

5.1 RUMORE

5.1.1 Introduzione

Il RUMORE, è comunemente definito come un SUONO che provoca una sensazione sgradevole e fastidiosa (es.: martello pneumatico, traffico, macchine utensili, macchine a movimento terra, ecc.) che può generare effetti potenzialmente nocivi sulle persone esposte. In acustica non si rilevano distinzioni fra SUONO o RUMORE (vedi 5.1.1.1 "Suono/rumore"). Sia il suono che il rumore infatti sono "perturbazioni prodotte dalle vibrazioni di corpi (sorgenti sonore) che si propagano in un mezzo elastico (gassoso, liquido o solido) sotto forma di onde, senza trasporto di materia, ma solo di energia con la velocità caratteristica del mezzo. Nel caso di un suono trasmesso in aria, quest'ultima non subisce spostamento ma ogni sua molecola vibra intorno ad una posizione di equilibrio determinando delle piccole variazioni di pressione rispetto alla pressione media. Le perturbazioni che si propagano nel mezzo elastico (quale l'aria) possono quindi raggiungere un opportuno ricevitore" quale ad esempio l'orecchio umano (vedi 5.1.1.2 "Rappresentazione schematica dell'orecchio umano").

5.1.1.1 SUONO/RUMORE

Il SUONO o RUMORE può essere rappresentato da un'onda sinusoidale pertanto è caratterizzato dai seguenti parametri:

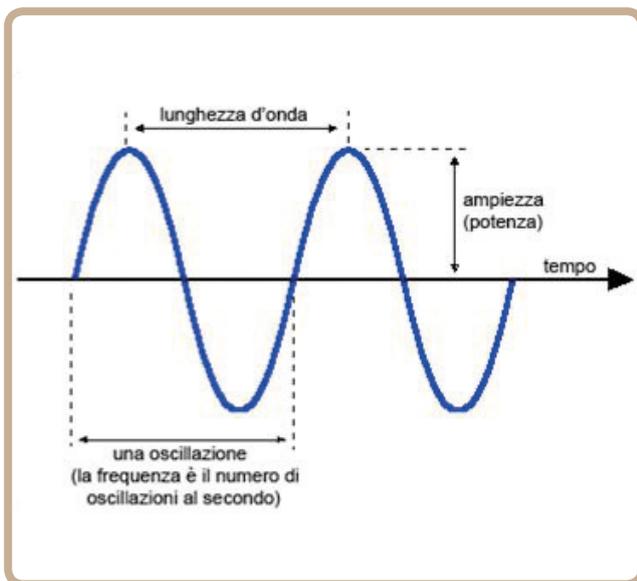


Figura 1: Onda di pressione acustica.

- frequenza (f): numero di cicli completi nell'unità di tempo, espressa in hertz (Hz), caratterizza i suoni bassi o acuti: il limite inferiore dell'udito dell'uomo è di 16 Hz, quello superiore è 16000 Hz, sotto i 16 Hz si ha il campo degli infrasuoni mentre oltre i 16000 Hz si ha il campo degli ultrasuoni;
- periodo (T): intervallo di tempo necessario per completare un ciclo (reciproco della frequenza: $T = 1/f$);
- lunghezza d'onda (λ): spazio percorso dall'onda in un periodo;
- ampiezza (A): ampiezza dell'onda (indicativa del livello sonoro);
- velocità di propagazione: 344 m/s (1.238 km/h) nell'aria in condizioni standard (temperatura, umidità e pressione), circa 1.500 m/s nell'acqua e circa 5.000 m/s nell'acciaio.

Principali grandezze fisiche:

- potenza acustica: quantità di energia sonora sull'unità di tempo emessa da una sorgente (watt (W));
- intensità acustica: potenza acustica che attraversa una superficie unitaria perpendicolare alla direzione di propagazione (W/m^2);
- pressione acustica: perturbazione subita dall'aria per effetto della sorgente sonora; è equivalente alla differenza tra la pressione $p(t)$ in un dato istante e quella p_0 esistente prima dell'inizio del fenomeno sonoro: $\Delta p = p(t) - p_0$ (Pascal);
- pressione sonora: valore efficace delle variazioni nel tempo (valore quadratico medio) della pressione istantanea (N/m^2).

Quest'ultimo parametro, in particolare, viene espresso come logaritmo del rapporto tra valore misurato (p) ed un valore di riferimento pari alla più piccola pressione in grado di produrre una sensazione sonora ($p_0 = 20 \mu\text{Pa}$); si ha così il livello di pressione sonora:

$$L_p = 10 \log_{10} (P^2/P_0^2) = 20 \text{ Log}_{10} (P/P_0) \text{ dB}$$

Quindi viene usata una scala logaritmica di variazione di intensità la cui unità di misura (adimensionale) è il deciBel (dB) che consente di rappresentare in maniera compressa la gamma dei rumori tanto che a 0 dB corrisponde la soglia di udibilità e a 130 dB la soglia del dolore.

5.1.1.2 RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DELL'ORECCHIO UMANO



L'orecchio è composto da tre parti:

Orecchio esterno: la parte dell'orecchio visibile all'esterno, ovvero il padiglione auricolare e il condotto uditivo (o meato acustico) esterno.

Orecchio medio: il timpano e i tre ossicini (denominati martello, incudine, staffa).

Orecchio interno: la coclea, riempita di liquidi e dotata di migliaia di minuscoli recettori denominati cellule ciliate.

Figura 2: Schema dell'orecchio umano.

Nelle persone con un udito normale, l'orecchio esterno capta le onde sonore convogliandole lungo il condotto uditivo esterno. Le onde sonore mettono in vibrazione la membrana del timpano.

Queste vibrazioni provocano il movimento della catena di ossicini situati nella cavità dell'orecchio medio, i quali trasferiscono il movimento alla finestra ovale, una membrana che ricopre l'ingresso della coclea.

Le vibrazioni della finestra ovale si propagano tramite i liquidi contenuti nell'orecchio interno (coclea), formando delle onde che giungono a stimolare i recettori della coclea, le cosiddette cellule ciliate.

A loro volta le cellule ciliate svolgono il loro compito, trasformando lo stimolo meccanico acustico in un segnale elettrico che, viaggiando lungo il nervo acustico, giunge al cervello, dove è interpretato come suono. Il sistema uditivo funziona costantemente. Il suo compito è quello di trasformare le onde sonore in impulsi nervosi che il cervello è in grado di interpretare come suoni.

5.1.2 Effetti nocivi del rumore

Gli effetti nocivi del rumore sull'uomo si dividono in uditivi o specifici che interessano direttamente l'organo dell'udito, extra uditivi o non specifici che possono interessare vari organi ed apparati e psico-sociali.

Gli EFFETTI UDITIVI possono sintetizzarsi in modificazioni irreversibili per esposizione protratta al rumore (ipoacusia da trauma acustico cronico) e in modificazioni reversibili o irreversibili per trauma acustico acuto (un'esposizione ad un rumore estremamente intenso può anche lacerare il timpano producendo una perdita uditiva molto accentuata oppure determinare una lesione alle strutture dell'orecchio interno che non riusciranno più a trasmettere in modo completo gli impulsi al cervello).

L'ipoacusia da trauma acustico cronico (livello di esposizione al rumore > 85 dB(A)) è una patologia che inizia in modo subdolo con cefalea, ottundimento, riduzione della capacità uditiva soprattutto alle alte frequenze, distorsione dei suoni ed incapacità a discriminare suoni in altezza.

Il danno del rumore, per il quale esiste una propria suscettibilità personale, si ha a livello delle cellule ciliate sopradescritte ed è:

- proporzionale all'energia sonora,
- in rapporto alla durata dell'esposizione,
- più grave per il rumore impulsivo.

Presente un effetto sinergico con una contemporanea esposizione a vibrazioni e/o sostanze chimiche ototossiche. La ridotta capacità di udire segnali di avvertimento e/o allarme dovuta ad esempio alla ipoacusia professionale può inoltre incrementare il rischio di infortunio.

I più comuni EFFETTI EXTRAUDITIVI, che si manifestano in base alla sensibilità individuale anche a livelli di rumore inferiori a quelli considerati dannosi per l'udito, possono interessare:

- sistema nervoso: disturbi dell'equilibrio, dell'attenzione e della concentrazione, ecc.;
- organo della vista: disturbi del visus legati anche ad uno stato di dilatazione della pupilla;
- apparato gastrointestinale: aumento della motilità gastrointestinale e possibili fenomeni spastici, aumento dell'incidenza di gastroduodeniti ed ulcere;
- apparato cardio-circolatorio: aumento della frequenza cardiaca, costrizione dei vasi periferici, aumento della pressione arteriosa;
- apparato respiratorio: aumento della frequenza respiratoria;
- apparato endocrino: modificazioni nella produzione di ormoni, particolarmente a carico di ipofisi e surrene;
- altri organi ed apparati: disturbi sul carattere, eccitazione, disturbi sessuali, depressione, nevrosi...

Tali effetti extrauditivi possono determinare disturbi nella vita sociale e lavorativa ed incrementare il rischio di infortunio.

5.1.3 Normativa vigente

Il D. Lgs. 81 del 9 aprile 2008, attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia della tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro abroga tra l'altro il D. Lgs. 626/94 e con esso in particolare il titolo V-bis "protezione da agenti fisici". Sta di fatto che, in merito al rischio rumore, il D. Lgs. 81/08 rappresenta l'unica norma vigente di riferimento e in particolare attraverso il capo II del Titolo VIII si determinano i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione al rumore durante il lavoro e in particolare per l'udito.

Occorre pertanto anche nel comparto di produzione di imbarcazioni in vetroresina:

- valutare l'esposizione a rumore e più in generale la condizione espositiva del lavoratore (evidenziando eventuali interazioni con sostanze ototossiche, vibrazioni, ecc.);
- sulla base della valutazione, elaborare iniziative per la prevenzione o il controllo;
- monitorare e riesaminare con regolarità l'efficacia delle misure attuate.

5.1.3.1 ALTRA NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- UNI 9432: 2008. Acustica - Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro.
- EN ISO11690-1: 1996. Acustica - Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario - Strategie per il controllo del rumore.
- UNI EN ISO11690-2: 1999. Acustica - Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario - Provvedimenti per il controllo del rumore.
- EN ISO11690-3: 1999. Acustica - Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario - Propagazione del suono e previsione del rumore in ambienti di lavoro.
- UNI/TR 11347: 2010. Acustica - Programmi aziendali di riduzione dell'esposizione a rumore nei luoghi di lavoro.
- DECRETO LEGISLATIVO 27 gennaio 2010, n. 17
Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori.
- DECRETO LEGISLATIVO 4 settembre 2002, n. 262
"Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto".

5.1.4 Obblighi del datore di lavoro

Il datore di lavoro effettua una valutazione del rischio rumore e ove previsto redige il documento (vedi 5.1.4.1 "Rapporto tecnico") avvalendosi di personale qualificato nell'ambito del servizio di prevenzione e protezione o esterno all'azienda se tali competenze mancano fra i dipendenti. Il datore di lavoro ripete la valutazione del rischio rumore ad intervalli idonei (cadenza quadriennale) o comunque ogni qualvolta ci siano mutamenti significativi dell'attività produttiva e degli esiti del controllo sanitario. Le metodologie per la valutazione delle esposizioni lavorative (vedi 5.1.4.2 "Metodologie per la valutazione dell'esposizione lavorative") e le strumentazioni di misura (vedi 5.1.4.3 "Strumentazioni di misura") utilizzate sono adattati alle condizioni prevalenti nell'ambiente di lavoro, considerando in particolare le caratteristiche del rumore da misurare, la durata dell'esposizione, i fattori ambientali, ecc. Nell'ambito della valutazione dei rischi il datore di lavoro valuta il rumore durante il lavoro prendendo in considerazione in particolare:

- a) il livello, il tipo e la durata dell'esposizione, ivi inclusa ogni esposizione a rumore impulsivo;
- b) i valori limite di esposizione e i valori di azione;
- c) tutti gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rumore, con particolare riferimento alle donne in gravidanza e ai minori;
- d) per quanto possibile a livello tecnico, tutti gli effetti sulla salute e sicurezza dei lavoratori derivanti da interazioni fra rumore e sostanze ototossiche connesse con l'attività svolta e fra rumore e vibrazioni;
- e) tutti gli effetti indiretti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori risultanti da interazioni fra rumore e segnali di avvertimento o altri suoni che vanno osservati al fine di ridurre il rischio di infortuni;
- f) le informazioni sull'emissione di rumore fornite dai costruttori dell'attrezzatura di lavoro in conformità alle vigenti disposizioni in materia;

- g) l'esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre l'emissione di rumore;
- h) il prolungamento del periodo di esposizione al rumore oltre l'orario di lavoro normale, in locali di cui è responsabile;
- i) le informazioni raccolte dalla sorveglianza sanitaria, comprese, per quanto possibile, quelle reperibili nella letteratura scientifica;
- l) la disponibilità di dispositivi di protezione dell'udito con adeguate caratteristiche di attenuazione.

In merito ai punti precedenti il lettore può trovare informazioni più dettagliate e indicazioni applicative all'interno delle linee guida emanate dal Coordinamento tecnico interregionale della prevenzione nei luoghi di lavoro in collaborazione con L'ISPESL (<http://www.ausl.mo.it/dsp/> o <http://www.ispesl.it>).

5.1.4.1 RAPPORTO TECNICO

In ragione delle dimensioni dell'impresa "fatta eccezione per le aziende industriali (di cui all'art. 2 del D. Lgs. 334/99 e successive modifiche soggette all'obbligo di dichiarazione o notifica ai sensi degli art. 6 e 8 dello stesso decreto, le centrali termoelettriche, gli impianti ed i laboratori nucleari, le aziende estrattive e le attività minerarie, le aziende per la fabbricazione ed il deposito separato di esplosivi, polveri e munizioni, le strutture di ricovero e cura sia pubbliche sia private), il datore di lavoro delle aziende familiari nonché delle aziende che occupano fino a 10 addetti non è soggetto all'elaborazione e custodia in azienda del documento (art. 28 D. Lgs. 81/2008), ma è tenuto comunque ad autocertificare per iscritto", in modo che sia chiaramente rappresentabile l'avvenuta effettuazione della valutazione dei rischi e l'adempimento degli obblighi ad essa collegati pena l'applicazione della sanzione penale prevista per l'omessa/irregolare valutazione dei rischi. L'indicazione operativa, in generale, per le aziende è quella di richiedere sempre una relazione tecnica a firma del personale qualificato (sia che la valutazione preveda misurazioni, sia che non le preveda) a sostegno del Documento di certificazione o dell'autocertificazione.

Nel caso di valutazione con misurazioni il rapporto tecnico dovrà quanto meno evidenziare i seguenti elementi:

- Premessa (ditta, date, personale qualificato, strumentazione, ecc.);
- Layout (piantina e nomenclatura: produzione, macchine, esposti, ecc.);
- $L_{EX,8h}$ (vedi 5.1.4.2 "Metodologie per la valutazione delle esposizioni lavorative") e L_{picco} degli esposti ad oltre 80 dB(A) e/o 135 dB(C);
- Presenta delle condizioni di rischio che potenziano quelle dovute ai livelli di rumore (rumori impulsivi, ototossici, vibrazioni, ecc.);
- Individuazione delle aree con $LA_{eq} > 85$ dB(A) e/o $L_{picco} > 137$ dB(C);
- Verifica dell'efficienza e dell'efficacia dei DPI-uditivi;
- Indicazione del programma di misure tecniche e organizzative quando $L_{EX} > 80$ dB(A) e/o $L_{picco} > 135$ dB(C).

Nel caso di valutazione senza misurazioni il rapporto tecnico dovrà comunque indicare:

- Premessa (ditta, date, personale qualificato, strumentazione, ecc.);
- Layout (piantina e nomenclatura: produzione, macchine, esposti, ecc.);
- Indicazione delle motivazioni che escludono il superamento del valore inferiore di azione;
- Valutazione della presenza di rischi potenzianti (ototossici, vibrazioni, segnali di avvertimento, ecc.);
- Conclusioni con indicazioni specifiche per la riduzione del rischio in applicazione dell'art. 192, comma 1, del D. Lgs. 81/08.

5.1.4.2 METODOLOGIE PER LA VALUTAZIONE DELLE ESPOSIZIONI LAVORATIVE

Per poter quantificare la percentuale di rischio di danno acustico cui è sottoposto un lavoratore esposto al rumore, occorre conoscere le varie esposizioni nell'arco della giornata lavorativa al fine di calcolare il livello di esposizione quotidiano al rumore ($L_{EX,8h}$) oppure l'esposizione settimanale professionale di un lavoratore al rumore ($L_{EX,1w}$) (ossia la media settimanale dei valori quotidiani ($L_{EX,8h}$) quando l'attività lavorativa, e la conseguente esposizione al rumore, variano molto nel corso della settimana.

Il livello di esposizione quotidiano al rumore si esprime con la formula:

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,Te} + 10 \log_{10} \frac{T_e}{T_0}$$

dove il Livello equivalente continuo ponderato A (L_{Aeq}) indicato come dB(A) rappresenta il livello di un ipotetico rumore costante, della stessa durata ed energeticamente equivalente al rumore fluttuante misurato e corretto dalla curva di ponderazione A che tiene conto delle diverse sensibilità dell'orecchio umano alle diverse frequenze.

$$L_{Aeq,Te} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{T_e} \int_0^T \left[\frac{P_A(t)}{P_0} \right]^2 dt \right\}$$

con

T_e = durata quotidiana dell'esposizione personale di un lavoratore al rumore (compresa la quota giornaliera di lavoro straordinario);

$T_0 = 8 \text{ h} = 28.800 \text{ s}$;

$P_0 = 20 \mu \text{ Pa}$;

P_A = pressione acustica istantanea ponderata A.

L'esposizione settimanale professionale di un lavoratore al rumore ($L_{EX,1w}$) è calcolata mediante la formula seguente:

$$L_{EX,1w} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{5} \sum_{k=1}^m 10^{0,1(L_{EX,8h})^k} \right]$$

dove ($L_{EX,8h}$)^k rappresentano i valori di $L_{EX,8h}$ per ognuno degli m giorni di lavoro della settimana considerata. La valutazione dei risultati misurati deve considerare le imprecisioni determinate dalle incertezze di misura tipiche degli strumenti di misura e le incertezze di misura dovute alla variabilità delle misure dei diversi campioni.

