

ELABORAZIONE MISURE

INCERTEZZA DI CAMPIONAMENTO

Nome dell'attività	Attività 1		Attività 2		Attività 3		Attività 4	
	1	2	2	2	3	3	4	4
Numero progressivo del campione	Livello sonoro (dBA)	Durata dell'attività (h)	Livello sonoro (dBA)	Durata dell'attività (h)	Livello sonoro (dBA)	Durata dell'attività (h)	Livello sonoro (dBA)	Durata dell'attività (h)
1	70	2	83,4	3	94,7	3		
2			80,5	2	95,5	4		
3			81,2	2,5	93,9	3,5		
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
Incertezza strumentale	u2	u2	u2	u2	u2	u2	u2	u2
	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

Numero di livelli misurati	1	3	3	0
L_{DAeqTm} : livello medio (dBA)	70,0	81,9	94,7	
Incertezza standard u_{1a} (dB)	0,0	0,9	0,5	
Differenza massimo - minimo (dB)	0,0	2,9	1,6	0,0

Numero di stime della durata	1	3	3	0
T_m : durata dell'attività (h)	2,0	2,5	3,5	
Incertezza standard u_{1b} (dB)	0,0	0,3	0,3	

Durata totale (ore)	8,0
Livello esposizione	91,3
Incertezza estesa	2,2

Incertezza composta (u) 1,3



Relatore: Ing. DI SANGRO STEFANO

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026

ELABORAZIONE MISURE

LIVELLO DI ESPOSIZIONE QUOTIDIANA E INCERTEZZA ESTESA



LAVORATORE 1			
Esposizione quotidiana	Incertezza estesa	Picco max	Presenza di impulsi
$L_{EX,8h}$	$U(L_{EX,8h})$	$P_{max} (A,B,C)$	SI/NO



Relatore: **Ing. DI SANGRO STEFANO**

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026

ELABORAZIONE MISURE

CONFRONTO CON I LIMITI DI LEGGE

LAVORATORE 1		
Livello di esposizione quotidiana $L^*_{EX,8h}$	Pressione di picco $P^*_{peak(C)}$	Limiti di legge
$L_{EX,8h} + U(L_{EX,8h})$	Picco max + 1,6	Esposizione $\leq$ V.I.A. V.I.A. < Esposizione < V.S.A. Esposizione $\geq$ V.S.A. Esposizione > VLE?

I VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE E I VALORI DI AZIONE ESPOSIZIONE GIORNALIERA AL RUMORE ($L_{EX,8H}$)	PRESSIONE ACUSTICA DI PICCO (PPEAK)	
VALORI INFERIORI DI AZIONE	80 DB(A)	135 DB(C)
VALORI SUPERIORI DI AZIONE	85 DB(A)	137 DB(C)
VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE	87 DB(A)	140 DB(C)



Relatore: Ing. DI SANGRO STEFANO

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026

ELABORAZIONE MISURE

SCHEDA DI ESPOSIZIONE AL RUMORE

Gruppo omogeneo: XXXXXXXXXXXXXXXX

LAVORTORI	L*EX,8h [dB(A)]	L*picco [dB(C)]	DPI-u utilizzato	L'EX,8h [dB(A)]
	89,0	< 137	[1] USO OBBLIGATORIO	72,0
CLASSE DI RISCHIO	0	TRASCURABILE	X 2	MEDIO
	1	BASSO	3	INACCETTABILE

TIPOLOGIA DI ESPOSIZIONE					
N.	Sorgente di rumore	LA,eq [dB(A)]	U1a (LA,eq)	Lpicco [dB(C)]	Tempo di esposizione
	Sorgente 1	83,4	0,8	119,7	120
	Sorgente 2	88,1	0,8	108,3	180
	Sorgente 3	85,7	0,1	103,6	90
	Sorgente 4	90,3	0,1	106,2	60
	Sorgente 5	92,9	0,2	108,8	20
	Sorgente 6	92,2	0,6	111,7	10
		L*EX,8h [dB(A)]	U (L*EX,8h)	L*picco [dB(C)]	L*EX,8h [dB(A)]
		87,9	1,1	119,7	89,0



A.N.CO.R.S.

Associazione Nazionale Consulenti e
Responsabili della Sicurezza sul Lavoro
Sindacato Datoriale

€.B.N.U.

Ente Bilaterale Nazionale di Unione

ISCRITTO NEL REPERTORIO NAZIONALE DEGLI ORGANISMI PARITETICI
PRESSO IL MINISTERO DEL LAVORO E DELLE POLITICHE SOCIALI AL N. 15



CONFASSOCIAZIONI
Sicurezza

Relatore: Ing. DI SANGRO STEFANO

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026

VALUTAZIONE DEL RISCHIO



Il rischio è, infatti, determinato non solo dal **livello di rumore** a cui i lavoratori sono esposti ma anche dal **contesto lavorativo** in cui si verifica l'esposizione e dalla contemporanea presenza di **altri fattori** di rischio.



VALUTAZIONE DEL RISCHIO

RUMORE E LAVORATORI PARTICOLARMENTE SENSIBILI

L'identificazione di lavoratori particolarmente sensibili è necessaria per consentire al Datore di Lavoro di adattare le misure di riduzione del rischio anche alle esigenze di questi soggetti, come indicato all'art. 183 del D. Lgs. 81/08.

La normativa contiene già delle indicazioni relative alle particolari tutele da adottare per le **lavoratrici madri** e per i **lavoratori minori**.

Per individuare altri lavoratori maggiormente suscettibili sarà indispensabile la collaborazione del medico competente.

Rientrano infatti in questa categorie soggetti affetti da alcune patologie, da fattori congeniti o sottoposti a particolari terapie che producono un effetto sinergico col rumore creando le condizioni di ipersuscettibilità.



VALUTAZIONE DEL RISCHIO

RUMORE E SOSTANZE OTOTOSSICHE

E' noto che alcune sostanze (o farmaci) sono tossici per le strutture neurosensoriali deputate alla **funzione uditiva e all'equilibrio** (organo del Corti, labirinto posteriore o vestibolo e nervo acustico). Si tratta di sostanze la cui assunzione pregressa è spesso dimenticata o ignorata dal paziente stesso il quale, sovente, non è in grado di collaborare alla raccolta di una esauriente anamnesi audiologica.

Dette sostanze presentano un effetto sinergico con il rumore nell'accrescere la probabilità di danno uditivo sulla persona esposta e vengono generalmente classificate in **occupazionali e non occupazionali**.



Relatore: **Ing. DI SANGRO STEFANO**

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Le **sostanze ototossiche non occupazionali** sono costituite essenzialmente da **farmaci**.

