

LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA VIBRAZIONI AL SISTEMA MANO-BRACCIO NEGLI UTENSILI PER APPLICAZIONI INDUSTRIALI

Rocco Nitti⁽¹⁾, Paolo De Santis⁽²⁾

⁽¹⁾ INAIL - Direzione Regionale Veneto - Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione

⁽²⁾ INAIL - Direzione Regionale Lazio - Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione

PREMESSA

Il presente lavoro trae origine da una breve disamina dello stato di implementazione in Italia della Direttiva 2002-44-CE sulle vibrazioni e, più in generale, nel contesto europeo, nonché delle problematiche emerse nell'attuazione dei provvedimenti legislativi di recepimento emanati dalle autorità nazionali. Alla luce delle problematiche evidenziate, questo contributo vuole fornire delle linee guida e dei metodi estimativi di valutazione del rischio da HAV nel settore degli utensili per applicazioni industriali. Tali metodiche sono finalizzate a discriminare situazioni di rischio differenziato, a verificare il superamento delle soglie di legge, oltre le quali si debbono intraprendere iniziative di tutela e di prevenzione per i lavoratori esposti, nonché a definire delle priorità di intervento nei programmi di riduzione del rischio.

L'applicazione del metodo della misura diretta, infatti, non sempre è opportuna o necessaria, per le difficoltà pratiche di identificazione delle condizioni di misura rappresentative di tutte le situazioni di lavoro reali, per ragioni economiche, per l'elevato grado di *incertezza* associato, per i relativi tempi di esecuzione non trascurabili ed anche per la scarsità di professionisti validi nel campo.

I metodi estimativi si basano sui dati riportati nelle Banche Dati Vibrazioni accreditate ovvero forniti dai produttori ai sensi della Direttiva Macchine.

In altra occasione abbiamo evidenziato come attraverso un numero limitato di misurazioni o l'utilizzo di Banche Dati accreditate (ISPESL), ed il loro eventuale adattamento alla realtà lavorativa effettiva mediante l'uso di metodi statistici, sia possibile valutare il rischio da WBV in specifici comparti lavorativi.

In questa occasione cercheremo di trattare, in particolare, i metodi estimativi per HAV riguardanti la seconda tipologia di dati.

1 – IL CONTESTO NORMATIVO

Il DLgs. 81/2008 impone al datore di lavoro l'obbligo di valutazione dell'esposizione a vibrazioni dei lavoratori mediante il riferimento a Banche Dati accreditate (ISPESL), oppure tramite i valori di emissione forniti dai produttori e, ove necessario, mediante la misura diretta.

Si evidenzia innanzitutto come l'impostazione data dall'attuale disposto normativo, rispetto al previgente DLgs. 187/2005, abbia ripristinato la corretta gerarchia metodologica tra le procedure di Buona Tecnica disponibili. Infatti, il Decreto superato era stato innovativo rispetto ai contenuti della Direttiva Europea originaria (2002-44-CE), in quanto aveva introdotto l'utilizzo delle Banche Dati Vibrazioni, pratica peraltro già in uso a livello internazionale. Nel contempo aveva, però, ingenerato qualche incertezza interpretativa, dal momento che aveva disposto l'utilizzo della misurazione solo nel caso in cui non fossero disponibili informazioni relative ai livelli di vibrazioni nelle Banche Dati o dichiarate dai produttori.

In questo modo qualche Datore di Lavoro si è ritenuto autorizzato ad adempiere a questo nuovo obbligo in maniera semplicistica rispetto alla *ratio* del disposto normativo, attraverso l'utilizzo superficiale di questi strumenti, motivando tale scelta con la disponibilità dei dati relativi ai livelli di vibrazione soltanto in termini di marca e modello della macchina cercata. Ad avviso degli scriventi tale eventualità si è rivelata del tutto residuale, in base alle esperienze dirette nelle realtà presenti nel territorio di competenza, e comunque contestabile dagli Organi di Controllo in caso di verifica ispettiva. Si ricorda, infatti, che nella stessa Guida all'utilizzo della Banca Dati Vibrazioni dell'ISPESL, la cui lettura ed accettazione sono condizioni indispensabili al diritto di utilizzo, sono correttamente evidenziati i campi di applicazione, i limiti e le condizioni di utilizzo dei dati riportati. In particolare viene premesso che tali dati non possono essere considerati rappresentativi, per le nostre attrezzature di interesse, nei seguenti casi:

- il macchinario non è uguale a quello indicato nella Banca Dati in termini di marca e modello;
- il macchinario non è utilizzato nelle stesse condizioni operative riportate;
- il macchinario non è in buone condizioni di manutenzione.

Inoltre vengono generalmente riportati diversi valori di esposizione a vibrazioni, misurati in differenti condizioni di impiego, con la raccomandazione di scegliere la condizione operativa rispondente al reale utilizzo del macchinario.

