente minori di 80 dB(A)

ALLEGATO N. 2

Guida alla valutazione delle incertezze di misura

Premessa

Il D.Lgs. 277/91 stabilisce che la misurazione del rumore deve essere effettuata in osservanza ai criteri riportati nell'Allegato VI. Quest'ultimo, a sua volta, prevede che di ogni misurazione sia indicata anche l'incertezza di cui la medesima è affetta (errore casuale).

Normalmente, per errore casuale si intende lo scarto quadratico medio (deviazione standard) su di un numero significativo di campionamenti. In attesa di auspicabili puntualizzazioni a livello centrale, si consiglia di continuare ad applicare le consolidate norme di buona tecnica (UNI 9432 del 2002) che, in sintesi, danno le seguenti indicazioni:

- *Le misurazioni eseguite per brevi periodi sono soddisfacenti nel caso di rumori stabili o poco fluttuanti o fluttuanti ciclicamente su tempi più brevi.*
- *Se le fluttuazioni sono estese in ampiezza o si prolungano nel tempo ovvero se il fenomeno sonoro è irregolare occorrerà rivolgersi sempre a fonometri integratori e prolungare l'osservazione strumentale fin anche a misurare il livello dell'intera giornata di lavoro (metodo di riferimento).*
- *In situazioni estreme, qualora possa prevedersi un'oscillazione dei valori di esposizione giornaliera, occorre ripetere le misure giornaliere sino al computo del $L_{EP,w}$.*

In ogni caso, la scelta dei tempi e delle metodologie di misura devono avere come obiettivo la stabilizzazione del L_{Aeq} del fenomeno acustico rappresentativo delle condizioni di esposizione del/dei lavoratori.

Ai valori di L_{Aeq} così misurati si può associare, in mancanza dei dati di taratura relativi allo specifico fonometro, un errore casuale pari a 0,7 dB, corrispondente alla tolleranza ammessa dalle norme IEC 651/79 e IEC 804/85 (CEI EN 60651/82 e CEI EN 60804/99) per i fonometri di classe 1. In questo modo si rispetta formalmente la legge, ma dal punto di vista tecnico-scientifico il metodo non è corretto e può portare a sottostimare in modo significativo l'entità dell'errore casuale.

Di seguito si riporta un metodo per la valutazione e l'utilizzo dell'errore casuale nelle misurazioni del rumore, tratto dalla recente letteratura scientifica e normativa in materia.

1. Introduzione

In questa sede si propone un metodo per il calcolo dell'incertezza sui L_{Aeq}, sui tempi di esposizione e sul L_{EP} globale, basato sui criteri consigliati dallo standard ISO 9612 (1997). Un semplice programma (**Lepdw_Error**) per l'applicazione di tale metodo può essere scaricato dal sito ISPESL (**http://www.ispesl.it/linee_guida/fattore_di_rischio/rumore.htm**). Attualmente esiste anche una guida ISO, recepita in Italia come Guida UNI CEI 9 (1997) "Guida all'espressione dell'incertezza di misura", che può essere utilizzata. Trattasi però di un testo assolutamente generale per la valutazione dell'incertezza di un generico misurando, e di non facile applicazione per i non addetti ai lavori. Lo standard ISO 9612 ("Acoustics - Guidelines for the measurement and assessment of exposure to noise in a working environment"), invece, riguarda specificatamente il rumore in ambiente di lavoro e, a nostro avviso, meglio si adatta alla valutazione del rischio rumore secondo le prescrizioni del D.Lgs. 277/91.

Una stima dell'incertezza associata al valore misurato o calcolato di una grandezza è un elemento essenziale in quanto rende possibile controllare la ripetibilità di una misura, e rende significativo il confronto tra i risultati di misure effettuate da diversi soggetti nelle stesse condizioni di misura.

Viene definita incertezza sulla quantità y la quantità $\varepsilon(y)$ data dalla deviazione standard della distribuzione di probabilità dei valori assunti dal risultato della misura di y. Vanno calcolate separatamente tre tipi di incertezze: una componente di tipo "strumentale"; una di tipo "ambientale", dovuta alla incompleta campionatura della distribuzione dei livelli sonori; una componente "temporale" dovuta alla variabilità dei tempi di esposizione.

2. Incertezze strumentali

Le incertezze strumentali vanno dedotte dalle indicazioni fornite dal costruttore, dalle informazioni ricavabili dal certificato di taratura SIT o EA dello strumento, o, ove queste manchino, dalle tolleranze ammesse dagli standards IEC 651/79 e IEC 804/85 per i fonometri di classe 1. In assenza di qualsiasi informazione sulla distribuzione di probabilità, come accade nella maggior parte dei casi, l'ipotesi più ragionevole è che tale distribuzione sia rettangolare (probabilità costante) con intervallo totale di variabilità pari alla massimo scostamento, dato ricavabile dalle informazioni a disposizione o dalle tolleranze.

Assumendo che le singole componenti dell'incertezza strumentale siano mutuamente indipendenti, i singoli contributi possono essere combinati quadraticamente nell'incertezza strumentale totale.

Le principali componenti dell'incertezza strumentale sono le seguenti:

- accuratezza del calibratore;
- non perfetta linearità della risposta del fonometro a diversi livelli di rumore (la calibrazione è effettuata normalmente ad un'unica frequenza e livello sonoro);
- scarti della curva di pesatura A del fonometro rispetto a quella standard;
- risposta in frequenza non simmetrica rispetto ai vari angoli di incidenza del suono;
- variazione della risposta del fonometro nel caso si usi un fondo scala diverso da quello di riferimento;
- variazione della risposta del fonometro al variare della pressione atmosferica statica;
- variazione della risposta del fonometro al variare della temperatura ambiente;
- variazione della risposta del fonometro al variare dell'umidità;
- variazione del valore misurato di L_{eq} in caso di pressione sonora variabile nel tempo rispetto alla misura del L_{eq} di un evento sonoro di livello costante e di uguale contenuto energetico;
- possibile deriva della risposta del fonometro per misure prolungate nel tempo.

Nel certificato di taratura SIT o EA del fonometro può essere riportato il valore dell'incertezza strumentale ε_S dell'apparecchio. Questo valore può essere utilizzato tenendo conto che si tratta di un valore riferito a condizioni standard di laboratorio (temperatura, pressione, umidità controllate): quindi deve intendersi come valore minimo dell'incertezza strumentale.

Viceversa, basandosi solo sulle tolleranze ammesse per i fonometri di classe 1 si può stimare, per le situazioni più comuni di utilizzo sul campo, un'incertezza complessiva massima dovuta ai contributi sopra elencati pari a 0.7 dB.

3. Incertezze ambientali

3.1. Campionamento del livello equivalente

Un segmento di attività di durata T_i che si svolge all'interno di un ambiente acusticamente omogeneo (ambiente nel quale i livelli di rumore misurati in prelievi successivi non differiscono di molto), può essere esaminato col metodo del "campionamento": effettuando cioè N misure indipendenti di livello equivalente di durata individuale T_{ij} i cui risultati vengono indicati con L_{ij}. Il livello equivalente relativo al periodo T_i è dato dalla relazione:

$$L_{Aeq,Ti} = 10\log\left(\frac{\sum_{j=1}^{N} 10^{0,1L_{ij}}}{N}\right) \cong \overline{L_i} + 0,115s^2$$

dove $\overline{L_i} = \frac{\sum_{j=1}^{N} L_{ij}}{N}$ è la media aritmetica dei livelli, e

$s = \left(\frac{\sum_{j=1}^{N}\left(L_{ij} - \overline{L_i}\right)^2}{N-1}\right)^{1/2}$ è la deviazione standard della distribuzione dei livelli stessi.

L'incertezza relativa alla componente ambientale vale:

$$\varepsilon_A\left(L_{Aeq,Ti}\right) = \left(\frac{s^2}{N} + \frac{0,026s^4}{N-1}\right)^{1/2}\left(\frac{T_i - \sum_{j=1}^{N} T_{ij}}{T_i - \overline{T}_{ij}}\right)^{1/2}$$

dove l'ultimo termine a destra è un fattore di correzione dovuto alla dimensione finita della popolazione da cui viene estratto il campione analizzato (cioè alla durata finita T_i del periodo); al denominatore compare la media aritmetica dei tempi di campionamento T_{ij}.

Dal punto di vista pratico, l'ultimo termine di questa formula assume generalmente valori prossimi a 1: per semplicità di calcolo tale termine è stato effettivamente posto uguale a 1 nel foglio di calcolo **Lepdw_Error.** Inoltre, in generale sono sufficienti un numero di campionamenti N pari a 3, mentre un numero di campionamenti superiore a 5 non fornisce un significativo aumento della precisione della misura.

L'incertezza totale sul livello equivalente vale:

$$\varepsilon\left(L_{Aeq,Ti}\right) = \left(\varepsilon_S^2 + \varepsilon_A^2\left(L_{Aeq,Ti}\right)\right)^{1/2}$$

3.2. Misura diretta del livello equivalente

Nel caso in cui viene eseguita una misura "diretta" del livello equivalente $L_{Aeq,Ti}$, per tutta la durata T_i del periodo di tempo acusticamente omogeneo, per quanto detto al punto precedente l'incertezza "ambientale" è in questo caso nulla, e pertanto a tale valore va associata una incertezza puramente strumentale.

$$\varepsilon\left(L_{Aeq,Ti}\right) = \varepsilon_S$$

Nella Tabella delle misure della **Relazione tecnica** di cui all'Allegato n. 3, nella colonna "Errore casuale" vanno riportati i valori degli errori casuali sui livelli equivalenti, $\varepsilon(L_{Aeq,Ti})$, come sopra definiti.

È chiaro, quindi, che una misura di livello equivalente sonoro non può essere esente da errore: quest'ultimo sarà più o meno elevato, a seconda della tecnica di misura scelta, ma non può essere inferiore all'incertezza strumentale.

4. Incertezza sui tempi di esposizione

Anche i tempi di esposizione T_i sono generalmente affetti da una incertezza di cui va tenuto conto. L'incertezza sul tempo di esposizione $\varepsilon(T_i)$ può essere calcolata con i classici metodi appropriati alle distribuzioni normali. Nel caso non si disponga di alcuna informazione per utilizzare una procedura di questo tipo, possono essere calcolati valori indicativi mediante la formula:

$$\varepsilon\left(T_i\right) \approx 0{,}04\ T_i$$

con un valore minimo di 2,5 minuti.

È bene ricordare l'importanza della corretta valutazione dei tempi di esposizione alle singole mansioni e/o fasi lavorative e delle rispettive incertezze, in quanto, come vedremo nel paragrafo successivo, questi parametri contribuiscono in maniera determinante alla determinazione dell'incertezza complessiva sul livello di esposizione personale.

5. Incertezza sul livello di esposizione personale

Nonostante il D.Lgs. 277/91, nell'Allegato VI, parli solo di errore casuale sui livelli equivalenti misurati, in questa sede si è ritenuto utile fornire una metodologia di calcolo dell'incertezza complessiva sul livello di esposizione personale. Considerato infatti che è il L_{EP} il risultato finale della misura della esposizione professionale a rumore, anche ad esso può essere associata una incertezza. Tale quantità permetterà di stabilire se un certo limite di esposizione è, o può essere, superato e regolare di conseguenza i relativi adempimenti di legge.

L'incertezza sul livello di esposizione personale giornaliero può essere ottenuta applicando in modo opportuno la legge di propagazione degli errori alle incertezze sui livelli equivalenti e sui tempi di esposizione visti nei paragrafi precedenti. Si calcola dapprima la componente dovuta ai fattori "ambientali", $\varepsilon_A(L_{EP,d})$:

$$\varepsilon_A\left(L_{EP,d}\right) = \frac{\left[\sum_{i=1}^{M} 10^{0.2L_i}\ T_i^2\ \varepsilon_i^{\,2} + 18.86 \sum_{i=1}^{M} 10^{0.2L_i}\ \varepsilon_{T_i}^{\,2}\right]^{1/2}}{\sum_{i=1}^{M} 10^{0.1L_i}\ T_i}$$

a questa si aggiunge poi la componente dovuta ad effetti strumentali, ε_S, per ottenere l'incertezza complessiva sul $L_{EP,d}$:

$$\varepsilon\ (L_{EP,d}) = [\ \varepsilon_A^2(L_{EP,d}) + \varepsilon_S^2\ ]^{1/2}$$

Per sinteticità si è posto $L_i = L_{Aeq,Ti}$, $\varepsilon_i = \varepsilon_A\ (L_{Aeq,Ti})$, $\varepsilon_{Ti} = \varepsilon\ (T_i)$ ed M è il numero di periodi in cui si effettuano misure di livello equivalente. Come si può vedere, sono soltanto le componenti "ambientali" delle incertezze, $\varepsilon_A\ (L_{Aeq,Ti})$, che compaiono effettivamente nella propagazione dell'incertezza complessiva sul livello di esposizione personale, mentre il termine strumentale ε_S viene inserito a valle della procedura, in quanto si riferisce ad un effetto sistematico che non viene ridotto dal numero di periodi nei quali si articola la giornata lavorativa. (**N.B.**: *Le formule utilizzate in questo paragrafo valgono se si effettuano tutte le misure con lo stesso fonometro, cosa che avviene nella generalità dei casi. Se si utilizzano più fonometri occorre utilizzare un altro formalismo*).

Operando in modo analogo, a partire dalle incertezze sugli m livelli di esposizione personale giornalieri, si può calcolare l'incertezza sul valore del $L_{EP,w}$ che vale:

$$\varepsilon\ (L_{EP,w}) = [\varepsilon_A^2(L_{EP,w}) + \varepsilon_S^2]^{1/2}$$

dove:

$$\varepsilon_A\left(L_{EP,w}\right) = \frac{\left[\sum_{k=1}^{m} 10^{0.2L_k} \cdot \varepsilon_k^{\,2}\right]^{1/2}}{\sum_{k=1}^{m} 10^{0.1L_k}}$$

è la componente "ambientale" dell'incertezza sul $L_{EP,w}$, e per sinteticità si è posto $L_k = (L_{EP,d})_k$, $\varepsilon_k = \varepsilon_A\ (L_{EP,d})_k$.

Quindi, nel **Rapporto di Valutazione** del rischio ex articolo 40 del D.Lgs. 277/91 potrà essere riportato, per ogni operatore esposto, il livello di esposizione personale con associata la relativa incertezza:

$$L_{EP,d} \pm \varepsilon\ (L_{EP,d}); \qquad L_{EP,w} \pm \varepsilon\ (L_{EP,w})$$

Si pone infine il problema di quale significato concretamente attribuire al calcolo dell'incertezza nel classificare i livelli di esposizione del personale. A questo riguardo, si raccomanda l'adozione di criteri cautelativi nell'individuazione delle misure di prevenzione e protezione, nello spirito prevenzionistico del D.Lgs. 277/91, in particolare nelle situazioni che mostrano valori del livello di esposizione personale al limite della attribuzione alla fasce di esposizione superiori di 80, 85 e 90 dB(A).

A titolo esemplificativo, supponiamo che per un lavoratore sia stato calcolato un $L_{EP,d}$ pari a 84,0 ± 1,5 dB(A). Allora due sono le possibilità: o questo lavoratore viene assegnato cautelativamente alla fascia di rischio corrispondente a 85÷90 dB(A), con tutti gli adempimenti conseguenti; oppure, si aumenta la precisione della determinazione del $L_{EP,d}$ tramite, ad esempio, un maggior numero di campionamenti e/o misure dirette e/o una migliore determinazione dei tempi di esposizione. In tal modo, si riducono le componenti che contribuiscono all'incertezza complessiva $\varepsilon\ (L_{EP,d})$, e si fa rientrare l'intervallo di variabilità del livello di esposizione personale all'interno della fascia di rischio inferiore (ad es. ottenendo un nuovo $L_{EP,d}$ pari a: 84,0 ± 0,8).

ALLEGATO N. 3

Schema della relazione tecnica sull'esposizione a rumore ex D.Lgs. 277/91

Carta intestata del personale competente

Relazione tecnica per la valutazione dell'esposizione quotidiana personale dei lavoratori al rumore

N. _____ del ___/___/___

Committente:

Ditta _____ (Ragione sociale)

esercente l'attività di _____

sede legale in via _____ n. _____

CAP _____ Comune _____ Prov. _____

sede unità produttiva in via _____ n. _____

CAP _____ Comune _____ Prov. _____

tipologia produttiva (codice ISTAT) _____

Lavoratori occupati n. _____, di cui:

- n. _____ _____(*mansione*)_____;
- n. _____ _____(*mansione*)_____;
- n. _____ _____(*mansione*)_____.

Si riporta in allegato la **piantina dell'unità produttiva** con il lay-out aggiornato delle macchine e degli impianti, in cui sono indicate le postazioni di lavoro, le sorgenti di rumore e i punti di misura.

Strumentazione impiegata per i rilievi fonometrici

Tipo	Marca e modello	N. matricola	Tarato il	Certificato taratura n.
Fonometro integratore Microfono Calibratore Altro				

La strumentazione è di Classe 1, conforme alle Norme IEC 651/79 e 804/85 (CEI EN 60651/82 e CEI EN 60804/99).

Prima e dopo ogni serie di misure è stata controllata la calibrazione della strumentazione mediante calibratore in dotazione (verificando che lo scostamento dal livello di taratura acustica non sia superiore a 0.3 dB) [Norma UNI 9432/2002].

Criteri e modalità di misura e di valutazione

Dopo un'attenta analisi del ciclo di produzione, dell'organizzazione e delle procedure di lavoro, delle 'giornate lavorative tipo', degli ambienti di lavoro e delle caratteristiche del rumore, sono stati individuati, sulla base dei seguenti criteri di valutazione (*risultati di misurazioni anche estemporanee, confronti con situazioni analoghe, dati di letteratura, etc.*) _____

_____,

n. ___ lavoratori con $L_{EP,d/w} \leq 80$ dB(A), distribuiti come segue:

- n. _____ _____(*mansione*)_____;
- n. _____ _____(*mansione*)_____;
- n. _____ _____(*mansione*)_____.

In data/e _____ sono stati effettuati, ai sensi dell'art. 40 comma 2 del D.Lgs. 277/91, i rilievi strumentali secondo i criteri di misura riportati nell'allegato VI del D.Lgs. 277/91 e nella norma UNI 9432, nelle seguenti condizioni:

❑ nelle normali condizioni di lavoro;

❑ nelle specifiche condizioni a seguito descritte: _____
_____

(indicare eventuali particolarità, quali, per esempio, attività temporanee o mobili; rilievi tramite strumenti fissati alla persona, addetti a macchine portatili/mobili o a servizi presso diversi ambienti di lavoro o diverse unità produttive, etc.).

