

Gli inserti di

ISL

IGIENE & SICUREZZA DEL LAVORO

Mensile di aggiornamento giuridico e di orientamento tecnico

Anno XVII, giugno 2013, n. 6
Direzione e Redazione
Strada 1 Palazzo F6
20090 Millemortori Assago

6

➔ **INSERTO**
**VALUTAZIONE
DEL RUMORE
IN UNA CARPENTERIA
METALLICA**

Andrea Rotella



IPSOA

Gruppo Wolters Kluwer

Sommario

Premessa	III
Le norme tecniche	IV
<i>Misurazioni basate sui compiti</i>	IV
<i>Misurazioni basate sulle mansioni</i>	V
<i>Misurazioni sulla giornata intera</i>	VI
<i>Valutazione dell'incertezza</i>	VI
Un esempio di valutazione del rumore	VI
<i>Ciclo lavorativo</i>	VI
<i>Rilievi strumentali</i>	VII
<i>Elenco dei compiti svolti</i>	VIII
Schede di valutazione individuali dell'esposizione al rumore	VIII
Dispositivi di protezione individuale per l'udito	XVI
Riepilogo dei risultati e verifica del rispetto dei valori limite di esposizione	XVII
Interazione del rumore con sostanze ototossiche e vibrazioni	XVIII
Misure tecniche, organizzative e procedurali	XVIII



IPSOA

Gruppo Wolters Kluwer

MILANOFIORI ASSAGO, Strada 1, Palazzo F6, Tel. 02.82476.090

Valutazione del rumore in una carpenteria metallica

Andrea Rotella - Ingegnere, Consulente per la sicurezza

Premessa

Il fenomeno delle malattie professionali da rumore continua a mantenere una grande rilevanza in termini sociali e sanitari, nonostante gli sforzi compiuti nell'ultimo decennio in ambito prevenzionistico. Certamente, il numero di denunce ha subito un importante ridimensionamento rispetto al passato, ma i danni provocati dal rumore continuano a mantenere la loro drammatica attualità, come dimostrano le ultime statistiche pubblicate dall'INAIL (Tabella 1).

Dunque, tra le malattie professionali denunciate nel 2011 sono 5.636 i casi di ipoacusia da rumore, ossia la sordità bilaterale causata dalla continua e prolungata esposizione al rumore, il 12,1% del totale delle denunce di malattie professionali, numeri che certamente non possono essere ignorati, soprattutto se si guarda la tendenza di settori come quello dell'agricoltura in cui nell'ultimo quinquennio il numero delle denunce di ipoacusia è salito del 122%.

È pur vero che nel medesimo periodo il numero complessivo in tutti i settori di denunce di malattie professionali sia salito del 383% (fenomeno iniziato nel 2004), soprattutto per effetto del decreto ministeriale relativo alle nuove tabelle delle malattie professionali

(D.M. 9 aprile 2008) che ha aumentato il livello di dettaglio nella definizione delle patologie.

Si riconosce ampiamente, in ogni caso, come i presenti risultati, che evidenziano comunque una diminuzione del fenomeno rispetto al passato, siano da attribuirsi in larga parte alla maggiore consapevolezza da parte dei lavoratori su questo rischio specifico e ad una incrementata attività di prevenzione sui luoghi di lavoro iniziata nel 1991 con il D.Lgs. n. 277/1991, che introdusse per la prima volta l'obbligo di procedere alla valutazione del rischio da rumore negli ambienti di lavoro.

Come noto, la normativa ha poi subito un'importante rivisitazione con il D.Lgs. n. 195/2006 la cui azione è stata proseguita dal D.Lgs. n. 81/2008 con il Titolo VIII, Capo II attualmente vigente.

Nel contempo, l'azione legislativa è stata accompagnata dall'evoluzione della normativa tecnica in materia, con specifico riferimento alle norme necessarie alla misurazione del rumore negli ambienti di lavoro, alla scelta dei DPI di protezione per l'udito e alla determinazione dell'attenuazione degli stessi e, infine, alla definizione del programma aziendale di riduzione dell'esposizione al rumore.

Tabella I - Numero di denunce di malattie professionali (ipoacusia da rumore) per anno

Settore	Anno				
	2007	2008	2009	2010	2011
Agricoltura	277	265	359	565	615
Industria e servizi	5888	5695	5251	5584	4992
Dipendenti conto Stato	75	32	33	33	29
Totale ipoacusie da rumore	6240	5992	5643	6182	5636
% sul totale delle malattie denunciate	21,6	19,9	16,2	14,6	12,1

Le norme tecniche

Senza alcuna pretesa di esaustività in ordine ai contenuti delle norme tecniche a cui si accennava poc'anzi, è tuttavia necessario richiamarne i contenuti principali e le metodologie in esse contenute al fine di meglio comprendere le scelte e i calcoli che saranno eseguiti in seguito quando verrà presentato il caso di una valutazione del rumore all'interno di una carpenteria metallica.

Le due fondamentali norme necessarie all'esecuzione di una misurazione del rumore, al calcolo dei livelli di esposizione e dell'incertezza ad essi associata sono:

- UNI 9432:2011 «Determinazione del livello di esposizione personale al rumore»;
- UNI EN ISO 9612:2011 «Determinazione al rumore negli ambienti di lavoro».

In effetti, la principale norma di riferimento è la UNI EN ISO 9612 che sostituisce la Norma UNI 9432:2008. Tuttavia, al fine di semplificare alcune procedure contenute all'interno di questa norma e per meglio adattarla alla normativa italiana, l'ente di unificazione ha redatto un ulteriore aggiornamento della UNI 9432, entrata in vigore a marzo 2011 che può a tutti gli effetti considerarsi un'integrazione delle UNI EN ISO 9612, con particolare riferimento a tre aspetti:

- 1) definizione di alcuni metodi semplificati per la valutazione dei livelli sonori di esposizione;
- 2) definizione dei metodi di calcolo della protezione offerta dai DPI per l'udito;
- 3) definizione della protezione offerta dai DPI per l'udito in condizioni reali di utilizzo;
- 4) metodo per valutare il superamento o meno delle soglie previste dal D.Lgs. n. 81/2008.

In effetti vale la pena anticipare come le modalità di misurazione previste dalla Norma UNI EN ISO

9612:2011 siano alquanto più complesse rispetto a quelle previste dalla precedente normativa tecnica.

La principale novità introdotta da questa norma e da cui dipenderà la necessità di eseguire o meno un numero elevato di misurazioni è la definizione infatti di tre differenti strategie di misurazione che permettono di ricostruire l'esposizione nella giornata lavorativa nominale del lavoratore:

- strategia di misurazione basata sui compiti;
- strategia di misurazione basata sulle mansioni;
- strategia di misurazione a giornata intera.

La norma stessa (nel prospetto B.1) consiglia di scegliere l'una o l'altra strategia in funzione della situazione riscontrata nell'ambiente di lavoro, con una logica che può ricondursi alle seguenti indicazioni riportate in Tabella 2.

Misurazioni basate sui compiti

Una prima considerazione necessaria alla comprensione dei metodi è la distinzione tra compiti e mansioni. Identificando con il termine "mansione" l'insieme delle attività svolte dal lavoratore, il "compito" altro non è che una parte specifica della mansione (per fare un esempio, se la mansione del lavoratore è quella del falegname, alcuni suoi compiti sono il taglio con sega a nastro, la fresatura con la *toupie*, la carteggiatura manuale/meccanica ecc.).

L'insieme dei compiti svolti (cui aggiungere eventualmente le pause tecniche o fisiologiche) costituisce la mansione, la quale, a sua volta, ha una durata pari alla giornata lavorativa.

La suddivisione della mansione in compiti è una libera scelta del tecnico valutatore. Essi, ad esempio, almeno in prima battuta, non devono necessariamente coincidere con una singola fase lavorativa, ma possono com-

Tabella 2 - Strategie di misurazione del rumore

Tipologia o modalità di lavoro	Strategia di misurazione		
	Strategia 1 misurazioni basate sui compiti	Strategia 2 misurazioni basate sulle mansioni	Strategia 3 misurazioni a giornata intera
Postazione di lavoro fissa - Compito unico o semplice	√*	—	—
Postazione di lavoro fissa - Compiti complessi	√*	√	√
Lavoratore in movimento - Modalità prevedibile - Ridotto numero di compiti	√*	√	√
Lavoratore in movimento - Modalità prevedibile - Elevato numero di compiti o modalità di lavoro complessa	√	√	√*
Lavoratore in movimento - Modalità imprevedibile	—	√	√*
Lavoratore stazionario o in movimento - Compiti multipli con durate dei compiti non specificate	—	√*	√
Lavoratore stazionario o in movimento - Nessun compito assegnato	—	√*	√

√ La strategia può essere utilizzata
* Strategia consigliata

prendere anche più fasi, intendendo per «fase» un'attività lavorativa elementare. L'aspetto più rilevante che identifica il compito è, come indicato al punto 9.1 della Norma UNI EN ISO 9612:2011, che il livello equivalente misurato sia ripetibile, ovvero sostanzialmente il compito deve generare sempre lo stesso rumore in termini di intensità e frequenza.