Oltre ai valori misurati in campo la Banca Dati fornisce un'altra tipologia di dati: i valori di emissione dichiarati dai produttori ai sensi della Direttiva Macchine. Anche in questo caso vengono chiaramente evidenziati i limiti di utilizzo di questo strumento e le controindicazioni nei seguenti casi (largamente sovrapponibili a quelli già indicati precedentemente):

- il macchinario non è uguale a quello indicato nella Banca Dati in termini di marca e modello;
- il macchinario non è utilizzato nelle stesse condizioni operative riportate;
- il macchinario non è in buone condizioni di manutenzione;
- il macchinario non è usato in maniera conforme a quanto previsto dal costruttore.

Quello che ancora non è stato evidenziato sul sito dell'ISPESL è che l'utilizzo delle Banche Dati Vibrazioni, in quanto parte integrante del processo di valutazione dei rischi da agenti fisici, deve essere effettuato da personale qualificato, in possesso di specifiche conoscenze in materia. Tale precisazione, a nostro avviso, non è di irrilevante portata, come del resto anche il nuovo Unico Testo normativo ha chiaramente disposto all'Art. 181, come premessa comune a tutto il Titolo VIII, e quindi a tutte le tipologie di valutazione dei rischi da agenti fisici. Tale indicazione era, peraltro, già contenuta nei decreti previgenti (DLgs. 187/2005 e DLgs.

196/2006) di recepimento delle analoghe Direttive Europee. Alla luce del disposto dell'Unico Testo normativo oggi vigente, tale principio di competenza e deontologia professionale è stato definitivamente ribadito ed ulteriormente esteso. In questo modo riteniamo che si dovrebbe scoraggiare l'utilizzo non professionale o superficiale di questi strumenti da parte di personale non in possesso di adeguate competenze.

Infine ricordiamo come nell'Unico Testo normativo sia stato consentito il ricorso a Banche Dati quando in esse sono reperibili le informazioni sulla probabile entità delle vibrazioni per le attrezzature o i tipi di attrezzature nelle particolari condizioni di uso; in subordine è consentito, in caso di loro assenza, l'utilizzo delle informazioni fornite in materia dal costruttore delle attrezzature. E' chiarito, comunque, che la misurazione rimane il metodo di riferimento.

2 – LO STATO DI IMPLEMENTAZIONE DELLA DIRETTIVA 2002-44-CE

In Italia il quadro complessivo dello stato di avanzamento degli adempimenti da parte delle aziende evidenzia una diffusa difficoltà nel conseguire la piena e sostanziale (oltre che formale) implementazione dei nuovi obblighi di legge stabiliti, prima, dal DLgs. 187/2005 e, poi, dall'intervenuto DLgs. 81/2008. Infatti, i Datori di Lavoro di realtà aziendali, che in Italia hanno la connotazione prevalente di media, piccola o microimpresa, incontrano spesso ostacoli, già nella fase di valutazione dei rischi da agenti fisici, a causa della non agevole identificazione delle condizioni di misura rappresentative di tutte le situazioni di lavoro reali, per ragioni di natura economica legate ai costi delle valutazioni, per l'elevato grado di *incertezza* associato ai risultati ed anche per la scarsità di professionisti validi nel campo specifico. Inoltre, anche nei casi in cui riuscissero a realizzare questo primo parziale adempimento, sussisterebbero comunque difficoltà nella fase successiva di attuazione del programma di prevenzione e protezione, a causa dei costi di sostituzione e/o adeguamento dei macchinari e delle attrezzature, ove necessari, di manutenzione degli stessi, di messa a punto di dispositivi di protezione adeguati, ed anche della sola informazione e formazione dei lavoratori.

Allo stato attuale in Italia per molte imprese i principali strumenti di prevenzione dai rischi da esposizione alle vibrazioni mano-braccio rimangono, purtroppo, la limitazione dei tempi di esposizione o la rotazione delle fasi a rischio tra più lavoratori.

Per gli aspetti legati alla fase di realizzazione dei programmi di adeguamento, invece, già da alcuni anni ormai taluni istituti o enti, tra cui anche il nostro, agevolano il finanziamento alle piccole e medie imprese, sia per la innovazione del parco macchinari ed attrezzature, al fine della riduzione al minimo dell'esposizione dei lavoratori ai rischi di natura infortunistica e di tipo igienistico-ambientale, sia per l'attuazione di programmi di informazione e formazione dei lavoratori, al fine di una fattiva partecipazione degli stessi alla gestione dei rischi.

Tale pluriennale attività di incentivazione effettuata dal nostro Istituto ha trovato riconoscimento e piena legittimazione a livello giuridico, prima, attraverso il DLgs. 38/2000, e recentemente, nel DLgs. 81/2008.

Per quanto concerne invece i primi aspetti summenzionati, legati alla valutazione di rischi da esposizione a vibrazioni, riteniamo che l'introduzione ex lege dello strumento delle Banche Dati sia stata voluta dal legislatore italiano, proprio al fine di favorire la diffusione di informazioni presso i Datori di lavoro, circa l'esistenza di attrezzature e macchinari a minori livelli di emissione vibratoria, in modo da poter operare un confronto e, quindi, scegliere quelle intrinsecamente più sicure.

