



Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca
Ufficio Scolastico Regionale per il Lazio
LICEO SCIENTIFICO, LINGUISTICO E MUSICALE STATALE "GALILEO GALILEI"
00053 CIVITAVECCHIA - Via dell'Immacolata n. 4 -
☎ 06121124345 - Fax (0766) 29277
00058 SANTA MARINELLA - Via Galileo Galilei - 06121127180
e-mail: RMPS130006@istruzione.it; RMPS130006@pec.istruzione.it
Distretto Scolastico N. 29

DATORE DI LAVORO: Dirigente Scolastico prof. Loredana Saetta

ALLEGATO 4 al DVR

VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI AI
RISCHI DERIVANTI DAGLI AGENTI FISICI

RUMORE

ai sensi del Titolo VIII, Capo II
art. 190 D. Lgs. n° 81 del 09/04/2008 e s.m.i.

AGGIORNAMENTO OTTOBRE 2019

Il Datore di Lavoro

Il RSPP

Il MC

Il RLS

PREMESSA

Il presente documento rappresenta la valutazione del rischio rumore per gli operatori Liceo scientifico Linguistico e musicale statale "Galilei" che operano nei due plessi dislocati sul territorio: quello centrale in via dell'Immacolata Civitavecchia e la succursale in via Galilei a Santa Marinella.

Il riferimento normativo, per l'esecuzione dei rilievi fonometrici e per il calcolo dell'esposizione, è il D. Lgs. n° 81 del 09/04/2008 e s.m.i.

GENERALITÀ DELLA SCUOLA

I dati completi sono riportati nel DVR di cui questo documento costituisce un allegato.

Descrizione dell'attività dell'azienda

L'attività svolta dai lavoratori del liceo riguarda la pubblica istruzione ed in particolare vengono individuati i seguenti gruppi omogenei di lavoratori:

Insegnanti impegnati in aula

Insegnanti di educazione fisica

Insegnanti impegnati nel laboratorio musicale

Collaboratori scolastici

Personale di segreteria

Alunni equiparati ai lavoratori in attività musicali in laboratorio.

Le altre attività, da misure estemporanee condotte, tenuto conto dei tempi di esposizione, tenuto conto della poca significatività delle sorgenti di emissione sono tutte giustificabili a livello basso di rumore.

LE PRESCRIZIONI NORMATIVE

Obbligo fondamentale per il datore di lavoro, come previsto dall'art.17 del D.Lgs.N.81/08, è la valutazione dei rischi, che resta tale anche ai sensi del Titolo VIII.

L'art.190 a tal proposito prevede:

- al comma 1 che il datore di lavoro valuti il rumore durante il lavoro;
- al comma 2 che il datore di lavoro misuri i livelli di rumore a cui sono esposti i lavoratori, se si può fondatamente ritenere che i valori inferiori di azione possano essere superati;
- al comma 5 che la valutazione e le relative misure di prevenzione e protezione siano documentate in conformità all'articolo 28, comma 2;

tenendo anche conto che:

- la misurazione costituisce il riferimento su cui effettuare la valutazione dei rischi, ma che non è la valutazione dei rischi;
- per effettuare la misurazione è necessario possedere conoscenze tecniche e strumentazione adeguata.

D.Lgs. 81/08

Sicurezza



In sintesi, gli obblighi relativi alla valutazione del rischio possono essere così riassunti:

- la valutazione del rischio derivante dall'esposizione al rumore è obbligatoria per tutte le aziende in cui prestino la propria opera "lavoratori" così come definiti dal Titolo I del D.Lgs.n.81/08;
- dal comma 1 dell'art.190 risulta chiaro che il datore di lavoro deve effettuare la valutazione del rischio rumore indipendentemente dal livello di rumore, dall'attività svolta e dal numero di lavoratori;
- la valutazione del rischio è un atto di esclusiva responsabilità del datore di lavoro, atto che non può essere delegato, ma che è effettuato coinvolgendo il servizio di prevenzione e protezione, il medico competente (ove è previsto) e consultando il rappresentante dei lavoratori per la sicurezza;
- se, a seguito della valutazione, risulta che i valori inferiori di azione possono essere superati, il datore di lavoro deve provvedere (comma 2 dell'art.190) a fare effettuare la misurazione dei livelli di rumore cui i lavoratori sono esposti;
- le misurazioni sono atti tecnici posti in essere da personale adeguatamente qualificato;
- i risultati delle misurazioni dovranno essere riportati in una relazione tecnica, firmata dal responsabile delle misurazioni, che costituirà la base della valutazione dei rischi redatta dal datore di lavoro.

La misurazione dei livelli di esposizione al rumore professionale è una operazione che può essere lunga e complessa. Non sempre si è nella necessità di dover misurare, ma si può arrivare ad assegnare un livello espositivo di rischio utilizzando metodi di stima

EFFETTI DEL RUMORE SULL'UOMO

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

Il rumore determina, inoltre, un effetto di mascheramento che disturba le comunicazioni verbali e la percezione di segnali acustici di sicurezza (con un aumento di probabilità degli infortuni sul lavoro).

favorisce l'insorgenza della fatica mentale, diminuisce l'efficienza del rendimento lavorativo, provoca turbe dell'apprendimento ed interferenze sul sonno e sul riposo.

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

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

L'esposizione a rumori di elevata intensità e per lungo periodo di tempo provoca una serie di alterazioni a carico delle strutture neuro-sensoriali dell'orecchio interno, che danno origine a lesioni irreversibili, le quali si manifestano con un innalzamento permanente della soglia uditiva.

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

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

Ormai si tende generalmente ad accettare che il rumore provochi anche effetti extrauditivi, come

evidenziato da numerosi studi. Ciò nonostante non si è ancora provveduto ad un chiaro inquadramento eziopatogenetico e nosologico.

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

L'apparato cardiovascolare sembra essere il più influenzato direttamente ed indirettamente dal rumore.

Dall'analisi della Letteratura emerge che il rumore, con intensità in genere superiore ad 85 dB(A), determina aumento della frequenza cardiaca, della pressione arteriosa, delle resistenze vascolari periferiche, della concentrazione ematica ed urinaria di noradrenalina e, spesso, di adrenalina. Diversi autori hanno studiato il rapporto tra danno uditivo ed ipertensione arteriosa, ma i risultati sono ancora insufficienti e contraddittori per formulare un giudizio attendibile. In relazione agli altri parametri studiati,

pur essendo gli studi meno numerosi, sembra accertata la comparsa di turbe coronariche per esposizione a rumore in particolare in soggetti con preesistente coronaropatia.

Sono state riportate anche alterazioni dei meccanismi immunologici.

Effetto meno specifico ma pur sempre grave dell'inquinamento acustico è il fatto che il rumore semplicemente disturba e infastidisce.

Disturbi della comunicazione: i livelli di rumore che spesso si raggiungono per strada, nei giardini, sui balconi, interferiscono con la comunicazione. All'interno degli edifici, ove il livello continuo di rumorosità esterna raggiunga 70 dB(A), il rumore è tale da obbligare gli occupanti a chiudere le finestre per potersi parlare. In linea di principio negli ambienti abitativi il rumore non dovrebbe eccedere 40-45 dB(A), valore che è spesso superato a causa del rumore del traffico, anche a finestre chiuse.

Disturbi del sonno: i disturbi del sonno cominciano con livelli di rumore stazionario continuo pari a 30 dB(A). In situazioni particolari si osservano disturbi del sonno anche a livelli inferiori. Il parametro più importante di esposizione al rumore a tal fine è comunque rappresentato dal livello massimo di esposizione.

Disturbi psichici: il rumore può interferire con le attività mentali che richiedono molta attenzione, memoria ed abilità nell'affrontare problemi complessi. Le strategie di adattamento (come regolare o ignorare il rumore) e lo sforzo necessario per mantenere le prestazioni sono state associate ad aumento della pressione arteriosa e ad elevati degli ormoni legati allo stress.

Il rumore inoltre contribuisce, quando ritenuto soggettivamente molto fastidioso o ripetuto e troppo prolungato, ad aumentare i comportamenti aggressivi in alcuni soggetti predisposti.

Il rumore può essere la causa di infortuni:

- in quanto rende meno udibili e comprensibili ai lavoratori le parole e i segnali acustici;
- in quanto può coprire il suono di pericoli in avvicinamento o di segnali di allarme (per esempio, le indicazioni di inversione di marcia dei veicoli);
- in quanto distrae i lavoratori, ad esempio i conducenti;

Stress sul lavoro: lo stress sul lavoro si verifica quando le esigenze dell'ambiente di lavoro superano la capacità del lavoratore di farvi fronte (o di controllarle). Lo stress sul lavoro è dovuto a numerose concause (fattori che causano stress) ed è raro che sia un singolo fattore a provocare l'insorgenza di stress di questo tipo.

Il rumore contribuisce a innalzare lo stress sul lavoro. Quest'ultimo aumenta il carico cognitivo e, di conseguenza, la probabilità di errori.

Il modo in cui il rumore influenza i livelli di stress percepiti dai lavoratori dipende da una serie di fattori che include:

- la natura del rumore, incluso il suo volume, tono e prevedibilità;
- la complessità dell'operazione eseguita dal lavoratore (per esempio, altre persone che parlano possono costituire un fattore di stress quando l'operazione in corso richiede estrema concentrazione);
- il tipo di occupazione del lavoratore;
- il lavoratore stesso (livelli di rumore che in alcune circostanze possono contribuire allo stress, specialmente quando la persona è stanca, in altri casi possono risultare innocui).

FATTORI FAVORENTI IL DANNO UDITIVO

• ETÀ

La presbiacusia è il risultato di un processo di degenerazione età correlato, di effetti cumulativi di fattori esogeni (rumore e sostanze ototossiche) e di disordini endogeni (malattie sistemiche). È ancora dibattuto se l'età rappresenti un fattore predisponente il danno uditivo da rumore. Alcuni autori ritengono che la presbiacusia accelera l'evoluzione e la comparsa del danno da rumore e che ciò si manifesti in modo più marcato in soggetti che, pur non essendo più esposti a rumore, lo siano stati in età giovanile, subendo traumi acustici. Ciò è spiegabile anche dal fatto che rumore ed età agiscono in modo simile nella patogenesi del danno con alterazioni vascolari, metaboliche e degenerative (Merluzzi et al., 1999). Da tempo è stato infatti dimostrato che la disfunzione delle cellule cigliate è il meccanismo principale che spiega la patogenesi della presbiacusia. Dati recenti hanno però dimostrato che l'invecchiamento cocleare risulta principalmente da atrofia della stria vascolare cui si associa la diminuzione del potenziale endococleare (Gates et al., 2002).

• SESSO

Dai dati epidemiologici disponibili in letteratura emerge un'incidenza di ipoacusia meno marcata nelle donne rispetto agli uomini. Tale differenza però diminuisce con l'aumentare del livello sonoro cui sono esposte le donne. Secondo alcuni autori questi dati sono spiegabili con il diverso assetto ormonale presente nei due sessi, se - cono altri tale differenza è semplicemente dovuta al fatto che le donne sono statisticamente meno esposte a rumore degli uomini (Merluzzi et al., 1999). Di seguito si riportano i più recenti studi a favore dell'una o dell'altra ipotesi. a) In studi condotti su animali da esperimento è stato dimostrato che esiste una notevole differenza tra i sessi nella suscettibilità al rumore. A parità di esposizione a rumore le femmine mostrano infatti una minore perdita dell'udito (di almeno 5 dB) rispetto ai maschi. b) In uno studio epidemiologico condotto nel Wisconsin su 4581 soggetti (57,7% donne) di età media pari a 65,8 anni è stata dimostrata una prevalenza di ipoacusia pari al 45,9% con deficit che incrementa con l'età (OR = 1.88 per 5 anni) e maggiore per gli uomini rispetto alle donne (OR=4,42%). L'eccesso di ipoacusia negli uomini rimane statisticamente significativo dopo correzione per età, esposizione a rumore e attività lavorativa (OR=3,65%) (Cruickshanks et al., 1998). c) In un'altra indagine è stato dimostrato che per frequenze superiori a 1 kHz gli uomini mostrano un danno acustico maggiore delle donne, ma per frequenze inferiori, a parità di esposizione a rumore, il danno è maggiore nelle donne. Questo duplice effetto aumenta con l'età e con l'entità dell'ipoacusia ed è stato spiegato dalla maggiore probabilità di malattie cardiovascolari nelle donne più anziane (Jerger et al., 1993). d) In uno studio condotto su 191 donne distinte in 3 gruppi di età compresa tra i 35 e gli 85 anni è stato dimostrato che sono le condizioni socio-demografiche a influenzare il deficit uditivo osservato in alcune donne e non in altre (Garstecki and Erler, 2001). e) Secondo alcuni autori, tra i vari fattori endogeni in grado di spiegare l'ipersuscettibilità al rumore devono essere chiamati in causa principalmente l'intake di ossigeno cocleare e le caratteristiche delle cellule cigliate esterne, mentre il sesso non mostra alcuna correlazione (Ward, 1995). f) Anche secondo Henderson et al. (1993) l'influenza del sesso è relativamente insignificante e non sufficiente a spiegare l'elevata prevalenza di ipoacusia osservata in studi demografici.

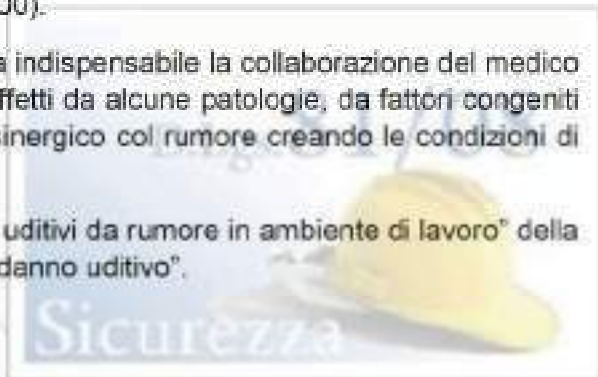
LAVORATORI PARTICOLARMENTE SENSIBILI

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

La normativa contiene già delle indicazioni relative alle particolari tutele da adottare per le lavoratrici madri (D.Lgs.n.151/2001) e per i lavoratori minori (D.Lgs.n.262/2000).

Per individuare altri lavoratori maggiormente suscettibili sarà indispensabile la collaborazione del medico competente. Rientrano infatti in questa categoria soggetti affetti da alcune patologie, da fattori congeniti o sottoposti a particolari terapie che producono un effetto sinergico col rumore creando le condizioni di ipersuscettibilità.

Il capitolo 5 delle "Linee Guida per la prevenzione dei danni uditivi da rumore in ambiente di lavoro" della SIMLII tratta in maniera approfondita dei "Fattori favorevoli al danno uditivo".



RUMORE E SOSTANZE OTOTOSSICHE

Alcune sostanze pericolose sono ototossiche (termine che significa «tossiche per l'orecchio»).

L'esposizione ad alcune di queste sostanze ed a rumori intensi sembra far aumentare il rischio di incorrere in lesioni a carico dell'apparato uditivo rispetto a chi è invece esposto al solo rumore o alle sole sostanze. Questo tipo di sinergia è stato riscontrato specificamente per la combinazione di rumore ed alcuni solventi organici, fra cui il toluene, lo stirene ed il disolfuro di carbonio. Queste sostanze sono utilizzate in ambienti rumorosi in settori quali quelli della produzione delle plastiche e della stampa, oltre che nella produzione di vernici e lacche.