Alcune tipologie di farmaci ototossici

- **Antibiotici**
- **Diuretici** (Furosemide, Acido etacrinico e Bumetanide)
- **Salicilati** (es. Aspirina)
- **Antinfiammatori non steroidei** (FANS) (Ibuprofene, Ketoprofene, Diclofenac, ...)
- **Chinino**
- **Farmaci anti-tumorali** (Cisplatino, Carboplatino)

L'elenco delle sostanze (e farmaci) ototossiche si continua ad ampliare nel tempo.



VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Le **sostanze ototossiche occupazionali**, in letteratura, sono individuate sostanzialmente in:

Solventi

- **Toluene** (*vernici, gomma, stampa*)
- **Stirene** (*Ind. alimentare/chimica/gomma; commercio, trasporti, costruzioni, servizi*)
- **Xilene** (*settore chimico, petrolifero, trasporti, vernici*)
- **N-Esano**
- **Etil-benzene**
- **White Spirits/Stoppard** (*solvente paraffinico per pitture*)
- **Solfuro di carbonio** (*tessile, agricoltura*)
- **Combustibili**
- **Percloroetilene**

Gas asfissianti

- **Monossido di carbonio**
- **Acido cianidrico e suoi Sali**

Metalli

- **Piombo e derivati**
- **Mercurio e derivati**

Pesticidi

- **Paraquat** (*diserbante*)
- **Pesticidi organofosforici**
- **Arsenico e derivati**
- **Manganese e derivati**

L'elenco delle sostanze (e farmaci) ototossiche si continua ad ampliare nel tempo.

Relatore: **Ing. DI SANGRO STEFANO**

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026



VALUTAZIONE DEL RISCHIO

RUMORE E VIBRAZIONI MECCANICHE

Studi sull'uomo hanno dimostrato l'insorgenza di ipoacusia neurosensoriale permanente da interazione tra **rumore (100 dB) e vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (125 Hz a livello di accelerazione di 2 m/sec²)** mentre l'esposizione contemporanea a **rumore (90 dB) e vibrazioni trasmesse al corpo intero (2-10 Hz a 10 m/sec²)** hanno effetto sinergico nella patogenesi del danno uditivo (effetto maggiormente pronunciato alle alte temperature).

In considerazione della possibile interazione tra esposizione a rumore ed esposizione a vibrazioni meccaniche è necessario segnalare la compresenza dei rischi nell'ambito della valutazione.



Relatore: **Ing. DI SANGRO STEFANO**

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

RUMORE E SEGNALI DI AVVERTIMENTO

Per evitare un rischio di infortunio o di incidente i **segnali di avvertimento** (sirena antincendio, avvisatori acustici dei mezzi in movimento, segnali di allarme, ...) **devono essere sempre chiaramente udibili dai lavoratori indipendentemente dalle condizioni acustiche presenti nell'ambiente di lavoro e tenendo conto dell'attenuazione fornita dai dispositivi di protezione dell'udito utilizzati.**

Per essere udibile un segnale di pericolo deve superare la **soglia effettiva di mascheramento**, definita come il ***“livello del segnale acustico di pericolo appena udibile al di sopra del rumore ambiente, tenendo conto dei parametri acustici sia del rumore ambiente nell'area di ricezione del segnale, sia di una ridotta capacità uditiva (DPI-u, ipoacusia e altri effetti di mascheramento)”***.

Tra i vari parametri di giudizio: il segnale non deve essere inferiore a 65 dB e la differenza tra i livelli di pressione sonora del segnale e del rumore ambiente (*qualsiasi suono nell'area di ricezione del segnale non emesso dal trasmettitore del segnale di pericolo*) **deve essere maggiore di 15 dB.**

Relatore: **Ing. DI SANGRO STEFANO**

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026

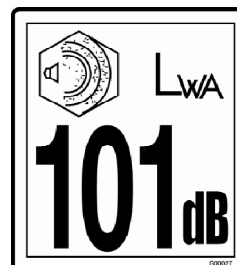
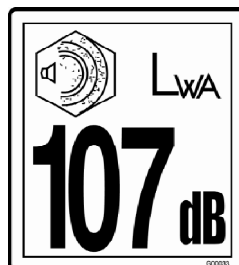
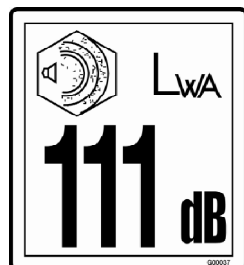


VALUTAZIONE DEL RISCHIO

RUMORE E SCELTA DELLE ATTREZZATURE DI LAVORO

Le informazioni fornite dai costruttori delle attrezzature di lavoro devono essere prese in considerazione nel percorso di valutazione dei rischi.

E' bene ricordare che **la valutazione va effettuata già all'atto della scelta** di attrezzature di lavoro come previsto all'art. 28 comma 1 del D.Lgs. 81/08 e la conoscenza dei valori di emissione delle macchine è sicuramente uno dei parametri da prendere in considerazione nell'ambito di una adeguata procedura di acquisto.



Relatore: **Ing. DI SANGRO STEFANO**

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

RUMORE E TEMPO DI ESPOSIZIONE

Valutare la possibilità di **rimodulazione delle mansioni**, in modo da diminuire l'esposizione al rumore dei singoli lavoratori.

RUMORE E SORVEGLIANZA SANITARIA

- Esposizione personale al rumore superiore a 85 dB(A)
- Presenza di agenti ototossici
- Presenza di lavoratori particolarmente sensibili
- Uso concomitante di attrezzature vibranti
- Altro (da valutare...)



DPI UDITIVI

Nel caso non sia tecnicamente fattibile adottare un metodo per l'abbattimento del rumore o le misure per minimizzare il rischio sono insufficienti è necessario ricorrere all'adozione dei Dispositivi di Protezione Individuale.



TAPPI



CUFFIE



Relatore: **Ing. DI SANGRO STEFANO**

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026

DPI UDITIVI

Efficienza del DPI-u: è la capacità dell'otoprotettore di abbattere o attenuare i livelli sonori a cui è esposto il lavoratore e può essere stimata calcolando il cosiddetto "livello di pressione acustica ponderato A sotto il protettore auricolare o livello di esposizione a dispositivo indossato (L'A)".

Efficacia del DPI-u: esprime il fatto che un DPI-u valutato efficiente protegga realmente nel tempo il lavoratore che lo indossa da danni e peggioramenti uditivi.