Ad avviso degli scriventi in Italia si sarebbe dovuto dare maggior impulso ad iniziative da parte delle associazioni datoriali di settore, finalizzate ad integrare la Banca Dati dell'ISPESL con campagne di misurazione delle vibrazioni orientate sui macchinari e le attrezzature tipiche del comparto, nelle condizioni di lavoro più ricorrenti, in modo da rendere un utile servizio a favore degli associati, evitare un'inutile e dispendiosa ripetizione di indagini analoghe ed ottenere, nel contempo, anche economie di scala. In questo modo si sarebbe realizzata, inoltre, la fotografia dei livelli di prevenzione raggiungibili in aziende similari, con esempi concreti di Buone Prassi applicate.

Allo stato attuale, tuttavia, nel panorama nazionale, tali tentativi rimangono sporadici (vedasi Atti del convegno ASSTRA – 2006).

Si fa presente che il problema della scarsità dei professionisti nel campo non è solo nazionale; anche in ambito europeo è stata già evidenziata la sproporzione esistente tra la domanda di assistenza nel campo della prevenzione da parte delle aziende e la limitatezza dell'offerta di professionisti qualificati. A livello di diversi stati comunitari molte aziende non applicano ancora la Direttiva 2002-44-CE perché non sono in grado di stimare l'esposizione dei lavoratori alle vibrazioni (vedasi Donati et al. - 2007).

3 – I DATI DI EMISSIONE VIBRATORIA FORNITI DAI PRODUTTORI

E' risaputo che i costruttori devono dichiarare i valori di emissione di vibrazioni delle loro attrezzature nel momento in cui le immettono in commercio nel mercato comunitario. In molti casi tali valori, essendo riferiti a condizioni di laboratorio standardizzate, non corrispondenti alle condizioni di lavoro effettive, possono essere sottostimanti.

In base alla norma tecnica EN 12096, che definisce i requisiti per la dichiarazione e la verifica dei valori di emissione vibratoria, i costruttori sono tenuti a dichiarare due valori (entrambi espressi in m/s^2): a , che rappresenta il valore di emissione vibratoria misurato di una singola macchina o il valore medio di un campione di un lotto di macchinari, e K , che rappresenta l'*incertezza* del valore misurato e, in caso di lotti, tiene conto anche delle variazioni di produzione. In tal modo ogni macchina nuova prodotta dovrebbe avere un valore di emissione vibratoria (se testato in accordo alle specifiche norme armonizzate) uguale o inferiore ad $a+K m/s^2$.

La prima generazione di norme tecniche armonizzate sulle emissioni vibratorie era stata concepita al fine di soddisfare i relativi Requisiti Essenziali di Sicurezza della Direttiva Macchine e rendere, quindi, possibili i confronti tra macchine simili, cioè appartenenti alla stessa famiglia. Questi obiettivi sono stati solo parzialmente raggiunti in quanto la necessità di ottenere misure con elevati valori di *accuratezza*, *ripetibilità* e *riproducibilità*, al fine di favorire i confronti, ha eclissato in parte la

finalità più importante. Allo stato attuale i valori di emissione dichiarati, spesso, non sono rappresentativi dei livelli di vibrazione nelle condizioni di lavoro reali delle macchine, essendo, a volte, superiori rispetto ad essi, e più frequentemente, inferiori. Infatti, questi standard spesso prevedono misure realizzate in un'unica direzione, in qualche caso nemmeno quella con l'accelerazione dominante; inoltre, a volte, il punto di misura previsto non è nemmeno quello di massima emissione vibratoria (p.e. è il caso dei martelli scalpellatori in cui l'accelerometro deve essere posizionato in corrispondenza dell'impugnatura posteriore, mentre quella di accelerazione massima è quella anteriore).

Attualmente il confronto tra macchine appartenenti alla stessa famiglia è possibile, ma non è raccomandabile considerare differenze tra i diversi valori di a , nel caso in cui queste siano inferiori ad uno dei due K esaminati.

Per molti utensili pneumatici i valori di emissione sono misurati rispetto ad uno standard della serie EN 28662, mentre per quelli elettrici le misure sono effettuate in base alla EN 60745. Attualmente questi standard sono in via di revisione in quanto dovranno essere adeguati alla nuova norma armonizzata di tipo B, la EN 20643-2005 (che specifica i requisiti di base dei test di prova delle macchine portatili), nonché ai Requisiti Essenziali di Sicurezza stabiliti dalla nuova revisione della Direttiva Macchine 2006-42-CE.

Infatti, la nuova norma armonizzata prevede che i citati standard di tipo C vengano revisionati, al fine di fornire valori di emissioni ed incertezze di misura corrispondenti al quartile superiore dell'intervallo di valori ottenuto nelle condizioni operative tipiche degli usi previsti dell'attrezzatura. Inoltre i nuovi standard dovranno prevedere misure effettuate nelle tre direzioni ortogonali dell'interfaccia mano-macchina. Infine dovranno essere assicurate l'*accuratezza*, la *ripetibilità*, nonché la *riproducibilità* della misura, attraverso una descrizione precisa e minuziosa del metodo con cui la macchina viene sottoposta a prova.

