

La determinazione del livello di esposizione professionale a rumore mediante misurazioni:

Informazioni, Strumentazione, Metodologia e Rapporto di valutazione

Claudio Cocheo



d-A incontri 2012

Modena, 11 ottobre 2012

Quadro normativo

D. Lgs. 81/2008 (e D. Lgs. 106/2009)

Norme tecniche

UNI 9432:2011 Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro

UNI EN ISO 9612:2011 Determinazione dell'esposizione a rumore negli ambienti di lavoro – Metodo tecnico progettuale

UNI/TR 11347:2010 Programmi aziendali di riduzione dell'esposizione a rumore nei luoghi di lavoro



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Rapporto di Valutazione

Relazione Tecnica

($L_{EX,8h}$)

P.A.R.E.

Programma Aziendale di
Riduzione dell'Esposizione
a rumore



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Relazione Tecnica

Scopo

Esecutori rilievi e Relazione

Riferimenti normativi

Strategia di misurazione

Strumentazione utilizzata

Rapporti di Prova

Descrizione dei GAO

Descrizione dei DPI-u

Schede di calcolo dei $L_{EX,8h} \pm U$

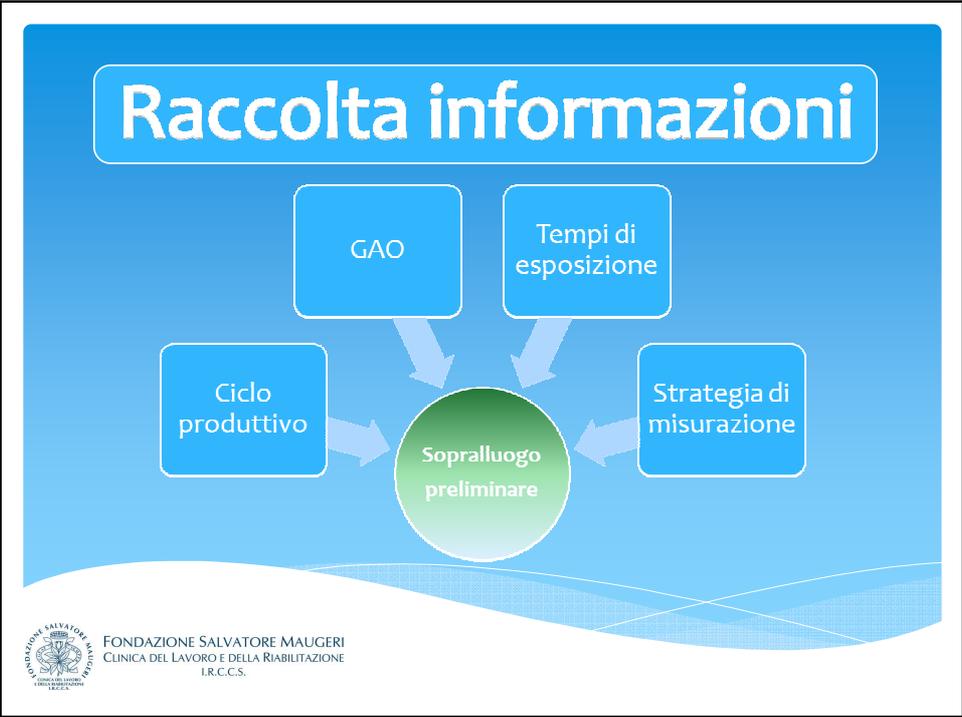
Valutazione efficienza DPI

Classificazione per classi di rischio

Mappatura acustica



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.