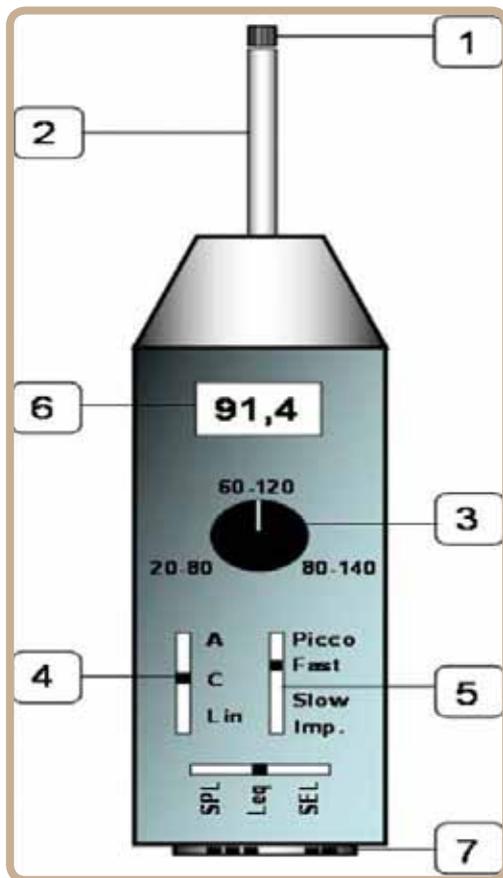
5.1.4.3 STRUMENTAZIONI DI MISURA

La misura del rumore viene effettuata con il fonometro (misuratore di livello sonoro); i fonointegratori sono quelli in grado di calcolare il livello equivalente continuo (Leq).

In base alle norme IEC 651 e IEC 804 i fonometri sono distinti in quattro classi in base alle prestazioni, e cioè:

- classe 0 (strumenti da laboratorio, di riferimento);
- classe 1 (fonometro di precisione utilizzato per la determinazione dei livelli di esposizione personali: sulla base della norma CEI 29-10:1998, ha una precisione di lettura del livello equivalente di $\pm 0,7$ dB ed una massima variazione ammissibile in un'ora di funzionamento pari a 0,3 dB.);
- classe 2 (fonometro di uso generale, per misure sul campo o dosimetriche);
- classe 3 (fonometro per misurazioni preliminari o puramente indicative).

Descrizione schematica del fonometro:



1. Microfono che trasforma una variazione di pressione in impulso elettrico (possono essere a campo libero o a campo diffuso);
2. Preamplificatore che ha la funzione di adattare l'elevata impedenza di uscita del microfono ai componenti del circuito che seguono;
3. Attenuatore/amplificatore che consente di scegliere il fondo scala di misura adatto, in relazione all'intensità del rumore in esame;
4. Reti di ponderazione in frequenza A, B, C, D (tutte o solo alcune, a seconda del tipo di fonometro) che permettono di effettuare le misure secondo le curve di ponderazione che rispecchiano il più possibile la sensibilità dell'orecchio umano;
5. Circuito di integrazione per il calcolo del L_{eq} , con possibilità di campionare il rumore ad intervalli di tempo "costanti di tempo" (chiamate "slow che riduce e livella le variazioni e riporta la media dei valori", "fast che simula il tempo di percezione dell'orecchio umano", "impulse che simula la reazione dell'orecchio a suoni impulsivi" "Peak che misura il valore effettivo di picco");
6. Indicatori a lettura analogica o digitale, commutabili sulle varie grandezze misurate;
7. Uscite elettriche per il collegamento ad altri strumenti, come registratori, computer, ecc., per successive analisi od elaborazioni dei dati.

Figura 3: Schema del fonometro.

5.1.5 Valori limite di esposizione e valori d'azione

I valori limite di esposizione e i valori di azione, in relazione al livello di esposizione giornaliera al rumore e alla pressione acustica di picco, sono fissati a:

- a) VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE: rispettivamente $L_{EX,8h} = 87$ dB(A) e $P_{peak} = 200$ Pa (140 dB(C) riferito a 20 μ Pa);
- b) VALORI SUPERIORI DI AZIONE: rispettivamente $L_{EX,8h} = 85$ dB(A) e $P_{peak} = 140$ Pa (137 dB(C) riferito a 20 μ Pa);
- c) VALORI INFERIORI DI AZIONE: rispettivamente $L_{EX,8h} = 80$ dB(A) e $P_{peak} = 112$ Pa (135 dB(C) riferito a 20 μ Pa).

Ove:

- a) P_{peak} (pressione acustica di picco) è il valore massimo della pressione acustica istantanea ponderata "C";
- b) $L_{EX,8h}$: [dB(A) riferito 20 μ Pa- ISO 1999:90] (livello di esposizione giornaliera al rumore) è il valore medio, ponderato in funzione del tempo, dei livelli di esposizione al rumore (incluso il rumore impulsivo) per una giornata lavorativa nominale di otto ore.

Nel caso in cui l'esposizione giornaliera al rumore varia significativamente, da una giornata di lavoro all'altra, è possibile sostituire, ai fini dell'applicazione dei valori limite di esposizione e dei valori di azione, il livello di esposizione giornaliera al rumore con il livello di esposizione settimanale ($L_{EX,1w}$) ma solo se il livello di esposizione settimanale al rumore, come dimostrato da un controllo idoneo, non eccede il valore limite di esposizione di 87 dB(A) e sono state adottate le adeguate misure per ridurre al minimo i rischi associati a tali attività in accordo con quanto previsto dall'articolo 189, comma 2 del D. Lgs. 81/2008.

I VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE tengono conto dell'effettiva esposizione del lavoratore considerando l'attenuazione prodotta dai (DPI) Dispositivi Individuali di Protezione (vedi 7.3 "Dispositivi di protezione individuale dell'udito"), mentre i VALORI INFERIORI E SUPERIORI DI AZIONE non tengono conto di tale effetto.

I valori di esposizione devono essere in ogni caso inferiore ai VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE (ossia $L_{EX,8h} = 87$ dB(A) e $P_{peak} = 200$ Pa (140 dB(C) riferito a 20 μ Pa)). Se in seguito a valutazione risultano superati i VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE il datore di lavoro:

- a) adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei valori limite di esposizione;
- b) individua le cause dell'esposizione eccessiva;
- c) modifica le misure di protezione e di prevenzione per evitare che la situazione si ripeta.

5.1.6 Iniziative di riduzione e misure di controllo per la riduzione dell'esposizione al rumore

La riduzione dell'esposizione al rumore può essere realizzata in maniera più efficace attraverso l'applicazione di provvedimenti di prevenzione fin dalla progettazione dei posti e dei luoghi di lavoro, nonché attraverso la scelta delle attrezzature, dei procedimenti e dei metodi di lavoro, allo scopo di ridurre in via prioritaria i rischi alla fonte, al contrario gli interventi correttivi realizzati a posteriori per il controllo del rumore risultano generalmente poco efficaci. La valutazione del rischio rumore consente anche di identificare l'efficacia delle misure già attuate e pertanto di controllare e decidere se sono auspicabili o necessarie ulteriori iniziative o misure di controllo.

Gli interventi, richiamati dalla legge, che il Datore di Lavoro, può realizzare, sono:

- a) adozione di altri metodi di lavoro che implicano una minore esposizione al rumore;
- b) scelta di attrezzature di lavoro adeguate, tenuto conto del lavoro da svolgere, che emettano il minor rumore possibile;
- c) progettazione della struttura dei luoghi e dei posti di lavoro;
- d) adeguata informazione e formazione sull'uso corretto delle attrezzature di lavoro in modo da ridurre al minimo la loro esposizione al rumore;
- e) adozione di misure tecniche per il contenimento:
 - 1) del rumore trasmesso per via aerea, quali schermature, involucri o rivestimenti realizzati con materiali fonoassorbenti;
 - 2) del rumore strutturale, quali sistemi di smorzamento o di isolamento;

- f) opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, del luogo di lavoro e dei sistemi sul posto di lavoro;
- g) riduzione del rumore mediante una migliore organizzazione del lavoro attraverso la limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione e l'adozione di orari di lavoro appropriati, con sufficienti periodi di riposo.

Se a seguito della valutazione dei rischi, risulta che i valori inferiori di azione sono oltrepassati ($L_{EX,8h} = 80$ dB(A) e $P_{peak} = 112$ Pa), il datore di lavoro elabora ed applica un programma di misure tecniche e organizzative volte a ridurre l'esposizione al rumore, considerando in particolare le misure sovraccitate.

Il programma delle misure tecniche ed organizzative deve contenere almeno i seguenti elementi:

- Elenco delle attività per le quali vi è il superamento dei valori superiori di azione, descritti tanto con i livelli r.m.s. e di picco presenti che per i tempi di esposizione a tali livelli;
- Misure tecniche e/o organizzative che si intendono adottare;
- Risultati attesi a seguito delle suddette misure in termini di $L_{EX,8h}$ e/o P_{peak} ;
- Tempi di attuazione;
- Modalità di verifica dei risultati;
- Data e risultati della verifica.

(vedi appendice 1 "Iniziative di riduzione e misure di controllo per la riduzione dell'esposizione al rumore nella lavorazione del legno e appendice 2 "Considerazioni per una progettazione di un impianto di aspirazione finalizzata al controllo del rumore").

5.1.7 Dispositivi di protezione individuali dell'udito (DPI)

Quando gli interventi tecnici realizzati sulla sorgente di rumore e sull'ambiente di lavoro, organizzativi e procedurali non riducono a livelli tollerabili l'esposizione a rumore è necessario fornire dispositivi di protezione individuali per l'udito, idonei e conformi. Il datore di lavoro perciò, ha l'obbligo di mettere a disposizione dei lavoratori i DPI-u qualora l'esposizione al rumore superi i valori inferiori di azione e altresì dovrà esigere che gli stessi DPI-u vengano indossati al superamento dei valori superiori di azione.

Per queste ragioni il datore di lavoro sceglie i DPI-u che consentano di eliminare il rischio per l'udito o di ridurlo al minimo, previa consultazione dei lavoratori e dei loro rappresentanti ed inoltre dovrà valutarne l'efficacia (dal punto di vista metodologico riferirsi alla UNI EN 458:2005).

Infine, ai sensi dell'art. 193, comma 2 del D. Lgs. 81/2008, si ricorda che l'attenuazione prodotta dai DPI-u indossati dal lavoratore è da tenersi in considerazione solo ai fini di valutare il rispetto del valore limite di esposizione. (vedi 7.3 "Dispositivi di protezione dell'udito").

5.1.8 Informazioni e formazione

I lavoratori esposti almeno a $L_{EX,8h} = 80$ dBA devono ricevere informazioni che possano aiutarli a comprendere e ad affrontare i rischi correlati al rumore devono pertanto essere informati su:

- a) la natura dei rischi;
- b) le misure adottate volte a eliminare o ridurre al minimo il rischio derivante dal rumore, incluse le circo-

stanze in cui si applicano dette misure;

- c) i valori limite di esposizione e i valori di azione;
- d) i risultati delle valutazioni e misurazioni effettuate insieme a una spiegazione del loro significato e dei rischi potenziali;
- e) l'uso corretto dei dispositivi di protezione individuale dell'udito;
- f) l'utilità e i mezzi impiegati per individuare e segnalare sintomi di danni all'udito;
- g) le circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria e all'obiettivo della stessa;
- h) le procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo l'esposizione al rumore.

5.1.9 Sorveglianza sanitaria

Il datore di lavoro sottopone alla sorveglianza sanitaria (art. 196 D. Lgs. 81/2008) i lavoratori la cui esposizione al rumore eccede i valori superiori di azione ($L_{EX,8h} = 85\text{dBA}$). La sorveglianza sanitaria è estesa ai lavoratori esposti a livelli superiori ai valori inferiori di azione ($L_{EX,8h} = 80\text{dBA}$), su loro richiesta o qualora il medico competente ne confermi l'opportunità.

La sorveglianza viene effettuata periodicamente, di norma una volta l'anno o con periodicità diversa decisa dal (MC) Medico Competente, con adeguata motivazione riportata nel documento di valutazione dei rischi e resa nota al (RSL) Rappresentante per la sicurezza dei lavoratori. Il Medico Competente comunica per iscritto al lavoratore e al datore di lavoro gli esiti della sorveglianza sanitaria (giudizi).

Nel caso in cui la sorveglianza sanitaria rivela, in un lavoratore, l'esistenza di anomalie imputabili ad esposizione a rumore, il medico competente ne informa il lavoratore e il Datore di Lavoro che provvede a riesaminare la valutazione del rischio e le misure prese, ad attuare le misure indicate dal parere del medico competente. Nella cartella sanitaria e di rischio deve essere riportato il valore di esposizione al rumore del lavoratore.

5.1.10 Coinvolgimento dei lavoratori

Consultare la forza lavoro è un obbligo di legge e contribuisce ad assicurare che i lavoratori si impegnino a seguire le procedure ed i miglioramenti in tema di sicurezza e salute. La conoscenza dei rischi da parte dei lavoratori aiuta ad individuare correttamente i pericoli e ad implementare soluzioni fattibili. I rappresentanti dei lavoratori hanno un ruolo importante nell'ambito di questo processo. I dipendenti devono essere consultati in merito alle misure sulla sicurezza e sulla salute prima dell'introduzione di ogni nuova tecnologia o prodotto e durante la scelta dei DPI dell'udito.

5.1.11 Obblighi dei lavoratori

I lavoratori (art. 20 D. Lgs. 81/2008) devono utilizzare in modo appropriato i dispositivi di protezione individuale dell'udito ed utilizzare correttamente le attrezzature di lavoro. Devono, inoltre, sottoporsi ai controlli sanitari previsti.

5.1.12 Obblighi dei progettisti e fabbricanti

I progettisti e fabbricanti devono realizzare posti di lavoro ed impianti che rispettino i principi generali di prevenzione in materia di sicurezza e di salute (art. 22 D. Lgs. 81/2008) fra cui la riduzione al minimo della rumorosità.

5.1.13 Appalto od opera

Il rumore è oggetto di informazione nonché di cooperazione e coordinamento (art. 26 D. Lgs. 81/08) fra datore di lavoro, committente e appaltatore.

5.1.14 Sintesi schematica obblighi Capo II Titolo VIII D. Lgs. 81/2008

	DPI	INFORMAZIONE FORMAZIONE	SORVEGLIANZA SANITARIA
Esposizioni fino a 80 dB(A)	Tenuto conto del progresso tecnico e delle disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, i rischi derivati dall'esposizione al rumore sono eliminati alla fonte e ridotti al minimo.		
Esposizioni superiori a 80 fino a 85 dB(A)	Il datore di lavoro, qualora i rischi derivanti dal rumore non possano essere evitati con altre misure di prevenzione e protezione mette a disposizione dei lavoratori i dispositivi di protezione individuale dell'udito.	<p>Nell'ambito degli obblighi di cui agli articoli 36 e 37, il datore di lavoro provvede affinché i lavoratori vengano informati e formati in relazione ai rischi provenienti dall'esposizione al rumore, con particolare riferimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) alla natura di detti rischi; b) alle misure adottate in applicazione capo II titolo VIII del D. Lgs. 81/08 volte a eliminare o ridurre al minimo il rischio rumore; c) ai valori limite di esposizione e ai valori di azione di cui all'articolo 189 del D. Lgs. 81/08; d) ai risultati delle valutazioni e misurazioni del rumore effettuate in applicazione dell'articolo 190 del D. Lgs. 81/08 insieme a una spiegazione del loro significato e dei rischi potenziali; e) all'uso corretto dei dispositivi di protezione individuale dell'udito; f) all'utilità e ai mezzi impiegati per individuare e segnalare effetti negativi sulla salute; g) alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto ad una sorveglianza sanitaria e all'obiettivo della stessa; h) alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo l'esposizione al rumore. <p>Ai sensi dell'art. 77 comma 5 del D. Lgs. 81/08 è obbligatorio l'addestramento all'uso dei DPI per l'udito.</p>	Se il lavoratore ne fa richiesta, o qualora il medico competente ne confermi l'opportunità, deve essere sottoposto a controllo sanitario.

Esposizioni superiori a 85 fino a 87 dB(A)	<p>Il datore di lavoro, qualora i rischi derivanti dal rumore non possano essere evitati con le misure di prevenzione e protezione, nel caso in cui l'esposizione al rumore sia pari o al di sopra dei valori superiori di azione, fa tutto il possibile per assicurare che vengano indossati i dispositivi di protezione individuale dell'udito.</p>	<p>L'informazione e la formazione devono essere svolte come al precedente punto. Ai sensi dell'art. 77 comma 5 del D. Lgs. 81/08 è obbligatorio l'addestramento all'uso dei DPI per l'udito.</p>	<p>Il datore di lavoro sottopone i lavoratori a sorveglianza sanitaria che comprende accertamenti preventivi e periodici. La periodicità è stabilita dal medico competente.</p>
Esposizioni superiori a 87 dB(A)	<p>Il valore limite di 87 dB(A) e $P_{peak} = 140$ dB(C) non deve mai essere superato, tenuto conto dell'attenuazione dei DPI per l'udito. Se nonostante l'adozione delle misure di prevenzione e protezione, si individuano esposizioni superiori a detti valori, il datore di lavoro:</p> <ol style="list-style-type: none"> adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei valori limite di esposizione; individua le cause dell'esposizione eccessiva; modifica le misure di protezione e di prevenzione per evitare che la situazione si ripeta. 		