La nuova Direttiva Macchine (2006-42-CE), giunta oramai alla sua terza revisione generale, dovrà essere recepita entro il 29/12/2009. Tra le varie novità l'attuale revisione prevede la dichiarazione dei valori totali di vibrazione (cioè la somma vettoriale nelle tre direzioni) cui è esposto il sistema mano-braccio, nonché la valutazione dell'*incertezza* della misura.

Inoltre, ai sensi del paragrafo 1.7.2. - *Avvertenze in merito ai rischi residui* sui Requisiti Essenziali di Sicurezza (... *Nel caso in cui permangano dei rischi, malgrado siano state adottate le misure di protezione integrate nella progettazione, le protezioni e le misure di protezione complementari, devono essere previste le necessarie avvertenze, compresi i dispositivi di avvertenza.*), quando il valore di emissione dichiarato non sarà rappresentativo dei livelli di esposizione nelle reali condizioni di utilizzo, il costruttore dovrà fornire informazioni aggiuntive.

Quando in futuro gli standard di prova saranno revisionati in accordo a queste normative di rango superiore, i valori dichiarati potranno essere utilizzati direttamente (quanto meno questo è l'intendimento). In futuro l'intera serie di standard EN 28662 sarà rivista: per evitare ambiguità i nuovi standard di misura per le attrezzature pneumatiche avranno il nuovo numero di serie EN 28927. Invece la serie EN 60745, essendo già una revisione della precedente serie EN 50144, non subirà ulteriori variazioni nella codifica. In questo caso saranno discriminanti la data

di revisione, oltre che i contenuti delle procedure di prova, ed in questi casi non dovranno essere applicati i fattori correttivi.

Per quanto concerne gli strumenti alimentati da motore a combustione interna, attualmente non è prevista una codifica di serie di appartenenza, ma esiste un certo numero di standard (p.e. EN 22867, ISO 11789, EN 11680, ecc.) che prevede l'effettuazione di più misure in diverse condizioni di funzionamento (al minimo, al massimo numero di giri, a vuoto, a pieno carico, ecc.).

Quando non esiste uno standard di prova per una specifica tipologia di macchine, allora il test dovrà essere condotto rispettando i principi generali stabiliti dalla EN 28662, specificando (e registrando) dettagliatamente i parametri di prova utilizzati.

Attualmente i valori di emissione misurati secondo gli standard correnti possono essere utilizzati solo previa correzione, attraverso dei fattori moltiplicativi disponibili per le varie tipologie di attrezzature, a seconda del tipo di alimentazione (elettrica, pneumatica o attraverso motore a combustione interna) e riportati nel Rapporto Tecnico CEN TR 15350.

4 - I METODI ESTIMATIVI DEL RISCHIO DA ESPOSIZIONE A HAV

I metodi estimativi consistono normalmente in più fasi, a seconda del livello di approfondimento, di completezza o delle particolari finalità richieste.

Per maggiore generalità possiamo considerare quattro fasi.

Fase 1 – Lo screening. La finalità di questa prima fase è quella di determinare i gruppi omogenei di lavoratori che possono essere esclusi dal rischio di esposizione a HAV, e quindi dalle fasi successive di analisi, o “giustificati”, come si denominano correntemente nel gergo tecnicistico in uso.

Il primo livello di analisi si basa sui risultati di questionari o check-list compilate dai lavoratori, al fine di riportare al Datore di lavoro le seguenti tipologie di informazioni:

- l'adeguatezza delle attrezzature attualmente utilizzate;
- il loro peso e le loro caratteristiche ergonomiche;
- il loro stato di manutenzione;
- l'adeguatezza degli utensili (p.e. dischi, punte), collegati alle macchine;
- il corretto utilizzo, la forza di prensione o di guida (espressa in modo qualitativo), le eventuali posture incongrue, l'utilizzo con 1 o 2 mani;
- l'eventuale appartenenza ad una delle categorie di macchine portatili notoriamente a basso rischio (p.e. trapani senza percussione, avvitatori o cacciaviti a pistola, a blocco totale dell'aria, ecc.);
- i tempi di utilizzo dichiarati dai lavoratori;
- la necessità di approfondimento di uno o più aspetti da effettuare nei livelli successivi.

Si ritiene che il complesso di informazioni ottenute in questa fase, nel caso in cui non fosse possibile l'esclusione dal rischio di vibrazioni, possa comunque essere utile nelle fasi successive di analisi.

Fase 2 - La stima. La finalità di tale fase è quella di fornire una stima del livello di vibrazioni nell'uso effettivo. Questa fase può essere effettuata attraverso l'utilizzo dei valori dichiarati dai costruttori, che sono notoriamente caratterizzati da elevati

valori di *accuratezza*, *ripetibilità* e *riproducibilità*, corretti attraverso dei fattori moltiplicativi (forniti anch'essi dai costruttori oppure calcolati in base alle raccomandazioni della CEN TR 15350), per estrapolare i livelli di vibrazioni nelle condizioni di uso effettivo.