SOSTANZE OTOTOSSICHE INDUSTRIALI

Alcune sostanze segnalate come potenzialmente ototossiche sono le seguenti:

- Alcuni solventi aromatici (toluene, stirene, etilbenzene, xylene), il monossido di carbonio e l'acido cianidrico. Il toluene (utilizzato nella composizione di pitture, vernici, inchiostri, sgrassanti), lo stirene (resine), solventi di uso diffuso nell'industria, possono dar luogo ad ipoacusie difficilmente distinguibili dai tipici quadri di ipoacusia da rumore.
- Piombo, Manganese, Arsenico, Mercurio, Acido cianidrico, Oro
- Tabacco, Bevande alcoliche

SOLVENTI ORGANICI

I derivati del benzene (toluene, stirene, xilene) appartengono alla classe degli idrocarburi aromatici monociclici e sono assorbiti prevalentemente per via inalatoria. Non sono stati osservati effetti ototossici in tutti i lavoratori esposti a derivati benzenici e la gravità del danno, qualora si manifesti, sembra correlata a diversi parametri tra i quali principalmente la diversa suscettibilità individuale all'azione di questi tossici. Livello d'azione: le alterazioni istofunzionali più evidenti, conseguenti all'azione tossica dei solventi considerati, si manifestano principalmente a livello dei distretti anatomici più ricchi in lipidi, quali il sistema nervoso centrale e periferico, il fegato e il midollo osseo, ma spiccano comunque per gravità e frequenza i disturbi del sistema nervoso e dell'epitelio stato-acustico. I disturbi audio-vestibolari da inalazione dei vapori di derivati benzenici costituiscono l'iniziale e spesso unica manifestazione dell'ototossicità dei solventi organici. La complessità delle funzioni del labirinto, le sue elevate esigenze metaboliche ed energetiche e la sua discreta capacità di adattamento alle noxae chimiche spiegano perché l'area labirintica sia quella che più precocemente di ogni altra manifesta i segni di una sofferenza da agenti tossici (Pollastrini et al., 1994). In uno studio condotto su 53 soggetti esposti cronicamente a vapori di benzene sono state valutate le alterazioni più precoci a carico delle funzioni vestibolo-oculomotorie e del sistema uditivo, conseguenti all'inalazione di derivati benzenici alle concentrazioni normalmente ammesse per

l'aria degli ambienti di lavoro. I lavoratori sono stati sottoposti, oltre che a una batteria di test vestibolari e oculomotori, anche a una serie di esami audiologici. Al termine dello studio i dati ottenuti dall'audiometria tonale liminare sono risultati nel range di normalità, mentre l'audiometria vocale sensibilizzata, considerata strumento sensibile di diagnosi di lesioni corticali comprendenti la corteccia uditiva, ha evidenziato una riduzione di vario grado dell'intellegibilità in una percentuale superiore al 50% dei soggetti. In 24 soggetti le lesioni erano bilaterali mentre in 7 soggetti interessavano solo l'orecchio sinistro. Tale rilievo ha consentito di ipotizzare, come già evidenziato in passato (Larsby et al., 1980; Odkvist et al., 1982), che nella esposizione cronica a idrocarburi aromatici si può avere un interessamento della corteccia cerebrale, anche se lesioni del tronco encefalico possono essere alla base di risposte alterate quando vengano interessate le vie uditive. In questo studio il riflesso stapediale, ritenuto un test attendibile e sensibile per la diagnosi precoce di patologie del tronco encefalico, è risultato normale (Pollastrini et al., 1994). Esposizioni multiple: alcuni studi condotti su animali da esperimento hanno dimostrato che gli effetti ototossici dei solventi, quando si ha un'esposizione combinata, mostrano interazioni additive, taluni sinergiche, altri antagonistiche. Effetto sinergico con il rumore: da tempo è noto che il rumore interagisce in modo sinergico con i solventi organici nella patogenesi dell'ipoacusia (Dayal et al., 1975; Young et al., 1987). In uno studio recente è stato dimostrato che l'esposizione contemporanea a rumore e solventi organici, anche a concentrazioni inferiori ai TLV, determina un danno uditivo (da insulto cocleare e corticale) maggiore della sola esposizione a rumore (Sliwimska-Kowalaska et al., 2001).

● TOLUENE

Livello d'azione, caratteristiche del danno e progressione: numerosi studi hanno dimostrato insorgenza di ipoacusia e evidenziato danni cocleari in topi esposti a toluene (Morata et al., 1994). L'esame morfologico della coclea degli animali esposti ha mostrato perdita o danno delle cellule cigliate della parte basale della coclea. In uno studio condotto su cavie esposte a bassi livelli di toluene (250, 500, 1000 ppm per 8 ore giorno, per 5 giorni/settimana, per 1-4 settimane) è stato osservato un danno uditivo conseguente ad alterazione del metabolismo energetico delle cellule cigliate, in particolare è stata osservata una diminuzione dell'attività enzimatica di succinato deidrogenasi nella regione cocleare delle medie frequenze. Tale alterazione insorge acutamente e, nonostante sia stata osservata una progressione della disfunzione uditiva da 1 a 4 settimane di esposizione, questi soggetti non hanno sviluppato un danno permanente, infatti non si è assistito a morte delle cellule cigliate. Questo studio evidenzia quindi un danno precoce al sistema uditivo della cavia esposta a basse dosi di toluene per deficit nel metabolismo energetico delle cellule cigliate (McWilliams et al., 2000). In uno studio condotto su topi esposti a toluene è stato dimostrato che il danno interessa principalmente le alte frequenze (Johnson et al., 1988).

In un altro studio nel quale animali da esperimento sono stati esposti a livelli di toluene di 1750 ppm (per 6 ore/die, 5 giorni a settimana, per un mese) è stato osservato un deficit uditivo sia per frequenze di 12-14 kHz che 3-4 kHz (Books et al., 1999). Effetto sinergico con il rumore: in uno studio trasversale sugli effetti dell'esposizione a rumore e solventi, Morata e collaboratori (1993) hanno dimostrato che esiste una interazione tra esposizione a rumore (88-98 dB) ed esposizione a toluene (100-365 ppm) nella genesi del danno uditivo. In un altro studio Morata e collaboratori (1997) hanno evidenziato che la prevalenza di ipoacusia in soggetti esposti a rumore e toluene, anche se al di sotto dei valori limite, era maggiore rispetto a gruppi di non esposti al solvente. Altri studi hanno dimostrato che la simultanea esposizione a toluene e rumore determina un aumento della suscettibilità agli effetti uditivi di entrambi gli agenti (Morata et al., 1994). Relazione dose-risposta: in uno studio condotto su 193 donne non fumatrici e astemie esposte a toluene è stato dimostrato, suddividendo la casistica per classi di esposizione, che l'ipoacusia insorta in conseguenza a tale esposizione aveva un andamento dose-risposta, essendo correlata sia al tempo sia all'intensità dell'esposizione (Lee-B-K et al., 1988).

● STIRENE

Tra i solventi organici l'ototossicità del toluene è stata spesso osservata in studi su animali. Lo stirene è strutturalmente simile al toluene ed è ototossico per i topi. Caratteristiche del danno e progressione: in alcuni studi è stato dimostrato che in lavoratori esposti a stirene in industrie plastiche non sono osservabili

danni all'udito evidenziabili con l'audiometria; in particolare, in uno studio condotto da Sass-Kortsac e collaboratori (1995) su un gruppo di lavoratori di un'industria plastica, esposti a livelli di stirene inferiori a 50 ppm, non sono state osservate alterazioni a carico degli esami audiometrici. È stato invece documentato un innalzamento della soglia uditiva in lavoratori esposti a bassi livelli di stirene. Relazione dose-risposta: in questo studio l'innalzamento della soglia era direttamente proporzionale alla concentrazione di stirene nell'area respirabile. Inoltre è stata osservata una relazione dose-dipendente tra aumento della concentrazione di stirene nell'area respirabile, acido mandelico urinario e innalzamento della soglia uditiva. Livello d'azione: molte sostanze ototossiche agiscono a livello dell'area cocleare corrispondente alle alte frequenze, essendo questa la più suscettibile agli insulti dei farmaci. I solventi organici, al contrario, determinano un danno iniziale che interessa le medie frequenze (Crofton et al., 1994), anche se studi condotti su animali esposti a stirene hanno evidenziato un coinvolgimento anche delle alte frequenze. Ciò ha condotto a ipotizzare che l'ototossicità da stirene evidenzia una progressione dalle medie verso le alte frequenze (Morioka et al., 1999). Effetto sinergico con il rumore: esposizione a stirene e rumore hanno effetto additivo nell'insorgenza del danno acustico (Morioka et al., 1999; Morata et al., 1993).

Sicurezza

• TRICLOROETILENE

Livello d'azione e caratteristiche del danno: già da tempo è stato dimostrato che l'esposizione a tricloroetilene può determinare l'insorgenza di ipoacusia neurosensoriale con coinvolgimento delle alte frequenze in lavoratori esposti, anche se alcuni studi condotti su animali da esperimento hanno evidenziato l'insorgenza di ipoacusia a livello delle medie-alte frequenze (Rebert et al., 1991). In uno studio più recente condotto su topi esposti a livelli di tricloroetilene variabili da 400 a 3200 ppm è stato osservato un calo uditivo corrispondente alle medie frequenze negli animali esposti alle dosi più alte di tricloroetilene (Crofton et al., 1997).

• SOLFURO DI CARBONIO

Caratteristiche del danno: in uno studio effettuato per valutare il potenziale contributo di test audiologici e otoneurologici per evidenziare intossicazioni da solfuro di carbonio sono stati testati 259 lavoratori esposti a varie concentrazioni di solfuro di carbonio (da 30 a 900 mg/m³) e a livelli di rumore compresi tra 84-88 dB. I test condotti su questo gruppo hanno documentato un aumento di incidenza di sintomi di patologie vestibolari e ipoacusia neurosensoriale rispetto a quelli condotti su un gruppo di lavoratori esposti agli stessi livelli di rumore ma non esposti a solfuro di carbonio. - Effetto sinergico con il rumore: numerosi studi hanno dimostrato che l'incidenza di ipoacusia è maggiore negli esposti contemporaneamente a solfuro di carbonio e rumore, inoltre che il grado di ipoacusia è maggiore nei co-esposti rispetto agli esposti agli stessi livelli di rumore, ma non a solfuro di carbonio (Morata et al., 1994).

• MONOSSIDO DI CARBONIO

Livello d'azione e caratteristiche del danno: numerosi autori hanno ipotizzato che il meccanismo attraverso il quale il monossido di carbonio provoca un danno a livello della coclea sia di tipo ischemico o da ipossia ipossica. In uno studio compiuto su ratti acutamente esposti a monossido di carbonio è stata osservata una buona corrispondenza tra livelli ematici di carbossiemoglobina e declino della funzione cocleare, inoltre la sede preferenziale del danno è risultata essere localizzata alle alte frequenze (Tawackoli et al., 2001). Effetto sinergico con il rumore: numerosi studi hanno dimostrato che la simultanea esposizione a monossido di carbonio e rumore incrementa il danno uditivo di quest'ultimo. Tossicità e rumore hanno effetto sinergico (Young et al., 1987; Fechter et al., 1995; Cary et al., 1997; Morley et al., 1999). Ciò è stato spiegato tramite l'osservazione che il rumore può indurre danno cocleare riducendo la disponibilità di ossigeno nei tessuti attraverso un aumento della richiesta metabolica, e tale effetto associato all'ipossia

indotta da tossici quali il monossido di carbonio facilita l'insorgenza del danno cocleare negli esposti a rumore e monossido di carbonio (Cary et al., 1997).

● CIANURI

Livello d'azione, caratteristiche del danno e progressione: nello stesso studio di Tawackoli descritto per il monossido di carbonio, gli animali da esperimento sono stati esposti acutamente anche a cianuro di potassio. In questo caso si è osservato che il danno cocleare, dopo somministrazione di cianuro, era più precoce rispetto a quello che si è osservato dopo esposizione a CO. Anche nel caso del cianuro si è osservato un maggiore coinvolgimento delle alte frequenze. È stato però ipotizzato che la somministrazione di cianuro di potassio determini una progressiva distruzione della stria vascolare cocleare, interferendo con i canali di trasporto elettronico a livello di questa struttura metabolicamente attiva, mentre si ritiene che il bersaglio dell'azione ototoxica del CO non sia la stria vascolare cocleare (Tawackoli et al., 2001).

● METILMERCURIO

Caratteristiche del danno: in topi esposti a dosi di metilmercurio di 4-6 mg/Kg è stato osservato un deficit uditivo per tutte le frequenze indagate (da 4 a 78 kHz) con maggiore coinvolgimento delle alte frequenze (Books et al., 1985).

● PESTICIDI

I dati riportati in letteratura circa l'ototossicità dei pesticidi sono ancora discordanti. In un recente studio effettuato su 631 agricoltori è stata osservata una netta associazione tra deficit dell'udito e utilizzo di pesticidi. Tale risultato è però difficilmente interpretabile poiché la raccolta di informazioni sull'esatta tipologia di pesticidi utilizzati e il quantitativo è risultata difficoltosa. Inoltre l'operazione di applicazione dei pesticidi genera rumore, il che può contribuire all'aggravamento dell'ipoacusia (Beckett et al., 2000). In un altro studio condotto su 9 lavoratori addetti allo spargimento di pesticidi da più di 20 anni è stato osservato un deficit uditivo conseguente a neurotossicità cronica (Horowitz et al., 1999).

● FARMACI

È noto che alcuni farmaci sono tossici per le strutture neurosensoriali deputate alla funzione uditiva e all'equilibrio (organo del Corti, labirinto posteriore o vestibolo e nervo acustico). Hanno una ototossicità selettiva le seguenti tipologie di farmaci:

- Antibiotici (streptomina, neomicina, cefaloridina, gentamicina, viomicina, amminosidina),
- Diuretici (furosemide, acetacrinico),
- Salicilati (Aspirina),
- Antimalarici (Chinino),
- Idantonici
- FANS (ubuprofene, ketoprofene, diclofenac ecc.),
- Farmaci antitumorali (Cisplatino e carboplatino).

Si tratta di sostanze la cui assunzione pregressa è spesso dimenticata o ignorata dal paziente stesso, sovente non in grado di collaborare alla raccolta di una esauriente anamnesi audiologica.

● ANTIBIOTICI

PENICILLINE DI NUOVA GENERAZIONE

VANCOMICINA:

anche per vancomicina sono stati descritti effetti ototossici (Tanaka et al., 2001).

AMINOGLICOSIDI

È documentata da tempo l'ototossicità degli aminoglicosidi (Leone et al., 2000), ed è inoltre noto che, mentre molti degli effetti collaterali degli antimicrobici sono prontamente reversibili dopo la sospensione della terapia, gli effetti ototossici mediati dagli aminoglicosidi sono irreversibili (Cunha, 2001). Recentemente è stata descritta l'efficacia dell'iniezione intratimpanica degli aminoglicosidi nel trattamento delle vertigini in pazienti con sindrome di Ménière. In questi pazienti è stata osservata una diversa entità di danno uditivo conseguente alla somministrazione di dosi diverse del farmaco in sedi diverse. Lo studio ha dimostrato che l'ototossicità dei vari aminoglicosidi è diversa, poiché alcuni di questi sono principalmente vestibolotossici, altri ototossici. Al momento attuale, però, non sono noti i meccanismi attraverso i quali si esplica l'ototossicità o la vestibolotossicità dei diversi aminoglicosidi (Nakashima et al., 2000). Gentamicina: l'ototossicità della gentamicina, così come per altri aminoglicosidi (neomicina solfato, tobramicina), è stata da tempo dimostrata in studi condotti su animali. Gli studi condotti sull'uomo sono minori, anche se sono stati segnalati casi di ipoacusia neurosensoriale insorta dopo applicazione topica di questo antibiotico (Morpeth et al., 2001). Livello d'azione: in uno studio condotto su cavie sono stati osservati effetti inibitori della gentamicina sui canali del calcio delle cellule cigliate esterne apicali e basali. Si è osservato che l'ingresso di calcio è maggiormente impedito a livello basale. È stato inoltre documentato che la acidificazione extracellulare può aumentare l'effetto ototossico acuto degli aminoglicosidi sul trasporto di calcio a livello delle cellule cigliate e di ciò si deve tener conto nell'utilizzo di preparazioni otologiche (Tan et al., 2001). Kanamicina: in uno studio condotto su pulcini cui è stata iniettata kanamicina per 8 giorni consecutivi è stata osservata una distruzione completa delle cellule cigliate nell'area compresa tra 0.4 e 0.8 mm dalla parte finale della papilla basale (Xiang et al., 2001).

