

d-BA 2023

Rischi fisici nei luoghi di lavoro

Atti a cura di:
Silvia Goldoni, Angelo Tirabasso

Bologna, 10 ottobre 2023





Chiunque è autorizzato a riprendere parti di questo testo a patto di citare l'articolo con i relativi Autori ed il Volume con i suoi Curatori.

<http://www.ausl.mo.it/dsp/dba>

d-BA2023

Rischi fisici nei luoghi di lavoro

Convegno Nazionale promosso da:



In collaborazione con:

**Nell'ambito del XXIII Salone
della Salute e Sicurezza
nei luoghi di lavoro
BOLOGNA**



Bologna, 10 ottobre 2023

**Atti a cura di:
Silvia Goldoni, Angelo Tirabasso**



Rischi fisici nei luoghi di lavoro

PRESENTAZIONE

Questo volume raccoglie gli Atti del Convegno “**dBA2023 – Rischi fisici nei luoghi di lavoro**” che si è tenuto il 10 ottobre 2023 a Bologna, nell’ambito di Ambiente Lavoro 2023 - XXIII Salone della Salute e Sicurezza nei luoghi di lavoro.

Il Convegno è stato organizzato dalla *Regione Emilia Romagna*, Assessorato alla Sanità, dall’*Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena*, Dipartimento di Sanità Pubblica e dall’*INAIL*, Istituto Nazionale Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro.

Il convegno dBA2023 vuole mettere a disposizione degli attori aziendali della sicurezza e degli operatori della prevenzione conoscenze, esperienze e strumenti informativi utili ai fini della prevenzione e protezione da AGENTI FISICI in tutti i comparti lavorativi. Gli agenti di rischio di natura fisica sono tra i principali rischi per la salute nei luoghi di lavoro: i dati relativi ai lavoratori italiani soggetti alla sorveglianza sanitaria per gli agenti fisici, secondo i dati trasmessi all’Inail dai medici competenti, evidenziano infatti che alcuni milioni di lavoratori sono sottoposti a sorveglianza sanitaria a seguito di esposizione agli agenti fisici. Pertanto è di fondamentale importanza diffondere e condividere esperienze di studio e metodologie di rilevazione degli agenti fisici presenti nei luoghi di lavoro, di valutazione e controllo degli stessi, in relazione agli effetti sulla salute e sicurezza dei lavoratori, incluse le misure tecniche di prevenzione, le bonifiche e le misure di protezione.

Il Responsabile Scientifico
Silvia Goldoni

Indice generale

RELAZIONI

CRITICITÀ DEI DOCUMENTI DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO RUMORE E DEI PROGRAMMI AZIENDALI DI RIDUZIONE DELL'ESPOSIZIONE AL RUMORE: L'ESPERIENZA DELL'ORGANO DI VIGILANZA

Nicola Stacchini, Andrea Bogi, Francesco Picciolo, Iole Pinto

pag.1

PROBLEMATICHE SULLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA VIBRAZIONI; METODI DI MISURA E CORRETTO UTILIZZO DEI VALORI DI ESPOSIZIONE FORNITI DA BANCHE DATI E DAI COSTRUTTORI

Iole Pinto, Nicola Stacchini, Andrea Bogi, Francesco Picciolo

pag. 19

NORMATIVA TECNICA RUMORE E VIBRAZIONI – SEMPRE SULL'ONDA

Paolo Lenzuni

pag. 41

LA SORVEGLIANZA SANITARIA DEGLI ESPOSTI A RUMORE

Nicola Mucci, Antonio Baldassarre, Giulio Arcangeli

pag. 57

LA SORVEGLIANZA SANITARIA NEGLI ESPOSTI A VIBRAZIONI

Federico Ronchese, Massimo Bovenzi

pag. 65

CRITICITÀ DEI DOCUMENTI DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO RUMORE E DEI PROGRAMMI AZIENDALI DI RIDUZIONE DELL'ESPOSIZIONE AL RUMORE: L'ESPERIENZA DELL'ORGANO DI VIGILANZA

Nicola Stacchini(1), Andrea Bogi(1), Francesco Picciolo (2), Iole Pinto(3)

- (1) Azienda USL Toscana Sud Est Laboratorio di Sanità Pubblica – Siena
- (2) Università degli Studi di Siena – Dipartimento di Scienze Fisiche della Terra e dell'Ambiente
- (3) Già Dirigente Fisico presso Azienda USL Toscana Sud Est

INTRODUZIONE

Uno dei compiti del Laboratorio di Sanità Pubblica della Azienda USL Toscana Sud Est di Siena consiste nel fornire supporto tecnico alle attività di vigilanza svolte dalle Unità Funzionali di Prevenzione e Sicurezza sui Luoghi di Lavoro del territorio della Regione Toscana. In tale contesto è stato esaminato un campione di valutazioni del rischio di esposizione a rumore disponibili presso aziende operanti sul territorio della Regione Toscana, al fine di valutarne l'effettiva rispondenza agli obiettivi preventivi prescritti dalla vigente normativa e la conseguente attuazione delle misure di tutela minime prescritte dalla stessa.

LEGISLAZIONE

- Titolo VIII del D.Lgs. 81/2008
Capo II – “Protezione dei lavoratori contro i rischi di esposizione al rumore durante il lavoro”
- UNI EN ISO 9612:2011 “Acustica - Determinazione dell'esposizione al rumore negli ambienti di lavoro - Metodo tecnico progettuale”.
- UNI 9432:2011 “Acustica - Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro”.
- Indicazioni operative per la prevenzione del rischio da Agenti Fisici ai sensi del Decreto Legislativo 81/08 (Revisione 01:2021) del Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome Gruppo Tematico Agenti Fisici - INAIL – ISS.

METODI

L'analisi della qualità delle valutazioni del rischio rumore disponibili in azienda è stata condotta in relazione al conseguimento o meno degli obiettivi preventivi prescritti dal D.Lgs. 81/08, di seguito discussi.

Obiettivi della Valutazione del Rischio Rumore

Il documento redatto ai sensi dell'art. 28 del D.Lgs. 81/08 deve contenere sia una descrizione dello stato attuale della gestione della sicurezza nell'ambiente di lavoro, sia le procedure e le misure di prevenzione e protezione da mettere in atto per il controllo del rischio nei successivi quattro anni. Deve riuscire a fornire istruzioni alle differenti categorie di lavoratori presenti in azienda sulle corrette modalità di lavoro al fine del miglioramento nel tempo delle loro condizioni di salute e sicurezza.

È da considerarsi in merito che il Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome - Gruppo Tematico Agenti Fisici, in collaborazione con INAIL ed ISS, nel 2021 ha aggiornato il documento contenente le Indicazioni Operative per il rischio Rumore, reperibile in rete nella sezione rumore del Portale Agenti Fisici, sia come documento *pdf* che come FAQ, ricercabili per parole chiave.

Tale documento fornisce utili indicazioni, ai soggetti preposti alla prevenzione aziendale ed alla vigilanza, sui contenuti minimi della valutazione del rischio rumore, indispensabili per poter attuare gli obiettivi preventivi richiesti dalla normativa per tutelare i lavoratori dagli effetti avversi del rumore, sia per quanto concerne gli effetti uditivi che per gli effetti non uditivi del rumore, che possono essere estremamente rilevanti in molteplici realtà lavorative.

Nel seguito si riporta integralmente quanto contenuto nella FAQ *D.1* del documento, che recita:

D.1 Alla luce delle indicazioni del D.Lgs. 81/08, Capo II, come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica?

Il Documento redatto sotto la responsabilità del Datore di lavoro a conclusione della valutazione del rischio sulla base della Relazione Tecnica deve essere datato (con data certa o attestata) e contenere quanto indicato all'art.28 comma 2 del D.Lgs. 81/08 (ed in particolare identificare e suggerire le opportune misure di prevenzione e protezione da adottare con particolare riferimento alle norme di buona tecnica e alle buone prassi nonché il piano temporale delle azioni per la minimizzazione). Si fornisce di seguito uno schema di riferimento per la stesura della Relazione Tecnica, che dovrà essere redatta da "personale qualificato".

Attività lavorative ove il valore di azione L_{EX} 80 dB(A) o $L_{picco,C}$ 135 dB(C) è superato.

In tali casi la valutazione è condotta obbligatoriamente con misurazioni.

La Relazione tecnica dovrà indicare:

1. Contenuti generali della Relazione Tecnica

- Obiettivo della valutazione

- Luogo e data della valutazione / professionisti responsabili della valutazione
- Luogo / reparto di lavoro
- Caratterizzazione del luogo di lavoro con individuazione dei macchinari in grado di esporre a rischio rumore e dei cicli di lavoro che prevedono l'uso di macchinari rumorosi o esposizione a rumore
- Caratterizzazione dei macchinari che espongono a rumore (acquisire indicazioni riportate sui manuali di uso e manutenzione, dati costruttore, ecc.)
- Elenco delle mansioni dei lavoratori esposti per ragioni professionali o di gruppi omogenei
N.B. Le indicazioni fornite dal fabbricante in relazione alla prevenzione rischio rumore, incluse le modalità di installazione, corretto impiego e manutenzione del macchinario, se presenti nel manuale di istruzioni, e rilevanti ai fini della prevenzione del rischio rumore, devono necessariamente essere prese in considerazione e riportate nel documento di valutazione del rischio rumore.
- Valutazione della presenza delle condizioni di rischio indicate all'art.190, comma 1 (rumori impulsivi, ototossici, vibrazioni, ...).

2. Risultati

- Indicazione delle condizioni espositive (lavorazioni/sorgenti) oggetto della valutazione
- Durate espositive riferite a ciascuna sorgente in relazione alla giornata/settimana/settimana ricorrente a massimo rischio oggetto di valutazione (nel caso di utilizzo criterio semplificato ex art. 191 non necessario specificare)
- Risultati delle misurazioni di rumore (L_{Aeq} , L_{Ceq} , $L_{picco,C}$) con incertezze di misura riferito a ciascuna sorgente/postazione di misura
- Calcolo dei L_{EX} (giornalieri/settimanali) (nel caso di utilizzo criterio semplificato ex art. 191 non necessario il calcolo)
- Caratteristiche dei DPI-u da fornire ai diversi gruppi omogenei di lavoratori e valutazione dell'efficienza e dell'efficacia degli stessi nelle diverse modalità espositive (FAQ C.8)
- Valutazione dell'effettivo rispetto dei VLE (per $L_{EX} > 87$ dB(A) / $L_{picco,C} > 140$ dB(C)).

3. Conclusioni

Quadro sinottico del rischio con i dati acustici $-L_{EX}$ e $L_{picco,C}$ - dei lavoratori esposti ad oltre 80 dB(A) o 135 dB(C), con indicate le condizioni di rischio indicate all'art.190, comma 1 - rumori impulsivi, ototossici, vibrazioni.

Individuazione delle aree con $L_{Aeq} > 85$ dB(A) e/o $L_{picco,C} > 137$ dB(C).



Gli interventi che si propone siano messi in atto dall'azienda, con indicazione dei soggetti preposti all'attuazione ed al controllo degli stessi ed in particolare:

Per qualsiasi valore di esposizione: le procedure di corretta installazione, manutenzione, impiego e gestione di ciascun macchinario e dei dispositivi di protezione collettiva, schermature etc., in relazione alla riduzione ed al controllo dell'esposizione a rumore presso le differenti aree di lavoro, inclusi i protocolli di manutenzione preventiva e periodica, se di interesse ai fini del controllo dell'esposizione a rumore, anche sulla base di quanto riportato nel manuale di istruzioni ed uso di ciascun macchinario.

Nel caso di $L_{EX} > 85 \text{ dB(A)}$ / $L_{\text{picco,C}} > 137 \text{ dB(C)}$:

Programma di interventi tecnici specifici per la riduzione del rischio rumore (vedi FAQ D.3):

- Le caratteristiche tecniche specifiche dei DPI che si propone siano adottati nelle differenti condizioni espositive e per i diversi gruppi omogenei di lavoratori, le procedure di utilizzo degli stessi, le modalità di acquisto, sostituzione e manutenzione degli stessi;
- Il piano proposto per il miglioramento nel tempo dei livelli di sicurezza raggiunti;
- Le procedure di acquisto, impiego e gestione del parco macchine, mirate alla riduzione del rischio rumore;
- Le procedure per la segnalazione di condizioni di suscettibilità individuale da parte dei lavoratori;
- Scadenza / periodicità della valutazione del rischio professionale da esposizione a rumore, in relazione all'entità del rischio riscontrato ed e delle misure di tutela predisposte.

Le eventuali carenze della Relazione Tecnica andranno successivamente superate nel Documento di valutazione del rischio; si raccomanda pertanto ai Datori di lavoro (responsabili del processo di valutazione) di esplicitare con chiarezza il mandato al personale qualificato (particolarmente se esterno) e di verificarne i contenuti della prestazione.

Attività lavorative ove i valori di azione $L_{EX} 80 \text{ dB(A)}$ e $L_{\text{piccoC}} 135 \text{ dB(C)}$ non sono superati.

In questo caso le misurazioni del L_{Aeq} non sono obbligatorie. La Relazione Tecnica dovrà comunque indicare:

- Premessa (ditta, date, personale qualificato, strumentazione ...)

- Layout (planimetria e elenco macchinari/impianti; cicli produttivi e postazioni di lavoro.)
- Valutazione della presenza delle condizioni di rischio indicate all'art.190, comma 1 (ototossici, vibrazioni)
- Indicazione delle motivazioni che escludono il superamento dei valori di azione inferiori
- Strategie che il datore di lavoro mette in atto per:
 - Prevenire nel tempo la possibilità di superamento del L_{EX} 80 dB(A) / L_{piccoC} 135 dB(C) (prevenzione rischio apparato uditivo) nelle diverse condizioni di esercizio ed attività (es. manutenzioni, sostituzioni macchinari etc.), anche sulla base di quanto riportato nel manuale di istruzioni ed uso di ciascun macchinario.
 - Ridurre l'esposizione a rumore in relazione alla possibilità di insorgenza di effetti extra uditivi (art. 28; art 29; art. 190 comma 5) (VEDI FAQ C.16-C.20), al fine di perseguire le condizioni acustiche ottimali in ciascuna delle attività lavorative espletate in azienda (ai sensi di Art. 190 comma 1 punto g) e art. 190 comma 5) **con indicazione dei criteri acustici utilizzati ai fini del perseguimento di dette condizioni (vedi FAQ C.16-C.20)**
- Conclusioni con indicazioni specifiche per la riduzione del rischio.

RISULTATI

È stato esaminato un campione di circa trenta valutazioni del rischio rumore nei comparti agricoltura, edilizia, artigianato, trasporti.

Di seguito si riportano le principali criticità ricorrenti emerse.

Comparto Agricoltura

In tale comparto permangono criticità nella valutazione corretta del parametro $L_{ex,8h}$.

Le lavorazioni agricole comportano generalmente variabilità nelle esposizioni occupazionali al rumore, in relazione alle differenti stagioni dell'anno ed alle attività colturali in esse svolte.

Obiettivo primario della valutazione del rischio sarà dunque quello di consentire di mettere in atto le appropriate misure di tutela nelle diverse attività che espongono a rumore nel corso dell'anno.

Come richiamato dalla FAQ B.5 occorre innanzitutto ribadire che – nel caso di variabilità espositiva - il D.lgs. 81/2008, come già i precedenti D.lgs. 626/94 e D.lgs. 277/91, fa esplicito riferimento alla settimana come intervallo di tempo massimo sul quale valutare l'esposizione.

Solo in caso di cicli settimanali, il valore di L_{EX} da indicare in relazione e da adottare ai fini della classificazione dei lavoratori potrà essere quello della settimana ricorrente a massimo rischio.

Viceversa, nel caso di esposizioni molto variabili al rumore, così come per la maggior parte delle lavorazioni agricole, forestali edili, è possibile utilizzare i criteri semplificati di valutazione del rischio cui all'art.191 *Valutazione di attività a livello di esposizione molto variabile*.

Si riporta integralmente la FAQ C.16 in quanto di riferimento per questo tipo di lavorazioni, richiamando le corrette metodiche per una valutazione efficace e semplificata nel caso di esposizioni molto variabili al rumore.

C.16 Quali criteri per la valutazione del rischio in attività che comportano esposizioni molto variabili al rumore?

L'art.191 del D.lgs. 81/2008 prevede una valutazione semplificata per attività che comportano esposizioni variabili a rumore. In questa tipologia ricadono quelle attività non contraddistinte da modalità espositive costanti, né nell'arco della giornata né in quella settimanale, tali per cui la ricerca delle situazioni ricorrenti a massimo rischio risulterebbe non praticabile oppure si rivelerebbe oltremodo faticosa e dispendiosa, a fronte dell'individuazione di misure di tutela che possono essere correttamente messe in atto attuando quanto disposto dall'art. 191, di seguito riportato:

1. *Fatto salvo il divieto al superamento dei valori limite di esposizione, per attività che comportano un'elevata fluttuazione dei livelli di esposizione personale dei lavoratori, il datore di lavoro può attribuire a detti lavoratori un'esposizione al rumore al di sopra dei valori superiori di azione, garantendo loro le misure di prevenzione e protezione conseguenti e in particolare:*

- a) *la disponibilità dei dispositivi di protezione individuale dell'udito;*
- b) *l'informazione e la formazione;*
- c) *il controllo sanitario.*

In questo caso la misurazione associata alla valutazione si limita a determinare il livello di rumore prodotto dalle attrezzature nei posti operatore ai fini dell'identificazione delle misure di prevenzione e protezione e per formulare il programma delle misure tecniche e organizzative di cui all'articolo 192, comma 2.

2. *Sul documento di valutazione di cui all'articolo 28, a fianco dei nominativi dei lavoratori così classificati, va riportato il riferimento al presente articolo.*

Potrebbero ad esempio ricadere in tali tipologie di attività:

- lavorazioni in cantieri temporanei o mobili con attività molto diversificate (poco specializzate) e/o con uso di macchine rumorose;*
- lavorazioni nel settore dell'agricoltura ove si effettuino lavorazioni diversificate con ciclicità annuale e caratterizzate da periodi ad*

elevata esposizione a rumore (es.: lavorazioni con macchine agricole e forestali);

- lavorazioni dell'industria di trasformazione agro-alimentare collegate all'agricoltura (cantine, aziende per la lavorazione della verdura o della frutta ...);*
- lavorazioni che prevedono un uso discontinuo o saltuario di macchinari rumorosi.*

Lungi dal mettere in atto tale criterio semplificato, previsto dalla normativa all'art. 191, in numerose valutazioni del rischio rumore in agricoltura viene determinato il parametro $L_{EX,8h}$ ipotizzando un utilizzo nell'arco della stessa giornata di tutti i mezzi a disposizione in azienda, attribuendo a ciascun macchinario rumoroso durate espositive arbitrarie e soprattutto non realistiche e non coerenti con i criteri valutativi prescritti dalla normativa, ai fini della classificazione in fasce di rischio e dell'attuazione delle misure di tutela previste. In tabella 1 si riporta un esempio tipico di calcolo riscontrato nella maggior parte delle valutazioni esaminate.

Un livello di esposizione giornaliero a rumore così calcolato appare completamente irrealistico, in quanto nella buona parte delle lavorazioni dei terreni i mezzi agricoli sono utilizzati ciascuno per l'intera giornata lavorativa.

Qualora si volesse comunque effettuare il calcolo del $L_{EX,8h}$, e non ricorrere ai criteri semplificati previsti dalla normativa all'art. 191 precedentemente discussi, sarebbe opportuno assegnare un tempo di esposizione giornaliero "tipico" ad ogni mezzo, in ciascuna fase colturale, che tipicamente è di circa 6-7h effettive e calcolare il valore di $L_{EX,8h}$ associato all'impiego effettivo di ciascun mezzo nelle effettive giornate in cui questo è utilizzato, stimando, come ulteriore informazione utile ai fini preventivi, il numero annuo di giorni di utilizzo del mezzo in esame. Tale informazione sarà ad esempio utile al medico competente per valutare la periodicità dei controlli audiometrici o anche per decidere un adeguato piano di rinnovo del parco macchine ai fini della riduzione dell'esposizione a rumore. Il livello di esposizione giornaliero da attribuirsi al lavoratore ai fini della classificazione e dell'attuazione degli obblighi di legge conseguenti sarà comunque sempre il più elevato tra quelli esaminati, tipicamente $L_{EX,8h} > 85$ dBA.

Nonostante l'errore nel calcolo del $L_{EX,8h}$ rappresentato in tabella 1, è stato riscontrato che comunque le aziende effettuano alcuni degli adempimenti previsti per questa fascia di rischio, obbligo di DPI quando necessari, visite mediche annuali con audiometrie. Viceversa sono in genere del tutto carenti i piani di riduzione del rischio, come verrà discusso in seguito.

Tabella 1 – esempio di calcolo non corretto $L_{EX,8h}$ riscontrato in agricoltura

n.	Macchina Attrezzatura	Tempo espos. min	L_{eq} dBA	$L_{EX,8h}$ dBA	Incertezza dBA
1	Scavallante Pellenc 8290	90	78,8	84,4	± 1
2	Escavatore Hitachi XZ29U-3	25	81,2		
3	Trattore Gommato New Holland TN75N	45	80,1		
4	Trattore MC Cormick X4.70V	25	77,6		
5	Trattore Cingoli Goldoni Lander 75	30	89,3		
6	Trattore a Cingoli New Holland FIAT 60-85 VI	20	93,5		
7	Trattore Cingoli SAME Krypton F88	40	90,3		
8	Trattore Gommato Fendt 261	30	75,9		
9	Lavori Manuali	145	70,0		
10	Pause Fisiologiche	30	60,0		
Tempo di lavoro Totale:		480 min			

Comparto artigianato

Nel settore metalmeccanico e nel settore falegnamerie la redazione della valutazione è risultata in genere poco accurata; nella maggior parte dei rapporti esaminati non vengono specificate le diverse lavorazioni e non risulta chiara nemmeno la tipologia di utensili e macchinari impiegati in ciascuna lavorazione; spesso la descrizione si limita a definizioni scarse o gergali, quali ad esempio “frullino”, “moletta”, “scalpello”, ecc. Quasi sempre è assente una planimetria delle misure che permetta di capire l’esatta posizione di misura, indispensabile ai fini della replica e della programmazione di possibili interventi di bonifica acustica.

Raramente è presente un calcolo dell'incertezza, come specificato nella UNI EN ISO 9612:2011, quasi sempre viene assegnato un range di incertezza fisso.

Negli altri settori produttivi sostanzialmente i problemi si ripetono, molti argomenti come gli ototossici e i segnali di avvertimento sono trattati in maniera superficiale, mai si evidenziano e si valutano le problematiche specifiche.

Si riscontrano in genere diffuse carenze nei criteri di scelta dei DPI da utilizzarsi nell'impiego dei differenti macchinari.

Talvolta vengono individuati indifferentemente cuffie o inserti auricolari, in situazioni espositive in cui l'efficienza degli stessi non è garantita.

Per tutti i comparti esaminati è emerso che in genere non viene quasi mai redatto un piano aziendale di riduzione del rischio concreto ed efficace; sono in genere presenti generiche affermazioni sull'intento di prestare attenzione al rumore nell'acquisto di nuove attrezzature, senza specificarne peraltro le modalità previste. In merito carenze diffuse si riscontrano nella individuazione delle procedure di manutenzione, impiego e gestione di ciascun macchinario ai fini della riduzione dell'esposizione a rumore, dei dispositivi di protezione collettiva (es. impiego di schermi, manutenzione cabine etc.) ed assenza di protocolli di manutenzione preventiva e periodica di interesse ai fini del controllo dell'esposizione a rumore, anche sulla base di quanto riportato nel manuale di istruzioni ed uso di ciascun macchinario. Tale criticità appare particolarmente rilevante considerato che il programma di interventi tecnici specifici per la riduzione del rischio rumore è obbligatorio nel caso di $L_{EX,8h} > 85$ dB(A).

