

---

NORMA  
EUROPEA

---

**Acustica**  
**Rumore emesso dalle macchine e dalle**  
**apparecchiature**  
**Determinazione dei livelli di pressione sonora di emissione al**  
**posto di lavoro e in altre specifiche posizioni applicando**  
**correzioni ambientali approssimate**

---

**UNI EN ISO**  
**11202**

GIUGNO 2010

Acoustics  
Noise emitted by machinery and equipment  
Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other  
specified positions applying approximate environmental corrections

---

Versione bilingue  
del febbraio 2011

La norma descrive un metodo per la determinazione dei livelli di pressione sonora di emissione delle macchine e delle apparecchiature al posto di lavoro e in altre specifiche posizioni "in situ". I livelli di pressione sonora di emissione sono determinati come livelli ponderati A e, ove richiesto, come livelli per bande di frequenza e livelli di picco ponderati C.

---

## TESTO INGLESE E ITALIANO

La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese e italiana della norma europea EN ISO 11202 (edizione maggio 2010).

---

La presente norma sostituisce la UNI EN ISO 11202:2009.

---

ICS 17.140.20

---

**UNI**  
**Ente Nazionale Italiano**  
**di Unificazione**  
Via Sannio, 2  
20137 Milano, Italia

---

©UNI  
Riproduzione vietata. Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte del presente documento può essere riprodotta o diffusa con un mezzo qualsiasi, fotocopie, microfilm o altro, senza il consenso scritto dell'UNI.

[www.uni.com](http://www.uni.com)



---

## PREMESSA NAZIONALE

La presente norma costituisce il recepimento, in lingua inglese e italiana, della norma europea EN ISO 11202 (edizione maggio 2010), che assume così lo status di norma nazionale italiana.

La presente norma è stata elaborata sotto la competenza della Commissione Tecnica UNI  
Acustica e vibrazioni

La presente norma è stata ratificata dal Presidente dell'UNI ed è entrata a far parte del corpo normativo nazionale il 10 giugno 2010.

---

Le norme UNI sono elaborate cercando di tenere conto dei punti di vista di tutte le parti interessate e di conciliare ogni aspetto conflittuale, per rappresentare il reale stato dell'arte della materia ed il necessario grado di consenso.

Chiunque ritenesse, a seguito dell'applicazione di questa norma, di poter fornire suggerimenti per un suo miglioramento o per un suo adeguamento ad uno stato dell'arte in evoluzione è pregato di inviare i propri contributi all'UNI, Ente Nazionale Italiano di Unificazione, che li terrà in considerazione per l'eventuale revisione della norma stessa.

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione di nuove edizioni o di aggiornamenti.

È importante pertanto che gli utilizzatori delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione e degli eventuali aggiornamenti.

Si invitano inoltre gli utilizzatori a verificare l'esistenza di norme UNI corrispondenti alle norme EN o ISO ove citate nei riferimenti normativi.

## INDICE

	<b>PREMESSA</b>	2
	<b>INTRODUZIONE</b>	4
1	<b>SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE</b>	6
2	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	8
3	<b>TERMINI E DEFINIZIONI</b>	8
4	<b>STRUMENTAZIONE</b>	16
5	<b>PROCEDURE PER CALCOLARE LA CORREZIONE LOCALE AMBIENTALE, <math>K_{SA}</math></b>	18
6	<b>AMBIENTE DI PROVA</b>	20
7	<b>GRANDEZZE DA MISURARE</b>	24
8	<b>GRANDEZZE DA DETERMINARE</b>	26
9	<b>MONTAGGIO E FUNZIONAMENTO DELLA SORGENTE SOTTOPOSTA A PROVA</b>	26
10	<b>POSIZIONI MICROFONICHE</b>	30
11	<b>MISURAZIONI</b>	34
12	<b>INCERTEZZA NELLA MISURAZIONE</b>	38
prospetto 1	Valori tipici di limite superiore dello scarto tipo di riproducibilità del metodo, $\sigma_{R0}$ , per livelli di pressione sonora di emissione ponderati A in conformità alla presente norma internazionale.....	44
13	<b>INFORMAZIONI DA REGISTRARE</b>	44
14	<b>RAPPORTO DI PROVA</b>	48
<b>APPENDICE (normativa)</b>	<b>A CORREZIONE AMBIENTALE PER UN POSTO DI LAVORO - MISURAZIONE DELLA CORREZIONE AMBIENTALE LOCALE, <math>K_3</math></b>	50
figura A.1	Correzione ambientale locale, $K_3$ , in decibel, calcolata da $A/d^2$ .....	52
figura A.2	Correzione ambientale locale, $K_3$ calcolata da $K_2$ e $D_{I op, approx}^*$ , valori espressi tutti in decibel.....	58
figura A.3	Determinazione del grado di accuratezza da $K_2$ e $D_{I op, approx}^*$ , entrambi espressi in decibel; la posizione del punto definito da questi due valori rispetto alla relativa curva definisce se la misurazione rientra nel grado di accuratezza 2 o 3.....	60
<b>APPENDICE (normativa)</b>	<b>B CRITERI PER IL RUMORE DI FONDO E PER LE MISURAZIONI IN BANDE DI FREQUENZA</b>	62
prospetto B.1	Livelli massimi di rumore di fondo nella camera di prova per criteri assoluti.....	64
<b>APPENDICE (informativa)</b>	<b>C LINEE GUIDA PER LO SVILUPPO DI INFORMAZIONI SULL'INCERTEZZA DI MISURAZIONE</b>	66
prospetto C.1	Esempi di scarti tipo totali calcolati, $\sigma_{tot}$ , per tre casi diversi.....	68
prospetto C.2	Bilancio dell'incertezza per la misurazione del livello di pressione sonora di emissione (i valori mostrati sono esempi relativi a definizioni di grado di accuratezza 2).....	72
<b>APPENDICE (informativa)</b>	<b>D PRINCIPI DI METODOLOGIA</b>	78

---

<b>APPENDICE</b> (informativa)	<b>E</b>	<b>ESEMPIO DI UN TAVOLO DI PROVA</b>	80
figura	E.1	Esempio di un tavolo di prova .....	80
<b>APPENDICE</b> (informativa)	<b>ZA</b>	<b>RAPPORTO TRA LA PRESENTE NORMA EUROPEA E I REQUISITI ESSENZIALI DELLA DIRETTIVA UE 2006/42/CE</b>	82
		<b>BIBLIOGRAFIA</b>	84

---

---

## **PREMESSA**

Il presente documento (EN ISO 11202:2010) è stato elaborato dal Comitato Tecnico ISO/TC 43 "Acustica" in collaborazione con il Comitato Tecnico CEN/TC 211 "Acustica", la cui segreteria è affidata al DS.

Alla presente norma europea deve essere attribuito lo status di norma nazionale, o mediante pubblicazione di un testo identico o mediante notifica di adozione, entro novembre 2010, e le norme nazionali in contrasto devono essere ritirate entro novembre 2010.

Si richiama l'attenzione alla possibilità che alcuni degli elementi del presente documento possano essere oggetto di brevetti. Il CEN (e/o il CENELEC) non deve(devono) essere ritenuto(i) responsabile(i) di avere citato tali brevetti.

Il presente documento sostituisce la EN ISO 11202:2009.

Il presente documento è stato elaborato nell'ambito di un mandato conferito al CEN dalla Commissione Europea e dall'Associazione Europea di Libero Scambio ed è di supporto ai requisiti essenziali della(e) Direttiva(e) dell'UE.

Per quanto riguarda il rapporto con la(e) Direttiva(e) UE, si rimanda all'appendice informativa ZA che costituisce parte integrante del presente documento.

In conformità alle Regole Comuni CEN/CENELEC, gli enti nazionali di normazione dei seguenti Paesi sono tenuti a recepire la presente norma europea: Austria, Belgio, Bulgaria, Cipro, Croazia, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Islanda, Italia, Lettonia, Lituania, Lussemburgo, Malta, Norvegia, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Romania, Slovacchia, Slovenia, Spagna, Svezia, Svizzera e Ungheria.

## **NOTIFICA DI ADOZIONE**

Il testo della ISO 11202:2010 è stato approvato dal CEN come EN ISO 11202:2010 senza alcuna modifica.

---

## INTRODUZIONE

La presente norma internazionale descrive un metodo di misurazione dei livelli di pressione sonora di emissione al posto di lavoro e in altre specifiche posizioni in prossimità di una macchina o di un'apparecchiatura, in sito. Essa costituisce una parte integrante di una serie di norme (dalla ISO-11200 [15] alla ISO-11205 [19]) che descrivono diversi metodi di misurazione del livello di pressione sonora delle emissioni di una macchina o di un'apparecchiatura al posto di lavoro e in altre specifiche posizioni. La ISO-11200 [15] fornisce alcune linee guida per la scelta del metodo da utilizzare per la misurazione dei livelli di pressione sonora di emissione delle macchine e delle apparecchiature.

Il metodo utilizzato nella presente norma internazionale differisce da quelli della ISO-11201 [16] in quanto è specificata e applicata una correzione ambientale locale. Differisce dalla ISO-11204 [18] in quanto utilizza un metodo approssimativo per determinare la direttività dell'irradiazione di suono con un numero ridotto di posizioni di misurazione o anche senza ulteriori misurazioni. Devono essere definite le proprietà acustiche dell'ambiente in modo da qualificare l'ambiente di prova e determinare una correzione per le influenze ambientali locali applicate ai livelli di pressione sonora misurati. Con il metodo specificato nella presente norma internazionale si ottengono risultati che rientrano nella classe di accuratezza di grado 2 (tecnico progettuale) o di grado 3 (controllo).

Per misurare la correzione ambientale locale sono specificate due procedure nella presente norma internazionale.

La prima procedura (vedere punto A.1) si basa sul presupposto che una parte ben definita della macchina, visibile dal posto di lavoro o da un'altra postazione e con condizioni di libera propagazione da questi stessi, irradia i suoni responsabili del livello di pressione sonora a questa posizione. Con tale presupposto, sono necessarie solo una misurazione della pressione sonora al posto di lavoro e la qualificazione acustica dell'ambiente per determinare la correzione ambientale locale.

Di solito è applicabile la seconda procedura (vedere punto A.2). Non è necessaria alcuna supposizione sulla direttività dell'irradiazione o sull'ubicazione della sorgente, poiché tale direttività è determinata utilizzando un metodo approssimativo con poche posizioni aggiuntive di misurazione. Il carattere approssimativo di questo metodo è considerato per la qualificazione del grado di accuratezza del risultato.

In generale, i livelli di pressione sonora di emissione sono minori o uguali a quelli che si otterrebbero se le macchine o le apparecchiature si trovassero nella loro consueta ambientazione. Ciò in quanto i livelli di pressione sonora sono calcolati escludendo gli effetti del rumore di fondo, nonché gli effetti di riflessioni diverse da quelle provenienti dal piano riflettente sul quale la macchina sottoposta a prova è posizionata. Per la definizione o il calcolo del livello di pressione sonora nella posizione dell'operatore con la macchina azionata in una stanza, sono richiesti sia il livello di potenza sonora che il livello di pressione sonora (oltre ad informazioni sulle proprietà della stanza o di riflessione o di rumore da altre fonti di rumore o macchine). Un metodo per calcolare i livelli di pressione sonora nelle vicinanze di una macchina azionata da sola in un ambiente di lavoro è riportato nella ISO/TR-11690-3 [20]. Gli scarti generalmente osservati sono da 1 dB a 5 dB, anche se, in casi estremi, possono essere anche maggiori.

---

# 1

## SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

### 1.1

#### Generalità

La presente norma internazionale descrive un metodo di misurazione dei livelli di pressione sonora di emissione di macchine o apparecchiature al posto di lavoro e in altre specifiche posizioni nelle vicinanze, in sito. Il posto di lavoro, occupato da un operatore, può essere situato in uno spazio libero all'interno del locale in cui è in funzione la sorgente, oppure in una cabina fissata alla sorgente o ancora in uno spazio interamente chiuso distante dalla sorgente sottoposta a prova. Una o più specifiche posizioni possono trovarsi in prossimità di un posto di lavoro o di una macchina senza operatore. Tali posizioni sono a volta designate con il termine di "posizioni di assistenza".

I livelli di pressione sonora di emissione sono misurati come livelli ponderati A. Inoltre, ove richiesto, i livelli di pressione sonora di emissione possono essere misurati conformemente alla presente norma internazionale come livelli per bande di frequenza e livelli di picco ponderati C.

Nota 1 Il contenuto della serie di norme dalla ISO 11200 [15] alla ISO 11205 [19] è sintetizzato nella ISO 11200 [15].

Sono riportati metodi per calcolare la correzione ambientale locale (soggetta ad un valore limite massimo specificato) da applicare ai livelli di pressione sonora misurati per eliminare l'influenza delle superfici riflettenti diverse dal piano sul quale è ubicata la sorgente sottoposta a prova. Questa correzione si basa sull'area di assorbimento equivalente dell'ambiente di prova e sulle caratteristiche di irradiazione (ubicazione della sorgente o direttività al posto di lavoro).

Con il metodo specificato nella presente norma internazionale si ottengono risultati che rientrano nella classe di accuratezza di grado 2 (tecnico progettuale) o di grado 3 (controllo). Si prevede l'applicazione di correzioni al rumore di fondo e, come precedentemente descritto, all'ambiente acustico. Si forniscono inoltre istruzioni sul montaggio e sul funzionamento della macchina sottoposta a prova come pure sulla scelta delle posizioni microfoniche nel posto di lavoro e in altre specifiche posizioni. Uno scopo di queste misurazioni è di consentire di effettuare un confronto fra le prestazioni delle diverse unità di una particolare famiglia di macchine o apparecchiature in condizioni ambientali specificate come pure in condizioni di montaggio e funzionamento normale.

Nota 2 I dati ottenuti possono inoltre essere utilizzati per la dichiarazione e la verifica dei livelli di pressione sonora di emissione, come specificato nella ISO 4871 [9].

### 1.2

#### Tipi di rumore e sorgenti di rumore

Il metodo specificato nella presente norma internazionale si applica a qualsiasi tipo di rumore (costante, non costante, fluttuante, impulsi isolati di energia sonora ecc.) definito nella ISO-12001.

Il metodo specificato nella presente norma internazionale si applica a sorgenti di rumore di qualsiasi tipo e dimensione.

Nota Nell'ambito della presente norma internazionale, la parola "macchina" e "sorgente sottoposta a prova" sono utilizzate per indicare sia una macchina sia un'apparecchiatura.

### 1.3

#### Ambiente di prova

Il tipo di ambiente di prova influisce sull'accuratezza della misurazione dei livelli di pressione sonora di emissione. Per la presente norma internazionale, può essere utilizzato qualsiasi ambiente che risponda ai requisiti richiesti. Tali requisiti sull'ambiente sono meno rigidi di quelli della ISO-11201 [16], in particolare per quanto riguarda la qualità acustica dell'ambiente.

### 1.4

#### Posto di lavoro e altre postazioni specifiche

La presente norma internazionale si applica a posti di lavoro e ad altre specifiche posizioni in cui debbano essere effettuate misurazioni dei livelli di pressione sonora di emissione.

---

Fra le posizioni idonee all'effettuazione di tali misurazioni figurano:

- a) posto di lavoro situato in prossimità della macchina sottoposta a prova; in questa categoria rientrano molte macchine industriali e molti elettrodomestici;
- b) posto di lavoro all'interno di una cabina che sia parte integrante della macchina sottoposta a prova; in questa categoria rientrano molti automezzi industriali e macchine per movimento terra;
- c) posto di lavoro racchiuso interamente o in parte in una struttura (o separato da un divisorio) fornita dal fabbricante quale parte integrante della macchina o apparecchiatura;
- d) posto di lavoro chiuso interamente o in parte dalla sorgente sottoposta a prova; questa situazione è riscontrabile in caso di impiego di grandi macchine industriali;
- e) "posizioni di assistenza" occupate da personale non addetto al funzionamento della macchina sottoposta a prova ma situate occasionalmente o permanentemente nelle sue immediate vicinanze;
- f) altre specifiche posizioni, non necessariamente posti di lavoro o "posizioni di assistenza".

Il posto di lavoro può inoltre trovarsi su uno specifico percorso lungo il quale l'operatore si sposta (vedere punto 10.4).

---

## 2

### RIFERIMENTI NORMATIVI

I documenti richiamati di seguito sono indispensabili per l'applicazione del presente documento. Per quanto riguarda i riferimenti datati, si applica esclusivamente l'edizione citata. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione del documento a cui si fa riferimento (compresi gli aggiornamenti).

ISO-3744	Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure-- Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane
ISO-3746	Acoustics-- Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure-- Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane
ISO-5725 (tutte le parti)	Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results
ISO-12001	Acoustics-- Noise emitted by machinery and equipment-- Rules for the drafting and presentation of a noise test code
IEC-60942:2003	Electroacoustics-- Sound calibrators
IEC-61260:1995	Electroacoustics-- Octave-band and fractional-octave-band filters (amended by IEC-61260/Amd.1:2001)
IEC-61672-1:2002	Electroacoustics-- Sound level meters-- Part-1: Specifications
ISO/IEC-Guide-98-3:2008	Uncertainty of measurement-- Part-3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)

---

## 3

### TERMINI E DEFINIZIONI

Ai fini del presente documento, si applicano i termini e le definizioni seguenti. Definizioni più dettagliate, si trovano nelle procedure per prove di rumorosità relative a specifici modelli di macchine.