ImpresaSicura



INIZIATIVE DI RIDUZIONE E MISURE DI CONTROLLO PER LA RIDUZIONE DELL'ESPOSIZIONE AL RUMORE NELLA LAVORAZIONE DEL LEGNO

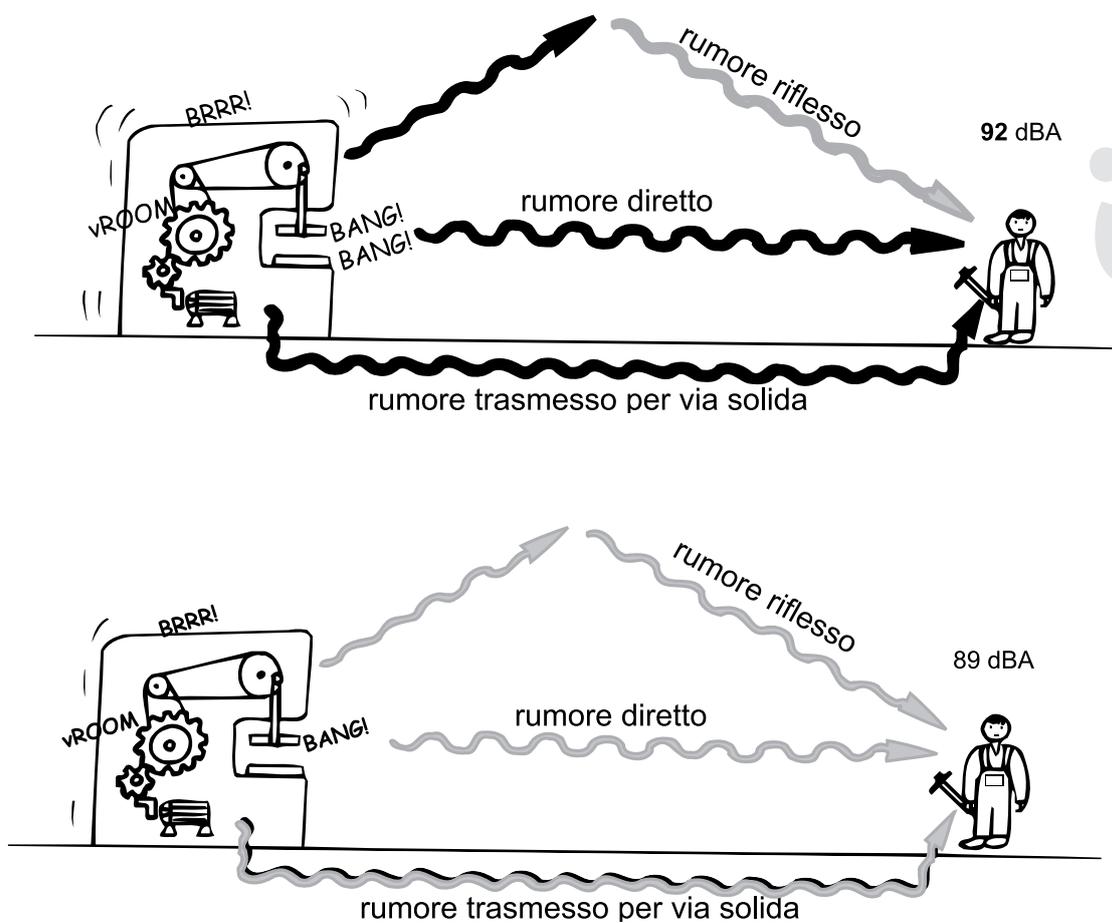
Nel comparto della lavorazione del legno le operazioni di taglio e smerigliatura rappresentano le principali fonti di rumore.

OGGETTO DELLA VALUTAZIONE	AZIONI CORRETTIVE	ASSESTE	MIGLIORABILE	PRESENTE
Spostamento dell'aria all'interno dei condotti di ventilazione ed espulsione della stessa dai camini	- trattare i condotti, i plenum e i diffusori con idonei materiali o sistemi fonoassorbenti - limitare le cause di turbolenza (variazioni brusche di sezione, curve e diramazioni a 90°, velocità dell'aria eccessive. . .) per limitare conseguentemente la generazione di rumore aerodinamico.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Scarichi di aria compressa, pistole ad aria ed utensili pneumatici	- dotare di dispositivi silenziatori; - sostituire utensili pneumatici tradizionali con utensili denominati silenziati.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Motori, ventilatori, variatori, compressori	- incapsulamento/manutenzione; - spostare all'esterno sorgenti trasferibili (motori, compressori, ventilatori).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avvitatori	- sostituzione di quelli tradizionali con altri meno rumorosi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possibili interventi su macchine e impianti.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
a) Bordatrice	- munire di carter insonorizzato; - chiudere in un box insonorizzato.			
b) Profilatrice	- munire di carter insonorizzato; - chiudere in un box insonorizzato.			
c) Squadratrice doppia	- munire la zona degli utensili di carenature antirumore; - chiudere in un box insonorizzato.			
d) Sega multilame	- munire la zona di ubicazione delle lame di carter fonoisolante; - chiudere in un box insonorizzato.			
e) Scorniciatrice	- munire la zona di ubicazione delle lame di carter fonoisolante; - chiudere in un box insonorizzato.			
f) Pialla a filo	- munire il piano di appoggio dei pezzi appositi "tagli a pettine", al fine di ridurre rumorosità della macchina nel funzionamento a vuoto; - riempire con gomma o materiale analogo, spazio vuoto tra la lama ed il rullo, al fine di ridurre la rumorosità della macchina nel funzionamento a vuoto; - dotare di utensili a taglio elicoidale.			
g) Pialla a spessore	- ricoprire tutta la parte in lavorazione con carter fonoisolante e fonoassorbente, dotato di aspirazione forzata di trucioli e polveri.			
h) Sega a nastro	- chiudere la zona dei volani con carter fonoisolante; - predisporre sul ritorno della lama, spazzole fermapolvere che ne riducano anche vibrazioni e quindi le emissioni sonore.			
i) Sega circolare	- vedi punto sugli utensili.			
l) Toupie	- munire di carter fonoisolante nella parte superiore e chiudere la zona di accesso con gomma antistriscio.			
m) Sezionatrice	- munire di una cuffia fonoisolante-fonoassorbente, sulla parte della lama che fuoriesce.			
n) Foratrice	- chiudere in un box insonorizzato; - dotare di adeguati silenziatori o frangiflutti sugli scarichi del premipezzo e dell'avanzamento degli utensili; - ricoprire con gomma le superfici di bloccaggio dei pezzi in lavorazione.			

Utensili	<ul style="list-style-type: none"> - mantenere affilati; - valutare la possibilità di ridurre il rumore aerodinamico variando la forma dell'utensile; - accoppiare la lama ad un elemento che ne smorzi la risonanza. 	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Convertitori e Motori	<ul style="list-style-type: none"> - dotare di box insonorizzato con eventualmente ventilazione forzata. 	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Condotte dell'aria di aspirazione	<ul style="list-style-type: none"> - silenziare (trattamento con antirombo), al fine di diminuire il rumore aereo dinamico e quello dello sfregamento dei truciolari. 	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Martellature e smerigliature	<ul style="list-style-type: none"> - ridurre queste operazioni cambiando i metodi di montaggio, migliorando le tolleranze di lavorazione, oppure asportando il materiale in eccesso con altri metodi; - sostituire dischi/lame per smerigliatura e taglio tradizionali con dischi denominati silenziati. 	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Altre aree o posizioni di lavoro dove vengono svolte attività rumorose	<ul style="list-style-type: none"> - concentrazione dei lavori rumorosi in aree schermate per ridurre l'esposizione dei lavoratori impiegati in altre attività nelle zone adiacenti; - nei nuovi insediamenti, ampliamenti o ristrutturazioni va valutata la separazione fra i reparti. 	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Errata organizzazione del ciclo produttivo	<ul style="list-style-type: none"> - se necessario cambiare la disposizione delle macchine e degli impianti e applicare ulteriori misure di bonifica in modo da ridurre i livelli di esposizione personale (ad esempio utilizzando schermature); - predisporre piani di progressiva sostituzione delle macchine e attrezzature più vetuste; - spostare all'esterno sorgenti trasferibili (compressori, ventilatori, centraline idrauliche); - nel caso in cui, data la natura dell'attività, il lavoratore benefici dell'utilizzo di locali di riposo messa a disposizione dal datore di lavoro, il rumore in questi locali è ridotto a un livello compatibile con il loro scopo e le loro condizioni di utilizzo. 	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
OGGETTO DELLA VALUTAZIONE	AZIONI CORRETIVE	ASSESTE	MIGLIORABILE	PRESENTE
Documentazione sulle attrezzature	<ul style="list-style-type: none"> - la progettazione, la costruzione e la realizzazione di nuovi impianti, macchine e apparecchiature devono avvenire riducendo al minimo, in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico, i rischi derivanti dall'esposizione al rumore mediante l'utilizzo di misure tecniche, organizzative e procedurali, concretamente attuabili, privilegiando gli interventi alla fonte: i progettisti/costruttori non possono pertanto limitarsi ad indicare il livello di rumore delle macchine, ma debbono adoperarsi con ogni mezzo al contenimento delle emissioni, eventualmente agendo anche sulla propagazione del rumore (es.: con cabine/schermi fonoisolanti) - DECRETO LEGISLATIVO 27 gennaio 2010, n. 17. Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori. - le macchine o le attrezzature devono essere accompagnate da documentazione relativa al rumore prodotto, in modo che sia possibile scegliere quelle meno rumorose (in seguito al recepimento della Direttiva Macchine, ogni nuovo utensile, macchina, apparecchiatura deve essere accompagnato da specifiche informazioni acustiche); - le macchine utensili devono essere acquistate con le protezioni integrali, se previste dalla casa costruttrice e se contribuiscono all'abbassamento del rumore prodotto; - il mercato offre attualmente utensili pneumatici a basse emissioni di rumore, nelle scelte dell'utensile questo va tenuto in considerazione. 	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Segnaletica ed eventuale limitazione di accesso	<ul style="list-style-type: none"> - i luoghi di lavoro dove i lavoratori possono essere esposti ad un rumore al di sopra dei valori superiori di azione sono indicati da appositi segnali (dette aree sono inoltre delimitate e l'accesso alle stesse è limitato, ove ciò sia tecnicamente possibile e giustificato dal rischio di esposizione); - se possibile l'area e il posto di lavoro vanno assoggettati a limitazione di accesso. 	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

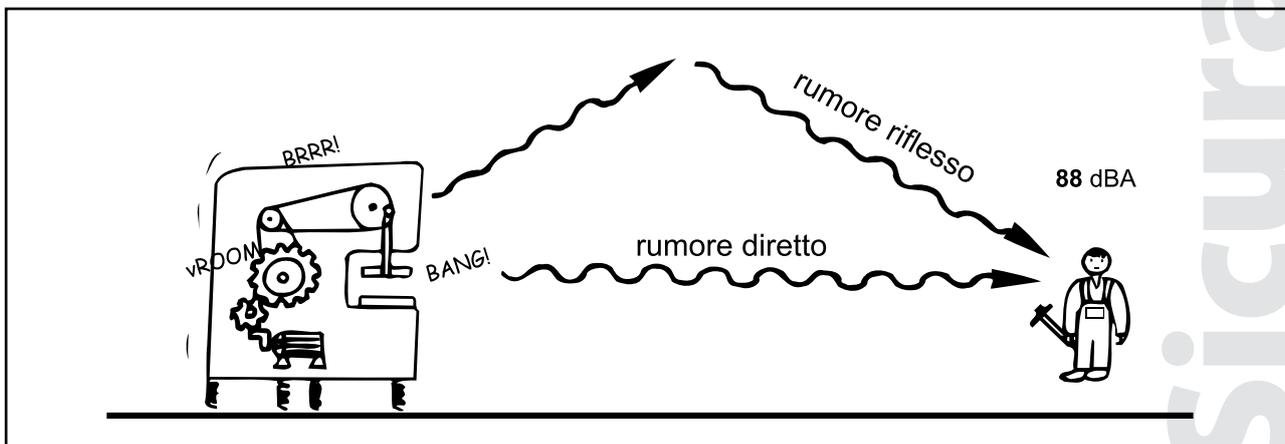
Esempi di interventi possibili per la riduzione del rumore di una macchina

CASO A

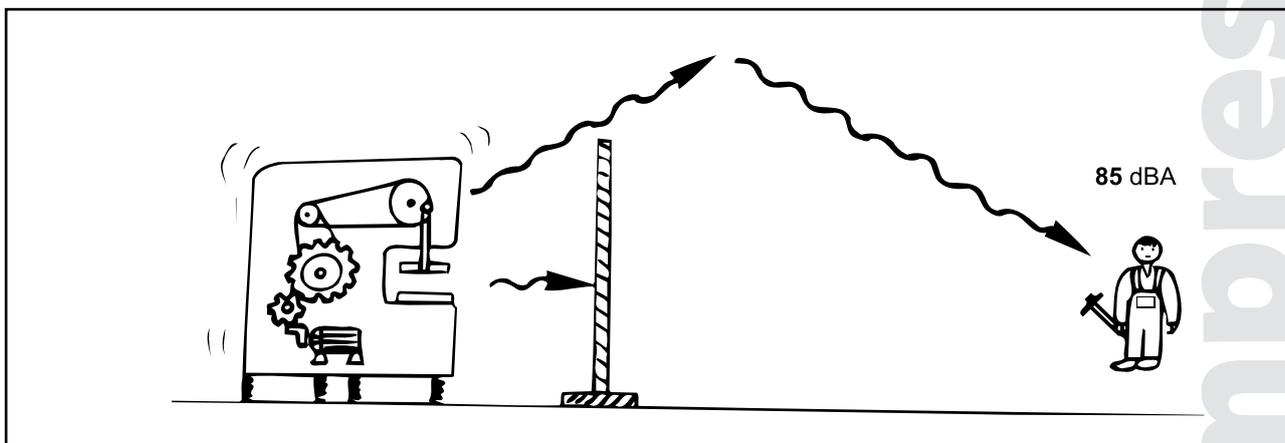


Diminuzione delle emissioni ottenuta modificando lo stampo.

CASO B

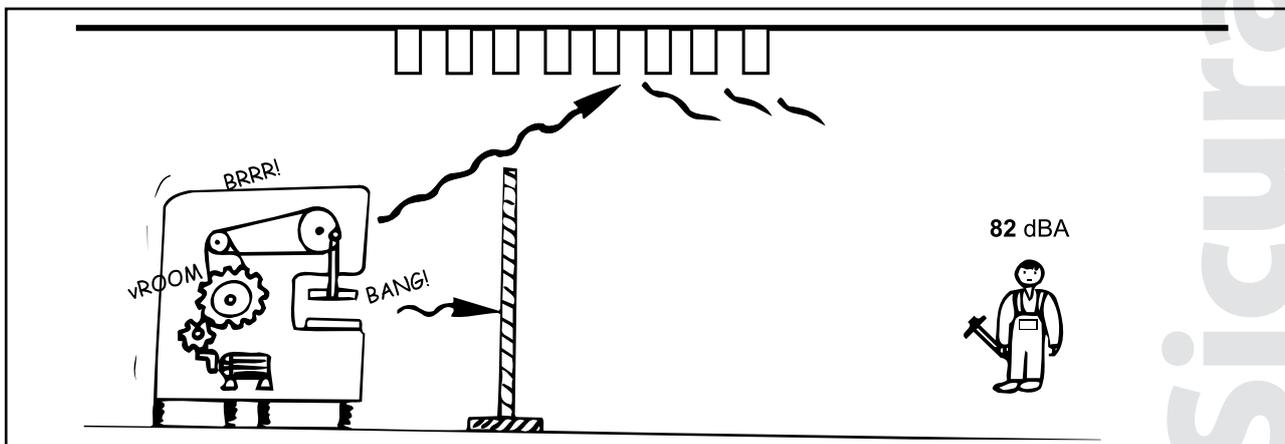


Ulteriore diminuzione delle emissioni, in particolare di quelle trasmesse per via solida, ottenuta ponendo la macchina su supporti antivibranti.

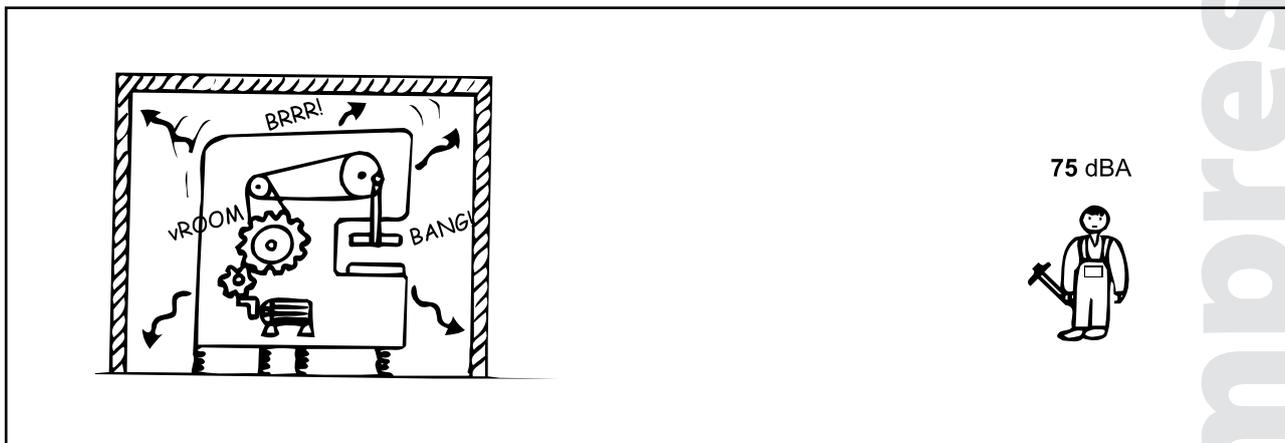


Con l'inserimento di barriere o schermi il rumore diretto diventa ininfluenza.

CASO C



Con il trattamento fonoassorbente del soffitto il rumore riflesso viene diminuito.



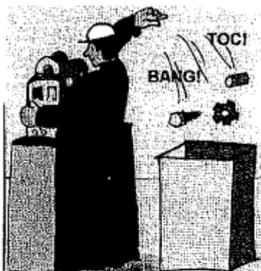
L'incapsulamento di una macchina determina una maggior insonorizzazione ed è alternativo a tutti gli intervalli precedenti.

CONSIGLI PER I LAVORATORI

LA PERDITA DELL'UDITO È LA MALATTIA PROFESSIONALE PIÙ FREQUENTE

Il tuo udito ti permette di rimanere in contatto con il mondo che ti circonda!
Il rumore intenso provoca perdita dell'udito.

NO



Non lasciare in funzione le macchine inutilizzate: producono rumore!

Non usare aria compressa per la pulizia di pezzi, macchine e tuta da lavoro: produce rumore e solleva polvere.

Se puoi **allontanarti** dalle zone più rumorose.

Usa in modo adeguato cuffie o i tappi auricolari.

I DISPOSITIVI INDIVIDUALI DI PROTEZIONE (DPI) SONO UTILI SOLO SE USATI CORRETTAMENTE E COSTANTEMENTE!



Per i tappi auricolari ricorda di:

Indossarli sollevando verso l'alto il padiglione auricolare, favorendo così l'introduzione del tappo e segui le istruzioni del fabbricante.

Maneggiare i tappi sempre con le **mani pulite**.

Lavarli spesso se sono riutilizzabili.



Per le cuffie ricorda di:

Assicurati di indossarle correttamente.

Verificare che non vi siano capelli fra le cuffie e le orecchie.

Segnalare al tuo superiore le eventuali inefficienze di tali dispositivi, se usurati chiedi la sostituzione.