Tabella delle misure

N. misura	Punto di misura	Sorgente di rumore	Condizione di misura	Tempo di misura [___]	L_{Aeq} [dB(A)]	Errore casuale [dB(A)]	L_{picco} [dB]

I punti di misura sono quelli riportati sulla piantina allegata.

Sulla stessa piantina allegata sono evidenziate le aree di lavoro con $L_{Aeq} > 90$ dB(A), oppure $L_{picco} > 140$ dB.

I tempi di misura sono stati scelti per essere rappresentativi dei fenomeni acustici in esame e delle specifiche condizioni di esposizione dei lavoratori.

I tempi di esposizione utilizzati per la valutazione dei L_{EP} sono quelli dichiarati e sottoscritti dal Datore di Lavoro *(possibilmente riportati in allegato)*, sentiti i *RLS/lavoratori/Responsabile dell'organizzazione del lavoro* _____.

Gli errori casuali di misura riportati in tabella indicano l'incertezza associata alle misure valutata con *il criterio* _____.

Calcolo dei $L_{EP,d/w}$

Gruppo omogeneo/ lavoratore	Operazione/ postaz. di lavoro	N. Misura	Tempo di esposizione [...]	L_{Aeq} [dB(A)]	L_{picco} [dB]	$L_{EP,d/w}$ [dB(A)]

I livelli di esposizione personale al rumore, riportati nell'ultima colonna della precedente tabella, sono stati ricostruiti sulla base dei tempi di esposizione dichiarati dall'Azienda e dei livelli sonori misurati, secondo le formule riportate nell'articolo 39 del D.Lgs. 277/91 e nella Norma UNI 9432.

Risultati della valutazione

$L_{EP,d/w}$ individuali

Matricola	Cognome e nome	Mansione	$L_{EP,d} \pm \varepsilon$ [dB(A)]	$L_{EP,w} \pm \varepsilon$ [dB(A)]	L_{picco} [dB]	Classe rischio *

* Classe di rischio/fascia di esposizione:

0. Esposizione personale inferiore o uguale a 80 dB(A)
1. Esposizione personale superiore a 80 e minore o uguale a 85 dB(A)
2. Esposizione personale superiore a 85 e minore o uguale a 90 dB(A)
3. Esposizione personale superiore a 90 dB(A), oppure $L_{picco} > 140$dB

Elenco delle macchine/attrezzature con $L_{Aeq} \geq 85$ dB(A):

N. Misura	Macchina/attrezzatura	Marca	Mod.	Note

Conclusioni

Sulla base del presente monitoraggio acustico aziendale:

- si forniscono le seguenti indicazioni tecniche, utili ai fini dell'individuazione delle misure tecniche, organizzative e procedurali concretamente attuabili: _____ _____ _____;
- si consiglia di ripetere la valutazione entro ..... anni.

La presente **Relazione tecnica** è composta da n. ..... pagine e ..... Allegati.

Il Personale Competente

_____

ALLEGATO N. 4

Rapporto di valutazione in aziende senza addetti esposti a L_{EP} > 80 dB(A)

Carta intestata della Ditta

Rapporto di Valutazione del rumore ex D.Lgs. 277/91

Il Sottoscritto _____
(Nome e Cognome)

in qualità di datore di lavoro dell'impresa _____
(Ditta/Ragione sociale)

esercente l'attività di _____

con sede operativa in via _____ n. _____

CAP _____ Comune _____ Prov. _____

e con sede legale in via _____ n. _____

CAP _____ Comune _____ Prov. _____

consapevole della responsabilità che assume ai sensi del D.Lgs. 277/91 e dell'art. 485 del c.p.

Dichiara:

- di aver effettuato/aggiornato la Valutazione del rumore in data ___/___/___
  (gg/mm/aa)

  avvalendosi del personale competente Sig. _____

- di aver consultato in data ___/___/___ il/i seguenti RLS, o, in loro assenza, i lavoratori:

  Sig. _____

  Sig. _____

  mediante: _____

  e di averlo/i informato/i dei risultati mediante: _____

- che gli occupati in azienda e l'organizzazione del lavoro rispondono al seguente schema, per un **totale di n. __ occupati**:

  1. _____ _____ _____
  2. _____ _____ _____
  ... _____ _____ _____

  (mansione) (n. addetti) (note)

- di aver potuto escludere il superamento degli 80 dB(A) di L_{EP} sulla base:
  - ❏ della palese assenza di sorgenti rumorose
  - ❏ di riscontri bibliografici
  - ❏ delle informazioni acustiche fornite dal/dai costruttore/i
  - ❏ di misurazioni in situazioni analoghe
  - ❏ della Relazione tecnica *allegata*
  - ❏ altro (specificare) _____

- che per ridurre il rischio da esposizione a rumore sono già in atto le seguenti misure tecniche, organizzative e procedurali:

  1. _____
  2. _____
  ... _____

(eventualmente)

- che per migliorare le condizioni di salute e sicurezza sul rischio rumore saranno messe in atto le seguenti azioni nei tempi a fianco riportati:

  1. _____ entro il: __/__/__
  2. _____ entro il: __/__/__
  ... _____ entro il: __/__/__

- che la Valutazione in oggetto, **salvo l'obbligo di ripeterla ad ogni variazione consistente delle condizioni di esposizione al rumore**, verrà ripetuta con **periodicità** _____

Allega:

- Piantina con layout
- Elenco macchine / attrezzature di lavoro
- Lavorazioni effettuate
- *(eventualmente)* Relazione tecnica

Città _____ lì __/__/__

Il Legale Rappresentante

_____

per presa visione
il RLS, o, in sua assenza, i lavoratori

_____

ALLEGATO N. 5

Rapporto di valutazione in aziende con addetti esposti a L_{EP} > 80 dB(A)

Carta intestata della Ditta

Rapporto di Valutazione del rumore ex D.Lgs. 277/91

Il Sottoscritto _____
(Nome e Cognome)

in qualità di datore di lavoro dell'impresa _____
(Ditta/Ragione sociale)

esercente l'attività di _____

con sede operativa in via _____ n. _____

CAP _____ Comune _____ Prov. _____

e con sede legale in via _____ n. _____

CAP _____ Comune _____ Prov. _____

consapevole della responsabilità che assume ai sensi del D.Lgs. 277/91 e dell'art. 485 del c.p.

Dichiara:

- di aver effettuato/aggiornato la Valutazione del rumore in data ___/___/___
  (gg/mm/aa)

  avvalendosi del personale competente Sig. _____

  che ha prodotto la **Relazione tecnica** n. _____ del ___/___/___ riportata in allegato, contenente anche i dati aziendali e del personale, i criteri, i metodi, i dati misurati ed i parametri utilizzati (ed in particolare i tempi di esposizione) per il computo dei L_{EP}
- di aver consultato in data ___/___/___ il/i seguenti RLS, o, in loro assenza, i lavoratori:

  Sig. _____

  Sig. _____

  mediante: _____

  e di averlo/i informato/i dei risultati mediante: _____
- che gli occupati in azienda e l'organizzazione del lavoro rispondono al seguente schema, per un **totale di n. __ occupati**:

  1. _____ _____ _____
  2. _____ _____ _____
  ... _____ _____ _____

  (mansione) (n. addetti) (note)

- che il quadro di sintesi degli esposti a rumore è il seguente:

  $L_{EP,d/w}$ > 90 dB(A) o L_{picco} > 140 dB = n. _____ occupati
  $L_{EP,d/w}$ tra 85 e 90 dB(A) = n. _____ occupati
  $L_{EP,d/w}$ tra 80 e 85 dB(A) = n. _____ occupati
  $L_{EP,d/w}$ ≤ 80 dB(A) = n. _____ occupati

- che esistono n. _____ aree con L_{Aeq} > 90 dB(A), come evidenziato nella piantina allegata
- che per ridurre il rischio da esposizione a rumore sono già in atto le seguenti misure tecniche, organizzative e procedurali:

  1. _____
  2. _____
  ... _____

- che per migliorare le condizioni di salute e sicurezza sul rischio rumore saranno messe in atto le seguenti azioni nei tempi a fianco riportati:

  1. _____ entro il: __/__/__
  2. _____ entro il: __/__/__
  ... _____ entro il: __/__/__

- che sono già operativi i protocolli di sicurezza previsti dalla legge in funzione dei livelli di rischio riscontrati, e in particolare:

  ❏ controllo sanitario a cura del medico competente Dr. _____ ;
  ❏ informazione / formazione dei lavoratori
  ❏ disponibilità / obbligo all'uso dei DPI uditivi
  ❏ comunicazione ex art. 45 sul superamento dei 90 dB(A) di L_{EP}
  ❏ registro degli esposti ex art. 49

- che la Valutazione in oggetto, **salvo l'obbligo di ripeterla ad ogni variazione consistente delle condizioni di esposizione al rumore**, verrà ripetuta con **periodicità** _____

Allega:

- Piantina con layout e l'indicazione delle eventuali aree con L_{Aeq}>90 dB(A)
- Elenco macchine / attrezzature di lavoro
- Lavorazioni effettuate
- Relazione tecnica
- Elenco nominativo dei lavoratori con L_{EP} > 80 dB(A)

Città _____ lì __/__/__

per presa visione il Medico Competente

_____

Il Legale Rappresentante

_____

per presa visione
il RLS, o, in sua assenza, i lavoratori

_____

ALLEGATO N. 6

Modello per la comunicazione ex art. 45 D.Lgs. 277/91

Carta intestata della Ditta

Spett. ASL di _____
Dipartimento di Prevenzione - SPSAL
Indirizzo _____ n. _____
CAP _____ Città _____

Città _____ lì __/__/__

Oggetto: *Comunicazione ex art. 45, D.Lgs. 277/91*

La presente per comunicare che a seguito della **Valutazione del rischio rumore** del __/__/__, **di cui si allega copia**, nonostante l'adozione delle misure concretamente attuabili, n. __ addetti di questa ditta permangono esposti ad oltre 90 dB(A) di L_{EP} ovvero ad oltre 140 dB di L_{picco}.

Si segnala che, oltre a quanto previsto dal D.Lgs. 277/91 sul versante della valutazione del rischio, dei DPI uditivi, dei controlli sanitari e dell'informazione/formazione contro il rischio rumore, per tale personale questa ditta sta attuando le misure tecniche, organizzative e procedurali a seguito riportate:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
.... _____

Del contenuto della presente comunicazione sono stati informati i lavoratori / il RLS.

Distinti saluti.

Il Datore di Lavoro

_____

per presa visione
il RLS / x i lavoratori

_____

ALLEGATO N. 7

Scelta dei DPI uditivi

Sezione 1

Criteri di selezione dell'otoprotettore

1.1 Marcatura di certificazione

Occorre scegliere solo DPI dotati di marcatura di certificazione di conformità (marcatura CE).

1.2 Attenuazione sonora

Secondo la EN 458 (inserita, come Allegato 1, nel DM 02/05/01) ogni protettore auricolare deve essere accompagnato dai dati di attenuazione sonora forniti dal fabbricante, espressi in 3 modi:

- APV_f: esprime con una serie di valori, in dB, l'attenuazione sonora del DPI per lo spettro di frequenza in banda d'ottava che va da 125 Hz a 8kHz (a volte viene inclusa anche la frequenza di 63 Hz); nel caso in cui vengano forniti sia i valori medi dell'attenuazione sia quelli presunti (espressi come differenza tra l'attenuazione media e la deviazione standard) occorre usare per i calcoli i valori di protezione presunti;
- H, M, L: esprime con 3 valori, in dB, l'attenuazione sonora del DPI per le frequenze alte (H), medie (M) e basse (L); il fabbricante ricava questi valori dai valori in banda d'ottava;
- SNR: esprime con un solo valore, in dB, l'attenuazione sonora semplificata (Simplified Noise Reduction) del DPI; il fabbricante ricava questo valore dai valori in banda d'ottava.

L'attenuazione deve essere tale da non generare una protezione insufficiente o, viceversa, una iperprotezione; lo spettro di attenuazione dovrebbe essere scelto in funzione dello spettro del rumore da cui proteggere e delle modalità di espletamento del lavoro; nel seguito verranno illustrati i metodi per calcolare la protezione fornita dall'otoprotettore.

1.3 Confortevolezza del DPI uditivo

Le norme non specificano un modo per misurare l'indice di confortevolezza del DPI.

Sono importanti la massa, i materiali di costruzione, la pressione dell'archetto, la regolabilità delle cuffie, la facilità di inserimento e di estrazione degli inserti ed altri aspetti ancora definiti nelle EN 352, ma la valutazione complessiva, in primo luogo, va ovviamente richiesta all'utilizzatore. Il D.Lgs. 277/91 prevede infatti che la scelta dei DPI uditivi avvenga previa consultazione dei lavoratori o dei loro RLS.

1.4 Ambiente di lavoro e attività lavorativa

In generale, oltre che essere adatti al singolo lavoratore, i DPI uditivi devono risultare adeguati alle condizioni di lavoro (art. 43, D.Lgs. 277/91).

Il lavoro fisico in condizioni ambientali sfavorevoli (alte temperature e/o alti tassi d'umidità e polverosità) può provocare sudorazione e irritazioni cutanee sotto le cuffie. Per ovviare a tali inconvenienti si possono utilizzare delle sottili coperture per i cuscinetti; in tal caso è necessario conoscerne le caratteristiche acustiche per calcolare la perdita di attenuazione della cuffia. Esistono oggi in commercio cuffie studiate per ambienti termici severi caldi, come fonderie e vetrerie, dotate di cuscinetti imbottiti di glicerina che consentono di conservare una temperatura confortevole all'interno delle coppe. In

alternativa si possono utilizzare gli inserti auricolari, che solitamente sono meglio tollerati dagli utilizzatori, tenendo conto della ridotta attenuazione acustica rispetto alle cuffie e della loro maggiore criticità per quanto riguarda il corretto inserimento nel meato acustico esterno, pena una ulteriore perdita di attenuazione sonora, e degli aspetti igienici.

Nel caso di esposizione ripetitiva a rumori di breve durata, sono preferibili le cuffie o gli inserti auricolari con archetto, perché facili da mettere e togliere.

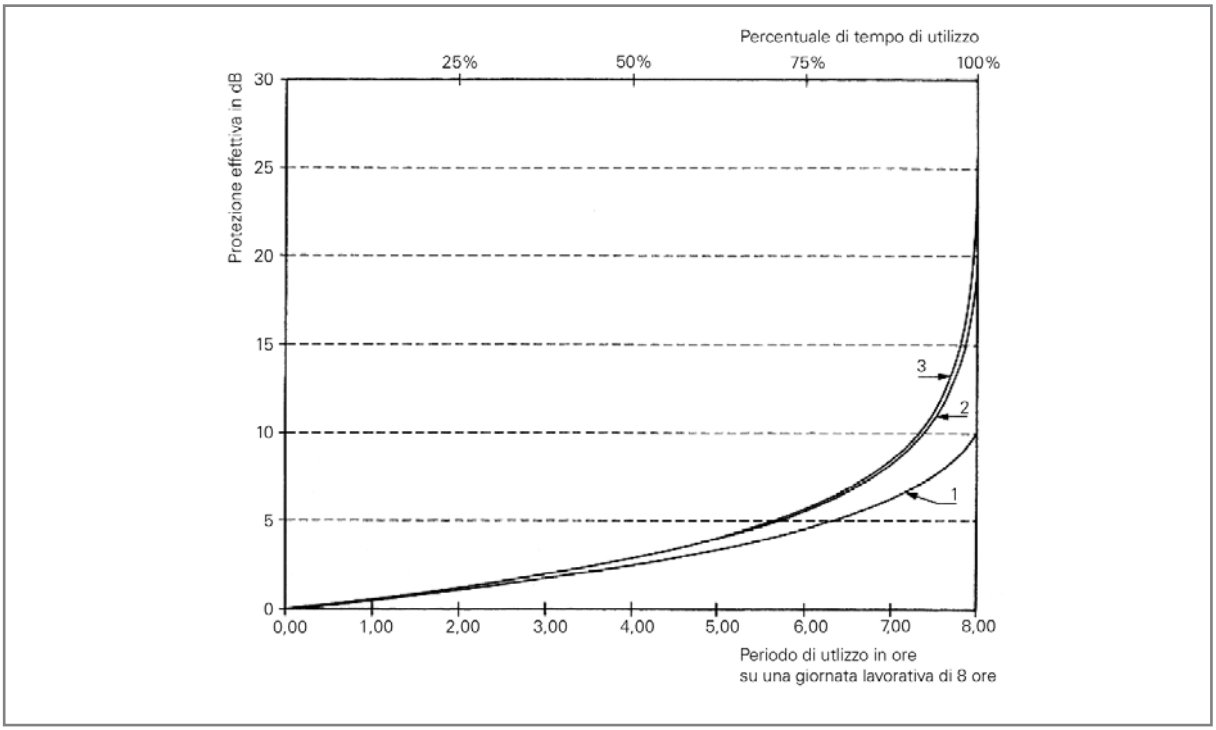
Per quanto riguarda l'udibilità di messaggi verbali e/o di avvertimento e di allarme, regolati da una specifica norma, la EN 457 del 1992, sono preferibili DPI con attenuazione uniforme in tutto lo spettro di frequenza. Esistono oggi in commercio cuffie elettroniche ad attenuazione controllata, con amplificazione delle frequenze del parlato (400 ÷ 3000 Hz) regolabile dall'utilizzatore e con un sistema di limitazione elettronica dei rumori impulsivi a 82 dB(A). Queste cuffie consentono quindi al lavoratore di comunicare agevolmente pur essendo in presenza di rumori dannosi per l'udito.

1.5 Disturbi per la salute

Prima di prescrivere un certo tipo di otoprotettore, è opportuno che il medico competente verifichi se l'utilizzatore soffre o ha sofferto di disturbi auricolari quali: irritazioni del canale uditivo, otalgia, ipoacusia, e via dicendo; in caso affermativo, è opportuno che il datore di lavoro segua il parere del medico in merito ad eventuali controindicazioni verso l'utilizzo di un certo tipo di otoprotettori.