Talvolta macchinari che potrebbero risultare poco rumorosi – con L_{eq} dichiarati dal produttore inferiori ad 80 dBA – risultano particolarmente rumorosi - con $L_{eq} > 85-87$ dBA, a causa di banali carenze manutentive. Nell'ambito della valutazione del rischio raramente vengono presi in esame i livelli ottimali di emissione del macchinario, come dichiarati dal produttore nel manuale di istruzioni ed uso o desumibili da banche date per macchinari analoghi, né sono presi in esame i valori riscontrati in precedenza per lo stesso macchinario, dati questi fondamentali per perseguire l'obiettivo della riduzione ed ottimizzazione dell'esposizione a rumore, sia individuale che collettiva, che rappresenta la principale finalità della valutazione del rischio rumore.

Sono infine presenti, anche se fortunatamente non frequenti, errori di misura del rumore. Segnaliamo un caso eclatante di errore di misurazione riscontrato nel corso dell'indagine. Nel rapporto di valutazione di una falegnameria i valori di esposizione erano molto inferiori agli abituali livelli riscontrabili in quel tipo di lavorazioni: i livelli L_{eq} misurati in prossimità di pialle, toupie, seghe a nastro erano tutti ampiamente inferiori a 60 dBA. In questo caso abbiamo esaminato anche la strumentazione impiegata e

verificato se fosse stata o meno sottoposta a taratura periodica presso un centro LAT Accredia. La criticità era stata di natura tecnica: il misuratore aveva effettuato la calibrazione con un calibratore con valore di emissione di 94dB mentre sul fonometro era impostato un valore atteso di 114dB, pertanto le misure erano sottostimate esattamente di 20 dB. A seguito della segnalazione di tale criticità le misure sono state ripetute effettuando correttamente la procedura di calibrazione del fonometro da parte del tecnico che ha ripetuto le valutazioni e i valori sono risultati in accordo con i valori tipici per questo tipo di macchine.

Ovviamente tale errore ha prodotto una grave sottostima del rischio espositivo a rumore e gravi carenze nella messa in atto delle misure di tutela previste per i lavoratori esposti a rumore.

Comparto trasporti e terziario

Sono molto diffusi rapporti di valutazione del rischio nei comparti dei trasporti, nel terziario, in ambito sanitario e scolastico in cui viene valutato unicamente il parametro $L_{EX,8h}$. Questo in genere risulta inferiore ad 80 dBA e conseguentemente il rischio rumore viene considerato in tali contesti “trascurabile”.

Si ricorda in merito che è ben noto che il rumore - anche a livelli inferiori alle soglie di insorgenza del danno uditivo ($L_{EX,8h}$ 80 dB(A)) - può interferire con le attività mentali che richiedono attenzione e concentrazione, può indurre affaticamento e calo di attenzione, incrementando il rischio di disattenzione e di incidenti nelle attività lavorative. Livelli espositivi superiori a 80 dB(A) di L_{Aeq} riducono i riflessi istintivi in risposta a situazioni di pericolo, con potenziali ricadute in termini di sicurezza.

Per quanto riguarda gli ambienti scolastici ricordiamo che la parola è comprensibile al 100% con livelli di rumore di fondo intorno a 45 dB(A) di L_{Aeq} . Per livelli superiori ai 55 dB(A) di L_{Aeq} di livello di fondo (livello medio raggiunto dalla voce umana non alterata) è necessario incrementare il tono della voce.

L'eccessivo rumore di fondo interferisce con la capacità di concentrazione ed induce a comunicare con tono di voce alterato, contribuendo di conseguenza ad innalzare il rumore di fondo dell'ambiente e determinando affaticamento e possibili effetti avversi sull'apparato fonatorio. Tali effetti si riscontrano tipicamente tra gli insegnanti e in tutte le attività lavorative che comportano un sovraccarico della voce. Il rumore di fondo presente nell'ambiente o un ambiente acusticamente non idoneo può comportare un incremento di rischio per l'insorgenza di tali effetti.

In tali casi i metodi di misura non sono contenuti nel titolo VIII capo II del D. Lgs. 81/08, cioè il $L_{EX,8h}$ non è l'appropriato descrittore del rischio, ma sono da valutarsi altri parametri acustici, in relazione alla specifica attività svolta. Tali criteri sono riportati nelle Indicazioni Operative sul rischio

Rumore pubblicate dal Coordinamento Tecnico delle Regioni e delle Provincie Autonome, in particolare segnaliamo le FAQ C.17 (criteri comfort), C.18 (mezzi di trasporto), C.19 (Ambienti scolastici), C.20 (strutture sanitarie e laboratori), C.21 (uffici).

FOGLIO DI CALCOLO SUL PORTALE AGENTI FISICI

Molto spesso nell'esaminare le valutazioni del rischio rumore non è chiaramente desumibile l'algoritmo di calcolo utilizzato e la presentazione dei risultati è molto varia; nella fase di vigilanza quando sono stati chiesti chiarimenti, alcuni tecnici che effettuano le valutazioni hanno mostrato lacune tecniche e scarsa padronanza degli strumenti di calcolo utilizzati. A tal fine è stato realizzato un calcolatore del $L_{EX,8h}$ sul Portale Agenti Fisici dove gli utenti possono valutare il valore del $L_{EX,8h}$ a partire dai risultati delle proprie misure.

Immagine 1 – Calcolo – opzione 1: l'utente inserisce media e deviazione standard delle misure effettuate

Sono disponibili media e deviazione standard?
 Sì No

Note/descrizione Mansione

Mostra un esempio

#	Postazione di misura (compito)	$L_{Aeq,T}$ dB(A)	Dev. St. dB(A)	$L_{Ceq,T}$ dB(C)	$L_{Aeq,C}$ dB(C)	Tempo (min)
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

+ Aggiungi un'altra riga per il calcolo

Incertezza sul valore di taratura dB
(come da certificato LAT)

CALCOLA

Con il calcolatore è possibile effettuare il calcolo del livello di esposizione giornaliera al rumore ($L_{EX,8h}$) a partire dai livelli di rumore misurati nelle singole postazioni lavorative e dai tempi di occupazione di queste. Il calcolatore fornito utilizza la strategia di misurazione basata sui compiti descritta nella norma UNI EN ISO 9612:2011.

Immagine 2 – Calcolo - opzione 2: l'utente inserisce 3 ripetizioni delle misure: media e deviazione standard vengono calcolate online

Sono disponibili media e deviazione standard?

Sì No

Note/descrizione Mansione

Mostra un esempio

#	Postazione di misura (compito)	L _{eq,T} dB(A)			L _{eq,T} dB(C)			L _{eq,C} dB(C)			Tempo (min)
		Misura 1	Misura 2	Misura 3	Misura 1	Misura 2	Misura 3	Misura 1	Misura 2	Misura 3	
1	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>									
2	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>									
3	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>									
4	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>									
5	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>									

+ Aggiungi un'altra riga per il calcolo

Si premette che il calcolo dell'esposizione giornaliera è applicabile unicamente nell'ambito della valutazione del rischio per l'apparato uditivo, ai sensi del Titolo VIII Capo II del D.lgs. 81/08. Non è applicabile per la valutazione dei rischi non uditivi e dei rischi per la sicurezza derivanti dall'esposizione a rumore, per i quali sono da applicare differenti metriche e criteri valutativi, come specificato nelle Linee di Indirizzo Coordinamento Interregionale – Inail - ISS inerenti il rischio rumore, in particolare la FAQ C.17.

CONFRONTO CON I LIMITI DI LEGGE

Risulta fondamentale che il confronto con i valori di azione e il valore limite di esposizione di legge avvenga usando il livello di esposizione giornaliera combinato con l'incertezza estesa.

Il metodo suggerito dall'allegato E della norma UNI 9432:2011 per tener conto dell'incertezza di misura è quello di sommare al valor medio l'incertezza estesa (calcolata con intervallo di confidenza del 95%, ovvero pari a 1,65 volte l'incertezza totale) e di assumere le azioni di prevenzione e protezione basandosi sul valore così ottenuto (confronta [FAQ B.3](#)).

Immagine 3 - Calcolo del $L_{EX,8h}$

$L_{p,eq}$, livello di esposizione giornaliera al rumore ai sensi del DL81/08	Livello $L_{EX,8h}$ dB(A)	Incertezza estesa dB(A)	Livello esposizione giornaliera Risultante da utilizzarsi ai fini della classificazione
	80,3	1,2	81.5
Superiore al valore inferiore di azione			

	L_{plccoc} (dB(C))
Livello di pressione acustica di picco	140

Messaggio orario: Tempo totale inferiore a 8 ore

CALCOLO DELL'EFFICIENZA DEI DPI

A seguito della valutazione del livello di esposizione giornaliera al rumore ($L_{EX,8h}$) è possibile continuare con il calcolo dell'efficienza dei dispositivi di protezione individuali (DPI) tramite metodo SNR. L'acronimo SNR sta ad indicare Sound Noise Reducer e rappresenta il coefficiente di attenuazione che fornisce il produttore dei DPI.

Per ogni singolo compito con un livello di rumore superiore a 80 dBA il livello di esposizione a DPI indossati viene calcolato a partire dal livello di pressione sonora equivalente ponderato C, $L_{Ceq,Tm}$ tramite la seguente espressione:

$$L_{p,A,eq,Tm} = L_{p,C,eq,Tm} - \beta \times SNR$$

Immagine 4 – fase di calcolo DPI

Vuoi continuare il calcolo di efficienza dei DPI? SI No

DPI	SNR	Tipologia	Fattore β
Opzione 1	29	Cuffie (β 0.75)	0.75
Opzione 2	28	Tappi (β 0.3)	0.5
Opzione 3	23	Archetti (β 0.15)	0.3

Per gli inserti auricolari personalizzati con calco si suggerisce di utilizzare il fattore 0,5 in assenza di dati sperimentali di efficienza.

CALCOLA

	Opzione DPI 1	Opzione DPI 2	Opzione DPI 3
Prestazione di misura (completo)	$L_{p,A} = L_{Ceq,T} - SNR \cdot \beta$ EFFICIENZA	$L_{p,A} = L_{Ceq,T} - SNR \cdot \beta$ EFFICIENZA	$L_{p,A} = L_{Ceq,T} - SNR \cdot \beta$ EFFICIENZA
Quadro comandi	60,6 Iperprotezione	68,4 Accettabile	75,5 Accettabile
Postazione fresa	63 Iperprotezione	70,7 Adeguata	77,8 Accettabile
Pressa	60,8 Iperprotezione	66,6 Accettabile	75,7 Accettabile
Postazione controllo	73,4	73,4	73,4
Pause	65	65	65

Risultato DPI	Livello " $L_{EX,8h}$ " dB(A)	Incertezza estesa	Livello esposizione dB(A)
Con DPI opzione 1	65,2	1,3	66,5
Con DPI opzione 2	69,4	1,2	70,6
Con DPI opzione 3	75,5	1,2	76,7

INCERTEZZA

Per il calcolo dell'incertezza, u_{tot} , sono richieste l'incertezza strumentale data dall'incertezza sul valore di taratura del fonometro in base al certificato LAT (Laboratorio di Taratura Accreditato) e l'incertezza derivante dalla ripetibilità delle misure. Le due incertezze si combinano in somma quadratica come nell'equazione seguente:

$$u_{tot}^2 = \sum_{i=1}^N u_i^2$$

L'incertezza estesa è calcolata con un fattore di copertura $k= 1,645$, che assicura un livello di confidenza, a fini protezionistici, del 95%.

L'incertezza strumentale, se non diversamente specificato dall'utente, è considerata essere pari a 0,7 dB. Per l'incertezza relativa alle misurazioni il calcolatore valuta in maniera numerica la variazione del $L_{EX,8h}$ a partire da una variazione del livello $L_{p,A,eq,Tm}$ di $\pm u(L_{p,A,eq,Tm})$ dove $u(L_{p,A,eq,Tm})$ è la deviazione standard associata ad ogni singolo compito. Tale deviazione standard (espressa in dBA) può essere immessa direttamente dall'utente oppure viene calcolata, insieme alla media, a partire da 3 misurazioni del livello di esposizione effettuate per ogni compito lavorativo. La scelta viene effettuata prima dell'immissione dei dati nel momento in cui viene richiesto all'utente se sono disponibili media e deviazione standard.

Per una valutazione di tipo cautelativo, l'incertezza sul tempo di esposizione per singolo lavoratore non viene presa in considerazione perché si richiede che la durata sia quella dello scenario peggiore (tempo di esposizione maggiore).

CONCLUSIONI

Nel presente lavoro sono state analizzate alcune criticità riscontrate nelle valutazioni del rischio rumore durante l'attività di vigilanza delle Unità Funzionali di Prevenzione e Sicurezza sui Luoghi di Lavoro del territorio della Regione Toscana.

Da quanto esposto emerge che, nonostante la normativa inerente alla prevenzione del rischio rumore sia in vigore nel nostro paese da più di trenta anni, sono presenti ancora importanti criticità sia nel metodo di calcolo del livello di rischio che nella sua valutazione e gestione. La valutazione dei rischi non uditivi del rumore è in genere ancora ignorata o effettuata in maniera scorretta.

Alla luce di quanto evidenziato appare che è richiesto un particolare impegno nel colmare le lacune valutative da parte di tutti gli attori che hanno un ruolo nella prevenzione, sia dal lato dei datori di lavoro che da quello della vigilanza. Infatti è indubbio che più i controlli da parte della vigilanza sono in grado di far emergere i punti deboli delle valutazioni, maggiore sarà l'attenzione posta nella valutazione del rischio da parte dei tecnici incaricati

dalle aziende ai fini di un efficace conseguimento degli obiettivi preventivi previsti dalla vigente normativa.

Al fine di contribuire a superare alcune delle criticità riscontrate nel calcolo del $L_{EX,8h}$ e nella scelta dei DPI, è stato pubblicato sul Portale Agenti Fisici un calcolatore del L_{EX8h} , unitamente ad un calcolatore che consente una rapida valutazione dell'efficienza dei DPI e ne guida la scelta in relazione ai livelli espositivi riscontrati, descritti brevemente nel presente lavoro.



BIBLIOGRAFIA

- [1]. Titolo VIII del D.lgs. 81/2008 *Capo II* – “Protezione dei lavoratori contro i rischi di esposizione al rumore durante il lavoro”.
- [2]. UNI EN ISO 9612:2011 “Acustica - Determinazione dell'esposizione al rumore negli ambienti di lavoro - Metodo tecnico progettuale”.
- [3]. UNI 9432:2011 “Acustica - Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro”.
- [4]. Indicazioni operative per la prevenzione del rischio da Agenti Fisici ai sensi del Decreto Legislativo 81/08 (Revisione 01:2021) del Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome Gruppo Tematico Agenti Fisici - INAIL - ISS.



PROBLEMATICHE SULLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA VIBRAZIONI; METODI DI MISURA E CORRETTO UTILIZZO DEI VALORI DI ESPOSIZIONE FORNITI DA BANCHE DATI E DAI COSTRUTTORI

Iole Pinto(1), Nicola Stacchini(2), Andrea Bogi(2), Francesco Picciolo(3)

- (1) Già Dirigente Fisico presso Azienda USL Toscana Sud Est
- (2) Azienda USL Toscana Sud Est Laboratorio di Sanità Pubblica – Siena
- (3) Università degli Studi di Siena – Dipartimento di Scienze Fisiche della Terra e dell' Ambiente

INTRODUZIONE

La direttiva 2002/44/CE dell'Unione europea “direttiva vibrazioni” recepita in Italia inizialmente con il D.lgs. 187/2005 e successivamente con D.lgs. 81/2008 al Titolo VIII Capo III ha introdotto, a livello comunitario, prescrizioni minime di protezione dei lavoratori esposti ai rischi derivanti dalle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (HTV) e al corpo intero (WBV). In essa si individuano specifici obblighi dei datori di lavoro in relazione alla valutazione dei rischi associati all'impiego di macchinari che espongono a vibrazioni, stabilendo i criteri, le modalità valutative e le misure da adottare per ridurre e tenere sotto controllo gli effetti sulla salute e sulla sicurezza derivanti dall'esposizione alle vibrazioni.

A seguito dell'entrata in vigore della Direttiva è stata emanata nel 2007 a cura della Commissione Europea una Guida non vincolante alle buone pratiche per l'applicazione della direttiva, con l'obiettivo di facilitare le aziende ad individuare i pericoli connessi con le vibrazioni, a valutare i rischi e a definire le misure volte a salvaguardare la salute e la sicurezza dei lavoratori esposti a tali rischi. Con gli stessi obiettivi e tenendo conto dei contenuti di tali linee guida europee, nel 2009 il Coordinamento Tecnico delle Regioni e Province Autonome, di concerto con INAIL ed ISS ha pubblicato le prime Indicazioni operative sul D.lgs. 81/08 Titolo VIII Capo III.

Tali indicazioni operative sono state recentemente aggiornate con la pubblicazione del documento “Decreto Legislativo 81/2008 Protezione dei lavoratori dai rischi da Agenti Fisici– Indicazioni Operative”, approvato dal Gruppo Tecnico Interregionale Prevenzione Igiene e Sicurezza sui Luoghi di Lavoro il 21/07/21 (3), con l'obiettivo di contribuire a rispondere ad alcune problematiche ancora frequentemente riscontrabili in tema di valutazione e prevenzione del rischio vibrazioni.

Nel corso dei lavori del Gruppo Tematico Agenti Fisici che ha elaborato l'aggiornamento delle Indicazioni Operative (3) è emerso infatti che i risultati conseguiti nell'applicazione della direttiva vibrazioni non appaiono in molti casi soddisfacenti sotto il profilo dell'efficace riduzione dei rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori esposti a vibrazioni, a fronte del proliferare di rapporti valutativi incentrati unicamente sull'identificazione dell'esposizione e sul confronto con i valori di azione. Spesso vengono erroneamente considerate "sicure" o "trascurabili" esposizioni al di sotto dei valori di azione, ed in questi casi non vengono attuate misure minime tese alla riduzione ed al controllo di tutti i fattori che concorrono ad incrementare il rischio espositivo, che in genere permane elevato, e ciò spesso per l'assenza di interventi di miglioramento delle modalità operative e dell'ergonomia delle lavorazioni con l'impiego di macchinari vibranti.

Spesso nell'acquisto o noleggio di macchinari che espongono a vibrazioni la situazione espositiva dei lavoratori subisce un drastico peggioramento per l'assenza di procedure di acquisto e noleggio che tengano conto dell'obiettivo di ridurre al minimo l'esposizione a vibrazioni dei lavoratori. I valori di vibrazioni rilevati in campo risultano talvolta eccessivamente elevati per la tipologia di macchinari impiegati, in quanto in sede di valutazione del rischio non si tiene minimamente conto dell'attuazione di idonei programmi manutentivi dei macchinari che espongono a vibrazioni, e in molti casi, i lavoratori non sono addestrati sulla corretta regolazione dei macchinari ai fini della riduzione dell'esposizione, in quanto questi aspetti non sono affrontati nel rapporto di valutazione dei rischi.

Tale approccio valutativo, oltre ad essere difforme da quanto prescritto dalla normativa, comporta rilevanti rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori che utilizzano macchinari vibranti e conseguenti patologie professionali o infortuni generalmente correlabili alle omissioni di adeguate misure di tutela ed al controllo del rischio vibrazioni. Nell'ambito del presente lavoro si illustrano alcuni dei contenuti delle Linee di Indirizzo (3) volti a rispondere alle principali problematiche riscontrate nella valutazione dei rischi derivanti dall'esposizione a vibrazioni.

I CRITERI VALUTATIVI DEL RISCHIO VIBRAZIONI

La valutazione dell'esposizione a vibrazioni richiede la valutazione dell'accelerazione giornaliera a vibrazioni A(8) ed il confronto con i valori di azione e valori limite prescritti e riportati in tabella 1.

È da tenere presente al riguardo che una corretta valutazione del rischio vibrazioni non può limitarsi alla valutazione dell'esposizione giornaliera a vibrazioni dei lavoratori mediante il parametro A(8) ed al confronto con i rispettivi valori di azione/valori limite prescritti dalla normativa e riportati in tabella 1. Il mero rispetto del valore di azione fissato dalla normativa non è di per sé sufficiente a prevenire gli effetti avversi dell'esposizione. Per tale

motivo l'art. 202 del D.Lgs. 81/2008 richiede che la valutazione del rischio vibrazioni prenda in esame non solo quanto specificato al punto a) "il livello il tipo e la durata dell'esposizione" ma tutto l'insieme dei seguenti fattori:

- a) il livello, il tipo e la durata dell'esposizione, ivi inclusa ogni esposizione a vibrazioni intermittenti o a urti ripetuti;
- b) gli eventuali effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio;
- c) gli eventuali effetti indiretti sulla sicurezza dei lavoratori risultanti da interazioni tra le vibrazioni meccaniche e l'ambiente di lavoro o altre attrezzature;
- d) le informazioni fornite dal costruttore dell'apparecchiatura ai sensi della Direttiva Macchine;
- e) l'esistenza di attrezzature alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione a vibrazioni meccaniche;
- f) condizioni di lavoro particolari come le basse temperature, il bagnato, l'elevata umidità il sovraccarico biomeccanico degli arti superiori e del rachide.

Tabella 1 - Valori di azione giornalieri e valori limite per l'esposizione a vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio ed al corpo intero

Vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio	
Livello d'azione giornaliero di esposizione $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$	Valore limite giornaliero di esposizione $A(8) = 5 \text{ m/s}^2$
Livello di esposizione per brevi periodi 20 m/s²	

Vibrazioni trasmesse al corpo intero	
Livello d'azione giornaliero di esposizione $A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$	Valore limite giornaliero di esposizione $A(8) = 1,00 \text{ m/s}^2$
Livello di esposizione per brevi periodi 1,5 m/s²	

È dunque sempre da tenere presente nell'ambito della valutazione dei rischi che attività lavorative svolte in presenza di vibrazioni, anche di valore inferiore a quello che fa scattare l'azione, non escludono rischi di lesioni o traumi associati alle vibrazioni, soprattutto se avvengono in presenza di importanti cofattori di rischio quali impatti ed urti ripetuti, elevate forze di prensione o di spinta, sforzo muscolare, sovraccarico biomeccanico degli arti superiori o del rachide, basse temperature, posture incongrue etc. o se il soggetto esposto è un individuo in condizioni di suscettibilità individuale. Inoltre è sempre da considerarsi che la valutazione del rischio viene di norma effettuata ogni quattro anni. Se in sede di valutazione dei rischi non si

individuano adeguate strategie di riduzione dell'esposizione e di controllo dei fattori che possono portare ad un incremento del rischio, in primis la manutenzione dei macchinari e l'assetto delle postazioni di lavoro, il rischio espositivo in quattro anni può risultare incrementato ed estremamente elevato, e ciò anche nel caso di esposizioni a vibrazioni che siano risultate inferiori ai valori di azione.

La tabella C.2 .1 (Tab. 2) delle Indicazioni Operative alla FAQ C.2 riporta al riguardo una lista di riscontro per valutare se e in che misura il rischio vibrazioni presente in azienda sia tenuto opportunamente sotto controllo e prevenuto secondo quanto prescritto dalla normativa. Qualora si riscontri un No, andranno predisposte ed attuate misure di tutela idonee in risposta al requisito richiesto.