Non essendoci procedimenti analitici, indici o descrittori oggettivi per certificare il rispetto dell'efficacia del DPI-u, le uniche misure che il Datore di Lavoro ha a disposizione sono di natura prevenzionistica e gestionale (*cfr. Linee guida norme UNI EN 458:2016 e UNI 9432:2011*).



DPI UDITIVI

I DPI devono essere conformi al **Regolamento UE 2016/425**, ai requisiti del “**Testo unico**” (D. Lgs, 81/08), al **D. Lgs. 17/2019** ed alle **Norme Tecniche** applicabili.

La scelta del D.P.I. dovrà essere fatta sulla base delle reali esigenze di protezione prendendo in considerazione:

- **Caratteristiche di attenuazione** (capacità di abbattimento del rumore in funzione delle caratteristiche di quest'ultimo)
- **Tipologia lavorativa** (necessità di altri DPI, ambienti polverosi, alte temperature, ...)
- **Tolleranza** (adattabilità a tutte le persone)
- **Gradimento** (è preferibile la scelta di un mezzo confortevole)

Il datore di lavoro deve tenere conto dell'attenuazione fornita dai dispositivi di protezione dell'udito **solo ai fini di valutare la loro efficienza e il rispetto del Valore Limite di Esposizione** (art. 193 del D. Lgs. 81/08).



DPI UDITIVI

Ogni protettore auricolare DEVE essere accompagnato dai dati di attenuazione sonora forniti dal fabbricante, espressi in 3 modi:

- **APV_f**: Attenuazione sonora del DPI per lo spettro di frequenza in banda d'ottava tra 125Hz e 8kHz.
- **H, M, L**: Attenuazione sonora del DPI espressa mediante 3 valori, per frequenze alte (H), medie (M) e basse (L).
- **SNR**: Attenuazione sonora del DPI espressa mediante unico valore

Frequenza (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Attenuazione media (dB)	11,3	11,6	15,6	21,1	23,9	27,8	34,7	34,3
Deviazione Standard (dB)	6,3	4,6	4,2	5,4	4,5	3,4	2,1	4,6
Protezione presunta (dB)	5	7	11,4	15,7	19,4	24,4	32,6	29,7

APV ←

H = 25 dB M = 19 dB L = 13 dB SNR = 21 dB

Riduzione semplificata del rumore

Attenuazione alle alte frequenze Attenuazione alle medie frequenze Attenuazione alle basse frequenze



DPI UDITIVI

METODI DI CALCOLO DELL'ATTENUAZIONE DEI DPI_{UDITIVI}

Vanno applicate le indicazioni fornite dalla **UNI EN 458:2005** (ora UNI EN 458:2016)

1. Metodo OBM

2. Metodo HML

3. Metodo CONTROLLO HML

4. Metodo SNR



Relatore: **Ing. DI SANGRO STEFANO**

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026

DPI UDITIVI

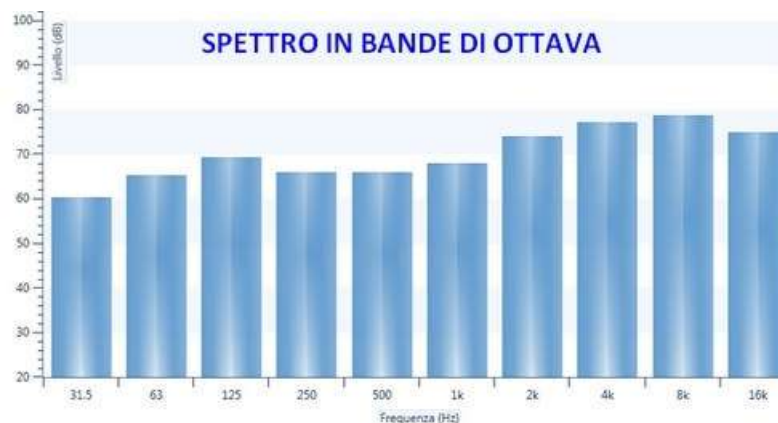
1. METODO OBM

Consiste in un calcolo diretto della riduzione del rumore effettuato sulla base dei **livelli acustici per banda d'ottava** e delle **attenuazioni per banda d'ottava** del protettore auricolare considerato; tale metodo è il più preciso e permette di valutare meglio la protezione offerta dal DPI-u in funzione dei livelli di rumorosità alle varie frequenze.

Richiede:

Livello continuo equivalente di pressione sonora in banda d'ottava ($L_{eq,oct}$)

Frequenza (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Attenuazione media (dB)	11,3	11,6	15,6	21,1	23,9	27,8	34,7	34,3



Relatore: **Ing. DI SANGRO STEFANO**

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026



DPI UDITIVI

2. METODO HML

Utilizza tre valori di attenuazione (H-M-L) per calcolare la riduzione prevista del livello di rumore (PNR): il valore di attenuazione da utilizzare deve essere individuato in funzione della differenza tra il livello di pressione acustica ponderato C (LC) e il livello di pressione acustica ponderato A (LA).

La PNR è sottratta dal livello di pressione acustica ponderato A (LA), al fine di calcolare il livello di pressione acustica ponderato A effettivo a livello dell'orecchio quando s'indossa il protettore auricolare (L'A).

Con questo metodo è classificato il tipo di rumore presente in modo da poter scegliere, sulla base delle caratteristiche del DPI dell'udito considerato il migliore grado di attenuazione.

Richiede:

Livello di pressione acustica ponderato C →	LC,eq
Livello di pressione acustica ponderato A →	LA,eq



Relatore: **Ing. DI SANGRO STEFANO**

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026

DPI UDITIVI

La procedura operativa è la seguente:

1. Calcolare la differenza tra LC e LA: **LC-LA**
2. Calcolare la **PNR** (riduzione prevista di rumore) nel modo seguente:
 - a) per **LC – LA ≤ 2 dB**, **PNR = M – [(H – M) / 4] * (LC – LA – 2) [dB]**
 - b) per **LC – LA > 2 dB**, **PNR = M – [(M – L) / 8] * (LC – LA – 2) [dB]**
 - c) Arrotondare al numero intero più prossimo
3. Calcolare il livello effettivo di pressione sonora ponderato A al livello dell'orecchio secondo la formula: **L' A,eq = L A,eq - PNR**
4. Verificare l'efficacia del DPI.