Sezione 2

Riduzione della protezione effettiva fornita da un otoprotettore in funzione del tempo d'utilizzo



Curva 1 - otoprotettore che assicura un'attenuazione di 10 dB
Curva 2 - otoprotettore che assicura un'attenuazione di 20 dB
Curva 3 - otoprotettore che assicura un'attenuazione di 30 dB

Sezione 3

Applicazione dei metodi di calcolo per ottenere la protezione fornita da un DPI dell'udito

3.1 Il metodo per bande d'ottava

Per applicare questo metodo occorre conoscere i livelli di rumore per banda d'ottava misurati sul luogo di lavoro ed i dati di attenuazione per banda d'ottava del protettore auricolare sottoposto a valutazione. Per ottenere i livelli in frequenza del rumore sul luogo di lavoro va effettuata una analisi in frequenza (o spettro) del rumore con un fonometro integratore dotato di pacco filtri a bande d'ottava o un analizzatore di frequenza in tempo reale; in entrambi i casi detti strumenti devono soddisfare i requisiti delle norme IEC 651/79, IEC 804/85 e IEC 1260/95. Il valore di L'_{Aeq} si ottiene dalla formula seguente:

$$L'_{Aeq} = 10\log\sum_f 10^{0,1\left(L_f + A_f - APV_f\right)}$$

dove:

f rappresenta la frequenza centrale di banda d'ottava dello spettro compreso tra 125 e 8000 Hz;

L_f è il livello di rumore in dB nella banda d'ottava f;

A_f è la ponderazione in frequenza della curva A in dB nella banda d'ottava f;

APV_f è il valore di protezione presunto del protettore auricolare in dB nella banda d'ottava f.

Calcolato L'_{Aeq} confrontarlo con il livello di azione L_{act} per valutare l'idoneità dell'otoprotettore.

3.2 Il metodo HML

Per applicare il metodo HML occorre conoscere i valori di livello equivalente di rumore sul luogo di lavoro ponderati secondo le curve A e C, L_{Aeq} e L_{Ceq} ed i tre valori di attenuazione H, M e L del protettore auricolare sottoposto a valutazione, riportati sulla scheda tecnica fornita dal costruttore. Le fasi di calcolo da eseguire sono le seguenti:

Fase 1: calcolare la differenza L_{Ceq} - L_{Aeq}

Fase 2: calcolare la riduzione prevista del livello di rumore (PNR, Predicted Noise Reduction) secondo una delle due equazioni:

$$PNR = M - \frac{H-M}{4}\left(L_{Ceq} - L_{Aeq} - 2\right)dB \qquad \text{per } L_{Ceq} - L_{Aeq} \leq 2 \text{ dB}$$

$$PNR = M - \frac{H-L}{8}\left(L_{Ceq} - L_{Aeq} - 2\right)dB \qquad \text{per } L_{Ceq} - L_{Aeq} > 2 \text{ dB}$$

e arrotondare al numero intero più prossimo.

Fase 3: calcolare il livello effettivo all'orecchio L'_{Aeq} secondo l'equazione:

$$L'_{Aeq} = L_{Aeq} - PNR$$

Fase 4: confrontare L'_{Aeq} con il livello di azione L_{act} per valutare l'idoneità dell'otoprotettore.

Come si può vedere questo metodo non richiede necessariamente la rilevazione dello spettro di frequenza del rumore sul luogo di lavoro e, poiché normalmente un fonometro integratore di classe 1 dispone di entrambi le ponderazioni in frequenza A e C, è possibile misurare direttamente i livelli L_{Ceq} e L_{Aeq} richiesti dal metodo.

3.3 Il controllo HML

Il controllo HML rappresenta una semplificazione del metodo HML. In generale, non è necessario conoscere il livello di rumore ponderato secondo la curva C, L_{Ceq}, ma solo il livello ponderato secondo la curva A, L_{Aeq}; questa è l'unica misura quantitativa prevista dal controllo HML, che per il resto si basa sulla valutazione empirica del tipo di rumore presente sul luogo di lavoro ed è quindi meno affidabile.

Fase 1: decidere, mediante un controllo d'ascolto, se il rumore appartiene alla classe HM (rumori di frequenza medio-elevata), oppure alla classe L (rumori di frequenza dominante bassa); ci si può aiutare consultando la lista degli esempi di sorgenti di rumore. In genere per i rumori di classe HM risulta essere $L_{Ceq} - L_{Aeq} \leq 5$ dB, per i rumori di classe L risulta essere $L_{Ceq} - L_{Aeq} > 5$ dB. Se il rumore appartiene alla classe L, passare alla fase 2, se appartiene alla classe HM passare direttamente alla fase 3.

Fase 2: sottrarre il valore L dal livello di pressione acustica ponderato A.

$$L'_{Aeq} = L_{Aeq} - L$$

Se $L'_{Aeq} > L_{act}$ la protezione è insufficiente; occorre provare un DPI con un'attenuazione maggiore.

Se $L'_{Aeq} \leq L_{act}$ la protezione è sufficiente, la verifica è terminata.

Se $L_{Aeq} > L_{act} - 15$ dB, la protezione è accettabile o buona, la verifica è terminata.

Fase 3: sottrarre il valore M dal livello di pressione acustica ponderato A.

$$L'_{Aeq} = L_{Aeq} - M$$

Se $L'_{Aeq} > L_{act}$ passare alla fase 4.

Se $L'_{Aeq} \leq L_{act}$ la protezione è sufficiente, la verifica è terminata.

Se $L_{Aeq} > L_{act} - 15$ dB, la protezione è accettabile o buona, la verifica è terminata.

Fase 4: sottrarre il valore H dal livello di pressione acustica ponderato A.

$$L'_{Aeq} = L_{Aeq} - H$$

Se $L'_{Aeq} > L_{act}$ la protezione è insufficiente; occorre provare un DPI con un'attenuazione maggiore.

Se $L'_{Aeq} \leq L_{act}$ il DPI può essere appropriato, però occorre acquisire altre informazioni sul rumore ed utilizzare uno degli altri metodi.

3.3.1 Due liste di esempi di sorgenti di rumore

Lista di esempio 1: *Sorgenti di rumore della classe di rumore HM - rumori di frequenza da media a elevata L_{Ceq} - L_{Aeq} ≤ 5 dB*

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

Lista di esempio 2: *Sorgenti di rumore della classe di rumore L - rumori di frequenza dominante bassa, L_{Ceq} - L_{Aeq} > 5 dB*

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

3.4 Il metodo SNR

È il metodo più semplice. Il livello effettivo all'orecchio L'_{Aeq} può essere calcolato sulla base del livello equivalente ponderato C (L_{Ceq}) misurato sul luogo di lavoro secondo la relazione:

$$L'_{Aeq} = L_{Ceq} - SNR$$

e confrontarlo con il livello di azione L_{act} per valutare l'idoneità dell'otoprotettore.

3.5 Il metodo "SNR corretto"

Poiché spesso non si dispone del livello equivalente pesato secondo la curva C (L_{Ceq}), bensì solo di quello pesato secondo la curva A (L_{Aeq}), una raccomandazione OSHA consiglia, utilizzando quest'ultimo valore, di diminuire di 7 dB il valore di SNR; la formula precedente diventa allora:

$$L'_{Aeq} = L_{Ceq} - (SNR - 7)$$

e si confronta L_{Aeq} con il livello di azione L_{act} per valutare l'idoneità dell'otoprotettore.

3.6 Confronto tra la curva di pesatura A e la curva di pesatura C

Riportiamo di seguito i valori dei coefficienti di pesatura da aggiungere al rumore misurato in dB(Lin) per ottenere i valori pesati secondo la curva A (L_A) e la curva C (L_C), dove:

f rappresenta la frequenza centrale di banda d'ottava dello spettro compreso tra 125 e 8000 Hz;

A_f è la ponderazione in frequenza della curva A in dB nella banda d'ottava f;

C_f è la ponderazione in frequenza della curva C in dB nella banda d'ottava f;

f (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k
A_f (dB)	- 16,1	- 8,6	- 3,2	0	1,2	1	- 1,1
C_f(dB)	- 0,2	0,0	0	0	- 0,2	- 0,8	- 3,0

Dalla tabella si evince come la curva A attenui fortemente il rumore alle basse frequenze, mentre la curva C si discosta molto poco dalla misura lineare, e solo per le alte frequenze.

3.7 Esempio di applicazione dei metodi di calcolo

Prendiamo una postazione di lavoro in un ambiente rumoroso la cui analisi in frequenza eseguita con un fonometro integratore dotato di pacco filtri a bande d'ottava ha dato i seguenti risultati:

f (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k
L_f (dB)	84	86	88	97	99	97	96

Applicando i coefficienti di pesatura della curva A e della curva C, e sommando logaritmicamente i contributi delle singole frequenze, otteniamo:

- livello equivalente globale ponderato A L_{Aeq} = 104 dB(A)
- livello equivalente globale ponderato C L_{Ceq} = 103 dB(C)
- $L_{Ceq} - L_{Aeq}$ = - 1 dB

Secondo l'articolo 43 del D.Lgs. 277/91, vi è l'obbligo di far utilizzare al lavoratore addetto alla postazione di lavoro in cui è stato effettuato il rilievo un mezzo individuale di protezione dell'udito. Scelto un protettore auricolare che si ritiene possa essere adeguato, questi sono i dati riportati nella scheda tecnica fornita dal produttore del DPI:

f (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k
APV_f (dB)	7,0	11,4	15,7	19,4	24,4	32,6	29,7

H (dB)	25
M (dB)	19
L (dB)	13

SNR (dB)	21

Nota bene: i valori HML e SNR sono calcolati dal costruttore a partire dai valori in banda d'ottava, in conformità alla norma ISO 4869-2, e non sono ottenuti dalla semplice somma energetica dei valori di APV_f alle varie frequenze; da quest'ultima avremmo infatti ottenuto una attenuazione complessiva pari a 35 dB.

a) Metodo per bande d'ottava

Fase 1: calcolo di L'_{Aeq}

Frequenza in Hz	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Livelli di pressione misurati in dB (riga 1)	84,00	86,00	88,00	97,00	99,00	97,00	96,00
Ponderazione A in dB (riga 2)	- 16,10	- 8,60	- 3,20	0,00	+ 1,20	+ 1,00	- 1,10
Sommare la riga 2 alla riga 1 (riga 3)	66,90	77,40	84,80	97,00	100,20	98,00	94,90
Valori APV del protettore (riga 4)	7,00	11,40	15,70	19,40	24,40	32,60	29,70
Sottrarre la riga 4 dalla 3 e dividere per 10	6,09	6,60	6,91	7,76	7,58	6,54	6,52

$L'_{Aeq} = 10 \log (10^{6.09} + 10^{6.6} + 10^{6.91} + 10^{7.76} + 10^{7.58} + 10^{6.54} + 10^{6.52}) = 81$ dB(A)

Fase 2: valutazione

Assumendo come livello di azione $L_{act} = 85$ dB(A) il valore di L'_{Aeq} trovato è da considerare, secondo la EN 458, "accettabile" ($L_{act} - 5 < L'_{Aeq} \leq L_{act}$).

Si può quindi ritenere adeguato il protettore auricolare; in caso di iperprotezione (se cioè avessimo trovato un valore di $L'_{Aeq} < 70$ dB(A)) o di protezione insufficiente ($L'_{Aeq} > 85$ dB(A)) avremmo dovuto prendere un altro protettore auricolare e ripetere la procedura. È importante notare che la valutazione dell'attenuazione acustica del protettore non dipende tanto dalla sua attenuazione complessiva ma dall'andamento in frequenza dell'attenuazione rispetto a quello del rumore sul luogo di lavoro. Nell'esempio in questione, il rumore ambientale ha un andamento in frequenza crescente, con un massimo intorno a 2 kHz; analogo è l'andamento dell'attenuazione del protettore acustico in esame, per cui l'efficacia del dispositivo per questo tipo di sorgente è molto buona. Sarebbe facile ripetere l'esempio con lo stesso protettore ed un altro tipo di rumore, a contenuto spettrale massimo nella regione medio-bassa di frequenze, per dimostrare facilmente che il livello sonoro effettivo, L'_{Aeq}, sarebbe maggiore e potrebbe non rientrare più nei limiti di accettabilità. Fortunatamente, per questo tipo di sorgenti esistono oggi in commercio delle cuffie con una eccellente attenuazione nelle basse e medie frequenze, utilizzate ad esempio per gli elicotteristi, nelle sale motori, nelle sale generatori.

b) Metodo HML

Fase 1: calcolo della differenza $L_{Ceq} - L_{Aeq}$

$L_{Ceq} - L_{Aeq} = 103 - 104 = - 1$ dB

Fase 2: calcolo del PNR (Predicted Noise Reduction)

$$PNR = M - \frac{H-M}{4}\left(L_{Ceq} - L_{Aeq} - 2\right) = 19 - \frac{25-19}{4}\left(-1-2\right) = 19 + 4.5 = 23.5\text{dB}$$

arrotondiamo PNR a 24 dB.

Fase 3: calcolo di L'_{Aeq}

$L'_{Aeq} = L_{Aeq} - PNR = 104 - 24 = 80$ dB(A)

Fase 4: valutazione

Assumendo come livello di azione L_{act} = 85 dB(A) il valore di L'_{Aeq} trovato è da considerare, secondo la EN 458, "accettabile" (L_{act} - 5 < L'_{Aeq} ≤ L_{act}), tenuto conto dell'approssimazione in eccesso del PNR.

c) Controllo HML

Fase 1: identificazione della classe di rumore

Identifichiamo il tipo di rumore come appartenente alla classe HM (L_{Ceq} - L_{Aeq} ≤ 5 dB); passiamo quindi direttamente alla Fase 3.

Fase 3: calcolo di L'_{Aeq} sulle medie frequenze

$L_{Aeq} = L_{Aeq}$ - M = 104 - 19 = 85 dB(A)

L'_{Aeq} è uguale a L_{act}, al limite della sufficienza, per precauzione passiamo alla verifica della Fase 4.

Fase 4: calcolo di L'_{Aeq} sulle alte frequenze

$L'_{Aeq} = L_{Aeq}$ - H = 104 - 25 = 79 dB(A)

Essendo $L'_{Aeq} < L_{act}$ il DPI può essere appropriato, però occorre acquisire altre informazioni sul rumore ed utilizzare uno degli altri metodi.

d) Metodo SNR

Fase 1: calcolo di L_{Aeq}

$L'_{Aeq} = L_{Ceq}$ - SNR = 103 - 21 = 82 dB(A)

Fase 2: valutazione

Assumendo come livello di azione L_{act} = 85 dB(A) il valore di L_{Aeq} trovato è da considerare, secondo la EN 458, "accettabile" (L_{act} - 5 < L'_{Aeq} < L_{act}).

e) Metodo "SNR corretto"

Fase 1: calcolo di L'_{Aeq}

$L'_{Aeq} = L_{Aeq}$ - (SNR - 7) = 104 - 14 = 90 dB(A)

Fase 2: valutazione

Assumendo come livello di azione L_{act} = 85 dB(A) il valore di L'_{Aeq} trovato è da considerare, secondo la EN 458, "insufficiente" ($L'_{Aeq} > L_{act}$).

3.8 Considerazioni finali

Dagli esempi di calcolo si evince che, cambiando metodo, il medesimo protettore può risultare a volte adatto ed a volte inadatto ad ottenere la protezione desiderata: questo fatto non deve stupire più di

tanto, poiché più si semplifica il metodo di valutazioni più pesano le approssimazioni; è pertanto opportuno applicare quando più possibile il metodo per bande d'ottava, che è il più rigoroso.

A margine si raccomanda, in fase di effettuazione delle misure di rumorosità negli ambienti di lavoro, di far rilevare oltre al valore di livello equivalente pesato A del rumore anche il livello equivalente pesato C; con i moderni fonometri integratori di classe 1, che dispongono di entrambe le curve di ponderazione, ciò non comporta assolutamente maggior esborso in termini di tempo e di denaro, in quanto i livelli L_{Ceq} e L_{Aeq} vengono memorizzati in contemporanea dallo strumento e possono essere visualizzati in rapida successione da chi effettua le misure.

Sezione 4

Rumore impulsivo

4.1 Calcolo della protezione fornita dall'otoprotettore nel caso di rumore impulsivo

Il livello di picco L_{picco} che, secondo il D.Lgs. 277/91, si rileva con costante di tempo "Peak" inferiore a 100 µs e ponderazione in frequenza lineare "Lin", va determinato insieme ai livelli massimi ($L_{fast,max}$) ponderati C e A con costante di tempo "Fast" (125 ms). Qualora la differenza tra i livelli $L_{Cfast,max}$ e $L_{Afast,max}$ rilevati risulta inferiore a 5 dB, si può dedurre che il rumore è composto prevalentemente da frequenze medio-alte, e il livello di picco effettivo di esposizione L'_{picco} si calcola tramite la relazione:

$$L'_{picco} = L_{picco} - M \quad dB(Lin)$$

dove M è l'attenuazione alle medie frequenze del dispositivo di protezione auricolare fornito dal costruttore.

Se la differenza tra i livelli $L_{Cfast,max}$ e $L_{Afast,max}$ rilevati risulta superiore a 5 dB, il rumore impulsivo è composto prevalentemente da frequenze basse come quelle generate da armi di grosso calibro e da cariche esplosive; per questi rumori non esiste attualmente, secondo la norma EN 458, un metodo affidabile per la valutazione delle caratteristiche di attenuazione sonora.

Le ricerche attuali suggeriscono comunque che sia le cuffie sia gli inserti auricolari o una loro combinazione, possano dare una protezione sufficiente.

4.2 Livelli di picco per alcune sorgenti di rumore impulsive

Sorgente sonora	L_{picco} (dB)	$L_{Cfast,max} - L_{Afast,max}$ (dB)
Fuochi d'artificio	168	1
Fucile automatico	160	1
Pistola	160	0
Pistola a salve	159	-1
Pistola chiodatrice	159	-1
Dispositivo di raddrizzatura	152	-1
Maglio per fucinatura pesante	144	-1

Si ricorda che un semplice programma per l'applicazione dei metodi di scelta dei DPI uditivi (**DiPIU**) può essere scaricato dal sito INAIL (**www.inail.it**) o da quello ISPESL (**http://www.ispesl.it/linee_guida/fattore_di_rischio/rumore.htm**).

ALLEGATO N. 8

Guida alla valutazione dell'esposizione di gruppi di lavoratori simili

1. Premessa

Scopo di questo allegato è quello di fornire un metodo di misura e di calcolo dell'esposizione professionale al rumore di gruppi di lavoratori che svolgono giornalmente attività acusticamente simili. Anche la norma tecnica UNI 9432: 2002 contiene nella appendice A una procedura per il calcolo della esposizione di un gruppo di soggetti esposti in modo "simile", ma tale procedura risulta inadeguata alla soluzione del problema oggetto di questa appendice.

2. Definizioni

Gruppi di lavoratori che eseguono giornalmente attività acusticamente simili, intendendo con ciò con l'uso delle medesime attrezzature nelle medesime condizioni di funzionamento, con lo stesso materiale in lavorazione, e con uguali tempi di esposizione, vengono definiti esposti in modo simile. L'esposizione di lavoratori appartenenti a gruppi di questo tipo viene molto frequentemente calcolata eseguendo rilevazioni relative alla esposizione di uno dei membri del gruppo, ed estendendo le conclusioni raggiunte per esso a tutti gli elementi del gruppo.