Tab. 2 tratta dalla Tabella C.2.1 delle Indicazioni Operative Coordinamento Interregionale – INAIL – ISS 2021 - Tabella di riscontro per la valutazione del rischio vibrazioni

Livello espositivo	Domanda	SI/NO
a) Qualsiasi livello espositivo (inferiore o superiore ai valori di azione/limite)	È disponibile l'elenco di tutti i macchinari che espongono a vibrazioni? È disponibile il manuale di istruzioni ed uso di ciascun macchinario? Contiene le informazioni inerenti all'esposizione a vibrazioni? Esiste ed è attuata una procedura di manutenzione mirata al controllo rischio vibrazioni (tenuto conto anche di quanto scritto nel manuale di istruzioni ed uso del macchinario) Le procedure aziendali prevedono che nell'acquisto di nuovi macchinari si preveda di privilegiare macchinari a bassi livelli di vibrazioni a parità di prestazioni?	
	È stata valutata la possibilità di utilizzare attrezzature o metodiche alternative per ridurre il rischio associato all'uso dei macchinari vibranti?	
	La lavorazione con ciascun macchinario avviene in posture di lavoro corrette e modalità operative ergonomiche?	

	Le condizioni di lavoro particolari come le basse temperature, il bagnato, l'elevata umidità sono tenute adeguatamente sotto controllo?	
	Qualora le vibrazioni interferiscano con le attività lavorative compromettendo sicurezza o prestazioni (es. a bordo di mezzi, piattaforme etc.) sono state messe in atto adeguate misure di tutela?	
	Sono state predisposte procedure ad hoc per la tutela dei soggetti che possano venirsi a trovare (o si trovino) in condizioni di suscettibilità individuale? È stata valutata la necessità di predisporre misure di tutela specifiche per soggetti in condizioni di suscettibilità individuale?	
b) Per valori espositivi superiori a valori di azione Oltre a quanto previsto al precedente punto a)	È stata predisposta ed attuata formazione specifica sulle misure di tutela predisposte in azienda ai fini della riduzione del rischio vibrazioni?	
	È stata valutata la possibilità di ridurre il rischio mediante accessori, guanti antivibranti, sedili etc.?	
	È predisposta ed attuata la sorveglianza sanitaria specifica da parte del MC?	
	I risultati della sorveglianza sanitaria sono stati presi in esame ai fini della valutazione del rischio?	
c) Per valori superiori ai valori limite Oltre a quanto previsto al precedente punto b)	Sono state messe in atto misure immediate per riportare l'esposizione a valori inferiori ai VLE? Quali sono? Risultano efficaci?	

Metodi di identificazione dell'esposizione

La finalità principale della valutazione del rischio vibrazioni è l'individuazione delle appropriate misure da intraprendere per prevenire o controllare in maniera adeguata i rischi associati all'esposizione degli arti superiori e del corpo intero alle vibrazioni. L'art. 202 del D.lgs. 81/08 "valutazione dei rischi" prescrive in merito al comma 1 che: *"nell'ambito*

della valutazione dei rischi, il datore di lavoro valuta e, quando necessario, misura i livelli di vibrazioni meccaniche a cui i lavoratori sono esposti." Nel caso delle vibrazioni meccaniche è in genere possibile acquisire dati adeguati ai fini della valutazione dei rischi senza effettuare alcuna misurazione. Si specifica al riguardo che la misurazione delle vibrazioni sul posto di lavoro può essere complessa e costosa, e richiede sempre personale altamente specializzato. Il costo della misura è solo in minima parte imputabile al costo intrinseco dello strumento di misura, ma è dovuto soprattutto alla complessità dell'effettuazione delle misure in campo, che richiede in genere l'allestimento di campi prova ad hoc che consentano di effettuare misurazioni in condizioni simulate e controllate, evitando artefatti ed interferenze che tipicamente avvengono nel corso delle reali lavorazioni, nonché la ripetizione delle misurazioni in diverse modalità operative rappresentative dei diversi cicli di lavoro e delle diverse lavorazioni. Qualora ciò non sia realizzato le misure possono essere affette da incertezze elevate e non quantificabili, e soprattutto possono non essere significative ai fini della predisposizione di idonee misure di tutela.

L'art. 202 "Valutazione dei rischi" del D.lgs. 81/08, al comma 2 recita al riguardo: *"Il livello di esposizione alle vibrazioni meccaniche può essere valutato mediante l'osservazione delle condizioni di lavoro specifiche e il riferimento ad appropriate informazioni sulla probabile entità delle vibrazioni per le attrezzature o i tipi di attrezzature nelle particolari condizioni di uso reperibili presso banche dati dell'ISPESL (n.d.r. leggesi INAIL) o delle regioni (n.d.r. tali banche dati sono disponibili on line sul sito del Portale Agenti Fisici) o, in loro assenza, dalle informazioni fornite in materia dal costruttore delle attrezzature. Questa operazione va distinta dalla misurazione, che richiede l'impiego di attrezzature specifiche e di una metodologia appropriata e che resta comunque il metodo di riferimento."*

La misurazione dei valori di accelerazione ai fini della valutazione del rischio vibrazioni va eseguita in tutti quei casi in cui non sia possibile utilizzare i dati reperibili nella Banca Dati Vibrazioni del Portale Agenti Fisici o i dati di emissione forniti dal produttore ai fini di una corretta prevenzione del rischio vibrazioni. Può in genere essere richiesta l'effettuazione di misurazioni ad hoc ai fini della valutazione specifica del rischio richiesta dal medico competente per una condizione di suscettibilità individuale, o in fase di collaudo di nuovi macchinari, al fine di verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti in sede di capitolato, o a seguito di importanti modifiche apportate al macchinario che possano avere influito sulle vibrazioni trasmesse dal macchinario (es.: sedili, ammortizzatori, attrezzi di lavoro collegati) e nel caso ridefinirne programmazione e specificità.

Le fonti utilizzabili per la valutazione del rischio sono dunque:

a) le banche dati vibrazioni INAIL e regioni, reperibili nel Portale Agenti Fisici (PAF) all'indirizzo <https://www.portaleagentifisici.it>, che contengono sia i dati misurati sul campo che i dati di certificazione dei costruttori di utensili che trasmettono vibrazioni al sistema mano-braccio (HAV) e macchine che trasmettono vibrazioni al corpo intero (WBV);

b) i dati di certificazione dei costruttori di utensili e macchine vibranti, reperibili nei manuali di uso e manutenzione secondo gli obblighi previsti dalla direttiva macchine D. Lgs.17/2010 e dalle direttive di prodotto;

c) la misurazione, effettuata secondo le indicazioni delle norme UNI EN ISO 5349 per le vibrazioni HAV e della norma UNI ISO 2631-1 per le WBV.

Si ribadisce quanto già espresso nel precedente paragrafo che la sola valutazione dell'esposizione basata sul parametro A(8), indipendentemente dalla modalità di valutazione dell'esposizione utilizzata (misura diretta, banche dati o dati dichiarati dal costruttore) per quanto accurata e precisa, non è di per sé un indicatore esaustivo del rischio vibrazioni, in quanto, ai fini della valutazione del rischio, è sempre necessario prendere in esame anche altri fattori, quali posture, impatti, modalità espositive che concorrono all'incremento del rischio, di cui all'art.202 comma 5 del D.Lgs. 81/2008, fattori che richiedono un'attenta analisi diretta delle condizioni di lavoro e non sono valutabili mediante il parametro A(8).

Qualsiasi sia il metodo scelto ai fini dell'individuazione dell'esposizione, è indispensabile che in sede di valutazione del rischio venga effettuata la verifica delle condizioni manutentive di ciascun macchinario che espone a vibrazioni, e si definiscano – per ciascuno di essi - appropriati programmi di manutenzione e controllo delle modalità operative, ai fini del perseguimento degli obiettivi di controllo e riduzione del rischio nei quattro anni che intercorrono tra una valutazione e la successiva, come riportato alla lista di riscontro della valutazione del rischio di tabella 2.

Valutazione dell'esposizione mediante l'uso delle Banche Dati

Le banche dati vibrazioni INAIL e regioni, reperibili nel Portale Agenti Fisici (PAF) all'indirizzo <https://www.portaleagentifisici.it>, contengono sia i dati misurati sul campo che i dati di certificazione dei costruttori di utensili che trasmettono vibrazioni al sistema mano-braccio (HAV) e macchine che trasmettono vibrazioni al corpo intero (WBV). Esse sono le uniche previste dalla vigente normativa ai fini della valutazione dell'esposizione a Vibrazioni.

I dati presenti in Banca Dati Vibrazioni - così come illustrato alla sezione Vibrazioni - “guida all'uso della banca dati” del Portale Agenti Fisici, possono essere usati solo se:

- il macchinario è usato in maniera conforme a quanto indicato dal costruttore;

- il macchinario è in buone condizioni di manutenzione;

Per l'utilizzo dei dati presenti in banca dati si procede come segue.

La valutazione dell'esposizione nel caso si tratti di vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio richiede la conoscenza dell'accelerazione emessa dal macchinario nelle condizioni operative di impiego e con i materiali abitualmente lavorati. Per l'esposizione a vibrazioni al corpo intero le variabili normalmente da considerare sono il tipo di fondo (più o meno irregolare), lo stile di guida (velocità d'utilizzo), l'eventuale attrezzo collegato al veicolo (ad esempio l'attrezzo attaccato alla presa di forza di un trattore) ed il sedile.

Pertanto potranno essere utilizzati i dati rilevati sul campo della BDV, consultabile sul sito www.portaleagentifisici.it nel caso di condizioni espositive sostanzialmente analoghe a quelle descritte (stesso utensile/macchina nelle stesse condizioni operative) e comunque solo nei termini ammessi dagli autori della BDV stessa. I valori presenti nella BDV non considerano condizioni estreme (es.: piazzali molto sconnessi) e sono riferiti ad attrezzature soggette ad un programma di manutenzione adeguato, cui si richiede di sottoporre le attrezzature e le macchine, e che deve essere oggetto della valutazione del rischio, come riportato alla lista di riscontro di tabella 1.

Qualora si ritrovino più valori di accelerazione misurati nelle condizioni in esame si suggerisce cautelativamente di utilizzare i valori più elevati.

b) Valutazione dell'esposizione mediante i dati di emissione dei fabbricanti

Ai sensi della Direttiva Macchine (recepita in Italia con il D.lgs. 17/2010) i costruttori hanno l'obbligo di far sì che:

- la macchina sia progettata e costruita in modo tale che i rischi dovuti alle vibrazioni emesse siano ridotti al livello minimo, in particolare alla fonte, tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di mezzi (punto 1.5.9 dell'Allegato 1 della direttiva macchine);
- il sedile deve essere progettato per ridurre le vibrazioni al livello più basso ragionevolmente possibile (punto 1.1.8. dell'Allegato 1 della nuova direttiva macchine);
- nelle istruzioni per l'uso vanno infine indicate (punto 3.6.3.1. dell'Allegato 1 della direttiva macchine), precisando l'incertezza di misura:
 - per HAV il valore di a_{wsum} quando superi $2,5 \text{ m/s}^2$; se tale livello è inferiore o pari a $2,5 \text{ m/s}^2$, occorre indicarlo;
 - per WBV il valore di a_{wmax} quando superi $0,5 \text{ m/s}^2$; se tale livello è inferiore o pari a $0,5 \text{ m/s}^2$, occorre indicarlo.

In merito alle informazioni fornite dai fabbricanti ai sensi della Direttiva Macchine è da tenere presente che questi vanno sempre presi in esame ai sensi dell'art. 202 del D.lgs81/08, che prescrive che la valutazione del

rischio vibrazioni prenda in esame le informazioni fornite dal costruttore dell'apparecchiatura ai sensi della Direttiva Macchine (art. 202 punto f). Tali informazioni sono fondamentali per mettere in atto un appropriato programma di riduzione e controllo del rischio vibrazioni, anche qualora si scelga di non utilizzare i dati di emissione forniti dal fabbricante ai fini della valutazione dell'esposizione.

Si sottolinea che i dati forniti dai fabbricanti possono essere usati ai fini della valutazione dell'esposizione solo se:

- il macchinario è usato in maniera conforme a quanto indicato dal costruttore;
- il macchinario è in buone condizioni di manutenzione;

Per il corretto utilizzo dei dati forniti dai fabbricanti ai fini della valutazione dell'esposizione si rimanda alle indicazioni contenute alla FAQ C.8 delle Indicazioni Operative.

c) Valutazione dell'esposizione mediante misurazione diretta

Le misurazioni vanno effettuate da personale qualificato con attrezzature e metodologie adeguate, secondo le indicazioni delle norme UNI EN ISO 5349 per le vibrazioni HAV e della norma UNI ISO 2631-1 per le WBV.

Le misure devono essere rappresentative delle differenti condizioni di impiego del macchinario ipotizzabili e dei diversi cicli di lavoro, al fine di poter individuare le appropriate misure di tutela per ciascun ciclo o modalità espositiva, indipendentemente dalla condizione che verrà poi assunta ai fini dell'attribuzione della pertinente fascia di rischio mediante il descrittore A(8).

Le misure ai fini della valutazione del rischio ai sensi del D.lgs. 81/08 Titolo VIII Capo III vanno effettuate sempre su macchinari in buone condizioni di manutenzione, e rispettando le procedure di utilizzo previste dal costruttore, essendo l'effettuazione di una corretta manutenzione del macchinario condizione imprescindibile ai fini della corretta valutazione del rischio vibrazioni, come emerge dalla tabella 2 – lista di riscontro per la valutazione del rischio vibrazioni - precedentemente discussa.

I risultati delle misure andrebbero sempre confrontati con i dati di emissione forniti dal fabbricante e con i dati presenti in banca dati vibrazioni del Portale Agenti Fisici per macchinari di simile tipologia. Considerato che la finalità principale della valutazione del rischio è la riduzione dello stesso, qualora dai risultati delle misure dovesse emergere che i livelli espositivi siano in eccesso rispetto alle vibrazioni dichiarate dal costruttore o presenti in banca dati vibrazioni del Portale Agenti Fisici per analoghi macchinari, sarà indispensabile valutare i motivi di tale discrepanza, e se gli stessi siano riconducibili a carenze nelle condizioni di manutenzione, installazione o impiego del macchinario. In tal caso si dovrà procedere alla appropriata regolazione o revisione del macchinario e prevedere di ripetere la misura

solo una volta che il macchinario sia usato nelle condizioni appropriate. È questo il caso ad esempio di mezzi con sedili non regolati in maniera appropriata in relazione al peso del conducente. Le misure vanno effettuate con sedili in buone condizioni manutentive e regolati in maniera appropriata in relazione al peso ed all'altezza del conducente, che dovrà essere adeguatamente formato sulle corrette modalità di regolazione del sedile.

Anche qualora i valori di misura siano significativamente inferiori ai valori dichiarati dal costruttore o riportati in banca dati, è necessario valutare le cause delle differenze riscontrate, soprattutto ai fini di verificare la correttezza delle misure effettuate e della scelta delle condizioni operative.

La relazione tecnica a supporto della valutazione del rischio dovrà sempre dettagliare sia le condizioni di impiego del macchinario oggetto di misura, sia le condizioni manutentive del parco macchine verificate nel corso delle misurazioni e specificare quali protocolli siano in essere o siano stati predisposti per garantire il mantenimento delle vibrazioni ai livelli riscontrati all'atto delle misure.

LA VALUTAZIONE DEGLI EVENTUALI EFFETTI SULLA SALUTE E SULLA SICUREZZA DEI LAVORATORI PARTICOLARMENTE SENSIBILI AL RISCHIO RISCHIO VIBRAZIONI

Per i lavoratori particolarmente sensibili al rischio di esposizione a vibrazioni, trattati alla FAQ A.2 delle Indicazioni Operative, andrà sempre effettuata una valutazione specifica, mirata alla tutela del lavoratore, in relazione alle caratteristiche individuali ed alle modalità espositive. Ai fini della valutazione del rischio specifico è sempre da tenere presente che il mero rispetto del valore di azione fissato dalla normativa non è di per sé sufficiente a prevenire gli effetti avversi dell'esposizione, in particolar modo per i soggetti sensibili.

I lavoratori particolarmente sensibili al rischio da vibrazioni, citati all'art. 202, comma 5, lettera c) del D.lgs. 81/2008 come soggetti di cui tener conto ai fini della valutazione specifica sono:

- minori (L. 977/67 e s.m.i.)
- le lavoratrici in gravidanza, post gravidanza e in allattamento (D.lgs. 151/2001);
- lavoratori affetti da patologie, disturbi o condizioni patologiche anche temporanei, o sottoposti a terapie oppure portatori di condizioni di ipersuscettibilità individuale.

Tra queste si segnalano:

- ✓ Soggetti portatori di protesi esterne o interne (eccetto protesi dentarie) es.: viti, placche, protesi colonna vertebrale etc.

- ✓ Soggetti portatori di pacemaker o dispositivi elettronici impiantati; le vibrazioni soprattutto se a carattere impulsivo possono creare malfunzionamenti di detti dispositivi.
- ✓ Persone affette da patologie o disturbi degli apparati cardiovascolare, neurologico e muscolo-scheletrico che possono essere aggravati dall'esposizione a vibrazioni mano-braccio.
- ✓ Persone affette da patologie o disturbi degli apparati cardiovascolare, neurologico e muscolo-scheletrico che possono essere aggravati dall'esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero.
- ✓ Persone sottoposte a recente intervento chirurgico di qualsiasi tipo.
- ✓ Assunzione di farmaci con effetti cardiocircolatori o neurologici avversi.
- ✓ Abitudine e/o abuso di sostanze voluttuarie (fumo, alcool, stupefacenti).
- ✓ Sindromi metaboliche, obesità o soggetti in sovrappeso severo.
- ✓ Grave miopia, in relazione al possibile distacco retinico in presenza di WBV impulsive o impatti ripetuti. È da tener presente ai fini della valutazione del rischio specifico che la frequenza di risonanza del bulbo oculare dell'essere umano è compresa tra 20 e 25 Hz con un fattore di amplificazione del movimento del bulbo oculare intorno a 1.23.

Il personale qualificato che effettua la valutazione indicherà, in collaborazione con il medico competente, l'esigenza delle particolari tutele previste dalle normative o dalla letteratura rispetto ai gruppi di lavoratori particolarmente sensibili.

È invece compito esclusivo del medico competente, attraverso l'espressione del giudizio di idoneità alla mansione specifica, indicare le particolari e specifiche misure di tutela per i singoli lavoratori risultati a visita medica particolarmente suscettibili al rischio.

La valutazione del rischio fornirà al Datore di Lavoro gli indirizzi per svolgere una formazione aziendale, di concerto con il Medico Competente, mirata alle condizioni di suscettibilità individuale ed ai fattori che incrementano il rischio espositivo individuale, al fine di rendere tutte le lavoratrici ed i lavoratori capaci di riconoscere l'eventuale insorgenza nel tempo – ed in particolare nei quattro anni che tipicamente intercorrono tra una valutazione e la successiva – di una condizione di suscettibilità individuale e poter attuare le misure di tutela predisposte per i soggetti sensibili, di concerto con il medico competente.

Ai fini della valutazione specifica - nel caso di soggetti sensibili - è in genere sempre da prendere in esame attentamente l'esposizione a singoli impatti o urti ripetuti, che può essere elevata anche per livelli espositivi A(8) inferiori ai valori di azione fissati dalla normativa, come verrà discusso nel successivo paragrafo. Saranno poi da esaminare attentamente tutti i co-fattori

di rischio che concorrono ad incrementare il rischio della lavorazione con impiego del macchinario vibrante, in relazione alle specifiche condizioni di suscettibilità del lavoratore.

Per poter rendere ai lavoratori possibile il riconoscimento dell'insorgenza di condizioni di suscettibilità individuale e farne segnalazione al Medico Competente, è raccomandato che nell'ambito della valutazione del rischio venga predisposta una lista di controllo, che metta in grado ciascun lavoratore di segnalare al preposto, nel rispetto delle normative sulla privacy, la presenza o l'insorgenza di fattori di rischio individuali per poter pianificare, di concerto con il medico competente, le opportune misure di tutela, a seguito di una valutazione del rischio specifica.

LA VALUTAZIONE DELLE VIBRAZIONI IMPULSIVE

La valutazione della presenza di impatti o urti ripetuti è richiesta sempre nell'ambito della valutazione del rischio vibrazioni con riferimento a quanto prescritto dall'art. 202 - comma 5 - punto a) del D.lgs. 81/08, che prescrive che la valutazione prenda in esame: "il livello, il tipo e la durata dell'esposizione, ivi inclusa ogni esposizione a vibrazioni intermittenti o a urti ripetuti". La presenza di vibrazioni impulsive o impatti ripetuti rappresenta in genere un importante co-fattore di rischio espositivo da valutarsi in primo luogo mediante osservazione diretta della lavorazione.

L'indicatore A(8) utilizzato nel confronto con i valori di azione /limite non è in genere idoneo alla valutazione dell'esposizione a vibrazioni impulsive ed agli impatti ripetuti. In presenza di vibrazioni impulsive elevate spesso può accadere di riscontrare un valore A(8) inferiore al valore di azione, non essendo tale parametro idoneo alla valutazione delle stesse. Di seguito si analizzano i criteri valutativi per le vibrazioni di carattere impulsivo separatamente per HAV e WBV.

HAV

Per lavorazioni che espongono a singoli impatti o ad impatti ripetuti, quali ad esempio martelli manuali, avvitatrici ad impatto, pistole chiodatrici etc., sono in corso studi volti a determinare una metrica appropriata di quantificazione dell'esposizione, in quanto la maggior parte degli studi epidemiologici e sperimentali inerenti al rischio espositivo a vibrazioni mano/braccio non ha riguardato tali tipologie di esposizioni. La valutazione della presenza di singoli impatti o urti ripetuti andrà effettuata utilizzando i criteri generali precedentemente esposti (lista di controllo cui alla tabella 2) e valutando caso per caso le possibilità concrete di riduzione degli urti/impatti trasmessi al sistema mano/braccio. In genere la valutazione del valore di A(8) per tali tipologie di lavorazioni andrà effettuata stimando l'accelerazione ponderata in frequenza (a_w) associata al singolo impatto e valutando il numero di impatti/giorno che la lavorazione comporta.

Le vibrazioni associate all'impiego di martelli manuali sono caratterizzate da elevata variabilità e l'effettuazione delle misure è in genere complessa. Si consiglia l'uso dei dati pubblicati in banca dati.

Per tali lavorazioni la valutazione del rischio dovrà sempre prevedere l'attuazione di quanto segue:

- Riduzione dell'esposizione a valori minimi compatibili con le lavorazioni svolte e con le tecniche disponibili
- Uso di martelli dotati di sistema anti-vibrazione, a basso peso e con impugnatura ergonomica
- Ottimizzazione della posizione di lavoro per evitare il sovraccarico meccanico degli arti e le lavorazioni in posture incongrue.

WBV

La norma UNI ISO 2631-1 cita esplicitamente l'impulsività come possibile co-fattore di rischio. Al contrario della UNI EN ISO 5349-1, tuttavia, essa include uno specifico descrittore di impulsività, detto fattore di cresta (indicato con CF, acronimo dell'inglese Crest Factor), e definito come il rapporto fra il picco massimo di accelerazione ponderata registrato nel tempo di misura a_{wpeak} e il valore efficace (r.m.s.) dell'accelerazione ponderata a_{wrms} relativo allo stesso tempo di misura. Tale rapporto va valutato indipendentemente per ciascuno dei tre assi, con lo stesso tempo di misura. Una vibrazione viene considerata impulsiva quando il fattore di cresta risulta superiore a 9. In assenza di indicazioni nella UNI ISO 2631-1, si assume che una vibrazione sia impulsiva quando il valore limite del fattore di cresta viene superato in almeno un asse. Si veda anche la sezione 2.6.10 del testo "La valutazione del rischio vibrazioni", INAIL 2018. Ai fini della valutazione dell'entità delle vibrazioni a carattere impulsivo la norma ISO 2631-1 suggerisce l'uso del parametro VDV (Vibration Dose Value). Tale parametro non è stato adottato dal D.lgs. n. 81/2008 ed è invece previsto dalla Direttiva Europea Vibrazioni 2002/44/CE, ai fini della valutazione di vibrazioni a carattere impulsivo. Esso si basa sull'integrazione nel tempo dell'accelerazione ponderata in frequenza elevata alla quarta potenza, da cui si ottiene il Valore della Dose di Vibrazione (VDV)

$$VDV = \left\{ \int_0^T [a_w(t)]^4 dt \right\}^{\frac{1}{4}}$$

dove:

$a_w(t)$ accelerazione istantanea pesata in frequenza

T durata del tempo di misura

Tale metodo è correntemente utilizzato nella maggior parte dei paesi europei nella valutazione dell'esposizione a vibrazioni a carattere impulsivo. In particolare la Direttiva Europea fissa per il VDV i seguenti valori di

riferimento (tabella 3). A tali valori si può fare riferimento ai fini della valutazione dell'esposizione a urti o impatti ripetuti, dopo avere identificato quali siano le principali sorgenti degli stessi.