Evidentemente, per poter ricorrere alla strategia di misurazione basata sui compiti, è necessario che la mansione possa essere suddivisa in compiti ben definiti e, altrettanto evidentemente, per poter giungere successivamente ad un risultato che sia rappresentativo dell'esposizione professionale del lavoratore, le giornate lavorative o, al più, le settimane lavorative devono essere identiche le une alle altre, ovvero il ciclo lavorativo riferito a quella specifica mansione deve essere costante in termini di durata dei compiti e di livelli sonori.

Analizzando i contenuti della norma si evince come l'applicazione di questa strategia comporti l'esecuzione di almeno tre misure per ciascun compito svolto dal lavoratore (cui potrebbero aggiungersene anche altre, come vedremo, nel caso di variabilità eccessiva dei livelli equivalenti), ciascuna della durata di almeno 5 minuti (il che equivale ad una durata complessiva di almeno 15 minuti di campionamento per compito). Dunque l'onerosità del metodo è direttamente proporzionale al numero di compiti di cui è composta la mansione e, nel caso di cicli lavorativi anche ben definiti, ma complessi, potrebbe essere in certi casi conveniente rivolgersi ad una delle altre due strategie di misurazione.

Difatti, indicando con T_m la durata del compito e con t_m la durata delle misurazioni, varranno le seguenti indicazioni fornite dalla Norma UNI EN ISO 9612:2011, come riportate in Tabella 3.

La Norma UNI 9432:2011 permette, tuttavia, in alcuni casi e dietro attenta scelta da parte del lavoratore di ridurre gli oneri di misurazione, in particolare attraverso la decisione di misurare la condizione operativa più rumorosa eseguendo un'unica misurazione di durata corrispondente alla durata del compito stesso.

Alle tre misurazioni «canoniche» previste dalla Norma UNI EN ISO 9612:2011 potrebbero aggiungersene altre nel caso in cui, come anticipato, vi fosse una fluttuazione elevata dei livelli equivalenti che comportasse una differenza tra il livello massimo misurato e il minimo superiore a 3 dB(A).

Una volta effettuate tutte le misure per ciascun compito m , il valore del livello continuo equivalente ad esso riferito $L_{Aeq,T,m}$, rappresentativo del contenuto energetico del compito stesso e che dovrà essere utilizzato, nei passaggi successivi per determinare l'esposizione per-

sonale quotidiana del lavoratore, sarà dato dalla seguente relazione:

$$L_{Aeq,T,m} = 10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \times L_{Aeq,T,m_i}} \right)$$

dove:

- L_{Aeq,t,T,m_i} è il livello equivalente ponderato A dell' i -esimo compito di durata m ;
- i è il numero del campione del compito m ;
- n è il numero totale dei campionamenti effettuati per il compito m (minimo 3).

Noti i livelli equivalenti associati a ciascun compito sarà agevole calcolare il livello di esposizione giornaliera del lavoratore $L_{EX,8h}$ attraverso la seguente relazione:

$$L_{EX,8h} = 10 \log \left(\sum_{m=1}^M \frac{\bar{T}_m}{T_0} 10^{0,1 \times L_{Aeq,T,m}} \right)$$

dove:

- $L_{Aeq,t,T,m}$ è il livello equivalente ponderato A dell' i -esimo compito di durata m ;
- \bar{T}_m è la media aritmetica delle durate del compito m (ovvero la durata esatta del compito m , qualora essa fosse determinabile con precisione);
- T_0 è la durata di riferimento della giornata lavorativa nominale $T_0 = 8h = 480$ min;
- m è il numero del compito;
- M è il numero totale dei compiti che compongono la mansione.

Misurazioni basate sulle mansioni

La presente strategia costituisce, in effetti, una novità introdotta dalla Norma UNI EN ISO 9612:2011 rispetto alle modalità con le quali si è storicamente proceduto alla misurazione dell'esposizione al rumore dei lavoratori. Il suo approccio è squisitamente statistico e consiste in un prelievo di campioni casuali nell'arco della giornata lavorativa, ma in numero e durata complessiva predefiniti sulla base della dimensione del "gruppo omogeneo".

La casualità del prelievo dei campioni costituisce il punto di forza di questa strategia poiché ne consente l'applicazione anche in situazioni in cui l'attività lavorativa fosse complessa e variabile in modo sostanzialmente imprevedibile (purché la mansione sia sempre la stessa), senza però necessariamente essere costretti a ricorrere ad una serie di misure eseguite per l'intera giornata (anche se, come si vedrà, la durata complessiva delle misurazioni eseguite in linea con questa strategia, non è comunque bassa).

I due punti deboli di questa strategia di campionamento sono che al termine della misurazione si avranno dei dati rappresentativi di tutto ciò che è accaduto durante la fase di misurazione, senza però poter sapere quali

Tabella 3 - Misurazione del rumore basata sui compiti (UNI EN ISO 9612:2011)

Caratteristiche temporali del compito	Durata minima della misura t_m
$T_m > 5$ minuti	$t_m = 5$ minuti
$T_m < 5$ minuti	$t_m = T_m$
Rumore ciclico	$t_m = 5$ minuti AND = 3 cicli interi

siano stati i momenti o le operazioni più rumorose e, inoltre, come si vedrà durante l'esposizione del calcolo delle incertezze derivanti dalle misure, solo al termine della campagna di campionamenti si potrà sapere se le rilevazioni effettuate possano essere accettate o, al contrario, debbano essere rigettate.

Un altro ulteriore vantaggio rispetto alla strategia per compiti è che in questo caso non è necessario rilevare la durata dei singoli compiti col duplice beneficio di ridurre il tempo da spendere per questa indagine e gli errori che si possono commettere.

Con la strategia in esame, infatti, la definizione dei gruppi omogenei rappresenta la principale scelta che il tecnico valutatore è chiamato ad operare per una corretta applicazione del metodo. È importante precisare che un'errata scelta di questo parametro fondamentale, potrebbe introdurre un'eccessiva variabilità dei risultati dei campionamenti che, a sua volta, potrebbe comportare la ripetizione della serie di misure che, come si è già avuto modo di accennare, non sono di breve durata. Una volta che siano stati definiti i gruppi omogenei, sulla base del Prospetto 1 contenuto nella Norma UNI EN ISO 9612:2011 23/29 maggio 2013, sarà possibile ricavare quale debba essere la durata cumulativa delle misurazioni da eseguire, fermo restando che il numero di campioni da rilevare non dovrà essere in nessun caso inferiore a 5.

Vale la pena rilevare che aumentare il numero dei campioni riduce notevolmente l'incertezza complessiva.

Una volta effettuate le misurazioni, quale che sia il loro numero (comunque, ribadiamolo, non inferiore a 5), il livello di esposizione personale $L_{EX,8h}$ sarà dato dalla seguente relazione:

$$L_{EX,8h} = 10 \log \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1 \times L_{Aeq,T_i}} \right)$$

dove:

– L_{Aeq,T_i} è il livello continuo equivalente dell'*i*-esimo campione rilevato;

– N è il numero totale dei campioni rilevati.

Per conoscere il livello di esposizione personale riferito ad una giornata nominale di 8h occorrerà applicare la relazione seguente:

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,T_e} + 10 \log \frac{T_e}{T_0}$$

È opportuno precisare che, qualora dalla valutazione delle incertezze associate alle misure emergesse un contributo dovuto al campionamento superiore (denominato $c_1 \cdot u_1$) a 3,5dB(A), si dovrebbe procedere alla modifica del gruppo omogeneo e all'esecuzione di una nuova campagna di misure o incrementare il numero di misurazioni per "diluire" l'errore.

Misurazioni sulla giornata intera

Di tutte e tre le strategie di misurazione questa è indubbiamente la più semplice a livello concettuale e anche in termini di complessità di calcolo: si tratta di rilevare, mediante misuratore personale, l'esposizione del lavoratore durante la sua intera giornata lavorativa.

Il numero dei campioni da rilevare non può comunque essere inferiore a 3, di durata pari alla giornata effettiva del lavoratore.