Di seguito si riporta un metodo che conduce a stimare il livello di esposizione globale del gruppo e di conseguenza ne consente l'attribuzione nella opportuna fascia di rischio ($L_{EP,d} < 80$ dB(A), $80 < L_{EP,d} < 85$ dB(A), $85 < L_{EP,d} < 90$ dB(A), $L_{EP,d} > 90$ dB(A)), ai sensi della vigente legislazione.

La procedura qui descritta richiede che venga preliminarmente calcolato il livello di esposizione giornaliero $L_{EP,d}$ per un numero N di soggetti facenti parte di un gruppo di M elementi esposti in modo "simile". Per ognuno degli N soggetti si dispone dunque di un valore medio L_i al quale risulta associata una deviazione standard del valor medio σ_i. Tale quantità risulta costituita da due parti, una di tipo "strumentale" σ_S, che presumibilmente è (circa) la stessa per tutti i soggetti, ed una di tipo "ambientale" σ_{iA}. Per la derivazione di queste quantità si faccia riferimento alla procedura illustrata nell'allegato n. 2 di questa linea guida.

3. Procedura di definizione del descrittore di gruppo

Si calcola dapprima il valore medio dei livelli L_i mediante la semplice media aritmetica

$$L_m = \frac{\sum_{i=1}^{N} L_i}{N} \qquad (1)$$

mentre la deviazione standard del valore medio si ottiene propagando le incertezze "ambientali" σ_{iA}, e integrando poi il risultato con l'incertezza strumentale σ_S:

$$\sigma_m = \left[\frac{\left(\sum_{i=1}^{N} \sigma_{iA}^2 \right)}{N^2} + \sigma_S^2 \right]^{1/2} \qquad (2)$$

La deviazione standard della distribuzione dei livelli L_i vale:

$$\sigma_L = \left(\frac{\sum_{i=1}^{N} \left(L_i - L_m \right)^2}{N-1} \right)^{1/2} \quad (3)$$

ed è caratterizzata a sua volta da una deviazione standard σ_{LL} data dalla relazione:

$$\sigma_{LL} = \left(2\left(N-1 \right) \right)^{-1/2} \sigma_L \times P \quad (4)$$

Nella equazione (4) la quantità P, che si ricava dalla relazione:

$$P = \left(\frac{M-N}{M-1} \right)^{1/2} \quad (5)$$

tiene conto del fatto che l'estrazione del campione indagato di N soggetti, dalla popolazione di provenienza di M soggetti, avviene senza sostituzione. In questo caso, l'incertezza statistica σ_{LL} sulla quantità σ_L si riduce fino ad azzerarsi quando sono stati campionati tutti gli elementi della popolazione (ovvero del gruppo).

Il descrittore adeguato a rappresentare globalmente l'esposizione del gruppo risulta essere il livello Λ tale che per nessuno degli addetti esista una probabilità superiore al 5% che il livello L_i sia maggiore di Λ. In altre parole Λ rappresenta l'estremo superiore dell'intervallo di confidenza al 95% sul livello del più esposto degli M elementi del gruppo.

4. Procedura di calcolo del descrittore di gruppo

Per determinare L si procede come segue.

a) Si calcola il livello sonoro L_U che rappresenta una stima del livello di esposizione del soggetto più esposto del gruppo. Il livello L_U vale

$$L_U = L_m + k_L\left(M \right)\sigma_L \quad (6)$$

dove la quantità $k_L(M)$ può essere interpolata dalla Tabella 1.

TABELLA 1 - *Valori di k_L per il calcolo del livello sonoro "massimo" L_U*

M	k_L	M	k_L
5	1,28	30	2,13
7	1,465	50	2,33
10	1,645	75	2,475
15	1,835	100	2,575
20	1,96	200	2,81
25	2,05	500	3,09

b) Si calcola l'incertezza sul livello sonoro L_U

$$\sigma\left(L_U\right) = \left(\sigma_m^2 + k_L^2\sigma_{LL}^2\right)^{1/2} \quad (7)$$

la quale consiste di due contributi, il primo dovuto alla incertezza sul valor medio L_m (equazione 2) il secondo dovuto alla incertezza sulla deviazione standard σ_L (equazione 4).

c) Poiché la quantità L rappresenta l'estremo superiore (al livello di confidenza 95%) dell'intervallo di confidenza su L_U, si ha infine

$$\Lambda = L_U + t_{0,05,N-1} \times \left(\sigma_m^2 + k_L^2\sigma_{LL}^2\right)^{1/2} \quad (8)$$

dove $t_{0,05,N-1}$ è la funzione di Student relativa ad un intervallo di confidenza monolaterale del 95% ed un numero N-1 di gradi di libertà, ed L_U, σ_m, σ_{LL} sono esplicitati nelle equazioni (6), (2) e (4) rispettivamente.

Considerazioni legate al rapporto fra i costi (economici e temporali) della esecuzione di numerosi rilievi ed il guadagno in termini di accuratezza nella stima di Λ conducono a suggerire un numero N di soggetti da campionare dell'ordine del 10% del numero M di facenti parte del gruppo di esposti in modo simile, ma comunque non inferiore a 3. Ovviamente quanto più piccolo è il numero N dei soggetti campionati, tanto più grande risulta il valore di Λ, e di conseguenza tanto più grande la probabilità di classificare l'intero gruppo in una classe di rischio più alta di quella alla quale verrebbero attribuiti molti dei suoi componenti nel caso si disponesse di valutazioni individuali.

Vale la pena sottolineare in conclusione come una procedura di questo tipo sia comunque penalizzante per i facenti parte del gruppo di esposti in modo simile. Essa consente infatti di prevedere (approssimativamente) quale frazione dei membri possiede livelli di esposizione sopra una certa soglia, ma ovviamente non può indicare quali individui facciano parte di tale frazione.

Pertanto, in assenza di elementi certi relativi al singolo esposto, il gruppo viene complessivamente assegnato alla classe di rischio del suo membro maggiormente esposto.

ALLEGATO N. 9

Guida all'esposizione ad infrasuoni

1. Premessa

Scopo di questo allegato è quello di fornire elementi utili a valutare le implicazioni della presenza di infrasuoni sui luoghi di lavoro. Gli infrasuoni possiedono l'importante caratteristica di diventare rapidamente assai fastidiosi non appena il livello supera di qualche dB la soglia di udibilità. Quest'ultima assume pertanto di fatto anche il significato di soglia di disturbo. Pertanto, se dall'ottica minimalista della semplice prevenzione del danno ci si allarga a quella della pianificazione e realizzazione di ambienti di lavoro acusticamente confortevoli, diventa importante verificare che non avvengano superamenti, se non occasionali, dei livelli corrispondenti alle soglie di udibilità.

2. Definizione e soglia di udibilità

Le onde sonore di frequenza inferiore a 20 Hz vengono comunemente indicate con il termine infrasuoni. Al contrario di quanto avviene per gli ultrasuoni, non necessariamente gli infrasuoni risultano non udibili, in quanto l'apparato uditivo è perfettamente in grado di percepire onde di bassa frequenza se di livello opportunamente elevato. La soglia di udibilità è infatti di circa 77 dB a 20 Hz, sale a 92 dB a 12,5 Hz e raggiunge 102 dB a 6,3 Hz. La Figura 1 e la Tabella 1 riassumono, rispettivamente in forma grafica e testuale, le più recenti determinazioni della soglia uditiva a frequenze inferiori a 100 Hz (ref. 1, 2, 3).

FIGURA 1

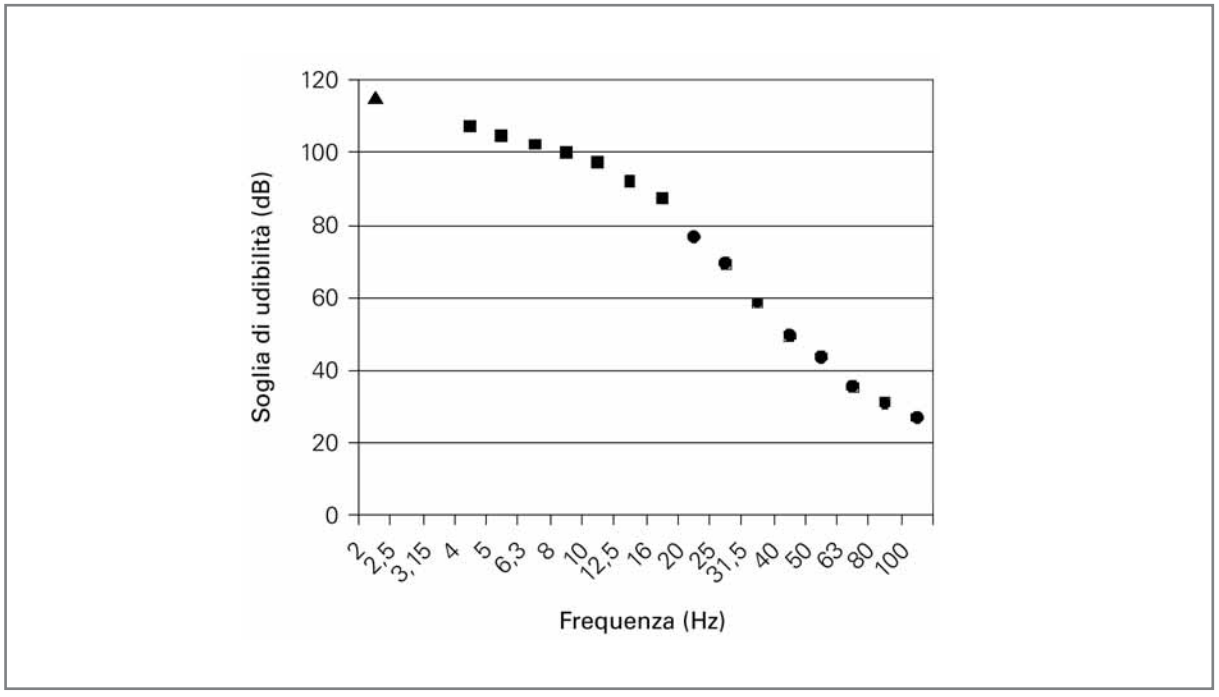


TABELLA 1

Frequenza (Hz)	Soglia uditiva (dB)	Frequenza (Hz)	Soglia uditiva (dB)
2	115	20	76,7
4	107,1	25	69,3
5	104,5	31,5	58,3
6,3	102,0	40	49,5
8	99,8	50	43,6
10	97,2	63	35,5
2,5	91,9	80	31,1
16	87,5	100	26,9

3. Meccanismi di emissione

L'emissione di infrasuoni può essere legata alla vibrazione di strutture metalliche (infrasuoni "meccanici"), ovvero, più frequentemente, al passaggio di flussi d'aria attraverso condotti/aperture o all'impatto di flussi d'aria contro strutture rigide (infrasuoni "aerodinamici").

In ambito industriale turbine a gas, compressori e bruciatori risultano spesso significative sorgenti di infrasuoni "aerodinamici".

Tutti i mezzi di trasporto generano infrasuoni, di tipo sia meccanico che aerodinamico. Nei mezzi pesanti (in particolare quelli impiegati in attività fuoristrada) e negli autobus, le notevoli dimensioni di alcune strutture e le importanti sollecitazioni alle quali queste vengono sottoposte, sono tali da risultare in apprezzabili emissioni infrasonore alle frequenze proprie di vibrazione. Per motivi legati alla attenuazione in aria che cresce molto velocemente al crescere della frequenza, buona parte del rumore che giunge a terra da un aereo in fase di decollo è di tipo infrasonoro.

Tutti coloro che svolgono professionalmente attività di guida sono potenzialmente esposti ad infrasuoni aerodinamici generati dal passaggio dell'aria attraverso le aperture presenti in un veicolo (finestrini), ovvero dall'interazione con strutture di piccole (casco per motociclisti) o grandi dimensioni (scocca/telaio). La pressione sonora legata a meccanismi di tipo aerodinamico cresce molto rapidamente con la velocità (in molti casi è circa proporzionalmente alla sesta potenza) e pertanto tende a dominare ogni altro contributo in mezzi di trasporto rapidi. Per fare un esempio l'esposizione dei conduttori di treni Eurostar ($v \approx 250$ km/h) è determinata in larga parte da rumore aerodinamico di bassa frequenza generato nell'impatto dell'aria contro il telaio della locomotiva e contro il pantografo. Un caso di emissione infrasonora particolarmente rilevante è quello che si verifica nelle autovetture commerciali in condizioni di marcia a finestrino (specie posteriore) aperto e velocità intorno a 100 km/h. In questa situazione l'abitacolo si comporta come un risonatore di Helmholtz amplificando la pressione a frequenze intorno a 20 Hz fino a livelli di estremo disturbo.

Infine va sottolineato come le armi da fuoco, specie se di grosso calibro, generino sempre intense emissioni di infrasuoni, e così pure gli esplosivi. L'esposizione ad infrasuoni è quindi una esperienza piuttosto comune per tutti coloro che maneggiano professionalmente strumenti di questo tipo, ovvero militari e forze dell'ordine.

4. Meccanismi di attenuazione

Gli infrasuoni risultano molto difficili da attenuare con mezzi passivi (schermi fonoisolanti/fonoassorbenti) a causa della enorme massa specifica che verrebbe richiesta a queste strutture. Cuffie e DPI in genere

sono anch'essi modesti assorbitori di infrasuoni a causa della incapacità delle strutture porose sottili di cui sono dotati tali dispositivi a smorzare onde sonore di lunghezza d'onda molto grande. L'attenuazione della pressione sonora a bassa frequenza mediante sistemi di controllo attivo è certamente praticabile, almeno in linea di principio. Va tuttavia considerato che, a causa della inefficienza radiativa degli altoparlanti a frequenze molto basse, e dei livelli sonori notevoli che devono essere prodotti (altrimenti il problema non si porrebbe nemmeno, viste le alte soglie di udibilità citate al punto 1), le potenze da mettere in gioco sono notevoli, e il numero di altoparlanti richiesto può essere alto.

5. Metrologia

Tutti i microfoni di qualità richiesti dalla attuale legislazione per la valutazione del rischio rumore (D.Lgs. 277/91) sono in grado di rilevare accuratamente infrasuoni fino alla frequenza di pochi Hz.

La misura dei livelli sonori a queste frequenze è nella pratica spesso ostacolata dal ristretto intervallo definito nei fonometri per l'analisi del segnale, che è spesso limitato alla banda di 1/3 d'ottava centrata a 16 Hz o al più a 12,5 Hz. La decrescita molto rapida della curva di pesatura A per frequenze inferiori a 20 Hz di fatto rende priva di significato questa limitazione nell'ottica stretta della valutazione del rischio. Tuttavia, in coerenza con l'obiettivo della realizzazione di ambienti di lavoro acusticamente confortevoli enunciato in premessa, appare importante verificare che in ambienti nei quali si ipotizza (con l'eventuale supporto di misure fonometriche a banda larga) la presenza di alti livelli infrasonori, non avvengano superamenti significativi della soglia di udibilità. A questo scopo è essenziale disporre di strumenti di misura capaci di analisi in banda di 1/3 di ottava fino alla frequenza di 1 Hz. La disponibilità di hardware con queste funzioni è fortunatamente in aumento grazie alla tendenza a realizzare strumenti multi-purpose, capaci di analisi sia di fenomeni acustici che di fenomeni vibratori. Va da sé che informazioni congiunte su segnali vibro-acustici sono di vitale importanza per la pianificazione di incisivi interventi di mitigazione alla fonte.

6. Rischio

Poiché il $L_{EP,d}$ utilizzato nel D.Lgs. 277/91 viene calcolato pesando le componenti in frequenza della pressione sonora mediante la curva A, e poiché quest'ultima penalizza fortemente le basse frequenze, (ad esempio la ponderazione vale -50,5 dB a 20 Hz e -70,4 dB a 10 Hz), è assai difficile che gli infrasuoni contribuiscano significativamente al superamento anche della prima soglia di intervento stabilita per legge (80 dB(A)). Diverso è il discorso per quel che riguarda il livello di picco, che viene attualmente misurato senza alcuna pesatura in frequenza. È infatti possibile ottenere livelli di picco assai elevati, sia per fenomeni descritti al punto 3, sia per fenomeni tutto sommato acusticamente marginali (es.: chiusura di una porta in un ambiente di piccole dimensioni, ingresso di un autobus/treno in una galleria).

7. Riferimenti per la soglia di udibilità

Frequenze 20 - 100 Hz

[1] Lydolf M., Frandsen P.C., Møller H., 1999, *Binaural free-field threshold of hearing for pure tones between 20 Hz and 16 KHz*, Thesis/Dissertation, Aalborg University, Aalborg, Danimarca

Frequenze 4 - 16 Hz

[2] Watanabe T., Møller H., 1990, *Low Frequency Hearing Thresholds in Pressure Field and in Free Field*, Journal of Low Frequency Noise and Vibration, vol. 9, 106 - 115

Frequenza 2 Hz

[3] Yeowart N. S., Evans M. J., 1974, *Thresholds of audibility for very low frequency pure tones*, J.A.S.A. 55, 814 - 818

ALLEGATO N. 10

Guida all'esposizione ad ultrasuoni

1. Introduzione

Il problema dell'esposizione professionale ad ultrasuoni è rilevante. Nel nostro Paese le macchine che impiegano a livello industriale o artigianale sorgenti ultrasonore sono duecento-trecentomila; altrettanti i lavoratori esposti, direttamente o indirettamente. Ai sensi dell'art. 3 del D.Lgs. 626/94 il rischio da ultrasuoni va quindi valutato.

2. Caratteristiche e percezione

Gli ultrasuoni, al pari delle altre emissioni acustiche, possono essere considerati come onde di compressione e di rarefazione delle particelle che costituiscono il mezzo (solido, liquido o gassoso) attraverso il quale le onde stesse si propagano.

Nei settori industriale e artigianale la frequenza degli ultrasuoni è essenzialmente compresa tra 20 kHz e 50 kHz: essa è quindi pari o superiore al limite superiore di udibilità dell'orecchio umano (20 kHz).

3. Macchine

Le macchine ad ultrasuoni sono caratterizzate da un generatore elettronico, in grado di trasformare la frequenza della corrente elettrica dai 50 Hz della rete ad una frequenza compresa tra 20 kHz e 50 kHz, e da un dispositivo munito di dischi in materiale ceramico piezoelettrico che si pone in vibrazione alla stessa frequenza. Le macchine vengono impiegate per:

- la *saldatura di materiali termoplastici* nei settori della componentistica per auto e per elettrodomestici, nonché nei settori tessile, alimentare, medicale, degli articoli tecnici, dell'imballaggio, della cosmesi, della cancelleria, dei giocattoli, ecc.;
- il *taglio di tessuti sintetici* al fine di realizzare le etichette che contraddistinguono i capi di abbigliamento o di praticare tagli caratterizzati dai bordi saldati (nel caso di cinture, bendaggi sanitari, cerniere lampo, nastri-ganci per reggiseni, coperte, ecc.);
- il *lavaggio di manufatti* in oreficeria, in occhialeria, ecc.