Tab. 3 -Livelli di azione e valori limite prescritti dalla Direttiva Europea Vibrazioni 2002/44/CE per il VDV (vibrazioni impulsive WBV)

Livello di azione:	9,1 m/s ^{1.75}
Valore limite:	21 m/s ^{1.75}

LA VALUTAZIONE DELLA PRESENZA DEI CO-FATTORI DI RISCHIO ERGONOMICI

Come precedentemente illustrato, attività lavorative svolte in presenza di vibrazioni, anche di valore inferiore a quello che fa scattare l'azione, non escludono rischi di lesioni o traumi associati alle vibrazioni, soprattutto se avvengono in presenza di importanti co-fattori di rischio, quali elevate forze di prensione o di spinta, sforzo muscolare, sovraccarico biomeccanico degli arti superiori o del rachide, basse temperature. Si ricorda in merito che nel caso delle vibrazioni i valori di azione non possono essere considerati "livelli di sicurezza" e che condizioni e modalità espositive dovranno sempre essere prese attentamente in considerazione ai fini della valutazione del rischio, come prescritto dalla normativa vigente, anche qualora i valori giornalieri di esposizione dovessero risultare inferiori ai valori di azione. I principali elementi da valutare al riguardo nell'ambito del rapporto di valutazione dei rischi da vibrazioni e che andranno tenuti sotto controllo mediante la predisposizione di idonee procedure di acquisto, manutenzione e gestione dei macchinari sul luogo di lavoro nei quattro anni che intercorrono tra una valutazione e la successiva, relativi alla progettazione e all'assetto del posto di lavoro, sono di seguito indicati per HAV e WBV.

HAV

a) Forze di presa e di spinta

Riducendo le forze di presa o di spinta esercitate dalla mano si riduce l'assorbimento delle vibrazioni trasmesse alla mano e al braccio dell'utilizzatore e il conseguente rischio espositivo.

Tale riduzione non è quantificabile con la misura dell'esposizione a vibrazioni in termini di accelerazione ponderata in frequenza, essendo questa grandezza un parametro cinematico con cui non è possibile valutare la differenza nell'energia meccanica effettivamente assorbita dal sistema mano braccio nell'impiego dello stesso strumento vibrante, a seguito di una

maggiore o minore forza di prensione. Tali forze intervengono all'atto di sorreggere l'utensile o il manufatto, azionare o guidare la macchina o se il ritmo di lavoro si intensifica. Se gli strumenti scelti sono inadatti, gli interventi di manutenzione insufficienti, la formazione scarsa o l'assetto della postazione di lavoro inadeguato sarà necessario esercitare forze reali superiori al necessario per poter operare in efficienza. È compito e cura del personale che valuta il rischio vibrazioni esaminare se tali forze sono ottimizzate o se sia il caso di attuare appropriate misure di tutela per ridurre le forze di presa e di spinta. Per ridurre le forze di presa e di spinta è possibile attuare alcune soluzioni:

- nel levigare a mano pezzi pesanti su molatrici a colonna, l'utilizzo di una superficie per appoggiare il pezzo consentirà al lavoratore di guidarlo semplicemente fino alla mola invece di sopportarne l'intero peso;
- possono essere applicati tendicatena (cosiddetti bilancieri) e manipolatori per sostenere utensili vibratorii, ad esempio perforatrici, molatrici, avvitatori, inchiodatrici (in taluni casi) e scalpelli pneumatici, evitando all'operatore di sostenere il peso dell'utensile;
- modifiche della struttura e del materiale della superficie di presa di una molatrice possono consentire all'operatore di esercitare una forza di presa minore per sostenere e azionare l'utensile;
- l'utilizzo di tecniche quali il taglio degli alberi con attrezzature da banco, in cui la motosega scorre lungo il tronco durante la potatura, invece di dover continuamente sorreggere tutto il peso dell'attrezzo.

b) Posture incongrue

L'utilizzo di strumenti vibranti in condizioni ergonomicamente sfavorevoli, che comportino, per tempi prolungati, ad esempio lavoro con le braccia ad altezza spalle o più in alto, torsione del braccio o del polso, etc. La valutazione del rischio dovrà specificare quali interventi mettere in atto per prevenire e tenere sotto controllo tali fattori nei quattro anni che intercorrono tra una valutazione e la successiva.

c) Ergonomia del macchinario

Oltre a selezionare utensili/macchinari che esponano a ridotti livelli di vibrazioni la scelta degli utensili da utilizzare va operata nel rispetto dei principi ergonomici e tenendo presenti altri fattori di rischio, quali:

- il peso dell'utensile;
- il modello e il confort di eventuali maniglie;
- l'impugnatura e la forza prensile;
- la facilità d'uso e di manipolazione;

- il freddo a contatto con la superficie dell'impugnatura o l'aria che fuoriesce da utensili pneumatici.

L'azienda dovrà programmare e attuare una politica degli acquisti e del rinnovo del parco macchine nel rispetto dei sopracitati requisiti.

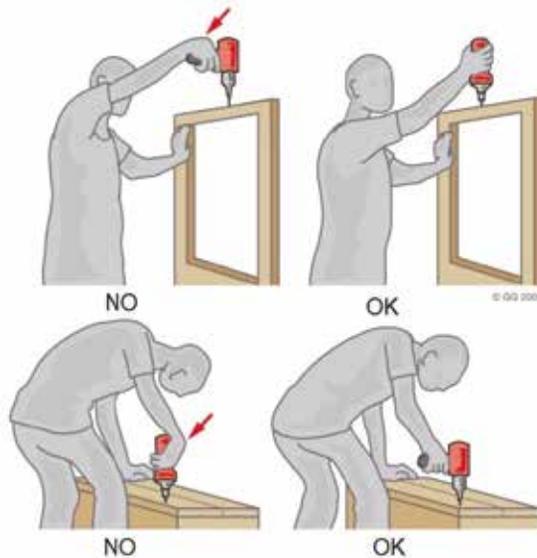


Figura 2 – Esempi di posture incongrue (WHO- Occupational exposure to Hand-Transmitted Vibration A Teaching Guide on Health Effects, Risk Assessment and prevention – Protecting Health Series N. 10 Umea University)

WBV

Le lavorazioni a bordo di macchinari mobili o mezzi di locomozione comportano non solo l'esposizione alle vibrazioni a tutto il corpo, ma anche a numerosi altri fattori che provocano tensioni alla schiena, alla spalla o al collo e che rappresentano importanti co-fattori di rischio per tali organi e apparati. Tra questi si segnalano:

- posizioni sedute prolungate in posture forzate o scorrette;
- torsioni frequenti della colonna vertebrale;
- necessità di assumere posizioni con il capo girato;
- sollevamento o movimentazione di carichi in presenza di vibrazioni (ad esempio, nel caso di lavorazioni a bordo di navi, su piattaforme o mezzi di trasporto);
- movimenti imprevisti e necessità di mantenere l'equilibrio in presenza di vibrazioni (come ad esempio per il personale viaggiante a bordo di

mezzi di trasporto, lavorazioni a bordo di imbarcazioni e pescherecci etc.);

- condizioni climatiche sfavorevoli.

Si richiama in merito che tutte le attività lavorative a bordo di mezzi di trasporto sono svolte in presenza di vibrazioni. Ad esempio, per quanto concerne i mezzi di trasporto, le esposizioni giornaliere a vibrazioni A(8) spesso risultano inferiori al valore di azione, ma in ogni caso la valutazione del rischio deve porre particolare attenzione a:

- adeguatezza delle cabine di guida in relazione al mantenimento di posizioni sedute prolungate in posture forzate o scorrette;
- torsioni frequenti della colonna vertebrale, necessità di assumere posizioni con il capo girato, problemi legati alla visibilità, etc.;
- sollevamento o movimentazione di materiale in presenza di vibrazioni (ad esempio, nel caso di lavorazioni a bordo di navi, pescherecci, su piattaforme o su mezzi di trasporto);
- movimenti imprevisti e necessità di mantenere l'equilibrio in presenza di vibrazioni (come ad esempio per il personale viaggiante a bordo di mezzi di trasporto, lavorazioni a bordo di imbarcazioni e pescherecci etc.).

Per quanto riguarda le vibrazioni a bordo dei treni è di interesse tenere presente la DECISIONE DELLA COMMISSIONE del 26 aprile 2011 relativa ad una specifica tecnica di interoperabilità per il sottosistema «Locomotive e materiale rotabile per il trasporto di passeggeri» del sistema ferroviario transeuropeo convenzionale (2011/291/UE) che al punto 4.2.9.1.5 specifica quanto segue:

Sedile del macchinista

Il sedile del macchinista deve essere progettato in modo da consentirgli l'espletamento di tutte le normali funzioni di guida in posizione seduta, considerando le sue misure antropometriche stabilite nell'allegato E. Deve consentire la postura corretta del macchinista da un punto di vista fisiologico.

Il macchinista deve poter regolare la posizione del sedile in modo da soddisfare i requisiti per la posizione di riferimento degli occhi per la visibilità esterna definiti al punto 4.2.9.1.3.1.

Il sedile non deve ostruire la via di fuga del macchinista in caso di emergenza.

La progettazione del sedile deve tener conto di aspetti ergonomici e sanitari, del montaggio e dell'uso da parte del macchinista.

Il montaggio del sedile del macchinista nelle locomotive e nelle carrozze pilota destinate a essere utilizzate in una composizione di treno con locomotiva deve consentire la regolazione per ottenere lo spazio libero

necessario per la posizione eretta di guida. Tenuto conto di tali indirizzi, in relazione ai requisiti ergonomici e sanitari, un requisito minimo da perseguirsi nell'ambito della valutazione del rischio vibrazioni al posto di guida del macchinista è il conseguimento di valori espositivi WBV inferiori ai valori di azione fissati dalla Direttiva Europea Vibrazioni in qualsiasi condizione di esercizio, sia in termini di A(8) (0.5 m/s^2) che in termini di VDV ($9.1 \text{ m/s}^{1.75}$).

CRITERI PER VALUTARE IL RISCHIO DA EFFETTI INDIRETTI DELLE VIBRAZIONI

Gli effetti di tipo indiretto possono insorgere per valori A(8) ben inferiori a valori di azione prescritti dal D.lgs. 81/08 Titolo VIII Capo III ed andranno valutati caso per caso, in relazione alla specificità dell'interazione tra vibrazioni e attrezzature/ambiente di lavoro/attività svolta. La valutazione deve essere condotta ai sensi dell'art 202 comma 5, lettera d) del D.lgs. 81/2008, che prescrive che la valutazione del rischio vibrazioni prenda sempre in esame: *gli eventuali effetti indiretti sulla sicurezza dei lavoratori risultanti da interazioni tra le vibrazioni meccaniche e l'ambiente di lavoro o altre attrezzature.*

Ciò in quanto le vibrazioni meccaniche trasmesse per via strutturale dal macchinario vibrante utilizzato in azienda possono:

- a) compromettere la stabilità delle strutture o la buona tenuta delle giunzioni
- b) pregiudicare il corretto funzionamento di macchinari ed impianti
- c) compromettere il corretto espletamento di compiti lavorativi a causa delle vibrazioni indotte sul piano di lavoro o nell'area di lavoro interessati dalle vibrazioni
- d) lavorare in presenza di vibrazioni può richiedere movimenti imprevisi e necessità di mantenere l'equilibrio, come ad esempio per il personale viaggiante a bordo di mezzi di trasporto, lavorazioni a bordo di imbarcazioni e pescherecci, etc.

È indispensabile richiamare in merito che i criteri valutativi da utilizzarsi per la valutazione di tali effetti non sono basati sul descrittore A(8).

La valutazione andrà effettuata caso per caso, individuando i compiti lavorativi su cui le vibrazioni hanno impatto e la possibilità di ridurre o eliminare del tutto l'interferenza.

Si ricorda che la norma UNI 9614:2017 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo" individua una serie di valori di riferimento ai fini della valutazione del disturbo prodotto dalle vibrazioni in edifici, in relazione alle differenti destinazioni d'uso degli stessi e alla durata e tipologia di vibrazione.

CONCLUSIONI

In questo lavoro sono stati richiamati alcuni dei principali contenuti delle Linee di Indirizzo del Coordinamento Interregionale emanate con l'obiettivo di risolvere le criticità a tutt'oggi riscontrabili nella valutazione del rischio vibrazioni ed indirizzare gli operatori della prevenzione verso un corretto approccio valutativo del rischio vibrazioni, finalizzato ad un'efficace riduzione e controllo dello stesso, ed al pieno conseguimento degli obiettivi di tutela della salute e sicurezza di tutte le lavoratrici e lavoratori esposti a vibrazioni, come previsto dalla vigente normativa

BIBLIOGRAFIA

- [1]. Titolo VIII del D.lgs. 81/2008 Capo III- “Protezione dei lavoratori contro i rischi di esposizione vibrazioni durante il lavoro”.
- [2]. Commissione Europea Guida non vincolante alle buone pratiche per l’applicazione della direttiva 2002/44/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all’esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (vibrazioni) - 2007
- [3]. Indicazioni operative per la prevenzione del rischio da Agenti Fisici ai sensi del Decreto Legislativo 81/08 (Revisione 01:2021) del Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome Gruppo Tematico Agenti Fisici - INAIL - ISS.
- [4]. UNI ISO 2631-1:2014 Vibrazioni meccaniche e urti - Valutazione dell’esposizione dell’uomo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero - Parte 1: Requisiti generali.
- [5]. ISO 2631-2:2003 Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Vibration in buildings (1 Hz to 80 Hz).
- [6]. UNI EN ISO 5349-1:2004 Vibrazioni meccaniche - Misurazione e valutazione dell’esposizione dell’uomo alle vibrazioni trasmesse alla mano - Parte 1: Requisiti generali.
- [7]. UNI EN ISO 5349-2:2015 Vibrazioni meccaniche - Misurazione e valutazione dell’esposizione dell’uomo alle vibrazioni trasmesse alla mano - Parte 2: Guida pratica per la misurazione al posto di lavoro.
- [8]. UNI 9614:2017 Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo.



NORMATIVA TECNICA RUMORE E VIBRAZIONI – SEMPRE SULL’ONDA

Paolo Lenzuni (1)

(1) INAIL – DR Toscana – UOT di Firenze

INTRODUZIONE

Questo documento fornisce alcuni sintetici elementi relativi agli standard internazionali (ISO) attualmente in sviluppo, o recentemente pubblicati, che io considero maggiormente rilevanti nell’ambito della esposizione occupazionale a rumore o vibrazioni. Mi è sembrato opportuno, in qualità di “professionista” della materia, esprimere di volta in volta anche il mio giudizio sul lavoro fatto dai gruppi di lavoro responsabili della redazione dei diversi standard. Nella speranza di aver messo il lettore nelle condizioni di distinguere, senza ambiguità ma anche senza costringerlo a salti mortali, i fatti dalle opinioni.



1. RUMORE

1.1 Standard pubblicati negli ultimi 18 mesi

Nessuno

1.2 Standard in fase di scrittura

1.2.1 ISO 1999 Acoustics — Estimation of noise-induced hearing loss [1]

Per quanto capisco, la principale motivazione per la revisione della vigente versione di questo standard, che risale al 2013, è data dal desiderio di includere una correzione che tenga conto dell'impulsività del rumore a cui il soggetto è stato esposto durante la propria vita. Quello dell'esposizione professionale a rumore impulsivo è un tema che si trascina ormai da decenni. Benché la grande maggioranza degli studi condotti negli ultimi quaranta anni indichi che, a parità di energia integrata, un rumore impulsivo genera un danno uditivo superiore ad un rumore non impulsivo, la mancanza di un descrittore in grado di quantificare in modo semplice ma efficace questo effetto, ha finora impedito che l'impulsività venisse adeguatamente trattata all'interno della normativa tecnica acustica internazionale. Nella bozza ISO 1999/CD (10.1.2023) ci si propone di quantificare l'impulsività mediante la kurtosi della distribuzione della pressione sonora (β_n), come esplicitato in una deliziosa semplicissima equazione

$$L'_{EX,8h} = L_{EX,8h} + 6,5 \lg \left(\frac{\beta_n}{\beta_g} \right) \text{ dB}$$

La kurtosi è una quantità usata in statistica, data dal rapporto fra il momento quarto e il quadrato della varianza di una distribuzione, e rappresenta una buona metrica per quantificare la distanza della distribuzione osservata da una distribuzione normale (per la quale la kurtosi vale 3).

Kurtosis (β_n) category	Examples of noise	Kurtosis adjustment value for $L_{EX,8h}$ (dB)
$3 \leq \beta_n < 10$	Weaving, spinning, pulping	0
$10 \leq \beta_n < 30$	Grinding, stamping, Punching	5
$30 \leq \beta_n < 75$	Metalworking, Drilling	8
$75 \leq \beta_n < 200$	Casting, Machining, Assembling	10
$200 \leq \beta_n < 500$	Woodworking, Nail gunning ¹	13
$\beta_n \geq 500$	Nail gunning ²	15

La bozza di revisione contiene anche una serie di valori di kurtosi da associare a diverse lavorazioni, rendendo di fatto opzionale il ricorso alla (complessa) misurazione diretta.

Poste di fronte ad un testo che finalmente individuava una via percorribile, molte delegazioni nazionali hanno reagito con un sospiro di sollievo, pur non facendo mancare numerosi commenti (che sono complessivamente 92, un numero importante ma non inconsueto per la prima bozza di revisione). Non però la delegazione francese la quale si è così espressa

“The French commission disapproves the inclusion of the Kurtosis correction in the ISO 1999 revision for the following reason: We analysed the work done on animals and then on exposed workers, see below. This analysis shows that there is absolutely no evidence that PTS in chinchillas is solely dependent on noise exposure Kurtosis (details can be provided upon request).”

Dato che la sezione sull’uso della kurtosi è stata scritta da quegli stessi autori che hanno firmato i 15 – 20 articoli comparsi negli anni su questo tema, sembra difficile sostenere che la versione semplificata che compare nello standard ISO 1999 sia molto distante dalla versione integrale disegnata da tutti i lavori di ricerca. Quindi qui siamo molto vicini a dire che vent’anni di studi “referati” e pubblicati, anche su riviste prestigiose, non reggono ad un’analisi condotta da soggetti estranei al lavoro di ricerca condotto. Non ho avuto cuore di leggere le pagine fitte fitte del commento francese e pertanto non posso schierarmi. Noto soltanto come la chiosa del commento francese

“In the end, although the hearing loss prediction model is improved by the inclusion of the Kurtosis dependent correction ($R^2=0.75$ for $Leq8h$ alone / $R^2=0.88$ with the addition of Kurtosis), the data do not, in our opinion, justify focusing on this metric. (we do not, however, deny the interest of this metric in a global consideration). The proposed correction appears to be too early to be submitted to standardization: if the relationship between losses and Kurtosis should be considered, its practical application still appears questionable, as does its preference over other metrics and its exclusive use.”

che forse voleva addolcire i toni, suoni invece atrocemente beffarda quando afferma che *The proposed correction appears to be **too early to be submitted to standardization***. Come dire, i vostri vent’anni di studi non ci hanno convinto, ma magari ne potremo riparlare fra altri vent’anni... Non sorprendentemente, dal giorno in cui i 92 commenti sono stati pubblicati,

ovvero il 9 marzo 2023, non si hanno più notizie di avanzamento del processo di revisione dello standard ISO 1999.

Più che sull'adeguatezza dei fattori di correzione basati sulla kurtosi, i miei dubbi riguardano la possibilità stimare con un minimo di affidabilità una kurtosi "media" su esposizioni a rumore che si sono protratte per anni quando non per decenni. Molto più sensato sarebbe stato partire con l'uso della kurtosi nello standard ISO 9612. Quest'ultimo documento lavora infatti in un'ottica "a priori" ovvero precauzionale, e quindi il descrittore di interesse può tranquillamente essere integrato su tempi scala brevi, mentre nello standard ISO 1999 l'ottica è "a posteriori" per applicazioni legali e l'integrazione va estesa all'intera vita lavorativa. Ne ripariamo (brevemente) al punto 1.2.4.

1.2.2 ISO 4869-7 Acoustics -- Hearing protectors -- Part 7: Method to measure the response of hearing protectors with high-level impulse noise on an acoustic test fixture [2]

In questo caso stiamo parlando di uno standard completamente nuovo, non della revisione di un precedente documento. Il testo in circolazione, datato 7.7.2023, è di fatto la riproposizione nella veste di uno standard ISO, dell'esistente standard statunitense ANSI/ASA S12.42:2010.

Come per lo standard ISO 1999 discusso al punto precedente, anche in questo caso l'idea è quella di colmare una pluri-decennale lacuna relativa ai rumori impulsivi. Nello specifico qui vengono definite le specifiche di prova per determinare l'attenuazione (o più propriamente l'Insertion Loss) di un dispositivo di protezione auricolare, quando esso viene esposto a rumori fortemente impulsivi di livello molto elevato. Ricordo che l'Insertion Loss è definita come la differenza aritmetica, in decibel, fra il livello di pressione sonora rilevato al timpano in assenza del DPI e la stessa quantità rilevata in presenza del DPI.

Il documento è illeggibile e raggiunge livelli di complessità che, per uno standard ISO, non esito a definire ridicoli. A puro titolo di esempio, posso citare:

- la sezione 6.7 sul livello a cui il simulatore (ATF) deve riprodurre le caratteristiche bio-fisiche dell'orecchio umano;
- la sezione 7.5 sul posizionamento del simulatore e dei microfoni di prova;
- l'intera sezione 8 nella quale formalismi molto faticosi, tipo

$P_{Open}(t, n, e, p_{peak})$, where n indexes the calibration trials (1 to 3), e denotes the ATF ear (1/left or 2/right), p_{peak} denotes the impulse peak range (132 nominally) and t is the time index for the waveform samples oppure

$P_{closed}(t, s, r, e, p_{peak})$ where s denotes the sample (1 to 5), r denotes the repeated measure (1 to 2) and e, p_{peak} and t are as in step (c).
 coesistono con quantità matematicamente assai complesse tipo

$$W(t) \equiv \begin{cases} \left(1 + \cos \left[\pi \left(\frac{t}{15ms} - 1 \right) \right] \right) / 2 & \text{for } t \leq 15 \text{ ms} \\ 1 & \text{for } 15 \text{ ms} \leq t \leq 115 \text{ ms} \\ \left(1 + \cos \left[\frac{\pi (t - 115ms)}{15ms} \right] \right) / 2 & \text{for } 115 \text{ ms} \leq t \leq 130 \text{ ms} \\ 0 & \text{for } 130 \text{ ms} \leq t \leq \frac{N - 1}{F_s} \end{cases}$$

raggiungendo il proprio apice nella sezione 8.3 che esplicita il processo di calcolo dell’Insertion Loss impulsiva ad un livello che definire irritante non è eccessivo.