#### 3.1

**emissione:** Rumore aereo emesso da una sorgente di rumore nota (per esempio la macchina sottoposta a prova).

Nota Sull'etichetta e/o nella specifica di un prodotto possono essere indicati i principali descrittori dell'emissione di rumore. Tali descrittori sono il livello di potenza sonora della sorgente stessa e i livelli di pressione sonora di emissione al posto di lavoro e/o in altre specifiche posizioni (se presenti) in prossimità della sorgente.

## 3.2

**pressione sonora di emissione,  $p$** : Pressione sonora rilevabile presso il posto di lavoro o un'altra specifica posizione situata in prossimità di una sorgente di rumore, operante in condizioni di funzionamento e di montaggio specificate e su una superficie riflettente piana escludendo gli effetti del rumore di fondo come pure gli effetti di riflessioni diverse da quelle prodotte dal piano o dai piani ammessi ai fini della prova.

Nota La pressione sonora di emissione è espressa in pascal.

## 3.3

**livello di pressione sonora di emissione,  $L_p$** : Dieci volte il logaritmo in base 10 del rapporto fra il quadrato della pressione sonora di emissione,  $p$ , e il quadrato di un valore di riferimento,  $p_0$ , espresso in decibel.

$$L_p = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2} \text{ dB} \quad (1)$$

dove il valore di riferimento,  $p_0$ , è pari a  $20 \mu\text{Pa}$ .

Nota Il livello di pressione sonora di emissione relativo a un posto di lavoro o a una specifica posizione è determinato sulla base di una procedura per prove di rumorosità relativa a una specifica famiglia di macchine o, qualora questa non esista, di una delle norme della serie dalla ISO 11200 [15] alla ISO 11205 [19].

## 3.4

**livello temporale medio di pressione sonora di emissione,  $L_{p,T}$** : Dieci volte il logaritmo in base 10 del rapporto temporale medio fra il quadrato della pressione sonora di emissione,  $p$ , durante un intervallo di tempo definito di durata  $T$  (inizio con  $t_1$  e termine con  $t_2$ ), e il quadrato della pressione sonora di riferimento,  $p_0$ , espresso in decibel.

$$L_{p,T} = 10 \lg \left[ \frac{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p^2(t) dt}{p_0^2} \right] \text{ dB} \quad (2)$$

dove il valore di riferimento,  $p_0$ , è pari a  $20 \mu\text{Pa}$ .

Nota 1 Per semplicità di notazione, il pedice  $T$  è omissso nella prova seguente.

Nota 2 Se sono applicate ponderazioni specifiche di frequenza e temporali, conformemente ai requisiti della IEC 61672-1 e/o bande di frequenza specifiche, sono indicati i pedici corrispondenti; per esempio  $L_{pA}$  indica un livello di pressione sonora di emissione ponderato A.

Nota 3 La formula (2) è equivalente a quella fornita per il descrittore del rumore ambientale definito come "livello di pressione sonora continua equivalente" (ISO 1996-1 [1]). Tuttavia, la grandezza di emissione sopra specificata è utilizzata per caratterizzare il rumore emesso da una sorgente sottoposta a prova e presuppone che, per la misurazione, si adottino condizioni di misurazione e funzionamento normale come pure un ambiente acustico controllato.

## 3.5

**pressione sonora di emissione di peak,  $p_{\text{peak}}$** : La più alta pressione sonora di emissione assoluta durante un intervallo di tempo stabilito.

Nota 1 La pressione sonora di picco è espressa in pascal.

Nota 2 Una pressione sonora di picco può derivare da una pressione sonora positiva o negativa.

## 3.6

**livello di picco della pressione sonora di emissione,  $L_{p,\text{peak}}$** : Dieci volte il logaritmo in base 10 del rapporto fra il quadrato della pressione sonora di emissione di picco,  $p_{\text{peak}}$ , e il quadrato di un valore di riferimento,  $p_0$ , espresso in decibel.

$$L_{p,\text{peak}} = 10 \lg \frac{p_{\text{peak}}^2}{p_0^2} \text{ dB} \quad (3)$$

dove il valore di riferimento,  $p_0$ , è pari a  $20 \mu\text{Pa}$ .

Nota Il livello di picco della pressione sonora di emissione, generalmente ponderato C, è indicato con  $L_{pC,\text{peak}}$ .

**3.7**

**livello di pressione sonora di emissione di un evento isolato,  $L_E$ :** Dieci volte il logaritmo in base 10 del rapporto dell'integrale fra il quadrato della pressione sonora di emissione,  $p$ , di un evento sonoro isolato (impulso di energia sonora o rumore passeggero) di durata specifica  $T$  (o intervallo di misurazione specifico  $T = t_2 - t_1$  a copertura del singolo evento), e il quadrato di un valore di riferimento,  $p_0$ , normato a intervallo di tempo di riferimento  $T_0 = 1$  s, espresso in decibel.

$$L_E = 10 \lg \left[ \frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right] \text{ dB} \quad (4)$$

$$= L_{p,T} + 10 \lg \frac{T}{T_0} \text{ dB}$$

Nota La formula (4) è equivalente a quella fornita per il descrittore del rumore ambientale definito come "livello di esposizione sonora" (ISO/TR 25417:2007 [21], punto 2.7). Tuttavia, la grandezza di emissione sopra specificata è utilizzata per caratterizzare il rumore emesso da una sorgente sottoposta a prova e presuppone che, per la misurazione, si adottino condizioni di misurazione, montaggio e funzionamento normate come pure un ambiente acustico controllato.

**3.8**

**intervallo sonoro libero sopra un piano riflettente** : Campo sonoro in un mezzo omogeneo e isotropico che si crea nella metà superiore di una superficie piana riflettente infinita, in assenza di altri ostacoli.

**3.9**

**intervallo di frequenza di interesse** : In generale, il campo di frequenza delle bande di ottava con frequenze medie nominali da 125-Hz a 8-000-Hz o delle bande di terzo di ottava con frequenze medie nominali da 100-Hz a 10-000-Hz.

Nota 1 Adattata dalla ISO 6926:1999 [10], punto 3.10.

Nota 2 Per scopi particolari, l'intervallo di frequenza può essere esteso o ridotto, purché l'ambiente di prova e le specifiche degli strumenti siano idonei per l'impiego nell'intervallo di frequenza modificato. Le modifiche all'intervallo di frequenza dovrebbero essere specificate nel rapporto di prova. Per sorgenti che emettono rumori a frequenze principalmente alte o basse, l'intervallo di frequenza di interesse dovrebbe essere esteso per includere tali frequenze.

**3.10**

**posto di lavoro; posizione dell'operatore** : Posizione in prossimità della macchina sottoposta a prova destinata all'operatore.

**3.11**

**operatore**: Persona il cui posto di lavoro si trova in prossimità di una macchina e che svolge una mansione ad essa associata.

**3.12**

**specifica posizione**: Posizione definita in rapporto a una macchina che include anche, ma non solo, la posizione di un operatore.

Nota 1 La posizione può essere singola, fissa o comprendere una combinazione di punti lungo un percorso o una superficie situati a una distanza specifica dalla macchina, come descritto dalla procedura per prove di rumorosità applicabile, se presente.

Nota 2 Le posizioni situate in prossimità di un posto di lavoro o di una macchina priva di operatore possono essere identificate come "posizioni di assistenza".

Nota 3 Nel testo della presente norma internazionale, il termine "posto di lavoro" vale per tutte le possibili posizioni descritte nel punto 1.4.

**3.13**

**periodo di funzionamento**: Intervallo di tempo durante il quale la sorgente sottoposta a prova compie uno specifico processo.

Esempio: Per una lavastoviglie, per esempio, il lavaggio, il risciacquo o l'asciugatura.

- 3.14 ciclo di funzionamento:** Sequenza specifica di periodi di funzionamento che si susseguono nell'arco di tempo in cui la sorgente sottoposta a prova esegue un ciclo di lavoro completo. A ciascun periodo di funzionamento è associato uno specifico processo che può compiersi una sola volta o essere ripetuto durante il ciclo di funzionamento.  
Esempio: Per una lavastoviglie il lavaggio, il risciacquo e l'asciugatura.
- 3.15 intervallo temporale di misurazione:** Parte o multiplo di un periodo di funzionamento o di un ciclo di funzionamento della sorgente sottoposta a prova, per il quale sia determinato il livello di pressione sonora di emissione o durante il quale si ricerchi il livello massimo di pressione sonora di emissione.
- 3.16 registrazione in funzione del tempo:** Registrazione continua del livello di pressione sonora di emissione in funzione del tempo, effettuata durante uno o più periodi di funzionamento di un ciclo di funzionamento.
- 3.17 rumore di fondo:** Rumore proveniente da qualsiasi sorgente diversa dalla macchina sottoposta a prova.  
Nota Il rumore di fondo può comprendere gli apporti di suoni propagantisi per via aerea, di vibrazioni propagantisi per via strutturale e di rumori di natura elettrica provenienti da strumentazione.
- 3.18 correzione del rumore di fondo,  $K_f$ :** Termine correttivo che tiene conto dell'influenza del rumore di fondo sui livelli di pressione sonora misurati.  
Nota1 La correzione del rumore di fondo è espressa in decibel.  
Nota2 La correzione del rumore di fondo è in funzione della frequenza. In caso di ponderazione A, la correzione  $K_{fA}$  è calcolata sulla base dei valori ottenuti mediante ponderazione A.
- 3.19 parallelepipedo di riferimento:** Ipotetico parallelepipedo rettangolare terminante sul piano riflettente sul quale è ubicata la sorgente di rumore sottoposta a prova che racchiude soltanto la sorgente, comprendente tutti i componenti significativi irradianti rumore e l'eventuale tavolo di prova sul quale la sorgente possa essere montata.
- 3.20 superficie di misurazione di riferimento:** Superficie ipotetica definita da un parallelepipedo rettangolare che racchiude la sorgente di rumore sottoposta a prova, terminante sul piano riflettente sul quale è ubicata la sorgente e avente lati paralleli a quelli del parallelepipedo di riferimento con ciascun lato ugualmente distante dal lato corrispondente del parallelepipedo di riferimento.  
Nota1 Con "equamente distante" si intende di preferenza 1 m.  
Nota2 Non è necessario che il posto di lavoro sia ubicato sulla superficie di misurazione di riferimento.
- 3.21 correzione ambientale,  $K_2$ :** Termine che tiene conto dell'influenza del suono riflesso sul livello medio di pressione sonora sulla superficie di misurazione di riferimento, espresso in decibel.  
Nota1  $K_2$  è funzione della frequenza e può essere determinato secondo la ISO 3744 o ISO 3746. In caso di ponderazione A, è indicato da  $K_{2A}$ .  
Nota2 Ai fini della presente norma internazionale, la correzione ambientale  $K_2$  è utilizzata solo come indicatore per qualificare l'ambiente ed è determinata per la superficie di misurazione di riferimento.
- 3.22 indice di direttività del posto di lavoro,  $D_{1,op}$ :** Misura dell'estensione a cui la sorgente sottoposta a prova irradia il rumore nella direzione del posto di lavoro (posizione dell'operatore), relativa all'irradiazione media di rumore sulla superficie di misurazione di riferimento, espressa in decibel.

$$D_{l,op} = L_p - \overline{L_p} \quad (5)$$

dove:

$L_p$  è il livello di pressione sonora di emissione;

$\overline{L_p}$  è il livello di pressione sonora superficiale (conformemente alla ISO-3744) sulla superficie di misurazione di riferimento.

Nota Questi livelli sono calcolati in un campo sonoro essenzialmente libero su una superficie piatta riflettente e sono stati corretti per il rumore di fondo e per influenze ambientali, se necessario.

### 3.23 indice di direttività apparente del posto di lavoro, $D_{l,op}^*$ :

$$D_{l,op}^* = L_p^* - \overline{L_p^*} \quad (6)$$

dove:

$L_p^*$  è il livello di pressione sonora misurato al posto di lavoro, corretto per il rumore di fondo ma non per l'influenza ambientale;

$\overline{L_p^*}$  è il livello di pressione sonora medio sulla superficie di misurazione di riferimento, corretto per il rumore di fondo ma non per l'influenza ambientale.

### 3.24 indice approssimativo di direttività apparente al posto di lavoro, $D_{l,op,approx}^*$ :

$$D_{l,op,approx}^* = L_p^* - \overline{L_{p,approx}^*} \quad (7)$$

dove:

$L_p^*$  è il livello di pressione sonora misurato al posto di lavoro, corretto per il rumore di fondo ma non per l'influenza ambientale;

$\overline{L_{p,approx}^*}$  è il livello di pressione sonora medio sulla superficie di misurazione di riferimento, corretto per il rumore di fondo ma non per l'influenza ambientale, misurato con un numero ridotto di posizioni microfoniche.

### 3.25 correzione ambientale locale, $K_S$ : Termine correttivo applicato ai livelli di pressione sonora sul posto di lavoro che tiene conto dell'influenza del rumore riflesso, espresso in decibel.

Nota1 In caso di ponderazione A, è indicato da  $K_{SA}$ .

Nota2 La correzione ambientale locale è in funzione della frequenza.

### 3.26 distanza tipica, $d$ : Distanza dal posto di lavoro alla sorgente principale più vicina della macchina sottoposta a prova, senza oggetti schermanti protrudenti nella linea visiva tra la sorgente di rumore principale e il posto di lavoro.

Nota Nel caso di aree estese che irradiano rumore,  $d$  è la lunghezza della linea visiva più corta possibile tra la sorgente sottoposta a prova e il posto di lavoro.

## 4 STRUMENTAZIONE

### 4.1 Generalità

L'insieme degli strumenti, ivi inclusi microfoni, cavi e l'eventuale schermo paravento, deve soddisfare i requisiti specificati nella IEC-61672-1:2002, per gli strumenti di classe 1, mentre i filtri devono soddisfare i requisiti specificati nella IEC-61260:1995, per gli strumenti di classe 1.

Si può utilizzare un misuratore del livello del suono di classe-2 ma la misurazione ottenuta risulta automaticamente di grado di accuratezza-3.

---

## 4.2

### Taratura

Prima e dopo ciascuna serie di misurazioni, a ciascun microfono deve essere applicato un calibratore acustico secondo i requisiti della IEC-60942:2003, classe 1, allo scopo di verificare la taratura dell'insieme degli strumenti di misurazione a una o più frequenze nell'intervallo considerato. Senza alcuna ulteriore correzione, la differenza tra le letture al termine di ciascuna serie di misurazioni deve essere minore o uguale a 0,5-dB. Se la differenza è maggiore di 0,5-dB, i risultati della serie di misurazioni devono essere scartati.

Il calibratore acustico deve essere tarato e la conformità dell'insieme degli strumenti ai requisiti della IEC-61672-1 deve essere verificata con cadenza periodica presso un laboratorio che esegua le tarature secondo norme appropriate.

Tranne qualora le normative locali impongano diversamente, il calibratore acustico dovrebbe essere calibrato con cadenza annuale e la conformità dell'insieme degli strumenti ai requisiti della IEC-61672-1 dovrebbe essere verificata con cadenza biennale.

---

## 5

### PROCEDURE PER CALCOLARE LA CORREZIONE LOCALE AMBIENTALE , $K_{3A}$

### 5.1

#### Generalità

Si deve utilizzare uno dei due metodi descritti nell'appendice-A per determinare la correzione ambientale locale,  $K_{3A}$ . La scelta del metodo dipende dal tipo di irradiazione sonora dalla sorgente sottoposta a prova.

### 5.2

#### Sorgente dominante identificabile

In molti casi può essere determinata chiaramente la posizione della sorgente sonora dominante. Includi in questo gruppo sono le macchine di dimensioni relativamente piccole rispetto alla distanza di misurazione che, ovviamente, si irradia in modo omnidirezionale. In altri casi, una singola valvola, pompa o materiale che costituisce lo stampo o qualsiasi altro elemento irradiante che sia piccolo rispetto alla sua distanza dal posto di lavoro e ubicato sulla superficie della macchina di fronte al posto di lavoro, domina ovviamente il livello di pressione sonora nella posizione del posto di lavoro. Questo gruppo comprende inoltre grandi macchine operanti in spazi chiusi con il rumore dominante che si irradia dall'apertura attraverso la quale il materiale entra o esce dalla macchina, se tale apertura è priva di schermatura e irradia liberamente verso il posto di lavoro.

Quando la sorgente principale sia identificabile, è possibile misurare la distanza,  $d$ , dal posto di lavoro e il metodo appropriato per misurare la correzione ambientale locale,  $K_{3A}$ , è quello descritto nel punto A.1. Con questo metodo, non è necessaria nessun'altra misurazione del livello di pressione sonora in nessun'altra posizione al di fuori del posto di lavoro.

### 5.3

#### Sorgente dominante non identificabile

Questo gruppo comprende macchine piccole con un irradamento che non è chiaramente omnidirezionale e macchine estese con più di una sorgente identificabile oppure con irradiazioni da parti della macchina che non sono piccole rispetto alla loro distanza dal posto di lavoro. Questo è il caso più comune e il metodo appropriato per determinare la correzione ambientale locale,  $K_{3A}$ , è quello descritto nel punto A.2.