Si è detto che la frequenza degli ultrasuoni è compresa tra 20 kHz e 50 kHz. Va però osservato che alla componente fondamentale si affiancano anche le armoniche superiori di frequenza doppia, tripla, quadrupla della principale. Spesso, inoltre, si manifestano anche componenti subarmoniche udibili (5-20 kHz) dovute essenzialmente alle vibrazioni dei materiali in lavorazione.

4. Effetti sull'uomo

L'esposizione ad ultrasuoni può comportare *sintomi soggettivi* quali affaticamento eccessivo, cefalea, nausea, vomito, gastralgie, sensazione di occlusione e pressione nell'orecchio, ronzii auricolari, acufeni, disturbi del sonno. Inoltre, perdita del senso di equilibrio, deambulazione incerta e vertigini. Secondo alcuni ricercatori tali effetti sono dovuti alle componenti udibili di alta frequenza (subarmoniche) che, come si è detto, sono un sottoprodotto dei processi lavorativi che impiegano ultrasuoni.

Per quanto riguarda i *sintomi uditivi*, le indicazioni che appaiono in letteratura non sono univoche. Secondo alcuni ricercatori non c'è evidenza che gli ultrasuoni costituiscano un rischio per l'udito. Secondo la maggior parte degli studiosi, invece, gli ultrasuoni determinano deficit alle alte frequenze udibili; come nel caso dei sintomi soggettivi, si ritiene che tali deficit siano dovuti alle subarmoniche che accompagnano gli ultrasuoni.

5. Valori limite

Si propongono come *valori di soglia del rischio* i livelli sottoriportati, indipendentemente dalla durata di esposizione dei lavoratori esposti:

Frequenza (kHz)	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100
Livello (dB)	105	105	105	105	110	115	115	115	115	115	115

I valori sopra indicati corrispondono ai valori TLV-C stabiliti dall'ACGIH. Per la valutazione del rischio vanno rilevati in prossimità dell'orecchio dei lavoratori i livelli per bande di 1/3 di ottava impiegando la costante di tempo *slow*. Si considerano i valori massimi riscontrati.

Il superamento anche istantaneo di tali valori dovrebbe comportare l'obbligo da parte del datore di lavoro di ridurre i livelli presenti entro i valori di soglia. Qualora ciò non fosse possibile, i lavoratori esposti dovrebbero essere sottoposti a controlli periodici, nel caso il medico competente ne ravvisasse l'opportunità, e dovrebbero indossare idonei dispositivi di protezione individuale. Le sorgenti e le aree di lavoro a rischio dovrebbero inoltre essere evidenziate mediante adeguata segnaletica (aspetto non banale dato che le emissioni sono a volte non percepibili).

Tali disposizioni dovrebbero affiancarsi a quelle del D.Lgs. 277/91, che vale per la valutazione del rumore tra 20 Hz e 20 kHz.

6. Misura degli ultrasuoni

Come si è detto la frequenza del rumore udibile si estende nominalmente tra 20 Hz e 20 kHz. I fonometri sono quindi generalmente predisposti a rilevare i segnali entro questo intervallo, con ponderazione A (o B, C, D), oppure senza alcuna ponderazione (Lin). In genere i fonometri adottano, di serie, un microfono avente un diametro di 1/2 pollice.

Per la misura degli ultrasuoni è necessario impiegare fonometri con limite superiore in frequenza pari o superiore a 70 kHz. Come trasduttore dovrà essere impiegato un microfono da 1/4 di pollice o da 1/8 di pollice. Sarà poi necessario verificare che il preamplificatore impiegato sia adeguato per quanto riguarda l'intervallo di frequenza (in genere i preamplificatori giungono sino a 200 kHz, ma alcuni arrivano sino a 20 kHz o meno).

L'analisi in frequenza degli ultrasuoni richiede l'impiego di analizzatori con limite superiore in frequenza pari a 70 o a 100 kHz. Nel caso lo strumento effettui l'analisi in FFT, i livelli per terzi di ottava degli ultrasuoni (da confrontare con i limiti; cfr. par. 5) vanno calcolati sommando energeticamente i livelli delle bande FFT presenti all'interno degli intervalli 8.887 - 11.197 kHz (10 kHz), 11.197 - 14.107 kHz (12.5 kHz), 14.107 - 17.773 kHz (16 kHz), 17.773 - 22.393 kHz (20 kHz), 22.393 - 28.214 kHz (25 kHz), 28.214 - 35.547 kHz (31.5 kHz), 35.547 - 44.786 kHz (40 kHz), 44.786 - 56.427 kHz (50 kHz) e 56.427 - 71.094 kHz (63 kHz).

7. Osservazioni

7.1. Esposizione indiretta

I tempi di riverberazione degli ultrasuoni in ambienti chiusi sono particolarmente bassi; la riflessione degli ultrasuoni sulle pareti ambientali è quindi molto modesta.

Il decadimento degli ultrasuoni in campo libero è pari a circa 10 dB ad ogni raddoppio della distanza dalla sorgente; l'attenuazione in funzione della distanza è quindi nettamente superiore a quella relativa all'intervallo di udibilità (6 dB per raddoppio della distanza).

Tali fatti inducono a ritenere che i lavoratori presenti a significative distanze dalle sorgenti ultrasonore siano esposti a livelli che non comportano rischi; in pratica se in corrispondenza dei posti di lavoro i livelli degli ultrasuoni raggiungono i valori limite, gli stessi livelli dovrebbero scendere di oltre 20 dB a 10 m di distanza.

7.2. Riduzione del rischio

7.2.1. Cabine e schermi

Gli ultrasuoni possono essere facilmente attenuati mediante cabine o schermi realizzati con materiali di massa contenuta. Di fatto le saldatrici manuali nonché le macchine per il taglio dei tessuti sintetici operano nella maggior parte dei casi senza alcuna protezione; solo le saldatrici automatiche e le vasche di lavaggio sono quasi sempre cabinate o schermate.

Per quanto riguarda i materiali, ottimi risultati si sono ottenuti con lastre trasparenti di policarbonato di spessore pari a 5 mm.

Nel caso delle saldatrici, una cabina realizzata con tali lastre garantisce una attenuazione elevatissima (31-36 dB); in genere però tale attenuazione non è necessaria. In qualsiasi caso alcuni pannelli della cabina vanno rivestiti internamente con materiale fonoassorbente in modo da evitare che all'interno i livelli si elevino eccessivamente.

Nel caso di impiego di una lastra come schermo per la saldatrice, va rammentato che la lastra deve presentare sufficienti dimensioni (larghezza 1 m, altezza 1,5 m) e deve essere dotata di una feritoia per l'inserimento dei pezzi (il più possibile spostata verso il basso rispetto all'asse gruppo vibrante - orecchio dell'addetto); l'attenuazione della lastra può risultare di 24-29 dB. Meno valida la soluzione offerta da una lastra priva di feritoia ma di larghezza congrua (0,40 m) per consentire l'aggiramento della lastra da parte del braccio dell'addetto (al fine di posizionare il manufatto): l'attenuazione è di soli 14-19 dB (l'influenza della diffrazione ai bordi della lastra è notevole).

7.2.2. Dispositivi individuali di protezione uditiva

I tradizionali dispositivi di protezione individuale (inserti, cuffie) offrono generalmente una sufficiente attenuazione nei confronti delle componenti di alta frequenza (20-40 dB tra 10 e 20 kHz).

7.3. Esperienze sul campo

Da rilievi effettuati nel nostro Paese in 8 stabilimenti in cui si producono sensori fotoelettrici, materiale elettrico, occhiali, tessuti, manufatti di orificeria (in prossimità dell'orecchio degli addetti oppure nel caso delle vasche di lavaggio a determinate distanze dalle vasche stesse (0,5-2 m)) è emerso che la componente fondamentale degli ultrasuoni è sempre accompagnata dalle armoniche superiori (di frequenza doppia e tripla) e quasi sempre dall'armonica inferiore (di frequenza pari alla metà).

Se si considerano i limiti TLV-C stabiliti dall'ACGIH, le emissioni di metà delle macchine esaminate (8 saldatrici su 13, 6 fustellatrici su 6, 2 taglierine su 2, 7 vasche di lavaggio su 26) superano i limiti. Il superamento si verifica in corrispondenza della componente fondamentale; in alcuni casi esso è notevole (si è riscontrato, ad esempio, un livello di 124 dB contro un limite di 105 dB a 20 kHz nel caso di una saldatrice, di 128 dB contro un limite di 115 dB a 31.5 kHz nel caso di una taglierina, di 129 dB contro un limite di 105 dB a 20 kHz nel caso di una vasca di lavaggio).

8. Conclusioni

Nel nostro paese i lavoratori esposti ad ultrasuoni negli stabilimenti industriali e nei laboratori artigianali sono molto numerosi. Diverse macchine ad ultrasuoni sono caratterizzate da emissioni di livello superiore ai valori limite. È necessario quindi schermare o cabinare le sorgenti e nel contempo svolgere una concreta attività di informazione nei confronti degli igienisti e dei medici del lavoro, nonché nei confronti dei produttori e degli utilizzatori delle macchine.

ALLEGATO N. 11

I livelli di rumorosità nelle operazioni agricole meccanizzate

Negli ultimi decenni molti dei caratteri differenziali del settore agricolo - forestale, rispetto agli altri settori produttivi, si sono gradualmente ridotti grazie alla mutata mentalità imprenditoriale degli operatori del settore e alla sensibile introduzione di innovazioni tecnologiche.

Ciononostante l'attività agricola ed anche quella forestale conservano taluni aspetti caratteristici che ne giustificano un approccio metodologico in materia di prevenzione infortuni e malattie professionali del tutto particolare. Esiste infatti una serie di vincoli che determinano delle scelte operative che sono in funzione dei cicli biologici delle piante, della localizzazione delle colture, della stagionalità delle singole operazioni, della rigidità dei cicli produttivi, delle turnazioni colturali e delle condizioni meteorologiche.

Pertanto a causa dei suddetti vincoli "ambientali" e della conseguente variabilità del fabbisogno lavorativo nell'arco dell'anno, la valutazione del rischio rumore, prevista dall'art. 40 del D.Lgs. 277 del 15 agosto 1991 risulta essere estremamente complessa in relazione soprattutto alla necessità di realizzare un sistema di prevenzione che si integri in modo coerente con le condizioni tecniche produttive ed organizzative tipiche delle aziende agricolo - forestali.

Il D.Lgs. 277/91 risente in modo evidente del fatto che esso, fin dalla stesura delle direttive CEE delle quali rappresenta il provvedimento di attuazione, ha focalizzato l'attenzione sulle problematiche preventive dei luoghi di produzione "fissi" e caratterizzati da cicli produttivi che si ripetono costantemente per gran parte delle giornate lavorative annue.

In generale nelle aziende agricole o forestali, ad esclusione di quelle zootecniche nelle quali sono possibili cicli tecnologici che si ripetono quotidianamente per tutto l'anno (ad esempio la preparazione e distribuzione della dieta, le operazioni di mungitura ecc) o per quelle attività che, pur svolgendosi nell'ambito dell'azienda, non sono connesse con la coltivazione vera e propria, quali ad esempio le attività di prima trasformazione dei prodotti, le lavorazioni agricole meccanizzate si svolgono con una frequenza periodica difficilmente ripetibile da un anno all'altro. Difatti è possibile che, in funzione anche dei vincoli sopra citati, nell'ambito della stessa azienda agricola di anno in anno il calendario delle lavorazioni meccanizzate possa subire modifiche sostanziali in termini di tipologia di lavorazione effettuata, di numero di giornate annue dedicate alle singole lavorazioni ed anche di durata delle fasi lavorative nell'ambito delle singole giornate.

Ai fini quindi degli adempimenti previsti dal D.Lgs. 277/91 per il settore agricolo forestale è necessario fare ricorso a logiche di analisi basate su criteri che tengano conto di queste condizioni, che possano essere applicate alle molteplici situazioni operative e ai differenti tempi di esposizione a cui l'operatore agricolo è soggetto nell'arco dell'anno e che siano impostate in maniera tale da consentire un agevole processo di aggiornamento del documento di valutazione del rischio rumore.

In relazione soprattutto a quest'ultimo aspetto l'identificazione delle "giornate tipo" ossia il calendario di lavoro giornaliero presumibile dell'operatore, inteso come una ripartizione temporale delle attività svolte durante la giornata, rappresenta un elemento sicuramente utile. Difatti una volta identificate le specifiche giornate tipo rappresentanti tutte le possibili operazioni agricole meccanizzate svolte in azienda, ai fini dell'aggiornamento del documento di valutazione del rischio rumore sarà necessario ripartire tali giornate tipo ai singoli operatori fino a coprire il calendario di lavoro annuale e quindi definire possibili scenari di rischio.

Le schede di seguito riportate sono il risultato parziale di una campagna di misure realizzata nell'ambito di una ricerca che l'VIII U.F. del Dipartimento Tecnologie di Sicurezza sta conducendo in collaborazione con il Dipartimento di Igiene del Lavoro.

In tali schede, a seconda della tipologia di lavorazione effettuata sono fornite utili indicazioni riguardo:

- le caratteristiche delle macchine e le specifiche condizioni di utilizzo;
- i livelli di rumorosità rilevati nelle diverse fasi delle lavorazioni espressi come livello equivalente L_{Aeq}dB(A) e il livello di picco lineare L_{picco} · dB(Lin);
- i livelli di esposizione giornaliera $L_{EP,d}$ dB(A) per la specifica giornata tipo identificata;
- il tempo limite a 90 dB(A) ossia il parametro che identifica la durata dell'esposizione necessaria al raggiungimento del $L_{EP,d}$ di 90 dB(A). Tale parametro potrà essere un utile riferimento al fine di individuare la durata massima delle lavorazioni per evitare il raggiungimento del livello di $L_{EP,d}$ di 90 dB(A) oltre il quale si verificano situazioni di rischio elevate nonché tutta una serie di provvedimenti a carico del datore di lavoro.

Quanto riportato nelle schede potrà essere un utile riferimento per coloro che intendono, ancor prima di effettuare misure strumentali, intervenire con una valutazione preventiva che possa fornire indicazioni su eventuali provvedimenti tecnici, organizzativi e procedurali mirati a ridurre i rischi derivanti dall'esposizione al rumore degli addetti ovvero per tutti coloro che si propongono di validare i risultati delle valutazioni effettuate (datori di lavoro, responsabile del SPP, organi di sorveglianza ecc.).

Il Direttore del DTS

Dott. Ing. Roberto Cianotti

I rilievi e le elaborazioni sono stati effettuati nell'ambito della ricerca *"Rumore e vibrazioni nelle macchine agricole: misura dei valori di emissione e valutazione dei livelli di esposizione nelle principali operazioni agricole meccanizzate per la realizzazione di una banca dati di riferimento e la definizione di Linee Guida di comparto"*.

Alla ricerca di cui sopra hanno partecipato

Vincenzo Laurendi*
Marco Pirozzi*
Aurelio Ferrazza*
Carla Console*
Andrea Catarinozzi*
Elisabetta D'Alessandri*
Simona Alemanno*
Pietro Nataletti**
Aldo Pieroni**

* VIII U.F. - Macchine, impianti e tecnologie nel settore agricolo - forestale - Dipartimento Tecnologie di Sicurezza - ISPESL

** Laboratorio Agenti Fisici - Dipartimento Igiene del Lavoro - ISPESL

Le schede si riferiscono alle seguenti tipologie di lavorazioni:

Aratura
Ripuntatura
Erpicatura
Semina
Movimentazione prodotti cerealicoli
Scavo di fossi
Spandimento letame
Falciatura e ranghinatura
Rullatura
Pressatura foraggio
Lavorazione con attrezzature portatili

Scheda dati n. 1

Aratura		
Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		ARATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	16 °C
Tipo di coltura	Cerealicola - zootecnica	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso-limoso
Pendenza	*Pianura*
Note	Assenza di sassi

Caratteristiche del trattore		
Marca	CATERPILLAR	
Modello	DC 5B	
Potenza	180 Cv	132 Kw
Organi di propulsione	Cingoli	
Anno di immatricolazione	N/D	
Numero ore lavorate	17.880	
Cabina	Presente - finestrini chiusi	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	ARATRO TRIVOMERE Nardi - modello 4BTP
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 350 - 400
	Larghezza di lavorazione (mm): 1400
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainato (gancio-occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	2,5 - 3
Numero di giri motore (rpm)	2000
Marcia	3ª

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	91,4	L_{Aeq} dB(A)	91,2	L_{Aeq} dB(A)	91,0
$L_{picco\ dB(Lin)}$	127,7	$L_{picco\ dB(Lin)}$	129,5	$L_{picco\ dB(Lin)}$	125,5
Media L_{Aeq}		**91,2**	**Incertezza totale**		**± 0,7**
Deviazione standard L_{Aeq}		**0,16**	**Max $L_{picco\ dB(Lin)}$**		**129,5**

Livelli della rumorosità rilevati in Autodislocamento							
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3		Rilievo n. 4	
L_{Aeq} dB(A)	91,9	L_{Aeq} dB(A)	92,1	L_{Aeq} dB(A)	92,1	L_{Aeq} dB(A)	92,3
$L_{picco\ dB(Lin)}$	121,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	119,1	$L_{picco\ dB(Lin)}$	119,0	$L_{picco\ dB(Lin)}$	118,3
Media L_{Aeq}		**92,10**	**Incertezza totale**			**± 0,7**	
Deviazione standard L_{Aeq}		**0,14**	**Max $L_{picco\ dB(Lin)}$**			**121,6**	

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Aratura	91,2	6,5
Autodislocamento	92,1	0,5
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 90.7 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): 360 minuti		

Scheda dati n. 2

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		ARATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	16 °C
Tipo di coltura	Cerealicola	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Argilloso
Pendenza	*Pianura*
Note	Umidità del terreno media

Caratteristiche del trattore		
Marca	FIAT	
Modello	160 - 55	
Potenza	160 Cv	117 Kw
Organi di propulsione	Cingoli	
Anno di immatricolazione	1996	
Numero ore lavorate	N/D	
Cabina	Assente - solo telaio	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	ARATRO BIVOMERE Nardi
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 300 - 400
	Larghezza di lavorazione (mm): 1400
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainato (gancio-occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	3 - 4
Numero di giri motore (rpm)	2500
Marcia	N/D