IL TUO IMPEGNO RENDE MENO PERICOLOSE TUTTE LE LAVORAZIONI!



CONSIDERAZIONI PER UNA PROGETTAZIONE DI UN IMPIANTO DI ASPIRAZIONE FINALIZZATA AL CONTROLLO DEL RUMORE

Fonti e possibili cammini di propagazione del rumore tra un impianto di ventilazione e l'ambiente di lavoro ricevente (R).

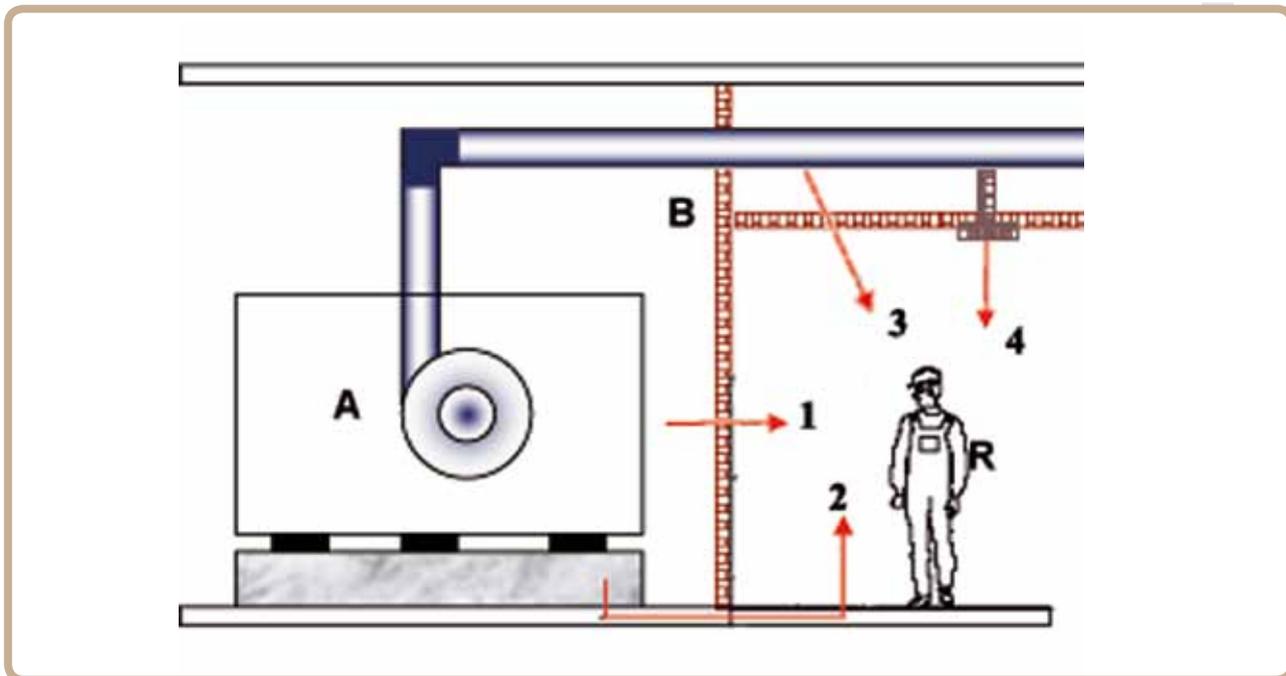


Figura 4: Schema della propagazione del rumore in un impianto di aspirazione.

SORGENTI DI RUMORE

- A. Ventilatore;
- B. Sorgenti puntuali di rumore aerodinamico (serrande, curve, giunzioni, variazioni di sezione, griglie, ecc.) lungo i condotti;
- C. Vibrazione dei condotti rettilinei.

CAMMINI DI PROPAGAZIONE

1. Cammini di propagazione del rumore per via aerea attraverso pareti e solai che delimitano la centrale;
2. Cammini di propagazione del rumore per via strutturale attraverso i solai e le strutture murarie direttamente collegate ai componenti dell'impianto;
3. Cammini di propagazione per via aerea attraverso le pareti dei condotti (*break-out*);
4. Cammini di propagazione del rumore lungo i canali e rumorosità immessa nell'ambiente direttamente attraverso le bocchette di mandata e ripresa dell'aria.

LINEE GUIDA ESSENZIALI PER UNA CORRETTA IMPOSTAZIONE DEL PROGETTO DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE TENENDO PRESENTI I PROBLEMI DI RUMOROSITÀ

Ventilatori e Unità Trattamento Aria:

- progettare il sistema di distribuzione dell'aria in modo da contenere il più possibile la caduta di pressione e la velocità.

- Scegliere il tipo di ventilatore che presenta un valore di livello della potenza sonora di riferimento più basso.
- Evitare ventilatori con basso numero di pale.
- Verificare che il ventilatore operi attorno al punto di efficienza massima.
- Posizionare le macchine a distanza dalle pareti della centrale.
- Evitare che le bocche non intubate di ingresso e/o uscita delle macchine siano posizionate in prossimità di pareti.
- Prevedere l'uso di sospensioni elastiche appropriate per isolare la macchina e ridurre la propagazione delle vibrazioni.
- I condotti devono essere collegati alle macchine mediante raccordi flessibili possibilmente non corrugati.
- I raccordi tra i condotti di ingresso e uscita delle macchine devono essere gradualizzati.
- Filtri, curve, raccordi non devono essere posizionati nel sistema ad una distanza inferiore a 3 diametri equivalenti dal ventilatore/UTA.

Condotti:

- Se possibile prevedere condotti trattati internamente con idonei materiali o sistemi fonoassorbenti
- È preferibile, a parità di portata, prevedere più canali in parallelo.
- Limitare le cause di turbolenza (variazioni brusche di sezione, curve e diramazioni a 90°, assenza di velocità dell'aria eccessive, alette deviatrici, serrande ed altro) per limitare conseguentemente la generazione di rumore aerodinamico.
- Evitare collegamenti rigidi dei canali alle strutture portanti.

Griglie di mandata e ripresa ("Plenum"):

- Trattare i plenum di derivazione internamente con idonei materiali o sistemi fonoassorbenti.
- Non posizionare le bocchette di ingresso e di uscita dal plenum contrapposte in linea.

Silenziatori:

- Posizionare i filtri lungo le canalizzazioni.
- Evitare filtri con forti perdite di carico.
- Posizionare i filtri a distanza da curve e diramazioni.
- Evitare che in prossimità del filtro aumenti la velocità dell'aria.

Diffusori:

- Scegliere diffusori compatibili con bassi valori di generazione del rumore.
- Evitare che il tratto di collegamento tra il canale principale e il diffusore non sia in asse con il diffusore stesso.

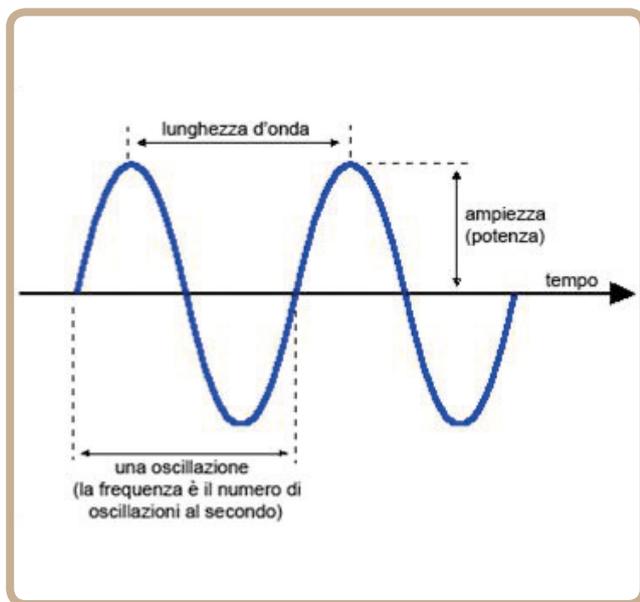
5.2 VIBRAZIONI

5.2.1 Introduzione

I materiali hanno una elasticità variabile in funzione dello stato di aggregazione proprio di ogni sostanza che li compone. Una perturbazione esterna al materiale determina un moto oscillatorio, rispetto alla situazione di equilibrio, producendo le vibrazioni meccaniche. Le vibrazioni, così definite, costituiscono un rilevante agente lesivo, sia per la varietà e l'importanza degli effetti sulla salute, sia per il numero di lavoratori esposti.

5.2.1.1 VIBRAZIONI: IL FENOMENO FISICO

Il termine vibrazione si riferisce in particolare ad una oscillazione meccanica attorno ad un punto d'equilibrio e, sotto il profilo del rischio, possono essere differenziate con i seguenti parametri:



- frequenza (f): numero di cicli completi nell'unità di tempo, espressa in hertz (Hz);
- periodo (T): intervallo di tempo necessario per completare un ciclo (reciproco della frequenza: $T = 1/f$);
- lunghezza d'onda (λ): spazio percorso dall'onda in un periodo;
- ampiezza (A): ampiezza dell'onda (indicativa del livello vibratorio);
- velocità di propagazione: le vibrazioni e le conseguenti onde sonore possono diffondersi attraverso corpi solidi, liquidi o gassosi (ma non nel vuoto), con una velocità più o meno elevata a seconda del corpo interessato.

Figura 1: Onda di oscillazione meccanica in accelerazione.

Principale grandezza fisica:

- accelerazione: le vibrazioni meccaniche (nel seguito solo "vibrazioni") sono misurate in termini di accelerazione "m/s²".

5.2.2 Effetti nocivi delle vibrazioni

La nocività delle vibrazioni dipende dalle caratteristiche e dalle condizioni in cui vengono trasmesse: estensione della zona di contatto con l'oggetto che vibra (mani, piedi, glutei, ecc.), frequenza della vibrazione, direzione di propagazione, tempo di esposizione. Gli effetti nocivi interessano nella maggior parte dei casi, sulla base di dati statistici, le ossa e le articolazioni della mano, del polso e del gomito; sono anche facilmente riscontrabili affaticamento psicofisico e problemi di circolazione. In relazione alle lavorazioni, è possibile distinguere due criteri di rischio: il primo interessa le vibrazioni con media frequenza (es. conducenti di veicoli), il secondo interessa quelle con alta frequenza (es. lavorazioni che utilizzano attrezzi manuali a percussione).

Pertanto, le vibrazioni a cui possono essere esposti i lavoratori possono suddividersi, a fini igienistici, in due diverse tipologie:

- le vibrazioni che si trasmettono al sistema mano-braccio (altrimenti dette di tipo HAV), solitamente attraverso le impugnature di utensili portatili;
- le vibrazioni che si trasmettono al corpo intero (altrimenti dette di tipo WBV), solitamente attraverso le sedute e le pedane di macchine e di mezzi di trasporto.

5.2.2.1 IL SISTEMA MANO-BRACCIO (HAV)

L'esposizione a vibrazioni al sistema mano-braccio è generalmente causata dal contatto delle mani con l'impugnatura di utensili manuali o di macchinari condotti a mano. In **Tabella 1** si fornisce un elenco di alcuni utensili il cui impiego abituale comporta nella grande maggioranza dei casi un rischio apprezzabile di esposizione a vibrazioni del sistema mano-braccio per il lavoratore.

Tabella 1 - Esempi di sorgenti di rischio di esposizione a vibrazioni del sistema mano-braccio

Tipologia di utensile	Principali lavorazioni
Scalpellatori, Scrostatori, Rivettatori	Edilizia - lapidei, metalmeccanica
Martelli Perforatori	Edilizia - lavorazioni lapidei
Martelli Demolitori e Picconatori	Edilizia - estrazione lapidei
Trapani a percussione *	Metalmeccanica
Avvitatori ad impulso *	Metalmeccanica, Autocarrozzerie
Martelli Sabbiatori	Fonderie - metalmeccanica
Cesoie e Roditrici per metalli *	Metalmeccanica
Levigatrici orbitali e roto-orbitali *	Metalmeccanica - Lapedei - Legno
Seghe circolari e seghetti alternativi *	Metalmeccanica - Lapedei - Legno
Smerigliatrici Angolari e Assiali *	Metalmeccanica - Lapedei - Legno
Smerigliatrici Diritte per lavori leggeri *	Metalmeccanica - Lapedei - Legno
Motoseghe	Lavorazioni agricolo-forestali
Decespugliatori	Lavorazioni agricolo-forestali
Tagliaerba	Manutenzione aree verdi
Motocoltivatori	Lavorazioni agricolo-forestali
Chiodatrici *	Palletts, legno
Compattatori vibro-cemento	Produzione vibrati in cemento
Iniettori elettrici e pneumatici *	Produzione vibrati in cemento
Limatrici rotative ad asse flessibile *	Metalmeccanica, Lavorazioni artistiche
Manubri di motociclette	Trasporti etc.
Cubettatrici	Lavorazioni lapidei (porfido)
Ribattitrici	Calzaturifici
Trapani da dentista	Odontoiatria

* Tipologia di utensile presente nel settore della lavorazione del legno.

È noto che lavorazioni in cui si impugnano utensili vibranti o materiali sottoposti a vibrazioni o impatti, possono indurre un insieme di disturbi neurologici circolatori digitali e lesioni osteoarticolari a carico degli arti superiori definito con termine unitario “Sindrome da Vibrazioni Mano-Braccio”.

- L'angiopatia da strumenti vibranti consiste principalmente in una forma secondaria di fenomeno di Raynaud (episodi di pallore digitale) dopo esposizioni a vibrazioni.
- La componente neurologica consiste in una neuropatia periferica prevalentemente sensitiva con conseguente deficit della sensibilità (es. tattile, termica e dolorosa).
- L'apparato muscolo-scheletrico può presentare lesioni di tipo cronico-degenerative (cioè di tipo artrosico) a livello delle strutture ossee o articolari soprattutto a carico del gomito e del polso.
- Sono state inoltre descritte per esposizioni a vibrazioni dell'arto superiore sindromi da intrappolamento delle strutture nervose da alterazioni muscolo-tendinee.

5.2.2.2 IL SISTEMA CORPO INTERO (WBV)

È noto che attività lavorative svolte a bordo di mezzi di trasporto o di movimentazione, quali ruspe, pale meccaniche, trattori, macchine agricole, autobus, carrelli elevatori, camion, imbarcazioni, ecc., espongono il corpo a vibrazioni o impatti, che possono risultare nocivi per i soggetti esposti. Dai numerosi studi epidemiologici appare che alcuni disturbi si riscontrino con maggior frequenza tra lavoratori esposti a vibrazioni, piuttosto che tra soggetti non esposti anche se al momento non è possibile individuare patologie o danni prettamente associabili all'esposizione del corpo a vibrazioni.

In **Tabella 2** si fornisce un elenco di alcuni utensili il cui impiego abituale comporta nella grande maggioranza dei casi un rischio apprezzabile di esposizione a vibrazioni del sistema corpo intero per il lavoratore.

Tabella 2 - Esempi di sorgenti di rischio di esposizione a vibrazioni del corpo intero

Macchinario	Principali settori di impiego
Ruspe, pale meccaniche, escavatori	Edilizia, lapidei, agricoltura
Perforatori	Lapidei, cantieristica
Trattori, Mietitrebbiatrici	Agricoltura
Carrelli elevatori *	Cantieristica, movimentazione industriale
Trattori a ralla	Cantieristica, movimentazione industriale
Camion, autobus	Trasporti, servizi spedizioni etc.
Motoscafi, gommoni, imbarcazioni	Trasporti, marittimo
Trasporti su rotaia	Trasporti, movimentazione industriale
Elicotteri	Protezione civile, Pubblica sicurezza, etc.
Motociclette, ciclomotori	Pubblica sicurezza, servizi postali, etc.
Autogru, gru	Cantieristica, movimentazione industriale
Piattaforme vibranti	Vibrati in cemento, varie industriali
Autoambulanze	Sanità

* Tipologia di macchinario presente nel settore della lavorazione del legno.

L'esposizione lavorativa a vibrazioni trasmesse a tutto il corpo aumenta il rischio di lesioni cronico-degenerative della colonna vertebrale intese come insorgenza precoce di lesioni artrosiche al rachide lombare,

comparsa di protrusioni ed ernie discali. Alcuni studi hanno evidenziato, senza ancora un sufficiente valore epidemiologico, anche l'associazione tra vibrazioni trasmesse a tutto il corpo e alterazioni del distretto cervicobrachiale, dell'app. gastroenterico, del sistema venoso periferico, dell'app. riproduttivo femminile e del sistema colceo-vestibolare.

5.2.3 Legislazione vigente

La legislazione vigente di riferimento risulta essere il Decreto Legislativo n. 81 del 9 aprile 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"). In particolare il Capo II del Titolo VIII di tale decreto prescrive le misure per la tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori che sono esposti o possono essere esposti a rischi derivati da vibrazioni meccaniche. In generale, occorre pertanto anche nel comparto di produzione di imbarcazioni in vetroresina:

- valutare l'esposizione a vibrazioni e più in generale la condizione espositiva del lavoratore;
- sulla base della valutazione, elaborare iniziative per la prevenzione o il controllo;
- monitorare e riesaminare con regolarità l'efficacia delle misure attuate.

Altri riferimenti legislativi, a livello nazionale riguardanti la prevenzione del rischio vibrazioni sono:

- DECRETO LEGISLATIVO 27 gennaio 2010, n. 17
Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori.

5.2.3.1 NORMATIVE INTERNAZIONALI

Le normative tecniche di riferimento, sulla base delle quali si valuta l'esposizione dei lavoratori alle vibrazioni risultano essere:

- **UNI EN ISO 5349-1:2004.**
Vibrazioni meccaniche. Misurazione e valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse alla mano. - Parte 1: Requisiti generali.
- **UNI EN ISO 5349-2:2004.**
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.
- **UNI ISO 2631:2008.**
Vibrazioni meccaniche e urti. Valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero - Parte 1: Requisiti generali.

Altri riferimenti normativi, riguardanti la prevenzione del rischio vibrazioni sono:

- ISO 8041 (2005) "Risposta degli individui alle vibrazioni - Strumenti di misurazione".
- UNI EN 28662-1 (1993) "Macchine utensili portatili - Misura delle vibrazioni sull'impugnatura. Generalità".
- UNI EN 28662-2:2003 Macchine utensili portatili - Misurazione delle vibrazioni sull'impugnatura - Martelli sbavatori e rivettatori.
- UNI EN ISO 10819 (1998) "Vibrazioni al sistema mano-braccio. Metodo per la misurazione e la valutazione

della trasmissibilità delle vibrazioni dai guanti al palmo della mano”.