Anche questo metodo presenta le sue condizioni e limitazioni d'uso:

- sono disponibili i valori di emissione dichiarati dal costruttore e gli standard utilizzati nei test di misura;
- le condizioni di uso della macchina sono simili a quelle di misura dei valori di emissione (in questo caso sono di ausilio le Tabelle allegate D.3, E.1 ed F.1 al metodo ed in particolare le colonne "*Usi considerati nelle condizioni di lavoro effettive*");
- la macchina è in buone condizioni di manutenzione;
- gli utensili inseriti o gli accessori utilizzati sono simili a quelli previsti dal costruttore.

Il metodo evidenzia come nel caso in cui il valore di emissione dichiarato sia inferiore a $2,5 \text{ m/s}^2$, e lo standard citato sia previgente alla norma tecnica EN ISO 20643, sia raccomandato comunque l'utilizzo cautelativo di questo valore, anziché di quello dichiarato.

Dopo la correzione effettuata i valori di emissione possono essere considerati una sufficiente stima di quelli nelle reali condizioni d'uso, sempre che ricorrano le premesse già sopra indicate e che l'utilizzo effettivo della macchina rientri tra quelli previsti dal costruttore.

I lavori di verifica ad oggi effettuati da taluni esperti del settore, anche se limitati ad alcune famiglie di attrezzature, hanno evidenziato una sostanziale rispondenza dei valori ottenuti attraverso tali fattori correttivi ai valori misurati nelle reali condizioni d'uso (2006 Kaulbars). E' stata riscontrata, al limite, in alcune condizioni d'uso, una sovrastima (2006 Mansfield), comunque cautelativa nel rispetto delle finalità del metodo, che potrebbe, peraltro, essere contenuta attraverso l'implementazione di ulteriori parametri descrittivi.

Infine nella CEN TR 15350 sono contenuti dei temperari tipo, per l'utilizzo delle principali attrezzature nell'ambito dei processi di lavoro, nonché dei criteri guida per la determinazione dei tempi di esposizione a partire da quelli dichiarati dai lavoratori.

Per quanto concerne, invece, la possibilità di stima attraverso l'utilizzo dei valori pubblicati nelle Banche Dati Vibrazioni non accreditate presenti su Internet o su altre pubblicazioni, di cui recentemente si registra una tendenza alla proliferazione incontrollata, le principali perplessità derivano dalle seguenti circostanze:

- non sempre queste Banche Dati utilizzano protocolli di misura standardizzati, al fine di assicurare un controllo della qualità e dell'*incertezza* di misura;
- non sempre è dato sapere se i valori presentati costituiscano un intervallo rappresentativo degli usi più ricorrenti delle stesse attrezzature, oppure se si tratti di una semplice fotografia estemporanea. In molti casi non vengono nemmeno effettuate ripetizioni della stessa misura, al fine di definire i più elementari parametri di valutazione dell'*incertezza* o di verifica della *ripetibilità* della misura;
- nel caso di selezione da Banche Dati è raccomandabile che siano stati specificati almeno i seguenti elementi caratteristici:

- il tipo di attrezzatura (smerigliatrice, trapano, ecc.);

- la classe di appartenenza dell'attrezzatura (potenza nominale o caratteristiche dimensionali);
- il tipo di alimentazione (p.e. pneumatica, idraulica, elettrica o a motore a combustione interna);
- le caratteristiche dei dispositivi di protezione antivibrazioni (impugnature, ecc.);
- le condizioni di lavoro specifiche all'atto della misurazione;
- la velocità di utilizzo (giri/min, osc/min, ecc.);
- il tipo e le caratteristiche del materiale lavorato;

- in ogni caso è raccomandabile effettuare un incrocio tra i valori rilevati nelle Banche Dati e quelli desunti da altre fonti di informazioni (pubblicazioni scientifiche, ecc.), al fine di verificare l'*accuratezza* e la rappresentatività del dato in esame.

La fase in oggetto potrebbe essere denominata, in alternativa, di *osservazione*, dal momento che prima di effettuare la stima del livello di vibrazioni è opportuno effettuare una ricognizione diretta e dettagliata delle condizioni di lavoro reali, al fine di ottenere il maggior numero di informazioni possibile, per consentire una stima accurata, rilevare i tempi di esposizione effettivi, che in genere sono inferiori a quelli dichiarati dai lavoratori, verificare la presenza di altri fattori concausali (quali posture, modalità di prensione degli utensili, ecc.), nonché degli altri fattori di incremento del rischio, di cui all'Art. 202 comma 5 del DLgs. 81/2008.

Fase 3 – La misura nelle condizioni effettive di lavoro.

Nel caso in cui la fase di stima abbia dato come risultato un valore di esposizione giornaliera a vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio A(8) a ridosso del valore di azione, sono possibili due alternative:

- 1) effettuare una stima più accurata attraverso la misurazione per verificare l'effettivo superamento del valore di soglia, ai fini dell'adempimento agli obblighi conseguenti;
- 2) provvedere direttamente alla fase di gestione del rischio, come se il superamento del valore di azione fosse effettivo.

In molti casi, nel campo di interesse, può essere più conveniente provvedere direttamente alla fase di gestione del rischio, che spendere altro tempo e risorse economiche in campagne di misurazioni negli ambienti di lavoro.