---

## 5.4 Selezione del metodo da utilizzare

Entrambi i metodi descritti in maniera generale nei punti 5.2 e 5.3 e in maniera specifica nei punti A.1 e A.2 riducono al minimo le misurazioni necessarie per determinare la correzione ambientale locale,  $K_{3A}$ . Quanto noto relativamente all'irradiazione è utilizzato per ridurre o addirittura per evitare le misurazioni del livello di pressione sonora in diverse posizioni, come generalmente necessario per includere la direttività. Per ridurre al minimo le misurazioni necessarie, si consiglia dapprima di esaminare se una situazione data è coperta dal punto 5.2. In caso contrario e quando la macchina è descritta nel punto 5.3, la correzione ambientale locale deve essere calcolata secondo il punto A.2. Ove non si possa definire chiaramente se la situazione corrisponda al punto 5.2 o al punto 5.3, si deve considerare la situazione del punto 5.3 come pertinente e si deve utilizzare il punto A.2 per calcolare  $K_{3A}$ . Se l'incertezza del risultato ottenuto utilizzando il punto A.1 o il punto A.2 è inaccettabilmente grande, si deve utilizzare un'altra norma della serie da ISO-11200 [15] a ISO-11205 [19].

---

## 6 AMBIENTE DI PROVA

### 6.1 Generalità

Qualsiasi ambiente conforme ai requisiti di qualifica dei punti 6.2, 6.4 e dell'appendice-A è adatto per le misurazioni conformemente alla presente norma internazionale.

### 6.2 Criteri di idoneità per l'ambiente di prova

Ai fini della presente norma internazionale, la correzione ambientale,  $K_{2A}$ , determinata conformemente alla ISO-3744 o ISO-3746, non deve essere maggiore di 7-dB. Ulteriori requisiti sull'ambiente di prova che influenza la correzione ambientale locale,  $K_{3A}$ , sono specificati nell'appendice-A.

Se  $K_{2A} > 7$ -dB, la qualità acustica dell'ambiente richiede un miglioramento, oppure si può utilizzare la ISO-11205 [19].

### 6.3 Posizioni relative a posti di lavoro situati in uno spazio chiuso

Qualora l'operatore sia dislocato in una cabina chiusa o in uno spazio chiuso distante dalla sorgente sottoposta a prova, la cabina o lo spazio chiuso sono considerati parte integrante della sorgente sottoposta a prova e, di conseguenza, le riflessioni sonore all'interno della cabina o dello spazio chiuso sono considerate come apporti al livello di pressione sonora di emissione.

Durante le misurazioni dell'emissione di rumore, le porte e le finestre della cabina o dello spazio chiuso devono essere chiuse o aperte a seconda di quanto prescritto dall'eventuale procedura per prove di rumorosità relativa.

Se l'irradiazione rientra nel punto 5.2, si deve utilizzare il metodo di cui al punto A.1.2 per calcolare la correzione ambientale locale,  $K_3$ , e A.1.3 per qualificare l'accuratezza del risultato. Le distanze,  $d$  e  $d_{max}$ , sono calcolate come linee rette tra il posto di lavoro e la principale sorgente di rumore, come definito, trascurando l'esistenza dello spazio chiuso. Questa procedura è possibile solo se c'è una libera propagazione senza oggetti diffrattivi tra la principale sorgente di rumore e lo spazio chiuso. Se alcune parti dello spazio chiuso sono schermate, le distanze  $d$  e  $d_{max}$  sono misurate tra la sorgente principale di rumore e la parte più vicina dello spazio chiuso che non sia schermata.

Se l'irradiazione rientra nel punto 5.3, si deve utilizzare il metodo di cui al punto A.2 per calcolare l'indice di direttività apparente approssimativo del posto di lavoro,  $D_{op,approx}^*$ , e la correzione ambientale locale,  $K_3$ . Questo indice di direttività apparente approssimativo del posto di lavoro,  $D_{I op,approx}^*$ , è determinato mediante la formula (7), ma con  $L_p$  misurato in una posizione esterna allo spazio chiuso ad una distanza confrontabile (distanza dalla sorgente sottoposta a prova al centro della cabina) dalla sorgente di rumore sottoposta a prova. Ciò è necessario in tutti i casi in cui il rumore all'interno della cabina sia dovuto a trasmissione di suoni per via aerea nello spazio della cabina, per esempio il livello di rumore alle orecchie dell'operatore nella cabina sia dovuto al campo sonoro all'esterno della cabina. Se i livelli all'interno della cabina sono estremamente dipendenti dalla posizione del microfono, devono essere utilizzati almeno quattro punti di misurazione per sottoporre a prova il campo sonoro nella rispettiva parte della cabina. Tali posizioni devono essere riportate conformemente al punto 13.6.

## 6.4 Criterio di misurazione del rumore di fondo

### 6.4.1 Generalità

In corrispondenza della(e) posizione(i) microfonica(che), il rumore di fondo (incluso il rumore eolico captato dal microfono) misurato come livello ponderato A di pressione sonora oppure (se sono richiesti risultati in bande di frequenza) per ciascuna banda di frequenza considerata deve essere minore di almeno 6-dB per il grado di accuratezza 2 (tecnico progettuale) o di 3-dB per il grado di accuratezza 3 (controllo) del livello non corretto della sorgente sottoposta a prova misurato in presenza di questo rumore di fondo.

Se non è soddisfatto il criterio di 6-dB o di 3-dB di cui al paragrafo precedente, i dati possono ancora essere rilevati e riportati, ma l'accuratezza dei risultati può essere ridotta. In tale caso, la relazione deve chiaramente dichiarare che i requisiti relativi al rumore di fondo di cui alla presente norma internazionale non sono stati soddisfatti e (se sono riportati i dati della frequenza di banda) devono essere identificate le bande di frequenza specifiche che non soddisfano il criterio. Inoltre, la relazione non deve dichiarare o supporre che le misurazioni siano state effettuate in "piena conformità" alla presente norma internazionale.

Per le misurazioni in bande di frequenza, nell'appendice B sono riportati ulteriori criteri per il rumore di fondo.

### 6.4.2 Correzioni per il rumore di fondo

I livelli di pressione sonora misurata (ponderata A o in bande di frequenza) devono essere soggetti a correzione per la presenza di rumore di fondo  $K_1$ , calcolata secondo la formula (8):

$$K_1 = -10 \lg(1 - 10^{-0,1 \Delta L}) \text{ dB} \quad (8)$$

dove  $\Delta L$  è la differenza tra i diversi livelli di pressione sonora misurati (ponderati A e in bande di frequenza) nel posto di lavoro, con la sorgente sottoposta a prova rispettivamente in funzione e non in funzione.

Ai fini della presente norma internazionale, se  $\Delta L > 15$ -dB, si assume  $K_1 = 0$ .

Per un grado di accuratezza 2, se  $\Delta L < 6$ -dB per bande di frequenza di una o più ottave o di terzo di ottava, l'accuratezza dei risultati può essere ridotta e il valore di  $K_1$  da applicare nel caso di queste bande è 1,3-dB, che è il valore per  $\Delta L = 6$ -dB.

Per un grado di accuratezza 3, se  $\Delta L < 3$ -dB per bande di frequenza di una o più ottave o di terzo di ottava, l'accuratezza dei risultati può essere ridotta e il valore di  $K_1$  da applicare è 3-dB, che è il valore per  $\Delta L = 3$ -dB.

---

In entrambi i casi, deve essere chiaramente dichiarato nel testo della relazione, così come pure nei grafici e nei prospetti dei risultati, che i dati in tali bande rappresentano i limiti superiori del livello di pressione sonora di emissione della sorgente sottoposta a prova per il rispettivo grado di accuratezza. Se i requisiti relativi al rumore di fondo per il grado di accuratezza 2 non sono soddisfatti, è ancora possibile che siano soddisfatti i requisiti per il grado di accuratezza 3. In questo caso, il risultato finale può essere riportato dichiarando il grado di accuratezza 3 conformemente alla presente norma internazionale (se anche tutti gli altri requisiti sono soddisfatti).

Misurare  $K_1$  per ciascun posto di lavoro.

## 6.5

### Condizioni ambientali durante le misurazioni

Le condizioni ambientali possono influire negativamente sul microfono utilizzato per le misurazioni. Tali condizioni (per esempio forti campi magnetici o elettrici, vento, basse o alte temperature, o ancora l'impatto con l'aria scaricata dalla macchina sottoposta a prova) devono essere evitate scegliendo o posizionando il microfono in maniera adeguata.

Ad altitudini minori o uguali a 500-m sul livello del mare e nell'intervallo di temperature tra  $-20^{\circ}\text{C}$  e  $40^{\circ}\text{C}$ , non è richiesta alcuna normalizzazione alle condizioni meteorologiche di riferimento. Ad altitudini maggiori di 500-m sul livello del mare (grado di accuratezza-2) o maggiori di 800-m (grado di accuratezza-3) oppure a temperature che non rientrano nell'intervallo sopra definito, il livello di pressione sonora di emissione misurato,  $L_p$ , in decibel, deve essere normato alle condizioni meteorologiche di riferimento.

$$p_{\text{amb},0} = 1,013 \cdot 25 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\Theta_0 = 296 \text{ K}$$

utilizzando la formula (9) per ottenere il livello di pressione sonora di emissione per le condizioni meteorologiche di riferimento,  $L_{p,0}$ , in decibel:

$$L_{p,0} = L_p - 20 \lg \frac{p_{\text{amb}}}{p_{\text{amb},0}} \text{ dB} + 20 \lg \frac{\Theta}{\Theta_0} \text{ dB} \quad (9)$$

dove:

$p_{\text{amb}}$  è la pressione ambientale, in pascal, nel momento e nel luogo della prova;

$\Theta$  è la temperatura dell'aria, in kelvin, nel momento e nel luogo della prova.

---

## 7

### GRANDEZZE DA MISURARE

Le grandezze di base da misurare in ciascuna specifica posizione durante i periodi funzionamento o i cicli di funzionamento specificati per la sorgente sottoposta a prova sono:

- il livello di pressione sonora ponderato A,  $L'_{pA}$  (l'apice indica valori misurati);
- il livello di picco della pressione sonora ponderato C,  $L_{pC,peak}$ , se richiesto.

Come richiesto per la progettazione di macchine a bassa emissione di rumore, possono inoltre essere misurati livelli di pressione sonora utilizzando altre ponderazioni in frequenza oppure bande di frequenza di ottava o di terzo di ottava, nonché altre entità relative alla registrazione in funzione del tempo dell'emissione del rumore (livello della pressione sonora in funzione del tempo ecc.).

## GRANDEZZE DA DETERMINARE

La grandezza da misurare è il livello di pressione sonora di emissione ponderato A. Inoltre, possono essere determinati i livelli di pressione sonora di emissione per bande di frequenza.

Allo scopo di misurare i livelli di pressione sonora di emissione di un posto di lavoro, ai livelli di pressione sonora misurati devono essere applicate sia le correzioni del rumore di fondo,  $K_1$ , sia le correzioni ambientali locali,  $K_3$ , a eccezione dei livelli di peak,  $L_{pC,peak}$ , per i quali non sono ammesse correzioni.

Le correzioni  $K_1$  e  $K_3$  da applicare sono quelle relative alla ponderazione in frequenza o alle bande di frequenza per le quali siano stati misurati i livelli di pressione sonora di emissione. Per la ponderazione A:

$$L_{pA} = L'_{pA} - K_{1A} - K_{3A} \quad (10)$$

dove l'apice indica i valori misurati e l'assenza dell'apice i valori di emissione.

Se un posto di lavoro (all'interno o all'esterno di uno spazio chiuso) è ubicato nel contorno della macchina, non è ammessa alcuna correzione ambientale locale (vedere ISO-11204).

Se la sorgente sottoposta a prova produce eventi sonori isolati, si dovrebbe misurare il livello di pressione sonora di emissione di un evento isolato raggiunto nel posto di lavoro,  $L_E$  (vedere punto 3.7) applicando la correzione del rumore di fondo e la correzione ambientale locale ai valori misurati.

## MONTAGGIO E FUNZIONAMENTO DELLA SORGENTE SOTTOPOSTA A PROVA

### Generalità

Le modalità di montaggio e funzionamento della macchina sottoposta a prova possono influire in misura significativa sui livelli di pressione sonora di emissione raggiunti nel posto di lavoro. Il presente punto descrive condizioni in grado di minimizzare le variazioni nell'emissione di rumore derivanti dalle condizioni di montaggio e di funzionamento della sorgente sottoposta a prova. Ci si deve attenere alle specifiche istruzioni fornite dalla procedura per prove di rumorosità, se presente. Le suddette condizioni di montaggio e di funzionamento devono essere riprodotte per la misurazione dei livelli di pressione sonora di emissione e dei livelli di potenza sonora. La procedura per prove di rumorosità può prevedere un'eccezione a questo requisito in caso di condizioni di montaggio identiche per le apparecchiature da tavolo. Dette apparecchiature possono essere fissate al terreno durante la misurazione della potenza sonora e montate su un tavolo durante le prove per la misurazione del livello di pressione sonora di emissione. L'eventuale procedura per prove di rumorosità descrive in dettaglio le condizioni di montaggio e di funzionamento.

Soprattutto per macchine di grosse dimensioni, è necessario stabilire quali componenti, sottogruppi, apparecchiature ausiliarie, sorgenti di energia ecc. appartengano alla sorgente sottoposta a prova.

Per le sorgenti il cui livello di rumorosità dipenda dalla temperatura ambientale (per esempio quelle contenenti ventole di raffreddamento con regolatore di velocità), la temperatura ambientale nell'ambiente di prova nelle immediate vicinanze della sorgente sottoposta a prova deve essere mantenuta a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

### Ubicazione della sorgente

La sorgente sottoposta a prova deve essere installata in uno o più punti prendendo a riferimento il piano riflettente, come se dovesse essere installata normalmente. Se l'installazione tipo della sorgente sottoposta a prova non prevede il montaggio a parete, essa deve essere sufficientemente distante da qualsiasi parete, soffitto o eventuali altri oggetti riflettenti.

---

Le condizioni di montaggio tipo di alcune macchine comportano la vicinanza di due o più superfici riflettenti (per esempio un apparecchio installato a contatto con una parete) oppure la presenza di uno spazio libero (per esempio nel caso di un apparecchio di sollevamento) o di un'apertura in un piano diversamente riflettente (cosicché l'irradiazione avviene su entrambi i lati del piano verticale). Le informazioni dettagliate sulle condizioni di montaggio dovrebbero basarsi sui requisiti generali della presente norma internazionale e sull'eventuale procedura per prove di rumorosità applicabile.

### **9.3 Montaggio della sorgente**

#### **9.3.1 Generalità**

In molti casi, l'emissione di rumore nelle specifiche posizioni della macchina sottoposta a prova dipende dalle condizioni di supporto e di montaggio della sorgente stessa. Laddove, per una sorgente, esista una condizione di montaggio tipo, quella condizione deve essere riprodotta o simulata ovunque possibile.

Qualora non esista alcuna condizione di montaggio tipo o questa non possa essere utilizzata per la prova, si deve fare attenzione ad evitare che, durante l'emissione sonora della sorgente, si verifichino variazioni causate dal montaggio effettuato per la prova. Devono essere adottate apposite misure per ridurre qualsiasi irradiazione sonora proveniente dalla struttura sulla quale è montata la macchina.

Per quanto la loro attività di irradiazione di suoni a bassa frequenza risulti scarsa, molte macchine di piccole dimensioni possono, a seconda delle modalità seguite per il loro montaggio, irradiare una maggiore quantità di suono a bassa frequenza qualora la loro energia vibrazionale venga trasmessa a superfici sufficientemente estese da agire da radiatori efficaci. Allo scopo di minimizzare la trasmissione di vibrazioni al supporto e la reazione della sorgente, è necessario introdurre un elemento elastico tra la sorgente da sottoporre a prova e le superfici di supporto. In tal caso, il supporto dovrebbe essere preferibilmente di tipo rigido (ossia avente un'impedenza meccanica sufficientemente elevata) al fine di impedirne l'eccessiva vibrazione e l'irradiazione sonora. L'impiego di elementi elastici, tuttavia, è praticabile esclusivamente se, anche nelle normali condizioni di installazione, alla sorgente sottoposta a prova è conferita una certa elasticità.

*Nota* Le condizioni di accoppiamento (per esempio fra motori primi e organi guidati) possono influire in maniera significativa sull'irradiazione sonora della macchina sottoposta a prova.

#### **9.3.2 Macchine portatili**

Le macchine appartenenti a questa categoria devono essere trasportate o condotte a mano; tale caratteristica impedisce che vengano trasmessi suoni propagantisi per via strutturale per mezzo di parti che non appartengono alla sorgente sottoposta a prova. Qualora, per poter funzionare, la sorgente sottoposta a prova necessiti di un supporto, quest'ultimo, considerato parte integrante della sorgente sottoposta a prova, deve essere di dimensioni ridotte e descritto nella procedura per prove di rumorosità, se presente.

Gli elettrotensili sottoposti a prova sotto carico, per esempio il materiale di taglio, secondo le normali condizioni di utilizzo, con materiali e condizioni di montaggio tipici di tali elettrotensili, possono causare vibrazioni ed emissioni sonore dal pezzo lavorato e questo può essere tipico dell'impiego di elettrotensili.

#### **9.3.3 Macchine montate su un supporto o a parete**

Le macchine appartenenti a questa categoria devono essere installate su un piano (pavimento o parete) riflettente (acusticamente rigide). Le macchine montate su un supporto e concepite unicamente per essere installate a contatto con una parete devono essere posizionate su una superficie acusticamente rigida di fronte a una parete acusticamente rigida. Le macchine da tavolo devono essere collocate su un tavolo o un banco, come previsto per il loro funzionamento dall'eventuale specifica procedura per prove di rumorosità. Il tavolo o il banco devono trovarsi ad almeno 1,5 m da qualsiasi superficie assorbente della camera di prova. Le macchine devono essere collocate al centro del tavolo di prova normato. L'appendice-E riporta il disegno di un tavolo di prova adeguato allo scopo.