- UNI EN 12096 (1999) “Vibrazioni meccaniche – Dichiarazione e verifica dei valori di emissione vibratoria”.
- UNI/TR 11232-1:2007 Vibrazioni mano-braccio - Linee guida per la riduzione del rischio da vibrazioni - Parte 1: Metodi tecnici progettuali per la progettazione delle macchine.
- UNI/TR 11232-2:2007 Vibrazioni mano-braccio - Linee guida per la riduzione del rischio da vibrazioni - Parte 2: Misure di prevenzione sul posto di lavoro.

5.2.4 Obblighi del datore di lavoro

Il datore di lavoro effettua una valutazione del rischio vibrazioni e ove previsto redige il documento (vedi 5.2.4.1 “Rapporto tecnico”) avvalendosi di personale qualificato nell’ambito del servizio di prevenzione e protezione o esterno all’azienda se tali competenze mancano fra i dipendenti.

Il D. Lgs. 81/08 prevede che il datore di lavoro valuti (valutazione senza misurazioni) e, nel caso non siano disponibili informazioni relative ai livelli di vibrazione presso banche dati dell’ISPESL, delle regioni o del CNR o direttamente presso i produttori o fornitori, misuri (valutazione con misurazioni) i livelli di vibrazioni meccaniche a cui i lavoratori sono esposti.

Le metodologie per la valutazione delle esposizioni lavorative (vedi 5.2.4.2 “Metodologie per la valutazione dell’esposizione lavorative”) e le strumentazioni di misura, ove necessarie, (vedi 5.2.4.3 “Strumentazioni di misura”) utilizzate si adattano in particolare al settore anatomico interessato, sia esso il sistema mano-braccio o il corpo intero.

Ai fini della valutazione dei rischi da vibrazioni, il datore di lavoro tiene conto, in particolare, dei seguenti elementi:

- a) il livello, il tipo e la durata dell’esposizione, ivi inclusa ogni esposizione a vibrazioni intermittenti o a urti ripetuti;
- b) i valori limite di esposizione e i valori d’azione;
- c) gli eventuali effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio con particolare riferimento alle donne in gravidanza e ai minori;
- d) gli eventuali effetti indiretti sulla sicurezza dei lavoratori risultanti da interazioni tra le vibrazioni meccaniche, il rumore e l’ambiente di lavoro o altre attrezzature;
- e) le informazioni fornite dal costruttore dell’attrezzatura di lavoro;
- f) l’esistenza di attrezzature alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione alle vibrazioni meccaniche;
- g) il prolungamento del periodo di esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero al di là delle ore lavorative, in locali di cui è responsabile;
- h) condizioni di lavoro particolari, come le basse temperature, il bagnato, l’elevata umidità o il sovraccarico biomeccanico degli arti superiori e del rachide;
- i) informazioni raccolte dalla sorveglianza sanitaria, comprese, per quanto possibile, quelle reperibili nella letteratura scientifica.

Il datore di lavoro aggiorna la valutazione dei rischi periodicamente (con cadenza quadriennale), e in ogni caso senza ritardo se vi sono stati significativi mutamenti ai fini della sicurezza e della salute dei lavoratori che potrebbero averla resa superata, oppure quando i risultati della sorveglianza sanitaria ne richiedano la necessità.

5.2.4.1 RAPPORTO TECNICO

Nel caso di **valutazione con misurazioni** la relazione tecnica dovrà contenere:

- Anagrafica dell'unità produttiva in oggetto, descrizione della tipologia produttiva e delle mansioni nonché numero degli occupati totali;
- Tabella che identifichi le mansioni e relativo numero di occupati, per le quali si è convenuto di escludere il superamento del valore di azione (vedi 5.2.5 "Valori limite di esposizione e valori d'azione") sulla base di una valutazione senza misurazioni dettagliate, indicando i relativi criteri di giudizio adottati ("giustificazione");
- Tipo di strumentazione (di calibrazione e di misura) utilizzata, con data di acquisto o data dell'ultima taratura (di laboratorio), in quest'ultimo caso precisando il centro SIT o WECC che l'ha effettuata, e gli estremi di identificazione della procedura; descrizione della tecnica di fissaggio degli accelerometri;
- Criteri e modalità di valutazione dei valori di A(8) (vedi 5.2.4.2 "Metodologie per la valutazione delle esposizioni lavorative");
- Indicazione dei macchinari (produttore, modello e matricola, massa, potenza, alimentazione ecc.); delle modalità di lavoro (accessori montati, materiali lavorati, ecc.) in relazione alle misure effettuate. Nel caso di attività a carattere temporaneo (es.: cantieri edili) o non legate ad un preciso luogo di lavoro (es.: agricoltura, autotrasportatori, ecc.) andrà prevista, oltre alla descrizione delle lavorazioni e dei mezzi di produzione impiegati, l'indicazione precisa di ciò che si è provveduto a misurare; (queste informazioni sono fondamentali nella valutazione senza misurazioni);
- Tabella che associ ai macchinari misurati i rispettivi a_{wi} misurati, la data, i tempi e le condizioni di misura, l'eventuale errore casuale;
- Tabella che descriva il procedimento adottato per assegnare il valore di A(8) al singolo operatore (o al gruppo omogeneo) tenendo conto dell'organizzazione del lavoro (posti di lavoro/mobilità/tempi di permanenza);
- Elenco nominativo di tutti i lavoratori con indicazione delle relative classi di rischio.
- Suggerimenti tecnici per programmare e attuare le misure tecniche, organizzative e procedurali concretamente attuabili per ridurre l'esposizione e per fissare i tempi di ripetizione della valutazione;
- Data e firma dal personale competente.

5.2.4.2 METODOLOGIE PER LA VALUTAZIONE DELLE ESPOSIZIONI LAVORATIVE

VIBRAZIONI TRASMESSE AL SISTEMA MANO-BRACCIO

La valutazione del livello di esposizione alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio è effettuata in base alle disposizioni di cui all'allegato XXXV, parte A, del D. Lgs. 81/08 e si basa principalmente sulla determinazione del valore di esposizione giornaliera normalizzato ad 8 ore di lavoro, **A(8)** (m/s^2). Esso è calcolato sulla base della radice quadrata della somma dei quadrati ($A_{(w)sum}$) dei valori quadratici medi delle accelerazioni ponderate in frequenza, determinati sui tre assi ortogonali x, y, z, in accordo con quanto prescritto dallo standard ISO 5349-1: 2001. L'espressione matematica per il calcolo di A(8) è di seguito riportata.

$$A(8) = A_{(w)sum} (T_e/8)^{1/2} (m/s^2)$$

dove:

T_e : Durata complessiva giornaliera di esposizione a vibrazioni (ore)

$A_{(w)sum}$: $(a^2 wx + a^2 wy + a^2 wz)^{1/2}$

a_{wx} a a_{wy} ; a a_{wz} : Valori r.m.s dell'accelerazione ponderata in frequenza (in m/s^2) lungo gli assi x, y, z (ISO 5349-1: 2001)

Nel caso in cui il lavoratore sia esposto a differenti valori di vibrazioni, come nel caso di impiego di più utensili vibranti nell'arco della giornata lavorativa, o nel caso dell'impiego di uno stesso macchinario in differenti condizioni operative, l'esposizione quotidiana a vibrazioni $A(8)$, in m/s^2 , sarà ottenuta mediante l'espressione:

$$A(8) = \left[\sum_{i=1}^N A8_i^2 \right]^{1/2} (m/s^2)$$

dove:

$A8_i$: $A(8)$ parziale relativo all'operazione i -esima

$$A8_i = A_{(wsumi)} \sqrt{\frac{T_{ei}}{8}}$$

T_{ei} : Tempo di esposizione relativo alla operazione i -esima (ore)

$A_{(wsumi)}$: $A_{(wsum)}$ associata all'operazione i -esima

VIBRAZIONI TRASMESSE AL CORPO INTERO

La valutazione del livello di esposizione alle vibrazioni trasmesse al corpo intero è effettuata in base alle disposizioni di cui all'allegato XXXV, parte B, del D. Lgs. 81/08 e si basa principalmente sulla determinazione del valore di esposizione giornaliera normalizzato ad 8 ore di lavoro, $A(8)$ (m/s^2). Esso è calcolato sulla base del maggiore dei valori numerici dei valori quadratici medi delle accelerazioni ponderate in frequenza, determinati sui tre assi ortogonali, in accordo con quanto prescritto dallo standard ISO 5349-1: 2001:

$$1.4 \times a_{wx}, 1.4 \times a_{wy}, a_{wz}$$

secondo la formula di seguito riportata:

$$A(8) = A_{(wmax)} \times (T_e/8)^{1/2} (m/s^2)$$

dove:

T_e : Durata complessiva giornaliera di esposizione a vibrazioni (ore)

$A_{(wmax)}$: Valore massimo tra $1.4 \times a_{wx}$; $1.4 \times a_{wy}$; a_{wz} (per una persona seduta)

a_{wx} ; a_{wy} ; a_{wz} : Valori r.m.s dell'accelerazione ponderata in frequenza (in m/s^2) lungo gli assi x, y, z (ISO 2631-1: 1997)

Nel caso in cui il lavoratore sia esposto a differenti valori di vibrazioni, come nel caso di impiego di più macchinari nell'arco della giornata lavorativa, o nel caso dell'impiego di uno stesso macchinario in differenti condizioni operative, l'esposizione quotidiana a vibrazioni $A(8)$, in m/s^2 , sarà ottenuta mediante l'espressione:

$$A(8) = \left[\sum_{i=1}^N A8_i^2 \right]^{1/2} (m/s^2)$$

dove:

A_{8i} : $A(8)$ parziale relativo all'operazione i-esima

$$A_{8i} = A_{(w_{maxi})} \sqrt{\frac{T_{ei}}{8}}$$

T_{ei} : Tempo di esposizione relativo alla operazione i-esima (ore)

$A_{(w_{maxi})}$: $A_{(w_{max})}$ associata all'operazione i-esima

5.2.4.3 STRUMENTAZIONI DI MISURA

La misura delle accelerazioni viene effettuata con l'accelerometro, i misuratori di livelli di vibrazione sono quelli in grado di calcolare il valore di accelerazione equivalente lungo ogni singolo asse di misura.

La normativa tecnica ISO 8041 definisce le specifiche prestazionali della strumentazione di misura per le vibrazioni sul corpo umano.

5.2.5 Valori limite di esposizione e valori d'azione

I valori limite di esposizione e i valori di azione, in relazione al livello di esposizione giornaliera alle vibrazioni sono fissati, rispettivamente per il sistema mano-braccio (HAV) e per il corpo intero (WBV), a:

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
 $A(8) = 5 \text{ m/s}^2$ (e 20 m/s^2 su periodi brevi)

Vibrazioni trasmesse al corpo intero

Livello d'azione giornaliero di esposizione $A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$

Valore limite giornaliero di esposizione
 $A(8) = 1,0 \text{ m/s}^2$ (e $1,5 \text{ m/s}^2$ su periodi brevi)

5.2.6 Iniziative e misure di prevenzione e protezione per la riduzione dell'esposizione a vibrazioni

In base alla valutazione dei rischi di cui all'articolo 202 del D. Lgs. 81/08, quando sono superati i valori d'azione, il datore di lavoro elabora e applica un programma di misure tecniche o organizzative, volte a ridurre al minimo l'esposizione e i rischi che ne conseguono, considerando in particolare quanto segue:

- altri metodi di lavoro che richiedono una minore esposizione a vibrazioni meccaniche;
- la scelta di attrezzature di lavoro adeguate concepite nel rispetto dei principi ergonomici e che producono, tenuto conto del lavoro da svolgere, il minor livello possibile di vibrazioni;
- la fornitura di attrezzature accessorie per ridurre i rischi di lesioni provocate dalle vibrazioni, quali sedili che attenuano efficacemente le vibrazioni trasmesse al corpo intero e maniglie o guanti che attenuano la vibrazione trasmessa al sistema mano-braccio;
- adeguati programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, del luogo di lavoro e dei sistemi sul luogo di lavoro;

- e) la progettazione e l'organizzazione dei luoghi e dei posti di lavoro;
- f) l'adeguata informazione e formazione dei lavoratori sull'uso corretto e sicuro delle attrezzature di lavoro, in modo da ridurre al minimo la loro esposizione a vibrazioni meccaniche;
- g) la limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione;
- h) l'organizzazione di orari di lavoro appropriati, con adeguati periodi di riposo;
- i) la fornitura, ai lavoratori esposti, di indumenti per la protezione dal freddo e dall'umidità.

Se, nonostante le misure adottate, il valore limite di esposizione è stato superato, il datore di lavoro prende misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto di tale valore, individua le cause del superamento e adatta di conseguenza le misure di protezione e prevenzione per evitare un nuovo superamento.

(vedi appendice 1 "Iniziativa di riduzione e misure di controllo per la riduzione dell'esposizione a vibrazioni nella lavorazione del legno").

5.2.7 Dispositivi di protezione individuali (DPI)

DPI-HAV:

Per quanto riguarda i dispositivi di protezione individuale, esistono attualmente in commercio guanti cosiddetti "antivibranti", certificati secondo la norma europea armonizzata EN ISO 10819: 1998, che è di supporto ai requisiti essenziali di sicurezza e salute previsti dalla Direttiva UE 89/686/CEE "Apparecchiature per la protezione della persona".

Infatti, oltre ai benefici in termini di protezione delle mani dai rischi meccanici (abrasioni, tagli), dalle temperature estreme, dai rischi chimici e dall'umidità, i guanti possono ridurre la trasmissione delle vibrazioni alle mani e quindi assumere il ruolo di dispositivi di protezione individuale (DPI) in relazione al rischio vibrazioni.

DPI-WBV:

Per quanto riguarda le vibrazioni trasmesse al corpo intero, non esistono dei DPI comunemente intesi. È opportuno comunque sottolineare che la principale misura di tutela rimane l'utilizzo di dispositivi accessori (es. *Silent Block*) per la riduzione delle vibrazioni sui sedili di guida.

Si è infatti dimostrato che i sedili normalmente montati sui mezzi in commercio non sono generalmente adeguati allo scopo di ridurre le vibrazioni trasmesse al conducente, anzi, possono in certi range di frequenze in cui il corpo è molto sensibile, amplificarle. (vedi Capitolo 7, "Dispositivi di protezione Individuali")

5.2.8 Informazioni e formazione

Nell'ambito degli obblighi di cui agli articoli 36 e 37 del D. Lgs. 81/08, il datore di lavoro garantisce che i lavoratori esposti a rischi derivanti da vibrazioni meccaniche sul luogo di lavoro ricevano informazioni e una formazione adeguata sulla base della valutazione dei rischi di cui all'articolo 4, con particolare riguardo:

- a) alle misure adottate volte a eliminare o a ridurre al minimo i rischi derivanti dalle vibrazioni meccaniche;
- b) ai valori limite di esposizione e ai valori d'azione;
- c) ai risultati delle valutazioni e misurazioni delle vibrazioni meccaniche effettuate in applicazione dell'articolo 4 e alle potenziali lesioni derivanti dalle attrezzature di lavoro utilizzate;
- d) all'utilità e al modo di individuare e di segnalare sintomi di lesioni;

- e) alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria;
- f) alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo l'esposizione a vibrazioni meccaniche.

5.2.9 Sorveglianza sanitaria

Il datore di lavoro sottopone alla sorveglianza sanitaria (art. 204 D. Lgs. 81/08) i lavoratori la cui esposizione alle vibrazioni eccede i livelli di azione HAV: $A(8) > 2,5 \text{ m/s}^2$ e WBV: $>0,5 \text{ m/s}^2$.

La sorveglianza sanitaria viene effettuata periodicamente, di norma, una volta all'anno o con periodicità diversa su decisione del MC che ne riporta adeguata motivazione nel documento di valutazione dei rischi. Nel caso in cui la sorveglianza sanitaria riveli, in un lavoratore, l'esistenza di anomalie imputabili ad esposizione a vibrazioni, il medico competente ne informa il lavoratore ed il datore di lavoro che provvede a riesaminare la valutazione del rischio e le misure prese, ad attuare le misure indicate dal parere del medico competente e ad adottare le misure affinché sia riesaminato lo stato di salute di tutti gli altri lavoratori che hanno subito un'esposizione analoga.

I lavoratori sono inoltre sottoposti a sorveglianza sanitaria quando il (MC) Medico Competente verifica una o più delle seguenti condizioni: l'esposizione del lavoratore è tale da rendere possibile un nesso tra l'esposizione e una malattia o effetti nocivi per la salute ed è probabile che la malattia o gli effetti nocivi sopraggiungano nelle particolari condizioni di lavoro del lavoratore. Nella cartella sanitaria e di rischio sono riportati i valori di esposizione di ciascun lavoratore.

5.2.10 Coinvolgimento dei lavoratori

Consultare la forza lavoro è un obbligo di legge e contribuisce ad assicurare che i lavoratori si impegnino a seguire le procedure ed i miglioramenti in tema di sicurezza e salute.

La conoscenza dei rischi da parte dei lavoratori aiuta ad individuare correttamente i pericoli e ad implementare soluzioni fattibili. I rappresentanti dei lavoratori hanno un ruolo importante nell'ambito di questo processo.

I dipendenti devono essere consultati in merito alle misure sulla sicurezza e sulla salute prima dell'introduzione di ogni nuova tecnologia o prodotto e durante la scelta di attrezzature accessorie per ridurre i rischi di lesioni provocate dalle vibrazioni.

5.2.11 Obblighi dei lavoratori

Ai sensi dell'art. 20 del D. Lgs. 81/08 i lavoratori, durante le operazioni che espongono a vibrazioni, devono adottare tutte le misure e cautele del caso sulla base delle informazioni e formazione ricevute.