Nutro grandi dubbi sull’esito finale di questa proposta di standard, così come ho grandi perplessità sul fatto che il mondo abbia bisogno di un documento che non fa nulla, ma proprio nulla per semplificare la vita del temerario che vi si appropria, configurandosi in ultima analisi più come una sfida che come uno strumento di supporto.

1.2.3 ISO 5114-1 Acoustics — Determination of uncertainties associated with sound emission measures — Part 1: Sound power levels determined from sound pressure measurements [3]

Anche in questo caso stiamo parlando di uno standard completamente nuovo, non della revisione di un precedente documento. Il testo in circolazione è datato 5.1.2023.

Come credo sia ampiamente noto, da oltre vent’anni l’ISO è in preda a convulsioni da incertezza, probabilmente innescate dalla comparsa nel 1998 del monumentale lavoro IEC “Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements”, comunemente noto come GUM. Al di là della pervasività del concetto in ogni standard ISO, è comunque innegabile che una stima ragionata dell’incertezza da associare ad una quantità, sia essa il risultato di una misura di laboratorio, oppure il risultato di campionamenti ambientali di lungo periodo, è sempre un elemento prezioso, che diventa irrinunciabile quando si tratta di confrontare il risultato della misura con limiti di accettabilità. In estrema sintesi: l’obiettivo di questo standard è totalmente condivisibile.

Il documento non mi sembra mal fatto, pur non essendo una lettura rilassante. La presenza di equazioni che non riescono a stare in una singola riga (es.

$$L_W = \overline{L'_{p(ST)}} + 10 \lg \left(\frac{S}{S_0} \right) \text{dB} - K_1 - K_2 + C_1 + C_2 + C_3 + \delta_{\text{angle}} + \delta_{\text{mic}} + \delta_{\text{slm}} + \delta_{\text{tone}} \\ + \delta_{\text{method}} + \delta_{\text{omc}}$$

i cui contributi sono, uno per uno, definiti, discussi e quantificati, determina una inevitabile pesantezza pedagogica che tuttavia non impedisce di distinguere e conseguentemente di cogliere gli elementi realmente utili.

Il termine utile entro il quale formulare i commenti è scaduto il 31 marzo 2023. Tuttavia la sintesi ordinata dei commenti e delle relative repliche a cura del gruppo di lavoro che sovrintende la revisione non è ancora stata fatta circolare.

1.2.4 ISO 9612 Acoustics — Determination of occupational noise exposure — Engineering method [4]

Lo standard ISO 9612 è senza dubbio il documento cardine in tema di esposizione professionale a rumore. Con questa premessa è facile intuire che non è un testo a cui si mette mano con superficialità. Al contrario, ogni revisione (questa è soltanto la seconda, in oltre venticinque anni) si trasforma rapidamente in un luogo animato da grandi dibattiti e da continui ripensamenti in corso d'opera su quello che farà o non farà parte del testo finale. Ne parlo in questi termini perché questo è l'unico standard, fra tutti quelli discussi in questo testo, alla cui revisione mi applico ufficialmente come membro del pertinente gruppo di lavoro, nello specifico l'ISO TC 43/SC1/WG 64.

Le novità più importanti che si suppone finiranno nel nuovo testo sono

- la modifica dei criteri con cui determinare il numero di misure da eseguire per ogni compito lavorativo;
- la modifica dei criteri con cui procedere alla eventuale suddivisione di un singolo compito in due compiti.

In entrambi questi primi due punti si è differenziato il caso di misura eseguita sul singolo lavoratore dal caso in cui la misura coinvolge più lavoratori facenti parte di un gruppo acusticamente omogeneo;

- la revisione della strategia di misura nel caso di misure "job-based" (per compiti);
- l'introduzione di espliciti criteri per il campionamento del gruppo acusticamente omogeneo per la misura eseguita sulla giornata intera;

- l'aggiunta di un'appendice dedicata ai cosiddetti lavoratori flessibili, ovvero quei lavoratori ai quali, in tempi diversi, conviene applicare strategie di misura diverse;
- l'aggiunta di un'appendice dedicata alla stima del livello di picco e della relativa incertezza.

Personalmente in questa lista noto, con piacere, la presenza di due elementi importanti e, con dolore, l'assenza di un elemento ancor più importante.

Gli elementi che ritengo migliorino il testo in modo significativo sono i primi due e l'ultimo della lista. In particolare intorno alla stima del livello di picco si è acceso un vivace confronto italo-francese su quale sia il miglior compromesso fra rigore statistico e facilità d'uso degli algoritmi proposti. Ancora rimane qualche punto d'attrito da limare, ma non siamo lontani da un testo finale condiviso.

L'aspetto che credo rappresenti una sconfitta senza attenuanti del gruppo di lavoro è l'assenza di una sezione dedicata all'esposizione ai rumori impulsivi. Come ho già avuto modo di notare al punto 1.2.1, sullo sviluppo di questa sezione si è scatenata una sciagurata tempesta dovuta alla concomitanza di due fattori: 1) l'opposizione della delegazione francese all'utilizzo nello standard ISO 1999 di un algoritmo che quantifichi l'impulsività (mediante la kurtosi della distribuzione della pressione sonora); 2) l'insistenza da parte della delegazione francese (ancora! – ed in questo caso addirittura nelle vesti di coordinatore del progetto di revisione) nel subordinare la trattazione dell'impulsività del rumore nello standard ISO 9612 ad una precedente inclusione all'interno dello standard ISO 1999. E così i treni persi, anziché uno diventano due ...

2. VIBRAZIONI

2.1 Standard pubblicati negli ultimi 18 mesi

2.1.1 ISO/TS 22704:2022 Mechanical vibration — Uncertainty of the measurement and evaluation of human exposure to vibration [5]

Vorrei poter dire che a questo standard si applica esattamente quanto detto in precedenza, al punto 1.2.3, per lo standard ISO 5114-1. In fondo il tema è sempre lo stesso, quello dell'incertezza, e l'obiettivo anche, quello di guidare il lettore nel processo di declinazione al caso specifico dei principi primi enunciati nella GUM proponendo quando possibile valori numerici di riferimento. Per cui anche qui l'obiettivo è totalmente condivisibile.

Purtroppo le cose non mi sembra che stiano così. Forse è proprio il diverso ambito (l'esposizione a rumore in un caso, a vibrazioni nell'altro) a complicare la vita a questo standard. Fatto è che il documento risulta insoddisfacente sia da un punto di vista strettamente formale sia nell'appendice applicativa dove i diversi contributi vengono spesso proposti nella forma di intervalli troppo ampi per essere realmente utili. Come non va

sottaciuta l'assenza di un'appendice applicativa destinata alle vibrazioni trasmesse a tutto il corpo (WBV), ovvero l'analoga concettuale dell'appendice A dedicata alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (HAV).

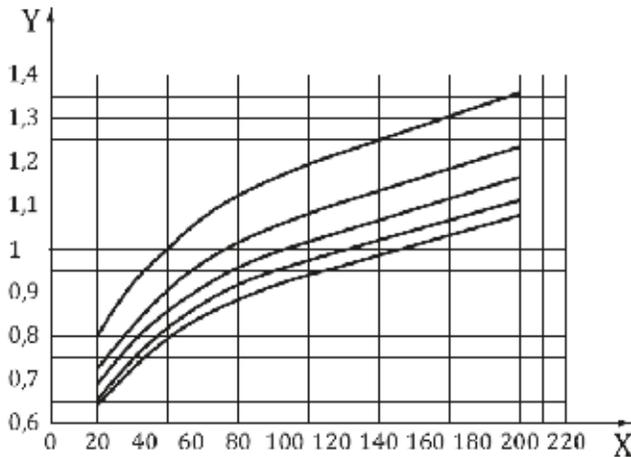
2.1.2 ISO 15230-1:2021 Mechanical vibration and shock — Coupling forces at the man-machine interface for hand-transmitted vibration — Part 1: Measurement and evaluation [6]

Questo standard, insieme al compagno che discuteremo al successivo punto 2.1.3, rappresenta la revisione, che sarebbe più opportuno chiamare riscrittura evoluta, della precedente versione del 2007 nella quale la tematica dell'accoppiamento uomo-attrezzo vibrante veniva affrontata in un unico documento. Mi piace sottolineare come questa parte 1 abbia più di un punto di forza: a) Produce una puntigliosa, ma peraltro indispensabile serie di definizioni delle diverse forze che intervengono nell'accoppiamento uomo-attrezzo vibrante (capitolo 5). b) Illustra chiaramente come le forze di spinta (push/pull), di presa (grip) e di accoppiamento (coupling) debbano essere calcolate dai dati ottenuti in sede sperimentale (Appendice B). c) Fornisce le specifiche alle quali devono rispondere gli apparati sperimentali per poter garantire risultati di qualità accettabile.

Nel complesso un documento convincente che finalmente apre la strada alla inclusione dell'accoppiamento uomo-attrezzo vibrante nel calcolo della esposizione a vibrazioni, un aspetto colpevolmente spazzato sotto al tappeto per troppi anni. È quindi con grande soddisfazione che qualche mese fa ho accolto l'avvenuta pubblicazione del sequel ...

2.1.3 ISO 15230-2:2023 Mechanical vibration and shock — Coupling forces at the man-machine interface for hand-transmitted vibration — Part 2: Evaluation of coupling forces [7]

... il quale tuttavia, lo dico subito, non ha mantenuto fede alle (almeno mie) aspettative. Lo standard presenta un testo molto minimalista, nel quale sostanzialmente si limita a stabilire il principio che per tener conto dell'accoppiamento uomo-attrezzo, l'accelerazione misurata così come indicato negli standard della serie ISO 5349, va moltiplicata per un "coupling factor". Quindi il cuore dello standard è tutto nelle due appendici A e B nelle quali vengono appunto presentate le stime dei "coupling factor". Come risulta evidente dalla Figura A.1 dello standard, che riporto qui sotto,



nella quale X è la coupling force e Y il coupling factor, quest'ultimo risulta normalizzato in modo tale da valere 1 in corrispondenza di un valore di riferimento della forza di accoppiamento. Tuttavia questi valori di riferimento vengono forniti soltanto per alcuni attrezzi vibranti e comunque sempre con una risoluzione molto bassa (50, 75, 100, 125 N) che fa presumere che essi siano conosciuti con precisione piuttosto modesta. Di conseguenza l'affidabilità del fattore di accoppiamento che si ottiene è tutta da dimostrare. La mia impressione è che siamo messi parecchio, ma parecchio peggio che con la kurtosi come descrittore dell'impulsività del rumore. Tuttavia, essendo probabilmente il mondo vibrazioni assai meno presidiato del mondo rumore, nessuno si è messo di traverso come ha fatto la delegazione francese in quel caso (vedi la discussione relativa allo standard ISO 1999, punto 1.2.1) e lo standard ISO 15230-2 è scivolato tranquillo verso la pubblicazione.

2.2 Standard in fase di scrittura

2.2.1 ISO 2631-1 Mechanical vibration and shock — Evaluation of human exposure to whole-body vibration — Part 1: General requirements [8]

Gli appassionati di normativa tecnica in tema di esposizione umana a vibrazioni si segnino questa data: 5 Aprile 2023: entra in revisione, dopo ventisette anni, uno dei documenti totem se non IL documento totem di questo settore, lo standard ISO 2631-1. Quello scritto da Mike Griffin in persona, quello che ha introdotto per primo, nel 1985, le mille e una curve di pesatura per trattare diversi assi e diversi effetti, quello che nella sua britannica asciuttezza non ha neanche contemplato il caso in cui

l'esposizione giornaliera si può eventualmente comporre di più fasi, quello dell'accelerazione assiale, anzi triassiale anzi forse tutte e due.

La spinta per la revisione arriva dalla delegazione norvegese, non nuova all'iconoclastia (mise in moto nel 2005, con esiti credo molto positivi, la revisione dello standard sull'esposizione professionale a rumore, ISO 9612) ed è stata così formalizzata:

We propose revision of the standard due to the following reasons:

- The document is outdated in many ways and needs to be updated.*
- The amendment contains valuable revised information that may be forgotten when considering the original document. It should be included in the main document.*
- The uncertainty calculations are unsatisfactorily described.*
- The information in Annex B is at least 20 years old and should be reconsidered.*
- A new standard for vibration dosimeters is prepared and should be considered applied in this document.*
- The Part 5 was not made when preparing this standard, and although information is given in the Amendment, it should be included in the main text.*

There is also possibly need for some clarification in handling of crest factors > 9 and use of VDV.

- We have proposed in the last systematic review of ISO 6897:1984 to incorporate the standard in ISO 2631-1 by including the relevant matters, especially Annex A. Both standards need updates.*

We are aware that AWI 2631-1 was recently automatically deleted, but a new revision should be initiated.

This standard is referred to in the national regulations for workplaces.

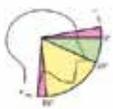
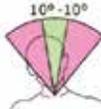
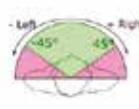
Non è al momento disponibile una bozza di revisione quindi per gli appassionati l'appuntamento per aggiornamenti, sviluppi ed eventuali colpi di scena è a dBA 2024.

2.2.2 ISO 3153 Mechanical vibration — Posture in whole-body vibration environments [9]

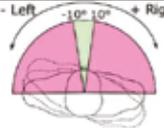
Questo standard è il negativo (in termini fotografici analogici, per chi li ricorda) dello standard ISO 4869-7: tanto quello si incarogniva a rendere complessa una cosa tutto sommato semplice (la misura dell'Insertion Loss di un DPI per rumori impulsivi) tanto questo si prodiga a rendere semplice un concetto intrinsecamente scivoloso come quello della postura e dell'impatto di questa sull'esposizione a vibrazioni trasmesse a tutto il corpo.

Anche in questo caso stiamo parlando di uno standard completamente nuovo, e la bozza disponibile è la prima rilasciata dal gruppo di lavoro degli

estensori. Quindi non mi sento di criticarlo se esso opera una classificazione della postura piuttosto grossolana (neutrale, moderata, impropria). L'assegnazione ad una di queste tre categorie avviene mediante semplici tabelle, che riporto qui di seguito.

Category	Head flexion/extension sagittal	Head flexion lateral	Neck torsion
			
Neutral	0° to 25° <0° Full head support	-10° to 10°	-45° to 45°
Moderate	25° - 85°		
Awkward	< 0° no head support or > 85°	< -10° or > 10°	<-45° or >45°

Category	Thoracic flexion/extension (sagittal)	Thoracic flexion (lateral)
		
Neutral	0° to 20°, <0° Full back support	0° to 10°
Moderate	20° - 60°	
Awkward	< 0° no back support, or > 60°	<-10° or > 10°

Category	Back flexion/extension sagittal	Back torsion	Lordosis/Kyphosis	Back inclination
				
Neutral	0° to 20°	-10° to 10°	> 0°	< 0° with back support 0° to 20°
Moderate	20° to 40°			20° to 60°
Awkward	< 0° or > 40°	<-10 or > 10°	< 0°	< 0° no back support or > 60°

Dopodiché vengono sintetizzate opportune quantità integrate mediante le quali intervenire a correggere le quantità che attualmente stimano l'esposizione giornaliera a vibrazioni, A(8) e VDV. Alcune frasi presenti sia nell'Introduzione sia nella Bibliografia farebbero presumere l'intenzione di applicare questo schema anche alla correzione dei risultati ottenuti per vibrazioni impulsive, secondo la procedura illustrata nello standard ISO 2631-5. Nella bozza attuale si resta tuttavia al livello delle (buone) intenzioni.

2.2.3 ISO 22270 Mechanical vibration — Practical guidance for the monitoring and measurement of hand-transmitted vibration on the hand, wrist or forearm [10]

Anche in questo caso stiamo parlando di uno standard completamente nuovo, e la bozza disponibile, datata 23 maggio 2023, è il primo WD (Working Draft) rilasciato dal gruppo di lavoro degli estensori. Considerata la quantità e la rilevanza dei punti lasciati in sospeso dagli standard di riferimento per l'esposizione professionale a vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio, ISO 5349-1 e ISO 5349-2, è indiscutibile che un documento di questo tipo risulti quanto mai opportuno. Tuttavia già chiamarlo bozza appare eccessivo, considerando che esso attualmente consiste di poco più di un elenco dei punti che esso si propone di affrontare. Siamo veramente al *nomine patris*. Se la mia comprensione dei tempi di sviluppo e messa a punto degli standard ISO non è troppo distante dal vero, ancora per molti anni converrà che ci affidiamo alle Linee Guida redatte qualche anno fa dall'INAIL [11], che benché prodotte da un team di estensori qualitativamente e quantitativamente assai più debole, hanno fatto e penso continueranno onestamente a fare il loro lavoro almeno nel futuro prossimo.

3. CONSIDERAZIONI FINALI

Sul fatto che la ricerca sia un'attività pura e che al contrario la normativa sia un'attività impura credo siamo tutti d'accordo. D'altra parte mentre la prima deve soltanto cercare di capire come funziona l'universo, la seconda deve cercare un impossibile equilibrio fra gli interessi tecnici, economici e politici di numerosi soggetti che agiscono in rappresentanza di altrettante nazioni. Ciò premesso, c'è modo e modo di scrivere uno standard tecnico. Magari alcuni di voi non la pensano così ma per me una condizione irrinunciabile è che il documento sia al servizio del lettore, e non viceversa. A me sembra ovvio, ma la breve passeggiata che abbiamo fatto fra i nascenti o neonati standard acustici o vibratorii mostra che in più di un caso il desiderio di esibire conoscenze complesse ha prevaricato ogni altra considerazione. Il risultato è un oggetto bello ma largamente inutile: per una lampada di design è un peccato veniale, per uno standard tecnico, mortale.

Vale anche qui, e forse molto più qui che altrove, il principio che “Il meglio è nemico del bene” [12].

BIBLIOGRAFIA

- [1]. <https://www.iso.org/standard/84673.html>
- [2]. <https://www.iso.org/standard/81520.html>
- [3]. <https://www.iso.org/standard/81398.html>
- [4]. <https://www.iso.org/standard/81317.html>
- [5]. <https://www.iso.org/standard/73720.html>
- [6]. <https://www.iso.org/standard/77516.html>
- [7]. <https://www.iso.org/standard/77517.html>
- [8]. <https://www.iso.org/standard/85768.html>
- [9]. <https://genorma.com/en/project/show/iso:proj:79507>
- [10]. <https://www.iso.org/standard/87058.html>
- [11]. Tirabasso A., Lenzuni P. La valutazione del rischio vibrazioni, Quaderno Inail, 2019
- [12]. <https://sapere.virgilio.it/proverbi/il-meglio-e-nemico-del-bene-2269>



LA SORVEGLIANZA SANITARIA DEGLI ESPOSTI A RUMORE

Nicola Mucci (1), Antonio Baldassarre (1), Giulio Arcangeli (1)

(1) Dipartimento di Medicina Sperimentale e Clinica, Università degli Studi di Firenze

Con il termine rumore si indica un suono fastidioso al punto da recare disturbo alla persona durante la propria attività lavorativa o la propria vita. Da un punto di vista fisico, esso può essere rappresentato da toni puri o da numerose componenti spettrali, ciascuna con differenti frequenza e fase. I parametri importanti per la valutazione dell'impatto del rumore sull'apparato uditivo sono la *pressione sonora*, che si misura in dBA (in base al circuito di pesatura che più si avvicina alle caratteristiche dell'orecchio umano), la *frequenza*, che si esprime in Hz, e la *durata di esposizione*. Il rumore è un fattore di rischio professionale in grado di provocare, nei soggetti esposti, effetti sull'apparato uditivo e su altri apparati, che incidono sul piano sociale sia per la compromissione dello stato di salute che per l'elevato numero di lavoratori interessati. Gli effetti patologici del rumore sull'apparato uditivo sono ben studiati e conosciuti; gli effetti sugli altri apparati – definiti *extrauditivi* – costituiscono, viceversa, un campo aperto di ricerca.

Gli effetti che il rumore può provocare sull'apparato uditivo sono proporzionali alla quantità di energia sonora che raggiunge le cellule ciliate dell'organo di Corti. La teoria della uguale quantità di energia afferma che il danno rimane invariato se ad ogni raddoppio dell'energia (aumento logaritmico di 3 dBA), segue un dimezzamento del tempo di esposizione giornaliera. Questa teoria è valida qualora il rumore lavorativo sia di tipo continuo, mentre tende a sottovalutare il rischio quando sono presenti dei rumori impulsivi e a sopravvalutarlo in caso di rumore discontinuo.

Il D.lgs. 81/2008 e s.m.i al Titolo VIII Capo II (Protezione dei lavoratori contro i rischi di esposizione al rumore durante il lavoro) stabilisce che per

valutare il rischio uditivo in ambiente di lavoro, il rumore deve essere misurato, in ogni caso, in termini di livello equivalente (dBA L_{eq}), riferito ad un turno di 8 ore ($L_{EX,8h}$). Per quanto riguarda il rumore impulsivo, nel medesimo Capo, sono riportati i valori che non devono essere superati, espressi in Livello di picco (L_{peak}). Nell'art. 190 del citato Decreto, al comma 1 (lettera a), viene inoltre esplicitato che nella valutazione del rischio il datore di lavoro deve prendere in considerazione “ogni esposizione a rumore impulsivo”.

Gli effetti uditivi del rumore possono essere diversi a seconda dell'intensità e delle modalità dell'esposizione professionale: spostamento temporaneo della soglia uditiva, ipoacusia da trauma acustico cronico o da rumore, ipoacusia da trauma acustico acuto.

L'ipoacusia da trauma acustico cronico è generalmente causata dall'esposizione prolungata a livelli sonori superiori agli 80-85 dBA per 8 ore al giorno e per 5 giorni alla settimana. È stata, per decenni, la patologia professionale più indennizzata dall'INAIL, con un netto ridimensionamento a partire dagli anni '90 del secolo scorso. Il Titolo VIII Capo II del D.lgs. 81/2008 e s.m.i. pone come limite massimo di esposizione negli ambienti di lavoro un valore di 87 dBA $L_{EX,8h}$, prevedendo – al contempo – una serie di obblighi per il datore di lavoro al superamento dei valori inferiori di azione di 80 dBA $L_{EX,8h}$ e dei valori superiori di azione di 85 dBA $L_{EX,8h}$. La probabilità di sviluppare un'ipoacusia di natura professionale è correlata alle caratteristiche fisiche del rumore presente nell'ambiente di lavoro, alla tipologia di rumore, alla durata di esposizione e ad eventuali condizioni di ipersuscettibilità. Questi diversi fattori, che normalmente agiscono in sinergia, sono importanti anche nel determinare l'entità del danno.

A parità di tipo di rumore e di durata di esposizione il rischio di danno uditivo è direttamente proporzionale alla quantità di energia sonora che raggiunge le cellule ciliate. Il rumore impulsivo è più lesivo di quello continuo a causa della mancata contrazione protettiva del muscolo stapedio. L'attivazione del riflesso stapediale necessita, infatti, di un tempo di latenza più lungo del tempo di salita del livello di picco del rumore impulsivo. È osservazione frequente, inoltre, che in un gruppo di lavoratori esposti alle stesse intensità sonore per un periodo di tempo sovrapponibile, solo alcuni sviluppano – nel corso degli anni – un'ipoacusia. Si ipotizza che ciò sia legato a caratteristiche – congenite o acquisite – della vascolarizzazione e del metabolismo dell'apparato cocleare.

Le prime alterazioni uditive permanenti sono evidenziabili solo con l'esame audiometrico tonale. I soggetti interessati si accorgono lentamente del progressivo deficit e, dopo molti anni, di non riuscire più a comprendere bene una conversazione, particolarmente in presenza di rumori di fondo.