---

**9.4****Attrezzature ausiliarie**

È necessario accertarsi che tutte le linee elettriche, i tubi e i condotti dell'aria collegati all'apparecchio non irradiano quantità significative di energia sonora nell'ambiente di prova.

Ove possibile, tutte le apparecchiature ausiliarie necessarie al funzionamento della sorgente sottoposta a prova che non siano parte integrante di essa (vedere punto 9.1) devono essere collocate al di fuori dell'ambiente di prova. Diversamente, le apparecchiature ausiliarie devono rientrare nella configurazione di prova e le rispettive condizioni di funzionamento devono essere riportate nel rapporto di prova.

**9.5****Funzionamento della sorgente durante la prova**

Il livello di pressione sonora di emissione di una sorgente può essere influenzato dal carico applicato, dalla velocità di funzionamento e dalle condizioni di funzionamento. La sorgente deve essere sottoposta a prova, ogniqualvolta possibile, a condizioni che siano riproducibili e rappresentative del funzionamento più rumoroso nelle normali condizioni di impiego. Devono essere adottate le condizioni di funzionamento riportate nell'eventuale procedura per prove di rumorosità specifica; tuttavia, in assenza di una procedura per prove di rumorosità, devono essere selezionate per la prova una o più delle seguenti modalità di funzionamento:

- sorgente con carico e condizioni di funzionamento specificate;
- sorgente funzionante a pieno carico (se diversa dalla prima condizione sopra descritta);
- sorgente funzionante senza carico (a vuoto);
- sorgente funzionante alla massima velocità operativa in situazioni d'impiego definite;
- sorgente funzionante in condizioni corrispondenti alla massima generazione di suono in normali condizioni di impiego;
- sorgente con carico simulato funzionante in condizioni definite;
- sorgente in condizioni di funzionamento che prevedono un ciclo di funzionamento tipo.

La sorgente deve trovarsi nelle condizioni di funzionamento desiderate, con eventuali sorgenti di potenza o sistema di trasmissione funzionanti a temperatura stabile, prima di effettuare qualsiasi misurazione per la definizione del livello di pressione sonora di emissione. Carico, velocità e condizioni operative devono essere mantenuti durante la prova, oppure modificate nel corso di un ciclo definito in maniera controllata.

Se il livello di pressione sonora di emissione dipende da parametri operativi secondari, per esempio il tipo di materiale lavorato o la forma di utensile da taglio, fra tutti quelli possibili, si devono definire i parametri in grado di minimizzare le variazioni e che possono essere considerati come tipici dell'emissione di rumore. In caso di condizioni di carico simulate, si devono scegliere quelle condizioni che siano rappresentative del livello di pressione sonora di emissione durante il normale utilizzo della sorgente sottoposta a prova.

---

**10****POSIZIONI MICROFONICHE****10.1****Generalità**

Le posizioni di misurazione devono essere selezionate tra le alternative descritte nei punti 10.2, 10.3, 10.4 e 10.5.

Il microfono deve essere orientato in modo tale che l'angolo di incidenza del suono coincida con la direzione di riferimento del microfono come specificato dal fabbricante, allo scopo di soddisfare i requisiti della IEC-61672-1.

---

Se possibile, il livello di pressione sonora di emissione deve essere misurato quando la macchina sottoposta a prova è priva di operatore e con il microfono orientato verso la sorgente sonora dominante.

Di solito, per i microfoni con risposta in campo essenzialmente libero (calibrati per "incidenza normale" al diaframma microfonico), l'asse del corpo microfono-preamplificatore dovrebbe essere orientato alla sorgente sonora dominante. Di solito, per i microfoni con risposta in campo sonoro diffuso, l'asse del corpo microfono-preamplificatore dovrebbe essere orientato verso destra rispetto alla direzione verso la sorgente sonora dominante.

L'operatore o gli operatori, se presenti, non devono indossare indumenti che assorbano il suono in modo anomalo, né berretti o sciarpe (ad esclusione del casco protettivo richiesto per ragioni di sicurezza oppure del casco e del supporto utilizzati come base per il microfono) suscettibili di influire sulle misurazioni sonore.

In presenza di un operatore, il microfono deve essere posizionato lateralmente a  $0,20\text{-m} \pm 0,02\text{-m}$  rispetto al piano centrale del capo dell'operatore, lungo una linea che parte dai suoi occhi con asse parallelo al raggio visivo dell'operatore e sul lato in cui il livello di pressione sonora ponderato A,  $L_{pA}$ , faccia registrare il valore più alto.

Se il livello di pressione sonora misurato è condizionato visibilmente dalla posizione, si raccomanda di calcolare una media spaziale all'interno di una piccola superficie volumetrica (per esempio  $0,5\text{-m} \times 0,5\text{-m}$ ) parallela al parallelepipedo di riferimento e avente come centro il posto di lavoro.

Salvo diversamente indicato nella procedura per prove di rumorosità, se presente, la(e) posizione(i) dell'operatore deve(devono) essere conformi a quanto specificato nei punti 10.2 a 10.5.

## **10.2 Posizione(i) microfonica(che) quando l'operatore è seduto**

In assenza dell'operatore e qualora il sedile sia fissato alla sorgente sottoposta a prova, il microfono deve essere posizionato a  $0,80\text{-m} \pm 0,05\text{-m}$  sopra il centro del piano formato dal sedile, salvo diversamente specificato da una particolare procedura per prove di rumorosità.

In assenza dell'operatore e qualora il sedile non sia fissato alla sorgente sottoposta a prova, le posizioni del microfono devono essere quelle indicate nella procedura per prove di rumorosità, se presente. In assenza di un codice di prova, le posizioni microfoniche devono essere descritte nel rapporto di prova.

In presenza dell'operatore, la regolazione del sedile deve consentire a questi di raggiungere comodamente i comandi e si applicano i requisiti di cui al punto 10.1.

## **10.3 Posizione(i) microfonica(che) quando l'operatore è in piedi o fermo sul posto**

In presenza dell'operatore, si applicano i requisiti di cui al punto 10.1. Qualora le misurazioni siano fatte in assenza dell'operatore o dell'assistente o nel caso in cui la procedura per prove di rumorosità applicabile non specifichi alcuna posizione in cui l'operatore rimanga in piedi, la collocazione del microfono è definita con riferimento a un punto situato sul piano del pavimento occupato generalmente dall'operatore. Tale punto di riferimento è il punto che, sul pavimento, si trova direttamente sotto il centro del capo dell'operatore. Il microfono deve essere pertanto collocato direttamente sopra il punto di riferimento a una specifica altezza compresa tra  $1,55\text{-m} \pm 0,075\text{-m}$ . L'altezza specificata viene generalmente indicata nella procedura per prove di rumorosità applicabile, se presente.

## **10.4 Posizione(i) microfonica(che) quando l'operatore si sposta lungo uno specifico percorso**

Qualora l'operatore si sposti lungo uno specifico percorso in prossimità della sorgente sottoposta a prova, per misurare il livello di pressione sonora lungo quello specifico percorso deve essere utilizzato un numero sufficiente di posizioni microfoniche o un microfono mobile. Ciò sarà possibile effettuando continue integrazioni per tutta la lunghezza del percorso oppure un numero sufficiente di misurazioni in posizioni discrete e a intervalli temporali predefiniti applicando infine la formula-(11).

---

La linea di riferimento di uno specifico percorso tipico coinciderà con la linea che, sul pavimento, si trova direttamente sotto il centro del capo dell'operatore. Qualora la procedura per prove di rumorosità applicabile non specifichi nessun'altra altezza per un operatore in movimento, le posizioni microfoniche devono trovarsi direttamente al di sopra della linea di riferimento ad un'altezza compresa tra 1,55-m $\pm$ 0,075-m.

Le posizioni microfoniche fisse devono essere equamente distanziate lungo il percorso in questione. La distanza tra le posizioni microfoniche non deve essere maggiore di 2 m. Le posizioni microfoniche o il percorso devono essere quelli indicati nella procedura per prove di rumorosità relativa, se presente. In assenza di tale procedura, le posizioni microfoniche devono essere registrate e riportate. L'energia media dei livelli dalle diverse posizioni microfoniche deve essere registrata e riportata, così come pure il livello di pressione sonora di emissione della sorgente sottoposta a prova.

## 10.5

### Posizioni microfoniche per posizioni di assistenza e macchine prive di operatore

Qualora non sia possibile identificare alcuna posizione dell'operatore, deve essere definito un posto di lavoro "convenzionale" oppure una o più "posizioni di assistenza". Le procedure per prove di rumorosità di solito definiscono un posto di lavoro "convenzionale" oppure una o più "posizioni di assistenza".

Per contro, in assenza di una procedura per prove di rumorosità, le misurazioni devono essere effettuate in quattro o più posizioni microfoniche situate a 1-m di distanza da ciascun lato del parallelepipedo di riferimento (vedere punto 3.19) a un'altezza di 1,55-m $\pm$ 0,075-m sopra il piano del pavimento. Il valore più alto del livello di pressione sonora di emissione deve essere registrato, come il livello di pressione sonora della sorgente sottoposta a prova. È necessario registrare la posizione in cui è stato misurato tale valore.

Invece di utilizzare posizioni discrete, è possibile utilizzare, con risultati altrettanto soddisfacenti, il livello di pressione sonora superficiale calcolato a partire dal livello di potenza sonora conforme alla ISO-11203 [17].

È possibile che una procedura per prove di rumorosità richieda la registrazione della media dei livelli misurati in quattro o più posizioni come livello di pressione sonora di emissione della sorgente sottoposta a prova.

---

## 11

## MISURAZIONI

### 11.1

### Intervallo temporale di misurazione

#### 11.1.1

#### Generalità

L'intervallo temporale di misurazione deve essere scelto in modo tale che, per condizioni di funzionamento specifiche, si possano misurare il livello di pressione sonora di emissione e, se richiesto, le caratteristiche temporali dell'emissione sonora in specifiche condizioni operative.

Per macchine che presentino uno specifico ciclo di funzionamento, è necessario solitamente prolungare l'intervallo temporale di misurazione fino a un numero intero di cicli di funzionamento consecutivi.

L'intervallo temporale di misurazione deve corrispondere unicamente ai periodi di funzionamento per i quali si desidera misurare il livello di pressione sonora di emissione e, se richiesto, le caratteristiche temporali dell'emissione sonora.

I valori dell'intervallo temporale di misurazione, degli eventuali intervalli temporali di misurazione parziale e del numero di cicli di funzionamento contenuto nell'intervallo temporale di misurazione si trovano solitamente nella specifica procedura per prove di rumorosità, se presente. Ad ogni modo, tali valori devono essere identici a quelli definiti per la misurazione del livello di potenza sonora della sorgente sottoposta a prova.

### 11.1.2

#### Rumore costante

Se l'emissione di rumore in uno specifico posto di lavoro risulta costante alle condizioni di funzionamento specificate (vedere ISO-12001), l'intervallo temporale di misurazione deve essere almeno pari a 10-s.

### 11.1.3

#### Rumore non costante

Se l'emissione di rumore in uno specifico posto di lavoro non risulta costante alle condizioni di funzionamento specificate, si devono definire attentamente e riportare nei risultati di prova l'intervallo temporale di misurazione e i periodi di funzionamento della sorgente sottoposta a prova. In genere, essi sono indicati nella relativa procedura per prove di rumorosità, se presente.

### 11.1.4

#### Misurazioni per bande di frequenza

Se le misurazioni devono essere effettuate per bande di frequenza di ottava o di terzo di ottava, il periodo minimo di osservazione deve essere pari a 30-s per bande centrate su frequenze pari o minori di 160-Hz e a 10-s per bande centrate o maggiori di 200-Hz. Per i rumori non costanti, si applica anche il punto 11.1.3.

### 11.1.5

#### Riepilogo degli intervalli temporali di misurazione parziale

Per una sorgente data sottoposta a prova, l'intervallo temporale di misurazione,  $T$ , può essere composto da un certo numero di intervalli temporali di misurazione parziale,  $T_i$ , ciascuno dei quali corrispondente a uno specifico periodo di funzionamento della sorgente sottoposta a prova. In questo caso, è preferibile in genere misurare un solo livello di pressione sonora di emissione. Tale livello si ottiene calcolando una media dei singoli livelli di pressione sonora di emissione ponderati A relativi agli intervalli di misurazione parziale secondo la formula (11):

$$L_{pA} = 10 \lg \left[ \frac{1}{T} \sum_{i=1}^N T_i 10^{0,1 L_{pA, T_i}} \right] \text{dB} \quad (11)$$

dove:

$T$  è l'intervallo temporale di misurazione totale;

$$T = \sum_{i=1}^N T_i$$

$T_i$  è l'intervallo temporale di misurazione parziale  $i$ -esimo;

$N$  è il numero totale di intervalli temporali di misurazione parziale o periodi di funzionamento;

$L_{pA, T_i}$  è il livello di pressione sonora di emissione ponderato A in un intervallo temporale di misurazione parziale,  $T_i$ .

## 11.2

### Procedimento di misurazione

### 11.2.1

#### Generalità

Il(l) livello(i) di pressione sonora deve(devono) essere misurato(i) al posto di lavoro della sorgente sottoposta a prova durante un normale periodo di funzionamento (vedere punto 11.1) e devono essere applicate le correzioni per il rumore di fondo e le correzioni ambientali locali [vedere formula-(10)]. Le apparecchiature utilizzate devono essere conformi ai requisiti di cui al punto 4.

---

## 11.2.2

### Ripetizione delle misurazioni

Allo scopo di ridurre il grado di incertezza associato alla misurazione dei livelli di pressione sonora di emissione in specifici posti di lavoro, potrebbe rivelarsi necessario, per uno specifico tipo di sorgente, ripetere la misurazione un numero di volte indicato nella procedura per prove di rumorosità, se presente. Il valore (per esempio medio o massimo) da utilizzare dopo misurazioni ripetute deve essere quello specificato dalla procedura per prove di rumorosità, se presente. Per ripetere le misurazioni occorre seguire la seguente procedura:

- a) spegnere e riaccendere la sorgente sottoposta a prova, ove possibile;
- b) allontanare il microfono e ricollocarlo nella specifica posizione;
- c) la misurazione è effettuata nuovamente nel medesimo ambiente con la medesima strumentazione durante il medesimo intervallo temporale di misurazione nonché alle medesime condizioni di montaggio e di funzionamento.

## 11.2.3

### Procedimento per il rumore impulsivo

Qualora l'emissione sonora sia del tipo impulsivo, durante la misurazione del livello di pressione sonora di emissione ci si deve assicurare che la gamma dinamica della strumentazione sia sufficientemente ampia e che il fonometro sia dotato di un indicatore di sovraccarico.

Per la misurazione delle caratteristiche temporali delle emissioni di suono impulsivo (per esempio i valori di picco), oltre alla procedura di ripetizione precedentemente descritta nel punto 11.2.2, l'intervallo temporale di misurazione deve comprendere almeno 10 eventi impulsivi, salvo diversamente specificato nella procedura per prove di rumorosità, se presente.

Il valore finale conservato rappresenta generalmente un valore medio, salvo che non venga misurato il valore di picco. In tal caso, è preso il valore di picco più elevato. Qualora la procedura per prove di rumorosità applicabile prescriva una specifica procedura, occorre utilizzare detta procedura.

Qualora la sorgente sottoposta a prova produca eventi sonori isolati, occorrerà misurare il livello della pressione sonora di emissione di un singolo evento nel posto di lavoro (vedere punto 3.7); deve essere determinato  $L_E$ .

---

## 12

## INCERTEZZA NELLA MISURAZIONE

### 12.1

#### Metodologia

L'incertezza,  $u(L_p)$ , in decibel, associata al livello di pressione sonora di emissione determinato conformemente alla presente norma internazionale si calcola dallo scarto tipo totale,  $\sigma_{tot}$ , in decibel:

$$u(L_p) \approx \sigma_{tot} \quad (12)$$

Tale scarto tipo totale si ottiene utilizzando l'approccio di modellazione descritto nella ISO/IEC-Guide-98-3. Ciò richiede un modello matematico che, qualora non sia conosciuto può essere sostituito dai risultati ottenuti dalle misurazioni, inclusi i risultati delle prove interlaboratorio (round robin test).

In questo contesto, questo scarto tipo è espresso dallo scarto tipo di riproducibilità del metodo,  $\sigma_{R0}$ , in decibel, e lo scarto tipo,  $\sigma_{omc}$ , in decibel, che descrive l'incertezza dovuta

all'instabilità delle condizioni operative e di montaggio della sorgente sottoposta a prova, secondo la formula (13):

$$\sigma_{tot} = \sqrt{\sigma_{R0}^2 + \sigma_{omc}^2} \quad (13)$$

La formula (13) mostra che lo scarto dovuto alle condizioni di funzionamento e montaggio espresso da  $\sigma_{omc}$  dovrebbe essere preso in considerazione prima di selezionare un procedimento di misurazione con un determinato grado di accuratezza (caratterizzato da  $\sigma_{R0}$ ) per una a specifica famiglia di macchine (vedere punti 12.5 e C.3).

Nota Se si utilizzano le diverse procedure di misurazione contemplate dalla serie da ISO 11200 [15] to ISO 11205 [19], possono verificarsi inoltre scostamenti numerici sistematici (deviazioni).