Inoltre la valutazione del rischio con metodi estimativi, fornendo dei risultati numerici, consente la determinazione delle priorità di intervento ai fini dell'allocazione delle risorse, nonché della programmazione temporale delle misure di adeguamento.

Le misure sono generalmente considerate il sistema di valutazione più accurato e rappresentativo. Questo può essere vero quando le stesse sono effettuate da un professionista valido e con esperienza, ma ciò non si verifica sempre. Per avere un'idea dell'*incertezza* di misura e scarsa *riproducibilità* riscontrata in alcuni casi, basti considerare l'esempio citato da alcuni membri del Comitato Tecnico che ha in carico la revisione attuale della norma ISO 8662-4 (smerigliatrici). In questo caso furono commissionate delle misurazioni su più attrezzature a diversi laboratori indipendenti in Europa e sui risultati furono effettuati dei test statistici di Round Robin. Nonostante la descrizione accurata delle modalità di misura, i livelli di accelerazione

misurati hanno avuto ampi intervalli di variabilità dai 2 ai 20 m/s². Questo a riprova delle difficoltà di definire dei livelli di vibrazione rappresentativi dell'esposizione dei lavoratori nelle condizioni di lavoro di tutti i giorni, attraverso singole misurazioni.

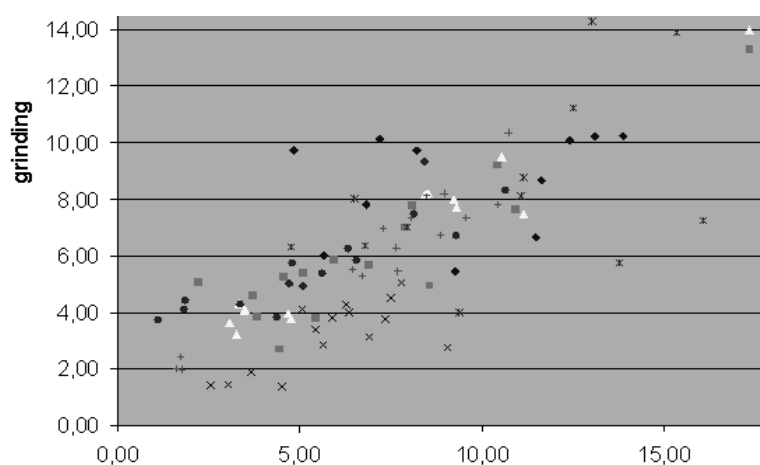


Figura 1 – Esempio dei risultati dei test di Round Robin effettuati sulle fresatrici

Come ulteriore elemento di riflessione basti pensare che l'*incertezza K* associata alle misurazione dei valori di emissione di macchine portatili o condotte a mano può rappresentare anche il 40% del valore di emissione stesso, nonostante tali procedure e metodiche di misurazioni siano messe a punto per dare i più bassi valori dello scarto di *riproducibilità*, da cui dipende l'*incertezza* di misura.

Infine: le Linee Guida dell'ISPESL da sempre raccomandano la valutazione dell'*incertezza* di misura (conformemente a quanto già previsto del resto dalla norma tecnica EN 5349-2), ma ad oggi in quante relazioni tecniche è stata effettuata questa determinazione?

Fase 4 -La gestione del rischio. Ai fini della riduzione del rischio a esposizione a HAV da attrezzature industriali esistono essenzialmente quattro tipologie di interventi:

- 1) la sostituzione di attrezzature o processi di lavoro con altri a minori livelli di esposizione a vibrazioni;
- 2) la sostituzione di attrezzature con altre più idonee o con maggiore efficienza produttiva;
- 3) il controllo della correttezza di installazione delle attrezzature;
- 4) la rotazione delle mansioni a rischio per ridurre il tempo di esposizione dei singoli lavoratori.

Per quanto concerne i primi due tipi di intervento, si evidenzia che la sostituzione delle attrezzature con modelli più moderni, ove disponibili, oltre ad assicurare minori valori di vibrazioni, spesso rende il lavoro più efficiente e quindi, nel contempo, riduce anche i tempi di esposizione. La sostituzione delle attrezzature può essere finalizzata anche al sovradimensionamento della classe di appartenenza: infatti in molti processi ad asportazione di materiale (demolizione, disincrostazioni,

fresatura, ecc.), la velocità relativa è proporzionale alla potenza utile dell'attrezzatura. Inoltre scegliendo l'attrezzatura con il maggior rapporto potenza utile/peso, si avranno probabilmente minori tempi di lavorazione.

Per quanto concerne il terzo tipo di intervento, esso può essere necessario in particolare per macchine ad alimentazione pneumatica, poiché le caratteristiche di installazione della distribuzione dell'aria (p.e. lunghezza, diametro delle tubazioni) sono insufficienti ad assicurare la portata di aria necessaria alla massima potenza della macchina azionata.

La quarta tipologia di intervento è quella a cui si ricorre in caso di impossibilità di ogni altra soluzione tecnologica o organizzativa.