Evidentemente, il vantaggio di questa strategia è quello di poter essere impiegata nel caso in cui l'attività lavorativa sia altamente variabile o senza tempi di ciclo prefissati.

Gli svantaggi sono essenzialmente due: il primo è, chiaramente, l'elevato numero di ore richiesto per effettuare i campionamenti (elemento che, tutto sommato, in alcuni casi potrebbe non essere particolarmente sgradito, dato l'impiego di misuratori personali che non impongono al tecnico valutatore una continua presenza e monitoraggio); il secondo svantaggio è invece determinato dal fatto che la Norma UNI EN ISO 9612:2011 prevede che, qualora i risultati delle tre misurazioni differiscano di oltre 3 dB(A), si debba procedere al rilievo di almeno altre due misure giornaliere.

La relazione per il calcolo dell'esposizione è la stessa già vista per la strategia per mansioni.

Valutazione dell'incertezza

Occorre ricordare che l'art. 190, comma 4 del D.Lgs. n. 81/2008 prevede espressamente che: «Nell'applicare quanto previsto nel presente articolo, il datore di lavoro tiene conto dell'incertezza delle misure determinate secondo la prassi metrologica.»

La corretta valutazione delle incertezze di misura è pertanto parte integrante della documentazione a supporto della valutazione del rischio e, in tal senso, poiché la norma di legge richiama espressamente la prassi metrologica e la Norma UNI EN ISO 9612:2011 assicura l'assenza di *errori sistematici* solo in caso di rispetto rigoroso dei requisiti della norma stessa, appare in tutta la sua evidenza la necessità di attenersi scrupolosamente a tutte le indicazioni sinora viste.

Il punto 14 della UNI EN ISO 9612:2011 afferma che: «L'incertezza estesa di misurazione, assieme al fattore di copertura corrispondente, deve essere dichiarata per un intervallo unilaterale di confidenza del 95%.»

In funzione della strategia di misurazione selezionata, la Norma UNI EN ISO 9612:2011 fornisce differenti modalità di determinazione dell'incertezza. Va altresì evidenziato come in allegato alla norma venga consegnato un foglio di calcolo che consente l'esecuzione dei computi necessari.

Un esempio di valutazione del rumore

Ciclo lavorativo

L'azienda oggetto della presente valutazione è inserita all'interno del comparto della fabbricazione di serramenti in alluminio, principalmente per edilizia civile ma anche per ambito commerciale e del terziario e, specificatamente, di porte e finestre per esterni e interni, anche di foggia non standard. Per quanto riguarda il settore industriale, l'applicazione di tale serramentistica, dove presente, è normalmente limitata agli uffici. Per la fabbricazione degli infissi vengono solitamente utilizzati profilati in alluminio e raramente barre di ferro (in funzione delle richieste del cliente) e il serramento viene di norma installato sull'edificio del cliente dal

serramentista medesimo, che quindi in questo caso fornisce il prodotto finito.

Il ciclo lavorativo dell'azienda è quello tipico del comparto produttivo in esame: ricevuta la commessa da parte del cliente, i profili necessari all'ottenimento del prodotto finito vengono prelevati dal magazzino e movimentati a mano da due addetti per essere posizionati in prossimità delle macchine di prima lavorazione. Normalmente, i profili di alluminio vengono inizialmente tagliati con una troncatrice a doppia testa fino a renderli della dimensione voluta. Con questa macchina è possibile realizzare tagli ortogonali rispetto all'asse della barra di alluminio o inclinati, a seconda del prodotto finale che dovrà essere realizzato.

Dopo questa prima fase di taglio, le barre già lavorate, prima di essere sottoposte all'assemblaggio vero e proprio, vengono predisposte per tale operazione mediante l'utilizzo della macchina punzonatrice e del trapano a colonna, necessari per la realizzazione dei buchi di fissaggio.

Infine si procede all'assemblaggio manuale, tipicamente mediante l'inserzione lungo le apposite guide delle guaine per la successiva installazione del vetro, il montaggio delle viti e degli inserti angolari. Queste ultime operazioni avvengono essenzialmente grazie all'uso di attrezzature manuali o di avvitatori a batteria.

Le fasi di lavorazione su esposte vengono eseguite in ogni caso, qualunque sia il prodotto finito da realizzare. Tuttavia, a seconda delle commesse, possono essere previste altre fasi di lavorazione, eseguite generalmente dopo l'operazione di taglio con la troncatrice a doppia testa:

- a) per la realizzazione, ad esempio, dei fascioni per le porte, la barra di alluminio viene prima lavorata con la fresa intestatrice e successivamente passata sul pantografo per la produzione dello scasso nel quale si dovrà installare la maniglia e la serratura;
- b) per il taglio di barre di metallo, operazione effettuata per la verità molto di rado essendo l'attività tipicamente rivolta all'alluminio, deve essere utilizzata l'apposita sega a nastro;
- c) per il taglio delle astine per le zanzariere e per altre

lavorazioni secondarie, rispetto alla realizzazione dell'infixo vero e proprio, viene utilizzata la troncatrice monotesta.

L'azienda in questione, da un punto di vista delle dotazioni strumentali necessarie allo svolgimento dell'attività, utilizza attrezzature tipiche del comparto, come di seguito elencato in Tabella 4.

Per lo svolgimento dell'attività lavorativa, all'interno dell'azienda, sono presenti 6 lavoratori subordinati, tre dei quali svolgono le mansioni di "operaio specializzato" (lavoratori n. 1, n. 2 e n. 3), lavorando anche sulle macchine, uno di loro è "apprendista" (lavoratore n. 4) e svolge essenzialmente lavori manuali o di assistenza, altri due (lavoratori n. 5 e n. 6) che in qualità di "installatori" operano per lo più nei cantieri di installazione (piccole abitazioni). All'interno dei cantieri di installazione si adoperano piccoli attrezzi manuali, avvitatori e trapani a batteria, una troncatrice da cantiere e la smerigliatrice angolare.

Rilievi strumentali

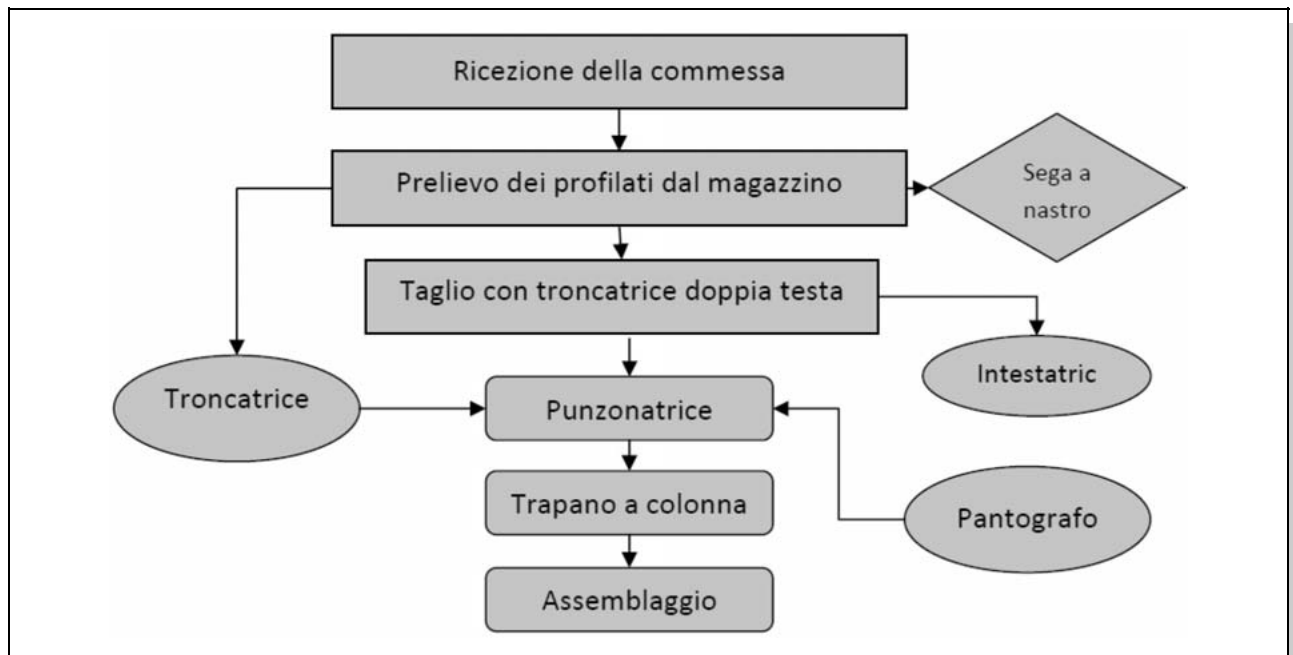
I rilievi fonometrici sono stati effettuati nelle seguenti condizioni operative:

- impianti in normale regime di funzionamento;
- macchine in esame in condizioni operative di funzionamento tipico;
- parametri microclimatici standard e ricompresi tra i valori di corretto funzionamento dello strumento;
- strumentazione impiegata: fonometro di classe 1, conforme alla Norma CEI EN 61672, banco di filtri di ottava, conforme alla classe 1 della Norma CEI EN 61260, calibratore conforme alla classe 1 della Norma CEI EN 60942, misuratore personale di esposizione conforme alla Norma IEC 62252;
- le misure con il fonometro sono state eseguite con il lavoratore presente, ubicato in corrispondenza della usuale postazione di lavoro e il microfono del fonometro posizionato a circa 20 cm dall'orecchio più esposto, orientato nella stessa direzione dello sguardo del lavoratore durante l'esecuzione dell'attività;
- le misure con misuratore personale dell'esposizione sono state eseguite posizionando il microfono a circa

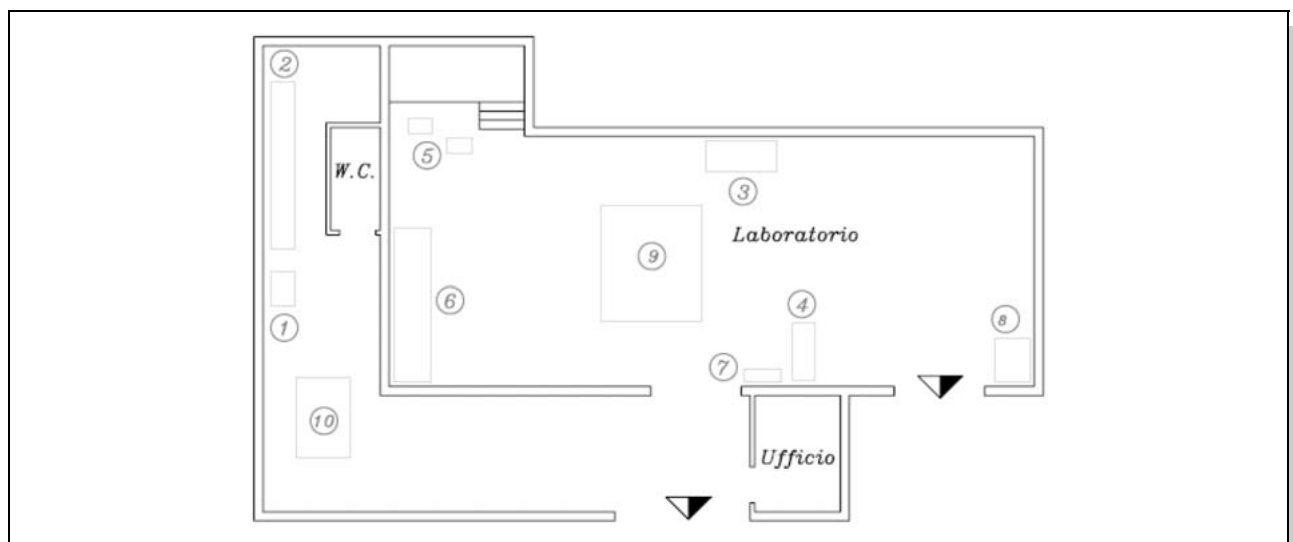
Tabella 4 - Attrezzature tipiche del comparto

Macchine e/o attrezzature	Riferimento Planimetria
Sega a nastro	1
Troncatrice monotesta	2
Pantografo	3
Punzonatrice	4
Punzonatrice	5
Troncatrice doppia testa	6
Trapano a colonna	7
Intestatrice	8
Postazione di assemblaggio interna al laboratorio	9
Postazione di assemblaggio esterna al laboratorio	10
Smerigliatrice angolare	—

Work-flow



Planimetria



10 cm dall'orecchio del lavoratore ad un'altezza di circa 4 cm sopra la sua spalla;

– le misure sono state protratte per un tempo sufficiente a descrivere la variabilità dei livelli sonori (trattasi nello specifico di rumore fluttuante con alcune caratteristiche di impulsività) e congruo al fine di valutare l'esposizione al rumore del lavoratore;

– 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 fosse superiore a 0.5 dB) (Norma UNI 9432:2011).

Elenco dei compiti svolti

Si riepilogano in Tabella 5 le descrizioni dei compiti cui sono solitamente adibiti i lavoratori del comparto.

Schede di valutazione individuali dell'esposizione al rumore

Dall'analisi del ciclo produttivo emerge che in linea di massima i lavoratori non sono assegnati ciascuno ad una specifica macchina, ma effettuano delle opportune turnazioni tra queste, a seconda delle esigenze produttive dell'azienda.

Il lavoro si svolge quasi esclusivamente all'interno del laboratorio ove avvengono la maggior parte delle operazioni di assemblaggio e di lavorazione (taglio, fresatura, punzonatura) del pezzo. Alcune macchine sono utilizzate molto raramente nel ciclo produttivo (pantografo, sega a nastro, intestatrice, troncatrice monotesta: il loro utilizzo è limitato a pochi minuti al mese), ma si è comunque considerato cautelativamente il loro contri-

Tabella 5 - Descrizione dei compiti ai cui sono addetti i lavoratori dell'azienda

Compito	Descrizione	Operai coinvolti
1	Operazioni manuali di assemblaggio (uso di attrezzi manuali e avvitatori a batteria) svolte sulla postazione esterna al laboratorio (Rif. Plan. 10) con la presenza contemporanea nell'ambiente di tutte le altre lavorazioni. La misurazione tiene conto di tutto il ciclo completo di lavorazione eseguito dal dipendente (installazione di guarnizioni, squadracce angolari, posa in opera del vetro, uso dell'avvitatore)	Lavoratore n. 1 Lavoratore n. 3 Lavoratore n. 4
2	Uso del pantografo. La misurazione comprende il ciclo completo di una lavorazione e pertanto tiene conto dei tempi necessari alla sistemazione dei pezzi da lavorare, alla realizzazione dello scasso, alla rimozione dalla macchina del pezzo già lavorato. La valutazione è stata effettuata con la presenza contemporanea della troncatrice a doppia testa in azione e utilizzando la punta più rumorosa (quella necessaria per la realizzazione degli scassi più profondi)	Lavoratore n. 1 Lavoratore n. 2 Lavoratore n. 3
3	Uso del trapano a colonna. La misurazione comprende il ciclo completo di una lavorazione e pertanto tiene conto dei tempi necessari alla sistemazione dei pezzi da lavorare, alla realizzazione del foro, alla rimozione dalla macchina del pezzo già lavorato.	Lavoratore n. 1 Lavoratore n. 2 Lavoratore n. 3 Lavoratore n. 4
4	Uso delle punzonatrici. La misurazione è stata eseguita con la presenza contemporanea di altre lavorazioni nell'ambiente	Lavoratore n. 1 Lavoratore n. 2 Lavoratore n. 3 Lavoratore n. 4
5	Uso dell'intestatrice. La misurazione è stata eseguita con la presenza contemporanea di altre lavorazioni nell'ambiente	Lavoratore n. 1
6	Uso della troncatrice monotesta. La misurazione comprende il ciclo completo di una lavorazione e pertanto tiene conto dei tempi necessari alla sistemazione dei pezzi da lavorare, alla realizzazione del taglio, alla rimozione dalla macchina del pezzo già lavorato. La misura è stata eseguita nella condizione più rumorosa prolungando la misura per l'intera durata del compito.	Lavoratore n. 1 Lavoratore n. 2
7	Uso della smerigliatrice angolare. La misurazione è stata eseguita con la presenza contemporanea di altre lavorazioni nell'ambiente.	Lavoratore n. 1
8	Uso della sega a nastro. La misurazione comprende il ciclo completo di una lavorazione e pertanto tiene conto dei tempi necessari alla sistemazione dei pezzi da lavorare, alla realizzazione del taglio, alla rimozione dalla macchina del pezzo già lavorato. La misura è stata eseguita nella condizione più rumorosa prolungando la misura per l'intera durata del compito.	Lavoratore n. 1 Lavoratore n. 2
9	Attività all'interno dell'ufficio.	Lavoratore n. 1
10	Pause tecniche e fisiologiche in presenza di altre lavorazioni nell'ambiente.	Lavoratore n. 1 Lavoratore n. 2 Lavoratore n. 3 Lavoratore n. 4
11	Operazioni manuali di assemblaggio (uso di attrezzi manuali e avvitatori a batteria) svolte sulla postazione interna al laboratorio (Rif. Plan. 09). La misurazione tiene conto di tutto il ciclo completo di lavorazione eseguito dal dipendente (installazione di guarnizioni, squadracce angolari, posa in opera del vetro, uso dell'avvitatore).	Lavoratore n. 2
12	Operazioni manuali di assemblaggio (uso di attrezzi manuali e avvitatori a batteria) svolte sulla postazione interna al laboratorio (Rif. Plan. 09) con la presenza contemporanea nell'ambiente del rumore prodotto dalla troncatrice a doppia testa. La misurazione tiene conto di tutto il ciclo completo di lavorazione eseguito dal dipendente (installazione di guarnizioni, squadracce angolari, posa in opera del vetro, uso dell'avvitatore).	Lavoratore n. 2 Lavoratore n. 3 Lavoratore n. 4
13	Impiego della troncatrice a doppia testa. L'operazione comprende la programmazione della macchina, la sistemazione del pezzo da lavorare, il taglio vero e proprio, la rimozione del pezzo tagliato.	Lavoratore n. 2
14	Pulizia dell'ambiente di lavoro in presenza di altre lavorazioni nell'ambiente.	Lavoratore n. 4
15	Attività di cantiere consistente nello smontaggio e montaggio di infissi, tramite l'impiego di attrezzi manuali, avvitatori e trapani a batteria, smerigliatrice angolare e troncatrice da cantiere. L'attività svolta comprende anche il carico e lo scarico dei materiali di risulta ed il trasporto, comprensivo anche dei tempi di trasferimento al cantiere	Lavoratore n. 5 Lavoratore n. 6