Derivata da  $\sigma_{\text{tot}}$ , l'incertezza espansa, U, in decibel, deve essere calcolata da

$$U = k\sigma_{\text{tot}} \quad (14)$$

L'incertezza espansa dipende dal grado di fiducia desiderato. Per una distribuzione normale dei valori misurati e per una fiducia pari al 95%, l'intervallo di fiducia è compreso tra  $[L_p - 1,96U]$  e  $[L_p + 1,96U]$ . Ciò corrisponde ad un fattore di copertura  $k = 1,96$ .

Se lo scopo di misurare il livello di pressione sonora di emissione è di confrontare il risultato con un valore limite, può essere più appropriato applicare il fattore di copertura per una distribuzione normale su un lato. In tale caso, il fattore di copertura  $k = 1,6$  corrisponde a un livello di fiducia del 95%.

## 12.2

### Determinazione di $\sigma_{\text{omc}}$

Per determinare l'incertezza della misurazione deve essere preso in considerazione lo scarto tipo,  $\sigma_{\text{omc}}$  [vedere formula (C.1)], che quantifica l'incertezza associata all'instabilità dovuta alle condizioni di funzionamento e montaggio per la sorgente specifica sottoposta a prova. Può essere determinata separatamente da misurazioni ripetute eseguite sulla medesima sorgente nella medesima ubicazione dalle medesime persone, utilizzando i medesimi strumenti di misurazione e la medesima posizione di misurazione. Per determinare  $\sigma_{\text{omc}}$ , i livelli di pressione sonora misurati,  $L'_p$ , non richiedono alcuna

correzione. Per ciascuna di queste successive misurazioni, il montaggio della macchina e le sue condizioni di funzionamento devono essere nuovamente regolati. Il simbolo  $\sigma_{\text{omc}}$  è modificato in  $\sigma'_{\text{omc}}$  per la specifica sorgente sonora sottoposta a prova. Una procedura per prove di rumorosità può fornire un valore  $\sigma_{\text{omc}}$  rappresentativo della famiglia di

macchine interessata. Questo valore dovrebbe prendere in considerazione tutte le possibili variazioni delle condizioni di funzionamento e montaggio che rientrano nello scopo e campo di applicazione della procedura per prove di rumorosità.

Nota Se l'emissione di rumore non cambia o cambia solo minimamente con il tempo e la procedura di misurazione è definita correttamente, può essere applicato un valore di 0,5 dB per  $\sigma_{\text{omc}}$ . Qualora il flusso di materiali da e verso la macchina abbia un'influenza significativa oppure ove tale flusso possa cambiare in maniera imprevedibile, può essere appropriato un valore di 2 dB. Tuttavia, in casi estremi, dove per esempio il rumore del processo generato dai materiali lavorati cambia considerevolmente (macchine schiacciasassi, macchine per la lavorazione dei metalli e presse funzionanti sotto carico) può risultare anche un valore di 4 dB.

## 12.3

### Determinazione di $\sigma_{\text{R0}}$

### 12.3.1

#### Generalità

La maggior parte delle condizioni e situazioni previste dalla presente norma internazionale (diverse caratteristiche di irradiazione della sorgente sottoposta a prova, diverse strumentazioni, diverse realizzazioni della procedura di misurazione) sono coperte da  $\sigma_{\text{R0}}$ . Fa eccezione l'influenza dell'instabilità dell'emissione sonora della sorgente sottoposta a prova, che è considerata separatamente mediante  $\sigma_{\text{omc}}$ .

I valori di  $\sigma_{\text{R0}}$  riportati nel prospetto-1 riflettono quanto noto al momento della pubblicazione. Sono limiti superiori tipo che prendono in considerazione la grande varietà di macchine e apparecchiature coperte dalla presente norma internazionale. I valori specifici per alcuni tipi di macchinari possono essere derivati dalle prove interlaboratorio (vedere punto 12.3.2) oppure mediante approccio di modellazione (vedere punto 12.3.3). Questi dovrebbero essere riportati nelle procedure per prove di rumorosità specifiche per la famiglia di macchinari (vedere punto 12.2 e appendice C).

**Prove interlaboratorio**

La prova interlaboratorio per misurare  $\sigma_{R0}$  deve essere eseguita secondo la ISO-5725, nella quale il livello di pressione sonora di emissione della sorgente sottoposta a prova è determinato in condizioni di riproducibilità, vale a dire che persone diverse eseguono misurazioni in diverse ubicazioni di prova con diversi strumenti di misurazione. Tale prova fornisce lo scarto tipo totale,  $\sigma'_{tot}$ , specifico per una singola sorgente di rumore utilizzata

per la prova interlaboratorio. I laboratori partecipanti alla prova interlaboratorio dovrebbero coprire tutte le situazioni pratiche possibili.

Lo scarto tipo totale,  $\sigma'_{tot}$ , in decibel, di tutti i risultati ottenuti con una prova interlaboratorio include lo scarto tipo,  $\sigma'_{omc}$ , e consente di misurare  $\sigma'_{R0}$  utilizzando

$$\sigma'_{R0} = \sqrt{\sigma'^2_{tot} - \sigma'^2_{omc}} \quad (15)$$

Se i valori  $\sigma'_{R0}$  ottenuti da diversi componenti di un macchinario appartenenti alla stessa famiglia si scostano solamente nell'ambito di un piccolo intervallo, il loro valore medio può essere considerato come tipico per l'applicazione della presente norma internazionale per

quella particolare famiglia e utilizzato come  $\sigma_{R0}$ . Ogniqualevolta possibile, tale valore dovrebbe essere riportato nella procedura per prove di rumorosità specifica per tale famiglia di macchine (insieme a  $\sigma_{omc}$ ) e utilizzato in particolare al fine di dichiarare i valori di emissione di rumore.

Se non è stata eseguita alcuna prova interlaboratorio, i dati esistenti sull'emissione di rumore di una particolare famiglia di macchine possono essere utilizzati per calcolare valori realistici di  $\sigma_{R0}$ .

Per alcune applicazioni il lavoro implicato nella prova interlaboratorio può essere ridotto omettendo le misurazioni per ubicazioni differenti, per esempio se le macchine sottoposte a prova sono generalmente installate con una correzione per il rumore di fondo ridotta,  $K_1$ , e una correzione ambientale locale piccola o simile,  $K_3$ , oppure qualora l'emissione di rumore di una macchina dovesse essere nuovamente controllata nella stessa ubicazione. I risultati di tali prove limitate dovrebbero essere indicati con  $\sigma_{R0,DL}$ , e tale designazione dovrebbe essere utilizzata inoltre per prove su macchine di grandi dimensioni che non possono essere spostate.

Nota I valori di  $\sigma_{R0,DL}$  possono risultare minori di quelli riportati nel prospetto 1.

Il calcolo di  $\sigma_{R0}$  mediante la formula (15) è impreciso se  $\sigma_{tot}$  è solo leggermente maggiore di  $\sigma_{omc}$ . In questo caso, la formula (15) fornisce un piccolo valore di  $\sigma_{R0}$  ma con bassa accuratezza. Per limitare tale imprecisione,  $\sigma_{omc}$  non dovrebbe essere maggiore di  $\sigma_{tot} / 2$ .

**Approccio di modellazione per  $\sigma_{R0}$** 

Generalmente,  $\sigma_{R0}$ , in decibel, dipende da diversi componenti di incertezza,  $c_i u_i$ , associati a diversi parametri di misurazione quali l'incertezza delle strumentazioni, le correzioni ambientali e le posizioni microfoniche. Se si suppone che tali contributi non siano correlati,  $\sigma_{R0}$  può essere descritto mediante approccio di modellazione di cui alla ISO/IEC-Guide 98-3, come segue:

$$\sigma_{R0} \approx \sqrt{(c_1 u_1)^2 + (c_2 u_2)^2 + \dots + (c_n u_n)^2} \quad (16)$$

Nella formula (16), non sono inclusi i componenti di incertezza dovuti all'instabilità dell'emissione di rumore della sorgente sottoposta a prova. Questi componenti sono coperti da  $\sigma_{omc}$ . L'appendice-C analizza ogni componente di incertezza,  $\sigma_{R0}$ , secondo quanto noto al momento della pubblicazione.

Nota Se i componenti di incertezza nell'approccio di modellazione sono correlati, la formula (16) non è valida. Inoltre, l'approccio di modellazione richiede una conoscenza dettagliata per misurare i singoli termini della formula (16).

Per contro, il calcolo di  $\sigma_{R0}$  sulla base di una prova interlaboratorio non richiede supposizioni sulle possibili correlazioni tra i singoli termini della formula (16). Un calcolo basato su una prova interlaboratorio, al momento della pubblicazione, è più realistico della stima delle possibili correlazioni tra i singoli termini della formula (16) e le rispettive interdipendenze con tutti gli altri parametri pertinenti mediante l'approccio di modellazione. Tuttavia, non è sempre possibile eseguire prove interlaboratorio e sono spesso sostituite dai dati rilevati da misurazioni precedenti.

## 12.4

### Valori tipici di limite superiore di $\sigma_{R0}$

Il prospetto-1 mostra i valori tipici di limite superiore dello scarto tipo,  $\sigma_{R0}$ , per grado di accuratezza 2 e 3 che possono coprire la maggior parte delle applicazioni della presente norma internazionale. In alcuni casi speciali, oppure qualora alcuni requisiti di cui alla presente norma internazionale non siano rispettati per una famiglia di macchine, oppure se si prevede che i valori effettivi  $\sigma_{R0}$  per una data famiglia di macchine siano inferiori rispetto a quelli riportati nel prospetto 1, si consiglia di eseguire una prova interlaboratorio per ottenere valori di  $\sigma_{R0}$  specifici per la macchina.

prospetto 1

### Valori tipici di limite superiore dello scarto tipo di riproducibilità del metodo, $\sigma_{R0}$ , per livelli di pressione sonora di emissione ponderati A in conformità alla presente norma internazionale

Grado di accuratezza	Scarto tipo di riproducibilità, $\sigma_{R0}$ dB
2	1,5
3	3

## 12.5

### Scarto tipo totale, $\sigma_{tot}$ e incertezza espansa, $U$

Lo scarto totale tipo e l'incertezza espansa devono essere determinati utilizzando le formule (13) e (14) rispettivamente.

Esempio: Grado di accuratezza=2;  $\sigma_{omc}=2,0$  dB; fattore di copertura,  $k=1,6$ ; misurato  $L_{pA}=82$  dB. Non sono state assunte definizioni di  $\sigma_{R0}$  specifiche per un tipo di macchina pertanto il valore è preso dal prospetto-1 ( $\sigma_{R0}=1,5$  dB). Utilizzando le formule (14) e (13) consegue che

$$U = 1,6 \sqrt{1,5^2 + 2^2} \text{ dB} = 4 \text{ dB}$$

La migliore stima del livello di potenza sonora non deve essere maggiore di 86 dB con una probabilità del 95% supponendo una distribuzione normale delle grandezze fluttuanti (vedere punti C.5 e C.6).

Altri esempi di valori calcolati di  $\sigma_{tot}$  sono riportati nel punto C.3.

Nota L'incertezza espansa, come descritta nella presente norma internazionale, non include lo scarto tipo di produzione utilizzato nella ISO 4871 [9] al fine di fare una dichiarazione di rumorosità per lotti di macchine.

## 13

## INFORMAZIONI DA REGISTRARE

### 13.1

#### Generalità

Ove possibile, per tutte le misurazioni effettuate conformemente a quanto prescritto dalla presente norma internazionale, si deve raccogliere e registrare le informazioni sotto elencate. I valori calcolati devono essere arrotondati ad una cifra decimale solo dopo la fase finale di calcolo prima della stesura della relazione.

---

**13.2****Sorgente sottoposta a prova**

Descrizione della sorgente, includendo

- a) tipo;
- b) i dati tecnici;
- c) le dimensioni;
- d) il fabbricante;
- e) il numero di serie della macchina;
- f) l'anno di fabbricazione.

**13.3****Condizioni di prova**

Descrizione delle condizioni di prova, inclusi:

- a) descrizione quantitativa accurata delle condizioni di funzionamento se non specificate nell'eventuale procedura per prove di rumorosità specifica per tale macchina e, se pertinente, dei periodi e del ciclo di funzionamento;
- b) le condizioni di installazione;
- c) ubicazione della sorgente sottoposta a prova nell'ambiente;
- d) descrizione delle sorgenti di funzione, qualora la macchina sottoposta a prova presenti molteplici sorgenti di rumore;
- e) dichiarazione che l'ubicazione della sorgente di rumore della sorgente sottoposta a prova è identificabile o non identificabile, conformemente al punto 5.2 o 5.3 (in quest'ultimo caso indicare la sua ubicazione).

**13.4****Ambiente di prova**

Descrizione dell'ambiente di prova:

- a) se interno, descrizione del trattamento fisico delle pareti, del soffitto e del pavimento; disegno illustrante l'ubicazione della sorgente sottoposta a prova e il contenuto del locale; qualificazione acustica del locale sulla base di quanto indicato nel punto 6.2; temperatura dell'aria, in gradi Celsius, pressione barometrica in pascal e umidità relativa, in percentuale;
- b) se esterno, disegno illustrante l'ubicazione della macchina sottoposta a prova rispetto al terreno circostante e che includa:
  - 1) una descrizione fisica dell'ambiente di prova,
  - 2) la temperatura dell'aria, in gradi Celsius, la pressione barometrica in pascal e l'umidità relativa, in percentuale,
  - 3) la velocità del vento, in metri al secondo.

**13.5****Strumentazione**

Descrizione della strumentazione:

- a) apparecchiature utilizzate per le misurazioni, compreso nome, modello, numero di serie e fabbricante;
- b) metodo impiegato per la verifica della taratura del sistema di misurazione; devono essere registrati data, luogo e risultato della taratura;
- c) caratteristiche dell'eventuale schermo paravento.

**13.6****Ubicazione dei posti di lavoro**

Di tutte le posizioni di cui siano stati misurati i livelli di pressione sonora di emissione, deve essere registrata una descrizione quantitativa accurata.

**Dati sul rumore**

Descrizione dei dati sul rumore:

- a) tutti i dati sui livelli di pressione sonora misurati;
- b) livelli di pressione sonora di emissione ponderati A nei posti di lavoro e, se richiesto, la medesima grandezza con altre ponderazioni della frequenza e/o per bande di frequenza;
- c) se richiesto, i livelli di picco di pressione sonora di emissione ponderati C nei posti di lavoro e/o i livelli in bande di frequenza, e/o altre caratteristiche temporali di emissione del rumore al(i) posto(i) di lavoro;
- d) incertezza di misurazione espansa dei risultati, in decibel, insieme al fattore di copertura associato e alla probabilità di copertura;
- e) livelli di rumore di fondo ponderati A e correzione del rumore di fondo,  $K_{1A}$  in ciascun posto di lavoro; inoltre, se richiesto, livelli di rumore di fondo e correzione  $K_1$  per bande di frequenza;
- f) correzione ambientale ponderata A,  $K_{2A}$ ;
- g) correzione ambientale locale ponderata A,  $K_{3A}$ , a ciascuno dei posti di lavoro, metodo utilizzato (vedere punti A.1 o A.2) per la scelta e distanza d (vedere punto A.1.2), se rilevante;
- h) luogo e data in cui sono state effettuate le misurazioni e il nome della persona incaricata di effettuarle;
- i) informazioni facoltative quali il livello di pressione sonora di emissione più alto misurato su un percorso di misurazione o l'indice di direttività apparente al posto di lavoro o qualsiasi altro dato.

**RAPPORTO DI PROVA**

È necessario riportare unicamente i dati registrati conformemente ai punti 13.2, 13.3 a) e b), 13.6, 13.7 b), c), d) e g). Qualora per la sorgente sottoposta a prova esista una procedura per prove di rumorosità normata, sarà quest'ultima a indicare i dati da riportare.

Il rapporto di prova deve includere almeno le informazioni seguenti:

- a) se i livelli di pressione sonora di emissione riportati nel(i) posto(i) di lavoro sono stati ottenuti nella piena conformità con i requisiti della presente norma internazionale (ISO-11202:2010);
- b) la data in cui i livelli di pressione sonora di emissione sono stati misurati;
- c) il nome della persona responsabile delle prove;
- d) la correzione ambientale locale,  $K_{3A}$ ;
- e) una dichiarazione esplicita del grado di accuratezza ottenuto [grado-2 (tecnico progettuale) o grado-3 (controllo)]; tali informazioni possono essere riportate sulla base dell'appendice C;
- f) livelli di pressione sonora di emissione, in decibel, al(i) posto(i) di lavoro e relative incertezze di misurazione espansa, in decibel, derivanti dal grado di accuratezza, arrotondato alla cifra decimale più vicina.

**A.1** **Correzione ambientale locale per un'area di irradiazione del suono localizzata e ben definita della superficie della macchina**

**A.1.1** **Generalità**

Una caratteristica favorevole di questo metodo è che non sono richieste ulteriori misurazioni del livello sonoro al di là della misurazione del livello di pressione sonora al posto di lavoro. Si basa sul presupposto che la parte della sorgente sottoposta a prova che irradia praticamente tutta la potenza sonora sia relativamente piccola rispetto alla sua distanza dalla posizione microfonica e possa essere localizzata.

Tale metodo può essere applicato se entrambe le seguenti condizioni sono vere:

- a) le sorgenti rumorose dominanti l'irradiazione del suono dalla sorgente sottoposta a prova non sono schermate dal posto di lavoro, il che significa che c'è una libera propagazione del suono tra l'area di irradiazione del suono e il posto di lavoro;
- b) le dimensioni della parte della sorgente sottoposta a prova che irradia praticamente tutta la potenza sonora sono minori della sua distanza dal posto di lavoro.