Il danno uditivo da trauma acustico cronico interessa, nelle fasi iniziali, le cellule acustiche che ricevono la frequenza di 4000 Hz, situate a 8-9 mm dalla finestra ovale. Tale area presenta caratteristiche di particolare sensibilità all'impulso sonoro, probabilmente in ragione della scarsa irrorazione ematica da parte dell'arteria cocleare [2, 5]. Con il perdurare nel tempo dello stimolo lesivo la perdita uditiva si estende progressivamente. Se il danno interessa anche le frequenze inferiori a 3000 Hz ed in particolare quelle comprese tra 500 e 2000 Hz, che sono le più importanti per la comprensione della parola, compaiono difficoltà nella vita di relazione (compromissione della comoda udibilità sociale).

Il deficit uditivo cronico da rumore è percettivo, bilaterale, simmetrico, irreversibile e non evolutivo una volta terminata l'esposizione. Le caratteristiche di bilateralità e di simmetria del deficit possono non essere presenti nelle fasi iniziali.

L'andamento della curva audiometrica è definito "a cucchiaio" a causa della deflessione sui 4000 Hz e della risalita della curva sulle frequenze più alte. In base all'entità della perdita uditiva è possibile distinguere quattro stadi di progressione del danno:

- Nel primo stadio, che colpisce alcuni soggetti dopo i primi 10-20 giorni di esposizione al rumore, il lavoratore riferisce una sintomatologia – caratterizzata da acufeni, sensazione di orecchio pieno, cefalea e stordimento – più evidente a fine turno e della durata massima di 2-3 settimane. L'esame audiometrico presenta, peraltro non costantemente, un lieve innalzamento di soglia uditiva sui 4000 Hz, reversibile con l'allontanamento dalla sorgente acustica.
- Nel secondo stadio la sintomatologia soggettiva è caratterizzata, al più, da sporadici acufeni. La durata di questa fase può variare da mesi ad anni in relazione all'energia sonora assorbita e alla sensibilità individuale al rumore. L'esame audiometrico mostra un deep zonale di 30-40 dB sulla frequenza di 4000 Hz; può coesistere un interessamento iniziale delle vicine frequenze di 3000 e 6000 Hz.
- Nel terzo stadio il lavoratore riferisce di aver difficoltà a comprendere le parole e a sentire la suoneria dei telefoni o di esser costretto ad alzare il volume della televisione. Il deficit audiometrico sui 4000 Hz supera i 50 dB.
- Il quarto stadio equivale alla sordità da rumore, in cui il lavoratore

manifesta oggettive difficoltà nel tenere una conversazione. Spesso può associarsi una sintomatologia caratterizzata da acufeni e fenomeni di distorsione dei suoni percepiti (recruitment), dovuti a sofferenza delle cellule ciliate. A causa del recruitment non vi è più una corrispondenza diretta tra aumento dell'intensità dello stimolo ed incremento della sensazione uditiva, per cui quest'ultima può accentuarsi all'improvviso anche per piccoli accrescimenti dell'intensità. L'esame audiometrico evidenzia un deep sulle frequenze comprese tra 2000 e 8000 Hz, con la caratteristica morfologia "a cucchiaio".

Il sistema più accreditato per la valutazione e la classificazione dei tracciati audiometrici è il metodo MPB, che prende il nome dagli autori F. Merluzzi, E. Pira e D. Bosio.

La diagnosi di ipoacusia da rumore si fonda su diversi elementi. Innanzitutto è necessario conoscere, con buona approssimazione, le modalità (durata e livelli sonori) dell'esposizione a rumore durante l'intero arco della vita lavorativa. Attraverso l'anamnesi è altresì importante indagare l'esistenza di esposizioni extraprofessionali a rumore, di affezioni presenti e pregresse a carico dell'apparato dell'udito, dell'uso di farmaci ototossici (chinidina, acido acetilsalicilico, antibiotici aminoglicosidici, diuretici, etc.) e di otopatie a carattere ereditario. È da tener presente, infine, che, con l'avanzare dell'età, si verifica una perdita fisiologica di udito di natura percettiva dell'ordine di 0,5 dBA/anno (dopo i 50 anni di età). Tale fenomeno, definito presbiacusia, presenta, tuttavia, un deep più evidente per le alte frequenze (8000 Hz).

In un mondo in cui il rumore (non solo occupazionale) è diventato una costante nella vita quotidiana, è essenziale riconoscere i potenziali impatti che tale fattore di rischio e la conseguente ipoacusia possono avere sulla salute e sulla qualità della vita dei lavoratori. La protezione dei lavoratori dal rumore è fondamentale per preservare la loro salute e il loro benessere. L'esposizione costante al rumore elevato può causare danni permanenti all'udito, con conseguenti disturbi dell'equilibrio, stress e altri problemi di salute associati. Questi effetti non solo compromettono la salute individuale, ma hanno anche un impatto negativo sulla produttività e sulla qualità della vita. Inoltre, l'ipoacusia da rumore ha un impatto socioeconomico rilevante. La perdita dell'udito può rendere difficile o impossibile svolgere determinate professioni, portando a un aumento dei costi di assistenza sanitaria e di disabilità. Ciò può anche influire sulla qualità della vita dei lavoratori, con implicazioni sociali ed economiche significative per la società nel suo complesso.

BIBLIOGRAFIA

- [1]. Arcangeli G, Lulli LG, Traversini V, De Sio S, Cannizzaro E, Galea RP, Mucci N. Neurobehavioral Alterations from Noise Exposure in Animals: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Dec 29;20(1):591. doi: 10.3390/ijerph20010591.
- [2]. Mucci N, Traversini V, Lorini C, De Sio S, Galea RP, Bonaccorsi G, Arcangeli G. Urban Noise and Psychological Distress: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Sep 11;17(18):6621. doi: 10.3390/ijerph17186621.
- [3]. De Sio S, Perri R, Durel Tchaptchet F, Buomprisco G, Mucci N, Cedrone F, Traversini V, Arcangeli G, Nataletti P, La Torre G. Extra-auditory effects of noise exposure in school workers and preventive measures: a systematic review. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2023 Feb;27(4):1467-1473. doi: 10.26355/eurrev_202302_31386.





LA SORVEGLIANZA SANITARIA NEGLI ESPOSTI A VIBRAZIONI

Federico Ronchese (1), Massimo Bovenzi (1)

(1) UCO Medicina del Lavoro - Azienda Sanitaria Universitaria Giuliano Isontina (ASUGI) - Via della Pietà, 2/2 - 34141 Trieste Italy

Il Testo Unico sulla salute e la sicurezza nei luoghi di lavoro (D.lgs. 81/2008 e D.lgs. 106/2009) disciplina le vibrazioni meccaniche al Titolo VIII (Agenti Fisici), Capo I (Disposizioni generali) e Capo III (Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a vibrazioni).

L'articolo 200 riporta le definizioni per le vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (hand-transmitted vibration, HTV) e al corpo intero (whole-body vibration, WBV):

- Vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio: le vibrazioni meccaniche che, se trasmesse al sistema mano-braccio nell'uomo, comportano un rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori, in particolare disturbi vascolari, osteoarticolari, neurologici o muscolari;
- Vibrazioni trasmesse al corpo intero: le vibrazioni meccaniche che, se trasmesse al corpo intero, comportano rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori, in particolare lombalgie e traumi del rachide.

Il Testo Unico (TU) stabilisce che i lavoratori esposti a livelli di vibrazioni superiori ai valori d'azione sono sottoposti alla sorveglianza sanitaria con visita medica preventiva e visite mediche periodiche con cadenza di norma annuale. Tuttavia, così come per gli altri rischi normati da TU, il medico competente può decidere una periodicità diversa in rapporto alla valutazione del rischio, motivandola adeguatamente, riportandola nel documento di valutazione dei rischi e rendendola nota ai rappresentanti per la sicurezza dei lavoratori.

Il Testo Unico, inoltre, precisa che i lavoratori esposti a vibrazioni sono altresì sottoposti alla sorveglianza sanitaria quando, secondo il medico competente, si verificano una o più delle seguenti condizioni: (i) l'esposizione dei lavoratori alle vibrazioni è tale da rendere possibile l'individuazione di un nesso tra l'esposizione e disturbi/patologie identificabili; (ii) è probabile che tali disturbi/patologie possano insorgere per le particolari condizioni di esposizione del lavoratore; e (iii) sono note appropriate tecniche o procedure diagnostiche in grado di individuare le affezioni riportate dal lavoratore.

La sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a vibrazioni consiste in controlli medici preventivi e periodici, le cui finalità possono essere così sintetizzate:

1. l'informazione dei lavoratori sui motivi dei controlli sanitari specifici;
2. la valutazione del loro stato di salute generale;
3. l'individuazione precoce dei sintomi e segni clinici che possono essere causati dall'esposizione a vibrazioni;
4. il giudizio di idoneità alla mansione specifica;
5. l'eventuale diagnosi di malattia professionale.

Il medico competente, come noto, istituisce e aggiorna la cartella sanitaria e di rischio (art. 186) per ogni lavoratore sottoposto a sorveglianza sanitaria, ove vengono riportati i dati della sorveglianza sanitaria, ivi compresi i valori di esposizione individuali alle vibrazioni meccaniche.

Si ricorda come, all'interno del processo gestionale della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, il medico competente effettua sopralluoghi degli ambienti di lavoro, annotando ogni eventuale modificazione delle condizioni di rischio specifico, e stilando un rapporto, in forma di riepilogo epidemiologico di dati anonimi, sullo stato di salute dei lavoratori esposti a vibrazioni e discutere con il datore di lavoro, i preposti ed i rappresentanti dei lavoratori le possibili associazioni tra i quadri clinici emersi dalla sorveglianza sanitaria periodica e l'esposizione a vibrazioni meccaniche. È anche compito del medico competente coadiuvare il datore di lavoro e il servizio di prevenzione e protezione nella scelta di nuove macchine e/o utensili da introdurre nel ciclo lavorativo, nonché dare un parere esperto sulla efficacia dei dispositivi di protezione individuale per i lavoratori. Il medico competente, inoltre, collabora con gli altri attori aziendali della prevenzione nell'assicurare l'informazione e la formazione dei lavoratori, adeguata e specifica per l'azienda, sui rischi da vibrazioni meccaniche e sulle misure di prevenzione.

Nella formulazione del giudizio di idoneità lavorativa per i soggetti esposti a vibrazioni, il medico competente dovrà prendere in considerazione tutti gli aspetti legati all'organizzazione del lavoro, alle condizioni del singolo posto di lavoro e allo stato di salute psicofisica del soggetto.

La limitazione dell'esposizione a vibrazioni meccaniche o l'allontanamento del lavoratore dall'esposizione stessa dovrà essere decisa dal medico competente sulla base di considerazioni relative alla severità dei sintomi e dei segni clinici associati all'esposizione a vibrazioni, alle caratteristiche del processo lavorativo, e ad altri aspetti legati sia ad accordi contrattuali interni all'azienda sia alla legislazione del nostro Paese. Il medico competente dovrà comunque sempre tener presente che anche nel formulare il giudizio di idoneità è necessario operare secondo i criteri della medicina basata sulle evidenze.

SORVEGLIANZA SANITARIA E DIAGNOSI DELLE MALATTIE DA VIBRAZIONI MECCANICHE TRASMESSE AL SISTEMA MANO BRACCIO

Visita medica preventiva

Gli scopi della visita medica preventiva sono di:

- (i) informare il lavoratore sui motivi e le finalità della sorveglianza sanitaria,
- (ii) informare il lavoratore sui rischi associati all'uso di macchine e/o utensili vibranti e sui mezzi di prevenzione attualmente disponibili,
- (iii) acquisire una documentazione sanitaria individuale di base da poter in seguito confrontare con i dati clinici raccolti nelle successive visite mediche periodiche,
- (iv) individuare la pre-esistenza di condizioni patologiche che possono determinare un aumento del rischio di occorrenza di lesioni da vibrazioni mano-braccio nel lavoratore portatore di tali affezioni.

La visita medica preventiva deve comprendere la storia (anamnesi) personale, lavorativa e sanitaria del soggetto, un esame obiettivo completo, ed eventuali altre indagini specialistiche e di laboratorio secondo il giudizio del medico competente.

Anamnesi

L'indagine anamnestica del lavoratore va eseguita in modo tale da consentire la raccolta delle seguenti informazioni di carattere personale e sanitario:

- Anamnesi familiare, con particolare riferimento alla presenza di patologie dell'apparato vascolare (es. ipertensione arteriosa, fenomeno di Raynaud, cefalea vasomotoria), di malattie dismetaboliche (es. diabete mellito, gotta), e di affezioni immuno-reumatologiche (es. artrite reumatoide) nel gentilizio;
- Anamnesi fisiologica, con riferimento a fattori di rischio individuali quali il consumo di tabacco ed alcool;
- Anamnesi lavorativa, con dettagliata registrazione delle esposizioni attuali e passate a vibrazioni mano-braccio in termini di tipologia delle macchine e/o utensili vibranti usati e di durata dell'esposizione sia giornaliera (ore/die) sia totale (anni); attività extra-lavorative comportanti l'uso di strumenti vibranti; eventuali pregresse esposizioni lavorative ad agenti angiotossici e neurotossici.
- Anamnesi patologica remota e prossima, con particolare riferimento a disturbi e/o malattie acute o croniche a carico degli apparati vascolare, neurologico e muscolo-scheletrico delle estremità superiori; pregressi eventi traumatici o interventi chirurgici al collo e/o agli arti superiori; uso abituale di farmaci. Sintomi alle estremità degli arti superiori ed inferiori quali ipersensibilità al clima freddo, comparsa di pallore cutaneo, acrocianosi, parestesie ed ipoestesi vanno attentamente indagati.

In occasione della visita medica preventiva, il medico competente dovrà porre particolare attenzione a tutte quelle condizioni patologiche pre-esistenti che possono essere aggravate dall'esposizione a vibrazioni mano-braccio (es. fenomeno di Raynaud primitivo, forme secondarie di fenomeno di Raynaud, neuropatie periferiche, pregresse lesioni o traumi agli arti superiori con postumi a carico degli apparati neurovascolare e/o muscolo-scheletrico). L'assunzione di alcuni farmaci, es. beta-bloccanti, dovrà essere annotata nella cartella sanitaria del lavoratore.

Le informazioni sulla storia personale, lavorativa e sanitaria dei lavoratori esposti a vibrazioni mano-braccio possono essere raccolte mediante questionari standardizzati disponibili in lingua italiana nel sito Web <http://www.vibrisk.soton.ac.uk> a cura del network europeo VIBRISKS.

Dal punto di vista diagnostico, una accurata storia clinica rappresenta tuttora il gold standard per la diagnosi di fenomeno di Raynaud. Lo Stockholm Workshop '94 ha suggerito i seguenti requisiti anamnestici minimi per la diagnosi di fenomeno di Raynaud secondario ad esposizione a vibrazioni mano-braccio: (i) anamnesi positiva per episodi di pallore ben demarcato ad uno o più dita delle mani provocati dall'esposizione a microclima freddo (una storia di sola cianosi non è sufficiente per una diagnosi di fenomeno di Raynaud di origine occupazionale); (ii) comparsa del primo episodio di pallore digitale dopo l'inizio dell'esposizione a vibrazioni mano-braccio; (iii) assenza di elementi clinico-anamnestici suggestivi per familiarità positiva per sindromi vasospastiche oppure per fenomeno di Raynaud primitivo o secondario ad altre patologie locali o sistemiche; (iv) presenza di episodi di pallore digitale negli ultimi due anni durante i quali vi sia stata esposizione a vibrazioni mano-braccio (fenomeno di Raynaud da vibranti in fase attiva).

L'utilizzo di fotografie di mani con alterazioni del colorito della cute si è dimostrato molto efficace per la diagnosi anamnestica di fenomeno di Raynaud.

Esame obiettivo

Il medico competente deve eseguire un esame obiettivo completo del lavoratore valutando con particolare attenzione gli apparati vascolare, nervoso e muscolo-scheletrico periferici.

All'ispezione delle mani va rilevata l'eventuale presenza di callosità cutanee, morbo di Dupuytren o esiti cicatriziali da pregressi traumi o interventi chirurgici. L'esame obiettivo dell'apparato vascolare comprende una descrizione del colorito, temperatura e trofismo cutaneo delle dita e delle mani; la presenza, simmetria e forza dei polsi periferici (brachiale, radiale, ulnare e tibiale posteriore); la misura della frequenza del polso e della pressione sistolica e diastolica omerale in entrambi gli arti superiori.

L'integrità del sistema nervoso periferico va valutata mediante esame della sensibilità (tattile, termica, dolorifica e vibratoria) e dei riflessi osteotendinei degli arti superiori ed inferiori.

L'esame obiettivo del sistema muscolo-scheletrico comprende l'ispezione degli arti superiori per valutare la presenza di tumefazioni locali, ipotrofia o atrofia muscolare, deformità delle ossa e/o delle articolazioni; la palpazione dei tendini e delle inserzioni tendinee; la valutazione dei movimenti articolari e della forza muscolare.

Alcuni semplici test clinici, seppur aspecifici, possono consentire una più approfondita valutazione dell'integrità anatomica e funzionale degli apparati vascolare e nervoso periferici. Tra questi, le manovre per la valutazione clinica dell'apparato vascolare periferico comprendono il test di Allen (per la pervietà degli archi arteriosi palmari e delle arterie digitali), ed il test di Adson (per la componente vascolare della sindrome dello stretto toracico). Manovre per la valutazione clinica del sistema nervoso periferico e dell'apparato muscolo-tendineo comprendono il test di Roos (per la componente neurologica della sindrome dello stretto toracico), i test di Tinel e Phalen (per la sindrome del tunnel carpale), e il test di Finkelstein (per la malattia di de Quervain).

Visita medica periodica

I lavoratori con esposizione a vibrazioni mano-braccio superiore al valore di azione ($(A(8) = 2.5 \text{ m/s}^2 \text{ r.m.s.})$), sono sottoposti periodicamente a sorveglianza sanitaria, di norma una volta l'anno o con periodicità diversa decisa dal medico competente con adeguata motivazione riportata nel protocollo di sorveglianza sanitaria, inserito nel DVR.

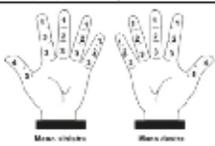
Qualora si verificassero importanti cambiamenti nell'esposizione a vibrazioni mano-braccio o nello stato di salute del lavoratore, la visita medica periodica può essere effettuata anche ad intervalli più brevi a discrezione del medico competente. In caso di esposizioni saltuarie o comunque per periodi limitati nel corso di un tipico anno lavorativo, la sorveglianza sanitaria potrà essere effettuata con periodicità biennale o triennale o anche a cadenza maggiore nei soggetti che siano asintomatici e che non presentino condizioni di aumentata suscettibilità agli effetti delle vibrazioni. La cadenza temporale della sorveglianza sanitaria periodica dovrà, comunque, essere sempre adeguatamente motivata dal medico competente.

In occasione della visita periodica, il medico competente dovrà eseguire un raccordo anamnestico riportando nella cartella sanitaria del lavoratore qualsiasi nuovo evento accaduto nel periodo di tempo intercorrente dall'ultimo controllo per quanto riguarda sia l'esposizione a vibrazioni mano-braccio (es. variazioni nel tipo di utensili usati e/o nel tempo di esposizione giornaliera), sia l'occorrenza di malattie o di eventi traumatici e la possibile comparsa di disturbi associati con la sindrome da vibrazioni mano-braccio. Nella cartella sanitaria dovranno essere altresì riportati eventuali cambiamenti nello stile di vita (es. consumo di tabacco ed alcool), variazioni nell'assunzione di farmaci, nonché i risultati dell'esame clinico obiettivo.

I sintomi e segni clinici di neuropatia ed angiopatia da vibranti rilevati nel corso della visita medica periodica dovranno essere stadiati mediante le scale dello Stockholm Workshop 94 oppure la più recente classificazione di Consensus Internazionale 2019 [Gemme et al., 1987; Stockholm Workshop 86, 1987, C. J. M. Poole et al. 2019] (Tabelle 1 e 2).

Tabella 1. Stadiazione dei sintomi vascolari della sindrome da vibrazioni mano-braccio

Stadi dello Stockholm Workshop 1986	Stadi del Consensus Internazionale 2019
0: nessun sintomo vascolare	0V: nessun sintomo vascolare
1: occasionali episodi di pallore alle estremità di uno o più dita	1V: score 1 - 4 per pallore digitale
2: occasionali episodi di pallore alle falangi distale e intermedia (raramente prossimale) di uno o più dita	2V: score 5 - 12 per pallore digitale
3: frequenti episodi di pallore a tutte le falangi della maggior parte delle dita	3V: score > 12 per pallore digitale
4: come in stadio 3, con processi disurbi reatici alle estremità delle dita	



Mano sinistra Mano destra

Tabella 2. Stadiazione dei sintomi neurosensitivi della sindrome da vibrazioni mano-braccio

Stadi dello Stockholm Workshop 1986	Stadi del Consensus Internazionale 2019
SN0: nessun sintomo neurosensitivo alle dita delle mani	0N: nessun sintomo neurosensitivo alle dita delle mani
SN1: torpore intermittente, con o senza parestesie	1N: torpore o parestesie intermittenti
SN2: torpore intermittente o persistente, ridotta sensibilità tattile, termica, vibratoria	2N: come in stadio 1N ma con riduzione della percezione sensoriale in due o più dita evidenziata da due o più test psicosensitivi (monofilamenti di Semmes-Weinstein, soglie di percezione termica e vibrotattile)
SN3: torpore intermittente o persistente, ridotta discriminazione tattile e/o ridotta capacità di manipolazione fine	3N: come in stadio 2N ma con sintomi di alterata destrezza manuale evidenziati dal Purdue pegboard test

Accertamenti strumentali

Il ricorso ad eventuali indagini specialistiche deve essere deciso dal medico competente sulla base dei sintomi riportati dal lavoratore e dei risultati dell'esame clinico obiettivo. Un supplemento di indagini specialistiche può rendersi necessario per (i) formulare correttamente una diagnosi clinica di sindrome da vibrazioni mano-braccio, (ii) stadiare con accuratezza i disturbi neurosensitivi e/o vascolari della sindrome stessa, (iii) acquisire elementi clinico-laboratoristici per la diagnosi differenziale, e (iv) valutare il danno biologico in sede medico-legale.

Indagini vascolari

La valutazione obiettiva del fenomeno di Raynaud da vibranti si avvale di diverse procedure di raffreddamento delle estremità distali degli arti superiori (cold test) con osservazione delle variazioni di colorito della cute delle dita e delle mani, o con la misura dei tempi di recupero della temperatura cutanea digitale di base, oppure con il calcolo delle variazioni assolute e percentuali delle pressioni sistoliche digitali (PSD) rilevate mediante pletismografia strain-gauge, fotopletismografia o laser-doppler. Le misure delle temperature cutanee digitali e delle pressioni sistoliche digitali vanno eseguite in accordo con le procedure indicate negli standard ISO 14835, parte 1 e 2, del 2005.

È importante ricordare che mentre un cold test positivo supporta in modo definitivo la diagnosi clinico-anamnestica di fenomeno di Raynaud, un test negativo non la

esclude e ciò in relazione a possibili risultati falsi negativi legati a variabili intrinseche (es. bassa temperatura cutanea del soggetto prima dell'esecuzione del cold test) ed estrinseche (es. elevata temperatura ambientale del laboratorio, stagione estiva).

La capillaroscopia della plica ungueale è un esame che consente lo studio morfologico del microcircolo e può essere di complemento alle indagini funzionali sull'apparato vascolare periferico negli esposti a vibrazioni mano-braccio.