buto esaminando la condizione più svantaggiata di massimo uso di tutte le attrezzature presenti, in particolare in termini di tempi di utilizzo.
Viste le caratteristiche del ciclo lavorativo, si è ritenuto

opportuno procedere utilizzando la “strategia per compiti”, ai sensi della Norma UNI EN ISO 9612:2011 per i lavoratori n. 1, n. 2, n. 3 e n. 4 (v. Tabella 6).

Tabella 6 - Risultati della misurazione per i lavoratori specializzati (n. 1, n. 2 e n. 3) e l'apprendista (n. 4) Lavoratore n. 1

Compito n. 1					
<i>N. misura</i>	<i>Durata misura [min]</i>	<i>L_{Aeq,T} [dB(A)]</i>	<i>Durata compito [min]</i>	<i>P_{peak} [dB(C)]</i>	<i>Strumentazione impiegata</i>
1	30	70,5	240	95,8	Misuratore di esposizione personale
2	30	72,8	300	99,7	
3	30	71,7	290	103,6	
Compito n. 2					
<i>N. misura</i>	<i>Durata misura [min]</i>	<i>L_{Aeq,T} [dB(A)]</i>	<i>Durata compito [min]</i>	<i>P_{peak} [dB(C)]</i>	<i>Strumentazione impiegata</i>
1	7	91,7	20	113,7	Fonometro di classe I
2	7	91,3	30	110,2	
3	7	93,4	40	107,1	
Compito n. 3					
<i>N. misura</i>	<i>Durata misura [min]</i>	<i>L_{Aeq,T} [dB(A)]</i>	<i>Durata compito [min]</i>	<i>P_{peak} [dB(C)]</i>	<i>Strumentazione impiegata</i>
1	5	78,3	10	105,7	Fonometro di classe I
2	5	80,2	10	96,0	
3	5	80,6	10	104,9	
Compito n. 4					
<i>N. misura</i>	<i>Durata misura [min]</i>	<i>L_{Aeq,T} [dB(A)]</i>	<i>Durata compito [min]</i>	<i>P_{peak} [dB(C)]</i>	<i>Strumentazione impiegata</i>
1	5	79,9	15	114,7	Fonometro di classe I
2	5	78,0	45	108,9	
3	5	80,3	30	108,4	
Compito n. 5					
<i>N. misura</i>	<i>Durata misura [min]</i>	<i>L_{Aeq,T} [dB(A)]</i>	<i>Durata compito [min]</i>	<i>P_{peak} [dB(C)]</i>	<i>Strumentazione impiegata</i>
1	5	99,2	15	119,7	Fonometro di classe I
2	5	97,8	25	112,0	
3	5	99,6	20	107,9	
Compito n. 6					
<i>N. misura</i>	<i>Durata misura [min]</i>	<i>L_{Aeq,T} [dB(A)]</i>	<i>Durata compito [min]</i>	<i>P_{peak} [dB(C)]</i>	<i>Strumentazione impiegata</i>
1	10	95,0	10	120,9	Fonometro di classe I
Compito n. 7					
<i>N. misura</i>	<i>Durata misura [min]</i>	<i>L_{Aeq,T} [dB(A)]</i>	<i>Durata compito [min]</i>	<i>P_{peak} [dB(C)]</i>	<i>Strumentazione impiegata</i>
1	5	98,0	5	114,6	Fonometro di classe I
2	5	99,4	15	117,8	
3	5	99,6	10	104,9	

(segue)

(continua)

Compito n. 8					
N. misura	Durata misura [min]	$L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Durata compito [min]	P_{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	10	84,7	10	105,7	Fonometro di classe I
Compito n. 9 (*)					
N. misura	Durata misura [min]	$L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Durata compito [min]	P_{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	5	63,7	60	102,6	Fonometro di classe I
(*) Attività all'interno dell'ufficio.					
Compito n. 10 (*)					
N. misura	Durata misura [min]	$L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Durata compito [min]	P_{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	5	73,2	30	109,8	Fonometro di classe I
(*) Pause tecniche e fisiologiche in presenza di altre lavorazioni nell'ambiente.					

Nome lavoratore									
Lavoratore n. 1									
Compito	Durata [min]	L_{eq} [dB(A)]	c_{1a}	c_{1b}	u_{1a} [dB(A)]	u_{1b} [dB(A)]	u_2 [dB(A)]	u_3 [dB(A)]	P_{peak} [dB(C)]
1	270	71,77	0,01	0,01	0,66	0,50	1,5	1	<135
2	30	92,23	0,06	0,54	0,64	0,10	0,7	1	<135
3	10	79,81	0,01	0,27	0,71	—	0,7	1	<135
4	30	79,51	0,03	0,29	0,71	0,14	0,7	1	<135
5	20	98,93	0,67	8,74	0,55	0,05	0,7	1	<135
6	10	95,00	0,10	2,49	—	—	0,7	1	<135
7	10	99,06	0,25	6,39	0,50	0,05	0,7	1	<135
8	10	84,70	0,01	0,23	—	—	0,7	1	<135
9	60	63,70	0,00	0,00	—	—	0,7	1	<135
10	30	73,20	0,00	0,02	—	—	0,7	1	<135
							$L_{EX,8h} = 88,4 \pm 1,7$ dB(A)		

Lavoratore n. 2

Compito n. 11					
N. misura	Durata misura [min]	$L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Durata compito [min]	P_{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	10	73,2	100	110,6	Misuratore di esposizione personale
2	10	74,5	140	106,9	
3	10	72,9	120	111,8	
Compito n. 12					
N. misura	Durata misura [min]	$L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Durata compito [min]	P_{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	10	80,6	100	112,5	Misuratore di esposizione personale
2	10	79,5	140	109,8	
3	10	81,7	120	101,1	

(segue)

(continua)

Compito n. 13					
N. misura	Durata misura [min]	$L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Durata compito [min]	P_{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	10	97,9	120	122,1	Fonometro di classe I
2	10	96,8	180	119,0	
3	10	95,3	150	121,6	
Compito n. 2					
N. misura	Durata misura [min]	$L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Durata compito [min]	P_{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	7	91,7	10	113,7	Fonometro di classe I
2	7	91,3	10	110,2	
3	7	93,4	10	107,1	
Compito n. 4					
N. misura	Durata misura [min]	$L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Durata compito [min]	P_{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	5	79,9	30	114,7	Fonometro di classe I
2	5	78,0	30	108,9	
3	5	80,3	30	108,4	
Compito n. 6					
N. misura	Durata misura [min]	$L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Durata compito [min]	P_{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	10	95,0	5	120,9	Fonometro di classe I
Compito n. 8					
N. misura	Durata misura [min]	$L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Durata compito [min]	P_{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	10	84,7	5	105,7	Fonometro di classe I
Compito n. 3					
N. misura	Durata misura [min]	$L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Durata compito [min]	P_{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	5	78,3	5	105,7	Fonometro di classe I
2	5	80,2	15	96,0	
3	5	80,6		104,9	
Compito n. 10					
N. misura	Durata misura [min]	$L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Durata compito [min]	P_{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	5	73,2	30	109,8	Fonometro di classe I