AZITROMICINA E CLARITROMICINA

Livello del danno: in uno studio condotto esponendo cavie in modo ripetuto ad azitromicina, claritromicina ed eritromicina, è stato osservato un danno diretto alle cellule cigliate negli animali esposti ad aminoglicosidi e non in quelli esposti a macrolidi (Uzun et al., 2001). La somministrazione di azitromicina può indurre lo sviluppo di ipoacusia neurosensoriale irreversibile (Mamikoglu et al., 2000).

● ANTITUMORALI

CISPLATINO

In pazienti affetti da neoplasie trattati con cisplatino è stato osservato un severo effetto ototossico mediato dal chemioterapico (Riwelski et al., 2001). Alcuni studi condotti su pazienti trattati con protocolli chemioterapici allestiti con cisplatino hanno evidenziato una grave ma reversibile ototossicità (Shellens et al., 2001). Rispetto al cisplatino, l'oxaliplatino è caratterizzato da una documentata minore tossicità nell'uomo (Haller et al., 2000; Su et al., 2000). Livello d'azione/caratteristiche del danno: il danno ototossico mediato dal cisplatino si esplica a livello dell'organo del Corti. Le cellule cigliate esterne, specie quelle del giro basale, sono elettivamente coinvolte (Dehne et al., 2001; Feghali et al., 2001). Un possibile meccanismo ipotizzato per spiegarne l'ototossicità è l'alterazione dei sistemi antiossidanti con conseguente aumento dei radicali liberi mediato dal farmaco.

CARBOPLATINO

Livello d'azione e caratteristiche del danno: in pazienti sottoposti a chemioterapia per neoplasie sono stati osservati effetti ototossici negli esposti ad alte dosi di carboplatino. In studi compiuti su topi esposti al chemioterapico è stato documentato che il carboplatino induce stress ossidativo nella coclea dell'animale generando radicali liberi e determinando inattivazione dei sistemi antiossidanti (Husain et al., 2001).

● VASODILATATORI DIRETTI

NITROPRUSSIATO DI SODIO

Livello d'azione e caratteristiche del danno: è stato osservato che l'esposizione diretta della coclea a nitroprussiato determina perdita delle cellule cigliate interne cocleari dei giri basali, mentre continuando l'esposizione si è assistito a un coinvolgimento delle cellule cigliate esterne apicali. A nessuna dose e per nessun periodo di esposizione si sono osservati danni alle cellule cigliate interne apicali (Ruan et al., 1997).

•ANTIVIRALI

INIBITORI DELLA TRASCRITTASI INVERSA

Caratteristiche del danno: in letteratura sono stati segnalati alcuni casi di ototossicità da utilizzo di antivirali in pazienti affetti da sindrome da immunodeficienza acquisita. In uno studio recente effettuato su pazienti affetti da HIV in terapia con inibitori della trascrittasi inversa, con storia di esposizione a rumore e in presenza di ipoacusia da rumore, è stato osservato un progressivo declino dell'udito dopo l'inizio della terapia antiretrovirale (Simdon et al., 2001).

•ANTIMALARICI

CLOROCHINA

Livello d'azione e caratteristiche del danno: in animali da esperimento esposti a cloroquina sono stati osservati danni alle cellule cigliate interne ed esterne per dosi superiori a 40 mg/Kg (Sykes et al., 1984).

CHININO

Livello d'azione e caratteristiche del danno: come per i salicilati l'ototossicità del chinino è multifattoriale. Sono stati evidenziati danni diretti alle cellule cigliate, ma viene considerato quale fattore patogenetico anche la vasocostrizione e la conseguente riduzione del flusso ematico cocleare (Jung et al., 1993). In uno studio condotto su pazienti trattati con chinino (massima concentrazione plasmatica di 2 mg/L) è stata osservata l'insorgenza di ipoacusia neurosensoriale per le alte frequenze (20 dB a 14 kHz) dopo circa un anno di esposizione, reversibile al termine del trattamento. È stato quindi ipotizzato che l'ototossicità del chinino alle dosi terapeutiche per la malaria, sia un effetto collaterale comunque reversibile (Tange et al., 1997). Meflochina Caratteristiche del danno: sono stati descritti casi di ipoacusia neurosensoriale insorta in pazienti sottoposti a profilassi antimalarica con meflochina (Fusetti et al., 1999).

IDROCLOROCHINA

In letteratura sono stati segnalati alcuni casi di ipoacusia neurosensoriale insorta in soggetti esposti per alcuni anni alle dosi terapeutiche di idrocloroquina (Johansen et al., 1998, Seckin et al., 2000).

•SALICILATI E ANTINFIAMMATORI NON STEROIDEI

Livello d'azione e caratteristiche del danno: generalmente salicilati e FANS determinano danni uditivi reversibili sulle alte frequenze. Secondo alcuni autori il danno da rumore può essere esacerbato dall'assunzione di tali farmaci, mentre secondo altri ciò non si verifica. Il meccanismo fisiopatogenetico alla base dell'ototossicità dei salicilati appare multifattoriale; studi morfologici hanno escluso danni cocleari permanenti. Dati morfologici, elettrofisiologici e in vitro hanno mostrato un coinvolgimento delle cellule cigliate esterne, e appare possibile un danno mediato dalla diminuzione della perfusione cocleare. La diminuzione delle prostaglandine, mediata da salicilati e FANS, associata all'aumento dei leucotrieni, sembra spiegare l'ototossicità di questi farmaci (Jung et al., 1993).

•DIURETICI DELL'ANSA

FUROSEMIDE

Livello d'azione e caratteristiche del danno: l'ototossicità della furosemide è da tempo dimostrata (Witworth et al., 1993; Mills et al., 1997). I meccanismi alla base dell'effetto tossico sono ancora dibattuti. Alcuni autori hanno ipotizzato che l'effetto sia imputabile all'interferenza nel trasporto di membrana di Na, K e Cl a livello cocleare (Ikeda et al., 1997).

•ALTRI FARMACI

INTERFERONE ALFA 2A

L'ototossicità dell'interferone alfa 2a è stata dimostrata in studi sperimentali condotti su animali. - 13 -In gruppi di animali da esperimento esposti a diverse dosi di interferone alfa 2a sono state osservate

alterazioni istologiche cocleari conseguenti all'esposizione a tale farmaco. Rispetto ai controlli, la coclea degli animali esposti a interferone ha presentato una diminuzione dei fibroblasti nel limbo spirale, associata alla formazione di importanti vacuoli citoplasmatici di queste cellule, non riscontrati nei controlli non esposti. Non è stata però osservata morte delle cellule cigliate (Akyol et al., 2001)

TIRAPAZAMINA

La somministrazione di tirapazamina può indurre effetti ototossici irreversibili (Wouters et al., 2001). Ioduro di potassio Livello d'azione/caratteristiche del danno: recentemente è stato descritto un caso di deficit cocleovestibolare acuto dopo applicazione topica di una soluzione di ioduro di potassio in un orecchio. Nonostante i sintomi vestibolari siano progressivamente scomparsi, al termine dell'esposizione è residua una importante ipoacusia neurosensoriale nonostante trattamento in camera iperbarica e somministrazione endovenosa di corticosteroidi e vasodilatatori (Boudewyns et al., 2001).

PEROSSIDO DI IDROGENO

Livello d'azione: isolando cellule cocleari di Hensen di cavie in presenza di perossido di idrogeno è stata osservata inibizione della conduttanza gap giunzionale tra le cellule. Questa inibizione è alla base dei meccanismi fisiopatologici che vengono utilizzati per spiegare l'ipoacusia da rumore da esposizione a ototossici quali aminoglicosidi in associazione alla produzione di radicali liberi (Todt et al., 2001).

PREPARAZIONI OTOLOGICHE

Livello d'azione/caratteristiche del danno: molti studi hanno dimostrato l'ototossicità delle comuni preparazioni otologiche come le gocce di corticospirina. In un recente studio cellule cigliate esterne cocleari isolate sono state trattate con cortisporina, ciprofloxacina e ofloxacina. Al termine dello studio si è osservato che la cortisporina è caratterizzata da una maggiore tossicità sulle cellule cigliate esterne e tra i fluorochinoloni ofloxacina è caratterizzato da una maggiore tossicità rispetto agli altri.

• FATTORI VOLUTTUARI

• ALCOL

In letteratura sono scarsi e discordanti i dati circa il possibile ruolo dell'assunzione di alcol nello sviluppo di ipoacusia. Non esistono, inoltre, studi che indaghino l'eventuale effetto sinergico con l'esposizione a rumore. In particolare secondo alcuni autori il consumo di bevande alcoliche potrebbe indurre lo sviluppo sordità (Nakamura et al., 2001), secondo altri l'abuso di alcool non è correlabile allo sviluppo di ipoacusia (Itoh et al., 2001), altri ancora considerano il consumo moderato di alcol come protettivo per lo sviluppo di ipoacusia (Popelka et al., 2000).

• DROGHE

COCAINA

Caratteristiche del danno: in studi condotti su animali è stato osservato che l'esposizione dell'animale gravido a cocaina si associa a un innalzamento della soglia ABR e ipoacusia neurosensoriale (tipo-recruitment) (Church et al., 1991). I dati riportati in letteratura circa il possibile effetto dell'abuso di cocaina in gravidanza sulla formazione del sistema uditivo del feto nell'uomo sono ancora dibattuti. Secondo alcuni autori non è osservabile un danno uditivo in bambini nati da madri tossicodipendenti (Carzoli et al., 1991); secondo altri invece sono dimostrabili aumenti delle latenze di ABR (interpicco e assolute) in neonati nati da madri che hanno fatto uso di cocaina in gravidanza rispetto ai controlli. Non sono disponibili in letteratura dati inerenti l'eventuale ototossicità di cocaina o altre droghe per l'uomo.

• FUMO

In letteratura il ruolo del fumo di sigaretta come fattore predisponente lo sviluppo di ipoacusia è ancora dibattuto. Secondo alcuni autori può essere considerato un fattore di rischio per lo sviluppo di ipoacusia

neurosensoriale (Siegelau et al., 1974; Thomas et al., 1981; Cruickshanks et al., 1998; Starck et al., 1999). Secondo altri invece non è evidenziabile alcuna connessione tra insorgenza di ipoacusia neurosensoriale e fumo di sigaretta.

Livello d'azione, caratteristiche del danno: non solo il ruolo del fumo di sigaretta come fattore predisponente lo sviluppo di ipoacusia è ancora controverso, ma anche le ipotesi proposte per spiegare il meccanismo d'azione che può condurre a un danno al sistema uditivo non sono state ancora definitivamente chiarite. A tale proposito sono stati ipotizzati danni cocleari diretti mediati dalla nicotina (Lehnhart et al., 1984). È stato inoltre suggerito che i più elevati livelli di carbossiemoglobina dei fumatori possano ridurre la disponibilità di ossigeno per l'organo del Corti (Chung et al., 1982). Un'altra ipotesi proposta è costituita dal fatto che l'esposizione a rumore intenso determini un aumento delle esigenze metaboliche cellulari e che il contemporaneo uso di sigarette determini al tempo stesso vasocostrizione dei vasi cocleari, risultante in una ridotta perfusione e un aumentato accumulo di detriti cocleari. Si è visto che il fumo ha un effetto sinergico sull'insorgenza del fenomeno di Raynaud e sull'aumento della pressione diastolica. Di conseguenza è ipotizzabile che l'aggravamento del grado di ipoacusia neurosensoriale in soggetti fumatori ed esposti a rumore possa essere spiegato da cause vascolari (Starkh et al., 1999). In supporto a questa ipotesi c'è inoltre l'osservazione che il fumo aumenta il livello di PAF in LDL e HDL che può indurre allo sviluppo di aterosclerosi mediata dal fumo. L'aterosclerosi prematura può inoltre essere correlata all'innalzamento dei livelli di carbossiemoglobina. La risultante formazione di placche aterosclerotiche nei vasi del sistema vertebrobasilare può indurre effetti sulla circolazione a livello cocleare. Ciò può determinare l'insorgenza di episodi ischemici e il rallentamento della circolazione cocleare, specialmente durante l'esposizione a rumore, quando la richiesta energetica cellulare a questo livello è maggiore (Starkh et al., 1999).

ALTRI ELEMENTI CHE POSSONO RENDERE IL SOGGETTO PIÙ SENSIBILE AL RUMORE

INTERAZIONE TRA VIBRAZIONI E RUMORE

Numerosi studi hanno dimostrato che l'esposizione contemporanea a rumore e vibrazioni ha un effetto sinergico nella patogenesi del danno uditivo. Studi su animali: in uno studio condotto su cavie esposte a rumore e vibrazioni di varie intensità e di diversa durata è stato dimostrato un innalzamento della soglia uditiva (> 20 dB) negli animali sottoposti a vibrazioni di 0,250 kHz all'intensità di 6 m/s² per 15 minuti (Zou et al., 2001). È stato osservato che il danno uditivo da vibrazioni consegue ad alterazioni della permeabilità dei vasi della stria vascolare cocleare; è stato inoltre ipotizzato che tale alterazione consegua a variazioni della funzionalità dei canali ionici ancora non note (Seki et al., 2001). Studi sull'uomo: è stata dimostrata l'insorgenza di ipoacusia neurosensoriale permanente da interazione tra rumore (100 dB) e vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (0,125 kHz a livello di accelerazione di 2 m/s²) (Pekkarinen et al., 1995). L'esposizione contemporanea a rumore (90 dB) e vibrazioni trasmesse a tutto il corpo (2-10 Hz a 10 m/s²) hanno effetto sinergico nella patogenesi del danno uditivo. In particolare è stato osservato che tale effetto è maggiormente pronunciato alle alte temperature, mentre studi su animali hanno dimostrato che l'ipotermia svolge un'azione protettiva sull'udito. Anche l'esercizio fisico svolge un'azione potenziante l'effetto del rumore sull'udito; tale effetto è stato spiegato con la depressione del riflesso stapediale; inoltre l'incremento di temperatura che si verifica durante l'esercizio fisico ha un effetto inibitore sull'orecchio interno (Pekkarinen et al., 1995).

ATEROSCLEROSI

Livello d'azione/caratteristiche del danno: l'ipoacusia neurosensoriale in pazienti con aterosclerosi cerebrovascolare ha causa centrale e consegue a insufficienza circolatoria cerebrale cronica (Ryndina et al., 1998). In pazienti con aterosclerosi/obliterazione della carotide interna con pregressi stroke sono stati descritti deficit neurosensoriali all'audiogramma tonale di entità maggiore rispetto a soggetti della medesima età (anche anziani) privi di tali patologie (Bohme et al., 1987). È stato inoltre dimostrato che il tinnito pulsante può essere la prima manifestazione di aterosclerosi carotidea (Sismanis et al., 1994). All'audiogramma tonale è stato osservato un deficit percettivo che aumenta all'aumentare della frequenza in soggetti con stenosi/occlusione carotidea mono/bilaterale (Bohme et al., 1989). Effetto sinergico con il rumore: come già precedentemente osservato per l'ipertensione arteriosa, il danno cocleare da causa vascolare può predisporre all'insorgenza di ipoacusia da rumore.

DIABETE

Livello d'azione/caratteristiche del danno: in pazienti affetti da diabete mellito insulino-dipendente sono stati descritti casi di ipoacusia neurosensoriale conseguenti a sofferenza del microcircolo cocleare. Sono stati inoltre osservati casi di ipoacusia in soggetti affetti da diabete mellito di II tipo da lunga data.

DISLIPIDEMIE

Livello d'azione/caratteristiche del danno: numerosi studi hanno dimostrato un'aumentata prevalenza di ipoacusia percettiva conseguente a danno del microcircolo in pazienti iperlipemici (Hirano et al., 1999; Suckfull et al., 1999).