5.2.12 Sintesi schematica obblighi capo III titolo VIII D. Lgs. 81/08

	DPI	INFORMAZIONE FORMAZIONE	SORVEGLIANZA SANITARIA
Esposizioni HAV: fino a 2,5 m/s ² WBV: fino a 0,5 m/s ²	Tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, i rischi derivati dall'esposizione a vibrazioni sono eliminati alla fonte o ridotti al minimo.		
Esposizioni HAV: superiori a 2,5 m/s ² fino a 5 m/s ² WBV: superiori a 0,5 m/s ² fino a 1,0 m/s ²	Il datore di lavoro, qualora i rischi derivanti dalle vibrazioni non possano essere evitati con altre misure di prevenzione e protezione mette a disposizione attrezzature accessorie per ridurre i rischi di lesioni provocate dalle vibrazioni, quali sedili che attenuano efficacemente le vibrazioni trasmesse al corpo intero e maniglie o guanti che attenuano la vibrazione trasmessa al sistema mano-braccio.	Nell'ambito degli obblighi di cui agli articoli 36 e 37 del D. Lgs. 81/08, il datore di lavoro garantisce che i lavoratori esposti a rischi derivanti da vibrazioni meccaniche sul luogo di lavoro ricevano informazioni e una formazione adeguata sulla base della valutazione dei rischi di cui all'articolo 202, con particolare riguardo: <ul style="list-style-type: none"> a) alle misure adottate volte a eliminare o a ridurre al minimo i rischi derivanti dalle vibrazioni meccaniche; b) ai valori limite di esposizione e ai valori d'azione; c) ai risultati delle valutazioni e misurazioni delle vibrazioni meccaniche effettuate in applicazione dell'articolo 202 e alle potenziali lesioni derivanti dalle attrezzature di lavoro utilizzate; d) all'utilità e al modo di individuare e di segnalare sintomi di lesioni; e) alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria; f) alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo l'esposizione a vibrazioni meccaniche. 	La sorveglianza viene effettuata periodicamente, di norma una volta l'anno o con periodicità diversa decisa dal medico competente con adeguata motivazione riportata nel documento di valutazione dei rischi e resa nota ai rappresentanti per la sicurezza di lavoratori in funzione della valutazione del rischio. L'organo di vigilanza, con provvedimento motivato può disporre contenuti e periodicità della sorveglianza sanitaria diversi rispetto a quelli forniti dal medico competente. I lavoratori sono altresì sottoposti alla sorveglianza sanitaria, quando, secondo il medico competente, si verificano una o più delle seguenti condizioni: l'esposizione dei lavoratori alle vibrazioni È tale da rendere possibile l'individuazione di un nesso tra l'esposizione in questione e una malattia identificabile o ad effetti nocivi per la salute ed È probabile che la malattia o gli effetti sopraggiungano nelle particolari condizioni di lavoro del lavoratore ed esistono tecniche sperimentate che consentono di individuare la malattia o gli effetti nocivi per la salute.
Esposizioni HAV: superiori a 5 m/s ² WBV: superiori a 1,0 m/s ²	Se, nonostante le misure adottate, il valore limite di esposizione è stato superato, il datore di lavoro prende misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto di tale valore, individua le cause del superamento e adatta di conseguenza le misure di protezione e prevenzione per evitare un nuovo superamento.		
Esposizioni HAV: superiori a 20 m/s ² su periodi brevi WBV: superiori a 1,5 m/s ² su periodi brevi	Sostituire, laddove il progresso tecnico lo prevede, immediatamente la macchina o l'utensile con altre a minor emissione vibratoria.		

INIZIATIVE DI RIDUZIONE E MISURE DI CONTROLLO PER LA RIDUZIONE DELL'ESPOSIZIONE A VIBRAZIONI NELLA LAVORAZIONE DEL LEGNO

Nel comparto della lavorazione del legno le operazioni di smerigliatura/carteggiatura e di taglio rappresentano le principali fonti di vibrazioni per il sistema mano-braccio. Per quanto riguarda il corpo intero, data la tipologia di mezzi utilizzati (carrelli elevatori) che prevalentemente operano su pavimenti di tipo industriale, non sono riscontrabili significative sorgenti di rischio.

La seconda parte del rapporto tecnico UNI/TR 11232 (2007) "Vibrazioni mano-braccio - Misure di prevenzione sul posto di lavoro", messo a punto dalla Commissione Vibrazioni dell'UNI specifica le linee guida per la riduzione ed il controllo dei rischi per la salute associati all'esposizione a vibrazioni mano-braccio durante il lavoro. Essa intende fornire un aiuto professionale ai preposti e ai responsabili della sicurezza e della salute. Il documento copre quattro principali aspetti da considerare e precisamente:

OGGETTO DELLA VALUTAZIONE	ASSENTE	MIGLIORABILE	PRESENTE
• identificazione delle principali sorgenti di vibrazioni mano-braccio nei posti di lavoro;	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• riduzione delle vibrazioni mediante la revisione delle mansioni e la riprogettazione del prodotto e del processo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• scelta di macchine con basso livello di vibrazioni, sistemi antivibranti e dispositivi di protezione personale	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• provvedimenti a carattere organizzativo per il controllo dell'esposizione alle vibrazioni mano-braccio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5.3 RISCHIO CHIMICO E CANCEROGENO

5.3.1 Introduzione

Le unità produttive addette alla seconda lavorazione del legno, in funzione del loro ciclo produttivo, presentano la necessità di approfondimenti riguardanti sia la valutazione del rischio chimico in relazione all'utilizzo di agenti chimici, che la valutazione del rischio cancerogeno in merito allo sviluppo di polveri di legno duro (capo I e II del Titolo IX "sostanze pericolose" del D. Lgs. 81/08).

5.3.1.1 RISCHIO CHIMICO

Il rischio chimico in ambiente di lavoro è riconducibile all'insieme dei rischi per la salute e per la sicurezza, connessi con la presenza e/o con lo sviluppo, nell'ambito dello svolgimento delle lavorazioni, di agenti chimici pericolosi. Il recepimento della Direttiva 98/24/CE del Consiglio del 07.04.98 nel D. Lgs. 81/08 (Titolo IX) definisce i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza dovuti all'esposizione ad agenti chimici pericolosi presenti sul luogo di lavoro a qualunque titolo, siano essi impiegati come materie prime, prodotti nel processo produttivo intenzionalmente o meno, siano essi etichettati come pericolosi o che per la loro natura chimico-fisica e/o tossicologica possono essere considerati pericolosi per la salute e/o per la sicurezza del lavoratore. Tutte le disposizioni del D. Lgs. 81/08, fatte salve quelle specifiche, sono applicabili alle sostanze e/o preparati che rientrano nelle seguenti definizioni di agenti chimici pericolosi:

- 1) agenti chimici classificati come sostanze pericolose ai sensi del D. Lgs. 52/97 e successive modifiche*;
- 2) agenti chimici classificati come preparati pericolosi ai sensi del D. Lgs. 285/98, e successive modifiche*;
- 3) agenti chimici che pur non essendo classificabili come pericolosi, in base ai punti 1) e 2), possono comportare un rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori a causa di loro proprietà chimico-fisiche o tossicologiche e del modo in cui sono utilizzati o presenti sul luogo di lavoro, compresi gli agenti chimici cui è stato assegnato un valore limite di esposizione professionale.

Un elenco di valori limite di esposizione professionale per alcuni agenti chimici è riportato nell'allegato XXXVIII del D. Lgs. 81/08.

* Parzialmente sostituiti dal Regolamento Europeo n. 1272/2008 pubblicato sulla GU.UE del 31/12/2008.

5.3.1.2 RISCHIO CANCEROGENO

La lavorazione del legno comporta la formazione di trucioli e di polveri; queste ultime, a seconda del tipo di materiale utilizzato, rientrano tra gli agenti cancerogeni previsti dal D. Lgs. 81/08 (allegato XLII), che definisce "il lavoro comportante l'esposizione a polvere di legno duro" come uno dei processi che portano all'emissione di sostanze o preparati cancerogeni.

La diffusione della polvere nell'ambiente di lavoro dipende dalla presenza ed efficienza degli impianti di captazione, dall'organizzazione del lavoro, dal tipo di materiale utilizzato, dalle abilità personali dei lavoratori.

Lo stesso D. Lgs. 81/08 definisce un valore limite di esposizione professionale per le polveri di legno di 5 mg/m³, considerando un periodo di riferimento di otto ore. Se le polveri di legno duro sono mescolate con altre polveri di legno, il valore limite si applica a tutte le polveri di legno presenti nella miscela in questione (Allegato XLIII D. Lgs. 81/08). Il valore limite previsto dalla norma è un limite da non superare, e il suo mancato superamento non mette al riparo da tutte le conseguenze possibili sulla salute, anche non neoplastiche.

La definizione di "legno duro" non fa riferimento alle qualità merceologiche dei legni, relative alla loro compattezza e alla facilità di lavorazione. Il termine duro deriva dalla traduzione letterale del termine inglese *hardwood*, che indica il legno ricavato da Angiosperme, e più in generale dalle latifoglie, mentre i legni "teneri" o "dolci" derivano dalle conifere (Gymnosperme). Per cui ad esempio un legno tenero in relazione alla sua lavorabilità, come è il pioppo, è invece compreso tra i legni duri, dal punto di vista dell'igiene del lavoro (vedi tabella "Classificazione dei legni" in 3.2.1 "Legni").

5.3.2 Principali sostanze pericolose presenti nelle fasi di lavorazioni meccaniche

5.3.2.1 LAVORAZIONI ALLE MACCHINE UTENSILI

Le principali sostanze pericolose che si sviluppano durante le lavorazioni alle macchine utensili sono:

- polveri di legno;
- eventuali vapori di formaldeide (adsorbiti sul particolato).

Durante le lavorazioni meccaniche non vengono impiegate sostanze o preparati ma per le operazioni di taglio, profilatura, ecc., vengono utilizzate macchine utensili come le seghe circolari, alternative, multilame, a nastro, troncatrici, fresatrici, torni, ecc., che generano polveri, per cui si può verificare la dispersione ambientale delle sostanze sopracitate. La formaldeide può essere presente se si utilizzano materiali nella cui produzione o nobilitazione è stata impiegata (pannelli).

Le principali sostanze pericolose che si possono liberare durante le lavorazioni meccaniche sono riportate nelle tabelle allegate insieme ai valori limite stabiliti dall'ACGIH (vedi appendice 1 "Agenti chimici pericolosi e limiti ACGIH") e i valori limite fissati nell'allegato XXXVIII del D. Lgs. 81/2008 (vedi appendice 2 "Agenti chimici pericolosi e limiti D. Lgs. 81/2008" e appendice 3 "Agenti cancerogeni e limiti D. Lgs. 81/2008").

5.3.2.2 CARTEGGIATURA

Le principali sostanze pericolose che si sviluppano durante le lavorazioni di carteggiatura sono:

- polveri di legno, che vengono prodotte in quantità considerevoli, e con dimensioni particolarmente fini;
- eventuali vapori di formaldeide (adsorbiti sul particolato).

Durante le lavorazioni di carteggiatura non vengono impiegate sostanze o preparati ma, sia che vengano utilizzate macchine utensili come le levigatrici portatili, sia che vengano effettuate manualmente con carta vetrata, vengono generate polveri particolarmente fini e in quantità considerevole. La formaldeide può essere presente se si utilizzano materiali nella cui produzione o nobilitazione è stata impiegata (pannelli).

Le principali sostanze pericolose che si possono liberare durante le operazioni di carteggiatura sono riportate nelle tabelle allegate insieme ai valori limite stabiliti dall'ACGIH (vedi appendice 1 "Agenti chimici pericolosi e limiti ACGIH") e i valori limite fissati nell'allegato XXXVIII del D. Lgs. 81/2008 (vedi appendice 2 "Agenti chimici pericolosi e limiti D. Lgs. 81/2008" e appendice 3 "Agenti cancerogeni e limiti D. Lgs. 81/2008").

5.3.3 Principali sostanze pericolose presenti nelle operazioni di impregnatura e verniciatura

5.3.3.1 IMPREGNATURA

L'operazione di impregnatura si esegue essenzialmente per conferire al legno buona resistenza meccanica e per far sì che la stessa venga preservata nel tempo.

I principali agenti chimici pericolosi che si sviluppano durante le operazioni di impregnatura sono:

- vapori derivanti da solventi e diluenti.

(Vedi 3.3.2 "Impregnanti")

La principale via di esposizione degli addetti a tali agenti chimici è quella inalatoria e la sua entità è influenzata oltre che dalla natura del prodotto impregnante utilizzato, anche dalla modalità con cui tale operazione viene effettuata, modalità che sono principalmente: pennello, immersione dei pezzi, spruzzo.

L'uso del pennello è la tecnica che presenta minore rischio di esposizione soprattutto per il minore quantitativo di impregnante utilizzato rispetto alle altre tecniche.

Durante le operazioni di impregnatura per immersione, invece gli addetti sono esposti ad una grande quantità di esalazioni provenienti dal liquido impregnante contenuto nelle apposite vasche di immersione. Infine nelle applicazioni a spruzzo l'esposizione alle sostanze nocive aumenta ulteriormente, infatti circa il 50% di ciò che è spruzzato rimane in sospensione sottoforma di aerosol.

Le operazioni di impregnatura ad immersione o a spruzzo devono essere assolutamente effettuate in presenza di dispositivi di aspirazione localizzata ([vedi 5.4 "Impianti di ventilazione e aspirazione localizzata"](#)).

5.3.3.2 VERNICIATURA

I principali agenti chimici pericolosi che si sviluppano durante le operazioni di verniciatura sono:

- vapori derivanti da solventi e diluenti,
- aerosol contenenti resine (alchiliche, poliesteri, poliuretatiche, acriliche, ecc.), pigmenti, additivi (catalizzatori, plastificanti, ecc.).

(Vedi 3.3.3 "Vernici")

In genere, i rischi per la salute nelle operazioni di verniciatura, principalmente riconducibili all'esposizione a solventi e diluenti, dipendono in primo luogo dalla natura del prodotto verniciante utilizzato.

I più comuni prodotti vernicianti utilizzati nel settore del legno (riportati nella tabella 1) possono essere classificati sia in base alla loro composizione chimica (natura della resina filmogena) che del meccanismo di formazione del film, che può essere di tipo fisico (evaporazione del solvente) o di tipo chimico (reazione chimica).

Tabella 1

Natura	Composizione	Preparazione	Essiccazione
Nitro	Nitrocellulosa e resine sintetiche. Solventi.	Aggiunta del diluente alla nitro.	Evaporazione del solvente.
Poliestere	Resina poliestere. Solventi (Stirene).	Per applicazione a velo si aggiunge un 2-3% di catalizzatore (perossido).	Reazione chimica.
Poliestere (fotopolimerizzazione)	Resina poliestere. Solventi (Stirene).	Si aggiunge un 2-3% di soluzione di fotoionizzazione.	Reazione chimica in presenza di UV.
Acriliche	Resina acrilica con monomeri acrilici.	Miscelazione dei due componenti con un catalizzatore.	Reazione chimica.
Poliuretatiche	Resina poliossidrilica. Poliisocianati.	Miscelazione.	Reazione chimica.
Acqua	Composizione di varie resine idrodisperse.	Miscelazione.	Coalescenza.

Come per la fase di impregnatura, le tecniche di applicazione del prodotto verniciante possono essere di tipo manuale (pennello, rullo, ecc.) e di tipo automatizzato (velatrici, cabine robotizzate, ecc.). L'entità di esposizione degli addetti ai vapori di solventi che si sviluppano in tale fase lavorativa è influenzata:

- dalla natura del prodotto verniciante utilizzato;

- dalla tecnica di verniciatura utilizzata;
- dal layout produttivo;
- dalla presenza, dall'efficienza e dall'efficacia dei sistemi di aspirazione.

Nella tabella che segue sono riportati alcuni dei più diffusi solventi organici contenuti nei prodotti vernicianti per legno:

Tabella 2

Gruppo	Composti chimici
Idrocarburi aromatici	Xileni, stirene, Toluene, Etil benzene, ...
Chetoni	Acetone, Metiltilchetone (MEK), Metilisobutilchetone (MIBK), Cicloesanone, ...
Alcoli	Alcol metilico, Alcol etilico, Alcol n-butilico, Alcol isobutilico, ...
Idrocarburi alifatici	N-esano, n-ottano, ...
Acetati	Acetato di metile, Acetato di etile, Acetato di butile, Acetato di isopropile, ...
Glicoli	Glicole etilenico, Butilglicol, ...
Idrocarburi clorurati	Diclorometano, Dicloropropano, ...

Dal punto di vista tossicologico l'esposizione a questi solventi può comportare rischi irritativi e allergici (dermatiti allergiche, disturbi alle vie respiratorie superiori, asma, bronchite cronica, ecc).

Alcuni di essi, in particolare stirene, toluene, e etilbenzene sono classificati come neurotossici con rischi di effetti sul sistema nervoso centrale (narcosi, cefalea, depressione, ecc).

Da evidenziare che l'utilizzo di vernici poliuretaniche può comportare il rischio di esposizione, prevalentemente per inalazione, ad isocianati, quali ad esempio TDI (toluendiisocianato), MDI (difenilmetanodiisocianato) e HDI (esametilendiisocianato). L'applicazione di tali prodotti richiede sempre particolare attenzione e l'impiego di adeguate misure di prevenzione e protezione, a causa della pericolosità di questi prodotti, pericolosità peraltro confermata dai valori limite di esposizione (TLV - TWA) dell'ACGIH estremamente contenuti.

I principali effetti sulla salute legati al loro utilizzo sono: patologie respiratorie di natura irritativa o allergica, asma, ecc.

Si segnala, per la loro importanza dal punto di vista tossicologico, la presenza come componenti dei prodotti vernicianti di pigmenti (con funzione di impartire colorazione alla pittura), i quali possono essere di natura organica (coloranti azoici, ftalocianine, toluidine, ecc.) o di natura inorganica (ossidi e sali insolubili di metalli pesanti come ferro, bario, cromo, ecc.). Studi di letteratura riconoscono per alcuni di questi composti un rischio di cancerogenità.

Si segnala inoltre, che nel caso di utilizzo di vernici ad acqua ([vedi 3.3.3.2 "Cenni sui più comuni prodotti vernicianti utilizzati nel settore del legno"](#)), grazie alla riduzione del contenuto dei composti organici volatili nei prodotti, non si potrà che determinare un progressivo miglioramento dei livelli di esposizione professionale.

I principali agenti chimici pericolosi che si possono liberare durante la verniciatura sono riportati nelle tabelle allegate insieme ai valori limite stabiliti dall'ACGIH ([vedi appendice 1 "Agenti chimici pericolosi e limiti ACGIH"](#)) e i valori limite fissati nell'allegato XXXVIII del D. Lgs. 81/2008 ([vedi appendice 2 "Agenti chimici pericolosi e limiti D. Lgs. 81/2008"](#)).

5.3.4 Principali sostanze pericolose presenti nelle fasi di assemblaggio

5.3.4.1 RIFINITURA

In seguito alla fase di impregnatura, ad esempio per i serramenti, o dopo la fase di verniciatura di fondo (prima di quella finale) il pezzo viene sottoposto alla fase di carteggiatura ([vedi 1.2.3 "Patologie che possono instaurarsi nelle operazioni di carteggiatura"](#)).