Nome lavoratore									
Lavoratore n. 2									
Compito	Durata [min]	L_{eq} [dB(A)]	c_{1a}	c_{1b}	u_{1a} [dB(A)]	u_{1b} [dB(A)]	u_2 [dB(A)]	u_3 [dB(A)]	P_{peak} [dB(C)]
11	120	73,59	0,00	0,01	0,49	0,19	1,5	I	<135
12	120	80,69	0,02	0,04	0,64	0,19	1,5	I	<135
13	150	96,79	0,93	1,61	0,75	0,19	0,7	I	<135
2	10	92,23	0,02	0,56	0,64	—	0,7	I	<135
4	30	79,51	0,00	0,03	0,71	—	0,7	I	<135

(segue)

(continua)

6	5	95,00	0,02	1,07	—	—	0,7	I	<135
8	5	84,70	0,00	0,10	—	—	0,7	I	<135
3	10	79,81	0,00	0,03	0,71	—	0,7	I	<135
10	30	73,20	0,00	0,01	—	—	0,7	I	<135
							L_{EX,8h} = 92,1 ± 2,6 dB(A)		

Lavoratore n. 3

Compito n. 1					
N. misura	Durata misura [min]	L _{Aeq,T} [dB(A)]	Durata compito [min]	P _{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	30	70,5	160	95,8	Misuratore di esposizione personale
2	30	72,8	200	99,7	
3	30	71,7	180	103,6	
Compito n. 12					
N. misura	Durata misura [min]	L _{Aeq,T} [dB(A)]	Durata compito [min]	P _{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	10	80,6	160	112,5	Misuratore di esposizione personale
2	10	79,5	200	109,8	
3	10	81,7	180	101,1	
Compito n. 4					
N. misura	Durata misura [min]	L _{Aeq,T} [dB(A)]	Durata compito [min]	P _{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	5	79,9	50	114,7	Fonometro di classe I
2	5	78,0	50	108,9	
3	5	80,3	50	108,4	
Compito n. 3					
N. misura	Durata misura [min]	L _{Aeq,T} [dB(A)]	Durata compito [min]	P _{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	5	78,3	10	105,7	Fonometro di classe I
2	5	80,2	10	96,0	
3	5	80,6	10	104,9	
Compito n. 2					
N. misura	Durata misura [min]	L _{Aeq,T} [dB(A)]	Durata compito [min]	P _{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	7	91,7	30	113,7	Fonometro di classe I
2	7	91,3	30	110,2	
3	7	93,4	30	107,1	
Compito n. 10					
N. misura	Durata misura [min]	L _{Aeq,T} [dB(A)]	Durata compito [min]	P _{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	5	73,2	30	109,8	Fonometro di classe I

Nome lavoratore									
Lavoratore n. 3									
Compito	Durata [min]	L _{eq} [dB(A)]	c _{1a}	c _{1b}	u _{1a} [dB(A)]	u _{1b} [dB(A)]	u ₂ [dB(A)]	u ₃ [dB(A)]	P _{peak} [dB(C)]
I	180	71,77	0,03	0,05	0,66	0,19	1,5	I	<135

(segue)

(continua)

12	180	80,69	0,26	0,38	0,64	0,19	1,5	I	<135
4	50	79,51	0,06	0,29	0,71	—	0,7	I	<135
3	10	79,81	0,01	0,31	0,71	—	0,7	I	<135
2	30	92,23	0,63	5,44	0,64	—	0,7	I	<135
10	30	73,20	0,01	0,07	—	—	0,7	I	<135
									$L_{EX,8h} = 82,2 \pm 1,8$ dB(A)

L'esecuzione dello svolgimento delle attività di cantiere è stato considerato come svolto da un gruppo omogeneo composto dai lavoratori n. 5 e n. 6 e pertan-

to si è optato per l'utilizzo della *strategia per mansioni* al fine di determinare l'esposizione giornaliera (v. Tabella 7).

Tabella 7 - Risultati della misurazione per l'apprendista (n. 4)

Lavoratore n. 4

Compito n. 1					
N. misura	Durata misura [min]	$L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Durata compito [min]	P_{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	30	70,5	160	95,8	Misuratore di esposizione personale
2	30	72,8	200	99,7	
3	30	71,7	180	103,6	
Compito n. 12					
N. misura	Durata misura [min]	$L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Durata compito [min]	P_{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	10	80,6	160	112,5	Misuratore di esposizione personale
2	10	79,5	200	109,8	
3	10	81,7	180	101,1	
Compito n. 4					
N. misura	Durata misura [min]	$L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Durata compito [min]	P_{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	5	79,9	30	114,7	Fonometro di classe I
2	5	78,0	30	108,9	
3	5	80,3	30	108,4	
Compito n. 14					
N. misura	Durata misura [min]	$L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Durata compito [min]	P_{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	50	85,2	50	110,1	Misuratore personale di esposizione
Compito n. 3					
N. misura	Durata misura [min]	$L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Durata compito [min]	P_{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	5	78,3	10	105,7	Fonometro di classe I
2	5	80,2	10	96,0	
3	5	80,6	10	104,9	
Compito n. 10					
N. misura	Durata misura [min]	$L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	Durata compito [min]	P_{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	5	73,2	30	109,8	Fonometro di classe I

(segue)

(continua)

Nome lavoratore									
Lavoratore n. 4									
Compito	Durata [min]	L_{eq} [dB(A)]	c_{1a}	c_{1b}	u_{1a} [dB(A)]	u_{1b} [dB(A)]	u_2 [dB(A)]	u_3 [dB(A)]	P_{peak} [dB(C)]
1	180	71,77	0,06	0,09	0,66	0,19	1,5	1	<135
12	180	80,69	0,47	0,68	0,64	0,19	1,5	1	<135
4	30	79,51	0,06	0,52	0,71	—	0,7	1	<135
14	50	85,20	0,37	1,93	—	—	1,5	1	<135
3	10	79,81	0,02	0,56	0,71	—	0,7	1	<135
10	30	73,20	0,01	0,12	—	—	0,7	1	<135
								$L_{EX,8h} = 79,7 \pm 1,9$ dB(A)	

Di seguito sono riportati per i dipendenti specializzati, l'apprendista e gli installatori e i valori dell'esposizione giornaliera ($L_{EX,8h}$) di ogni lavoratore al rumore.

Di ogni punto di misura, secondo le indicazioni viste nel precedente paragrafo, sono stati eseguiti almeno tre campionamenti al fine di procedere al calcolo dell'incertezza associata (di seguito viene riportato direttamente il valore calcolato dell'incertezza sul $L_{EX,8h}$, tralasciando i passaggi intermedi per i quali si è fatto uso del foglio di calcolo allegato alla Norma UNI EN ISO 9612:2011 e nel rispetto delle indicazioni fornite dalla stessa Norma UNI EN ISO 9612:2011 e della UNI 9432:2011).

Il rumore era in tutti i casi di tipo fluttuante e non è stata determinata per alcuna lavorazione la presenza di componenti impulsive.

Anche per l'apprendista si procede innanzitutto a determinare l'esposizione giornaliera per le attività svolte all'interno del laboratorio, impiegando la strategia di misurazione per compiti già vista.

Per quanto riguarda le attività di cantiere (gli installatori), come detto, si procede invece a determinare l'esposizione giornaliera attraverso l'uso della strategia di misurazione delle mansioni.

Il gruppo omogeneo di lavoratori che svolge attività di cantiere è composto da 3 operai, pertanto, sulla base delle indicazioni contenute nel Prospetto 1 della Norma UNI EN ISO 9612:2011, saranno necessarie 5 ore complessive di misurazione.

Dovendo il numero di campioni da rilevare essere necessariamente essere superiore a 5 e della medesima durata, al fine di ridurre l'incertezza complessiva, si decide di eseguire 10 misurazioni della durata di mezz'ora ciascuna. Disponendo di due misuratori di esposizione personali, si decide altresì di effettuare i campionamenti a coppie, sfalsando i rilievi di mezz'ora. Si evidenzia come, se si fosse optato per la strategia di misurazione a giornata intera, pure compatibile in questo caso, le ore di misurazione sarebbero state complessivamente 24 e a nulla sarebbe valso possedere due misuratori personali dell'esposizione per ridurre i tempi di rilievo.