In uno studio compiuto da Hesse et al. (1986) su 205 pazienti affetti da patologie dell'orecchio interno è stata rilevata una forte associazione tra ipoacusia neurosensoriale e ipertensione, sovrappeso corporeo, alti livelli di colesterolo e anemia. È da segnalare che l'individuazione di ipercolesterolemia non è predittiva di danno acustico (Nuti et al., 1983).

TRAUMI CRANICI

Livello d'azione/caratteristiche del danno: in soggetti con anamnesi positiva per pregressi traumi cranici sono stati osservati deficit neurosensoriali a differente estensione nel tracciato audiometrico. La patogenesi è stata imputata a sofferenza del recettore cocleare. Effetto sinergico con il rumore: è dibattuto, e strettamente dipendente dal tipo di lesione che ne consegue, il fattore predisponente del trauma cranico allo sviluppo di ipoacusia da rumore.

TRAUMI ACUSTICI ACUTI

Livello d'azione/caratteristiche del danno: spesso facilmente differenziabile dall'ipoacusia da rumore poiché determina l'instaurarsi di un deficit percettivo unilaterale. Effetto sinergico con il rumore: cocleopatie da trauma acustico acuto non predispongono all'ipoacusia da rumore.

COLPO DI FRUSTA CERVICALE

Livello d'azione/caratteristiche del danno: in pazienti con anamnesi positiva per pregressi colpi di frusta cervicali sono stati osservati tracciati audiometrici compatibili con ipoacusie neurosensoriali bilaterali sovrapponibili ad audiogrammi con deficit da rumore.

OTITI (ACUTE, CRONICHE, PURULENTE, CATARRALI)

Livello d'azione/caratteristiche del danno: il danno conseguente a tale affezione è omolaterale e trasmissivo, quindi facilmente differenziabile da un deficit da rumore e consegue a sofferenza dell'orecchio medio. Effetto sinergico con il rumore: è possibile un effetto protettivo rappresentato dalla possibilità del focolaio otitico di smorzare l'energia sonora in arrivo alla coclea per livelli di rumore non elevati, e comunque a carattere non impulsivo, senza punte che superino i 95-100 dB e che quindi non possono essere attenuate dalla "barriera" rappresentata dall'orecchio medio patologico. Va considerata la possibilità di rilascio a livello locale di mediatori della flogosi, ma soprattutto di sostanze tossiche per l'organo del Corti derivanti da preparati otologici per uso locale. È da sottolineare però che la perforazione timpanica da otite cronica è un fattore predisponente il danno uditivo.

NEVRITE VIRALE DELL'ACUSTICO

Livello d'azione/caratteristiche del danno: la patologia può determinare l'insorgenza di ipoacusia neurosensoriale prevalente per le frequenze di 1-2 kHz.

OTOSCLEROSI

Livello d'azione/caratteristiche del danno: l'otosclerosi porta a fissare la staffa nella finestra ovale con conseguente sofferenza dell'orecchio medio e aumentata impedenza del sistema di trasmissione; ciò conduce all'insorgenza di un deficit trasmissivo per le frequenze medio-basse.

Effetto sinergico con il rumore: l'otosclerosi può proteggere l'apparato uditivo dall'effetto di un rumore non eccessivamente alto (<95 dB) e non impulsivo.

Si sottolinea che se l'otosclerosi è stata sottoposta a intervento chirurgico di stapedectomia, per l'organo uditivo consegue un'aumentata suscettibilità al rumore.

NEURINOMA DEL NERVO ACUSTICO

Livello d'azione/caratteristiche del danno: deficit percettivo monolaterale più marcato per le frequenze di 6-8 kHz.

MORBILLO

Livello d'azione/caratteristiche del danno: l'infezione da virus del morbillo può condurre allo sviluppo di un avanzato stadio di otosclerosi da infiammazione osteolitica. Se il processo ha origine dietro alla finestra ovale può determinare una fissazione della staffa e di conseguenza un danno trasmissivo (Arnold et al., 1999). Quando il processo di otosclerosi è ristretto alla coclea i segni clinici sono meno definiti, ma possono essere rappresentati da un deficit neurosensoriale bilaterale, anche asimmetrico, che può evolvere anche in forme miste percettive/trasmissive. Sono stati inoltre descritti casi di atrofia della stria vascolare, danno all'organo del Corti, danno alla membrana tectoria e infiltrazione cellulare sotto la scala media con labirintite endolinfatica (Fukuda et al., 1994).

ROSOLIA E PAROTITE

Livello d'azione/caratteristiche del danno: sono stati descritti casi di ipoacusia neurosensoriale bilaterale insorti dopo vaccinazione con virus della parotite e della rosolia vivi (Stewart et al., 1993). Sono stati descritti casi di ipoacusia neurosensoriale bilaterale insorti dopo vaccinazione con virus della parotite e della rosolia vivi. È ben nota da tempo l'ipoacusia neurosensoriale monolaterale, anche grave, complicante l'infezione da virus della parotite; tuttavia l'interessamento bilaterale sebbene più raro, è documentato in letteratura. L'incidenza di ipoacusia è stata stimata da 0,5 a 5,0 per 100.000 casi di parotite, ma gli studi epidemiologici risentono della rarità attuale della parotite nei paesi dove ormai è diffusa la vaccinazione. I rapporti recenti dal Giappone, dove la parotite è endemica, forniscono dati di incidenza di perdita dell'udito nei bambini a causa della parotite superiori (circa 1/1000 casi). La prevenzione della sordità è un altro motivo importante per garantire l'immunizzazione universale contro la parotite. Peraltro, nei casi di ipoacusia bilaterale profonda dovuta a infezione da parotite, la terapia conservativa è inefficace, dunque l'impianto cocleare è necessario.

MENINGITE

Livello d'azione/caratteristiche del danno: sono stati descritti numerosi casi di danno percettivo di entità variabile, da medie fino a severe compromissioni degli audiogrammi da alterazioni corticali in bambini e adolescenti dopo meningite. È stato inoltre dimostrato il carattere evolutivo nel tempo, anche dopo guarigione, del danno acustico (Pikis et al., 1996; Aust et al., 1994).

ALTRE INFEZIONI VIRALI

Livello d'azione/caratteristiche del danno: l'insorgenza di ipoacusia neurosensoriale acuta è stata osservata in pazienti dopo infezione da virus dell'influenza, citomegalovirus ed herpes zoster (Kayan et al., 1990).

PATOLOGIE AUTOIMMUNI

In soggetti affetti da malattie infiammatorie intestinali a genesi autoimmune sono state descritte, tra le manifestazioni extraintestinali della patologia, anche alterazioni cocleovestibolari. Pur non essendo disponibili numerosi dati epidemiologici, la letteratura scientifica descrive casi di ipoacusia neurosensoriale in soggetti sia adulti sia pediatrici affetti da rettocolite ulcerosa (RCU), insorti in coincidenza o successivamente alla comparsa dei sintomi digestivi. (Benavente, 2011; Kalyoncu, 2010)

Nella patogenesi di queste disfunzioni cocleovestibolari descritte in associazione a RCU viene riconosciuto un danno immunomediato. La patogenesi dell'autoimmunità coinvolge l'interazione tra vari fattori genetici, immunologici e virali e ogni struttura anatomica dell'orecchio può essere soggetta a influenze immunologiche.

Numerose sono infatti le patologie dell'orecchio interno associate a patologie immunitarie sistemiche, quali: lupus eritematoso sistemico, artrite reumatoide, Sindrome di Behcet, Sindrome di Sjogren, Rettocolite ulcerosa, Sindrome di Cogan, alterazioni vasculitiche varie. Nette evidenze a favore di una genesi immunomediata sono state ravvisate in casi di ipoacusia neurosensoriale idiopatica accompagnata da alterazioni vestibolari (Scharl, 2011). Essendo stati dimostrati deficit ipoacusici neurosensoriali anche

a carattere subclinico in adulti con malattia infiammatoria intestinale, risulta importante in pazienti pediatrici affetti da RCU riconoscere la perdita precoce dell'udito durante il decorso della malattia, anche se la terapia con immunosoppressori non appare essere in grado di rallentare la progressione della malattia che in alcuni casi, seppur rari, può evolvere verso la sordità (Scharl 2011; Kalyoncu, 2010)

ALTRE PATOLOGIE

Sono stati descritti casi di ipoacusia neurosensoriale insorti in pazienti affetti da: 1. ipertensione endocranica: ipoacusia neurosensoriale bilaterale (Plaza et al., 2001); 2. ipotensione sistemica: in soggetti giovani non esposti ad altri fattori di rischio sono stati descritti casi di ipoacusia neurosensoriale a insorgenza acuta in conseguenza di ipotensione sistemica (Pirodda et al., 2001); 3. tumori del sacco endolinfatico (Roche et al., 1998): ipoacusia neurosensoriale; 4. ipertensione polmonare persistente del neonato: ipoacusia neurosensoriale a insorgenza nell'infanzia e progressivamente ingravescente (Hutchin et al., 2000); 5. sindrome di Ménière: aumento di pressione dei liquidi endococleari con deficit percettivo monolaterale; 6. glaucoma (Shapiro et al., 1997): ipoacusia neurosensoriale; 7. vasculite di Kawasaki: ipoacusia neurosensoriale transitoria (deficit di 25-35 dB) raramente evolutiva verso forme persistenti (Knott et al., 2001); 8. macroglobulinemia di Waldenstrom: aumento di pressione dei liquidi endococleari con deficit percettivo monolaterale; 9. sindrome otodentale: descritti casi di ipoacusia neurosensoriale bilaterale per frequenze superiori a 1 kHz (Sedano et al., 2001); 10. agenesia renale monolaterale: è stata dimostrata un'associazione tra agenesia renale unilaterale e ipoacusia neurosensoriale ipsilaterale per le alte frequenze (Huang et al., 2001).

RUMORE E GRAVIDANZA/ MINORI

Studi su donne esposte professionalmente al rumore (85 dB(A) per 8h al giorno) è stato riscontrato un aumento della percentuale di disturbi mestruali, una riduzione della fertilità, del peso fetale alla nascita e della durata media della gravidanza. Infine è stata segnalata una correlazione tra esposizione a rumore durante la gravidanza e riduzione della capacità uditiva dei neonati alle alte frequenze. I datori di lavoro sono tenuti a valutare natura, grado e durata dell'esposizione al rumore delle lavoratrici gestanti; qualora sussista un rischio per la sicurezza o per la salute della lavoratrice od un possibile effetto negativo sulla gravidanza, il datore di lavoro deve modificare le condizioni di lavoro della gestante per evitarne l'esposizione. Va inoltre tenuto conto che l'uso di dispositivi di protezione individuale da parte della madre non protegge il feto da pericoli di natura fisica.

Per quanto riguarda eventuali minori esposti al rischio rumore, la Legge 17/10/1967 n.977 distingue:

- a) bambino: il minore che non ha ancora compiuto 15 anni di età o che è ancora soggetto all'obbligo scolastico;
- b) adolescente: il minore di età compresa tra i 15 e i 18 anni di età e che non è più soggetto all'obbligo scolastico;
- c) orario di lavoro: qualsiasi periodo in cui il minore è al lavoro, a disposizione del datore di lavoro e nell'esercizio della sua attività o delle sue funzioni;
- d) periodo di riposo: qualsiasi periodo che non rientra nell'orario di lavoro.

La stessa legge, all'art. 6 c. 5 recita:

5. In caso di esposizione media giornaliera degli adolescenti al rumore superiore a 80 decibel LEP-d il datore di lavoro, fermo restando l'obbligo di ridurre al minimo i rischi derivanti dall'esposizione al rumore mediante misure tecniche, organizzative e procedurali, concretamente attuabili, privilegiando gli interventi alla fonte, fornisce i mezzi individuali di protezione dell'udito e una adeguata formazione all'uso degli stessi. In tale caso, i lavoratori devono utilizzare i mezzi individuali di protezione.", imponendo quindi limiti più bassi.

In particolare, l'art. 8 della stessa Legge specifica che è possibile adibire minori a mansioni che comportino esposizione quotidiana a rumore tra 80 e 85 dB(A), e tra 85 e 87 dB(A) ma in tal caso deve essere attivata la sorveglianza sanitaria con periodicità almeno biennale e rispettivamente annuale.

Metodo adottato

L'art. 188 del d.l. 81/09 stabilisce che cosa si intende per:

- pressione acustica di picco (p_{peak}): valore massimo della pressione acustica istantanea ponderata in frequenza "C";
- livello di esposizione giornaliera al rumore ($LEX,8h$): [dB(A) riferito a 20 μ Pa]: valore medio, ponderato in funzione del tempo, dei livelli di esposizione al rumore per una giornata lavorativa nominale di otto ore, definito dalla norma internazionale ISO 1999: 1990 punto 3.6. Si riferisce a tutti i rumori sul lavoro, incluso il rumore impulsivo;
- livello di esposizione settimanale al rumore (LEX,w): valore medio, ponderato in funzione del tempo, dei livelli di esposizione giornaliera al rumore per una settimana nominale di cinque giornate lavorative di otto ore, definito dalla norma internazionale ISO 1999: 1990 punto 3.6, nota 2.

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

$$L_{eq,T} = 10 \log \left\{ \frac{1}{T} \int_0^T \left[\frac{p(t)}{p_0} \right]^2 dt \right\}$$

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

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

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

$$Lex,te = Laeq,te + 10 \log \left(\frac{Te}{T_0} \right)$$

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

dove: _____ (dB(A))

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

T_0 = 8 ore;

p_A = pressione acustica istantanea ponderata A, in Pa;

p_0 = 20 μ Pa.

È altresì utilizzato il:

$$Lex,5 = 10 \log \left(\frac{1}{5} \sum_{i=1}^m 10^{0,1(Lex,te)_i} \right)$$

Livello di esposizione settimanale

con: $i = 1, 2, \dots, m$;

m = numero dei giorni di lavoro della settimana considerata.

Si sottolinea che i Lex,te non tengono conto degli effetti di un qualsiasi mezzo individuale di protezione.

Accanto al livello sonoro continuo equivalente viene infine utilizzato un secondo parametro, comunemente noto

$$L_{ppeak} = 10 \log \left(\frac{p_{peak}^2}{p_a^2} \right) \quad (\text{dB(lin)})$$

come livello di picco lineare L_{ppeak} . Tale livello è definito come:

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

L'Art. 189-comma 1 quantifica i valori limite di esposizione e valori di azione riferiti al livello di esposizione giornaliera al rumore e alla pressione acustica di picco, specificando:

- a) valori limite di esposizione rispettivamente $LEX = 87 \text{ dB(A)}$ e $p_{peak} = 200 \text{ } \mu\text{Pa}$ (140 dB(C) riferito a $20 \text{ } \mu\text{Pa}$);
- b) valori superiori di azione: rispettivamente $LEX = 85 \text{ dB(A)}$ e $p_{peak} = 140 \text{ Pa}$ (137 dB(C) riferito a $20 \text{ } \mu\text{Pa}$);
- c) valori inferiori di azione: rispettivamente $LEX = 80 \text{ dB(A)}$ e $p_{peak} = 112 \text{ Pa}$ (135 dB(C) riferito a $20 \text{ } \mu\text{Pa}$).