Misura	L _{Aeq} [dB(A)]	L _{Ceq} [dB(C)]	Cod. DPI-u	PNR	L' _{Aeq} [dB(A)]	Adeguatezza DPI-u
17	80,9	82,8	[1]	22	59	lper-protezione
21	90,1	89,1	[1]	26	65	Accettabile
23	90,5	88,1	[1]	28	63	lper-protezione
24	94,8	94,4	[1]	25	70	Buona
25	88,1	86,6	[1]	26	62	lper-protezione
26	95,3	92,9	[1]	28	67	Accettabile
27	93,6	95,2	[1]	23	71	Buona
28	93,7	93,2	[1]	25	69	Accettabile

Relatore: **Ing. DI SANGRO STEFANO**

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026



DPI UDITIVI

3. METODO di CONTROLLO HML

Rappresenta una semplificazione del metodo H-M-L. Questo metodo consente di utilizzare il solo livello di pressione acustica ponderato A cui è sottratto il valore M o L di attenuazione del DPI dell'udito scelto per ottenere il livello di pressione acustica effettivo.

Richiede:

Livello di pressione acustica ponderato A → $L_{A,eq}$



L'utilizzo di questo metodo è sconsigliato perché è basato su valori soggettivi per la classificazione del tipo di rumore.



DPI UDITIVI

4. METODO SNR

Il metodo utilizza un solo valore di attenuazione (SNR).

L'attenuazione SNR è sottratta dal livello di pressione acustica ponderato C per ottenere il livello di pressione acustica ponderato A effettivo.

Il metodo è il più semplice da applicare, ma fornisce risultati meno precisi, rispetto al metodo OBM o HML.

$$L'A = LC - SNR$$

Richiede:

Livello di pressione acustica ponderato C → LC,eq

Attenuazione del DPI → SNR



DPI UDITIVI

IL COEFFICIENTE β

La norma UNI 9432 prevede l'applicazione di un coefficiente di riduzione β ai valori di attenuazione dei DPI dell'udito (OBM, H-M-L e SNR) che può variare da 0,1 a 0,99:

- **0,75** per le cuffie
- **0,5** per gli inserti espandibili
- **0,3** per gli inserti preformati



Valori di β superiori a quelli indicati in tabella (ma sempre < 1) sono possibili nel caso in cui il D.L. garantisca:

- addestramento lavoratori accurato e frequente;
- controllo rigoroso circa il corretto uso dei DPI;
- specifiche procedure di conservazione dei DPI

L'uso di questo coefficiente è necessario per tenere conto di una serie di motivi concreti, che non consentono di utilizzare per intero i valori forniti dal fabbricante (ad esempio, una taglia inadeguata dei DPI-u, il deterioramento dei materiali, la presenza di capelli lunghi, il posizionamento approssimativo del DPI-u).



DPI UDITIVI

VERIFICA EFFICACIA DPI_{UDITIVI}

Vanno applicate le indicazioni fornite dalla **UNI EN 458:2016**

LIVELLO EFFETTIVO ALL'ORECCHIO		STIMA DELLA PROTEZIONE
Maggiore di Lact	> 80	Insufficiente (ipo-protezione)
Tra Lact e Lact - 5	75 ÷ 80	Accettabile
Tra Lact - 5 e Lact - 10	70 ÷ 75	Buona
Tra Lact - 10 e Lact - 15	65 ÷ 70	Accettabile
Minore di Lact - 15	< 65	Troppo alta (iper-protezione)
L_{ACT} = Livello d'azione (80 dB(A))		

Nel caso in cui la stima della protezione sia insufficiente, è necessario utilizzare un altro tipo di protettore auricolare con un'attenuazione maggiore.

Qualora la stima della protezione risulti troppo alta (iper-protezione), è necessario utilizzare un altro tipo di protettore auricolare con un'attenuazione inferiore.



DPI UDITIVI

ATTENUAZIONE DEI DPI_{UDITIVI} IN PRESENZA DI PICCHI > 135 dB

L'attenuazione può essere considerata sufficiente se il valore effettivo di pressione sonora di picco all'orecchio quando si indossa il protettore dell'udito è uguale o minore del valore di azione di 135 dB(C).

Il metodo previsto dalla UNI 458:2016 prevede i seguenti passaggi:

1. Individuazione del tipo di rumore impulsivo
2. Individuazione del valore di attenuazione sonora modificato (dm)
3. Calcolo del valore di picco effettivo, sottraendo al valore di picco misurato il valore dm individuato
4. Confronto del valore effettivo di picco con il valore di azione di 135 dB(C).



DPI UDITIVI

I rumori impulsivi sono suddivisi in:

- **Tipo 1:** la maggior parte dell'energia acustica è nelle **BASSE FREQUENZE** (<200 Hz)
- **Tipo 2:** la maggior parte dell'energia acustica è nelle **MEDIO-ALTE FREQUENZE**
- **Tipo 3:** la maggior parte dell'energia acustica è nelle **ALTE FREQUENZE** (> 1000 Hz)

I valori «**dm**» in dB sono individuati nel seguente modo:

- Per rumori impulsivi di tipo 1: **dm = L – 5** (L = attenuazione del DPI-u basse freq.)
- Per rumori impulsivi di tipo 2: **dm = M – 5** (M = attenuazione del DPI-u medie freq.)
- Per rumori impulsivi di tipo 3: **dm = H** (H = attenuazione del DPI-u alte freq.)

In presenza di rumori impulsivi, la norma UNI EN 458 prevede che

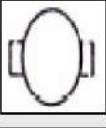
$$L'_{A,eq} = L_{A,eq} - dm$$

Relatore: **Ing. DI SANGRO STEFANO**

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026



DPI UDITIVI

Tipo di protezione		Campo di frequenza in Hz				
Tappi		1-20	20-100	100-800	800-8000	> 8000
		5-10	5-20	20-35	30-40	30-40
Tappi ad inserzione non completa		5-10	5-20	15-20	25-40	30-40
Cuffie		0-2	2-15	15-35	35-45	35-45
Tappi e cuffie combinati		10-15	15-25	25-45	30-60	40-60
Cuffie per comunicazione		0-2	2-10	10-30	25-40	30-40
Elmetto		0-2	2-17	7-20	20-55	30-55



Relatore: Ing. DI SANGRO STEFANO

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026

P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

PIANO AZIENDALE RIDUZIONE ESPOSIZIONE (UNI 11347:2015)



1) Scopo e campo di applicazione

2) Riferimenti normativi

3) Termini e definizioni

4) Requisiti del P.A.R.E.

5) Appendici informative:

- ❖ Appendice A: **Indicazioni orientative sulla scelta degli interventi tecnici di controllo del rischio rumore**
- ❖ Appendice B: **Valutazioni orientative sull'efficacia degli interventi tecnici di controllo del rischio rumore e dei costi delle soluzioni**
- ❖ Appendice C: **Requisiti professionali del personale qualificato**



Relatore: **Ing. DI SANGRO STEFANO**

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026

P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

Per ciascuna situazione con livelli di esposizione al rumore elevati, il datore di lavoro deve indicare nel P.A.R.E. gli **interventi tecnici e organizzativi** che, tra quelli concretamente attuabili, **intende effettivamente realizzare fissando l'obiettivo acustico**, dove tecnicamente possibile, in accordo con le indicazioni contenute nelle norme della serie UNI EN ISO 11690.