GAO

Mansioni - GAO

Compiti



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Tempi di esposizione

*Quanto tempo uso
il flessibile ogni giorno ???
e che ne so...
certi giorni anche 3 ore...
certi giorni anche mai...*



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

possibili soluzioni

$L_{EX,W}$

Strategia
per mansioni

Strategia
per giornata intera



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Strategia di misurazione

UNI EN ISO 9612:2011

Per
attività

Per
mansioni

A giornata
intera



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Strategia per attività

misure

- Se rumore **fluttuante**: 3 misure (se necessario altre 3)
- Se rumore **costante**: stabilizzazione Leq entro $\pm 0,3$ dB (almeno 60 s)
- Se rumore ciclico: almeno 3 cicli e 5 minuti

La 9432 stabilisce comunque che si può eseguire una singola misurazione, anche in presenza di rumore non stazionario, purché relativa alla **condizione operativa più rumorosa** (demandando alla responsabilità del valutatore la determinazione di tale condizione)

Giornata tipo



Molatura • 120 min

Saldatura • 150 min

Sms Lam. materiali • 100 min

Tracciatura • 80 min

Pause • 30 min



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Strategia per mansioni

Prelievo di campioni casuali (almeno 5 campioni)

Durata minima cumulativa della misurazione

Numero di lavoratori nel Gruppo Acusticamente Omogeneo (n_G)	Durata minima cumulativa della misurazione da distribuirsi sull'intero GAO
$n_G \leq 5$	5 h
$5 < n_G \leq 15$	$5 \text{ h} + (n_G - 5) \cdot 0,5 \text{ h}$
$15 < n_G \leq 40$	$10 \text{ h} + (n_G - 15) \cdot 0,25 \text{ h}$
$40 < n_G$	17 h o dividere il gruppo

Se $c_{1,u} > 3,5$ dB aumentare il numero di campioni



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Strategia a giornata intera

il livello di pressione sonora è misurato continuamente sull'arco completo di una o più giornate lavorative

È prassi comune eseguire queste misurazioni a lungo termine mediante misuratori personale dell'esposizione sonora

I lavoratori dovrebbero essere osservati durante queste misurazioni *Irrealistico. Inoltre le dosimetrie si usano di solito proprio quando non si è in grado di seguire i lavoratori...*

Eeguire almeno 3 misure.
Se $\Delta L > 3$ dB, eseguire almeno altre 2 misure



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Strumentazione di misura

Fonometri integratori

- Classe 1 o 2 della IEC 61672-1:2002
- Taratura SIT almeno ogni 2 anni
- Idonei a misurare $L_{C,eq}$ o $L_{eq,f}$

Misuratori personali

- IEC 61252, ma raccomandati Classe 1 IEC 61672-1:2002
- Taratura SIT almeno ogni 2 anni



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Esecuzione delle misure

Data, ora e descrizione posizione di misura

Descrizione attività lavorativa

Rilevazione eventi sonori significativi

$L_{AF,eq} - L_{AF,min} - L_{AF,max} - L_{picco,C}$

Bande di ottava (o $L_{C,eq}$)

Valutazione componenti impulsive



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Livello di esposizione giornaliera

Strategia per attività

$$L_{EX,8h} = 10 \cdot \log \left(\sum_{m=1}^M \frac{\bar{T}_m}{T_0} \cdot 10^{0,1 \cdot L_{p,A,eq,T,m}} \right) dB$$

Strategia per mansioni o a giornata intera

$$L_{EX,8h} = 10 \cdot \log \left(\frac{T_e}{T_0} \cdot \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \cdot 10^{0,1 \cdot L_{p,A,eq,T,n}} \right) dB$$



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Gestione degli errori e delle incertezze

... il datore di lavoro tiene conto delle imprecisioni delle misurazioni determinate secondo la prassi metrologica...



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Fonti di incertezza

- | | |
|----------------------------------|--|
| Variazioni nel lavoro quotidiano | • Dipende dal contesto lavorativo |
| Strumentali e di calibrazione | • Dipende dalle caratteristiche strumentali (classe) |
| Posizionamento del microfono | • Può essere ridotta applicando le prassi di buona tecnica |
| Falsi contributi | • Può essere ridotta applicando le prassi di buona tecnica (vento, urti sul microfono, ecc.) |
| Contributi da sorgenti «altre» | • Vanno identificate e «giudicate» (inclusione/esclusione) |



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Calcolo dell'incertezza sul $L_{EX,8h}$