Indagini neurofisiologiche

Una sufficiente validazione clinica è stata raggiunta per alcuni test neurofisiologici che indagano l'integrità funzionale dei meccanorecettori cutanei e delle relative fibre nervose afferenti:

1. la percezione delle soglie vibrotattili per lo studio delle fibre mieliniche tipo A β , rilevate in almeno due dita delle mani (il II o III dito per il nervo mediano ed il V dito per il nervo ulnare), utilizzando una singola frequenza (125 Hz) o tre diverse frequenze per valutare la risposta dei meccanorecettori SA I (dischi di Merkel), FA I (corpuscoli di Meissner), e FA II (corpuscoli di Pacini). Maggiori dettagli sulle modalità di misura dei vibrogrammi digitali, nonché sui valori di normalità delle soglie vibrotattili nei soggetti sani, sono riportati nello standard internazionale ISO 13091, parte 1 e 2 [2001].
2. l'estesimetria cutanea (discriminazione dei due punti, percezione della profondità) per l'esplorazione dei meccanorecettori tipo SA I e FA I;
3. la percezione delle soglie termiche per valutare la funzione delle fibre amieliniche di tipo C (termorecettori per il caldo) e delle fibre A δ (termorecettori per il freddo).;
4. la forza di prensione manuale e digitale misurata con dinamometro per valutare la funzione sensitivo-motoria delle estremità distali degli arti superiori;
5. la valutazione della destrezza manuale mediante indagini funzionali quali il Purdue Pegboard test.

L'uso dei test sopra citati andrà modulato in rapporto alla disponibilità delle attrezzature di laboratorio specifiche e compatibilmente con le abituali condizioni di lavoro del medico competente. Alcuni di questi test, quali la misura della discriminazione dei due punti mediante estesimetro e la misura della forza di prensione mediante dinamometro, sono, tuttavia, di facile e rapida esecuzione, economici per quanto riguarda gli strumenti di indagine e forniscono utili informazioni sulla funzione sensitivo-motoria dei lavoratori esposti.

Sulla base dei risultati dell'anamnesi, dell'esame obiettivo neurologico e dei test clinici, il medico competente potrà valutare l'opportunità di richiedere un approfondimento neurofisiologico da parte dello specialista neurologo nel caso si pongano problemi di diagnosi differenziale con le sindromi da intrappolamento dei tronchi nervosi e le polineuropatie.

Diagnostica per immagini

L'esecuzione di radiografie delle spalle, gomiti, polsi e mani è di solito limitata ai casi nei quali vi sia un fondato sospetto di osteoartropatia da vibranti. I quadri anatomo-radiologici della osteoartropatia da vibranti sono rappresentati da osteoartrosi, osteofitosi ed esostosi a carico dei polsi e gomiti di lavoratori che usano

utensili pesanti di tipo percussorio. È, tuttavia, da segnalare che tali quadri non sono patognomici delle lesioni da vibranti, ad eccezione di una più elevata frequenza di osservazione di entesopatia del gomito (sperone olecranico) e, forse, di vacuoli e pseudocisti carpali, malacia del semilunare (malattia di Kienböck) e pseudoartrosi dello scafoide. È anche opportuno ricordare che l'età del soggetto ed eventuali esiti di traumatismi o fratture locali possono costituire importanti fattori di confondimento per la diagnosi radiologica di osteoartropatia da vibranti.

Indagini ematochimiche e immunologiche

Qualora i risultati dell'indagine anamnestica e dell'esame clinico obiettivo pongano problemi di diagnosi differenziale con altre malattie vascolari, neurologiche e muscolo-scheletriche di origine non occupazionale, il medico competente potrà valutare l'opportunità di sottoporre il lavoratore ad alcune indagini ematochimiche (es. emocromo, VES, PCR, glicemia, uricemia) o immunologiche (es. fattore reumatoide, crioglobuline, marker di malattie autoimmuni).

Il giudizio di idoneità lavorativa

I protocolli sanitari e le linee guida per l'idoneità lavorativa rappresentano un utile strumento di lavoro nelle mani del medico esperto, ma possono essere controproducenti se applicati meccanicamente senza adeguata considerazione delle caratteristiche dell'ambiente lavorativo e delle condizioni psicologiche e fisiopatologiche del soggetto da esaminare [Bovenzi, 1999b]. Fatte salve queste considerazioni, la Tabella 3 riporta, come riferimento orientativo per il giudizio di idoneità lavorativa, quelle patologie che possono sia aggravare il rischio di occorrenza di disturbi da vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio sia costituire controindicazioni temporanee o permanenti all'esposizione prolungata alle vibrazioni. La limitazione dell'esposizione a vibrazioni mano-braccio o l'allontanamento del lavoratore dall'esposizione stessa dovrà essere decisa dal medico competente sulla base di considerazioni relative alla severità dei sintomi e dei segni clinici associati alla sindrome da vibrazioni mano-braccio, alle caratteristiche del processo lavorativo, e ad altri aspetti legati sia ad accordi contrattuali interni all'azienda sia alla legislazione del nostro Paese. Alcune istituzioni accademiche e enti governativi [NIOSH, 1989] hanno suggerito l'allontanamento dall'esposizione a vibrazioni mano-braccio per i lavoratori che risultano affetti da disturbi vascolari e/o neurologici con stadio di severità 2 della scala di Stoccolma. Poiché vi sono evidenze cliniche ed epidemiologiche che i disturbi da vibrazioni mano-braccio, in particolare quelli vascolari, possono essere reversibili a seguito della riduzione o della cessazione dell'esposizione [Bovenzi *et al.*, 1998; Futatsuka *et al.*, 1989; Olsen e Nielsen, 1988; Petersen *et al.*, 1995], il medico competente dovrà discutere con il lavoratore la possibilità di un suo reinserimento in mansioni che comportano l'uso di utensili vibranti qualora successive visite periodiche dimostrino un progressivo miglioramento o la scomparsa dei sintomi e segni clinici della sindrome da vibrazioni mano-braccio.

È opportuno, in generale, che il medico competente tenga sempre presente che anche nel formulare il giudizio di idoneità è necessario operare secondo i criteri della *medicina basata sulle evidenze*.

Tabella 3. Patologie che possono rappresentare una condizione di ipersuscettibilità individuale o possono aggravare le possibili lesioni agli apparati vascolare, neurologico e muscolo-scheletrico causate dall'esposizione occupazionale a vibrazioni mano-braccio. Tra le malattie vascolari sono indicate le principali cause di fenomeno di Raynaud secondario, alcune delle quali incompatibili con qualsiasi attività lavorativa.

1. Malattie vascolari

1.1 Fenomeno di Raynaud primitivo

1.2 Fenomeno di Raynaud secondario a:

- Malattie del collagene (sclerodermia, LES, connettivite mista, poliarterite nodosa, dermatomiosite, poliarterite nodosa)
- Malattie vascolari occlusive (tromboangioite obliterante, arteriosclerosi, hypothenar hammer syndrome)
- Compressione dei vasi prossimali (sindrome dell'apertura toracica superiore, sindrome costoclavicolare)
- Traumatismi (secondari a lacerazioni, fratture, interventi chirurgici, congelamento)
- Malattie neurologiche (poliomielite, siringomielia, emiplegia)
- Alterazioni ematiche e plasmatiche (policitemia vera, trombocitemia, crioglobulinemia, macroglobulinemia)
- Agenti occupazionali (cloruro di vinile, arsenico, nitrati)
- Farmaci (β -bloccanti, clonidina, ergotamina, chemioterapici, ciclosporina, amfetamine)
- Miscellanea (vasculiti, fibromialgia, ipotiroidismo, nefropatie, distrofia simpatica riflessogena, neoplasie)

2. Malattie neurologiche

2.1 Sindromi da intrappolamento dei tronchi nervosi (sindrome del tunnel carpale, sindrome del pronatore, sindrome di Guyon, sindrome del tunnel cubitale)

2.2 Neuropatie periferiche (alcolica, diabetica, radiculopatia cervicale, da farmaci e tossici industriali)

2.3 Lesioni neurologiche secondarie a traumi, fratture, interventi chirurgici al sistema mano-braccio e al collo

3. Malattie muscolo-scheletriche

3.1 Tendiniti e tenosinoviti di grado medio-severo (sindrome di de Quervain, epicondilita laterale, epitrocleite, tendiniti della spalla)

3.2 Sindromi cervicobrachiali di grado medio-severo

3.3 Fibromatosi palmare (malattia di Dupuytren) di grado avanzato

3.4 Deformità delle ossa e delle articolazioni secondarie a traumatismi, fratture, interventi chirurgici

3.5 Miopatie (fibromialgia, miofasciti, miopatia alcolica, miopatie da malattie endocrine, dismetabolismi e farmaci)

Provvedimenti terapeutici e riabilitativi

Il trattamento medico della sindrome da vibrazioni mano-braccio è di limitata efficacia.

Nessun studio clinico controllato è stato finora condotto su pazienti esposti a vibrazioni mano-braccio per valutare l'efficacia dei farmaci comunemente usati per il trattamento del fenomeno di Raynaud, quali, ad esempio, calcio-antagonisti, antagonisti dei recettori α_1 -adrenergici, antifibrinolitici, prostanoidi o unguento di nitroglicerina applicato alle dita sintomatiche. In alcune casistiche cliniche, il calcio-antagonista nidefipina è risultato il farmaco maggiormente utilizzato, ma la sua efficacia a lungo termine non è nota. La somministrazione di calcio-antagonisti può essere associata ad effetti indesiderati quali arrossamento cutaneo, ipotensione, cefalea e edemi declivi.

La simpaticectomia cervicale o digitale, oppure il blocco del ganglio stellato o dei nervi digitali sono risultati di temporaneo beneficio anche in pazienti con lesioni trofiche cutanee causate da fenomeno di Raynaud di grado severo. Tali pratiche invasive sono raramente giustificate in pazienti con fenomeno di Raynaud di origine professionale.

Il medico competente dovrà consigliare i lavoratori affetti da Raynaud secondario di indossare un vestiario adeguato, in particolare guanti, allo scopo di mantenere caldi le estremità (mani e piedi) e il corpo intero, specialmente durante il lavoro e durante gli spostamenti su mezzi di trasporto. L'uso di guanti anti-vibranti, certificati secondo lo standard ISO 108191 [1996], possono essere di beneficio nel ridurre l'esposizione a vibrazioni. Ulteriori misure (periodi di riposo in ambiente caldo, astensione dal fumo di tabacco) possono essere utili per ridurre la frequenza degli attacchi vasospastici.

Allo stato attuale, non vi è alcun trattamento specifico per la componente neurologica della sindrome da vibrazioni mano-braccio.

La terapia chirurgica della sindrome da tunnel carpale (sezione del ligamento volare del carpo associata o meno a neurolisi) può essere efficace nei lavoratori esposti a vibrazioni, anche se vi sono evidenze che la prognosi post-intervento può essere meno favorevole rispetto ai pazienti non esposti a vibrazioni, in quanto i sintomi da sindrome del tunnel carpale negli esposti possono coesistere con altri disturbi neurologici indotti da vibrazioni, quali una neuropatia digitale. Varie forme di trattamento conservativo (splint, farmaci antiinfiammatori nonsteroidi, infiltrazioni cortisoniche, jonoforesi, ultrasuoni, laser) sono risultate efficaci nelle forme lievi di sindrome del tunnel carpale quando associate a limitazioni di quelle attività domestiche o lavorative che possono esacerbare i sintomi [Katz e Simmons, 2002].

Il trattamento riabilitativo dei sintomi muscoloscheletrici causati dal lavoro con utensili vibranti non differisce da quello comunemente adottato per le patologie del collo e degli arti superiori dovute ad esposizione a fattori di stress ergonomico di origine occupazionale. Lo scopo principale del trattamento riabilitativo è di prevenire l'insorgenza di una sindrome dolorosa cronica che può rendere meno agevole o addirittura impedire il ritorno al lavoro [Hagberg, 2002]. In tale contesto, il medico competente dovrà tenere in considerazione il complesso dei possibili fattori individuali, sanitari, fisici, psicosociali e organizzativi che possono giocare un ruolo nell'etiopatogenesi dei sintomi muscoloscheletrici lamentati dal lavoratore. Alcuni studi clinici randomizzati hanno suggerito che l'esercizio fisico, trattamenti

chiropratici, terapie comportamentali-cognitive e tecniche di biofeedback possono essere associati ad un miglioramento del dolore e della funzione degli arti superiori in lavoratori affetti da varie forme di sindromi muscoloscheletriche o da disturbi muscoloscheletrici aspecifici.

SORVEGLIANZA SANITARIA E DIAGNOSI DELLE MALATTIE DA VIBRAZIONI MECCANICHE TRASMESSE A TUTTO IL CORPO

Visita medica preventiva

Quanto precedentemente riportato in tema di sorveglianza sanitaria sugli obiettivi e i programmi di controllo medico preventivo e periodico nei lavoratori esposti a vibrazioni mano-braccio, vale anche per gli esposti a vibrazioni trasmesse al corpo intero.

La visita medica preventiva comprende la storia (anamnesi) personale, lavorativa e sanitaria del soggetto, un esame obiettivo completo, ed eventuali altre indagini specialistiche secondo il giudizio clinico del medico competente.

Anamnesi

L'indagine anamnestica del lavoratore va eseguita in modo tale da consentire la raccolta delle seguenti informazioni di carattere personale e sanitario:

- Anamnesi fisiologica, con riferimento all'attività fisica, pratiche sportive e fattori di rischio individuali quali il consumo di tabacco ed alcool;
- Anamnesi lavorativa, con dettagliata registrazione delle esposizioni attuali e passate a vibrazioni trasmesse al corpo intero in termini di tipologia delle macchine e/o veicoli guidati e di durata dell'esposizione sia giornaliera (ore/die) sia totale (anni); pratiche lavorative comportanti stress posturale sulla colonna vertebrale; attività extra-lavorative comportanti frequente guida di veicoli.
- Anamnesi patologica remota e prossima, con particolare riferimento a disturbi acuti o cronici a carico della colonna vertebrale, patologie documentate del rachide, eventi traumatici o interventi chirurgici all'apparato muscolo-scheletrico, uso abituale di farmaci.
- All'anamnesi lavorativa, il medico competente deve porre attenzione ad eventuali condizioni di lavoro che possono aggravare gli effetti indesiderati delle vibrazioni sulla colonna vertebrale, quali la durata di posture assise su sedili non ergonomici, la frequenza di movimenti di flessione, estensione, inclinazione laterale e rotazione del tronco, la frequenza di sollevamento di carichi manuali pesanti.

Le informazioni sui disturbi alla colonna vertebrale nei lavoratori esposti a vibrazioni trasmesse al corpo intero possono essere raccolte mediante questionari standardizzati disponibili in lingua italiana nel sito Web <http://www.vibrisk.soton.ac.uk> a cura del network europeo VIBRISKs.

L'esame clinico obiettivo

Il medico competente deve eseguire un esame obiettivo completo del lavoratore valutando con particolare attenzione alla colonna vertebrale e agli apparati neurologico e muscolare degli arti inferiori.

Un approccio clinico semplificato comprende:

- ispezione della colonna vertebrale con il soggetto in postura eretta per individuare la presenza di curvature laterali, cifosi, o accentuata lordosi;
- rilievo della comparsa di dolore ai movimenti di flessione, estensione, inclinazione laterale e rotazione del tronco;
- esecuzione del test dell'accovacciamento (squatting) per la valutazione della forza dei muscoli quadricipiti femorali;
- esecuzione della manovra di Lasègue bilateralmente;
- esecuzione dell'esame neurologico periferico (arti inferiori):

Indagini specialistiche

Qualora i risultati della visita medica indichino la presenza di un quadro clinico complesso, il medico competente potrà avvalersi della consulenza dello specialista ortopedico, neurologo o fisiatra per un corretto inquadramento clinico-nosografico e per una accurata valutazione funzionale e prognostica del caso. Il ricorso a diagnostica per immagini (radiografie, TC o RM di tratti della colonna vertebrale) è giustificato quando il rapporto costo/beneficio associato alla procedura radiologica sia a vantaggio del paziente.

Visita medica periodica

I lavoratori con esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero superiore al valore di $(A(8) = 0.5 \text{ m/s}^2 \text{ r.m.s.})$, sono sottoposti periodicamente a sorveglianza sanitaria, di norma una volta l'anno o con periodicità diversa decisa dal medico competente con adeguata motivazione riportata all'interno del programma di sorveglianza sanitaria, inserito nel documento di valutazione dei rischi.

Qualora si verificassero importanti cambiamenti nell'esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero o nello stato di salute del lavoratore, la visita medica periodica può essere effettuata anche ad intervalli più brevi a discrezione del medico competente.

Per contro, in caso di esposizioni saltuarie o comunque per periodi limitati nel corso di un tipico anno lavorativo, e qualora il livello di esposizione quotidiana alle vibrazioni sia ragionevolmente contenuto e inferiore al valore di azione, la sorveglianza sanitaria potrà essere effettuata con periodicità biennale o triennale o anche a cadenza maggiore nei soggetti che siano asintomatici e che non presentino condizioni di aumentata suscettibilità agli effetti delle vibrazioni. La cadenza temporale della sorveglianza sanitaria periodica dovrà, comunque, essere sempre adeguatamente motivata dal medico competente e riportata nel documento di valutazione dei rischi e resa nota ai rappresentanti per la sicurezza dei lavoratori.

In occasione della visita periodica, il medico competente dovrà eseguire un raccordo anamnestico riportando nella cartella sanitaria del lavoratore qualsiasi nuovo evento accaduto nel periodo di tempo intercorrente dall'ultimo controllo per quanto

riguarda sia l'esposizione a vibrazioni (es. variazioni nel tipo di veicolo guidato e/o nel tempo di esposizione giornaliera), sia l'occorrenza di malattie o di eventi traumatici, nonché la eventuale comparsa di disturbi al rachide associati o meno con l'esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero. Nella cartella sanitaria dovranno essere altresì riportati eventuali cambiamenti nello stile di vita (es. attività fisica, consumo di tabacco ed alcool), variazioni nell'assunzione di farmaci, nonché i risultati dell'esame clinico obiettivo.

5.2.4 Il giudizio di idoneità lavorativa

Nella formulazione del giudizio di idoneità lavorativa per i soggetti esposti a vibrazioni trasmesse al corpo intero, il medico competente dovrà prendere in considerazione tutti gli aspetti legati all'organizzazione del lavoro, alle condizioni del singolo posto di lavoro e allo stato di salute psicofisica del soggetto.

È altresì opportuno ribadire che i protocolli sanitari e le linee guida per l'idoneità lavorativa rappresentano un utile strumento di lavoro nelle mani del medico esperto, ma possono essere controproducenti se applicati meccanicamente senza adeguata considerazione delle caratteristiche dell'ambiente lavorativo e delle condizioni psicologiche e fisiopatologiche del soggetto da esaminare. Fatte salve queste considerazioni, la Tabella 4 riporta, come riferimento orientativo per il giudizio di idoneità lavorativa, quelle patologie della colonna vertebrale e di altri organi o apparati che possono sia aggravare il rischio di occorrenza di disturbi da vibrazioni trasmesse al corpo intero sia costituire controindicazioni temporanee o permanenti all'esposizione prolungata alle vibrazioni.

È opportuno, in generale, che il medico competente tenga sempre presente che anche nel formulare il giudizio di idoneità è necessario operare secondo i criteri della *medicina basata sulle evidenze*.

Tabella 4. Patologie che possono rappresentare una condizione di ipersuscettibilità individuale o possono aggravare le possibili lesioni alla colonna vertebrale o ad altri organi e apparati causate dall'esposizione occupazionale a vibrazioni trasmesse a tutto il corpo

1. Patologie della colonna vertebrale

- Patologie degenerative della colonna vertebrale non legate all'età
- Patologie infiammatorie attive della colonna vertebrale (es. spondilite anchilosante)
- Patologie dei dischi intervertebrali con o senza compromissione radicolare
- Patologie del canale midollare con o senza compromissione radicolare
- Patologie deformative congenite o acquisite della colonna vertebrale
- Patologie distruttive (osteoporosi grave) o neoplastiche benigne (angioma vertebrale)
- Pregressi traumi della colonna con fratture vertebrali
- Pregressi interventi chirurgici alla colonna vertebrale
- Instabilità della colonna vertebrale (es. da spondilolistesi, da fratture)
- Lombalgie croniche con frequenti episodi di riacutizzazione

2. Patologie di altri organi o apparati

- Severe alterazioni muscolo-scheletriche del distretto cervico-brachiale
- Gastrite cronica severa e/o ulcera peptica gastro-duodenale

3. Eventi fisiologici

- Gravidanza (controindicazione temporanea, D.P.R. No. 645/96, Allegato I)
-

Provvedimenti terapeutici e riabilitativi

Le problematiche relative alla gestione dei lavoratori affetti da disturbi muscoloscheletrici al rachide rappresentano una delle maggiori sfide per il medico competente. Poiché il lavoro è solo una delle componenti dell'origine multifattoriale delle patologie del rachide, il medico competente dovrà tenere in considerazione il complesso dei possibili fattori individuali, sanitari, fisici, psicosociali e organizzativi che possono concorrere all'insorgenza o all'aggravamento dei disturbi muscoloscheletrici alla colonna vertebrale. [Carter e Birrell, 2000; Staal *et al.*, 2003].

La diagnostica per immagini ha evidenziato alterazioni non-specifiche nella grande maggioranza dei soggetti affetti da lombalgie, e, all'opposto, lesioni degenerative alle vertebre e i dischi del rachide lombare sono state individuate in soggetti

asintomatici. Ne deriva che la gestione del paziente con lombalgia dovrebbe includere interventi di tipo comportamentale-educativo con lo scopo di fornire al lavoratore appropriate informazioni e consigli, di rassicurarlo sulla prognosi benigna delle lombalgie, e di promuovere una maggior cura della propria salute [Carter e Birrell, 2000].

Vi è una forte evidenza scientifica che i cosiddetti “supporti addomino-lombari” non riducono la frequenza delle lombagie né diminuiscono le assenze dal lavoro [Carter e Birrell, 2000].

Gli scopi principali del trattamento nel lavoratore con lombalgia sono di: (i) risolvere, o almeno attenuare, il dolore; (ii) ristabilire la funzionalità del rachide lombare; e (iii) incoraggiare la ripresa precoce e graduale delle attività ordinarie e lavorative al fine di prevenire l’instaurarsi di un dolore cronico e di disabilità. Vi è forte evidenza epidemiologica che quanto più prolungata è l’assenza dal lavoro per lombalgia, tanto maggiore è la probabilità di abbandonare definitivamente l’usuale attività lavorativa [Carter e Birrell, 2000].

Varie linee guida per la gestione e il trattamento delle lombalgie di origine occupazionale suggeriscono l’opportunità di adottare un approccio combinato di terapia farmacologica, programmi di esercizi fisici attivi e di intensità crescente, riabilitazione multidisciplinare, e, infine, interventi di tipo organizzativo da parte dei datori di lavoro per facilitare il ritorno alla normale attività lavorativa. Vi è moderata evidenza che un programma di interventi combinati è più efficace di un singolo metodo di trattamento [Carragee, 2005; Carter e Birrell, 2000; Staal *et al.*, 2003].

Vi è generale accordo che il riposo a letto non è raccomandato per il trattamento di una lombalgia semplice [Carragee, 2005; Carter e Birrell, 2000]. Per una lombalgia acuta o ricorrente, con o senza sciatalgia, il riposo a letto per 2 – 7 giorni è associato ad un esito peggiore rispetto alla somministrazione di un placebo o alla ripresa graduale dell’ordinaria attività quotidiana. Il riposo prolungato a letto può condurre a disabilità cronica e a difficoltà riabilitative.

Il trattamento farmacologico della lombalgia prevede la somministrazione di analgesici, antiinfiammatori, miorilassanti e farmaci antidepressivi. Questi agenti farmacologici sono efficaci nel trattamento della lombalgia semplice, mentre il loro beneficio per i disturbi sciatalgici è discutibile. I farmaci citati, inoltre, possono essere associati a effetti indesiderati a carico degli apparati gastroenterico e neurologico, questi ultimi in particolare nel caso di trattamento prolungato con sedativi.