Nell'identificazione delle modalità di riduzione del rischio devono essere considerati innanzitutto gli interventi che riducono il rumore alla sorgente, quindi quelli che lo riducono lungo il percorso di propagazione, infine quelli che agiscono direttamente sul posto di lavoro.

Il P.A.R.E. deve considerare le azioni per la riduzione dell'esposizione al rumore per tutte quelle situazioni che superano i valori previsti dalla legislazione vigente.

Andranno quindi esaminate le sorgenti, le attività ed i luoghi di lavoro con L_{Aeq} maggiore di 85 dB(A) e con $L_{picco,C}$ maggiore di 137 dB(C).



P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

La Norma UNI 11347:2015 ricorda che **la progettazione dell'intervento deve essere tale da evitare ulteriori rischi come quelli per la sicurezza** (per esempio rischio incendio) e per la salute (per esempio minor ricambio d'aria) **verso i lavoratori o problemi igienico-sanitari verso il prodotto** (per esempio nel settore alimentare o farmaceutico) **ovvero maggiori rischi verso i ricettori esterni.**

CRITERI PER LA SCELTA DI UN INTERVENTO

- 1) Definire un ordine di priorità**
- 2) Considerare tutte le conseguenze dell'intervento**
- 3) Considerare l'interazione tra l'intervento progettuale proposto e il processo produttivo dell'azienda**

Relatore: **Ing. DI SANGRO STEFANO**

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026



IL RAPPORTO COSTO – BENEFICI

(Punto 4.3.2.3)

$$\eta = \frac{c}{\sum_{i=1}^N \Delta dB_i \cdot n_i}$$

Dove:

c = costo dell'opera (comprensivo di tutte le voci di spesa: messa in opera, collaudo, manutenzione, etc.);

ΔdB_i = attenuazione in dB assicurato dall'intervento ad un gruppo i-esimo di lavoratori;

n_i = n. di lavoratori del gruppo i-esimo;

N = numero di gruppi di lavoratori che ottengono un beneficio acustico.

La soluzione ottimale è quella cui corrisponde il valore minimo di η .



INTERVENTO 1:

installazione pannello
fonoisolante/fonoassorbente
per superficie di 50 m²,
efficacia 15 dB(A);
costo = 44 €/m²

$$\Delta dB_1 = 15 \text{ dB(A)}$$

$$n_1 = 6$$

$$N = 1$$

$$C = 2200 + 800 = 3000 \text{ €}$$

$$\eta = 33 \text{ €/dB}$$

INTERVENTO 2:

installazione pannello
fonoisolante/fonoassorbente
per superficie di 50 m²,
efficacia 25 dB(A);
costo = 58 €/m²

$$\Delta dB_1 = 25 \text{ dB(A)}$$

$$n_1 = 6$$

$$N = 1$$

$$C = 2900 + 800 = 3700 \text{ €}$$

$$\eta = 25 \text{ €/dB}$$



SCHEDE COMPARATIVE DEI DIVERSI INTERVENTI ATTUABILI

Intervento 1		Intervento 2	
Descrizione		Descrizione	
Efficacia (dBA):		Efficacia (dBA):	
Costo (€):		Costo (€):	
ΔdB_1 :		ΔdB_2 :	
n_1 :		n_2 :	
N:		N:	
Costo totale (€):		Costo totale (€):	
Rapporto η_1 :		Rapporto η_2 :	

Relatore: **Ing. DI SANGRO STEFANO**

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026



P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

Nel P.A.R.E. vanno individuati:

- I macchinari, gli ambienti e/o i lavoratori destinatari dell'intervento
- Le misure Tecniche e/o Organizzative attuabili
- Una stima dei risultati attesi (in termini di L_{EX} e/o di L_{picco})
- Un'analisi di fattibilità (ed eventuale rapporto costi/benefici)
- Le tempistiche di attuazione degli interventi previsti
- Il responsabile dell'attuazione degli interventi previsti
- Le modalità di verifica dei risultati ottenuti (e confronto con gli obiettivi fissati in fase di progetto).
- Schede sintetiche riepilogative dei singoli interventi attuati