Inoltre sono da tenere comunque in considerazione altri aspetti ergonomici parimenti importanti:

- verificare la buona progettazione ergonomica dell'attrezzatura che, se presente, consente un'elevata forza di guida o di azionamento dell'attrezzatura con minore sforzo da parte dell'operatore;
- evitare basse temperature sulle impugnature durante l'utilizzo, attraverso accorgimenti opportuni dello scarico dell'aria (di alimentazione o di ventilazione) ed, all'occorrenza, impiegare guanti per la protezione dalle basse temperature;
- utilizzare impugnature morbide e guanti antivibrazioni, non tanto per l'abbattimento dei valori di esposizione (limitati, come noto, solo alle alte frequenze), quanto per il miglioramento del comfort di presa e della protezione dalle basse temperature;
- preferire attrezzature con dispositivi antipolvere ed antirumore, in quanto, migliorando complessivamente l'ergonomia della postazione di lavoro, si riducono complessivamente i tempi di lavorazione e, quindi, quelli di esposizione.

5 - UN ESEMPIO APPLICATIVO DEI METODI ESTIMATIVI

Un esempio applicativo della metodologia in oggetto riguarda un caso concreto esaminato dagli scriventi nell'ambito dell'attività istituzionale di competenza e cioè la valutazione del rischio, ai fini assicurativi, per il riconoscimento di una Malattia Professionale (Angiopatia alle dita delle mani e sindrome del tunnel carpale bilaterale).

La fattispecie concerne un assicurato che avrebbe lavorato, dal 2000 al 2005, nel reparto forni e colata di una fonderia, in qualità di addetto alla conduzione e manutenzione degli impianti di stabilimento. In questo periodo avrebbe utilizzato uno scalpello pneumatico, nell'ambito della attività manutentiva di demolizione dei refrattari delle siviere e di rifacimento degli stessi, per periodi di tempo di 120/180 minuti al giorno, alternati ad altre attività di reparto e manutenzione, per quasi tutte le giornate lavorative dell'anno.

I dati contenuti nel manuale di istruzioni all'uso dell'attrezzatura erano quelli riportati in Tabella 1 di pagina seguente.

Tabella 1 – Caratteristiche dell'attrezzatura

Attrezzatura	Caratteristiche
Martello pneumatico con fioretto a punta piatta (scalpellatore). Usi previsti: Lavori generali di scalpellatura e disincrostazione, asportazione di bave nelle fonderie, perforazioni e demolizioni leggere nel settore edilizio.	Dispositivi antivibrazione: assenti Frequenza colpi: 30 Hz Diametro pistone: 29 mm Corsa pistone: 75 mm Energia/colpi: 16 J Lunghezza: 390 mm Peso: 6.5 kg Alimentazione: pneumatica Utensile: Fioretto a punta piatta Norma riferimento: EN 28662-2 Valore di emissione dichiarato: A = 15 m/s ² - valore misurato K = 3 m/s ² - incertezza

In questo caso, in base alla CEN TR 15350, dal momento che la lavorazione in oggetto rientra tra quelle considerate, si può utilizzare un fattore correttivo pari a 2:

Tabella 2 – Calcolo del valore di emissione vibratoria corretto

Attrezzatura	Valore di emissione dichiarato a (m/s ²)	Standard misurazione	Fattore correttivo c	Valore di emissione calcolato $a_{hv,eq}$ (m/s ²)
Martello scalpellatore	15	EN 28662-2	2	30

Inoltre si è riscontrata anche una buona corrispondenza con i dati misurati dall'azienda:

Tabella 3 – Riepilogo misure

Misura n.	Attrezzatura (Foto 1)	Operazione	X $a_{hw,x}$	Y $a_{hw,y}$	Z $a_{hw,z}$	a_{hv} (m/s ²)
1	Martello pneumatico – su impugnatura con mano dx (Fig. 3)	Demolizione refrattari (Fig. 2)	20,7	10,5	12,3	26,3
2	Martello pneumatico – su corpo attrezzo con mano sx (Fig. 4)	Demolizione refrattari (Fig. 2)	3,0	29,3	6,7	30,2



Figura 2



Figura 3



Figura 4

Da notare come attraverso l'uso dei fattori correttivi si possa sopperire anche alla carenza della norma standardizzata, in cui si prevede la misura sull'impugnatura posteriore, quando, invece, il valore di accelerazione maggiore si ha in corrispondenza dell'impugnatura anteriore. In questo caso in base al calcolo dell'A(8), si ottengono i seguenti valori:

Tabella 4 – Calcolo di A(8)

Caso n.	Attrezzatura	Operazione	A_{hv} (m/s²)	Tempo (min)	A(8) (m/s²)
1	Scalpello pneumatico	Demolizione refrattari siviere	30	120	15,0
2	Scalpello pneumatico	Demolizione refrattari siviere	30	180	18,4

La Tabella 4 riporta i valori dell'accelerazione equivalente ponderata in frequenza riferita ad 8 ore di lavoro A(8), calcolati in corrispondenza di entrambi i valori del tempo di esposizione dichiarati; da essa si può evincere, comunque, il netto superamento del valore limite di esposizione.