Strategia per attività

$$u_{L_{EX,8h}} = \sqrt{\sum_{m=1}^M \left[c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m}^2 u_{1b,m}^2) \right]}$$

strumentazione

Posizionamento
microfono

Durata
dei compiti

Incertezza sul campionamento
del livello di rumore per i compiti m

$$U(L_{EX,8h}) = 1,645 \cdot u(L_{EX,8h})$$

Intervallo di confidenza unilaterale del 95%



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Dispositivi di Protezione Individuale dell'udito

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

ISO 4869-2:1990

OBM

- Octave Band Method
- basato sulle attenuazioni per bande di ottava

HML

- High Medium Low frequency method
- basato sui livelli sonori ponderati A e C

SNR

- Single Number Rating
- basato sul livello ponderato C



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Esempio di scheda informativa

Attenuation Information

QB2 **SNR 25**

ATTENUATION -Europe (EN) H=29 M=21 L=19 SNR=25dB

EN 352:1992 PART 2/ISO 4869-1:1990 UNDER CHIN

Frequency (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Mean Attenuation dB(A)	22.8	22.3	21.2	20.0	24.4	34.2	43.0	40.2
Standard Deviation dB(A)	5.1	4.0	3.8	3.4	3.6	3.7	3.4	3.8
Assumed Protection dB(A)	17.7	18.3	17.5	16.6	20.8	30.5	39.6	36.4

Tests performed at the University of Salford, Dept. of Applied Acoustics, conducted by Inspec Lab. Ltd., 16.9.92 ENGLAND

SNR

HML

QB3 **SNR 25**

ATTENUATION -Europe (EN) H=35 M=21 L=19 SNR=25dB

EN 352:1992 PART 2/ISO 4869-1:1990 UNDER CHIN

Frequency (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Mean Attenuation dB(A)	24.8	25.1	24.0	19.8	24.6	33.4	37.6	38.9
Standard Deviation dB(A)	6.1	5.5	5.1	3.2	3.9	4.1	4.0	6.7
Assumed Protection dB(A)	18.6	19.7	18.9	16.6	21.7	29.4	33.6	32.2

Tests performed at the University of Salford, Dept. of Applied Acoustics, conducted by Inspec Lab. Ltd., 25.5.93 ENGLAND

OBM



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Il metodo OBM

Il produttore dei DPI-u fornisce le attenuazioni medie ottimali presunte (APV_f) per ciascuna banda di ottava

Frequenza (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k
APV_f (dB)	21	23	27	30	32	38	39

Il livello equivalente attenuato si calcola come:

$$L'_{A,eq} = 10 \cdot \log \left\{ \sum_{f=125}^{8000} 10^{0.1(L_{A,eq,f} - APV_f)} \right\}$$

Le attenuazioni dei DPI-u vanno applicate alle misure in cui sono rilevati livelli acustici con $L_{A,eq} \geq 80$ dB(A), corrispondenti alle condizioni nelle quali il Datore di Lavoro deve fornire i DPI-u ai lavoratori



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Verifica dell'efficienza dei DPI-u

Livello sonoro continuo equivalente calcolato tenendo conto del DPI $L'_{Aeq,Te}$ (dBA)	Livello di protezione
Maggiore di 80	Insufficiente
Da 75 a 80	Accettabile
Da 70 a 75	Buona
Da 65 a 70	Accettabile
Minore di 65	Troppo alta



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Esempio di scheda di valutazione per GAO

SCHEDA DI VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE
AL RISCHIO RUMORE
DECRETO LEGISLATIVO n. 81/2008

ALLEGATO 2
SCHEDA N° 1
DATA: 26.06.2012

Ditta: Mario Rossi S.p.A.
Stabilimento di: Montese (PD)
Impianto/Reparto: 01 Manutenzione meccanica
G.A.O.: 1
G.A.O - Descrizione: Assistente Manutentore Meccanico
DPI 1: Insetti auricolari espandibili Howard Leight by Sperian (Bilbon) 303L
DPI 2: Insetti espandibili EAR Caps
DPI 3: Cuffia 3M Peltor Optima II H520B Bardalura Nucal