Livelli della rumorosità rilevati							
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3		Rilievo n. 4	
L_{Aeq} dB(A)	98,1	L_{Aeq} dB(A)	97,9	L_{Aeq} dB(A)	98,1	L_{Aeq} dB(A)	97,7
$L_{picco\ dB(Lin)}$	120,1	$L_{picco\ dB(Lin)}$	116,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	120,1	$L_{picco\ dB(Lin)}$	115,3
Media L_{Aeq}			97,95	Incertezza totale			± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}			0,166	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$			120,1

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Aratura	97,95	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 97,4 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): 77 minuti		

Scheda dati n. 3

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		ARATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	16 °C
Tipo di coltura	Cerealicola	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Argilloso
Pendenza	*Discesa*
Note	Umidità del terreno media

Caratteristiche del trattore		
Marca	FIAT	
Modello	160 - 55	
Potenza	160 Cv	117 Kw
Organi di propulsione	Cingoli	
Anno di immatricolazione	1996	
Numero ore lavorate		
Cabina	Assente - solo telaio	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	ARATRO BIVOMERE Nardi
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 300 - 400
	Larghezza di lavorazione (mm): 1400
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainato (gancio-occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	3 - 4
Numero di giri motore (rpm)	2500

Livelli della rumorosità rilevati							
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3		Rilievo n. 4	
L_{Aeq} dB(A)	97,8	L_{Aeq} dB(A)	98,0	L_{Aeq} dB(A)	97,8	L_{Aeq} dB(A)	97,8
$L_{picco\ dB(Lin)}$	117,5	$L_{picco\ dB(Lin)}$	116,1	$L_{picco\ dB(Lin)}$	115,9	$L_{picco\ dB(Lin)}$	115,7
Media L_{Aeq}			97,85	Incertezza totale			± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}			0,09	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$			117,5

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Aratura	97,85	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 97,3 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): 78 minuti		

Scheda dati n. 4

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		ARATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	16 °C
Tipo di coltura	Cerealicola	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Argilloso
Pendenza	*Salita*
Note	Umidità del terreno media

Caratteristiche del trattore		
Marca	FIAT	
Modello	160 - 55	
Potenza	160 Cv	117 Kw
Organi di propulsione	Cingoli	
Anno di immatricolazione	1996	
Numero ore lavorate	N/D	
Cabina	Assente - solo telaio	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	ARATRO BIVOMERE Nardi
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 300 - 400
	Larghezza di lavorazione (mm): 1400
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainato (gancio-occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	3 - 4
Numero di giri motore (rpm)	2500

Livelli della rumorosità rilevati					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	97,7	L_{Aeq} dB(A)	97,8	L_{Aeq} dB(A)	97,9
$L_{picco\ dB(Lin)}$	116,0	$L_{picco\ dB(Lin)}$	116,7	$L_{picco\ dB(Lin)}$	116,9
Media L_{Aeq}		97,8	Incertezza totale		± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}		0,08	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		116,9

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Aratura	97,8	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 97,2 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): 80 minuti		

Scheda dati n. 5

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		ARATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	20 °C
Tipo di coltura	Cerealicola	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Argilloso
Pendenza	*Pianura*
Note	Umidità del terreno alta

Caratteristiche del trattore		
Marca	FIAT	
Modello	160 - 55	
Potenza	160 Cv	117 Kw
Organi di propulsione	Cingoli	
Anno di immatricolazione	1994	
Numero ore lavorate	10.000	
Cabina	Assente - solo telaio	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	ARATRO TRIVOMERE Nardi
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 300 - 400
	Larghezza di lavorazione (mm): 1800
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainato (gancio-occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	2 - 3
Numero di giri motore (rpm)	2200
Marcia	3ª

Livelli della rumorosità rilevati							
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3		Rilievo n. 4	
L_{Aeq} dB(A)	100,4	L_{Aeq} dB(A)	100,7	L_{Aeq} dB(A)	100,5	L_{Aeq} dB(A)	100,5
$L_{picco\ dB(Lin)}$	115,9	$L_{picco\ dB(Lin)}$	116,1	$L_{picco\ dB(Lin)}$	114,4	$L_{picco\ dB(Lin)}$	114,5
Media L_{Aeq}			100,53	Incertezza totale			± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}			0,11	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$			116,1

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Aratura	100,53	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera (L_{EPd}) [dB (A)]: 100 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): 42 minuti		

Scheda dati n. 6

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		ARATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	18 °C
Tipo di coltura	Cerealicola	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Argilloso
Pendenza	*Discesa*

Caratteristiche del trattore		
Marca	FIAT	
Modello	1355 C	
Potenza	130 Cv	95 Kw
Organi di propulsione	Cingoli	
Anno di immatricolazione	N/D	
Numero ore lavorate	42.300	
Cabina	Solo telaio	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	ARATRO BIVOMERE Nardi 4 BTP/R
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 300 - 400
	Larghezza di lavorazione (mm): 1600
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainato (gancio-occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	N/D
Numero di giri motore (rpm)	2500

Livelli della rumorosità rilevati							
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3		Rilievo n. 4	
L_{Aeq} dB(A)	95,8	L_{Aeq} dB(A)	96,0	L_{Aeq} dB(A)	95,7	L_{Aeq} dB(A)	95,5
$L_{picco\ dB(Lin)}$	115,4	$L_{picco\ dB(Lin)}$	116,9	$L_{picco\ dB(Lin)}$	116,0	$L_{picco\ dB(Lin)}$	115,7
Media L_{Aeq}			95,75	Incertezza totale			± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}			0,18	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$			116,9

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Aratura	95,75	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 95,2 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): 128 minuti		

Scheda dati n. 7

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		ARATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	18 °C
Tipo di coltura	Cerealicola	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Argilloso
Pendenza	*Pianura*

Caratteristiche del trattore		
Marca	FIAT	
Modello	1355 C	
Potenza	130 Cv	95 Kw
Organi di propulsione	Cingoli	
Anno di immatricolazione	N/D	
Numero ore lavorate	42.300	
Cabina	Solo telaio	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	ARATRO BIVOMERE Nardi 4 BTP/R Trainato
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 300 - 400
	Larghezza di lavorazione (mm): 1600
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainato (gancio-occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	N/D
Numero di giri motore (rpm)	2500

Livelli della rumorosità rilevati					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	96,9	L_{Aeq} dB(A)	96,6	L_{Aeq} dB(A)	96,5
$L_{picco\ dB(Lin)}$	116,4	$L_{picco\ dB(Lin)}$	116,1	$L_{picco\ dB(Lin)}$	118,4
Media L_{Aeq}		96,67	Incertezza totale		± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}		0,17	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		118,4

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Aratura	96,67	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 96,1 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): 103 minuti		

Scheda dati n. 8

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		ARATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	28 °C
Tipo di coltura	Cerealicola	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Argilloso
Pendenza	*Pianura*
Note	Presenza di sassi

Caratteristiche del trattore		
Marca	FIAT	
Modello	60 C	
Potenza	70 Cv	51 Kw
Organi di propulsione	Cingoli	
Anno di immatricolazione	Anni ‘50	
Cabina	Assente	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	ARATRO BIVOMERE Nardi 3 BT
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 300 - 350
	Larghezza di lavorazione (mm): 1200
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainato (gancio-occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	3 - 4
Numero di giri motore (rpm)	1900
Marcia	2ª

Livelli della rumorosità rilevati							
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3		Rilievo n. 4	
L_{Aeq} dB(A)	101,9	L_{Aeq} dB(A)	101,2	L_{Aeq} dB(A)	101,3	L_{Aeq} dB(A)	101,4
$L_{picco\ dB(Lin)}$	115,0	$L_{picco\ dB(Lin)}$	114,0	$L_{picco\ dB(Lin)}$	113,7	$L_{picco\ dB(Lin)}$	113,2
Media L_{Aeq}			101,45	Incertezza totale			± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}			0,27	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$			115,0

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Aratura	101,45	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 100,9 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): 34 minuti		

Scheda dati n. 9

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		ARATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	28 °C
Tipo di coltura	Cerealicola	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Argilloso
Pendenza	*Salita*
Note	Presenza di sassi

Caratteristiche del trattore		
Marca	FIAT	
Modello	60 C	
Potenza	70 Cv	51 Kw
Organi di propulsione	Cingoli	
Anno di immatricolazione	Anni ‘50	
Cabina	Assente	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	ARATRO BIVOMERE Nardi 3 BT
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 300 - 350
	Larghezza di lavorazione (mm): 1200
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainato (gancio-occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	3 - 4
Numero di giri motore (rpm)	1900
Marcia	2ª

Livelli della rumorosità rilevati					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	101,9	L_{Aeq} dB(A)	101,8	L_{Aeq} dB(A)	101,6
$L_{picco\ dB(Lin)}$	112,5	$L_{picco\ dB(Lin)}$	115,0	$L_{picco\ dB(Lin)}$	113,2
Media L_{Aeq}	101,77	Incertezza totale	± 0,7		
Deviazione standard L_{Aeq}	0,12	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$	115,0		

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Aratura	101,77	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 101,2 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): 32 minuti		

Scheda dati n. 10

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		ARATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	28 °C
Tipo di coltura	Cerealicola	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Argilloso
Pendenza	*Discesa*
Note	Presenza di sassi

Caratteristiche del trattore		
Marca	FIAT	
Modello	60 C	
Potenza	70 Cv	51 Kw
Organi di propulsione	Cingoli	
Anno di immatricolazione	Anni ‘50	
Numero ore lavorate	N/D	
Cabina	Assente	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	ARATRO BIVOMERE Nardi 3 BT
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 300 - 350
	Larghezza di lavorazione (mm): 1200
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainato (gancio-occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	3 - 4
Numero di giri motore (rpm)	1900
Marcia	2ª

Livelli della rumorosità rilevati					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	102,9	L_{Aeq} dB(A)	101,4	L_{Aeq} dB(A)	100,8
$L_{picco\ dB(Lin)}$	116,5	$L_{picco\ dB(Lin)}$	114,8	$L_{picco\ dB(Lin)}$	113,5
Media L_{Aeq}		101,70	Incertezza totale		± 0,9
Deviazione standard L_{Aeq}		0,88	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		116,5

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Aratura	101,70	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 101,1 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): 32 minuti		

Scheda dati n. 11

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		ARATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	28 °C
Tipo di coltura	Cerealicola	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Argilloso
Pendenza	*Pianura*
Note	Umidità terreno bassa, assenza di sassi

Caratteristiche del trattore		
Marca	LANDINI	
Modello	5500	
Potenza	55 Cv	40 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	1974	
Numero ore lavorate	21.500	
Cabina	Assente - solo telaio a 4 montanti	
Trazione	4 RM	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	ARATRO BIVOMERE
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 300 - 350
	Larghezza di lavorazione (mm): 900
Collegamento trattore macchina operatrice	Portato (attacco a tre punti)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	2 - 3
Numero di giri motore (rpm)	1900
Marcia	1ª normale

Livelli della rumorosità rilevati							
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3		Rilievo n. 4	
L_{Aeq} dB(A)	91,6	L_{Aeq} dB(A)	92,4	L_{Aeq} dB(A)	92,3	L_{Aeq} dB(A)	92,4
$L_{picco\ dB(Lin)}$	114,9	$L_{picco\ dB(Lin)}$	106,0	$L_{picco\ dB(Lin)}$	105,3	$L_{picco\ dB(Lin)}$	107,4
Media L_{Aeq}		92,17		Incertezza totale		± 0,7	
Deviazione standard L_{Aeq}		0,33		Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		107,4	

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Aratura	92,17	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 91,6 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): 290 minuti		

Scheda dati n. 12

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		ARATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	16 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*
Note	Umidità terreno bassa, assenza di sassi

Caratteristiche del trattore		
Marca	NEW HOLLAND	
Modello	8970 A	
Potenza	230 Cv	169 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	2001	
Numero ore lavorate	2.114	
Cabina	Presente - finestrini chiusi	
Trazione	4 RM	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	ARATRO QUADRIVOMERE Nardi
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 300
	Larghezza di lavorazione (mm): 1600
Collegamento trattore macchina operatrice	Semiportato (attacco a tre punti)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	5 - 6
Numero di giri motore (rpm)	2100
Marcia	6ª normale

Livelli della rumorosità rilevati					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	73,6	L_{Aeq} dB(A)	74,6	L_{Aeq} dB(A)	74,1
$L_{picco\ dB(Lin)}$	108,7	$L_{picco\ dB(Lin)}$	107,8	$L_{picco\ dB(Lin)}$	105,4
Media L_{Aeq}		74,10	Incertezza totale		± 0,8
Deviazione standard L_{Aeq}		0,41	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		108,7

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Aratura	74,10	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 73,9 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 13

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		ARATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	16 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*
Note	Umidità terreno bassa, assenza di sassi

Caratteristiche del trattore		
Marca	NEW HOLLAND	
Modello	8970 A	
Potenza	230 Cv	169 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	2001	
Numero ore lavorate	2.114	
Cabina	Presente - finestrini aperti	
Trazione	4 RM	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	ARATRO QUADRIVOMERE Nardi
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 300
	Larghezza di lavorazione (mm): 1600
Collegamento trattore macchina operatrice	Semiportato (attacco a tre punti)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	5 - 6
Numero di giri motore (rpm)	2100
Marcia	6ª normale

Livelli della rumorosità rilevati							
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3		Rilievo n. 4	
L_{Aeq} dB(A)	84,2	L_{Aeq} dB(A)	83,8	L_{Aeq} dB(A)	83,9	L_{Aeq} dB(A)	84,1
$L_{picco\ dB(Lin)}$	108,9	$L_{picco\ dB(Lin)}$	109,0	$L_{picco\ dB(Lin)}$	110,9	$L_{picco\ dB(Lin)}$	110,6
Media L_{Aeq}			84,0	Incertezza totale			± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}			0,16	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$			110,9

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Aratura	84,0	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 83,5 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 14

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		ARATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	18 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Medio impasto
Pendenza	*Pianura*
Note	Umidità terreno media

Caratteristiche del trattore		
Marca	CASE	
Modello	7250 PRO	
Potenza	276 Cv	202 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	1998	
Numero ore lavorate	2.500	
Cabina	Presente - finestrini chiusi	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	ARATRO TRIVOMERE Gregoire Besson
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 400
	Larghezza di lavorazione (mm): 1500
Collegamento trattore macchina operatrice	Portato (attacco a tre punti)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	7 - 8
Numero di giri motore (rpm)	1850
Marcia	8ª

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	75,9	L_{Aeq} dB(A)	75,4	L_{Aeq} dB(A)	75,4
$L_{picco\ dB(Lin)}$	113,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	115,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	112,2
Media L_{Aeq}	75,57	Incertezza totale	± 0,7		
Deviazione standard L_{Aeq}	0,24	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$	115,6		

Livelli della rumorosità rilevati in Autodislocamento					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	71,2	L_{Aeq} dB(A)	71,6	L_{Aeq} dB(A)	70,1
$L_{picco\ dB(Lin)}$	111,3	$L_{picco\ dB(Lin)}$	114,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	112,0
Media L_{Aeq}	70,97	Incertezza totale	± 0,8		
Deviazione standard L_{Aeq}	0,63	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$	114,6		

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Aratura	75,57	6,5
Autodislocamento	70,97	0,5
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 75,1 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 15

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		ARATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	18 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Medio impasto
Pendenza	*Pianura*
Note	Umidità terreno media

Caratteristiche del trattore		
Marca	CASE	
Modello	7250 PRO	
Potenza	276 Cv	202 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	1998	
Numero ore lavorate	2.500	
Cabina	Presente - finestrini aperti	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	ARATRO TRIVOMERE Gregoire Besson
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 400
	Larghezza di lavorazione (mm): 1500
Collegamento trattore macchina operatrice	Portato (attacco a tre punti)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	7 - 8
Numero di giri motore (rpm)	1850
Marcia	8ª

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	83,9	L_{Aeq} dB(A)	84,0	L_{Aeq} dB(A)	84,0
$L_{picco\ dB(Lin)}$	111,4	$L_{picco\ dB(Lin)}$	110,3	$L_{picco\ dB(Lin)}$	111,3
Media L_{Aeq}	83,97	Incertezza totale	± 0,7		
Deviazione standard L_{Aeq}	0,05	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$	111,4		

Livelli della rumorosità rilevati in Autodislocamento					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	80,2	L_{Aeq} dB(A)	78,4	L_{Aeq} dB(A)	79,7
$L_{picco\ dB(Lin)}$	112,9	$L_{picco\ dB(Lin)}$	112,0	$L_{picco\ dB(Lin)}$	110,6
Media L_{Aeq}	79,43	Incertezza totale	± 0,9		
Deviazione standard L_{Aeq}	0,76	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$	112,9		

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Aratura	83,97	6,5
Autodislocamento	79,43	0,5
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 83,2 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 16

Ripuntatura		
Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		RIPUNTATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	19 °C
Tipo di coltura	Cerealicola	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Medio impasto
Pendenza	*Pianura*

Caratteristiche del trattore		
Marca	FIAT	
Modello	850 DT	
Potenza	85 Cv	62 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	N/D	
Numero ore lavorate	18.000	
Cabina	Assente - solo telaio a 4 montanti	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	RIPUNTATORE FRIMA a 5 punte
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 300 - 400
	Larghezza di lavorazione (mm): 2000
Collegamento trattore macchina operatrice	Portato (attacco a tre punti)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	3
Numero di giri motore (rpm)	1600
Marcia	3ª normale

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	92,2	L_{Aeq} dB(A)	93,3	L_{Aeq} dB(A)	93,8
$L_{picco\ dB(Lin)}$	111,7	$L_{picco\ dB(Lin)}$	112,5	$L_{picco\ dB(Lin)}$	110,9
Media L_{Aeq}	93,10	Incertezza totale	± 0,8		
Deviazione standard L_{Aeq}	0,67	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$	112,50		

Livelli della rumorosità rilevati in Autodislocamento							
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3		Rilievo n. 4	
L_{Aeq} dB(A)	89,5	L_{Aeq} dB(A)	92,9	L_{Aeq} dB(A)	89,1	L_{Aeq} dB(A)	92,1
$L_{picco\ dB(Lin)}$	115,3	$L_{picco\ dB(Lin)}$	115,9	$L_{picco\ dB(Lin)}$	114,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	114,0
Media L_{Aeq}	90,90	Incertezza totale	± 1,2				
Deviazione standard L_{Aeq}	1,63	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$	115,90				

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Ripuntatura	93,1	6,5
Autodislocamento	90,9	0,5
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 92,4 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): 233 minuti		

Scheda dati n. 17

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		RIPUNTATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	19 °C
Tipo di coltura	Cerealicola	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Medio impasto
Pendenza	*Discesa*