I programmi riabilitativi comprendono manipolazioni, alcune forme di “back school”, esercizi fisici attivi e di intensità crescente, accompagnati da terapie di tipo comportamentale-cognitivo. Una revisione Cochrane di studi randomizzati sull’efficacia di varie tipologie di esercizio fisico per lombagie persistenti [tecniche di rinforzo muscolare (“strengthening”), tecniche di allungamento muscolare (“stretching”), “stretching passivo” secondo McKenzie, terapia fisica convenzionale] ha evidenziato che tali programmi di esercizio fisico hanno maggiori effetti positivi sul dolore e la disabilità rispetto alla somministrazione di un placebo o alle usuali terapie prescritte dal medico curante, senza tuttavia riscontrare

significative differenze tra le varie tipologie di esercizio fisico [van Tulder *et al.*, 2000].

Le linee guida per la gestione dei pazienti con lombalgia di origine occupazionale raccomandano che i lavoratori che non sono in grado di ritornare al lavoro dopo 2 – 12 settimane dovrebbero essere consigliati ad intraprendere programmi di esercizi fisici o di riabilitazione multidisciplinare inseriti nell'ambito di un sistema di protezione della sicurezza e della salute integrato a livello aziendale [Carter e Birrell, 2000; Waddel e Burton, 2000].

In conclusione, i dati attualmente disponibili suggeriscono che programmi multidisciplinari che comprendono interventi farmacologici, riabilitativi e comportamentali sono associati ad un miglioramento del dolore lombare, una riduzione della disabilità funzionale e una diminuzione delle assenze dal lavoro, anche se non vi è ancora una sufficiente evidenza dei loro effetti a lungo termine. Oltre a queste misure, la gestione dei lavoratori con lombalgia richiede l'adozione di interventi a livello aziendale che investano vari aspetti dell'organizzazione del lavoro quali l'orario di lavoro, le caratteristiche del mansionario, l'uso della tecnologia, e il sistema delle relazioni industriali.

BIBLIOGRAFIA

- [1]. Bovenzi M (1998a) Hand-transmitted vibration. In Stellman JM (ed) Encyclopaedia of Occupational Health and Safety, 4th ed. ILO, Geneva, Vol II: 50.7-50.12
- [2]. Bovenzi M (1998b) Exposure-response relationship in the hand-arm vibration syndrome: an overview of current epidemiology research. *Int Arch Occup Environ Health* 71:509-519
- [3]. Bovenzi M (1998c) Vibration-induced white finger and cold response of digital arterial vessels in occupational groups with various patterns of exposure to hand-transmitted vibration. *Scand J Work Environ Health* 24:138-144
- [4]. Bovenzi M (1999a) La sindrome da vibrazioni mano-braccio: (I) quadri clinici, relazione esposizione-risposta, limiti di esposizione. *Med Lav* 90:547-555
- [5]. Bovenzi M (1999b) La sindrome da vibrazioni mano-braccio: (II) aspetti diagnostici e criteri di idoneità. *Med Lav* 90:643-649
- [6]. Bovenzi M, Alessandrini B, Mancini R, Cannavà Mg, Centi L (1998) A prospective study of the cold response of digital vessels in forestry workers exposed to saw vibration. *Int Arch Occup Environ Health* 71:493-498
- [7]. Bovenzi M, Fiorito A, Volpe C (1987) Bone and joint disorders in the upper extremities of chipping and grinding operators. *Int Arch Occup Environ Health* 59:189-198
- [8]. Bovenzi M, Hulshof CTJ (1999) An updated review of epidemiologic studies on the relationship between exposure to whole-body vibration and low back pain. *Int Arch Occup Environ Health* 72:351-365
- [9]. Carragee EJ. Persistent low back pain. *N Engl J Med* 2005; 352:1891-1898.
- [10]. Carter JT, Birrell LN (Eds). Occupational health guidelines for the management of low back pain at work - principal recommendations. Faculty of Occupational Medicine. London, 2000 (<http://www.facocmed.ac.uk>)
- [11]. Decreto del Presidente della Repubblica 24 Luglio 1996, No. 459. Regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE, 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine. Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale No. 209 del 6 settembre 1996
- [12]. Decreto Legislativo 9 Aprile 2008, n. 81 e Decreto legislativo 3 agosto 2009, n. 196. Testo Unico sulla salute e

- sicurezza sul lavoro. Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n.123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Gazzetta Ufficiale n. 101 del 30 aprile 2008 – Suppl. Ordinario n. 108, Gazzetta Ufficiale n. 180 del 5 agosto 2009 – Suppl. Ordinario n. 142/L.
- [13]. Futatsuka M, Ueno T, Sakurai T (1989) Cohort study of vibration-induced white finger among Japanese forest workers over 30 years. *Int Arch Occup Environ Health* 61:503-506
- [14]. Gemne G, Pyykko I, Taylor W (1987) The Stockholm Workshop scale for the classification of cold-induced Raynaud's phenomenon in the hand-arm vibration syndrome (Revision of the Taylor-Perlmerar Scale), *Scand J Work Environ Health* 13:275-278.
- [15]. Hagberg M. Clinical assessment of musculoskeletal disorders in workers exposed to hand-arm vibration. *Int Arch Occup Environ Health* 2002; 75: 97-105.
- [16]. International Organization for Standardization (1996) Mechanical vibration and shock Hand-arm vibration - Method for the measurement and evaluation of the vibration transmissibility of gloves at the palm of the hand. Geneva: ISO 10819
- [17]. International Organization for Standardization (2001) Mechanical vibration Vibrotactile perception thresholds for the assessment of nerve dysfunction. Part 1: Methods of measurement at the fingertips. Geneva: ISO 13091-1
- [18]. International Organization for Standardization (2001) Mechanical vibration Vibrotactile perception thresholds for the assessment of nerve dysfunction. Part 2: Analysis and interpretation of measurements at the fingertips. Geneva: ISO 13091-2
- [19]. International Organization for Standardization (2005) Mechanical vibration Cold provocation tests for the assessment of peripheral vascular function. Part 1: Measurement and evaluation of finger skin temperature. Part 2: Measurement and evaluation of finger systolic blood pressure. Geneva: ISO 14835
- [20]. Katz JN, Simmons BP. Carpal tunnel syndrome. *N Engl J Med* 2002; 346:1807-1812
- [21]. National Institute of Occupational Safety and Health (1989) Criteria for a recommended standard: occupational exposure to hand-arm vibration. US DHHW (NIOSH) Report 89-106, Cincinnati, OH
- [22]. Olsen N, Nielsen SL (1988) Vasoconstrictor response to cold in forestry workers: a prospective study. *Br J Ind Med* 45:39-42
- [23]. Petersen R, Andersen M, Mikkelsen S, Nielsen SL (1995) Prognosis Of Vibration Induced White Finger: A Follow Up Study. *Occup Environ Med* 52:110-115

- [24]. C. J. M. Poole, M. Bovenzi, T. Nilsson, I. J. Lawson, R. House, A. Thompson, S. Youakim. International consensus criteria for diagnosing and staging hand–arm vibration syndrome. *International Archives of Occupational and Environmental Health* (2019) 92:117–127
- [25]. Staal JB, Hlobil H, van Tulder MW, Waddell G, Burton AK, Koes BW, van Mechelen W. Occupational health guidelines for the management of low back pain: an international comparison. *Occup Environ Med* 2003; 60:618-626
- [26]. Stockholm Workshop 86 (1987) Symptomatology and diagnostic methods in the hand-arm vibration syndrome. *Scand J Work Environ Health* 13:271-388
- [27]. Stockholm Workshop 94 (1995) Hand-arm vibration syndrome: Diagnostics and quantitative relationships to exposure. *Arb Hälsa* 5:1-199
- [28]. Van Tulder MW, Malmivaara A, Esmail R, Koes BW. Exercise therapy for low back pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2000; 2:CD000335.
- [29]. VIBRISKS. Risks of Occupational Vibration Exposures <http://www.vibrisks.soton.ac>
- [30]. Waddell G, Burton AK. Occupational health guidelines for the management of low back pain at work - evidence review. Faculty of Occupational Medicine. London, 2000.





La biblioteca di

- **dBA'85 Il rumore industriale - Prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro.**
Atti del Convegno di Modena del 14, 15 e 16 febbraio 1985
- **dBA'90 Rumore e vibrazioni - Valutazione, prevenzione e bonifica**
Atti del Convegno di Bologna e Modena del 20, 21, 22 e 23 novembre 1990
- **dBA'94 Rumore e vibrazioni - Valutazione, prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro**
Atti del Convegno di Modena del 20, 21 e 22 ottobre 1994
- **dBA'98 Dal rumore ai rischi fisici - Valutazione, prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro**
Atti del Convegno di Modena del 17, 18 e 19 ottobre 1998
- **dBA_{incontri}'99 Rumore e vibrazioni negli ambienti di lavoro – Dalla valutazione alla bonifica**
Atti del Seminario di Modena del 23 settembre 1999
- **dBA_{incontri}2000 Rumore e vibrazioni - Linee Guida per la corretta applicazione della legislazione negli ambienti di lavoro**
Atti del Seminario di Modena del 20 settembre 2000
- **dBA'02 Rumore, vibrazioni, microclima, illuminazione, onde elettromagnetiche - Valutazione, prevenzione e bonifica negli ambienti di lavoro**
Atti del Convegno di Modena del 25, 26 e 27 settembre 2002

- **dBaincontri2003 Metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro – Verso un Manuale di buona pratica**
 Atti del Seminario di Modena del 16 ottobre 2003
- **dBaincontri2004 - Vibrazioni - Valutazione e prevenzione del rischio da vibrazioni nel quadro legislativo attuale e in quello in divenire**
 Atti del Convegno di Modena del 13 ottobre 2004
- **dBaincontri2004 - Microclima - Valutazione, prevenzione e protezione dai rischi e comfort nei luoghi di lavoro**
 Atti del Convegno di Modena del 14 ottobre 2004
- **dBaincontri2005 – Microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro - Verso un Manuale di buona pratica**
 Atti del Convegno di Bologna del 14 settembre 2005
- **dBa'06 Rumore, vibrazioni, microclima, campi elettromagnetici, radiazioni ottiche e ionizzanti - Valutazione, prevenzione e bonifica negli ambienti di lavoro**
 Atti del Convegno di Modena del 12 e 13 ottobre 2006
Volume 1: Rumore e vibrazioni
Volume 2: Microclima
Volume 3: Campi elettromagnetici, radiazioni ottiche e ionizzanti
- **dBaincontri2008 – Titolo VIII del DLgs.81/2008 – Prevenzione e protezione dagli agenti fisici nei luoghi di lavoro: facciamo il punto**
 Atti del Convegno di Modena del 9 ottobre 2008
- **dBaincontri2009 – Interventi per la riduzione del rischio rumore. Legislazione, normativa, tecnologie, esperienze**
 Atti del Convegno di Modena del 24 settembre 2009
- **dBa'10 Rischi Fisici: valutazione, prevenzione e bonifica nei luoghi di lavoro. A che punto siamo**
 Atti del Convegno di Modena del 6 e 7 ottobre 2010

- **dBaincontri2011 – Laser e Radiazioni Ottiche Artificiali non coerenti. Valutazione, prevenzione, protezione, esperienze**
Atti del Convegno di Modena del 21 settembre 2011
- **dBaincontri2012 – Aggiornamenti sul rischio rumore. Valutazione, prevenzione e protezione nei luoghi di lavoro**
Atti del Convegno di Modena del 11 ottobre 2012
- **dBaincontri2014 – Agenti Fisici nei luoghi di lavoro: aggiornamenti, approfondimenti, esperienze**
Atti del Convegno di Modena del 17 settembre 2014
- **dBa'15 Trent'anni di Prevenzione e Protezione dagli Agenti Fisici**
Atti del Convegno di Modena del 27 maggio 2015
- **dBaincontri2016 – Campi Elettromagnetici nei luoghi di lavoro. Legislazione, Valutazione, Tutela.**
Atti del Convegno di Bologna del 21 ottobre 2016
- **dBaincontri2017 – Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti: valutazione e protezione alla luce della nuova normativa europea.**
Atti del Convegno di Modena del 14 settembre 2017
- **dBa2018 – I rischi fisici nei luoghi di lavoro.**
Atti del Convegno di Bologna del 17 ottobre 2018
- **dBa2019 – Agenti fisici e salute nei luoghi di lavoro.**
Atti del Convegno di Bologna del 17 ottobre 2019
- **dBa2020 – La gestione del microclima nei luoghi di lavoro in presenza di una emergenza epidemica**
Atti del Convegno on-line del 3 dicembre 2020
- **dBa2021 – Agenti fisici nei luoghi di lavoro – Radiazioni ionizzanti**
Atti dei Convegni di Bologna del 2 e 3 dicembre 2021



- **dBA2022 – Rischi fisici emergenti nei luoghi di lavoro**
Atti del Convegno di Bologna del 23 novembre 2022
- **dBA2023 – Rischi fisici nei luoghi di lavoro**
Atti del Convegno di Bologna del 10 ottobre 2023

Altre pubblicazioni

Collana REACH

- **REACH-OSH2023 – Aggiornamenti sulla sicurezza Chimica. Sostanze cancerogene, mutagene, tossiche per la riproduzione, interferenti endocrine e sensibilizzanti per le vie respiratorie nei luoghi di lavoro. (2023)**
- **REACH-OSH2022 – Sicurezza Chimica e Scheda di Dati di Sicurezza. La Nuova Scheda di Dati di Sicurezza per una nuova Valutazione del rischio da agenti chimici pericolosi, tossici per la riproduzione, cancerogeni, mutageni. (2022)**
- **REACH-OSH2021 – Sicurezza Chimica. Individuazione del pericolo, Valutazione del rischio, Valutazione dell’esposizione, Misure di gestione del rischio. (2021)**
- **CLP-REACH_2020-COVID - Rischio chimico nei luoghi di vita e di lavoro. (2020)**
- **REACH-OSH_2019 – Sostanze Pericolose: Valutazione del rischio, Scheda di Dati di Sicurezza, Scenari di Esposizione, Misure di gestione del rischio. (2019)**
- **REACH2018 – Sostanze Pericolose. Identificazione, Registrazione, Valutazione, Autorizzazione, Restrizione e Gestione del Rischio. (2018)**
- **REACH 2017 – L’applicazione dei Regolamenti REACH e CLP nei luoghi di vita e di lavoro e nel comparto metalmeccanico (2017)**
- **REACH 2016 – L’applicazione dei regolamenti REACH e CLP nei luoghi di vita e di lavoro (2016)**

- **REACH 2015 – L'applicazione dei regolamenti REACH e CLP nei luoghi di lavoro. L'applicazione dei Regolamenti Europei delle Sostanze Chimiche in ambito sanitario (2015)**
- **REACH 2014 - I Regolamenti Europei REACH e CLP: l'interazione tra le normative sociali e di prodotto, il confronto e l'assistenza alle imprese, l'armonizzazione europea dei controlli (2014)**

Collana Risch

- **RisCh 2014 – L’aggiornamento della valutazione del rischio da agenti chimici pericolosi, cancerogeni e mutageni:** la valutazione della sicurezza chimica, la nuova scheda di dati di sicurezza e gli scenari di esposizione
- **RisCh 2012 – Agenti chimici pericolosi, cancerogeni, mutageni, REACH, CLP, SDS**
- **RisCh 2011 – Le nuove valutazioni del rischio da agenti chimici pericolosi e dell’esposizione ad agenti cancerogeni, mutageni**
- **RisCh 2010 – Le sostanze pericolose nei luoghi di lavoro.** Individuazione del pericolo, Regolamenti REACH e CLP, Scheda Dati di Sicurezza, Valutazione del rischio da agenti chimici pericolosi, cancerogeni e mutageni
- **RisCh 2008 – Sostanze pericolose:** agenti chimici pericolosi, cancerogeni, mutageni e l'amianto
- **RisCh 2006 – Il rischio chimico nei luoghi di lavoro:** identificazione, misurazione, valutazione, prevenzione e protezione, sorveglianza sanitaria, esperienze ed approfondimenti
- **RisCh 2005 – Sostanze e preparati pericolosi per la salute e la sicurezza dei lavoratori.** Classificazione ed autotrasferimento, etichettatura di pericolo e scheda di sicurezza, valutazione del pericolo e del rischio, aspetti critici ed innovativi. Il caso della silice libera cristallina

- **RisCh 2004 – Agenti cancerogeni, mutageni e chimici pericolosi:** l'applicazione dei Titoli VII e VII-bis DLgs.626/94, l'assistenza e la collaborazione con le parti sociali, la vigilanza e il controllo
- **RisCh-Bitume - Il rischio da agenti chimici nella produzione e messa in opera dei conglomerati bituminosi (2004)**
- **RisCh-La valutazione del rischio e dell'esposizione ad Agenti Chimici Pericolosi (2003)**
- **RisCh-Prevenzione e Protezione da Agenti Chimici Pericolosi. Le novità del D.Lgs.25/02, la valutazione e la giustificazione del rischio, le misurazioni e la sorveglianza sanitaria (2002)**
- **RisCh-Prevenzione e Protezione da Agenti Cancerogeni e Mutageni.** Le novità del D.Lgs.66/2000, la valutazione dell'esposizione, la sostituzione e i protocolli di prevenzione (2001)
- **RisCh'Alt-Prodotti chimici e tecnologie alternative all'impiego delle sostanze pericolose:** formulazioni e tecnologie meno pericolose per l'uomo e l'ambiente, le schede informative in materia di salute, sicurezza e ambiente (2000)
- **RisCh'Amb-La produzione compatibile con l'ambiente di vita e di lavoro:** approfondimenti sul D.Lgs.626/94, gestione dei rischi ambientali, assicurazione dell'ambiente (1999)
- **RisCh'dpi-I dispositivi di protezione individuale delle vie respiratorie:** aspetti normativi ed applicativi, linee guida e criteri per la scelta e l'uso, stato di applicazione del Titolo IV D.Lgs.626/94 (1999)
- **RisCh'flr-I fluidi lubrorefrigeranti nelle lavorazioni meccaniche:** Fattori di rischio - Misure di sicurezza ed igiene del lavoro - Tutela dell'ambiente (1998)

- **RisCh'SP-Le sostanze pericolose per l'uomo e per l'ambiente:** identificazione dei pericoli, valutazione dei rischi, classificazione, obbligo di ricerca, imballaggio ed etichettatura, scheda di dati di sicurezza, vigilanza e controlli (1998)
- **RisCh'96-Il rischio chimico negli ambienti di lavoro:** identificazione, misurazione, valutazione, prevenzione e protezione (1996)



Collana SICUREZZA

- **SICUREZZA 2017 – La gestione della sicurezza delle attrezzature di lavoro: i controlli e le verifiche periodiche.**
- **SICUREZZA 2015 – Aggiornamenti sugli ambienti confinati e sulle ATEX**
- **SICUREZZA 2010 – Attrezzature di lavoro e Direttive Comunitarie.** Applicazione dei RES e conformità delle attrezzature
- **SICUREZZA 2008 – La nuova organizzazione della sicurezza.** I sistemi della gestione della sicurezza ed i lavori in appalto
- **SICUREZZA 2006 – Procedure di sicurezza.** Progettazione e applicazione
- **SICUREZZA 2005 – Lavori in quota.** Apprestamenti di sicurezza e DPI
- **SICUREZZA 2004 – Atmosfere esplosive:** la valutazione e la gestione del rischio negli ambienti di lavoro
- **SICUREZZA 2003 – Sei anni di coordinamento nei cantieri temporanei e mobili**
- **SICUREZZA 2002 - Dall'eliminazione del pericolo alla gestione del rischio.** La sicurezza degli ambienti di lavoro, degli impianti, delle macchine



Collana ASL incontri

- **ASL incontri-Esposizione professionale a silice libera cristallina.** Attuali livelli di esposizione e modelli di intervento per la riduzione del rischio. Ruolo della sorveglianza sanitaria tra obblighi di legge e efficacia preventiva (2008)
- **ASL incontri-Strutture sanitarie.** La sicurezza degli operatori e dei pazienti (2004)
- **ASL incontri-Promozione della qualità in medicina del Lavoro.** Orientamenti e Linee Guida per l'attività del medico competente (2002)
- **NIP 2001-Nuovi Insediamenti Produttivi. Requisiti e standard prestazionali degli edifici destinati a luoghi di lavoro.** Responsabilità del progettista. Sportello Unico per le Imprese. Requisiti d'uso, strutturali e di sicurezza. Requisiti igienistici e ambientali. Regolamento edilizio tipo
- **DPI 2000-II ruolo dei Dispositivi di Protezione Individuali nell'ambito della Prevenzione.** Prevenzione e DPI. Protezione da rumore e vibrazioni. Protezione degli occhi, delle vie respiratorie, degli arti superiori, del corpo. Protezione contro le cadute. Protezione del capo e dei piedi. Protezione antincendio e d'emergenza. Protezione in ambito sanitario. Aspetti critici ed obiettivi
- **ASL incontri-La smaltatura dei metalli.** Principali rischi per la salute. Indicazioni di prevenzione (2000)
- **Mmc-La movimentazione manuale degli ospiti nei servizi socio-assistenziali.** Valutazione del rischio. Orientamenti per la prevenzione (1999)









Il progetto dBA nasce a Modena nel 1985 da un'idea di Omar Nicolini. In un mondo del lavoro che chiedeva tutele e rivendicava salute dBA'85 si propose come un'occasione di confronto, un punto di riferimento, di coagulo per le tante esperienze disponibili sul rischio rumore che rappresentavano anche le esperienze trainanti per gli altri rischi per la salute e la sicurezza e che certamente diede impulso a molte altre idee ed iniziative, come il Salone Ambiente Lavoro. Evidenziare la praticabilità della prevenzione primaria fu infatti uno dei principali obiettivi di dBA, sostenuto già nel 1985 dalla presenza di una rassegna espositiva delle principali ditte del settore. Per inciso, la denominazione dell'iniziativa, più che per l'evidente assonanza con i decibel ponderati (A), segnala la volontà di realizzare una mostra convegno "della Bonifica Acustica".

Le successive edizioni del Convegno si sono tenute assumendo connotazioni diverse in relazione alle più importanti novità legislative ed alla volontà di affrontare l'insieme dei rischi fisici (rumore, vibrazioni, microclima, campi elettromagnetici, radiazioni ottiche e radiazioni ionizzanti) in un unico contenitore.

Oggi dBA è un'iniziativa matura che porta a sintesi il progetto di un confronto multidisciplinare sui rischi fisici e approfondisce gli argomenti più attuali in incontri dedicati a temi specifici, sempre nell'ambito dei rischi fisici, con contributi tecnicospicientifici sulle novità normative e la loro interpretazione, sugli effetti biologici dei fattori di rischio, sui problemi della sorveglianza sanitaria, delle tecniche di valutazione, misurazione e previsione dei rischi, delle misure di bonifica e di protezione degli esposti, nonché degli aspetti connessi al controllo ed alla vigilanza.

Ancora oggi dBA mantiene vivo l'interesse sui temi della salute nei luoghi di lavoro e tale intende continuare a essere anche con la vostra attenzione.



PROPRIETÀ LETTERARIA RISERVATA

ISBN 979-12-81779-01-3



9 791281 779013

Stampato in Italia – Printed in Italy – Maggio 2024

Stampato da Premiato Stabilimento Tipografico dei Comuni
Soc.Coop. - Santa Sofia (FC)



dBA 2023



Rischi fisici nei luoghi di lavoro

In collaborazione con:



COORDINAMENTO
TECNICO
INTERREGIONALE
DELLA PREVENZIONE
NEI LUOGHI DI LAVORO



Ordine Interprovinciale
dei **Chimici** e dei **Fisici** dell'Emilia-Romagna