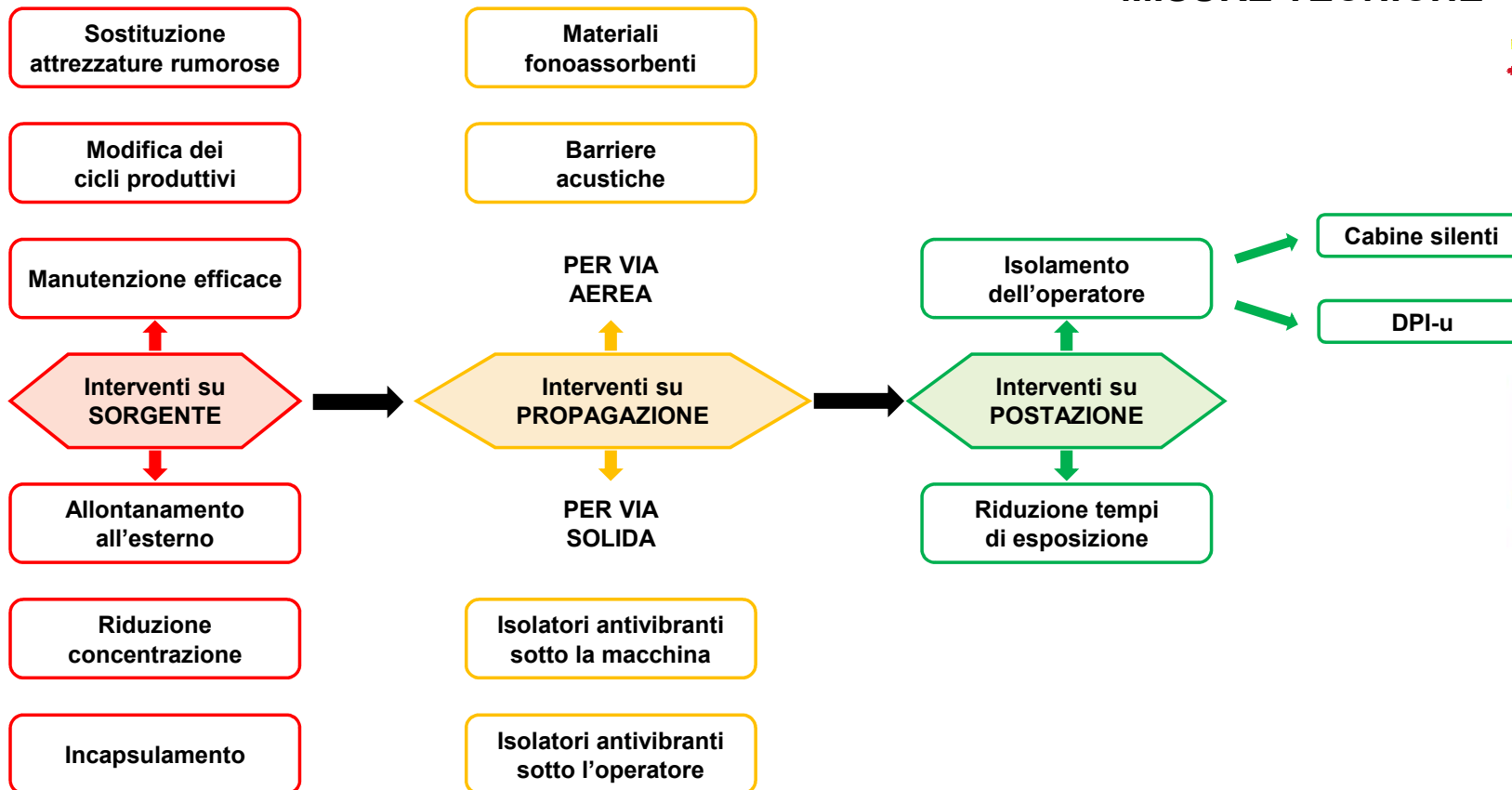


TIPOLOGIA DI INTERVENTI TECNICI CONSIDERATI

1- Interventi sulla sorgente di rumore	6- Cappottature
2- Separazioni	7- Cappottature parziali
3- Sistemi antivibranti	8- Schermi
4- Silenziatori	9- Trattamenti ambientali
5- Coibentazione esterna di condotti	10- Cabine per personale



MISURE TECNICHE



MISURE ORGANIZZATIVE

- Individuazione di aree rumorose e modifica della distribuzione delle postazioni di lavoro o ristrutturazione del ciclo produttivo, al fine di evitare la presenza concomitante di più attività rumorose in spazi ristretti.
- Corretta manutenzione di macchinari / attrezzature.
- Adozione di procedure per turnazione del personale addetto a lavorazioni rumorose, finalizzate a minimizzare il tempo di esposizione pro-capite.
- Apposizione di idonea segnaletica di sicurezza, perimetrazione e limitazione all'accesso per i non addetti ai lavori nelle aree con livelli maggiori del livello superiore di azione.
- Informazione/formazione lavoratori su corretto uso di macchinari/attrezzature.
- Procedure di lavoro per minimizzare l'esposizione al rumore dei lavoratori.



LINEE DI INDIRIZZO GENERALI (Appendice A – Prospetto A1)

Tipologia di intervento	Elementi favorevoli	Elementi sfavorevoli	Note
Interventi sulla sorgente di rumore (sostituzione di macchine e attrezzature rumorose, utilizzo di differenti principi tecnologici, ...)	- Operatori posti nel campo vicino la sorgente - Presenza di rumori impulsivi - Elevata esperienza del consulente progettista - Si è in fase di acquisto di macchine e impianti	- Difficoltà a modificare il layout - Richiesta di studi e/o ricerche adeguati	- Competenze dei fabbricanti e dei progettisti - Si esprimono con diverse modalità - Possono risolvere in modo radicale molti problemi acustici - Estrema variabilità di situazioni (guadagni ottenibili e costi)
Separazione di aree a diversa rumorosità	- Elevato potere di riduzione del rumore - Numerosi operatori interessati - Si è in fase di progettazione del layout - Basso costo dell'intervento	- Sorgenti distribuite uniformemente nell'ambiente con impossibilità di un loro raggruppamento - Difficoltà di modificare i layout	- Occorre perseguire l'obiettivo di una separazione fisica completa tra sorgente e operatore - Prevedere pareti di separazione, fonoassorbenti sul lato sorgente



SCELTA INTERVENTI / SITUAZIONI TIPO (Appendice A – Prospetto A2)

Situazione	Interventi sulla sorgente	Parete separazione Interventi sulla sorgente	Sistemi antivibranti	Silenziatori	Coibentazione condotti	Cappottatura	Cappottatura parziale	Schermo	Trattamento ambientale	Cabina operatore
Riduzione del livello sonoro										
Obiettivo elevato: 20 dB(A) o più	++	++		++	+	++	+	-	-	++
Obiettivo modesto: < 10 dB(A)	+	+			+	+	++	+	+	+
Disposizione delle sorgenti										
Sorg. dominante/sorg.raggruppate	++	++				++	+	-	-	-
Sorgenti distribuite nell'ambiente	+	-				+	+	-	+	++
Disposizione degli operatori										
Postazioni raggruppate	+	++				-	-	+	-	++
Postazioni operatore distribuite	+	-				+	+	-	+	-
Operatore in movimento	++	-				+	+	-	++	-

Relatore: **Ing. DI SANGRO STEFANO**

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026



ISCRITTO NEL REPERTORIO NAZIONALE DEGLI ORGANISMI PARITETICI
PRESSO IL MINISTERO DEL LAVORO E DELLE POLITICHE SOCIALI AL N. 15



RISULTATI OTTENIBILI (Appendice B)

Separazioni

Le separazioni sono soluzioni realizzabili con diverse tipologie di materiali con adeguato potere fonoisolante (per es.: legno, vetro o materiali translucidi, metallo) ed è opportuno che possiedano una superficie fonoassorbente sulla faccia disposta verso la sorgente sonora.

Nel prospetto B.1 sono riportati l'efficacia e gli indici di costo per le separazioni:

Tipologia	Efficacia	Indice di costo al m ² di superficie di parete
Separazione cieca	10÷20 dB(A)	0,70
Separazione cieca	> 20 dB(A)	1,20
Separazione vetrata al 25%	10÷20 dB(A)	0,70
Separazione vetrata al 25%	> 20 dB(A)	1,30



P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

LA COMPETENZA TECNICA PER LA REDAZIONE DEL P.A.R.E.

La UNI 11347 evidenzia la necessità per la redazione del P.A.R.E. del **supporto di una competenza specifica** (in acustica e in sicurezza sul lavoro), indispensabile nel caso di progettazione di interventi tecnici.