Caratteristiche del trattore		
Marca	FIAT	
Modello	850 DT	
Potenza	85 Cv	62 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	N/D	
Numero ore lavorate	18.000	
Cabina	Assente - solo telaio a 4 montanti	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	RIPUNTATORE FRIMA a 5 punte
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 300 - 400
	Larghezza di lavorazione (mm): 2000
Collegamento trattore macchina operatrice	Portato (attacco a tre punti)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	N/D
Numero di giri motore (rpm)	1600
Marcia	3ª normale

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione							
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3		Rilievo n. 4	
L_{Aeq} dB(A)	93,5	L_{Aeq} dB(A)	93,7	L_{Aeq} dB(A)	94,6	L_{Aeq} dB(A)	94,6
$L_{picco\ dB(Lin)}$	110,4	$L_{picco\ dB(Lin)}$	111,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	111,2	$L_{picco\ dB(Lin)}$	114,0
Media L_{Aeq}		94,10		Incertezza totale		± 0,8	
Deviazione standard L_{Aeq}		0,50		Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		114,0	

Livelli della rumorosità rilevati in Autodislocamento							
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3		Rilievo n. 4	
L_{Aeq} dB(A)	89,5	L_{Aeq} dB(A)	92,9	L_{Aeq} dB(A)	89,1	L_{Aeq} dB(A)	92,1
$L_{picco\ dB(Lin)}$	115,3	$L_{picco\ dB(Lin)}$	115,9	$L_{picco\ dB(Lin)}$	114,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	114,0
Media L_{Aeq}		90,90		Incertezza totale		± 1,2	
Deviazione standard L_{Aeq}		1,63		Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		115,90	

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Ripuntatura	94,1	6,5
Autodislocamento	90,9	0,5
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 93,4 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): 186 minuti		

Scheda dati n. 18

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		RIPUNTATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	19 °C
Tipo di coltura	Cerealicola	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Medio impasto
Pendenza	*Salita*

Caratteristiche del trattore		
Marca	FIAT	
Modello	850 DT	
Potenza	85 Cv	62 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	N/D	
Numero ore lavorate	18.000	
Cabina	Assente - solo telaio a 4 montanti	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	RIPUNTATORE FRIMA a 5 punte
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 300 - 400
	Larghezza di lavorazione (mm): 2000
Collegamento trattore macchina operatrice	Portato (attacco a tre punti)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	N/D
Numero di giri motore (rpm)	1600
Marcia	3ª normale

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione							
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3		Rilievo n. 4	
L_{Aeq} dB(A)	93,5	L_{Aeq} dB(A)	93,2	L_{Aeq} dB(A)	93,8	L_{Aeq} dB(A)	94,4
$L_{picco\ dB(Lin)}$	111,5	$L_{picco\ dB(Lin)}$	110,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	112,5	$L_{picco\ dB(Lin)}$	112,1
Media L_{Aeq}		93,72		Incertezza totale		± 0,7	
Deviazione standard L_{Aeq}		0,44		Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		112,50	

Livelli della rumorosità rilevati in Autodislocamento							
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3		Rilievo n. 4	
L_{Aeq} dB(A)	89,5	L_{Aeq} dB(A)	92,9	L_{Aeq} dB(A)	89,1	L_{Aeq} dB(A)	92,1
$L_{picco\ dB(Lin)}$	115,3	$L_{picco\ dB(Lin)}$	115,9	$L_{picco\ dB(Lin)}$	114,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	114,0
Media L_{Aeq}		90,90		Incertezza totale		± 1,2	
Deviazione standard L_{Aeq}		1,63		Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		115,90	

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Ripuntatura	93,72	6,5
Autodislocamento	90,90	0,5
Lavori manuali	74,30	0,5
Tempi di attesa	67,50	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 93,0 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): 205 minuti		

Scheda dati n. 19

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		RIPUNTATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	14 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*
Note	Umidità terreno media

Caratteristiche del trattore		
Marca	JOHN DEERE	
Modello	8410	
Potenza	300 Cv	220 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	N/D	
Numero ore lavorate	2.450	
Cabina	Presente insonorizzata - finestrini chiusi	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	RIPUNTATORE SIGMA T-REX
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 400 - 500
	Larghezza di lavorazione (mm): 3000
Collegamento trattore macchina operatrice	Portato (attacco a tre punti)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	8 - 10
Numero di giri motore (rpm)	2100
Marcia	9 - 10ª

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	74,8	L_{Aeq} dB(A)	73,9	L_{Aeq} dB(A)	74,7
$L_{picco\ dB(Lin)}$	116,1	$L_{picco\ dB(Lin)}$	115,8	$L_{picco\ dB(Lin)}$	117,4
Media L_{Aeq}	**74,47**	**Incertezza totale**		**± 0,8**	
Deviazione standard L_{Aeq}	**0,40**	**Max $L_{picco\ dB(Lin)}$**		**117,40**	

Livelli della rumorosità rilevati in Autodislocamento					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	74,2	L_{Aeq} dB(A)	73,9	L_{Aeq} dB(A)	73,8
$L_{picco\ dB(Lin)}$	118,2	$L_{picco\ dB(Lin)}$	116,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	117,9
Media L_{Aeq}	**73,97**	**Incertezza totale**		**± 0,7**	
Deviazione standard L_{Aeq}	**0,17**	**Max $L_{picco\ dB(Lin)}$**		**118,20**	

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Ripuntatura	74,47	6,5
Autodislocamento	73,97	0,5
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 74,2 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 20

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		RIPUNTATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	16 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*

Caratteristiche del trattore		
Marca	JOHN DEERE	
Modello	8420 T	
Potenza	330 Cv	242 Kw
Organi di propulsione	Cingoli gommati	
Anno di immatricolazione	2002	
Numero ore lavorate	2.378	
Cabina	Presente insonorizzata - finestrini chiusi	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	RIPUNTATORE ALLEGO MODELLO A 7 ANCORE KE5
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 400 - 500
	Larghezza di lavorazione (mm): 3000
Collegamento trattore macchina operatrice	Portato (attacco a tre punti)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	7 - 8
Numero di giri motore (rpm)	N/D
Marcia	10ª

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	72,5	L_{Aeq} dB(A)	72,6	L_{Aeq} dB(A)	72,9
$L_{picco\ dB(Lin)}$	106,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	104,4	$L_{picco\ dB(Lin)}$	108,6
Media L_{Aeq}	72,67	Incertezza totale	± 0,7		
Deviazione standard L_{Aeq}	0,17	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$	108,60		

Livelli della rumorosità rilevati in Autodislocamento					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	75,4	L_{Aeq} dB(A)	74,7	L_{Aeq} dB(A)	73,7
$L_{picco\ dB(Lin)}$	124,1	$L_{picco\ dB(Lin)}$	123,4	$L_{picco\ dB(Lin)}$	123,6
Media L_{Aeq}	74,60	Incertezza totale	± 0,9		
Deviazione standard L_{Aeq}	0,70	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$	124,10		

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Ripuntatura	72,67	6,5
Autodislocamento	74,60	0,5
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 72,8 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 21

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		RIPUNTATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	16 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*
Note	Umidità terreno media

Caratteristiche del trattore		
Marca	JOHN DEERE	
Modello	8420 T	
Potenza	330 Cv	242 Kw
Organi di propulsione	Cingoli gommati	
Anno di immatricolazione	2002	
Numero ore lavorate	2.378	
Cabina	Presente insonorizzata - finestrini aperti	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	RIPUNTATORE ALLEGO MODELLO A 7 ANCORE K E5
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 400 - 500
	Larghezza di lavorazione (mm): 3000
Collegamento trattore macchina operatrice	Portato (attacco a tre punti)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	7 - 8
Numero di giri motore (rpm)	N/D
Marcia	10ª

Livelli della rumorosità rilevati							
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3		Rilievo n. 4	
L_{Aeq} dB(A)	85,8	L_{Aeq} dB(A)	85,9	L_{Aeq} dB(A)	86,3	L_{Aeq} dB(A)	86,3
$L_{picco\ dB(Lin)}$	111,1	$L_{picco\ dB(Lin)}$	111,0	$L_{picco\ dB(Lin)}$	110,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	112,6
Media L_{Aeq}			86,08	Incertezza totale			± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}			0,23	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$			112,60

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Ripuntatura	86,08	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 85,5 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 22

Erpicatura		
Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		ERPICATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	24 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*

Caratteristiche del trattore		
Marca	NEW HOLLAND	
Modello	8970 A	
Potenza	230 Cv	169 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	2001 o 2002	
Numero ore lavorate	2.114	
Cabina	Presente - finestrini aperti	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	ERPICE ROTATIVO MASCHIO AQUILA
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 100 ÷ 150
	Larghezza di lavorazione (mm): 6000
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainata (gancio con occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	5
Numero di giri motore (rpm)	2000-2100
Marcia	8ª

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	84,6	L_{Aeq} dB(A)	84,2	L_{Aeq} dB(A)	84,5
$L_{picco\ dB(Lin)}$	119,0	$L_{picco\ dB(Lin)}$	117,7	$L_{picco\ dB(Lin)}$	121,8
Media L_{Aeq}	84,43	Incertezza totale	± 0,7		
Deviazione standard L_{Aeq}	0,17	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$	121,8		

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Erpicatura	84,43	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 83,9 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 23

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		ERPICATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	24 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*
Note	Umidità terreno bassa

Caratteristiche del trattore		
Marca	NEW HOLLAND	
Modello	8970 A	
Potenza	230 Cv	169 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	2001 o 2002	
Numero ore lavorate	2.114	
Cabina	Presente - finestrini chiusi	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	ERPICE ROTATIVO MASCHIO AQUILA
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 100 ÷ 150
	Larghezza di lavorazione (mm): 6000
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainata (gancio con occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	5
Numero di giri motore (rpm)	2000 - 2100
Marcia	8ª

Livelli della rumorosità rilevati							
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3		Rilievo n. 4	
L_{Aeq} dB(A)	73,8	L_{Aeq} dB(A)	74,3	L_{Aeq} dB(A)	74,5	L_{Aeq} dB(A)	73,7
$L_{picco\ dB(Lin)}$	121,4	$L_{picco\ dB(Lin)}$	124,5	$L_{picco\ dB(Lin)}$	123,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	119,8
Media L_{Aeq}			74,07	Incertezza totale			± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}			0,33	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$			124,50

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Erpicatura	74,07	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 73,9 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 24

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		ERPICATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	28 °C
Tipo di coltura	Cerealicola	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Argilloso
Pendenza	*Discesa*
Note	Umidità terreno bassa, assenza di sassi

Caratteristiche del trattore		
Marca	LANDINI	
Modello	5500	
Potenza	55 Cv	40 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	1974	
Numero ore lavorate	21.500	
Cabina	Assente - solo telaio a quattro montanti	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	ERPICE VIVIANI a 16 dischi
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 100
	Larghezza di lavorazione (mm): 2000
Collegamento trattore macchina operatrice	Portato (attacco a tre punti)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	5 - 6
Numero di giri motore (rpm)	1700
Marcia	2ª veloce

Livelli della rumorosità rilevati							
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3		Rilievo n. 4	
L_{Aeq} dB(A)	95,1	L_{Aeq} dB(A)	94,6	L_{Aeq} dB(A)	95,3	L_{Aeq} dB(A)	95,0
$L_{picco\ dB(Lin)}$	108,9	$L_{picco\ dB(Lin)}$	107,9	$L_{picco\ dB(Lin)}$	109,0	$L_{picco\ dB(Lin)}$	110,1
Media L_{Aeq}			95,0	Incertezza totale			± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}			0,25	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$			110,1

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Erpicatura	95,0	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 94,4 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): 152 minuti		

Scheda dati n. 25

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		ERPICATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	28 °C
Tipo di coltura	Cerealicola	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Argilloso
Pendenza	*Pianura*

Caratteristiche del trattore		
Marca	LANDINI	
Modello	5500	
Potenza	55 Cv	40 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	1974	
Numero ore lavorate	21.500	
Cabina	Assente - solo telaio a quattro montanti	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	ERPICE VIVIANI a 16 dischi
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): 100
	Larghezza di lavorazione (mm): 2000
Collegamento trattore macchina operatrice	Portato (attacco a tre punti)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	5 - 6
Numero di giri motore (rpm)	1700
Marcia	2ª veloce

Livelli della rumorosità rilevati							
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3		Rilievo n. 4	
L_{Aeq} dB(A)	94,7	L_{Aeq} dB(A)	95,2	L_{Aeq} dB(A)	94,7	L_{Aeq} dB(A)	94,9
$L_{picco\ dB(Lin)}$	106,4	$L_{picco\ dB(Lin)}$	110,4	$L_{picco\ dB(Lin)}$	106,9	$L_{picco\ dB(Lin)}$	108,3
Media L_{Aeq}			94,87	Incertezza totale			± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}			0,20	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$			110,4

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Erpicatura	94,87	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 94,3 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): 156 minuti		

Scheda dati n. 26

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		ERPICATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	29 °C
Tipo di coltura	Erbaio, medicaio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Medio impasto
Pendenza	*Pianura*

Caratteristiche del trattore		
Marca	FENDT	
Modello	Favorit 824	
Potenza	230 Cv	169 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	2000	
Numero ore lavorate	2.314	
Cabina	Presente, insonorizzata e sospesa	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	ERPICE a dischi
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm):
	Larghezza di lavorazione (mm):
Collegamento trattore macchina operatrice	Portato (attacco a tre punti)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	da 7 a 11 - 12
Numero di giri motore (rpm)	N/D
Marcia	N/D

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	71,1	L_{Aeq} dB(A)	71,8	L_{Aeq} dB(A)	71,8
$L_{picco\ dB(Lin)}$	106,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	86,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	91,8
Media L_{Aeq}	71,57	Incertezza totale	± 0,7		
Deviazione standard L_{Aeq}	0,33	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$	106,6		

Livelli della rumorosità rilevati in Autodislocamento					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	69,5	L_{Aeq} dB(A)	69,2	L_{Aeq} dB(A)	73,9
$L_{picco\ dB(Lin)}$	88,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	87,3	$L_{picco\ dB(Lin)}$	89,6
Media L_{Aeq}	70,87	Incertezza totale	± 1,8		
Deviazione standard L_{Aeq}	2,15	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$	89,6		

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Erpicatura	71,57	6,5
Autodislocamento	70,87	0,5
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 71,6 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 27

Semina		
Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		SEMINA
Condizioni climatiche	Temperatura	25 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*
Note	Umidità terreno bassa

Caratteristiche del trattore		
Marca	NEW HOLLAND	
Modello	TL 100 A	
Potenza	100 Cv	74 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	2004	
Numero ore lavorate	62	
Cabina	Presente - finestrini chiusi	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	SEMINATRICE MONOSEM
Organi lavoranti	Larghezza di lavorazione (mm): 4000
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainata (gancio con occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	8
Numero di giri motore (rpm)	2000
Marcia	2ª - 3ª

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	76,0	L_{Aeq} dB(A)	76,3	L_{Aeq} dB(A)	76,8
$L_{picco\ dB(Lin)}$	113,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	111,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	113,0
Media L_{Aeq}		76,37	Incertezza totale		± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}		0,33	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		113,60

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Semina	76,37	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 76 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 28

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		SEMINA
Condizioni climatiche	Temperatura	25 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*

Caratteristiche del trattore		
Marca	NEW HOLLAND	
Modello	TL 100 A	
Potenza	100 Cv	Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	2004	
Numero ore lavorate	62	
Cabina	Presente - finestrini aperti	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	SEMINATRICE MONOSEM
Organi lavoranti	Larghezza di lavorazione (mm): 4000
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainata (gancio con occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	8
Numero di giri motore (rpm)	2000
Marcia	2ª e 3ª

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	85,3	L_{Aeq} dB(A)	85,3	L_{Aeq} dB(A)	84,9
$L_{picco\ dB(Lin)}$	111,8	$L_{picco\ dB(Lin)}$	112,3	$L_{picco\ dB(Lin)}$	112,6
Media L_{Aeq}	85,50	Incertezza totale	± 0,7		
Deviazione standard L_{Aeq}	0,28	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$	112,60		

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Semina	85,5	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 84,9 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 29

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		SEMINA
Condizioni climatiche	Temperatura	22 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*
Note	Umidità terreno bassa

Caratteristiche del trattore		
Marca	NEW HOLLAND	
Modello	TL 90	
Potenza	90 Cv	66 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	N/D	
Numero ore lavorate	3.510	
Cabina	Presente - finestrini aperti	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	SEMINATRICE GASPARDO per mais modello MAGICA
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm):
	Larghezza di lavorazione (mm):
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainata (gancio con occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	15
Numero di giri motore (rpm)	2000 - 2100
Marcia	N/D

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	81,8	L_{Aeq} dB(A)	81,7	L_{Aeq} dB(A)	81,7
$L_{picco\ dB(Lin)}$	108,4	$L_{picco\ dB(Lin)}$	106,8	$L_{picco\ dB(Lin)}$	109,1
Media L_{Aeq}	81,73	Incertezza totale	± 0,7		
Deviazione standard L_{Aeq}	0,057	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$	109,10		

Livelli della rumorosità rilevati in Autodislocamento					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	77,1	L_{Aeq} dB(A)	76,6	L_{Aeq} dB(A)	75,7
$L_{picco\ dB(Lin)}$	110,8	$L_{picco\ dB(Lin)}$	113,0	$L_{picco\ dB(Lin)}$	112,8
Media L_{Aeq}	76,46	Incertezza totale	± 0,8		
Deviazione standard L_{Aeq}	0,71	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$	113,0		

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Semina	81,73	6,5
Autodislocamento	76,46	0,5
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 81 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 30

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		SEMINA
Condizioni climatiche	Temperatura	22 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*

Caratteristiche del trattore		
Marca	NEW HOLLAND	
Modello	TL 90	
Potenza	90 Cv	66 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	N/D	
Numero ore lavorate	3510	
Cabina	Presente - finestrini chiusi	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	SEMINATRICE GASPARDO per mais modello MAGICA
Organi lavoranti	Larghezza di lavorazione (mm):
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainata (gancio con occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	N/D
Numero di giri motore (rpm)	2000 - 2100
Marcia	N/D

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione							
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3		Rilievo n. 4	
L_{Aeq} dB(A)	78,2	L_{Aeq} dB(A)	78,5	L_{Aeq} dB(A)	78,6	L_{Aeq} dB(A)	78,4
$L_{picco\ dB(Lin)}$	113,2	$L_{picco\ dB(Lin)}$	117,3	$L_{picco\ dB(Lin)}$	115,1	$L_{picco\ dB(Lin)}$	115,7
Media L_{Aeq}			78,42	Incertezza totale			± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}			0,17	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$			117,3