I requisiti e le equazioni del presente punto si applicano ai valori ponderati A oltre che ai valori in bande di frequenza, se rilevanti.

**A.1.2** **Calcolo della correzione ambientale locale,  $K_3$**

Conformemente a questo metodo, la correzione ambientale locale,  $K_3$  per un posto di lavoro è data dalla formula (A.1):

$$K_3 = 10 \lg \left( 1 + \frac{4 S_v}{A} \right) \text{ dB} \quad (\text{A.1})$$

dove  $S_v = 2\pi d^2$  e  $d$  è la distanza tipica (vedere punto 3.26) (almeno 1-m). Nel caso di un operatore che si sposti lungo un percorso,  $d$  sarà la più breve distanza tra qualsiasi parte del percorso e la sorgente di rumore principale della sorgente sottoposta a prova.

L'eventuale procedura per prove di rumorosità dovrebbe fornire le linee guida per determinare il valore di  $d$ .

Il valore dell'area di assorbimento sonoro equivalente,  $A$ , in metri quadrati, della camera di prova, è data dalla seguente formula:

$$A = \frac{S_v}{\alpha}$$

dove:

$\alpha$  è il coefficiente di assorbimento acustico medio della camera di prova (per esempio calcolato secondo ISO-3746 per i livelli di ponderazione A);

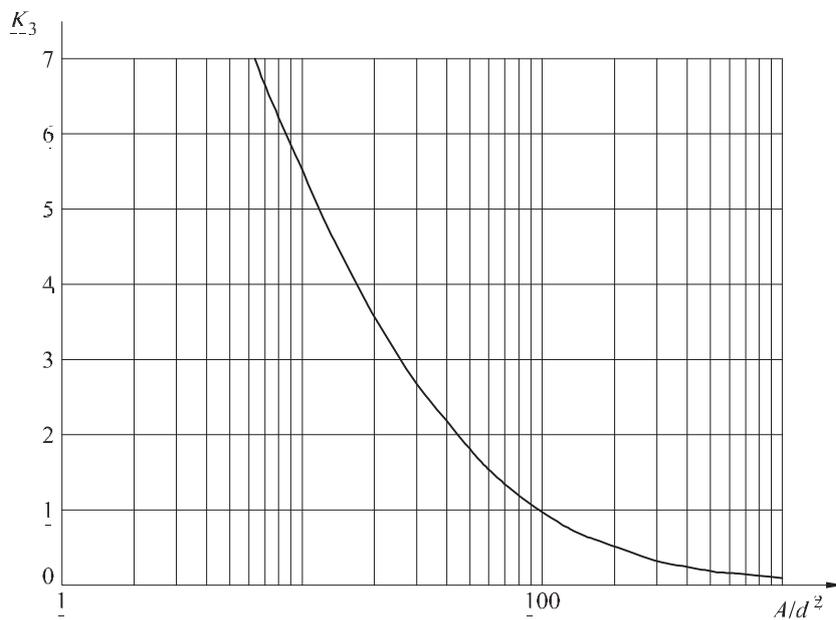
$S_v$  è la superficie, in metri quadrati, della camera di prova (pareti, soffitto e pavimento). Se il valore calcolato di  $K_3$  è maggiore di 7-dB, allora 7-dB deve essere utilizzato come correzione locale ambientale prevista.

La figura A.1 fornisce i valori della correzione ambientale locale,  $K_3$ .

figura A.1 **Correzione ambientale locale,  $K_3$ , in decibel, calcolata da  $A/d^2$**

Legenda

- A Superficie di assorbimento acustico equivalente, in metri quadrati
- d Distanza tipica, in metri
- $K_3$  Correzione ambientale locale, in decibel



### A.1.3

#### Grado di accuratezza

La determinazione di  $d$  di solito costituisce la fonte maggiore di incertezza di questo metodo. Per determinare il grado di accuratezza del risultato, definire la distanza massima,  $d_{max}$ , tra il posto di lavoro e il punto dell'area potenziale di irradiazione del suono più lontano dal posto di lavoro. Nel caso di un operatore che si sposti lungo un percorso,  $d_{max}$  deve essere la distanza massima tra l'area potenziale di irradiazione del suono e il percorso.

Conformemente al metodo descritto nel punto A.1.2,  $d_{max}$  fornisce la più grande correzione ambientale locale possibile,  $K_{3,max}$ , e, pertanto, la seguente ripartizione dei gradi di accuratezza:

grado di accuratezza 2 (tecnico progettuale)	$K_{3,max} \leq 4$ dB
grado di accuratezza 3 (controllo)	$K_{3,max} > 4$ dB

In alcuni casi è possibile aumentare il grado di accuratezza da 3 a 2:

- a) applicando materiale più assorbente per aumentare  $A$ ;
- b) azionando la sorgente sottoposta a prova in una camera più grande per aumentare  $A$ .

Se ciò non è possibile, il calcolo conformemente a quanto descritto nel punto A.2 può aumentare il grado di accuratezza.

## A.2

### Correzione ambientale locale con definizione approssimativa dell'indice di direttività apparente al posto di lavoro

#### A.2.1

##### Generalità

Questo metodo prende in considerazione il fatto che l'influenza dell'ambiente in una posizione microfónica dipende dalle proprietà acustiche dell'ambiente (per esempio della camera) nonché dall'irradiazione del suono della sorgente sottoposta a prova nella direzione di questa posizione microfónica in relazione alla superficie di misurazione di riferimento. Diversamente dalla ISO-11204 [18], questa caratteristica di irradiazione è inclusa nel presente metodo in termini di indice di direttività apparente approssimativo del posto di lavoro,  $D_{1\text{op,approx}}^*$ . Si tiene conto del carattere approssimativo, che implica una precisione ridotta, nell'assegnazione di una conseguente maggiore incertezza. È un prerequisito che il rumore di fondo sia conforme ai requisiti definiti nel punto 6.4 per gradi di accuratezza-2 e 3.

Questo metodo non deve essere utilizzato se l'irradiazione sonora predominante dalla sorgente sottoposta a prova è diretta verso l'alto, come nel caso di una sorgente sottoposta a prova circondata da schermi o di una sorgente sottoposta a prova in uno spazio chiuso senza soffitto; in questi casi si devono applicare la ISO-11203 [17] o la ISO-11204 [18].

I requisiti e le equazioni del presente punto si applicano ai valori ponderati A oltre che ai valori in bande di frequenza, se rilevanti.

#### A.2.2

##### Definizione approssimativa dell'indice di direttività apparente al posto di lavoro

È specificato un percorso di misurazione attorno al contorno della sorgente sottoposta a prova, che si trova sulla superficie di misurazione di riferimento (vedere punto 3.20), ad un'altezza corrispondente alla metà dell'altezza della sorgente.

Il livello di pressione sonora durante il funzionamento della sorgente sottoposta a prova conformemente al punto 9.5 è misurato in diverse posizioni microfónicas equidistanti su questo percorso. In molti casi, soprattutto quando la sorgente è di piccole o medie dimensioni, è sufficiente una posizione microfónica su ciascun lato della sorgente sottoposta a prova.

La media dell'energia dei valori così ottenuti determina la media del livello approssimativo di pressione sonora sulla superficie di misurazione di riferimento. Se necessario, è applicato lo stesso metodo quando la sorgente sottoposta a prova è inattiva per determinare il livello medio di rumore di fondo e la correzione del rumore di fondo.

La misurazione del livello di pressione sonora medio rispetto alla superficie di misurazione di riferimento e del livello del rumore di fondo può essere eseguita anche rilevando misurazioni di integrazione mentre si fa ruotare la sorgente sottoposta a prova.

L'indice approssimativo di direttività apparente al posto di lavoro,  $D_{1\text{op,approx}}^*$ , si ottiene come segue:

$$D_{1\text{op,approx}}^* = L_p^* - \overline{L_{p,\text{approx}}^*} \quad (\text{A.2})$$

dove:

$L_p^*$  è il livello di pressione sonora misurato al posto di lavoro, corretto per il rumore di fondo ma non per l'influenza ambientale;

$\overline{L_{p,\text{approx}}^*}$  è il livello medio approssimativo di pressione sonora sulla superficie di misurazione di riferimento, corretto per il rumore di fondo ma non per l'influenza ambientale.

**A.2.3****Calcolo della correzione ambientale,  $K_2$** 

Le proprietà acustiche della camera sono prese in considerazione determinando la correzione ambientale,  $K_2$ , per la superficie di misurazione di riferimento. Questa superficie di misurazione di riferimento è identica a quella utilizzata per determinare  $L_{p,approx}^*$  nella formula (A.2). Il valore  $K_2$  deve essere determinato in conformità alla ISO 3744 o alla ISO 3746.

**A.2.4****Calcolo della correzione ambientale locale,  $K_3$** 

La correzione ambientale locale,  $K_3$ , deve essere determinata nel modo seguente:

$$K_3 = -10 \lg \left[ \frac{1 - (1 - 10^{-0,1 K_2}) \cdot 10^{-0,1 D_{1,op,approx}^*}}{10} \right] \text{ dB} \quad (\text{A.3})$$

Per l'applicazione pratica, deve essere utilizzato il seguente calcolo in due fasi:

a) determinare  $z$  mediante la formula (A.4):

$$z = \frac{1 - (1 - 10^{-0,1 K_2}) \cdot 10^{-0,1 D_{1,op,approx}^*}}{10} \quad (\text{A.4})$$

b) quindi calcolare  $K_3$  nel modo seguente:

$$K_3 = \begin{cases} 7 \text{ dB} & z \leq 0,2 \\ -10 \lg z \text{ dB} & \text{for } 0,2 < z \leq 1 \\ 0 \text{ dB} & z > 1 \end{cases} \quad (\text{A.5})$$

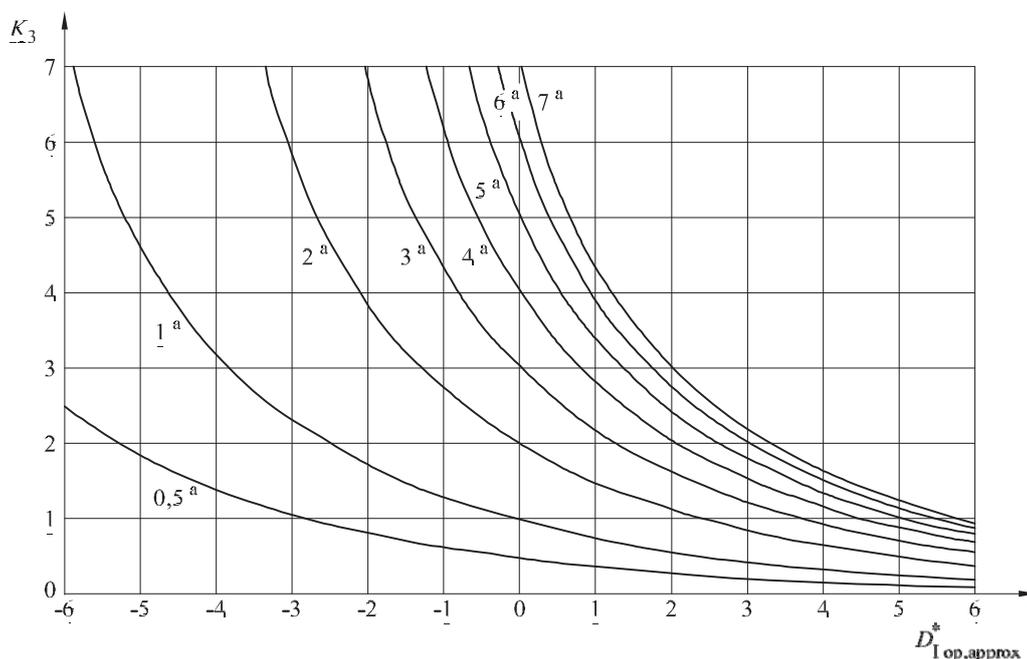
La figura A.2 riporta una rappresentazione grafica di  $K_3$  come funzione di  $K_2$  e  $D_{1,op,approx}^*$ .

figura A.2 **Correzione ambientale locale,  $K_3$ , calcolata da  $K_2$  e  $D_{I op, approx}^*$ , valori espressi tutti in decibel**

Legenda

$D_{I op, approx}^*$  Indice di direttività approssimativo apparente del posto di lavoro, in decibel

$K_3$  Correzione ambientale locale, in decibel



a Valore della correzione ambientale,  $K_2$ , in decibel.

## A.2.5

### Grado di accuratezza

Per determinare in primo luogo il grado di accuratezza raggiunto, calcolare la differenza,  $\Delta D_1^*$ , tra l'indice approssimativo apparente di direttività del posto di lavoro,  $D_{I op, approx}^*$ , e l'indice apparente di direttività del posto di lavoro,  $D_{I op}^*$ , come funzione della dimensione più larga della sorgente sottoposta a prova, nel modo seguente:

$$\text{se } l_{max} \leq 1 \cdot m: \quad \Delta D_1^* = 0,5 \text{ dB}$$

$$\text{se } 1 \cdot m < l_{max} \leq 3 \cdot m: \quad \Delta D_1^* = 1 \text{ dB}$$

$$\text{se } l_{max} > 3 \cdot m: \quad \Delta D_1^* = 1,5 \text{ dB}$$

Dal valore di  $\Delta D_1^*$ , il grado di accuratezza raggiunto deve essere determinato utilizzando la condizione (A.6) o la figura A.3, come segue:

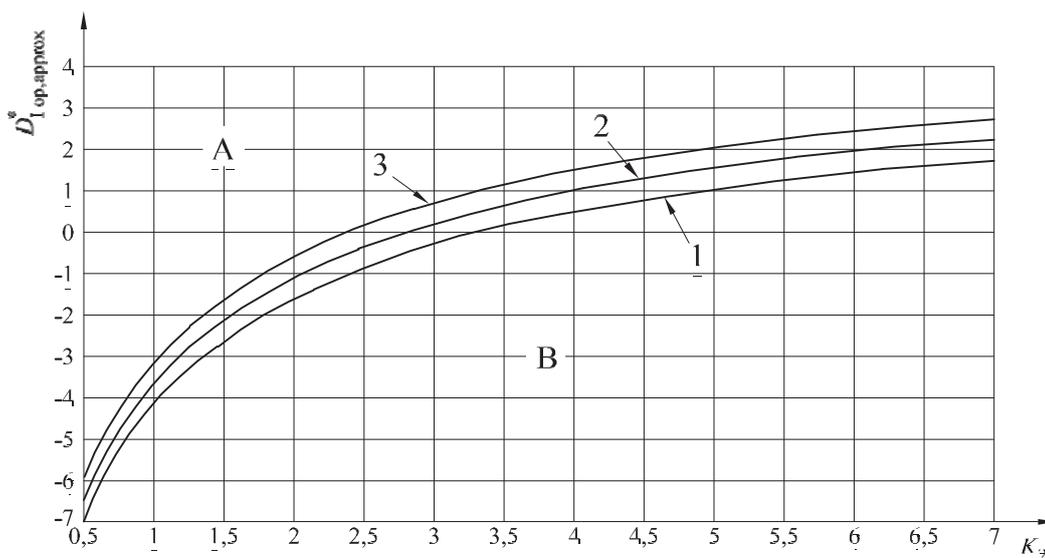
$$D_{I op, approx}^* \geq -10 \lg \frac{1 - 10^{-0,4}}{1 - 10^{-0,1 K_2}} \text{ dB} + \Delta D_1^* \quad (\text{A.6})$$

Se la condizione (A.6) è soddisfatta e i limiti del rumore di fondo (vedere punto 6.4) non sono superati, la misurazione è di grado di accuratezza 2. Diversamente, il grado di accuratezza raggiunto è 3.

**Determinazione del grado di accuratezza da  $K_2$  e  $D_{I\text{op,approx}}^*$ , entrambi espressi in decibel; la posizione del punto definito da questi due valori rispetto alla relativa curva definisce se la misurazione rientra nel grado di accuratezza 2 o 3**

Legenda

A	Grado di accuratezza 2	1	$l_{\text{max}} \leq 1\text{ m}$ ( $\Delta D_I = 0,5\text{ dB}$ )
$D^*$	(tecnico progettuale)	2	$1\text{ m} < l_{\text{max}} \leq 3\text{ m}$ ( $\Delta D_I^* = 1\text{ dB}$ )
B	Grado di accuratezza 3	3	$l_{\text{max}} > 3\text{ m}$ ( $\Delta D_I^* = 1,5\text{ dB}$ )
$D_I$	(controllo)		
$D_{I\text{op,approx}}^*$	Indice di direttività approssimativo apparente del posto di lavoro, in decibel		
$K_2$	Correzione ambientale, in decibel		
$D_{I\text{op}}^*$	Indice di direttività apparente del posto di lavoro		
$\Delta D_I^*$	Scarto massimo di $D_{I\text{op,approx}}^* - D_{I\text{op}}^*$		
$l_{\text{max}}$	Dimensione maggiore della sorgente sottoposta a prova		



**Nota** L'incertezza della definizione approssimativa della direttività aumenta con le dimensioni della sorgente sottoposta a prova; i valori si basano su esperienza pratica, vedere riferimenti [25] [26] [27].

In alcuni casi è possibile aumentare il grado di accuratezza da 3 a 2:

- a) applicando materiale più assorbente per aumentare A;
- b) azionando la sorgente sottoposta a prova in una camera più grande per aumentare A. Se ciò non è possibile, il calcolo conformemente a quanto descritto nella ISO-11204 [18] può aumentare il grado di accuratezza.