Il datore di lavoro deve **verificare l'idoneità tecnico-professionale del «personale qualificato»** che collabora alla redazione del piano (P.A.R.E.).



Relatore: **Ing. DI SANGRO STEFANO**

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026

REQUISITI PROFESSIONALI DEL PERSONALE QUALIFICATO

La UNI 11347 (Appendice C) indica che è opportuno che il personale qualificato sia in possesso di un **titolo di studio** non inferiore al diploma di istruzione secondaria superiore, nonché di un **attestato di frequenza** a specifici corsi di formazione in acustica.



In assenza di attestato di frequenza a specifici corsi di formazione, si consiglia al Datore di Lavoro di richiedere **evidenza documentale** della conoscenza delle tematiche del settore (esami universitari, master, comprovata esperienza nel settore, attestati rilasciati da enti accreditati, ...).



SCHEDA DI SINTESI DELLA SITUAZIONE DI RISCHIO

RISCHIO PRESENTE

- Esposizione al rumore dei lavoratori (LEX,8h) compresa tra 80 e 85 dB(A)
- Importante influenza del rumore di fondo nel reparto

ORIGINE DEL RISCHIO

Attività particolarmente rumorose (stampaggio, molatura,) presenti all'interno del reparto

PROSPETTO RIASSUNTIVO DEGLI INTERVENTI

INFORMAZIONI PRELIMINARI

L'ambiente di lavoro (reparto produttivo) risente fortemente dell'emissione sonora di attività particolarmente rumorose le quali, però, necessitano di rimanere collegate con le altre aree produttive del reparto.

E' indispensabile procedere a un primo intervento urgente di riduzione del rischio, per poi procedere ad eventuali ulteriori interventi.



CRONOPROGRAMMA	
1) Rimodellazione delle postazioni di lavoro	20 giorni
2) Eventuale allontanamento delle presse più rumorose	3 mesi
3) Spostamento del reparto in locali più ampi a disposizione	6 mesi
4) Automazione di alcune lavorazioni	12 mesi

P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

SCHEDA INTERVENTO N. 1

INFORMAZIONI PRELIMINARI

Il reparto produttivo risente fortemente dell'emissione sonora di alcune attività particolarmente rumorose (stampaggio, molatura) le quali, però, necessitano di rimanere collegate con le altre aree produttive ivi presenti (carico/scarico con carri ponte): **occorre rimodellare le postazioni di lavoro**.

$$\eta = 94 \text{ €/dB (C= € 8.500; n= 9; } \Delta\text{dB= 10)}$$

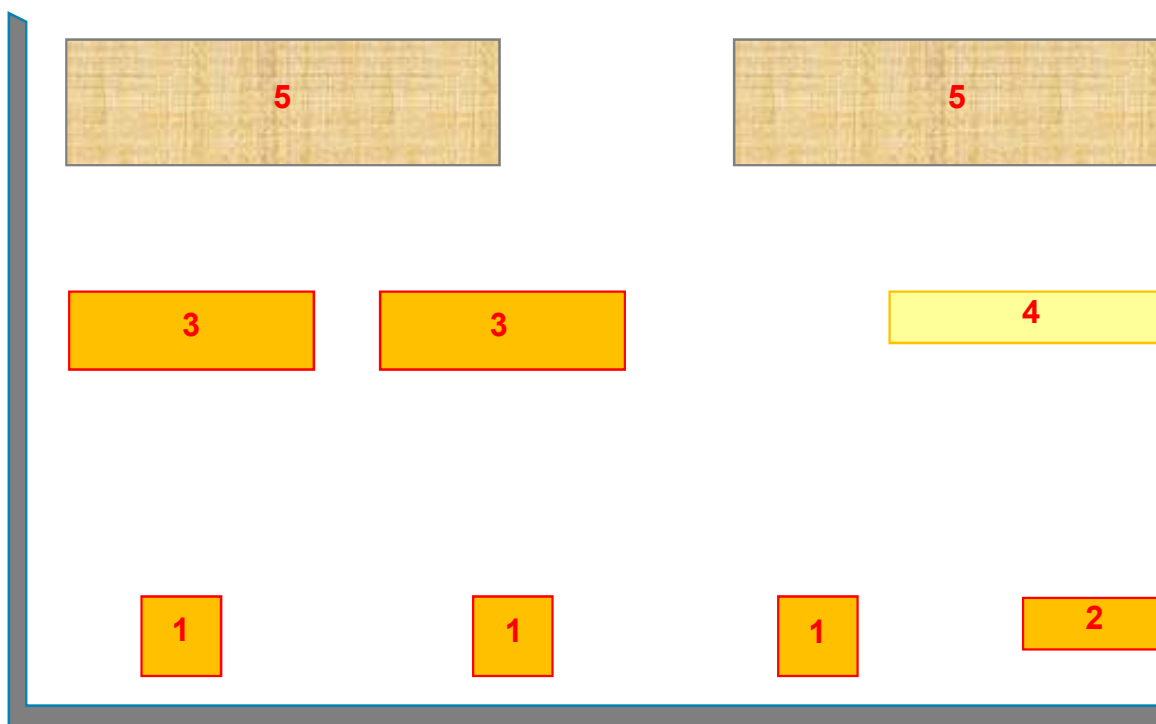
CRONOPROGRAMMA

Installazione di pannelli fonoisolanti e fonoassorbenti per isolare le sorgenti (macchine) dal resto del reparto e per l'isolamento reciproco	8 giorni
Spostamento delle aree di deposito, al fine di utilizzarle come ulteriori schermi	2 giorni
Trattamento acustico ambientale del soffitto dell'area sovrastante la zona protetta	10 giorni