E' interessante, inoltre, notare come l'esposizione a vibrazioni al sistema mano-braccio abbia interessato entrambi gli arti superiori, risultando così compatibile con la patologia bilaterale denunciata e riscontrata in sede di visita medico-legale da parte dell'Istituto.

In questo caso, ai fini della definizione delle misure di prevenzione e protezione, non è ipotizzabile l'utilizzo di attrezzature a basso livello di emissioni, in quanto ad oggi, non sono ancora stati messi in commercio dei martelli scalpellatori con vibrazioni smorzate, aventi lo stessa caratteristica di Energia/Colpo (16 J) e, quindi, considerabili equivalenti, dal punto di vista dell'efficacia della lavorazione in oggetto. Pertanto, le uniche misure di prevenzione/protezione adottabili erano:

- la sostituzione dell'operazione di demolizione manuale con analogo di tipo meccanizzato (a mezzo di demolitore cingolato), al fine di ridurre del 90% la fase manuale, con tempi di esposizione a vibrazioni mano-braccio fortemente ridotti a meno di 15 minuti giornalieri, necessari per alcune finiture residuali;
- la rotazione delle mansioni per quest'ultima lavorazione a rischio, che comunque dà un valore di esposizione giornaliera a ridosso di quello limite, anche al fine di evitare aggravamenti della patologia denunciata dall'assicurato, che rimane soggetto da considerare a maggior rischio;
- l'adozione di guanti di protezione antivibrazioni.

In questo caso l'effettuazione delle misurazioni non era necessaria e la valutazione del rischio da esposizione a vibrazioni, con il conseguente programma di mitigazione, potevano essere pacificamente effettuate in base ai metodi indicizzati.

6 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Attraverso l'utilizzo di metodologie di stima meno onerose, è possibile effettuare la valutazione del rischio da HAV secondo la *ratio* della normativa, che è quella della sua riduzione al minimo tecnicamente possibile e della prevenzione delle patologie o dei disturbi vascolari, osteoarticolari, neurologici o muscolari. In futuro si ritiene che, con il procedere della revisione degli standard di prova dei valori di emissione, l'applicazione dei metodi estimativi possa sempre di più sostituire la misurazione. Per quanto concerne l'utilizzo delle Banche Dati si ritiene che le due metodologie non siano in competizione. Si auspica, anzi, in futuro una maggiore sinergia, attraverso l'integrazione in esse, oltre ai dati di emissione delle macchine nelle condizioni di prova, anche di quelli nelle condizioni reali di utilizzo, sia dichiarati dal costruttore (via via che si renderanno disponibili), che stimati in base ai fattori correttivi. In tal modo si potrà garantire una maggiore informazione ai Datori di Lavoro circa l'esistenza di attrezzature a basso livello di vibrazioni, dando il giusto riconoscimento ai fornitori che maggiormente si sono adoperati negli investimenti in questo campo.

A questo proposito, dal momento che il mercato delle attrezzature è ormai globalizzato, non si possono che vedere con favore tutte le iniziative rivolte alla unificazione delle Banche Dati Vibrazioni, sia a livello nazionale (nell'ISPESL che è l'organismo istituzionalmente preposto), che a livello internazionale (vedasi a tal proposito il progetto comunitario VINET).

7 - BIBLIOGRAFIA

- 1] Rocco Nitti, Paolo De Santis - Il rischio da vibrazioni trasmesse al corpo intero nel settore degli autotrasporti – da Atti dBA 2006;
- 2] P. Donati et al. - Application of vibration Directive in 6 European countries – Atti da 11th International Conference on Hand Arm Vibration, 2007;
- 3] Atti del Convegno “Decreto Legislativo attuazione Direttiva 2002/44/CE relativa ai rischi derivanti dalle vibrazioni meccaniche”, 2006, organizzato a Roma da ASSTRA (ASSociazione TRAsporti), 02-03 febbraio 2006;
- 4] Skogsberg L. - Vibration exposure assessment for industrial power tools, 2007;
- 5] Kaulbars U. - Risk assessment of hand-arm vibration by estimate, taking the example of hand-guided stone-working machines, 2006;
- 6] Mansfield N. J. – Variation in the vibration emission of rotary hammer drills under simulated work-site conditions, 2006;
- 7] Malchaire J., Piette A. - The SOBANE - Strategy for the Management of Risk, as Applied to Whole-Body or Hand–Arm Vibration, 2006;
- 8] Atlas Copco - Vibration exposure assessment for industrial power tools;
- 9] Direttiva 2002/44/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25/06/02 (sedicesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della Direttiva 89/391/CEE), pubblicata sulla GUCE del 06/07/02;

- 10] DLgs. 187/2005 “Attuazione della direttiva 2002/44/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti da vibrazioni meccaniche”, pubblicato sulla GURI n. 220 del 21/09/05;
- 11] DLgs. 81/2008 “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” – pubblicato sul SO n. 108/L alla GURI n. 101 del 30/04/08;
- 12] CEN/TR 15350 – “Mechanical vibration – Guideline for the assessment of exposure to hand-transmitted vibration using available information including that provided by manufacturers of machinery”, 2005.