Valore limite esposizione	Valore superiore di azione	Valore inferiore di azione
$LEX_{8h} = 87 \text{ dB(A)}$ e $p_{peak} = 140 \text{ dB(C)}$	$LEX_{8h} = 85 \text{ dB(A)}$ e $p_{peak} = 137 \text{ dB(C)}$	$LEX_{8h} = 80 \text{ dB(A)}$ e $p_{peak} = 135 \text{ dB(C)}$

Rischio alto		Rischio medio	Rischio basso	
$LEX_{8h} > 85 \text{ dB(A)}$ e/o $p_{peak} > 137 \text{ dB(C)}$	$LEX_{8h} = 85 \text{ dB(A)}$ e/o $p_{peak} = 137 \text{ dB(C)}$	$85 \text{ dB(A)} > LEX_{8h} > 80$ e/o $137 \text{ dB(C)} > p_{peak} > 135$	$LEX_{8h} = 80 \text{ dB(A)}$ e/o $p_{peak} = 135 \text{ dB(C)}$	$80 \text{ dB(A)} < LEX_{8h}$ e/o $135 \text{ dB(C)} < p_{peak}$
		Programma di misure tecniche ed organizzative		
Segnali e delimitazione aree e limitazione accesso				
		A disposizione D.P.I.		
	Obbligo utilizzo D.P.I.			
			Formazione e informazione	
Sorveglianza sanitaria				

La casistica

Considerata la notevole variabilità di esposizione degli addetti si è deciso di optare per una valutazione su base settimanale in quanto maggiormente rappresentativa dell'esposizione a rischio.

Pertanto, si sono rilevati i tempi di esposizione, si sono misurati con idoneo fonometro in classe 1 il $L_{eq}(A)$ (misura che lo strumento già calcola sulle otto ore lavorative standard) e, con opportuni calcoli, dettati dalla normativa, si perviene a $L_{EX,W}$ che, come intuibile da quanto sopra definito, è il livello calcolato su tutta la settimana (costituita da cinque giornate lavorative) e mediato su 5 giorni, così da riportare il calcolo ad un livello comunque giornaliero (giornata caratterizzata da otto ore lavorative).

La misura

La stima delle effettive esposizioni è stata effettuata in accordo con la prof. LOREDANA SAETTA in qualità di dirigente scolastico. I rilievi fonometrici sono stati condotti dall'ing. Agostino Del Piano, tecnico competente in acustica ambientale.

A seguito delle informazioni tecniche fornite dalla Responsabile ci siamo recati nei vari plessi scolastici il giorno 19/9/2022 per effettuare le rilevazioni fonometriche necessarie per la stesura della valutazione del rischio derivante dal rumore.

In tale indagine è stata effettuata una misurazione del livello sonoro equivalente ponderato in curva A ($L_{EQ}(A)$) e del Livello di picco ($P_{peak}(C)$) negli ambienti di lavoro apparsi più significativi ai fini della determinazione dell'esposizione personale di ogni lavoratore.

Tali rilevazioni, effettuate nella data medesima, sono state estese ad un tempo sufficientemente ampio delle attività svolte in modo da esaminare tutta la mansione.

I rilevamenti sono stati effettuati durante la normale attività lavorativa, tenendo conto delle varie attività didattiche e di supporto, degli ambienti di lavoro e delle condizioni operative.

E' stato utilizzato un fonometro integratore HD 9019, di classe 1, conforme agli standard IEC 651 e 804. I certificati di taratura sono riportati in allegato.

I rilievi sono stati effettuati in condizioni di normale utilizzo delle attrezzature e secondo le consuete procedure previste dai processi lavorativi.

I tempi di esecuzione delle misure sono stati sufficienti a inquadrare completamente il fenomeno rumoroso.

La calibrazione del fonometro è stata eseguita prima e dopo ogni misura, secondo quanto previsto dalla norma IEC 942/1998, riscontrando una variazione massimo di 0,1 dB.

Le condizioni ambientali, per misure esterne, erano normali, in relazione alla stagione, con tempo sereno, in presenza di scarso vento.

La capsula microfonica è stata posizionata a 10 cm. dall'orecchio dell'addetto, che ha condotto l'attività in maniera consueta rispetto alle procedure di lavoro.

In considerazione della tipologia di sorgente, per la misura del L_{Aeq} ponderato "A", si è scelto di selezionare la costante di tempo "FAST" pari a 125 ms. Per la misura del livello di picco (L_{ppeak}) ponderato "C" si è selezionato la costante di tempo "PEAK" pari a 35 ms.

Per ogni postazione sono state condotte tre misurazioni, in modo da minimizzare eventuali errori.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i valori medi di ciascuna terna di misure.

Valutazione dei tempi di esposizione e rilievo del Leq

In tutte le situazioni, il livello di picco è sempre risultato inferiore a 135 dB e pertanto questo dato si omette nelle tabelle che seguono.

I tempi di esposizione e i valori di Leq sono mediati su base settimanale (settimana lavorativa; 5 giorni su 7).

In tutti i contesti, l'incertezza calcolata in conformità all'appendice C dell'UNI EN ISO 9612:2011 si è sempre dimostrata compensata dalla riduzione dei tempi per tutte le attività didattico/musicali (ad esempio raccolta delle presenze, compilazione del registro di classe, ricreazione, ecc.). Per le altre attività, l'incertezza non è influente nei riguardi dell'eventuale superamento del valore inferiore di soglia, in considerazione dei bassi valori calcolati per $L_{EX,W}$.

1) Insegnanti impegnati in aula

ATTIVITA'	LUOGO	$L_{eq}(A)$ dB	T(minuti)
lezione	Classe	73,40	990
ricreazione	Corridoio	83,40	60
uscita scuola	Corridoio	83,40	30

$L_{EX,W}$ = 65,37 18 ore

Rischio basso

2) Insegnanti di educazione fisica

ATTIVITA'	LUOGO	$L_{eq}(A)$ dB	T(minuti)
ginnastica	Palestra	84,00	630
propedeutica	Palestra	78,90	300
teoria	Aula	71,40	60
ricreazione	Corridoio	83,40	60
uscita scuola	Corridoio	83,40	30

$L_{EX,W}$ = 72,26 18 ore

Rischio basso

3) Insegnanti impegnati nel laboratorio musicale

Per questa tipologia di insegnanti è necessario premettere quanto segue:

Le attività musicali attive nella scuola in esame, su cattedra di 18 ore settimanali, sono:

violino
violoncello
Clarinetto
flauto
pianoforte
insieme
ottoni
Chitarra
Canto

Per queste attività si sono misurati i seguenti $L_{EQ}(A)$ dB, in fase di preparazione dell'attività

pratica (colonna PREPARAZIONE), in fase di apprendimento della tecnica (colonna TECNICA) e in fase di esecuzione (colonna SAGGIO).

In particolare, per quanto riguarda la parte di lezione che coinvolge l'apprendimento dello STRUMENTO, i valori di $L_{EQ}(A)$ per la PREPARAZIONE, che in genere si svolge in aula e, seppure svolta in laboratorio, assume le caratteristiche fonometriche di una lezione "teorica" (ovvero senza uso di strumenti musicali) sono tutti uguali, mutuati quindi da un unico complesso di misure (quello riscontrato nelle normali lezioni in aula).

I valori invece di $L_{EQ}(A)$ per TECNICA e SAGGIO sono diversi per ciascun strumento. Come è facile osservare, l'attività suddetta è svolta da ciascun insegnante per 15 ore settimanali. In aggiunta, quasi tutti gli insegnanti (tutti eccetto la percussione) svolgono musica di insieme per 3 ore settimanali, completando quindi la cattedra di 18 ore.

Per quanto riguarda l'attività d'insieme i valori di $L_{EQ}(A)$ dei tre momenti di PREPARAZIONE, TECNICA e SAGGIO, sono uguali per ogni riga, tenendo conto che il gruppo di insieme ha fonometricamente sempre caratteristiche pressochè simili, come si è riscontrato nelle misure delle diverse casistiche.

Sicurezza



Si sviluppa per la PERCUSSIONE la tabella seguente che ha significato analogo alla precedente:

	LEQ(A)		Tempi				TOTore	LEX,W
	dB		STRUMENTO					
	Saggio	Prep	prep.	tecnica	saggio	teoria		
Batteria	87	83	12	50	138	70	4,5	76,00
Vibrafono	79	77	12	50	138	70	4,5	
prep.	75							

Anche per quest'attività, il rischio, essendo $LEX,W < 80$, è basso

4) Collaboratori scolastici

ATTIVITA'	LUOGO	$L_{eq}(A)$ dB	T(minuti)
Sorveglianza	Corridoio	74,3	1620
Pulizia	Aule	71,5	450
Ricreazione	Corridoio	83,4	60
uscita scuola	Corridoio	83,4	30

$L_{EX,W}$	67,64	36 ore
------------	-------	--------

Rischio basso

Personale di segreteria

ATTIVITA'	LUOGO	LEQ(A)	T(minuti)
scrivania /sportello	Uffici	74,20	2120
ingresso/uscita	Corridoio	70,60	40

$L_{EX,W}$	66,71	36 ore
------------	-------	--------

Rischio basso

Alunni equiparati ai lavoratori in attività musicali in laboratorio.

Anche per gli alunni che frequentano il laboratorio di musica è necessario un chiarimento preliminare.

Gli alunni, al massimo, frequentano il laboratorio un corso di strumento principale per 2 ore settimanali e un corso di strumento secondario per n. 1 ora settimanale.

Delle due ore di strumento principale, una è sostituita da n. 3 ore di musica di insieme. Pertanto, per schematizzare, avremo due casistiche, sempre su base settimanale:

1) 2 ore di Strumento principale + 1 ora di strumento secondario

	LEQ(A)		STRUMENTO				LEX,W	
	dB							
	saggio	prep.	prep.	tecnica	saggio	teoria		
Clarinetto	86	81	10	20	70	20	2	72,65



ora di strumento secondario+3 ore di musica di insieme.

STRUMENTO								LEX,W
prep.	tecnica	saggio	Teoria	prep.	Tecnica	saggio		
5	10	35	10	20	20	140	4	
5	10	35	10				1	



STUDIO TECNICO
Ing. A. Del Piano
CCHIA

PROGRAMMA MISURE VOLTE ALLA RIDUZIONE DELL'ESPOSIZIONE

Al verificarsi delle condizioni previste dall'art. 192 comma 2 si rende necessaria l'adozione di un programma di misure tecniche e organizzative volte a ridurre comunque l'esposizione al rumore, considerando in particolare quanto segue:

Misure di prevenzione e protezione	Fattibilità e programmazione intervento
Adozione di altri metodi di lavoro che implicano una minore esposizione al rumore	<i>Raccomandazione del DS e degli insegnanti. Se possibile utilizzo di sordine adeguate</i>
Scelta di attrezzature di lavoro adeguate, tenuto conto del lavoro da svolgere, che emettano il minor rumore possibile, inclusa l'eventualità di rendere disponibili ai lavoratori attrezzature di lavoro conformi ai requisiti di cui al titolo III, il cui obiettivo o effetto è di limitare l'esposizione al rumore;	<i>Non sono previste attrezzature di lavoro rumorose eucate per l'attività di educazione fisica (fittocrotti)</i>
Progettazione della struttura dei luoghi e dei posti di lavoro	<i>Il laboratorio di musica è già stato trattato per isolarlo verso l'esterno. Per evitare la riflessione delle onde sonore sono installati opportuni pannelli fonoassorbenti.</i>
Adeguate informazione e formazione sull'uso corretto delle attrezzature di lavoro in modo da ridurre al minimo la loro esposizione al rumore	<i>Sono svolti corsi di formazione ed informazione secondo quanto previsto dal D. Lgs n° 81/08.</i>
Adozione di misure tecniche per il contenimento: 1) del rumore trasmesso per via aerea, quali schermature, involucri o rivestimenti realizzati con materiali fonoassorbenti; 2) del rumore strutturale, quali sistemi di smorzamento o di isolamento	
Opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, del luogo di lavoro e dei sistemi sul posto di lavoro	<i>Non necessario</i>
Riduzione del rumore mediante una migliore organizzazione del lavoro attraverso la limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione e l'adozione di orari di lavoro appropriati, con sufficienti periodi di riposo.	<i>Limitare attività rumorose con utilizzo di sordine (se didatticamente possibile); e panderare il tono della voce.</i>

MISURE ORGANIZZATIVE E PROCEDURALI

Si **raccomanda**, in via cautelativa al Datore di Lavoro, di provvedere a comunicare l'esito del rapporto di valutazione al medico competente per adempiere agli obblighi previsti dalla normativa e fornire ai lavoratori una informazione preventiva "sul significato degli accertamenti sanitari" (ai sensi del Capo III Sezione V del D. Lgs. n° 81/08), in modo che gli stessi possano essere in grado di comprendere con cognizione di causa gli accertamenti previsti dal decreto in oggetto.

Il presente documento dovrà essere posto in visione al RLS e dovrà essere aggiornato quando sono modificate le condizioni di base e comunque ogni quattro anni.

Civitavecchia _____

Il tecnico incaricato

Il datore di lavoro

Per presa visione i lavoratori e/o R.L.S.

Per presa visione il medico competente

ALLEGATO I: CERTIFICATO DEL FONOMETRO DELTA OHM HD2019

Agostino Del Piano

D.Lgs. 81/08

Sicurezza



STUDIO TECNICO
RSPP Ing. A. Del Piano
CIVITAVECCHIA





CENTRO DI TARATURA LAT N° 185

Calibration Centre

Laboratorio Accreditato di Taratura

Sonora S.r.l.

Servizi di Ingegneria Acustica
Via dei Besaglieri, 9 - Caserta
Tel 0823 351196 - Fax 0823 351196
www.sonoracert.com - www@sonoracert.com



LAT N°185

Memero degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 1857889

Certificate of Calibration

Pagina 1 di 5
Page 1 of 5

- Data di Emissione: <i>date of issue</i>	2018/09/18
- cliente <i>customer</i>	Studio Tecnico Ing. Agostino Del Piano Via Filzi, 7 00053 - Civitavecchia (RM)
- destinatario <i>addressee</i>	Studio Tecnico Ing. Agostino Del Piano Via Filzi, 7 00053 - Civitavecchia (RM)
- richiesta <i>application</i>	305/18
- in data <i>date</i>	2018/09/18
- Si riferisce a: <i>Referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Calibratore
- costruttore <i>manufacturer</i>	Delta Ohm
- modello <i>model</i>	HD 9101
- matricola <i>serial number</i>	02024241
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2018/09/18
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	-

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 185 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT No. 185 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni di prima linea da cui trizica la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro

Head of the Centre


Ing. Ernesto MONACO



CENTRO DI TARATURA LAT N° 185

Calibration Centre

Laboratorio Accreditato di Taratura

Sonora S.r.l.

Servizi di Ingegneria Acustica

Me dei developer, 9 - Caserta

Tel 0823 351196 - Fax 0823 351196

www.sonoraef.com - sonora@sonoraef.com



LAT N°185

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/7889

Certificate of Calibration

Page 1 of 5
Pag. 1 of 5

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

In the following information is reported about:

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- description of the item to be calibrated (if necessary);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- technical procedures used for calibration performed;
- i campioni di prima linea da cui ha inizio la catena della riferibilità del Centro;
- reference standards from which traceability chain is originated in the Centre;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
- the relevant calibration certificates of those standards with the issuing body;
- luogo di taratura (se effettuata fuori dal laboratorio);
- site of calibration (if different from the Laboratory);
- condizioni ambientali e di taratura;
- calibration and environmental conditions;
- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.
- calibration results and their expanded uncertainty.

Strumenti sottoposti a verifica

Instrumentation under test

Strumento	Costruttore	Modello	Serie/Matricola	Classe
Calibratore	Delta Ohm	HD 9101	02024241	Classe 1

Normative e prove utilizzate

Standards and used test

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure: Calibratori - PR4 - Rev. 1/2016

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the Procedure:

Il gruppo di strumenti analizzato è stato verificato seguendo le normative: IEC 60942:2003 - EN 60942:2003 - CEI EN 60942:2003

The devices under test was calibrated following the Standards.