I principali agenti chimici pericolosi che si sviluppano durante tale operazione di rifinitura sono:

- polveri di pigmenti, che vengono prodotte in quantità considerevoli e con dimensioni particolarmente fini.

La carteggiatura può essere praticata con mezzi manuali o meccanici, ossia mediante elettroutensili. Dal punto di vista tossicologico l'esposizione a queste polveri può comportare rischi irritativi e allergici e soprattutto a carico delle vie respiratorie superiori. Al fine di ridurre l'esposizione dei lavoratori alle polveri di pigmenti durante le fasi di carteggiatura possono essere adottate misure di prevenzione quali ad esempio realizzazione di postazioni dotate di aspirazione laterale e superiore, uso di banchi aspirati, utilizzo di utensili muniti di aspirazione.

5.3.4.2 FORATURA

L'operazione di foratura dei pezzi viene effettuata generalmente mediante l'utilizzo di foratrici semiautomatiche, foratrici spinatrici semiautomatiche, foratrici automatiche da linea, ed è propedeutica all'ultima fase del ciclo lavorativo, cioè la fase di assemblaggio.

I principali agenti chimici pericolosi che si sviluppano durante tale operazione sono:

- polveri di legno e pigmenti.

Gli effetti più rilevanti sulla salute sono quelli riconducibili all'esposizione a polveri di legno duro ([vedi 8.5.1 "Sorveglianza sanitaria"](#)), nonché irritazioni e dermatiti dovute al contatto con microrganismi del legno e alla presenza di sostanze con cui sono stati trattati i materiali (vernici, solventi, sostanze volatili, antibatterici, colle, ecc).

5.3.5 Altre sostanze pericolose presenti

Tra le sostanze pericolose presenti è importante segnalare:

- Vapori di formaldeide che si liberano principalmente durante le fasi di incollaggio, pressatura e bordatura (caratteristiche della lavorazione di impiallacciatura del legno), nel caso in cui vengano utilizzate le colle a base di formaldeide (molto diffuse).

Inoltre, la presenza di formaldeide può essere dovuta al suo impiego nella produzione di pannelli e compensati e nella nobilitazione di superfici; nel caso di utilizzo di tale tipo di materiali, durante la lavorazione possono essere rilasciati vapori di formaldeide, anche adsorbiti sulle polveri di legno.

Si ricorda che la formaldeide, è classificata dalla IARC (*International Agency for Research on Cancer*) come cancerogeno di gruppo 1 (cancerogeno certo per l'uomo).

5.3.6 Effetti sulla salute umana

I principali danni alla salute dipendono dalla tossicità e dalla quantità dei singoli agenti chimici pericolosi, che si liberano nell'aria durante le lavorazioni, dalle modalità e dall'entità di assorbimento nell'organismo. È importante sottolineare che molti degli agenti chimici che vengono utilizzati durante l'attività lavorativa hanno organi bersaglio comuni, pertanto anche dosi di esposizione basse ai diversi agenti, se compresenti, potrebbero comunque contribuire alla comparsa del danno sul singolo organo/apparato.

L'assorbimento degli agenti chimici di questo comparto può avvenire:

- per via respiratoria;
- per contatto attraverso la cute e le mucose;
- per ingestione tramite le mani e il cibo.

L'esposizione a polveri di legno può dare:

- disturbi dermatologici legati ad irritazione o sensibilizzazione delle parti esposte, soprattutto le mani;
- effetti irritativi dell'apparato respiratorio (sia prime vie aeree che regioni profonde);
- asma bronchiale;
- broncopneumopatia cronica ostruttiva;
- bronchite cronica enfisematosa;
- alveoliti allergiche;
- carcinoma degli etmoidi e dei seni paranasali;
- sindrome tossica da polveri organiche (ODTS).

L'esposizione a solventi organici (acetone, toluene, xilene), diluenti, impregnanti, catalizzatori (es. metiletilchetone), distaccanti può dare:

- irritazione a carico delle vie respiratorie (faringiti, laringiti), della cute (arrossamento, dermatiti) e delle mucose oculari (bruciore agli occhi, lacrimazione);
- effetti sistemici (cefalea, nausea, vomito);
- allergie respiratorie e cutanee;
- alterazione della funzionalità epatica e renale.

L'esposizione ad aerosol contenenti resine (alchiliche, poliesteri, epossidiche, acriliche, nitro), pigmenti, additivi (catalizzatori, plastificanti, antivegetativi, ecc.) può dare:

- sensibilizzazione (azione allergizzante) al livello soprattutto cutaneo (dermatiti) per le resine epossidiche;
- sensibilizzazione (azione allergizzante) al livello soprattutto respiratorio (asma) per gli isocianati;
- irritazione anche importante delle congiuntive, delle prime vie aeree (tosse) e della cute;
- alterazione del sistema immunitario.

5.3.7 Contenuti della valutazione del rischio chimico e cancerogeno ai fini della individuazione delle misure di prevenzione da adottare

La valutazione del rischio chimico è necessaria al datore di lavoro per individuare la tipologia di rischio, l'entità dello stesso e le modalità di contatto con il lavoratore al fine di mettere in atto le più efficaci misure di prevenzione e protezione per la salvaguardia della sicurezza e della salute dei lavoratori. Ne consegue che senza una "buona" valutazione del rischio, il datore di lavoro potrebbe adottare misure di prevenzione insufficienti (quali impianti di aspirazione o procedure di lavoro non idonei con conseguente rischio troppo alto per i lavoratori) o eccessive (con dispendio di energie non giustificate dall'entità del rischio realmente presente). Il datore di lavoro deve quindi prendere in considerazione nella valutazione del rischio chimico tutti gli agenti chimici pericolosi presenti nel luogo di lavoro sia quelli che vengono utilizzati tal quali sia quelli formati a seguito di specifiche lavorazioni.

In particolare nella valutazione del rischio chimico si devono considerare le fasi di produzione, di manipolazione, di immagazzinamento, di trasporto, di eliminazione dell'agente chimico e del suo eventuale trattamento come rifiuto.

Relativamente al rischio cancerogeno, il datore di lavoro ha come obbligo, se tecnicamente possibile, quello della sostituzione o riduzione dell'agente cancerogeno, o il suo utilizzo in un sistema chiuso; relativamente alle polveri di legno duro, se non è possibile la sostituzione del tipo di legno utilizzato e non è tecnicamente possibile realizzare sistemi chiusi per questo tipo di lavorazioni, il datore di lavoro dovrà far sì che il livello di esposizione dei lavoratori sia ridotto al più basso valore tecnicamente possibile.

Il valore di 5 mg/m^3 è infatti un limite da non superare in nessun caso, ma essere al di sotto non implica necessariamente di aver ottemperato alla normativa: andranno realizzati idonei sistemi di bonifica dell'ambiente di lavoro, per ridurre l'esposizione al più basso valore tecnicamente possibile (art. 235 comma 3 del D. Lgs. 81/2008).

Il datore di lavoro, nella valutazione del rischio da agenti chimici, deve tener conto:

- a) delle loro proprietà pericolose ricavabili soprattutto dalla scheda informativa in materia di sicurezza di ciascun prodotto acquistato e utilizzato, e dalla letteratura tecnica specializzata;
- b) del livello, del tipo e della durata della esposizione a tali agenti chimici;
- c) delle circostanze in cui viene svolto il lavoro in presenza di tali agenti chimici, compresa anche la loro quantità;
- d) dei valori limite di esposizione professionale o dei valori limite biologici se definiti;
- e) delle misure di prevenzione e protezione già adottate (es. impianti di ventilazione, procedure di lavoro, formazione dei lavoratori);
- f) dei dati disponibili delle relazioni sanitarie già intraprese.

Per quanto riguarda il punto b), cioè il livello, il tipo e la durata dell'esposizione agli agenti chimici, si ricorda che il datore di lavoro, salvo che non possa dimostrare con altri mezzi il conseguimento di un adeguato livello di prevenzione e protezione, deve provvedere a misurare, periodicamente ed ogni qualvolta siano state delle modificate condizioni che possono influire sull'esposizione, gli agenti chimici che possono presentare un rischio per la salute utilizzando metodiche standardizzate di cui è riportato un elenco non esauriente.

stivo nell'allegato XLI del D. Lgs. 81/2008 o, in loro assenza, con metodiche appropriate. I risultati ottenuti da queste indagini dovranno essere confrontati con i valori limite di esposizione professionale eventualmente fissati dalla normativa o da enti di riferimento. Un elenco indicativo e non esaustivo di composti che possono essere presenti in questo settore sono riportati in tabelle allegate, unitamente ai valori limite stabiliti dall'ACGIH (vedi appendice 1 - "Agenti chimici pericolosi e limiti ACGIH") e ai valori limite fissati nell'allegato XXXVIII del D. Lgs. 81/2008 (vedi appendice 2 "Agenti chimici pericolosi e limiti D. Lgs. 81/2008").

Analogamente, nella valutazione del rischio da agenti cancerogeni, il datore di lavoro deve tenere conto;

- a) delle caratteristiche delle lavorazioni, la loro durata e la loro frequenza;
- b) dei quantitativi e della concentrazione degli agenti cancerogeni prodotti (come nel caso delle polveri di legno duro) o utilizzati;
- c) di tutte le possibili vie di esposizione.

Per quanto riguarda il rischio cancerogeno, sono sempre previste le misurazioni, in modo da verificare l'efficacia delle misure di prevenzione.

Nella valutazione dei rischi il datore di lavoro deve indicare anche quali misure generali e/o specifiche di prevenzione e protezione sono state adottate sia relativamente al rischio chimico (art. 224 e 225 del D. Lgs. 81/2008) sia relativamente al rischio cancerogeno (art. 236 del D. Lgs. 81/2008, che prevede anche l'indicazione del tipo di DPI adottati), e nel caso in cui l'attività lavorativa comporti l'esposizione a più agenti chimici è necessario valutare i rischi derivanti dalla combinazione dei suddetti agenti chimici.

5.3.7.1 SCHEDA DI SICUREZZA

Lo strumento fondamentale per ottenere informazioni sulle proprietà chimico – fisiche degli agenti chimici e sugli aspetti riguardanti la sicurezza durante il loro impiego è costituito dalla "scheda informativa in materia di sicurezza".

Tutta la materia riguardante le schede di sicurezza (obblighi dei responsabili dell'immissione sul mercato, contenuti delle schede, sanzioni, ecc.) è regolata dal DM Salute 07/09/2002 e dall'allegato II del Regolamento REACH (*Registration, Evaluation, Authorization of Chemicals*) che ha introdotto un sistema di controllo globale delle sostanze chimiche.

In particolare si ricorda che le schede di sicurezza:

- devono essere scritte in italiano e redatte conformemente alle indicazioni al DM Salute del 07/09/2002 e all'allegato II del REACH;
- devono essere inviate gratuitamente, in occasione o anteriormente alla prima fornitura;
- devono essere aggiornate e inviate agli utilizzatori ogni qualvolta si venga a conoscenza di nuove informazioni sulla sicurezza e sulla tutela della salute dei lavoratori.

Si fa presente comunque che le schede di sicurezza non esauriscono le informazioni disponibili sugli agenti chimici per poter eseguire una corretta valutazione del rischio chimico. In particolare per gli agenti chimici non classificati come pericolosi che, in relazione alle loro proprietà e alle modalità d'uso, possono comportare danni alla salute dei lavoratori, è necessario consultare anche la specifica letteratura scientifica.

5.3.7.2 RISCHIO CHIMICO BASSO PER LA SICUREZZA E IRRILEVANTE PER LA SALUTE

Se a seguito della valutazione dei rischi viene dimostrato che, in relazione al tipo e alle quantità di agente chimico pericoloso ed alle modalità e frequenza di esposizione a tale agente presente sul luogo di lavoro, vi è solo un rischio basso per la sicurezza e irrilevante per la salute dei lavoratori e che le misure non si applicano le disposizioni degli articoli: 225 (misure specifiche di protezione e prevenzione), 226 (disposizione in caso di incidenti o di emergenza), 229 (sorveglianza sanitaria) e 230 (cartella sanitaria e di rischio) del D. Lgs. 81/2008.

Non esiste un'analogia soglia di rischio relativamente al rischio cancerogeno, questo significa che l'esposizione dei lavoratori ad agenti cancerogeni non potrà mai essere considerata, in nessuna condizione, irrilevante per la salute.

5.3.8 Misure di prevenzione e protezione da adottare

A seguito della valutazione del rischio, le misure di prevenzione da adottare possono essere di tipo :

- Tecniche (es. impianti di captazione inquinanti, sostituzione agenti chimici, ecc.);
- Organizzative e Procedurali (procedure e istruzioni operative di lavoro);
- Formazione e Informazione dei lavoratori;
- Sorveglianza Sanitaria.

5.3.8.1 MISURE TECNICHE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Tra le varie misure tecniche di prevenzione e protezione possiamo segnalare l'installazione di adeguati impianti di aspirazione aventi caratteristiche differenti a seconda della lavorazione in atto.

In linea generale si sottolinea che devono essere sempre preferite quelle soluzioni impiantistiche che consentono la cattura degli inquinanti il più possibile vicino al punto di emissione e comunque tale da evitare che il flusso dell'aria aspirata, contenente l'inquinante, investa le vie respiratorie dell'operatore stesso. In forza di queste considerazioni, in generale si ritiene non idonea la sola ventilazione generalizzata.

Un'altra via di intervento consiste nella sostituzione delle sostanze pericolose con altre che non lo sono o lo sono meno. In particolare nella fase di resinatura si potrebbe utilizzare resine a basso contenuto di monomero libero (stirene), oppure resine a catalisi fotochimica che riduce i tempi di indurimento della resina.

5.3.8.2 MISURE ORGANIZZATIVE E PROCEDURALI DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Sono costituite principalmente da:

- **organizzazione aziendale:** organigramma con le figure chiamate a dirigere la produzione e l'applicazione delle misure di prevenzione aziendale così come individuate dalla normativa vigente. Ciascun dirigente o preposto o lavoratore avrà un proprio mansionario che ne fissa i compiti. Devono essere previste anche le persone preposte al controllo della corretta esecuzione delle lavorazioni e alla adozione delle misure di prevenzione.
- **procedure di lavoro stabilite nell'azienda.** In particolare vengono stabilite le modalità di lavoro che il lavoratore deve rispettare al fine di controllare

gli inquinanti emessi nell'ambiente di lavoro, pericolosi sia per lui che per gli altri presenti nello stesso ambiente; per esempio è possibile prevedere un avvicendamento dei compiti del personale adibito a particolari mansioni al fine di ottenere una riduzione dell'esposizione personale durante la giornata lavorativa.

Fondamentale è inoltre la manutenzione degli impianti di aspirazione, la pulizia ed igiene negli ambienti di lavoro, la corretta posizione dell'operatore rispetto al flusso dell'impianto di aspirazione/ventilazione, ecc. Se a seguito degli interventi di prevenzione permangono situazioni di rischio non trascurabile, il datore di lavoro deve fornire ai lavoratori adeguati dispositivi di protezione individuale (DPI) che devono essere scelti in base all'esito della valutazione del rischio.

In particolare, relativamente al rischio cancerogeno, è necessario (art. 237 del D. Lgs. 81/2008) limitare il numero dei lavoratori esposti e segregare le aree dove si effettuino lavorazioni che comportino l'emissione di polveri di legno duro.

Devono inoltre essere a disposizione dei lavoratori (art. 238 del D. Lgs. 81/2008) servizi igienici adeguati, e indumenti protettivi da riporre prima di lasciare il lavoro (anche nella pausa pranzo) separatamente dagli abiti civili (armadi a doppio scomparto). Il depolveramento degli indumenti di lavoro non deve essere effettuato con aria compressa, ma con attrezzi aspiranti.

5.3.8.3 FORMAZIONE/INFORMAZIONE DEI LAVORATORI

Oltre agli interventi informativi/formativi previsti dagli art. 36 e 37 del D. Lgs. 81/2008, nel caso di esposizione ad agenti chimici, indipendentemente dall'esito della valutazione del rischio chimico, il Datore di Lavoro deve garantire che i lavoratori e i loro rappresentanti dispongano (art. 227 del D. Lgs. 81/2008) :

- dei dati ottenuti dalla valutazione del rischio;
- informazioni sui agenti chimici pericolosi presenti nel luogo di lavoro e i relativi rischi per la sicurezza e la salute;
- i valori limite di esposizione professionale e altre disposizioni normative relative agli agenti;
- le misure di precauzione e di azione adeguate da porre in atto per proteggere tutti i lavoratori sul luogo di lavoro;
- accesso ad ogni scheda di sicurezza dei prodotti utilizzati.

Le iniziative informative/formative vanno tutte documentate. Per quanto riguarda la gestione degli agenti chimici il personale deve essere messo in grado di comprendere il significato dei simboli, delle frasi di rischio (R) e dei consigli di prudenza (S) riportati sulle etichette delle sostanze o dei preparati utilizzati nelle attività lavorative.

Anche per quanto riguarda il rischio cancerogeno, il datore di lavoro ha degli obblighi supplementari, relativi alla specifica formazione e informazione (art. 239 del D. Lgs. 81/2008), che deve avvenire prima delle attività che comportino tale rischio, e che va ripetuta con frequenza almeno quinquennale, e in ogni caso quando vi siano variazioni nelle lavorazioni tali da apportare modifiche ai rischi presenti.

In particolare, il datore di lavoro deve fornire ai lavoratori le informazioni disponibili e formazione adeguata in merito a:

- gli agenti cancerogeni presenti e i relativi rischi per la salute, comprendendo anche i rischi supplementari dovuti al fumo di sigaretta;
- le precauzioni da prendere per evitare l'esposizione;

- le misure igieniche da osservare, compresa la necessità di impiego di indumenti da lavoro;
- i DPI e il loro corretto impiego;
- la sorveglianza sanitaria cui sono esposti (a carico del medico competente).

5.3.8.4 SORVEGLIANZA SANITARIA

Il datore di lavoro sottopone alla sorveglianza sanitaria (art. 229 D. Lgs. 81/08) i lavoratori per i quali, dalla valutazione del rischio chimico è emersa un'esposizione che *non rientra* nel *rischio irrilevante* per la salute e i lavoratori esposti ad agenti cancerogeni per i quali è stato evidenziato un rischio per la salute (art. 242 del D. Lgs. 81/08). La sorveglianza sanitaria va effettuata in maniera mirata ai rischi specifici.

La sorveglianza sanitaria viene effettuata prima di adibire il lavoratore alla mansione specifica, periodicamente, di norma, una volta all'anno o con periodicità diversa su decisione del MC che ne riporta adeguata motivazione nel documento di valutazione del rischio, resa nota al RLS, ed infine alla cessazione del rapporto di lavoro.