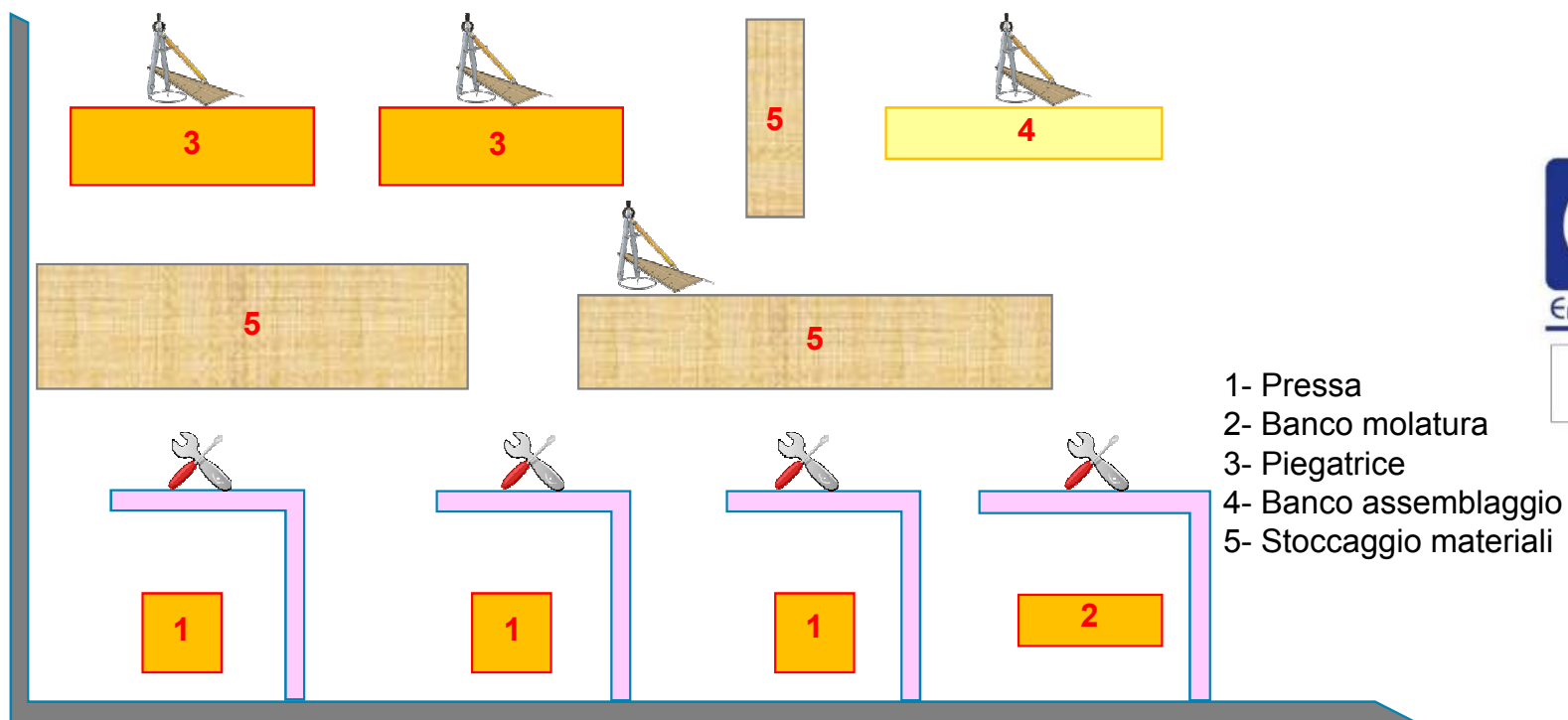


Relatore: **Ing. DI SANGRO STEFANO**

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026



- 1- Pressa
- 2- Banco molatura
- 3- Piegatrice
- 4- Banco assemblaggio
- 5- Stoccaggio materiali

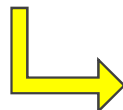


SCHEDA INTERVENTO N. 1
STIMA DEI COSTI
Costo complessivo: € 8.500,00
INFORMAZIONI SUCCESSIVE ALL'INTERVENTO
Risultato atteso (collaudo): riduzione del LEX,8h pari a 10 dB(A)
TEMPI DI ATTUAZIONE
Data inizio: 10/06/2025 Data fine: 12/06/2025
GESTIONE DELL'INTERVENTO
Datore di Lavoro; R.S.P.P.; Dirigente tecnico

P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

P.A.R.E.			
SCHEDA DI INTERVENTO		Numero	Data
Rischio evidenziato:			
Possibili cause:			
INTERVENTI TECNICI			
N.	Descrizione	Data prevista inizio intervento	Data prevista completamento
1			
2			
3			
ESITO ATTESO INTERVENTI TECNICI			
Attenuazione (dB):		N. lavoratori esposti:	
Costo interventi (€):		N. lavoratori beneficianti:	
Rendimento (€/dB)			
Resp. Attuazione:		Resp. Controllo:	
COLLAUDO INTERVENTI TECNICI			
Riduzione sonora effettiva (dB):		Data e autore della verifica:	
Firma Resp. Attuazione:		Firma Resp. Controllo:	

Segue tabella...



INTERVENTI ORGANIZZATIVI			
N.	Descrizione	Data prevista inizio intervento	Data prevista completamento
1			
2			
3			
ESITO ATTESO INTERVENTI ORGANIZZATIVI			
Attenuazione (dB):		N. lavoratori esposti:	
Costo interventi (€):		N. lavoratori beneficianti:	
Rendimento (€/dB)			
Resp. Attuazione:		Resp. Controllo:	
COLLAUDO INTERVENTI ORGANIZZATIVI			
Riduzione sonora effettiva (dB):		Data e autore della verifica:	
Firma Resp. Attuazione:		Firma Resp. Controllo:	



Relatore: **Ing. DI SANGRO STEFANO**

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026

P.A.R.E. ...e dopo?



Al completamento degli interventi di riduzione del rischio riportati nel P.A.R.E., il piano di miglioramento deve prevedere anche un **momento informativo / formativo** destinato ai lavoratori, finalizzato ad illustrare le novità introdotte (attrezzature, procedure, norme di utilizzo, ...).

RIPETIZIONE DELLA VALUTAZIONE DI ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI

Relatore: **Ing. DI SANGRO STEFANO**

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026



P.A.R.E. (UNI 11347:2015)

Per verifica e accettazione degli interventi eseguiti:

Data:

Datore di lavoro:

Responsabile del Servizio di
Prevenzione e Protezione:

Medico Competente:

Rappresentante dei
Lavoratori per la Sicurezza:

PROGRAMMA DI INFORMAZIONE / FORMAZIONE / ADDESTRAMENTO DEI LAVORATORI			
Azione n.	Descrizione	Scadenza	Responsabile
1	Illustrazione ai lavoratori circa le novità introdotte e le corrette procedure di lavoro		
2			
3			

Relatore: **Ing. DI SANGRO STEFANO**

AMBIENTE LAVORO BOLOGNA, 26-28 maggio 2026



AMBIENTE LAVORO BOLOGNA 26-28 maggio 2026

QR CODE PER TEST DI VALUTAZIONE FINALE



AMBIENTE LAVORO BOLOGNA 26-28 maggio 2026

LA VALUTAZIONE DEL RUMORE NEGLI AMBIENTI DI LAVORO: DALLA TEORIA ALLA PRATICA

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Relatore: **Ing. Di Sangro Stefano**
Sede A.N.CO.R.S.
Roseto degli Abruzzi - Teramo