Catena di Riferibilità e Campioni di Riferimento - Strumentazione utilizzata per la taratura

Traceability and First Line Standards - Instrumentation used for the measurements

Strumento	Linea	Marca e modello	N. Serie	Certificato N.	Data Emiss.	Ente validante
Microfono Campone	T	B&K 4150	242880	6-0068-01	6/07/01	INRM
Mulinetro	T	Agilent 34407A	MY4 043722	LAT 08 52488	6/07/01	AVATRONIK
Batometro	T	Druck DPI 92	205275	0064-09-01	6/07/00	MAKA
Termoignetro	T	Testo 85	06857802	LAT 03 85L0006	6/07/00	CAMAR
Attenuatore	2°	ASC D01	C D01	LAT 85/7881	6/07/03	SONORA - PR 8
Analizzatore FFT	2°	NI 4474	82545A-01	LAT 85/7882	6/07/03	SONORA - PR 8
Alimentatore Microfonico	2°	Oras 12AA	42264	LAT 85/7885	6/07/03	SONORA - PR 9
Generatore	2°	Granville Research Group	0101	LAT 85/7880	6/07/03	SONORA - PR 7

Capacità metrologiche ed incertezze del Centro

Metrological abilities and uncertainties of the Centre

Grandezze	Strumento	Gamma Livelli	Gamma Frequenze	Incertezze
Livello di Pressione Sonora	Calibratore Multifrequenza	94 - 114 dB	215 - 9000 Hz	0,5 - 0,25 dB
Livello di Pressione Sonora	Calibratore Multifrequenza	94 - 114 dB	215 - 9000 Hz	0,05 dB
Livello di Pressione Sonora	Calibratore Acustico	94 - 114 dB	250 - 1000 Hz	0,2 dB
Livello di Pressione Sonora	Pistoni fono	94 dB	250 Hz	0,5 dB
Livello di Pressione Sonora	FFRi Banda 1/3 Ottava	25 - 90 dB	215 - 9000 Hz	0,28 - 2,00
Livello di Pressione Sonora	FFRi Banda 1/3 Ottava	25 - 90 dB	20 - 20000 Hz	0,28 - 2,00
Livello di Pressione Sonora	Fonometri	25 - 90 dB	215 - 9500 Hz	0,5 - 0,8 dB
Livello di Pressione Sonora	Fonometri	94 dB	250 Hz	0,5 dB
Sensibilità alla pressione acustica	Microfoni V62	114 dB	250 Hz	0,5 dB
Sensibilità alla pressione acustica	Microfoni Campone da 92	114 dB	250 Hz	0,2 dB

L' Operatore

Il Responsabile del Centro



CENTRO DI TARATURA LAT N° 185
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura

Sonora S.r.l.
 Servizio di Ingegneria Acustica
 Via dei Naviganti, 9 - Caserta
 Tel 0823 351196 - Fax 0823 351196
 www.sonorasrl.com - sonora@sonorasrl.com



LAT N°185

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/7889
Certificate of Calibration

Pagina 3 di 3
 Page 3 of 3

Condizioni ambientali durante la misura

Environmental parameters during measurement

Pressione Atmosferica 1011,3 hPa \pm 0,5 hPa (rif. 1011,3 hPa \pm 20,0 hPa)
 Temperatura 25,3 °C \pm 1,0 °C (rif. 23,0 °C \pm 3,0 °C)
 Umidità Relativa 50,2 UR% \pm 3 UR% (rif. 50,0 UR% \pm 10,0 UR%)

Modalità di esecuzione delle Prove

Direction for the testing

Sagli elementi sotto verifica vengono eseguiti misure acustiche ed elettriche. Le prove acustiche vengono effettuate tenendo conto delle condizioni fisiche di contorno e dopo un adeguato tempo di accoglimento o preaccoglimento degli strumenti. Le prove elettriche vengono invece eseguite utilizzando adattatori capacitivi di adeguata impedenza. Le unità di misura "dB" utilizzate nel presente certificato sono valori di pressione assoluta riferiti a 20 microPa.

Elenco delle Prove effettuate

Test List

Nelle pagine successive sono descritte le singole prove nei loro dettagli metodici e vengono indicati i parametri di prova utilizzati, i risultati ottenuti, le deviazioni riscontrate, gli scostamenti e le tolleranze ammesse dalla normativa considerata.

Codice	Denominazione	Revisione	Categoria	Complesso	Incertezza	Risultato
-	Ispezione Preliminare	2011-05	Generale	-	-	Superata
-	Rilevamento Ambiente di Misura	2011-05	Generale	-	-	Superata
PR 5.03	Verifica della Frequenza Generata 1/1	2016-04	Acustica	C	0,01 - 0,02 %	Classe 1
PR 5.01	Pressione Acustica Generata	2016-04	Acustica	C	0,09 - 0,12 dB	Classe 1
PR 5.05	Distorsione del Segnale Generato (THD+N)	2016-04	Acustica	C	0,42 - 0,42 %	Classe 1
10.8	Indice di Compatibilità (CM)	2011-05	Acustica	C	-	Non utilizzata

Dichiarazioni Specifiche per la Norma 60942:2003

- Per l'esecuzione della verifica periodica sono state utilizzate le procedure della Norma IEC 60942:2004-03.
- Non esiste documentazione pubblica comprovante che il calibratore ha superato le prove di validazione di Modello applicabili della IEC 60942:2003 Annex A.
- Il calibratore acustico ha dimostrato la conformità con le prescrizioni della Classe 1 per le prove periodiche descritte nell'Allegato B della IEC 60942:2003 per gli livelli di pressione acustica e le frequenze indicate alle condizioni ambientali in cui sono state effettuate le prove. Tuttavia, non essendo disponibile una dichiarazione ufficiale di un organismo responsabile dell'approvazione del modello, per dimostrare la conformità alle prescrizioni dell'Allegato A della IEC 60942:2003, non è possibile fare alcuna dichiarazione o trarre conclusioni relativamente alle prescrizioni della IEC 60942:2003.

L' Operatore

Il Responsabile del Centro

 Ing. Ernesto MARINO



CENTRO DI TARATURA LAT N° 185

Calibration Centre

Laboratorio Accreditato di Taratura

Sonora S.r.l.

Servizi di Ingegneria Acustica

Via dei Benagliai, 5 - Caserta

Tel 0823 351196 - Fax 0823 351195

www.sonoraef.com - www@sonoraef.com



LAT N°185

MEMBRO DEGLI ACCORDI DI MUTUO RICONOSCIMENTO EA, IAF ed IAC

Signatory of EA, IAF and IAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 1857889

Certificate of Calibration

Pagina 4 di 3

Page 4 of 3

-- Ispezione Preliminare

Scopo Verifica dell'integrità e della funzionalità del DUT.

Descrizione Ispezione visiva e meccanica.

Impostazioni Effettuazione del pre-impostamento del DUT con rispetto delle norme costruttive.

Letture Osservazione dei dettagli e verifica della conformità e del rispetto delle specifiche costruttive.

Note

Controlli Effettuati	Risultato
Ispezione Visiva	superato
Integrità meccanica	superato
Integrità funzionale (comandi, indicatori)	superato
Stato delle batterie, sorgente alimentazione	superato
Stabilizzazione termica	superato
Integrità Accessori	superato
Marcatura (mit. marca, modello, s/n)	superato
Manuale Istruzioni	superato
Stato Strumento	Condizioni Base

-- Rilevamento Ambiente di Misura

Scopo Rilevamento dei parametri fisici dell'ambiente di misura.

Descrizione Letture dei valori di Pressione Atmosferica Locale, Temperatura ed Umidità Relativa del laboratorio.

Impostazioni Attivazione degli strumenti strumenti necessari per le misure.

Letture Letture effettuate direttamente sugli strumenti (barometro, termometro ed igrometro).

Note

Riferimenti-Limiti: $P_{atm}=1013,25hpa \pm 20,0hpa$ - $T_{aria}=23,0^{\circ}C \pm 0,0^{\circ}C$ - $UR=60,0\% \pm 10,0\%$

Grandezza	Condizioni Iniziali	Condizioni Finali
Pressione Atmosferica	1011,2 hpa	1012,0 hpa
Temperatura	25,3 °C	25,4 °C
Umidità Relativa	50,2 UR%	50,3 UR%

PR 5.03 - Verifica della Frequenza Generata 1/1

Scopo Verifica della frequenza e livello di creazione acustica generato dal calibratore.

Descrizione Misurazione della frequenza del segnale proveniente dal microfono campione tramite il multimetro.

Impostazioni Collegamento della linea del microfono campione/ amplificatore/alimentatore microfono al multimetro digitale.

Letture Lettura diretta del valore della frequenza sul multimetro.

Note

Metodo: Frequenze Nominali

Freq.Nom.	@94dB	Deviaz.	@114dB	Deviaz.	Toll.C11	Toll.C12	Incert.	ToHC11inc	ToHC12inc
1k.Hz	992,91Hz	-0,71%	992,99Hz	-0,70%	0,0	+0,0%	0,0	-0,0%	0,0

PR 5.01 - Pressione Acustica Generata

Scopo Determinazione del livello di pressione acustica generato dal calibratore con il Metodo Insert Voltage.

Descrizione Fase 1: misurazione dell'ampiezza del segnale elettrico in uscita dalla linea Microfono campione/alimentatore e calibratore attivo. Fase 2: il livello del pre-amplificatore CV, un segnale inserito al generatore Lato da eguagliare quello fatto nella Fase 1.

Impostazioni Collegamento della linea Microfono campione/pre-amplificatore/alimentatore al multimetro digitale. Selezione manuale dell'insert Voltage (voltage insert).

Letture Livelli di tensione sul multimetro digitale nella Fase 1. Calcolo della pressione acustica in dB usando la sensibilità del microfono Campione. Overdue o omissione dei valori di pressione dovuta alla pressione atmosferica.

Note

L' Operatore

Il Responsabile del Centro



CENTRO DI TARATURA LAT N° 185

Calibration Centre

Laboratorio Accreditato di Taratura

Sonora S.r.l.

Servizi di Ingegneria Acustica

Via dei Benagliai, 9 - Caserta

Tel. 0823 351196 - Fax 0823 351196

www.sonoraef.com - sonora@sonoraef.com



LAT N°185

Member of Accord of Mutual Recognition EA, IAF and ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/7889

Certificate of Calibration

Pagina 3 di 5
Pag. 1 di 7

Metodo : Insert Voltage - Correzione Totale: 0,001 dB

F. Esatta Liv94dB Deviaz. F. Esatta Liv114dB Deviaz.

992,91Hz 94,05 dB 0,35 dB 992,99Hz 114,03 dB 0,03 dB

Insert. Tol. C11 Tol. C12 Tol. C11+12

0,0 dB 0,00 -0,40 0,00 -0,80 0,00 -0,20 dB

PR 5.05 - Distorsione del Segnale Generato (THD+N)

Scopo : Determinazione della Distorsione Armonica Totale (THD+N) al livello di pressione acustica generato dal calibratore.

Descrizione : Tramite analizzatore di spettro si verifica che il rapporto tra la somma dei livelli delle bande laterali e delle armoniche con il livello del segnale portante sia inferiore alla tolleranza stabilita.

Preparazione : Selezione del livello e della frequenza sul calibratore. Collegamento della linea Microfono, cinescopio/preamplificatore al medesimo all'analizzatore FFT.

Letture : Campionamento degli spettri con l'analisi FFT e calcolo della THD.

Note

Metodo : Frequenze Rilevate

F. Nominale F. Esatte @94dB F. Esatte @114dB

1kHz 992,9 Hz 0,94% 992,9 Hz 0,97%

Tol. C11 Tol. C12 Incert.

0,0 -0,0% 0,0 -0,0% 0,42% 0,0 -0,0%

L'Operatore

Ing. Antonio SANCARLO

Il Responsabile del Centro

Ing. Fulvio GRANARO

**CENTRO DI TARATURA LAT N° 185***Calibration Centre***Laboratorio Accreditato di Taratura****Sonora S.r.l.**

Servizi di Ingegneria Acustica

Via dei Serapenti, 9 - Caserta

Tel 0823 351196 - Fax 0823 351196

www.sonoraefm.com - sonora@sonoraefm.com



LAT N°185

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/7888*Certificate of Calibration*

Pagina 1 di 10

Page 1 of 10

- **Data di Emissione:** 2018/09/18
date of issue

- **cliente:** Studio Tecnico Ing. Agostino Del Piano
customer
Via Filzi, 7
00053 - Civitavecchia (RM)

- **destinatario:** Studio Tecnico Ing. Agostino Del Piano
addressee
Via Filzi, 7
00053 - Civitavecchia (RM)

- **richiesta:** 305/18
application

- **in data:** 2018/09/10
date

- Si riferisce a:
Referring to

- **oggetto:** Fonometro
item

- **costruttore:** Delta Ohm
manufacturer

- **modello:** HD 9019
model

- **matricola:** 2008030096
serial number

- **data delle misure:** 2018/09/18
date of measurement

- **registro di laboratorio:** -
laboratory reference

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 185 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT No. 185 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).

This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni di prima linea da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory; and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro

Head of the Centre

Ing. Ernesto MONACO

**CENTRO DI TARATURA LAT N° 185**

Calibration Centre

Laboratorio Accreditato di Taratura**Sonora S.r.l.**

Servizi di Ingegneria Acustica

Via dei Savignani, 9 - Caserta

Tel 0823 351296 - Fax 0823 351196

www.sonorasrl.com - sonora@sonorasrl.com



LAT N°185

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/7888

Certificate of Calibration

Pagina 2 di 10
Page 2 of 10

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

The following information is reported below:

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- description of the item to be calibrated (if necessary);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- technical procedures used for calibration performed;
- i campioni di prima linea da cui ha inizio la catena della riferibilità del Centro;
- reference standards from which traceability chain is originated in the Centre;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'ente che li ha emessi;
- the relevant calibration certificate of those standards with the issuing body;
- luogo di taratura (se effettuata fuori dal laboratorio);
- site of calibration (if different from the Laboratory);
- condizioni ambientali e di taratura;
- calibration and environmental conditions;
- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.
- calibration results and their expanded uncertainty.

Strumenti sottoposti a verifica*Instrumentation under test*

Strumento	Costruttore	Modello	Serie/Matricola	Classe
Fonometro	Delta Ohm	HD 9019	2005030096	Classe 1
Microfono	Mikrotech Gefell	MK 221	27421	WSZF
Preamplificatore	Delta Ohm	HD 9019 Preamp.	np	-

Normative e prove utilizzate*Standards and used tests*I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure: **Fonometri 60651 - PR 1 - Rev. 1/2016***The measurement results reported in this Certificate were obtained following the Procedures:*Il gruppo di strumenti analizzato è stato verificato seguendo le normative: **IEC 60651/804 - IEC 60651/804 - CEI 29/30***The devices under test was calibrated following the Standards:***Catena di Riferibilità e Campioni di Riferimento - Strumentazione utilizzata per la taratura***Traceability and First Line Standards - Instrumentation used for the measurements*

Strumento	Linea	Marca e modello	N. Serie	Certificato N.	Data Emiss.	Ente validante
Piatonolo Campione	F	GRAS 40AA	40946	T-0602-01	07/09/08	INRM
Multimetro	F	Agilent 34401A	M141043722	LAT 09 52489	07/03/08	AVATRONIK
Barometro	F	Druck DPI M2	255275	054-SP-B	07/03/08	WMA
Termometro	F	Testo GS	00057902	LAT 03 850008	07/03/08	CAMAR
Attenuatore	2°	ASC 101	C 001	LAT 05 7881	07/03/08	SONORA - PR 8
Generatore	2°	Stanford Research DS960	8701	LAT 05 7880	07/03/08	SONORA - PR 7
Calibratore Multifunzione	Aux	84K 4228	2433645	LAT 05 7887	07/03/08	SONORA - PR 5

Capacità metrologiche ed incertezze del Centro*Metrological abilities and uncertainties of the Centre*

Grandezze	Strumento	Gamme Livelli	Gamme Frequenze	Incertezze
Livello di Pressione Sonora	Calibratore Multifrequenza	94 - 114 dB	315 - 9000 Hz	0,5 - 0,25 dB
Livello di Pressione Sonora	Calibratore Multifrequenza	94 - 114 dB	315 - 9000 Hz	0,05 dB
Livello di Pressione Sonora	Calibratore Acustico	94 - 114 dB	250 - 1000 Hz	0,5 dB
Livello di Pressione Sonora	Piatonofono	94 dB	250 Hz	0,5 dB
Livello di Pressione Sonora	Filtri Bande 1/3 Ottava	25 - 90 dB	215 - 8000 Hz	0,25 - 2 dB
Livello di Pressione Sonora	Filtri Bande 1/2 Ottava	25 - 90 dB	20 - 20000 Hz	0,25 - 2 dB
Livello di Pressione Sonora	Foto metri	25 - 90 dB	315 - 2500 Hz	0,5 - 0,5 dB
Livello di Pressione Sonora	Fonometri	94 dB	250 Hz	0,5 dB
Sensibilità alla pressione acustica	Microfoni VAS	114 dB	250 Hz	0,5 dB
Sensibilità alla pressione acustica	Microfoni Campione da 12	114 dB	250 Hz	0,5 dB

L' Operatore

Ing. Paolo S. M. ...