Rapporto di prova n.	Posizione	Cod. Punto	Attività	Tempo di Esposizione (minuti)	Incertezza Tempo di esposizione	$L_{A,eq,m1}$ dB(A)	$L_{A,eq,m2}$ dB(A)	$L_{A,eq,m3}$ dB(A)	$L_{A,eq,m4}$ dB(A)	$L_{A,eq,m5}$ dB(A)	$L_{A,eq,m6}$ dB(A)	$L_{A,eq,m}$ dB(A)	Contributo % al $L_{A,eq}$	$L_{C,picco}$ dB(C)	Leg con DPI 1 dB(A)	Leg con DPI 2 dB(A)	Leg con DPI 3 dB(A)
1	CTE2	PD01	Planificazione lavoro, pause	30	16,0	63,4	63,4	66,2				65,0	0,5%	101,2			
2	EE1A	PD01A	Salita/uscita	20	4,0	54,3	51,3	54,0	55,2	50,9	57,3	54,4	0,0%	106,7			
3	EE02	PD02	Taglio e smerigliatura	30	5,0	74,4	72,8	73,0				73,1	1,2%	117,8			
05	EE1A	PD05	Zona desolatori	30	6,0	55,0	55,0	57,2				56,1	0,0%	109,0			
06	CTE5	PD02	Piano terra	35	7,0	54,5	52,5	53,0				53,4	0,0%	111,2			
09	EE1A	PD02A	Seminariato - obolatore soffiato forzoso	10	2,0	77,7	77,8	77,9				77,8	1,2%	100,6			
10	EE01	PD06	Piano terra con 1 solo molino in marcia	30	6,0	79,7	80,3	78,9				79,7	5,6%	98,7			
20	EE04	PD09	Zona desolatori	20	4,0	56,7	56,6	56,6				56,6	0,0%	122,3			
23	CTE3	PD12	Testata forno	20	4,0	55,1	53,4	56,2				55,0	0,0%	111,9			
TE	EE08	PD18	Piano terra, Ciglia Lulzer - Zona ventilatori	30	6,0	57,7	58,6	59,1				58,3	4,3%	99,3			
4	EE02	PD03	Passerella accesso stazione di abbattimento	30	6,0	57,7	58,2	58,7				57,6	0,0%	124,7			
7	EE02	PD45	Carrello elevatore elettrico Linde H423 Navigazioni	20	4,0	92,0	88,2	84,5	86,9	85,1	86,7	88,4	27,5%	105,6	61,7	62,5	60,3
8	EE02	PD46	Carrello elevatore diesel Linde H40	123	25,0	83,2	84,6	83,1				83,7	39,1%	128,4			
						$L_{A,eq}$ dB(A)						88,1	100,0%	121,2	75,2	75,3	74,6
						Incertezza (Intervallo unilaterale di confidenza - 95%) $U(L_{A,eq})$ dB(A)						2,3		1,6	2,2	2,3	2,2



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Classificazione per Classi di Rischio

Inferiore ai valori inferiori di azione

$$L_{EX,8h} + U(L_{EX,8h}) < 80 \text{ dB(A)}$$

$$L_{picco^*C} + U(L_{picco^*C}) < 135 \text{ dB(C)}$$

Compresa fra i valori inferiore e superiore di azione

$$80 \leq L_{EX,8h} \leq L_{EX,8h} + U(L_{EX,8h}) < 85 \text{ dB(A)}$$

$$L_{picco^*C} + U(L_{picco^*C}) < 137 \text{ dB(C)}$$

Superiore ai valori superiori di azione

$$L_{EX,8h} + U(L_{EX,8h}) \geq 85 \text{ dB(A)}$$

$$L_{picco^*C} + U(L_{picco^*C}) < 140 \text{ dB(C)}$$



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Esempio di Classificazione

ALLEGATO 5

RIEPILOGO PER $L_{EX,8h}$ CLASSIFICAZIONE PER CLASSI DI RISCHIO

ELENCO DEI G.A.O. NELLA CLASSE DI RISCHIO $[80 \leq L_{EX,8h} \leq L_{EX,8h} + U(L_{EX,8h}) < 85 \text{ dB(A)} - L_{picco^*C} + U(L_{picco^*C}) < 137 \text{ dB(C)}]$