**B.1 Criterio assoluto di misurazione del rumore di fondo**

Se può essere dimostrato che i livelli di rumore di fondo nella camera di prova al momento della misurazione sono minori di o uguali a quelli riportati nel prospetto-B.1 per tutte le bande nell'intervallo considerato, si può ritenere che le misurazioni abbiano soddisfatto i requisiti per il rumore di fondo di cui alla presente norma internazionale, anche se il requisito di 6-dB per un grado di accuratezza-2, o di 3-dB per un grado di accuratezza-3 (vedere punto 6.4.1) non è stato soddisfatto per tutte le bande. Si può supporre che la sorgente emetta un rumore basso o nessun rumore misurabile in queste bande di frequenza e che i dati riportati rappresentino i limiti superiori del livello di pressione sonora di emissione in queste bande.

---

**B.2 Criteri relativi per misurazioni in banda di frequenza**

I requisiti del punto 6.4.1 possono non essere soddisfatti per tutte le bande di frequenza, anche quando i livelli di rumore di fondo sono estremamente bassi e ben controllati. Pertanto, qualsiasi banda che rientri nell'intervallo di frequenza di interesse in cui il livello di pressione sonora ponderato A della sorgente sottoposta a prova è almeno 15-dB (grado di accuratezza-2) o 10-dB (grado di accuratezza-3) in meno del livello di pressione sonora per banda ponderato A, può essere escluso dall'intervallo di frequenza di interesse al fine di misurare la conformità al criterio di misurazione del rumore di fondo di cui al punto 6.4.1.

---

**B.3 Criteri relativi per misurare un livello ponderato A dai livelli in banda di frequenza**

Se un livello di pressione sonora di emissione ponderato A deve essere determinato dai livelli per banda di frequenza, per misurare se questa grandezza corrisponde ai criteri del rumore di fondo della presente norma internazionale si deve procedere come segue:

- a) il livello di pressione sonora di emissione ponderato A è calcolato per analogia con le rispettive procedure della ISO-3744 utilizzando i dati da tutte le bande di frequenza entro l'intervallo di frequenza di interesse;
- b) il calcolo è ripetuto, escludendo tuttavia quelle bande per cui  $\Delta L_p$  è minore di 6-dB per un grado di accuratezza-2 o minore di 3-dB per un grado di accuratezza 3.

Se la differenza tra questi due livelli è minore di 0,5-dB per un grado di accuratezza-2 o di 0,7-dB per un grado di accuratezza-3, il livello di pressione sonora di emissione ponderato A determinato dai dati per tutte le bande deve essere considerato come conforme ai criteri di misurazione del rumore di fondo della presente norma internazionale.

---

**B.4 Mancata conformità ai criteri rilevanti**

Se i criteri per la misurazione del rumore di fondo (uno tra i punti 6.4.1, B.1 o B.2 e, in aggiunta, punto B.3 se il livello ponderato A è determinato dalle bande di frequenza) non sono soddisfatti, la relazione deve chiaramente dichiarare che i requisiti relativi al rumore di fondo di cui alla presente norma internazionale non sono stati soddisfatti e deve indicare le bande di frequenza specifiche che non soddisfano i criteri. Inoltre, la relazione non deve dichiarare o supporre che le misurazioni siano state effettuate in "piena conformità" alla presente norma internazionale.

**Livelli massimi di rumore di fondo nella camera di prova per criteri assoluti**

Frequenza per banda media di un terzo di ottava Hz	Livello massimo di pressione sonora per banda dB
50	44
63	38
80	32
100	27
125	22
160	16
200	13
250	11
315	9
400	8
500	7
630	7
800	7
1000	7
1250	7
1600	7
2000	7
2500	8
3150	8
4000	8
5000	8
6300	8
8000	12
10000	14
12500	11
16000	46
20000	46

C.1

**Generalità**

Il formato accettato per l'espressione delle incertezze generalmente associato a questi metodi di misurazione è quello riportato nella ISO/IEC-Guide-98-3. Tale formato incorpora un bilancio dei componenti di incertezza, in cui sono identificate diverse fonti di incertezza e dal quale si può ottenere l'incertezza di misurazione totale combinata.

Per misurare l'emissione di rumore di macchine e apparecchiature, è consigliabile dividere la relativa incertezza totale in due diversi gruppi di componenti di incertezza:

- a) quelli intrinseci alla procedura di misurazione;
- b) quelli risultanti dall'instabilità delle emissioni sonore della macchina.

Sulla base di quanto noto al momento della pubblicazione, questa appendice fornisce ulteriori spiegazioni e informazioni in base alle quali la ISO/IEC-Guide 98-3 può essere applicata in pratica al posto della presente norma internazionale.

Questa appendice completa il punto 12.

C.2

**Considerazioni sullo scarto tipo totale,  $\sigma_{tot}$**

L'incertezza della misurazione utilizzata nella presente norma internazionale è determinata dall'incertezza della misurazione espansa, U, derivata direttamente dallo scarto tipo totale,  $\sigma_{tot}$  [formula-(14)], dove  $\sigma_{tot}$  è l'approssimazione del relativo  $u(L_p)$  come definito nella ISO/IEC Guide 98-3.

Questo scarto tipo totale,  $\sigma_{tot}$ , risulta da due componenti,  $\sigma_{R0}$  e  $\sigma_{omc}$  [vedere formula-(13)], che sono significativamente diversi in natura.

Si assume che entrambe le grandezze siano statisticamente indipendenti e siano determinate separatamente.

Non si può calcolare lo scarto tipo specifico per un macchinario,  $\sigma_{omc}$ ; questo deve essere calcolato mediante misurazioni ripetute come descritto nel punto C.3. Le informazioni sullo scarto tipo,  $\sigma_{R0}$ , sono contenute nel punto C.4.

C.3

**Considerazioni su  $\sigma_{omc}$**

Lo scarto tipo,  $\sigma_{omc}$ , descritto nel punto 12.2, è calcolato mediante

$$\sigma_{omc} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (L'_{p,j} - \overline{L'_p})^2} \text{ dB} \tag{C.1}$$

dove:

$L'_{p,j}$  è il livello di pressione sonora misurato nella posizione prescritta per la ripetizione j-esima delle condizioni di funzionamento e montaggio richieste;

$\overline{L'_p}$  è il livello di pressione sonora media calcolato per tutte le N ripetizioni.

Queste misurazioni sono effettuate alle condizioni ambientali effettive in sito. Pertanto,  $L'_{p,j}$  e  $\overline{L'_p}$  non richiedono alcuna ulteriore correzione.

In generale, le condizioni di montaggio e di funzionamento da utilizzare per le misurazioni delle emissioni di rumore sono richieste dalle procedure per le prove di rumorosità specifiche per i macchinari. Diversamente, queste condizioni devono essere definite con precisione e descritte nel rapporto di prova.

Alcuni consigli per la definizione di queste condizioni e le conseguenze per i valori previsti di  $\sigma_{omc}$  sono riportati di seguito.

Le condizioni di prova devono essere rappresentative di un uso normale e conformarsi all'impiego consigliato da parte di fabbricanti e utenti. Tuttavia, anche nel normale impiego, si possono verificare modalità di funzionamento leggermente diverse, variazioni nel flusso dei materiali e altre condizioni che differiscono tra le diverse fasi di funzionamento. Tale incertezza copre sia l'incertezza dovuta alle variazioni delle condizioni di funzionamento a lungo termine (per es. da un giorno all'altro) che le fluttuazioni delle misurazioni delle emissioni di rumore ripetute immediatamente dopo il ripristino delle condizioni di montaggio e di funzionamento.

Le macchine installate esclusivamente su molle elastiche o su pavimenti di calcestruzzo pesante di solito non presentano alcun effetto di montaggio. Tuttavia, vi possono essere grandi discrepanze tra le misurazioni su pavimenti di calcestruzzo pesante e quelle effettuate in sito. L'incertezza dovuta al tipo di montaggio può essere altissima per i macchinari collegati ad apparecchiature ausiliarie. Le macchine portatili possono determinare problemi. Si dovrebbe approfondire questo parametro se il movimento della macchina o dei montaggi determina cambiamenti nel rumore. Qualora vi sia un intervallo di condizioni di montaggio possibili da includere in una singola dichiarazione, allora  $\sigma_{omc}$  è calcolato dallo scarto tipo dei livelli di rumore per queste condizioni di montaggio. Qualora vi sia un effetto noto dovuto al montaggio, le condizioni di montaggio consigliate dovrebbero essere documentate nella relativa procedura per la prova di rumorosità o nell'impiego consigliato da parte dei fabbricanti.

Per quanto riguarda la grandezza principale dell'incertezza,  $\sigma_{tot}$ , le ricerche su  $\sigma_{omc}$

hanno la massima priorità rispetto a quelle su altri componenti di incertezza che portano a  $\sigma_{R0}$  [vedere formula (13)]. Ciò perché  $\sigma_{omc}$  può essere significativamente più grande in pratica rispetto, per esempio, a  $\sigma_{R0} = 1,5$ -dB per misurazioni di grado di accuratezza 2 o  $\sigma_{R0} = 3$ -dB per misurazioni di grado di accuratezza 3, come riportato nel prospetto 1.

Se  $\sigma_{omc} > \sigma_{R0}$ , l'applicazione di procedure di misurazione con elevata accuratezza è economicamente sconsigliata, per esempio un valore basso di  $\sigma_{R0}$ , in quanto non è destinata a determinare un valore più basso di incertezza totale.

prospetto C.1

**Esempi di scarti tipo totali calcolati,  $\sigma_{tot}$ , per tre casi diversi**

Scarto tipo di riproducibilità del metodo $\sigma_{R0}$ dB	Condizioni di funzionamento e di montaggio		
	stabile	non stabile	molto instabile
	Scarto tipo, $\sigma_{omc}$ , dB		
	0,5	2	4
	Scarto tipo totale, $\sigma_{tot}$ , dB		
1,5 (grado di accuratezza 2)	1,6	2,5	4,3
3 (grado di accuratezza 3)	3,0	3,6	5,0

Questi esempi mostrano che può essere inutile estendere l'impegno di misurazione per garantire misurazioni di grado di accuratezza 2 se è grande l'incertezza associata alle condizioni di montaggio e funzionamento.

Inoltre,  $\sigma_{omc} > \sigma_{R0}$  può determinare incomprensioni sostanziali relativamente allo scarto tipo totale rilevante,  $\sigma_{tot}$ , perché i diversi gradi di accuratezza della presente norma internazionale sono attualmente definiti solo dal valore  $\sigma_{R0}$ .

## C.4

## Considerazioni su $\sigma_{R0}$

### C.4.1

#### Generalità

I valori di limite superiore di  $\sigma_{R0}$  sono riportati nel prospetto-1. Inoltre, nel punto 12.3 si consiglia di verificare i valori di  $\sigma_{R0}$  specifici per ciascuna macchina o famiglia di macchine per raggiungere risultati più realistici. Tali verifiche devono essere eseguite mediante misurazioni nelle condizioni di riproducibilità come definito nella ISO-3534-2 [2] oppure mediante calcoli utilizzando il cosiddetto approccio di modellazione basato sulla formula-(16) che richiede informazioni più dettagliate.

Qualora alcune componenti di incertezza non siano pertinenti per applicazioni specifiche o siano difficili da verificare, si dovrebbero dare definizioni delimitate di  $\sigma_{R0}$  mediante procedure per la prova di rumorosità sia per le prove interlaboratorio (vedere punti 12.3.2, quarto paragrafo) sia per l'approccio di modellazione.

L'approccio di modellazione, tuttavia, implica sia componenti statisticamente indipendenti  $c_i u_i$  e, soprattutto, l'esistenza di formule che possano valutare tali componenti di incertezza considerando parametri di misurazione e condizioni ambientali, oppure almeno mediante ragionevole esperienza. Al momento della pubblicazione non erano presenti dati pertinenti ragionevolmente fondati per la presente norma internazionale. Tuttavia, le seguenti informazioni possono fornire un'impressione approssimativa delle grandezze rilevanti senza affidabilità finale.

### C.4.2

#### Apporti all'incertezza, $\sigma_{R0}$

Calcoli preliminari mostrano che l'espressione generale per il calcolo del risultato finale del livello di pressione sonora di emissione, incluse tutte le correzioni richieste dalla presente norma internazionale e con tutte le incertezze relative,  $L_p$ , è data dalla formula-(C.2):

$$L_p = L_p(L'_{p}, \bar{\delta}_{(B)}, \bar{\delta}_{env}, \bar{\delta}_{slm}, \bar{\delta}_{mount}, \bar{\delta}_{oc}, \bar{\delta}_{pos}, \bar{\delta}_{met}) \quad (C.2)$$

dove:

$L'_{p}$  è il livello di pressione sonora (non corretto) misurato;

$\bar{\delta}_{(B)}$  è una grandezza in ingresso per prevedere eventuali incertezze sulle correzioni del rumore di fondo;

$\bar{\delta}_{env}$  è una grandezza in ingresso per prevedere eventuali incertezze sull'influenza delle condizioni ambientali locali;

$\bar{\delta}_{slm}$  è una grandezza in ingresso per prevedere eventuali incertezze sulle strumentazioni di misurazione;

$\bar{\delta}_{mount}$  è una grandezza in ingresso per prevedere eventuali variabili nelle condizioni di montaggio della sorgente sottoposta a prova;

$\bar{\delta}_{oc}$  è una grandezza in ingresso per prevedere eventuali scarti nelle condizioni di funzionamento della sorgente sottoposta a prova dalle condizioni nominali;

$\bar{\delta}_{pos}$  è una grandezza in ingresso per prevedere eventuali incertezze nella scelta della posizione di misurazione;

$\bar{\delta}_{met}$  è una grandezza in ingresso per prevedere eventuali incertezze nella misurazione delle condizioni meteorologiche.

Nota 1 Espressioni simili alla formula (C.2) valgono in merito ai livelli di pressione sonora di emissione determinati per bande di frequenza e con ponderazione A.

Nota 2 Le grandezze in ingresso incluse nella formula (C.2) per prevedere eventuali incertezze sono quelle che possono essere applicate allo stato delle conoscenze attuali al momento della pubblicazione della presente norma internazionale, anche se ulteriori ricerche potrebbero rivelare l'esistenza di altre.

A ciascuna grandezza in ingresso è associata una distribuzione di probabilità (normale, rettangolare, Studente-t ecc.). La sua previsione (valore medio) è la migliore stima del valore della grandezza in ingresso e il suo scarto tipo è la misura dei valori di dispersione, denominato incertezza.

I componenti di incertezza  $\delta_{mount}$  e  $\delta_{oc}$  sono già coperti da  $\sigma_{omc}$  mentre  $\sigma_{R0}$  include il resto dei componenti di incertezza.

Il prospetto-C.2 fornisce, come esempio di grado di accuratezza 2, alcune informazioni sulle previsioni presenti relative ai valori dei componenti  $c_i$ ,  $u_i$ , necessarie per calcolare

$$\sigma_{R0} = \sqrt{\sum_i (c_i u_i)^2} \text{ dB}$$

prospetto C.2

**Bilancio dell'incertezza per la misurazione del livello di pressione sonora di emissione** (i valori mostrati sono esempi relativi a definizioni di grado di accuratezza 2)

Grandezza	Stima dB	Incertezza tipo, $u_i$ dB	Distribuzione di probabilità	Coefficiente di sensibilità, $c_i$	Apporto dell'incertezza, $c_i u_i$ dB
$L_p$					
$L'_p$	$L'_p$	$s_{L'_p}$ (per esempio 0,5)	Normale	1,25	0,63
$\delta_{(B)}$	$K_1$	per esempio 0,7	Normale	-0,25	-0,18
$\delta_{env}$	$K_3$ (per esempio 2)	$0,3 K_3$	Normale	1	0,6
$\delta_{sim}$	0	0,5	Normale	1	0,5
$\delta_{pos}$	0	0,2	Normale	1	0,2
$\delta_{met}$	0	0,3	Normale	1	0,3
$\sigma_{R0} = \sqrt{\sum_i (c_i u_i)^2} \text{ dB} = 1,1 \text{ dB}$					

Nel prospetto-C.2, i valori delle incertezze tipo riportati sono utilizzati per calcolare i contributi dell'incertezza riportati nella colonna di destra. Per il calcolo di  $\sigma_{R0}$  si assume che i singoli contributi dell'incertezza non siano correlati.

Le incertezze tipo di alcuni contributi devono essere stabilite mediante ricerca.

Le spiegazioni dei parametri di incertezza sono riportate nel prospetto-C.2 seguente.

$u_{L'_p}$  incertezza associata al livello di pressione sonora misurato nel posto di lavoro. Si ottiene dallo scarto tipo fra misurazioni ripetute di questo livello:

$$s_{L'_p} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_j (L'_{p,j} - \bar{L}'_p)^2} \text{ dB}$$

$C_{L'_p}$  Coefficiente di sensibilità associato all'incertezza in  $L'_p$ . È il derivato di  $L_p$  rispetto

a  $L'_p$  nella condizione  $L_{10} = L'_p + 10 \lg_{10} 1 - \frac{-0,1[L'_p - L_{p(B)}]^{3/4}}{c}$  dove  $L'_{p(B)}$  è il

livello di pressione sonora misurato del rumore di fondo e dove si assume che le correzioni da utilizzare supplementari della formula (7) siano indipendenti da  $L'_p$ :

$$C_{L'_p} = \frac{\partial L_p}{\partial L'_p} = \frac{1}{1 - 10^{-0,1[L'_p - L_{p(B)}]}}$$

Per i valori di esempio del prospetto-C.2, si assume che la differenza tra  $L'_p$  e  $L_{p(B)}$  sia 7-dB, determinando  $\tau = 1,25$ .