Il Responsabile del Centro

Ing. Egidio MONICO

**CENTRO DI TARATURA LAT N° 185**

Calibration Centre

Laboratorio Accreditato di Taratura**Sonora S.r.l.**

Servizi di Ingegneria Acustica

Via del Serapiteo, 9 - Cavate

Tel 0323 351196 - Fax 0323 351196

www.pertec.it/lat185 - lat185@sonora.it



LAT N°185

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, DA ed ILAC

Signatory of EA, DA and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/7888

Certificate of Calibration

Pagina 3 di 10
Page 3 of 10**Condizioni ambientali durante la misura**

Environmental parameters during measurements

Pressione Atmosferica **1011,3 hPa ± 0,5 hPa** (rif. 1013,3 hPa ± 20,0 hPa)
 Temperatura **25,3 °C ± 1,0°C** (rif. 23,0 °C ± 3,0 °C)
 Umidità Relativa **50,3 UR% ± 3 UR%** (rif. 50,0 UR% ± 10,0 UR%)

Modalità di esecuzione delle Prove

Directions for the tests

Sugli elementi sotto verifica vengono eseguite misure acustiche ed elettriche. Le prove acustiche vengono effettuate tenendo conto delle condizioni fisiche al contesto e dopo un adeguato tempo di acclimatazione e preriscaldamento degli strumenti. Le prove elettriche vengono invece eseguite utilizzando adattatori capacitivi di adeguata impedenza. Le unità di misura "dB" utilizzate nel presente certificato sono valori di pressione assoluta riferiti a 20 microPa.

Elenco delle Prove effettuate

Test List

Nelle pagine successive sono descritte le singole prove nei loro dettagli esecutivi e vengono indicati i parametri di prova utilizzati, i risultati ottenuti, le deviazioni riscontrate, gli scostamenti e le tolleranze ammesse dalla normativa considerata.

Codice	Denominazione	Revisione	Categoria	Complesso	Incertezza	Bitto
-	Ispezione Preliminare	2011-05	Generale	-	-	-
-	Rilevamento Ambiente di Misura	2011-05	Generale	-	-	-
PR 1.01	Regolazione della Sensibilità	2016-04	Acustica	FPM	0,15 dB	-
PR 1.02	Risposta Acustica in Frequenza AE	2016-04	Acustica	FPM	0,20-0,60 dB	-
PR 1.03	Risposta Acustica in Frequenza MF	2016-04	Acustica	FPM	0,14-0,30 dB	-
PR 1.04	Rumore Autogenerato	2016-04	Elettrica	FP	6,0 dB	-
PR 1.04	Selettore Campi di Misura	2016-04	Elettrica	FP	0,11 dB	-
PR 1.05	Linearità Campi di Misura	2016-04	Elettrica	FP	0,11-0,11 dB	-
PR 1.05	Linearità Campi di Misura (*)	2016-04	Elettrica	FP	0,11-0,11 dB	-
PR 1.06	Ponderazioni in Frequenza	2016-04	Elettrica	FP	0,11-0,11 dB	-
PR 1.07	Passive Temporali (S.F.)	2016-04	Elettrica	FP	0,11-0,11 dB	-
PR 1.08	Rivelatore del Valore Efficace	2016-04	Elettrica	FP	0,11 dB	-
PR 1.09	Rivelatore del Valore di Picco	2016-04	Elettrica	FP	0,14 dB	-
PR 1.10	Media Temporale	2016-04	Elettrica	FP	0,11-0,11 dB	-
PR 1.11	Campo Dinamico agli Impulsi	2016-04	Elettrica	FP	0,11 dB	-
PR 1.12	Indicatore di Sovraccarico	2016-04	Elettrica	FP	0,10 dB	-

L' Operatore

Il Responsabile del Centro

Ing. Massimo MCMACO



CENTRO DI TARATURA LAT N° 185

Calibration Centre

Laboratorio Accreditato di Taratura

Sonora S.r.l.

Servizi di Ingegneria Acustica

Via dei Demagliesi, 9 - Caserta

Tel. 0823 251196 - Fax 0823 251196

www.sonora97.com - sonora@sonora97.com



LAT N°185

Member degli Accordi di Muto
Riconoscimento SA, SM and SAC

Signatory of SA, SM and SAC
Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 1857888

Certificate of Calibration

Pagina 4 di 10
Page 4 of 10

- - Ispezione Preliminare

Scopo Verifica dell'integrità e della funzionalità del OUT.

Descrizione Ispezione visiva e meccanica.

Impostazioni Effettuazione dei prelievi ambientali del DUT come prescritto dalla procedura.

Letture Osservazione dei dettagli e verifica della conformità e del rispetto delle specifiche costruttive.

Note

Controlli Effettuati	Risultato
Ispezione Visiva	superato
Integrità meccanica	superato
Integrità funzionale (comandi, indicatori)	superato
Stato delle batterie, sorgente alimentazione	superato
Stabilizzazione termica	superato
Integrità Accessori	superato
Marcatura (mis. matrici, modello, etc)	superato
Manuale Istruzioni	superato
Stato Strumento	Condizioni Buone

- - Rilevamento Ambiente di Misura

Scopo Rilevamento dei parametri fisici dell'ambiente di misura.

Descrizione Letture dei valori di Pressione Atmosferica Locale, Temperatura ed Umidità Relativa del laboratorio.

Impostazioni Attivazione degli strumenti strumenti necessari per le misure.

Letture Letture effettuate direttamente sugli strumenti (parametri, termometro ed igrometro).

Note

Riferimenti Livelli: P atm=1013,25hpa ±20,0hpa - T aria=23,0°C ±3,0°C - UR=50,0% ±10,0%

Grandezza	Condizioni Iniziali	Condizioni Finali
Pressione Atmosferica	1011,5 hpa	1011,5 hpa
Temperatura	25,3 °C	25,3 °C
Umidità Relativa	50,3 UR%	50,5 UR%

PR 1.01 - Regolazione della Sensibilità

Scopo Verifica e regolazione della sensibilità acustica del complesso fonometro-ritrofono. Calibrazione acustica della strumentazione.

Descrizione La prova viene effettuata mediante il ritrofono in regime armonico di frequenza 250 Hz e 200 Hz a 8 livelli compresa tra 64 e 204 dB tramite un calibratore acustico di classe 0 o 1. Se necessario la sensibilità dello strumento deve essere regolata e noted da ottenere l'indicazione dello livello di pressione acustica generata dal calibratore.

Impostazioni Ponderazione Ln (in alternativa A), Indicazione Lp (in alternativa La), Costante di tempo Fast (in alternativa Slow), Campo di misura principale.

Letture Letture sull'indicatore del fonometro. Non sono presenti tolleranze.

Note

Parametri	Valore	Livello	Letture
Frequenza Calibratore	250,00 Hz	Prima della Calibrazione	0,0 dB
Liv. Nominale del Calibratore	114,0 dB	Attivo Corretto	114,01 dB
		Fine di Calibrazione	114,0 dB

PR 1.02 - Risposta Acustica in Frequenza MF

Scopo Verifica della risposta in frequenza del fonometro da 250 Hz a 2000 Hz in base al 110 dB con il metodo del Calibratore Multifunzione.

Descrizione Metodo di segnali acustici sinusoidali di frequenza variabile in passi di 1/3 di ottava da 250 Hz a 2000 Hz tramite il Calibratore Multifunzione.

Impostazioni Ponderazione Ln (in alternativa A), Indicazione Lp (in alternativa La), Costante di tempo Fast (in alternativa Slow), Campo di misura principale.

Letture Letture dell'indicazione del fonometro, eventualmente corretta per ponderazione A.

Note

L' Operatore

Ing. Luigi SAMPERI

Il Responsabile del Centro

Ing. Renato MONACO



CENTRO DI TARATURA LAT N° 185

Calibration Centre

Laboratorio Accreditato di Taratura

Sonora S.r.l.

Servizi di Ingegneria Acustica

Via dei Remolati, 9 - Caserta

Tel 0823 351198 - Fax 0823 351196

www.sonoraf.com - sonora@sonoraf.com



LAT N°185

Membro degli Accordi di Riconoscimento IA, IAF and ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

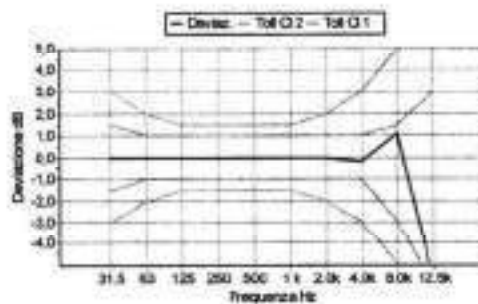
CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/7888

Certificate of Calibration

Pagina 5 di 10
Page 5 of 10

Metodo: Calibratore Multifunzione - Curva di Ponderazione: LN - Freq Normalizzazione: 1 kHz

Freq.	Lmt.	Pond.	FF-MF	Access.	Deviaz.	Tol. G1	Tol. G2
215 Hz	94,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	±15 dB	±0,0 dB
83 Hz	94,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	±10 dB	±0,0 dB
25 Hz	94,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	±10 dB	±15 dB
150 Hz	94,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	±10 dB	±15 dB
500 Hz	94,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	±10 dB	±15 dB
1k Hz	94,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	±10 dB	±15 dB
20k Hz	94,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	±10 dB	±2,0 dB
40k Hz	93,5 dB	0,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	-0,2 dB	±10 dB	±0,0 dB
80k Hz	93,1 dB	0,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	1,1 dB	-3,0 -15 dB	±0,0 dB
125k Hz	90,2 dB	0,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	-5,8 dB	-0,0 -0,0 dB	-MF -4,0 dB



PR 1.03 - Rumore Autogenerato

Scopo: Misura del livello di rumore del ricevitore autogenerato dal fonometro.

Descrizione: Si controlla l'ingresso del fonometro con l'impulso standard a capacità variabile modulato sul preamplificatore ritardato. La capacità deve essere percepibile e quella di riferimento.

Impostazioni: Ponderazione A, Indicazione Ln, Indicazione Leq, Costante di tempo Slow, Carica di massima sensibilità.

Letture: Letture dell'indicazione del fonometro. Non sono previste letture. Il valore letto deve essere riportato nel Rapporto di Prova.

Note:

Ponderazione	Livello Sonoro, Lp	Media Temporale, Leq
Curva I,IN	34,2 dB	37,5 dB
Curva A	15,3 dB	18,3 dB
Curva C	31,3 dB	33,5 dB

PR 1.04 - Selettore Campi di Misura

Scopo: Verifica del selettore dei campi di misura.

Descrizione: Applicazione di un segnale continuo sinusoidale di 1kHz con un livello pari al livello di pressione acustica di riferimento, allineando tutti i campi dello strumento in cui è possibile misurare il livello del segnale applicato.

Impostazioni: Ponderazione A, Indicazione Lp, Indicazione Leq, Costante di tempo Fast (in alternativa Slow), campo di misura Principale e campi Secondari.

Letture: La differenza tra l'indicazione del fonometro e il valore nominale del livello di segnale applicato e il valore ottenuto nella tabella.

Note:

Metodo: Livello di Differenza = 0,4 (1) dB

L' Operatore

Ing. Angelo S. (L.D.)

Il Responsabile del Centro

Ing. Angelo MONACO

**CENTRO DI TARATURA LAT N° 185***Calibration Centre***Laboratorio Accreditato di Taratura****Sonora S.r.l.**

Servizi di Ingegneria Acustica
 Via dei Serapenti, 9 - Caserta
 Tel 0823 352196 - Fax 0823 352196
 www.sonorat.com - sonora@sonorat.com



LAT N°185

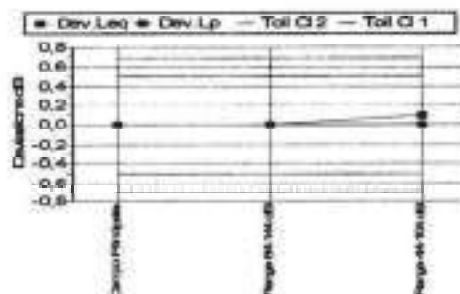
Member degli Accordi di Riconoscimento Reciproco EA, IAF ed ILAC

Signatory of DA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 1857888*Certificate of Calibration*

Pagina 6 di 10
 Page 6 of 10

Campo	Lim.Lp	Dev. Lp	Lim.Leq	Dev. Leq	Toll.C11	Toll.C12
Campo Principale	94,0 dB	0,0 dB	94,0 dB	0,0 dB	±0,5	±0,7
Range 84-144 dB	94,0 dB	0,0 dB	94,0 dB	0,0 dB	±0,5	±0,7
Range 44-104 dB	94,0 dB	0,0 dB	94,1 dB	0,1 dB	±0,5	±0,7

**PR 1.05 - Linearità Campi di Misura**

Scopo: Si controllano le caratteristiche di linearità del fonometro nei campi di misura Principale e Secondari.

Descrizione: Si inietta un segnale sinusoidale di frequenza fissa e di ampiezza variabile in passi di 5dB ad estremo degli estremi del campo, in cui la variazione è a passi di 1dB.

Ingresso al: Pondazione A, indicazione Leq (o se non è Integratore), Costante di tempo Fast (o alternativa Slow).

Letture: Indicazione del fonometro. Lo strumento deve indicare il valore corretto entro la tolleranza richiesta.

Note:

Metodo: Campo Principale con Liv. di Riferimento = 94,0 dB

L' Operatore

Il Responsabile del Centro



CENTRO DI TARATURA LAT N° 185

Calibration Centre

Laboratorio Accreditato di Taratura

Sonora S.r.l.