Livelli della rumorosità rilevati in Autodislocamento					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	76,3	L_{Aeq} dB(A)	75,7	L_{Aeq} dB(A)	75,8
$L_{picco\ dB(Lin)}$	118,7	$L_{picco\ dB(Lin)}$	120,3	$L_{picco\ dB(Lin)}$	118,2
Media L_{Aeq}		75,93	Incertezza totale		± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}		0,32	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		120,30

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Semina	78,42	6,5
Autodislocamento	75,93	0,5
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 77,8 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 31

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		SEMINA
Condizioni climatiche	Temperatura	29 °C
Tipo di coltura	Erbaio - medicaio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Medio impasto
Pendenza	*Pianura*

Caratteristiche del trattore		
Marca	FIAT	
Modello	605 C	
Potenza	68 Cv	50 Kw
Organi di propulsione	Cingoli	
Anno di immatricolazione	N/D	
Numero ore lavorate	3500	
Cabina	Assente	

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	da 8 a 10
Numero di giri motore (rpm)	N/D
Marcia	N/D

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	100,9	L_{Aeq} dB(A)	100,9	L_{Aeq} dB(A)	101,3
$L_{picco\ dB(Lin)}$	116,8	$L_{picco\ dB(Lin)}$	117,1	$L_{picco\ dB(Lin)}$	116,7
Media L_{Aeq}	101,03	Incertezza totale	± 0,7		
Deviazione standard L_{Aeq}	0,19	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$	117,1		

Livelli della rumorosità rilevati in Autodislocamento					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	99,0	L_{Aeq} dB(A)	98,7	L_{Aeq} dB(A)	97,5
$L_{picco\ dB(Lin)}$	116,0	$L_{picco\ dB(Lin)}$	116,0	$L_{picco\ dB(Lin)}$	114,1
Media L_{Aeq}	98,4	Incertezza totale	± 0,8		
Deviazione standard L_{Aeq}	0,65	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$	116,0		

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Semina	101,03	6,5
Autodislocamento	98,4	0,5
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 100,3 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): 35,5 minuti		

Scheda dati n. 32

Movimentazione prodotti cerealicoli		
Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		MOVIMENTAZIONE CARICHI
Condizioni climatiche	Temperatura	12 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*

Caratteristiche del trattore		
Marca	NEW HOLLAND	
Modello	TS 100	
Potenza	100 Cv	73 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	N/D	
Numero ore lavorate	5.187	
Cabina	Presente insonorizzata - finestrini chiusi	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	Caricatore frontale CM - Modello RS 140 R
Capacità di carico	20 quintali
Collegamento trattore macchina operatrice	Portato (attacco a tre punti)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	N/D
Numero di giri motore (rpm)	1500
Marcia	2ª veloce

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	65,8	L_{Aeq} dB(A)	68,7	L_{Aeq} dB(A)	67,0
$L_{picco\ dB(Lin)}$	100,1	$L_{picco\ dB(Lin)}$	103,2	$L_{picco\ dB(Lin)}$	102,4
Media L_{Aeq}		67,16	Incertezza totale		± 1,1
Deviazione standard L_{Aeq}		1,19	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		103,20

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Lavorazione	67,16	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 68,2 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 33

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		MOVIMENTAZIONE CARICHI
Condizioni climatiche	Temperatura	12 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*
Note	Umidità terreno media

Caratteristiche del trattore		
Marca	NEW HOLLAND	
Modello	TS 100	
Potenza	100 Cv	73 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	N/D	
Numero ore lavorate	5.187	
Cabina	Presente insonorizzata - finestrini aperti	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	Caricatore frontale CM - Modello RS 140 R
Capacità di carico	20 quintali
Collegamento trattore macchina operatrice	Portato (attacco a tre punti)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	N/D
Numero di giri motore (rpm)	1500
Marcia	2ª veloce

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	77,4	L_{Aeq} dB(A)	78,0	L_{Aeq} dB(A)	77,6
$L_{picco\ dB(Lin)}$	105,3	$L_{picco\ dB(Lin)}$	108,2	$L_{picco\ dB(Lin)}$	107,1
Media L_{Aeq}		77,67	Incertezza totale		± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}		0,12	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		108,20

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Lavorazione	77,67	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 77,3 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 34

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		MOVIMENTAZIONE A BASSO CARICO
Condizioni climatiche	Temperatura	12 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*

Caratteristiche del trattore		
Marca	NEW HOLLAND	
Modello	TS 100	
Potenza	100 Cv	73 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	N/D	
Numero ore lavorate	5.187	
Cabina	Presente insonorizzata - finestrini aperti	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	Caricatore frontale CM - Modello RS 140 R
Capacità di carico	20 quintali
Collegamento trattore macchina operatrice	Portato (attacco a tre punti)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	N/D
Numero di giri motore (rpm)	1500
Marcia	2ª veloce

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	77,9	L_{Aeq} dB(A)	78,1	L_{Aeq} dB(A)	77,8
$L_{picco\ dB(Lin)}$	111,9	$L_{picco\ dB(Lin)}$	110,5	$L_{picco\ dB(Lin)}$	110,8
Media L_{Aeq}		77,93	Incertezza totale		± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}		0,12	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		111,90

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Lavorazione	77,93	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 77,5 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 35

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		MOVIMENTAZIONE CARICHI
Condizioni climatiche	Temperatura	18 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Medio impasto
Pendenza	*Pianura*

Caratteristiche del trattore		
Marca	FIAT	
Modello	780 DT	
Potenza	75 Cv	55 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	1980	
Numero ore lavorate	N/D	
Cabina	Assente - solo telaio a quattro montanti	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	Caricatore a forche ARGNANI
Collegamento trattore macchina operatrice	Portato (attacco a tre punti)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	8 - 9
Numero di giri motore (rpm)	1600 - 1700
Marcia	2ª veloce

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	84,5	L_{Aeq} dB(A)	84,6	L_{Aeq} dB(A)	84,2
$L_{picco\ dB(Lin)}$	105,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	105,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	106,4
Media L_{Aeq}	84,43	Incertezza totale	± 0,7		
Deviazione standard L_{Aeq}	0,17	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$	106,4		

Livelli della rumorosità rilevati in Autodislocamento					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	84,1	L_{Aeq} dB(A)	84,0	L_{Aeq} dB(A)	84,1
$L_{picco\ dB(Lin)}$	109,0	$L_{picco\ dB(Lin)}$	108,1	$L_{picco\ dB(Lin)}$	110,8
Media L_{Aeq}	84,05	Incertezza totale	± 0,7		
Deviazione standard L_{Aeq}	0,05	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$	110,8		

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Lavorazione	84,43	6,5
Autodislocamento	84,05	0,5
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 83,9 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 36

Scavo di fossi		
Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		SCAVO
Condizioni climatiche	Temperatura	12 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*

Caratteristiche del trattore		
Marca	NEW HOLLAND	
Modello	M 160	
Potenza	160 Cv	117 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	N/D	
Numero ore lavorate	5.489	
Cabina	Presente insonorizzata - finestrini chiusi	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	Scavafossi
Collegamento trattore macchina operatrice	Portato (attacco a tre punti)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	N/D
Numero di giri motore (rpm)	2350
Marcia	N/D

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	74,5	L_{Aeq} dB(A)	74,3	L_{Aeq} dB(A)	74,8
$L_{picco\ dB(Lin)}$	122,3	$L_{picco\ dB(Lin)}$	121,2	$L_{picco\ dB(Lin)}$	122,1
Media L_{Aeq}		74,53	Incertezza totale		± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}		0,20	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		122,30

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Scavo	74,53	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 74,3 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 37

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		SCAVO
Condizioni climatiche	Temperatura	12 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*
Note	Umidità terreno media

Caratteristiche del trattore		
Marca	NEW HOLLAND	
Modello	M 160	
Potenza	160 Cv	117 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	N/D	
Numero ore lavorate	5.489	
Cabina	Presente insonorizzata - finestrini aperti	
Trazione	4RM	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	Scavafossi
Collegamento trattore macchina operatrice	Portato (attacco a tre punti)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	N/D
Numero di giri motore (rpm)	2350
Marcia	N/D

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione							
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3		Rilievo n. 4	
L_{Aeq} dB(A)	86,0	L_{Aeq} dB(A)	86,2	L_{Aeq} dB(A)	86,0	L_{Aeq} dB(A)	86,4
$L_{picco\ dB(Lin)}$	111,2	$L_{picco\ dB(Lin)}$	112,8	$L_{picco\ dB(Lin)}$	111,4	$L_{picco\ dB(Lin)}$	111,5
Media L_{Aeq}		86,15		Incertezza totale		± 0,7	
Deviazione standard L_{Aeq}		0,16		Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		112,80	

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Scavo	86,15	6,5
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 85,6 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 38

Spandimento letame		
Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		SPANDIMENTO LETAME
Condizioni climatiche	Temperatura	12 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*
Note	Umidità terreno media

Caratteristiche del trattore		
Marca	NEW HOLLAND	
Modello	TM 165	
Potenza	165 Cv	121 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	N/D	
Numero ore lavorate	2.740	
Cabina	Presente insonorizzata - finestrini chiusi	
Trazione	4RM	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	Spandiletame ANNOVI
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainata (attacco gancio con occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	N/D
Numero di giri motore (rpm)	1500
Marcia	2ª media

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione							
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3		Rilievo n. 4	
L_{Aeq} dB(A)	70,1	L_{Aeq} dB(A)	69,5	L_{Aeq} dB(A)	69,9	L_{Aeq} dB(A)	70,0
$L_{picco\ dB(Lin)}$	106,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	104,2	$L_{picco\ dB(Lin)}$	105,3	$L_{picco\ dB(Lin)}$	103,8
Media L_{Aeq}			69,87	Incertezza totale			± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}			0,23	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$			106,60

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Lavorazione	69,87	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 70,2 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 39

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		SPANDIMENTO LETAME
Condizioni climatiche	Temperatura	12 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*
Note	Umidità terreno media

Caratteristiche del trattore		
Marca	NEW HOLLAND	
Modello	TM 165	
Potenza	165 Cv	121 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	N/D	
Numero ore lavorate	2.740	
Cabina	Presente insonorizzata - finestrini aperti	
Trazione	4RM	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	Spandiletame ANNOVI
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainata (attacco gancio con occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	N/D
Numero di giri motore (rpm)	1500
Marcia	2ª media

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione							
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3		Rilievo n. 4	
L_{Aeq} dB(A)	79,7	L_{Aeq} dB(A)	79,9	L_{Aeq} dB(A)	79,9	L_{Aeq} dB(A)	79,8
$L_{picco\ dB(Lin)}$	107,2	$L_{picco\ dB(Lin)}$	106,2	$L_{picco\ dB(Lin)}$	108,6	$L_{picco\ dB(Lin)}$	107,8
Media L_{Aeq}			79,82	Incertezza totale			± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}			0,08	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$			108,60

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Lavorazione	79,82	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 79,3 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 40

Falciatura e ranghinatura		
Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		FALCIATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	16 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*
Note	Umidità terreno medio-bassa

Caratteristiche del trattore		
Marca	NEW HOLLAND	
Modello	M 160	
Potenza	160 Cv	117 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	N/D	
Numero ore lavorate	5.489	
Cabina	Presente insonorizzata - finestrini aperti	
Trazione	4RM	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	FALCIATRICE KUHN Modello FC 303 YGL
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): N/D
	Larghezza di lavorazione (mm): 3000
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainata (gancio con occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	10 - 11
Numero di giri motore (rpm)	N/D
Marcia	1ª media

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	87,4	L_{Aeq} dB(A)	87,6	L_{Aeq} dB(A)	87,5
$L_{picco\ dB(Lin)}$	107,7	$L_{picco\ dB(Lin)}$	108,3	$L_{picco\ dB(Lin)}$	108,1
Media L_{Aeq}	87,5	Incertezza totale	± 0,7		
Deviazione standard L_{Aeq}	0,1	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$	108,30		

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Falciatura	87,5	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 86,9 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 41

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		FALCIATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	16 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*
Note	Umidità terreno medio-bassa

Caratteristiche del trattore		
Marca	NEW HOLLAND	
Modello	M 160	
Potenza	160 Cv	117 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	N/D	
Numero ore lavorate	5.489	
Cabina	Presente insonorizzata - finestrini chiusi	
Trazione	4RM	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	FALCIATRICE KUHN Modello FC 303 YGL - anno 2003
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): N/D
	Larghezza di lavorazione (mm): 3000
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainata (gancio con occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	10 - 11
Numero di giri motore (rpm)	N/D
Marcia	1ª media

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	75,6	L_{Aeq} dB(A)	75,3	L_{Aeq} dB(A)	75,4
$L_{picco\ dB(Lin)}$	112,2	$L_{picco\ dB(Lin)}$	116,2	$L_{picco\ dB(Lin)}$	113,3
Media L_{Aeq}		75,43	Incertezza totale		± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}		0,15	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		116,20

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Falciatura	75,43	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 75,1 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 42

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		RANGHINATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	18 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*
Note	Umidità terreno medio-bassa

Caratteristiche del trattore		
Marca	NEW HOLLAND	
Modello	TL 100 A	
Potenza	100 Cv	73 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	2004	
Numero ore lavorate	62	
Cabina	Presente insonorizzata - finestrini chiusi	
Trazione	4RM	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	RANGHINATORE KUHN Modello GA 7301
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): N/D
	Larghezza di lavorazione (mm): 5000
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainata (gancio con occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	4,5
Numero di giri motore (rpm)	1400
Marcia	1ª

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	72,8	L_{Aeq} dB(A)	72,6	L_{Aeq} dB(A)	72,6
$L_{picco\ dB(Lin)}$	112,7	$L_{picco\ dB(Lin)}$	112,2	$L_{picco\ dB(Lin)}$	112,3
Media L_{Aeq}		72,66	Incertezza totale		± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}		0,11	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		112,7

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Ranghinatura	72,66	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 72,6 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 43

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		RANGHINATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	18 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*

Caratteristiche del trattore		
Marca	NEW HOLLAND	
Modello	TL 100 A	
Potenza	100 Cv	74 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	2004	
Numero ore lavorate	62	
Cabina	Presente insonorizzata - finestrini aperti	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	RANGHINATORE KUHN Modello GA 7301
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): N/D
	Larghezza di lavorazione (mm): 5000
Collegamento trattore macchina operatrice	Trainata (gancio con occhione)

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	4,5
Numero di giri motore (rpm)	1400
Marcia	1ª

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	83,2	L_{Aeq} dB(A)	83,8	L_{Aeq} dB(A)	83,5
$L_{picco\ dB(Lin)}$	112,8	$L_{picco\ dB(Lin)}$	109,5	$L_{picco\ dB(Lin)}$	107,2
Media L_{Aeq}		83,5	Incertezza totale		± 0,7
Deviazione standard L_{Aeq}		0,3	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		112,80

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Ranghinatura	83,5	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 83,0 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 44

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		RANGHINATURA
Condizioni climatiche	Temperatura	29 °C
Tipo di coltura	Erbaio - medicaio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Medio impasto
Pendenza	*Pianura*
Note	Umidità terreno medio-bassa

Caratteristiche del trattore		
Marca	MASSEY FERGUSSON	
Modello		
Potenza	65 Cv	48 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	N/D	
Numero ore lavorate	N/D	
Cabina	Assente	
Trazione	2RM	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	RANGHINATORE KUHN Modello GA 301 GH
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm): N/D
	Larghezza di lavorazione (mm): N/D
Collegamento trattore macchina operatrice	Portata

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	4 - 5
Numero di giri motore (rpm)	1500
Marcia	2ª

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	83,0	L_{Aeq} dB(A)	85,2	L_{Aeq} dB(A)	85,1
$L_{picco\ dB(Lin)}$	101,3	$L_{picco\ dB(Lin)}$	102,7	$L_{picco\ dB(Lin)}$	103,0
Media L_{Aeq}		84,43	Incertezza totale		± 1,0
Deviazione standard L_{Aeq}		1,01	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		103,0

Livelli della rumorosità rilevati in Autodislocamento					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	87,4	L_{Aeq} dB(A)	88,5	L_{Aeq} dB(A)	86,9
$L_{picco\ dB(Lin)}$	103,3	$L_{picco\ dB(Lin)}$	105,0	$L_{picco\ dB(Lin)}$	103,1
Media L_{Aeq}		87,6	Incertezza totale		± 0,8
Deviazione standard L_{Aeq}		0,67	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		105,0

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Ranghinatura	84,43	6,5
Autodislocamento	87,6	0,5
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 84,2 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		

Scheda dati n. 45

Fase di lavoro e condizioni ambientali durante la misura		
Fase di lavoro		FALCIATURA E CARICAMENTO FORAGGIO
Condizioni climatiche	Temperatura	15 °C
Tipo di coltura	Cereali - foraggio	

Caratteristiche del terreno	
Tessitura	Sabbioso - limoso
Pendenza	*Pianura*
Note	Umidità terreno bassa

Caratteristiche della macchina semovente		
Marca	NEW HOLLAND	
Modello	FX 50	
Potenza	500 Cv	367 Kw
Organi di propulsione	Ruote gommate	
Anno di immatricolazione	2004	
Numero ore lavorate	80	
Cabina	Presente insonorizzata, climatizzata - finestrini chiusi	
Trazione	2RM	

Caratteristiche della macchina operatrice	
Tipologia	TRINCIAERBA
Organi lavoranti	Profondità di lavorazione (mm):
	Larghezza di lavorazione (mm):

Condizioni di lavoro durante la misura	
Velocità di avanzamento (km/h)	5 ÷ 6
Numero di giri motore (rpm)	1200
Marcia	2ª

Livelli della rumorosità rilevati in lavorazione					
Rilievo n. 1		Rilievo n. 2		Rilievo n. 3	
L_{Aeq} dB(A)	84,0	L_{Aeq} dB(A)	85,7	L_{Aeq} dB(A)	84,9
$L_{picco\ dB(Lin)}$	121,4	$L_{picco\ dB(Lin)}$	117,9	$L_{picco\ dB(Lin)}$	117,5
Media L_{Aeq}		84,87	Incertezza totale		± 0,9
Deviazione standard L_{Aeq}		0,69	Max $L_{picco\ dB(Lin)}$		121,40

Esposizione - Giornata tipo		
Operazione	L_{Aeq} dB(A)	Impiego (ore)
Lavorazione	84,87	7
Lavori manuali	74,3	0,5
Tempi di attesa	67,5	0,5
Livello di Esposizione giornaliera ($L_{EP,d}$) [dB (A)]: 84,3 [dB (A)]		
Tempo limite a 90 dB(A): non raggiunto		