Scheda n.	G.A.O. n.	Impianto	G.A.O. descrizione	$L_{EX,8h} + U(L_{EX,8h})$		L_{picco^*C} dB(C)	Esposizione a vibrazioni	Esposizione a otobessici
				senza DPI	Con DPI			
4	MANU20	01 Manutenzione	Assistente	82,4 ± 0,6	66,0 ± 1,6	114,8	No	No
5	MANU31	01 Manutenzione	Capo Turno	84,0 ± 0,6	66,8 ± 1,2	114,8	No	No
8	MECC20	02 Officina Meccanica	Assistente	81,3 ± 0,6	68,3 ± 1,1	108,6	No	No
9	MECC31	02 Officina Meccanica	Capo turno	82,9 ± 0,7	68,9 ± 0,9	108,6	No	No
11	MECC42	02 Officina Meccanica	Operatore esterno	84,4 ± 0,4	69,6 ± 0,9	108,6	No	No
15	RIC43	03 Ricevimento materie prime	Addetto smistamento	81,3 ± 1,5	70,8 ± 1,8	107,6	No	No
22	ALL31	04 Allestimento	Capo turno	81,1 ± 1,0	71,0 ± 1,0	108,6	No	No
24	ALL42	04 Allestimento	Operatore esterno	82,6 ± 0,8	73,0 ± 1,0	108,6	No	No
25	ALL44	04 Allestimento	Operatore giornaliero	83,3 ± 0,9	73,7 ± 1,2	108,6	No	No

MARIO ROSSI S.p.A. – Stabilimento di Monselice (PD) – RUMORE - 2012

pag. 1 di 5



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Mappatura degli isolivelli acustici

Perché

- È fondamentale per il P.A.R.E
- Fornisce il quadro acustico di insieme
- Individua le aree ≥ 85 dB(A)

Quando

- Quando sono potenzialmente superati gli 80 dB(A)
- In previsione degli interventi di bonifica acustica
- Per visualizzare l'effetto della posizione delle sorgenti

Come

- Adottando una griglia ragionata e ad alta risoluzione
- Adottando le funzioni di interpolazioni adeguate
- Considerando sempre le eventuali barriere acustiche



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Esempi di mappatura

Reparto stiratura e
confezionamento collant



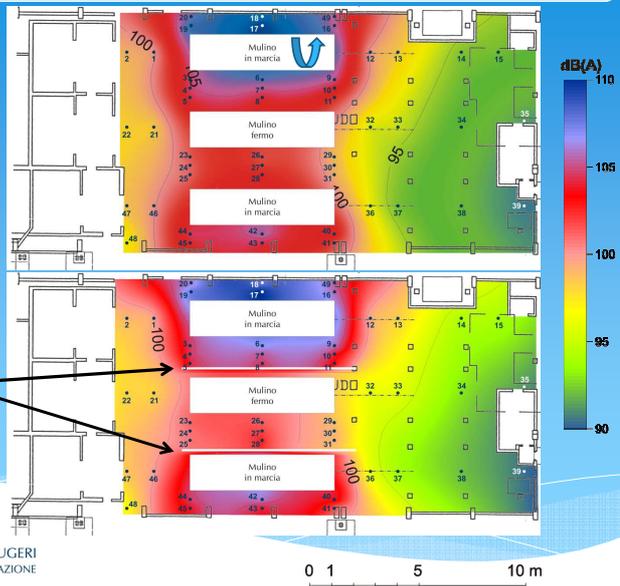
FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Esempi di mappatura (ed errori di mappatura)

Mulino
Macinazione crudo

Senza barriere

Con barriere



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

... grazie per l'attenzione...

Claudio Cocheo



d-A incontri 2012

Modena, 11 ottobre 2012