Servizi di Ingegneria Acustica

Via del Serapiteo, 9 - Caserta

Tel 0823 351196 - Fax 0823 351196

www.sonorasrl.com - sonora@sonorasrl.com



LAT N°185

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, UK and ILAC

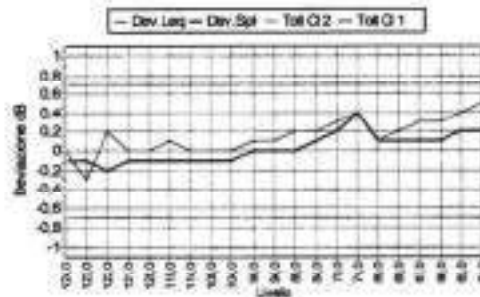
Signatory of EA, UK and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 1857888

Certificate of Calibration

Pagina 7 di 10
Page 7 of 10

Livello	Letto Spl	Letto Leq	Dev Spl	Dev Leq	Toll.C11	Toll.C12
64,0 dB	64,2 dB	64,5 dB	0,2 dB	0,5 dB	+0,7	+1,0
65,0 dB	65,2 dB	65,4 dB	0,2 dB	0,4 dB	±0,7	±1,0
66,0 dB	66,1 dB	66,3 dB	0,1 dB	0,3 dB	±0,7	±1,0
67,0 dB	67,1 dB	67,3 dB	0,1 dB	0,3 dB	±0,7	±1,0
68,0 dB	68,1 dB	68,2 dB	0,1 dB	0,2 dB	±0,7	±1,0
69,0 dB	69,1 dB	69,1 dB	0,1 dB	0,1 dB	±0,7	±1,0
74,0 dB	74,4 dB	74,4 dB	0,4 dB	0,4 dB	±0,7	±1,0
79,0 dB	79,2 dB	79,3 dB	0,2 dB	0,2 dB	+0,7	+1,0
84,0 dB	84,1 dB	84,2 dB	0,1 dB	0,2 dB	±0,7	±1,0
89,0 dB	89,0 dB	89,2 dB	0,0 dB	0,2 dB	±0,7	±1,0
94,0 dB	94,0 dB	94,1 dB	0,0 dB	0,1 dB	±0,7	±1,0
99,0 dB	99,0 dB	99,1 dB	0,0 dB	0,1 dB	±0,7	±1,0
104,0 dB	103,9 dB	104,0 dB	-0,1 dB	0,0 dB	+0,7	+1,0
109,0 dB	108,9 dB	109,0 dB	-0,1 dB	0,0 dB	±0,7	±1,0
114,0 dB	113,9 dB	114,0 dB	-0,1 dB	0,0 dB	+0,7	+1,0
119,0 dB	118,9 dB	119,1 dB	-0,1 dB	0,1 dB	±0,7	±1,0
120,0 dB	119,9 dB	120,0 dB	-0,1 dB	0,0 dB	±0,7	±1,0
121,0 dB	120,9 dB	121,0 dB	-0,1 dB	0,0 dB	+0,7	+1,0
122,0 dB	121,8 dB	122,2 dB	-0,2 dB	0,2 dB	±0,7	±1,0
123,0 dB	122,9 dB	122,7 dB	-0,1 dB	-0,3 dB	+0,7	+1,0
124,0 dB	123,9 dB	124,0 dB	-0,1 dB	0,0 dB	±0,7	±1,0



Metodo: Campi Secondari con Liv. di Riferimento = 94,0 dB

Campo	Riferimento	Letto Spl	Letto Leq	Dev Spl	Dev Leq	Toll.C11	Toll.C12
64-144 MIN	66,0 dB	66,0 dB	66,2 dB	0,0 dB	0,2 dB	±0,7	±1,0
64-144 MAX	142,0 dB	141,0 dB	142,0 dB	-0,5 dB	0,0 dB	±0,7	±1,0
64-64 MIN	66,0 dB	66,0 dB	66,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	±0,7	±1,0
64-64 MAX	100,0 dB	100,0 dB	100,0 dB	-0,1 dB	0,0 dB	±0,7	±1,0
24-64 MIN	26,0 dB	26,0 dB	27,0 dB	0,0 dB	1,0 dB	±0,7	±1,0
24-64 MAX	82,0 dB	82,1 dB	82,3 dB	0,1 dB	0,3 dB	±0,7	±1,0

L' Operatore

Il Responsabile del Centro

Ing. Enrico MICCÒ



CENTRO DI TARATURA LAT N° 185
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Sonora S.r.l.
 Servizi di Ingegneria Acustica
 Via dei Serapiti, 9 - Caserta
 Tel 0823 351196 - Fax 0823 351196
 www.sonora.it - sonora@sonora.it



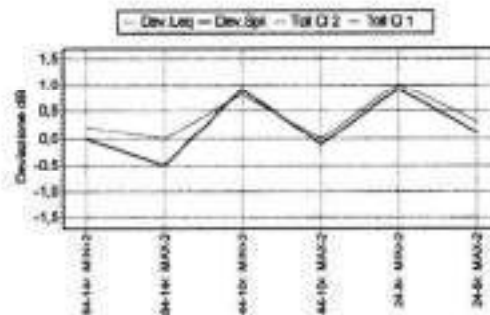
LAT N°185

Permetro degli Accordi di Mutual
 Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
 Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/7888
Certificate of Calibration

Pagina 8 di 10
 Page 4 of 10

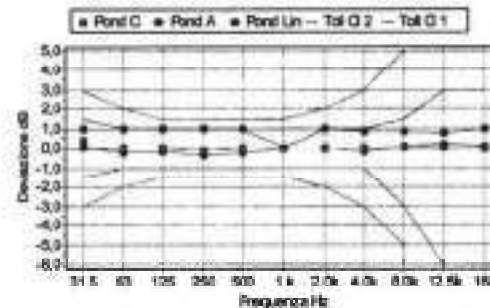


PR 1.06 - Ponderazioni in Frequenza

Scopo: Verifica della risposta in frequenza ponderata dello strumento nelle curve A, C, e in frequenza (spettro) nel campo da 31.5 Hz a 10000 Hz.
Descrizione: L'incrono viene affittato applicando un segnale da 31.5 Hz a 10000 Hz in passi di ottava con ampiezza variabile in modo opporto all'ampiezza da 100 (a 1000 Hz) valore al fondo scala -40 dB.
Impostazioni: Impostazioni Lp o Lac, Costanti di tempo Flat (in alternativa Slow), Campo di Misura Principale.
Lettura: L'indicazione del fenomeno coincide con la risposta del microfono e di eventuali accessori che entrano nella cella.
Note:

Metodo: Livello Ponderazione F

Frequenza	Levl. A	Pond. A	Dev. A	Levl. C	Pond. C	Dev. C	Levl. Lin	Pond. Lin	Dev. Lin	Tot. Q1	Tot. Q2
31.5 Hz	84,1 dB	-39,4 dB	0,1 dB	84,4 dB	-3,0 dB	0,4 dB	85,0 dB	0,0 dB	10 dB	±15	±3,0
63 Hz	83,5 dB	-25,2 dB	-0,2 dB	84,0 dB	-0,8 dB	0,0 dB	85,0 dB	0,0 dB	10 dB	±10	±2,0
125 Hz	83,9 dB	-8,1 dB	-0,1 dB	84,0 dB	-0,2 dB	0,0 dB	85,0 dB	0,0 dB	10 dB	±10	±1,8
250 Hz	83,7 dB	-6,6 dB	-0,3 dB	83,5 dB	0,0 dB	-0,1 dB	85,0 dB	0,0 dB	10 dB	±10	±1,6
500 Hz	83,8 dB	-3,2 dB	-0,2 dB	84,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	85,0 dB	0,0 dB	10 dB	±10	±1,5
1k Hz	84,5 dB	0,0 dB	0,0 dB	84,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	84,0 dB	0,0 dB	0,0 dB	±10	±1,5
2k Hz	84,5 dB	12,0 dB	0,0 dB	84,0 dB	-0,2 dB	0,0 dB	85,0 dB	0,0 dB	10 dB	±10	±2,0
4k Hz	83,5 dB	10,0 dB	-0,1 dB	84,0 dB	-0,8 dB	0,0 dB	84,5 dB	0,0 dB	0,0 dB	±10	±2,0
8k Hz	84,1 dB	-11,0 dB	0,1 dB	84,1 dB	-3,0 dB	0,1 dB	84,5 dB	0,0 dB	0,0 dB	-3,0 -15	±5,0
12.5k Hz	84,2 dB	-4,3 dB	0,2 dB	84,1 dB	-6,2 dB	0,1 dB	84,5 dB	0,0 dB	0,0 dB	-6,0 -10	-8,1 -15,0
16k Hz	84,1 dB	-6,9 dB	-0,1 dB	84,0 dB	-0,3 dB	0,0 dB	85,0 dB	0,0 dB	10 dB	±10	±2,0



L' Operatore

Il Responsabile del Centro



CENTRO DI TARATURA LAT N° 185
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Sonora S.r.l.
 Servizi di Ingegneria Acustica
 Via dei Romagnoli, 9 - Caserta
 Tel 0823 351196 - Fax 0823 351196
 www.sonorasrl.com - sonora@sonorasrl.com



LAT N°185

Membro degli Accordi di Mutual Recognition DA, IAF and ILAC
 Signatory of DA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/7888
Certificate of Calibration

Pagina 9 di 10
 Page 7 of 10

PR1.07 - Pesature Temporali (S,F,I)

Scopo: Verifica della caratteristica di risposta temporale con i costanti di tempo S, F, I.

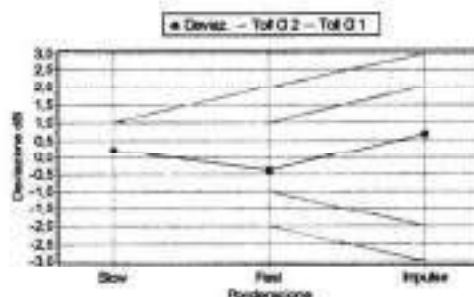
Descrizione: Viene verificata la risposta dello strumento a segnali trans d'onda. Fase 1: si invia un segnale sinusoidale continuo a 2000 Hz con livello 4 dB inferiore al fondo scala per Slow e Fast, e pari al fondo scala per Impulse. Fase 2: Applicazione di trans d'onda sinusoidali a 2000 Hz con i livelli sopra riferiti dalla durata temporale pari di F=200ms, S=500ms.
Impostazioni: Ponderazione A, Indicazione Lp, Mod Hold (in alternativa Lp), Campo di Misura Principale.

Letture: Indicatore del formetro. La differenza tra le indicazioni relative ai segnali trans d'onda ed al segnale continuo devono rientrare nelle tolleranze indicate.

Note:

Metodo: Livello di Riferimento = 124,0 dB

Ponderazioni	Risposta	Continuo	Trans	Deviazione	Toll.C11	Toll.C12
Slow	-4,1 dB	120,0 dB	116,1 dB	0,2 dB	+1,0	-2,0, +1,0
Fast	-1,0 dB	120,0 dB	118,6 dB	-0,4 dB	+1,0	+2,0
Impulse	-8,8 dB	124,0 dB	115,9 dB	0,7 dB	+2,0	+3,0



PR 1.08 - Rivelatore del Valore Efficace

Scopo: Verifica della caratteristica del rivelatore RMS.

Descrizione: La prova viene effettuata comparando la risposta dello strumento a trans d'onda con fattore di Cresta 2 con la risposta ad un segnale sinusoidale continuo avente lo stesso valore RMS. Fase 1: segnale sinusoidale continuo a 2000 Hz di ampiezza 2 dB inferiore al FS. Fase 2: trans d'onda sinusoidale a 2000 Hz con frequenza di ripetizione di 40 Hz e di
Impostazioni di: Ponderazione A, Indicazione Lp (in alternativa Lp), Costante di tempo Slow (in alternativa Fast), Campo di Misura Principale.

Letture: Lettura sull'indicatore dello strumento. Lo strumento deve sempre indicare il valore di riferimento nelle tolleranze indicate.

Note:

Metodo: Livello Ponderazione F

Segnale	Livello	Deviazione	Toll.C11	Toll.C12
Continuo	122,0 dB			
Ciclico	128,6 dB			
Letture	122,5 dB	0,5 dB	+0,5	+1,0

PR 1.09 - Rivelatore del Valore di Picco

Scopo: Verifica della caratteristica del rivelatore del valore di Picco.

Descrizione: Viene paragonata la risposta dello strumento ad ai segnali rettangolari di uguale valore di picco (100 ripetute FS) e durata differente (0 ms e 80 ms).

Impostazioni di: Ponderazione Lp, Indicazione Lp, modalità Peak-Hold, Campo di Misura Principale.

Letture: Lettura dell'indicazione del formetro. Lo strumento deve indicare sempre lo stesso valore entro le tolleranze di 2 dB.

Note:

L'Operatore

 Ing. Paolo SAMPEDRO

Il Responsabile del Centro

 Ing. Ernesto MAMMO

Metodo: Liv. di Riferimento = 116,5 dB

Segnale	Positivo	Negative	Toll.C11	Toll.C12
Impulso 10ms	119,3 dB	119,5 dB		
Impulso 100ms	119,5 dB	119,6 dB		
Deviazione	0,2 dB	0,1 dB	+2,0	+2,0

PR 1.10 - Media Temporale

Scopo Verifica del circuito integratore. La prova verifica la lettura relativa ad un segnale sinusoidale continuo con quelle relative a treni d'onda aventi lo stesso valore efficace e fatto di durata variabile.

Descrizione Viene inviato un segnale sinusoidale continuo a 4000 Hz ed ampiezza 20 dB superiore al limite inferiore del campo di misura Principale. Quindi si sostituisce a questo un segnale a treni d'onda con fattore di durata Y100 ed Y1000 il cui livello equivaleva esattamente a quello del segnale continuo.

Impostazioni Ponderazione A, Indicazione Liv, Campo di Misura Principale

Letture Indicazioni del fonometro. Lo strumento deve indicare sempre lo stesso valore entro le tolleranze stabilite.

Note

Segnale	Risposta	Liv.Teorico	Letture	Deviazione	Toll.C11	Toll.C12
Continuo			84,0 dB			
Rapp. 1/1000	-30,0 dB	114,0 dB	83,4 dB	-0,6 dB	+1,0	+1,5
Rapp. 1/10000	-40,0 dB	124,0 dB	83,5 dB	-0,5 dB	+1,0	+1,5

PR 1.11 - Campo Dinamico agli Impulsi

Scopo Verifica del circuito integratore. La prova verifica la lettura del circuito con segnali impulsivi di ampiezza elevata. Un segnale continuo di livello basso nella stessa banda di frequenza di dispositivi che disabilitano il circuito di integrazione.

Descrizione Viene applicato al fonometro un treno d'onda sinusoidale a 4000 Hz di durata 10 ms con un periodo di integrazione di 10 secondi. Il treno d'onda è sovrapposto a un segnale sinusoidale continuo di base avente ampiezza pari al limite inferiore del campo di misura Principale. Il livello di picco del treno d'onda deve superare il segnale continuo di base.

Impostazioni Ponderazione A, Indicazione Liv, Campo di Misura Principale

Letture Letture dell'indicazione sul fonometro. La lettura deve indicare il valore continuo. Non deve entro le tolleranze specificate.

Note

Segnale	Liv.Continuo	Liv.Teorico	Liv.Atteso	Letture	Deviazione	Tolleranze
Specifico Classe 1	64,0 dB	124,0 dB	94,0 dB	93,7 dB	-0,3 dB	+1,7

PR 1.12 - Indicatore di Sovraccarico

Scopo Verifica del corretto funzionamento dell'indicatore di sovraccarico.

Descrizione Fase 1 si invia un segnale costituito da treni d'onda di 11 dati a 2000 Hz con frequenza di ripetizione di 40 Hz con fattore di cresta 3, mantenendolo l'ampiezza fino al raggiungimento della saturazione di sovraccarico.

Impostazioni Ponderazione A, Indicazione Ip, Campo di Misura Principale, costante di tempo 50s.

Letture Indicazioni del fonometro. La lettura deve indicare il valore di riferimento di 124,5 dB entro le tolleranze stabilite.

Note

Metodo: Livello Ponderazione F

Fasi Verifica	Livello	Letture	Deviazione	Toll.C11	Toll.C12
Indic. Sovraccarico		123,0 dB			
Riferimento	122,0 dB	127,5 dB			
Verifica	124,5 dB	124,2 dB	-0,3 dB	+0,4	+0,6

L' Operatore



Il Responsabile del Centro



ALLEGATO II NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione di valutazione del rischio rumore è stata redatta seguendo i principi dettati dalla normativa cogente ed alla norme di buona prassi a cui tale normativa fa riferimento.

-Normativa di riferimento D. Lgs. n. 81/08 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

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

-UNI EN ISO 9612:2011 "Acustica. Determinazione dell'esposizione al rumore negli ambienti di lavoro. Metodo tecnico progettuale"

-UNI EN 458:2005 "Protettori dell'udito: raccomandazioni per la selezione, l'uso, la cura e la manutenzione"

Per la valutazione del rischio rumore, inoltre, si è tenuto conto delle Indicazioni operative fornite dal Coordinamento Tecnico Interregionale della Prevenzione nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome (CTIPLL), in collaborazione con l'ISPESL (Istituto Superiore per la Prevenzione E la Sicurezza del Lavoro).



STUDIO TECNICO
ING. A. DEL PIANO
VITAVECCHIA