Inoltre, al fine di rilevare il maggior numero di situazioni che possono derivare dallo svolgimento delle attività, comprendendo anche le attività di carico e scarico del furgone, il trasporto su strada e le pulizie a fine tur-

no, i campionamenti saranno effettuati nei seguenti orari in due giorni differenti:

Giorno 1	
Campionamento	Orari
1	dalle ore 8:00 alle ore 8:30
2	dalle ore 8:15 alle ore 8:45
3	dalle ore 10:00 alle ore 10:30
4	dalle ore 10:15 alle ore 10:45
5	dalle ore 11:30 alle ore 12:00

Giorno 2	
Campionamento	Orari
6	dalle ore 13:00 alle ore 13:30
7	dalle ore 14:00 alle ore 14:30
8	dalle ore 14:15 alle ore 14:45
9	dalle ore 16:15 alle ore 16:45
10	dalle ore 16:30 alle ore 17:00

I risultati delle 10 misurazioni sono riepilogate in Tabella 8.

Dai risultati dei valori di esposizione giornaliera dei lavoratori al rumore si evince che, per quanto concerne le mansioni svolte dagli operai n. 1 e n. 2, queste comportano un'esposizione nominale dei suddetti a livelli di rumore superiori ai valori limite di esposizione e pertanto, come previsto dall'art. 193, comma 2 del D.Lgs. n. 81/2008, si procederà alla determinazione dell'attenuazione prodotta dai dispositivi di protezione individuali al fine di verificare il sostanziale rispetto dei valori limite di esposizione.

Inoltre, benché da considerarsi come caso limite, anche per quanto riguarda i lavoratori n. 5 e n. 6, la somma del valore di $L_{EX,8h}$ con l'incertezza determina un risultato complessivo pari a 85,1 dB(A) e pertanto i due lavoratori dovranno essere considerati appartenenti a questa fascia di rischio.

Tabella 8 - Risultati della misurazione per gli addetti all'installazione (n. 5 e n. 6)

Compito 15				
N. misura	Durata misura [min]	$L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	P_{peak} [dB(C)]	Strumentazione impiegata
1	30	67,3	106,7	Misuratore personale di esposizione
2	30	74,2	118,3	
3	30	79,3	117,2	
4	30	80,4	115,0	
5	30	81,3	106,7	
6	30	82,3	119,0	
7	30	79,2	113,2	
8	30	78,2	111,9	
9	30	81,6	116,8	
10	30	74,7	117,9	

Nome lavoratore							
Lavoratore n. 5 e n. 6							
Compito	Durata [min]	L_{eq} [dB(A)]	u_1 [dB(A)]	$c_1 * u_1$	u_2 [dB(A)]	u_3 [dB(A)]	P_{peak} [dB(C)]
15	480	79,3	4,61	3,00	1,5	1	<135
				$L_{EX,8h} = 79,3 \pm 5,8$ dB(A)			

Dispositivi di protezione individuale per l'udito

L'azienda ha provveduto a fornire ai lavoratori i seguenti dispositivi di protezione individuali per l'udito,

aventi le caratteristiche di attenuazione di seguito riportate in Tabella 9.

L'impiego di tali dispositivi è limitato all'esecuzione delle fasi di lavoro più rumorose (v. Tabella 10), individuate tra quelle che comportano un'esposizione del

Tabella 9 - Dispositivi di protezione individuale: caratteristiche di attenuazione

Cuffia antirumore								
Frequenza (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Attenuazione media (dB)	12,8	11,6	17,2	21,7	30,4	29,2	35,4	34,4
Deviazione standard (dB)	4,7	3,5	2,7	3,1	3,4	4,2	4,1	4,6
Protezione assunta (dB)	8,1	8,1	14,5	18,6	27,0	25,0	31,3	29,8
H (dB)	27							
M (dB)	22							
L (dB)	15							
SNR (dB)	25							
Inserti auricolari espandibili								
Frequenza (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Attenuazione media (dB)	22,9	27,3	30,8	33,5	36,5	39,0	46,9	45,3
Deviazione standard (dB)	4,1	5,4	5,6	5,9	4,0	3,7	4,7	4,6
Protezione assunta (dB)	18,8	21,9	25,2	27,6	32,5	35,3	42,2	40,7
H (dB)	37							
M	21							
L	27							
SNR (dB)	34							

Tabella 10 - Fasi di lavoro più rumorose in cui impiegare i DPI

Fase lavorativa	Livello equivalente [dB(A)]
Pantografo	92,2
Intestatrice	98,9
Troncatrice monotesta	95,0
Smerigliatrice angolare	99,1
Troncatrice a doppia testa	96,8

lavoratore a valori del livello equivalente superiore a 85 dB(A) o comunque si avvicinano a tale valore pur non superandolo, ovvero:

Per ciascuna di tali fasi si è proceduto al calcolo dell'attenuazione mediante il metodo SNR.

Inoltre, al fine di tener conto del cosiddetto "effetto mondo reale", ovvero la riduzione di attenuazione dei dispositivi di protezione individuale indotta da tutti quei fenomeni che fanno sì che i dati dichiarati dal produttore (determinati in laboratorio) siano difficilmente riproducibili nelle reali condizioni di lavoro, si sono applicati i fattori correttivi suggeriti dalla Norma UNI 9432:2011 per perfezionare il valore determinato se-

guendo le procedure di calcolo indicate dalla Norma UNI EN 458 (v. Tabella 11).

Riepilogo dei risultati e verifica del rispetto dei valori limite di esposizione

In Tabella 12 sono riepilogati i valori «attenuati reali» ($L'_{A-reale}$) nelle diverse lavorazioni.

L'inserto auricolare espandibile non potrà essere considerato nell'uso dell'intestatrice, come evidenziato nella tabella precedente.

La verifica tuttavia non è ancora terminata. Difatti è ne-

Tabella 11 - Attenuazione del rumore nelle diverse fasi dopo l'impiego dei DPI (L'_A) e correzione per "effetto reale" ($L'_{A-reale}$)

Troncatrice a doppia testa				
Otoprotettore	L_C [dB(C)]	SNR [dB]	L'_A [dB(A)]	$L'_{A-reale}$ [dB(A)]
Cuffia antirumore	96,2	25	71	77
Inserti auricolari espandibili	96,2	34	62	79
Smerigliatrice angolare				
Otoprotettore	L_C [dB(C)]	SNR [dB]	L'_A [dB(A)]	$L'_{A-reale}$ [dB(A)]
Cuffia antirumore	96,5	25	72	78
Inserti auricolari espandibili	96,5	34	63	80
Intestatrice				
Otoprotettore	L_C [dB(C)]	SNR [dB]	L'_A [dB(A)]	$L'_{A-reale}$ [dB(A)]
Cuffia antirumore	97,8	25	73	79
Inserti auricolari espandibili	97,8	34	64	81
Pantografo				
Otoprotettore	L_C [dB(C)]	SNR [dB]	L'_A [dB(A)]	$L'_{A-reale}$ [dB(A)]
Cuffia antirumore	91,8	25	67	73
Inserti auricolari espandibili	91,8	34	58	75
Troncatrice monotesta				
Otoprotettore	L_C [dB(C)]	SNR [dB]	L'_A [dB(A)]	$L'_{A-reale}$ [dB(A)]
Cuffia antirumore	93,3	25	68	75
Inserti auricolari espandibili	93,3	34	59	76

Tabella 12 - Riepilogo dei valori attenuati “reali” ($L'_{A-reale}$) dell'esposizione nelle lavorazioni

	Cuffia antirumore	Insero auricolare espandibile
	$L_{A-reale}$ Metodo SNR	$L_{A-reale}$ Metodo SNR
Troncatrice doppia testa	77	79
Smerigliatrice angolare	78	80
Intestatrice	79	81
Pantografo	73	75
Troncatrice monotesta	75	76

cessario ricordare che i valori limite di esposizione si riferiscono al $L_{EX,8h}$ e pertanto i valori di $L'_{A-reale}$ precedentemente determinati, dovranno essere utilizzati per rideterminare l'esposizione professionale secondo i tempi e le modalità descritte nel precedente paragrafo «schede di valutazione individuali dell'esposizione al rumore»: in pratica in tali schede, ai valori corrispondenti all'impiego delle singole macchine rumorose (troncatrice a doppia testa, smerigliatrice angolare ecc.) per le quali è stato calcolato l'effetto dell'attenuazione, dovranno essere sostituiti i valori «attenuati» appena determinati, calcolando così il nuovo valore dell'esposizione giornaliera del lavoratore al rumore che dovrà essere confrontata con il valore limite di esposizione.