$C_{L'_p}$

- $u_{(B)}$  Incertezza nella definizione della correzione del rumore di fondo. Conformemente alla formula-(8), questa incertezza è una funzione della differenza misurata  $\Delta L = L'_{p(B)}$  - solo se si trascura l'insufficienza della formula-(10) per diverse condizioni di campo sonoro. Supponendo  $u_{L'_{p(B)}} = u_{L'_{p(B)}} = 0,5$  dB, ciò diventa  $u_{(B)} = \sqrt{0,5^2 + 0,5^2} = 0,7$  dB.
- $c_{(B)}$  Coefficiente di sensibilità dovuto all'incertezza nella correzione del rumore di fondo. Basandosi sulla formula-(10), dove  $L_p$  è espresso da  $L_p = L'_{p(B)} - K_1(\Delta L) + \kappa$ , dove  $\kappa$  è una costante, questo coefficiente di sensibilità è dato da  $c_{(B)} = \frac{\partial L_p}{\partial (\Delta L)} = \frac{1}{1 - 10^{0,1\Delta L}}$ .
- Per i valori di esempio nel prospetto-C.2, si assume che  $\Delta L$  sia 7-dB, determinando  $c_{(B)} = 0,25$ .
- $u_{env}$  Incertezza dovuta alle influenze dell'ambiente. Dall'esperienza pratica, è noto che l'incertezza su  $K_3$  può essere grossolanamente espressa come  $K_3 \pm K_3/2$ , dove si suppone una distribuzione rettangolare (estensione totale dei valori  $\pm K_3/2$ ). Quindi lo scarto tipo può essere calcolato da  $u = \frac{K_3}{2\sqrt{3}} \approx 0,3K_3$ .
- $c_{env}$  Coefficiente di sensibilità dovuto all'incertezza determinata dalle influenze ambientali;  $c_{env} = 1$ .
- $u_{slm}$  Incertezza dovuta alla strumentazione di misurazione. Per uno strumento di classe-1 il valore di questo parametro è  $u_{slm} = 0,5$ -dB.
- $c_{slm}$  L'incertezza nella misurazione del livello del suono influisce direttamente sui livelli misurati, pertanto  $c_{slm} = 1$ , e il contributo dell'incertezza totale è 0,5-dB. Ulteriori dettagli relativi ai parametri che influiscono sull'incertezza delle misurazioni dei livelli di suono si trovano nella IEC-61672-1.
- $u_{pos}$  Incertezza dovuta alla selezione della posizione di misurazione. Un valore stimato dall'esperienza per i macchinari per l'imballaggio è 0,2. Può essere determinato individualmente per un determinato tipo di sorgente mediante misurazioni ripetute con e senza rimuovere e installare nuovamente il microfono tra queste misurazioni.
- $c_{pos}$  Coefficiente di sensibilità dovuto alla selezione della posizione di misurazione;  $c_{pos} = 1$ .
- $u_{met}$  Incertezza nella definizione delle correzioni meteorologiche (vedere punto 6.5). Se si applica la correzione per le condizioni meteorologiche il valore di questo parametro è  $u_{met} = 0,2$ -dB. A 120-m di altitudine e 23°C la correzione è zero e a 500-m di altitudine la correzione è 0,6-dB. Supponendo una distribuzione rettangolare di questa incertezza, lo scarto tipo è  $s_{met} = 0,6 \sqrt{3} = 0,3$  dB. Per altitudini minori di 500-m sul livello del mare, non è richiesta alcuna correzione meteorologica per misurazioni con grado di accuratezza-2.
- $c_{met}$  In generale, lo scarto tipo è 0,3-dB con contributo di incertezza corrispondente di 0,3-dB. Pertanto,  $c_{met} = 1$ . Un contributo di incertezza minore si può ottenere misurando un'ubicazione diversa, oppure applicando la correzione meteorologica.

---

## C.5

### **Incertezza tipo combinata**

Qualora la correlazione tra le grandezze in ingresso sia trascurabile, l'incertezza tipo combinata nella definizione del livello di pressione sonora di emissione,  $u(L_p)$ , in decibel, è data dalla formula (C.3):

$$u(L_p) \approx \sigma_{\text{tot}} = \sqrt{\sigma_{R0}^2 + \sigma_{\text{omc}}^2 + \sum_i (c_i u_i)^2 + \sigma_{\text{omc}}^2} \quad (\text{C.3})$$

---

## C.6

### **Misurazione dell'incertezza sulla base dei dati di riproducibilità**

In assenza dei dati per i contributi dell'incertezza e di possibili correlazioni tra le grandezze in ingresso, possono essere utilizzati i valori di scarto di riproducibilità tipo di cui al punto 12 come stima dell'incertezza tipo combinata della definizione dei livelli di pressione sonora di emissione,  $u(L_p)$ . Può quindi essere selezionato un valore per il fattore di copertura,  $k$ , e il prodotto di  $k \sigma_{\text{tot}}$  determina una stima dell'incertezza di misurazione espansa,  $U$ , con la probabilità di copertura scelta. Per convenzione, si sceglie di solito una probabilità di copertura del 95% e supponendo una distribuzione normale, il fattore di copertura associato su due lati è 2. Per evitare incomprensioni, la probabilità di copertura dovrebbe essere definita nel rapporto di prova, insieme all'incertezza di misurazione espansa.

Il livello di pressione sonora di emissione,  $L_p$ , è prodotto dal campo sonoro diretto presso il posto di lavoro della sorgente sottoposta a prova. Questo è esattamente il livello in tale posto di lavoro se la sorgente sottoposta a prova funziona in un campo semi libero senza nessun'altra sorgente.

Se la sorgente sottoposta a prova funziona in una camera, si produce un ulteriore campo sonoro. Il corrispondente livello di pressione sonora di questo "campo sonoro della camera",  $L_{room}$ , dipende dal livello di potenza sonora della sorgente,  $L_W$ , e dalle proprietà acustiche della camera. Queste possono essere caratterizzate in molti casi approssimativamente dalla superficie di assorbimento equivalente,  $A$ . Il livello di pressione sonora presso il posto di lavoro della sorgente sottoposta a prova funzionante in una camera risulta pertanto la somma dell'energia del livello di pressione sonora di emissione,  $L_p$ , e il livello di questo "campo sonoro della camera",  $L_{room}$ .

La differenza di livello al posto di lavoro con la sorgente sottoposta a prova funzionante in una camera e funzionante in un campo semi libero è esattamente la correzione ambientale,  $K_3$ . Dipende dalla differenza tra il livello di potenza sonora e il livello di pressione sonora di emissione della sorgente sottoposta a prova e dalle proprietà acustiche della camera espresse come area di assorbimento,  $A$ .

Si può mostrare che questi valori in campo semi libero,  $L_p$  e  $L_W$ , nell'equazione che definisce la correzione ambientale locale,  $K_3$ , possono essere sostituiti da grandezze misurate con la sorgente sottoposta a prova funzionante nella camera. Dopo avere riformulato l'equazione che definisce  $K_3$ , è possibile misurare questa grandezza utilizzando la differenza tra il livello di pressione sonora presso il posto di lavoro,  $L_p^*$ , e il

livello di pressione sonora medio,  $\overline{L_p^*}$ , sulla superficie di misurazione utilizzata per misurare il livello di potenza sonora (entrambi i livelli non sono corretti per l'influenza ambientale, ma corretti per il rumore di fondo), l'area di questa superficie di misurazione,  $S$ , e nuovamente l'area di assorbimento,  $A$ , che caratterizzano la camera.

Definendo questa differenza di livello,  $L_p^* - \overline{L_p^*}$ , come indice di direttività apparente del posto di lavoro,  $D_{1op}^*$ , e sostituendo l'area,  $S$ , della superficie di misurazione e l'area di assorbimento equivalente,  $A$ , con la correzione ambientale,  $K_2$ , la correzione ambientale locale,  $K_3$ , può essere calcolata da  $D_{1op}^*$  e  $K_2$ .

Il metodo utilizzato nella presente norma internazionale si basa sulla definizione approssimativa della correzione ambientale locale,  $K_3$ , applicata.

Conformemente al punto A.1, si assume che l'energia sonora sia distribuita su una semi-sfera e che il raggio di questa sfera sia la distanza tra la posizione nota della sorgente e il posto di lavoro.

Conformemente al punto A.2, la direttività apparente del posto di lavoro,  $D_{1op}^*$ , è determinata misurando i livelli della pressione sonora su punti equamente distribuiti su un percorso attorno alla sorgente sottoposta a prova ad una distanza di 1-m dalla sorgente sottoposta a prova e ad un'altezza pari alla metà dell'altezza della sorgente. La media energetica di questi livelli è il livello medio della pressione sonora,  $\overline{L_p^*}$ . Dalla differenza del livello di pressione sonora al posto di lavoro,  $L_p^*$ , e  $\overline{L_p^*}$  si determina la correzione ambientale,  $K_3$ . L'unica differenza rispetto al metodo esatto di cui alla ISO-11204 [18] è la definizione approssimativa del livello medio di pressione sonora,  $\overline{L_p^*}$ . Il valore  $K_3$  è determinato in conformità alla ISO-11204 [18]. Il calcolo approssimativo è considerato solo nelle incertezze calcolate supponendo un errore nella definizione della direttività apparente del posto di lavoro,  $D_{1op}^*$ , di 2-dB.

Metodi, scarti e incertezze si basano sulle ricerche contenute nei riferimenti [25] [26] [27].

## APPENDICE E ESEMPIO DI UN TAVOLO DI PROVA (informativa)

La figura-E.1 mostra un progetto di prova. In questo esempio, la parte superiore del tavolo ha una lunghezza laterale di  $0,75\text{-m}\pm 0,03\text{-m}$  ed è fabbricato in legno laminato dello spessore compreso tra  $0,04\text{-m}$  e  $0,10\text{-m}$ . L'altezza del tavolo è  $0,75\text{-m}\pm 0,03\text{-m}$ .

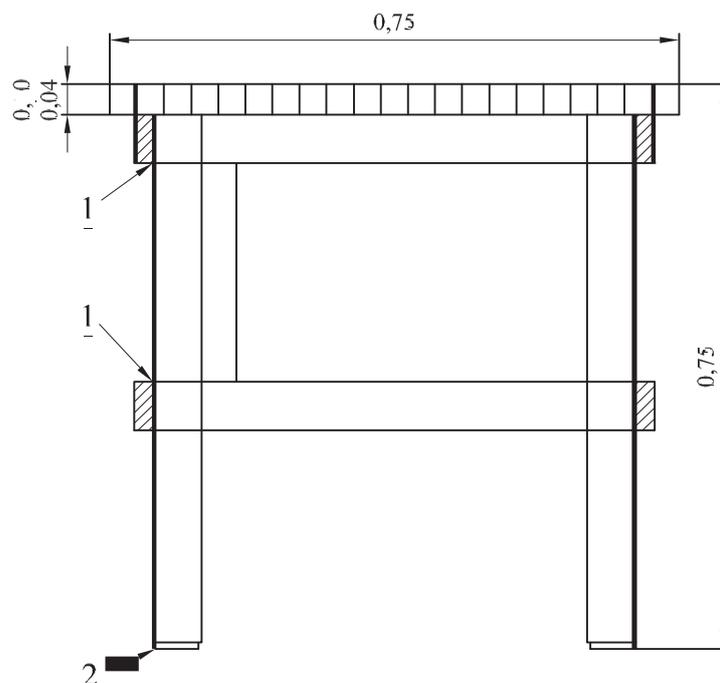
figura E.1

### Esempio di un tavolo di prova

Legenda

- 1 Gambe e traverse: avvitate e incollate
- 2 Cuscinetti isolanti

Dimensioni in metri



La presente norma europea è stata elaborata nell'ambito di un mandato conferito al CEN dalla Commissione Europea e dall'Associazione Europea di Libero Scambio ed è di supporto ai requisiti essenziali della Direttiva UE 2006/42/CE sulle macchine.

Una volta che la presente norma è stata citata nella Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea come rientrante in quella Direttiva e che è stata adottata come norma nazionale in almeno uno Stato Membro, la conformità ai punti normativi della presente norma conferisce, entro i limiti dello scopo e campo di applicazione della presente norma, una presunzione di conformità con i corrispondenti requisiti essenziali di quella Direttiva e regolamenti EFTA associati.

**AVVERTENZA:** Altri requisiti e altre Direttive UE possono essere applicabili al(ai) prodotto(i) che rientrano nello scopo e campo di applicazione della presente norma.

---

## BIBLIOGRAFIA

- [1] ISO-1996-1 Acoustics-- Description, measurement and assessment of environmental noise-- Part-1: Basic quantities and assessment procedures
- [2] ISO-3534-2 Statistics-- Vocabulary and symbols-- Part 2: Applied statistics
- [3] ISO-3740 Acoustics-- Determination of sound power levels of noise sources-- Guidelines for the use of basic standards
- [4] ISO-3741 Acoustics-- Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure - Precision methods for reverberation test rooms
- [5] ISO-3743-1 Acoustics-- Determination of sound power levels of noise sources-- Engineering methods for small, movable sources in reverberant fields-- Part-1: Comparison method for hard-walled test rooms
- [6] ISO-3743-2 Acoustics-- Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure-- Engineering methods for small, movable sources in reverberant fields-- Part-2: Methods for special reverberation test rooms
- [7] ISO-3745 Acoustics-- Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure-- Precision methods for anechoic and hemi-anechoic rooms
- [8] ISO-3747 Acoustics-- Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure - Engineering/survey methods for use in situ in a reverberant environment
- [9] ISO-4871 Acoustics-- Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment
- [10] ISO-6926 Acoustics-- Requirements for the performance and calibration of reference sound sources used for the determination of sound power levels
- [11] ISO-7574-1 Acoustics-- Statistical methods for determining and verifying stated noise emission values of machinery and equipment-- Part-1: General considerations and definitions
- [12] ISO-9614-1 Acoustics-- Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity-- Part-1: Measurement at discrete points
- [13] ISO-9614-2 Acoustics-- Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity-- Part-2: Measurement by scanning
- [14] ISO-9614-3 Acoustics-- Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity-- Part-3: Precision method for measurement by scanning
- [15] ISO-11200 Acoustics-- Noise emitted by machinery and equipment-- Guidelines for the use of basic standards for the determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions
- [16] ISO-11201 Acoustics-- Noise emitted by machinery and equipment-- Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions in an essentially free field over a reflecting plane with negligible environmental corrections
- [17] ISO-11203 Acoustics-- Noise emitted by machinery and equipment-- Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions from the sound power level
- [18] ISO-11204 Acoustics-- Noise emitted by machinery and equipment-- Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions applying accurate environmental corrections

- 
- [19] ISO-11205 Acoustics- Noise emitted by machinery and equipment- Engineering method for the determination of emission sound pressure levels in situ at the work station and at other specified positions using sound intensity
- [20] ISO/TR-11690-3 Acoustics- Recommended practice for the design of low-noise workplaces containing machinery- Part-3: Sound propagation and noise prediction in workrooms
- [21] ISO/TR-25417:2007 Acoustics- Definitions of basic quantities and terms
- [22] JONASSON,-H.G., OLOFSSON,-J. Measurement of impulse noise. Borås: Swedish National Testing and Research Institute, 1997. 51-p. (SP Report 1997:38.)
- [23] JONASSON,-H.G. Determination of emission sound pressure level and sound power level in situ. Borås: Swedish National Testing and Research Institute, 1999. 80 p. (SP Report 1999:18.)
- [24] OLOFSSON,-J., JONASSON,-H.G. Measurement of impulse noise- An inter-Nordic comparison. Borås: SP, 1998. 28 p. (Nordtest Report 426, SP Report 1998:47.)
- [25] PROBST,-W. Checking of sound emission values. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 1999. 102 p. (Report Fb 851.)
- [26] PROBST,-W. Untersuchung der Einflussgrößen auf die Ermittlung der Emissionsschalldruckpegel von Maschinen [Investigation of the quantities influencing the determination of the emission sound pressure levels of machinery]. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 2002. 79 p. (Report Fb 968.)
- [27] PROBST,-W. Improvements in the determination of the emission sound pressure level of machines. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 2004. 116 p. (Report Fb 1034.)
- [28] HÜBNER,-G., SEHRNDT,-G.A. Accuracy consideration in sound power measurement for noise radiated by machines under free field conditions. In: Proceedings of the 6th International Congress on Acoustics (ICA), Tokyo, 1968
- [29] HÜBNER,-G. Analysis of errors in measuring machine noise under free-field conditions. J. Acoust. Soc. Am. 1973, 54, pp.-967-977
- [30] HÜBNER,-G., Wu,-J., MESSNER,-J. Ringversuch zur Bestimmung des Schalleistungspegels [Interlaboratory test for the determination of sound-power level]. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 1996. 395 p. (Report Fb-736.)
- [31] HÜBNER,-G. Final results of a national round robin test determining the sound power level of machines/equipment. In: Proceedings of InterNoise 1997, Budapest, 1997<sup>1)</sup>
- [32] HÜBNER,-G. Remarks on the Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM) published by ISO and other international organizations- Floating error analysis for an acoustic example. In: Proceedings of InterNoise 2002, Dearborn, MI, 2002
- [33] HÜBNER,-G. Accuracy consideration on the meteorological correction for a normalized sound power. In: Proceedings of InterNoise 2000, Nice, 2000

---

1) Risultato di quanto indicato al riferimento [30].