Analogo discorso deve essere rivolto alla verifica di un'eventuale iperprotezione il cui valore di soglia, corrisponde, secondo la Norma UNI EN 458, a ($L_{act}-15$) dove L_{act} corrisponde ai valori inferiori di azione stabiliti dalla normativa. Pertanto l'iperprotezione è anch'essa riferita ad un'esposizione quotidiana e dunque deve essere verificata alla luce del nuovo risultato del $L_{EX,8h}$. Sulla scorta di quanto detto, ricalcolando il $L_{EX,8h}$ per ciascun operaio, otterremo i risultati riportati in Tabella 13.

In tutti i casi, indipendentemente dal dispositivo di protezione individuale indossato e dalla metodologia impiegata per il calcolo della sua attenuazione, i valori attenuati del $L_{EX,8h}$ sono minori dei valori inferiori di azione senza però indurre fenomeni di iperprotezione. Per quanto riguarda i lavoratori n. 5 e n. 6, non è possibile calcolare il nuovo livello di esposizione giornaliera che si ottiene attraverso l'utilizzo dei dispositivi di protezione individuale.

Questo infatti è uno dei limiti già evidenziati dell'impiego della strategia di misurazione per mansioni. Essa infatti non restituisce un valore istantaneo dei livelli

acustici e solo attraverso la registrazione dell'andamento dei livelli nel tempo si potrebbe determinare in quali orari (non senza una certa complessità) e per quanto tempo sono stati raggiunti i valori più elevati.

Interazione del rumore con sostanze ototossiche e vibrazioni

Si riportano di seguito le fasi lavorative in cui è stata riscontrata un qualche corrispondenza tra la presenza di rumore, sostanze ototossiche, vibrazioni o componenti impulsive.

Si raccomanda di analizzare i presenti risultati con il medico competente.

Misure tecniche, organizzative e procedurali

Nel caso specifico, date le particolari caratteristiche del luogo di lavoro (soffitti bassi, superfici molto contenute, presenza di molti ostacoli che in ogni caso non aiuterebbero l'abbattimento del rumore riflesso) non si ritiene possano avere grossa utilità eventuali interventi di fono assorbimento su tutto l'ambiente, quanto piuttosto una separazione delle lavorazioni rumorose da quelle che lo sono di meno. In particolare, dividendo acusticamente il laboratorio in due aree, quella nella quale sono contenute la maggioranza delle macchine da quella in cui sono presenti solamente una postazione di assemblaggio, la troncatrice monotesta e la sega a nastro (divisione peraltro facilitata dalla presenza di una parete preesistente), si ridurrebbe l'esposizione indebita durante alcune lavorazioni.

Inoltre, a causa delle caratteristiche peculiari delle macchine, delle loro dimensioni, ma soprattutto della ne-

Tabella 13 - Nuovi valori dell'esposizione giornaliera

	Cuffia antirumore	Insero auricolare espandibile
	$L_{EX,8h}$ Metodo SNR	$L_{EX,8h}$ Metodo SNR
Lavoratore n. 1	74,8	75,3
Lavoratore n. 2	78,0	78,6

Tabella I4 - Esposizione a rumore, sostanze ototossiche e vibrazioni degli addetti

Nome lavoratore					
Lavoratore n. 1					
Compito	Durata [min]	L_{eq} [dB(A)]	Esposizione a vibrazioni [HAV/WBV]	Esposizione a ototossici [si/no]	Componenti impulsive [si/no]
1	270	71,77	HAV	no	no
2	30	92,23	HAV	no	no
3	10	79,81	HAV	no	no
4	30	79,51	HAV	no	no
5	20	98,93	HAV	no	no
6	10	95,00	HAV	no	no
7	10	99,06	HAV	no	no
8	10	84,70	HAV	no	no
15	480	79,3	HAV/WBV	No	no

Nome lavoratore					
Lavoratore n. 2					
Compito	Durata [min]	L_{eq} [dB(A)]	Esposizione a vibrazioni [HAV/WBV]	Esposizione a ototossici [si/no]	Componenti impulsive [si/no]
11	120	73,59	HAV	no	no
12	120	80,69	HAV	no	no
13	150	96,79	HAV	no	no
2	10	92,23	HAV	no	no
4	30	79,51	HAV	no	no
6	5	95,00	HAV	no	no
8	5	84,70	HAV	no	no
3	10	79,81	HAV	no	no

Nome lavoratore					
Lavoratore n. 3					
Compito	Durata [min]	L_{eq} [dB(A)]	Esposizione a vibrazioni [HAV/WBV]	Esposizione a ototossici [si/no]	Componenti impulsive [si/no]
1	180	71,77	HAV	no	no
12	180	80,69	HAV	no	no
4	50	79,51	HAV	no	no
3	10	79,81	HAV	no	no
2	30	92,23	HAV	no	no

Nome lavoratore					
Lavoratore n. 4					
Compito	Durata [min]	L_{eq} [dB(A)]	Esposizione a vibrazioni [HAV/WBV]	Esposizione a ototossici [si/no]	Componenti impulsive [si/no]
1	180	71,77	HAV	no	no

(segue)

(continua)

12	180	80,69	HAV	no	no
4	30	79,51	HAV	no	no
14	50	85,20	HAV	no	no
3	10	79,81	HAV	no	no

Nome lavoratore					
Lavoratore n. 5 e n. 6					
Compito	Durata [min]	L_{eq} [dB(A)]	Esposizione a vibrazioni [HAV/WBV]	Esposizione a ototossici [si/no]	Componenti impulsive [si/no]
15	480	79,3	HAV/HBW Derivanti dall'impiego degli avvitatori a batteria, smerigliatrice angolare, trapano e dalla conduzione del furgone	no	no

cessità di lavorare pezzi della lunghezza di alcuni metri, diventano molto difficili, ma soprattutto di efficacia limitata, anche eventuali interventi di fonoisolamento sulle macchine più rumorose che renderebbero complesse le manovre di lavorazione, ma soprattutto risentirebbero della presenza delle aperture attraverso le quali devono essere introdotti i pezzi che non sarebbe possibile isolare acusticamente.

D'altro canto le macchine sono di recente concezione (tutte provviste di marchio "CE", fatta eccezione per la sega a nastro) e rappresentano lo standard tecnologico per il settore produttivo in questione, per cui la loro sostituzione con macchine meno rumorose (la cui effettiva inferiore rumorosità sarebbe comunque da dimostrare, in quanto non sono le macchine in sé ad essere rumorose, ma le lavorazioni eseguite con esse, in particolare le operazioni di taglio che, nel caso dell'alluminio, vengono eseguite esclusivamente con lame) non contribuirebbe in modo sostanziale all'abbattimento del rumore.

Si dovrebbe tenere tuttavia in considerazione l'ipotesi di installare dei pannelli fonoassorbenti localmente, in corrispondenza delle pareti adiacenti alla troncatrice a doppia testa e all'intestatrice, al fine di ridurre la componente riflessa del suono.

Concretamente, non si può fare a meno di verificare come l'intervento di maggiore efficacia sia costituito da azioni dirette sugli operatori, in particolare, come dimostrato, dalla consegna e utilizzo dei dispositivi di protezione individuali (l'impiego di cabine silenziose è impossibilitato dallo scarso spazio a disposizione). Perché però ciò risulti essere veramente efficace è necessario intervenire in termini di cultura della sicurezza, attraverso, in particolare, la formazione e l'informazione (peraltro obbligatoria al superamento di 80 dB(A)), ma anche con un'adeguata e rigorosa sorveglianza.

Inoltre, ulteriori risultati sarebbero possibili con una formazione specializzata all'uso delle macchine rumorose rivolta ai lavoratori meno esperti, di modo da estenderne il loro utilizzo anche a quest'ultimi e rendendo così possibile una opportuna turnazione che riduca i tempi di esposizione.

Si rammenta altresì l'obbligo di segnalare e limitare l'accesso al laboratorio a causa del superamento dei valori superiori di azione.

Massima attenzione deve essere inoltre rivolta all'impiego delle macchine da parte dell'apprendista e comunque alle lavorazioni in cui questi può trovarsi esposto ad elevati livelli di rumore; egli, infatti, deve essere inserito tra i «lavoratori particolarmente esposti a rischio», in quanto la scarsa esperienza e poca dimestichezza con i rischi presenti nell'ambiente di lavoro, nonché la necessità di verificare che egli abbia compreso l'importanza dei DPI e le modalità corrette circa il loro uso, rappresentano senz'altro una causa di rischio aggiuntivo per la sua sicurezza e salute.