I lavoratori esposti a sostanze per le quali è stato fissato un valore limite biologico, devono effettuare il monitoraggio biologico: i risultati, anonimi, devono essere allegati alla valutazione del rischio. Nel caso in cui la sorveglianza sanitaria riveli, in un lavoratore, l'esistenza di effetti pregiudizievoli per la salute o il superamento del valore limite biologico, il medico competente ne informa il lavoratore ed il datore di lavoro che provvede a riesaminare la valutazione del rischio e le misure prese, ad attuare le misure indicate dal parere del medico competente e ad adottare le misure affinché sia riesaminato lo stato di salute di tutti gli altri lavoratori che hanno subito un'esposizione analoga. Nella cartella sanitaria e di rischio sono riportati i valori di esposizione di ciascun lavoratore.

In ogni caso in presenza di agenti chimici cancerogeni, il datore di lavoro istituisce il Registro di Esposizione e ne cura la tenuta tramite il Medico Competente. Il responsabile del servizio di prevenzione e i rappresentanti per la sicurezza hanno accesso a tale registro. In esso sono riportati i nominativi dei lavoratori esposti, l'attività svolta, l'agente cancerogeno o mutageno utilizzato e, ove noto, il valore di esposizione.

Copia di tale registro dovrà essere consegnata all'ISPESL ed all'organo di vigilanza.

Il medico competente, alla fine del rapporto di lavoro, consegna al lavoratore la documentazione sanitaria in suo possesso e gli fornisce informazioni riguardo la necessità di conservazione.

AGENTI CHIMICI PERICOLOSI E LIMITI DELL'ACGIH

Si riportano i principali agenti chimici pericolosi che si possono liberare durante la lavorazione nel settore della lavorazione del legno (alcuni di essi presentano effetti cancerogeni) per i quali sono stati fissati valori limite di soglia secondo l'ACGIH. I limiti ACGIH (così come quelli fissati da altri enti internazionali come NIOSH, MAK, OSHA) rappresentano linee guida per agevolare il controllo dei rischi per la salute.

L'elenco delle sostanze (con i relativi limiti) viene aggiornato ogni anno. I valori riportati nella tabella seguente devono essere considerati come un supporto per orientare le attività di prevenzione e protezione e non come standard avente valore legale; inoltre occorre tenere conto del fatto che l'elenco delle sostanze riportate non può essere esaustivo a causa della notevole variabilità e continua innovazione nella formulazione dei prodotti in commercio.

AGENTE CHIMICO	VALORI LIMITE 2009 ACGIH					
	TLV-TWA (mg/m ³)	TLV-STEL (mg/m ³)	TLV-TWA (ppm)	TLV-STEL (ppm)	Annotazioni	Effetti critici
Acetato di etile	--	--	400	---	---	irrt, rspr e oclr
Acetato di isobutile (isobutilacetato)	--	---	150	---	---	irrt, rspr e oclr
Acetato di n-butile (n-butilacetato)	--	--	150	200	---	irrt, rspr e oclr
Acetato di isopropile	--	--	100	200	---	irrt, oclr, rspr, ssnc
Alcool etilico (etanolo)	--	---	---	1000	*A3	irrt, rspr
Alcool n-butilico (n-butanolo)	--	---	20	---	---	irrt, rspr, oclr
Alcool isobutilico (isobutanolo)	--	---	50	---	---	irrt, cute, oclr
Alcool isopropilico (isopropanolo)	--	--	200	400	A4	irrt, rspr e oclr, ssnc
Acetone	--	--	500	750	A4, IBE	irrt, oclr, rspr, ssnc, sng
Metiltilchetone (MEK)	--	--	200	300	IBE	irrt, rspr, ssnc, ssnp
Metilisobutilchetone (MIBK)	--	--	(50)	75	IBE, **, ()	(irrt, rspr e oclr, ren)
Cicloesanone	--	--	20	50	A3 Cute	irrt, oclr, rspr
Esano-n	--	---	50	---	Cute, IBE	nrpt, ssnc, irrt, oclr
Cicloesano	--	---	100	---	---	ssnc
Eptano	--	--	400	500	---	irrt, rspr, ssnc
Etilbenzene	--	--	(100)	(125)	**, A3, IBE	irrt, rsps e oclr, ssnc
Toluene	--	---	20	---	A4, IBE	vst, rprd
Xileni	--	--	100	150	A4, IBE	irrt, rspr, oclr, ssnc
Stirene	--	--	20	40	A4, IBE	nrts, irrt, rspr, ssnc
Metilcloroformio	--	--	350	450	A4, IBE	ssnc, fgt
Tricloroetilene	--	--	10	25	A2	ssnc, ren, dc
Tetracloroetilene	--	--	25	100	A3, IBE	ssnc
1,2-dicloropropano	--	---	10	---	A4, sen	irrt, rspr, mc
Diclorometano	--	---	50	---	A3, IBE	ssnc, crbemg
Metacrilato di metile	--	--	50	100	A4, sen	irrt, rspr e oclr, mc, edmpln
Acrilato di metile	--	---	2	---	A4, Cute, sen	irrt, oclr, cute e rspr, oclr
Acrilato di etile	--	--	5	15	A4	sen, irrt, rspr, oclr e gstr, ssnc
Acrilato di butile	--	---	2	---	A4, sen	irrt, cute, oclr e rspr

AGENTE CHIMICO	VALORI LIMITE 2009 ACGIH					
	TLV-TWA (mg/m ³)	TLV-STEL (mg/m ³)	TLV-TWA (ppm)	TLV-STEL (ppm)	Annotazioni	Effetti critici
Perossido di benzoile	5	---	---	---	A4	irrt cute e rspr
Metiletilchetone perossido	---	---	---	C 0,2	---	irrt, fgt, ren, cute, oclr
Piombo elemento e composti inorganici, come Pb	0,05	---	---	---	A3, IBE	sscn, ssnp, sng
Rame	---	---	---	---	---	irrt, gstr, ffmt
Fumi	0,2	---	---	---	---	
Polveri e nebbie	1	---	---	---	---	
Stagno composti organici	0,1	0,2	---	---	A4, cute	pnmc, irrt, rspr e oclr, cfl, ns
PARTICELLE (PNOC)	10 (inalabili)	---	---	---	---	---
PARTICELLE (PNOC)	3 (respirabili)	---	---	---	---	---

* avviso di proposta di modifica 2009 - ** avviso di proposta di modifica - () valori con proposta di modifica in corso

LEGENDA

TLV-TWA (Valore limite di soglia - media ponderata nel tempo): concentrazione media ponderata nel tempo (giornata lavorativa convenzionale di otto ore e 40 ore lavorative settimanali) alla quale si ritiene che quasi tutti i lavoratori possano essere ripetutamente esposti, giorno dopo giorno, per una vita lavorativa, senza effetti negativi.

TLV-STEL (Valore limite di soglia - limite per breve tempo di esposizione): concentrazione media ponderata nel tempo di 15 minuti che non deve essere superata in qualsiasi momento durante la giornata lavorativa anche se la concentrazione media sulle otto ore non supera il valore TLV-TWA; il TLV-STEL non è un limite separato, ma integra il TLV-TWA di una sostanza la cui azione tossica sia principalmente di natura cronica, ma per la quale esistono effetti acuti riconosciuti.

Esposizioni a concentrazioni comprese fra il TLV-TWA e il TLV-STEL non devono protrarsi oltre i 15 minuti e non devono ripetersi per più di quattro volte al giorno.

TLV-C (Valore limite di soglia - Ceiling): concentrazione che non deve essere superata durante qualsiasi momento dell'esposizione lavorativa.

Legenda annotazioni

Cute: questa notazione indica il potenziale contributo all'esposizione globale determinato dall'assorbimento per via cutanea (comprese le mucose e gli occhi); l'esposizione può avvenire sia per contatto con i vapori che per contatto diretto della pelle con la sostanza; l'annotazione "Cute" avverte che una sovraesposizione può verificarsi a seguito di contatto cutaneo anche se l'esposizione inalatoria è inferiore al TLV; il monitoraggio biologico può aiutare a definire il contributo relativo dell'assorbimento cutaneo alla dose totale. In definitiva la notazione Cute ricorda che il solo campionamento dell'aria può essere inadeguato per una quantificazione corretta dell'esposizione e che possono essere necessari accorgimenti per prevenire l'assorbimento cutaneo.

IBE: tale annotazione viene riportata quando per la sostanza in esame viene raccomandato anche un Indice Biologico di Esposizione. In questi casi è opportuno attuare un monitoraggio biologico per valutare l'espo-

sizione complessiva attraverso tutte le vie di esposizione, inclusa quella cutanea, quella per ingestione e quella extralavorativa.

A1, A2, A3, A4: tali annotazioni sono utilizzate da ACGIH per definire classi di carcinogenicità; si ricorda che esistono differenti classificazioni a seconda degli enti che redigono tali elenchi e che esse differiscono sia per i criteri utilizzati sia per le sostanze contenute in ogni categoria.

Comunque per quanto riguarda l'ACGIH le classi sono:

A1: carcinogeno riconosciuto per l'uomo

A2: carcinogeno sospetto per l'uomo

A3: carcinogeno riconosciuto per l'animale con rilevanza non nota per l'uomo

A4: non classificabile come carcinogeno per l'uomo

A5: non sospetto come carcinogeno per l'uomo

Alle sostanze per le quali non si dispone di dati di carcinogenicità sull'uomo e su animali da esperimento, non è stata data alcuna designazione.

LEGENDA EFFETTI CRITICI

alp	Alopecia	emrg	Emorragia	nsi	Nasale
alt	Alitosi	fbrp	Fibrosi polmonare	oclr	Danno oculare
anm	Anemia	fbrs	Fibrosi	ortc	Orticaria
ansm	Anosmia	ffmt	Febbre da fumi metallici	oss	Ossa
anss	Anossia (cellulare)	fgt	Fegato	otts	Ototossico
argr	Argiria	flrs	Fluorosi	pfr	Porfirine
asbs	Asbestosi	fnpl	Funzione polmonare	plmn	Polmone
asfs	Asfissia	gnts	Genotossico	pnmc	Pneumoconiosi
asm	Asma	gstr	Gastrointestinale	ren	Reni
brls	Berilliosi	imnt	Immunotossicità	rprd	Riproduttivo
brnc	Bronchite	incol	Inibitore colinesterasi	rspr	Respiratorio
bssn	Bissinosi	ipss	Ipposia	sdrs	Siderosi
cfi	Cefalea	irrt	Irritazione	sen	Sensibilizzazione
cglz	Coagulazione	lcm	Leucemia	sencard	Sensibilizzazione cardiaca
clnrg	Colinergico	lrg	Laringe	slcs	Silicosi
clrc	Cloracne	mbmc	Membrane mucose	sndrr	Sindrome di Raynaud
cncr	Cancro	mc	Massa corporea	sng	Sangue
cns	Cianosi	mcst	Mucotasi	sscv	Sistema cardiovascolare
cnvl	Convulsioni	mlz	Milza	ssnc	Sistema nervoso centrale
crbemg	Carbossiemoglobina	mrtmpr	Morte improvvisa	ssnp	Sistema nervoso periferico
crrs	Corrosione	mscl	Muscoli	stnn	Stannosi
ctrr	Catarrata	mstl	Mesotelioma	svl	Sviluppo
cute	Cute	mtbl	Metabolismo	trd	Tiroide
dc	Diminuzione cognitiva	mtpl	Metaplasia	tmsmc	Tossina muscolare
dnt	Denti	nrcs	Necrosi	urn	Urinario
dpgm	Depigmentazione	npls	Neoplasia	ustn	Ustioni
drmt	Dermatiti	nrcs	Narcosi	vrt	Vertigini
dstm	Disturbi metabolici	nrfg	Neurologico	vsc	Vescica
edmpln	Edema polmonare	nrpt	Neuropatia	vst	vista
emsd	Emosiderosi	nrts	Neurotossicità		
enfpln	Enfisema polmonare	ns	Nausea		

AGENTI CHIMICI PERICOLOSI E LIMITI D. LGS. 81/2008

Si riportano i principali agenti chimici pericolosi che si possono liberare durante la lavorazione nel settore della lavorazione del legno (alcuni di essi presentano effetti cancerogeni) per i quali sono stati fissati valori limite di esposizione professionale di cui all'allegato XXXVIII del D. Lgs. 81/2008.

Tali valori rimangono validi fino al prossimo aggiornamento normativo. La tabella non può essere esaustiva a causa della notevole variabilità e continua innovazione nella formulazione dei prodotti in commercio.

AGENTE CHIMICO	VALORI LIMITE		
	8 ore (mg/m ³)	Breve termine (mg/m ³)	Notazione
Acetone	1210	--	---
1,1,1-Tricloroetano	555	1110	---
Butanone (metiletilchetone)	600	900	---
Piombo	0,15	---	---
o-Xilene	221	442	pelle
Etilbenzene	442	884	pelle
p-Xilene	221	442	pelle
m-Xilene	221	442	---
Cicloesano	40,8	81,6	pelle
Acrilato di n-butile	11	53	---
n-Eptano	2085	---	---
Toluene	192	---	pelle
Esano-n	72	---	---
Cicloesano	350	---	---

Legenda

Pelle: questa notazione indica la possibilità di assorbimento significativo attraverso la pelle.

8 ore: misurato o calcolato in relazione ad un periodo di riferimento di otto ore, come media ponderata.

Breve termine: indica valori limite al di sopra del quale l'esposizione non deve avvenire e si riferisce ad un periodo di 15 minuti, salvo indicazione contraria.

mg/m³: milligrammi per metro cubo d'aria a 20 °C e 101,3 kPa.

AGENTI CANCEROGENI E MUTAGENI E LIMITI D. LGS. 81/2008

Si riporta il limite relativo all'agente cancerogeno che si può liberare durante la lavorazione nel settore della lavorazione del legno per il quale è stato fissato il valore limite di esposizione professionale di cui all'allegato XLIII del D. Lgs. 81/2008.

Il valore limite è misurato o calcolato in relazione ad un periodo di riferimento di otto ore; se le polveri di legno duro sono mescolate con altre polveri di legno, il valore limite si applica a tutte le polveri di legno presenti nella miscela in questione.

AGENTE	VALORI LIMITE
	8 ore (mg/m ³)
Polveri di legno	5,00

Legenda

mg/m³ : milligrammi per metro cubo d'aria a 20 °C e 101,3 kPa.

5.4 IMPIANTI DI VENTILAZIONE E ASPIRAZIONE LOCALIZZATA

5.4.1 La tutela della salute dei lavoratori

I parametri e le indicazioni riportati in questo capitolo nelle schede allegate in parte sono frutto dell'applicazione dei criteri tecnici ed igienistici necessari agli impianti da adottarsi in questo comparto (Schede Tecniche della Regione Emilia-Romagna scaricabili in modo integrale dal sito dell'Azienda USL di Reggio Emilia: www.ausl.re.it Scheda n. 7 - Impianti di ventilazione nel comparto del legno - 2004), in parte sono tradotte da "Industrial Ventilation - A manual of recommended practice" - XX Ed. 1998 - ACGIH e in parte sono desunte da "Principi di ventilazione industriale" - Monografia in igiene industriale, vol. 2, AIDII.

Il datore di lavoro deve adottare tutte le misure di prevenzione necessarie per la sicurezza e la salute dei lavoratori, ed in particolare:

- Nei lavori in cui si sviluppano gas o vapori tossici od infiammabili, ed in quelli nei quali si sviluppano odori, fumi o polveri di qualunque specie, il datore di lavoro deve adottare provvedimenti atti ad impedirne o a ridurre, per quanto è possibile, lo sviluppo e la diffusione nell'ambiente di lavoro.

5.4.2 Caratteristiche fisiche degli inquinanti dell'aria negli ambienti di lavoro

Gli inquinanti presenti negli ambienti di lavoro sono di diversi tipi: irritanti, tossici, cancerogeni, ecc.

La possibilità di catturarli e di abatterli dipende, più che la loro composizione chimica o i loro effetti sull'organismo umano, dalle loro caratteristiche fisiche e quindi dal loro comportamento nell'aria.

Gas e vapori raramente sono visibili e non sempre sono avvertibili con l'olfatto. Pertanto il fatto che non si vedano e non si sentano non significa che non siano presenti.

5.4.2.1 PARTICELLE SOSPese AERODISPERSE

Le particelle sospese aerodisperse possono essere suddivise in solide (polveri, fumi), liquide (nebbie) e aeriformi (gas, vapori).

PARTICELLE SOLIDE

- **POLVERI:** piccole particelle solide di dimensione varia disperse nell'aria da processi meccanici, possono permanere temporaneamente in aria o in correnti di altri gas, ma tendono a depositarsi più o meno rapidamente a seconda delle dimensioni e della massa.

Origine: frantumazione, macinazione, movimentazione di materiali polverulenti, trasporto, abrasione, lavorazioni meccaniche (lavorazione di fresatura, rifinitura e carteggiatura ecc.).

Dimensioni: 1-1000 μm .

Le polveri più grosse, se lanciate nell'aria dalla lavorazione con una elevata velocità iniziale, possono percorrere alcuni metri prima di fermarsi (si pensi a tal proposito alle polveri di fresatura).

Le polveri fini si arrestano a poca distanza dalla emissione.

Si ricordi che, rispetto agli effetti sulla salute, le polveri fini sono spesso più pericolose di quelle grossolane perché penetrano più a fondo nell'apparato respiratorio.

Le polveri fini inoltre spesso non sono visibili ad occhio nudo. Pertanto il fatto che non si veda polvere nell'aria dell'ambiente di lavoro non significa che la polvere non sia presente.

- FUMI: particelle solide molto fini, disperse nell'aria da reazioni chimiche, presenti nei prodotti di combustione, costituite fondamentalmente da idrocarburi ad altissimo peso molecolare.

Origine: incompleta combustione di sostanze organiche (carbone, legno, tabacco, olio combustibile, ecc.).

Dimensioni: 0,5-1 μm .

PARTICELLE LIQUIDE

- NEBBIE: goccioline di liquidi sospese in aria o altro gas, che, se in concentrazione sufficiente a ridurre la visibilità, formano la NEBBIA.

Origine: condensazione di vapori, dispersione di liquidi, reazioni chimiche, azione meccanica (es. nebbia da vernice applicata a spruzzo).

Dimensioni: <10 μm .

AERIFORMI

- GAS: stato di aggregazione informe di atomi e molecole che consente loro di muoversi senza limiti e che tende quindi ad occupare tutto lo spazio in cui è contenuto.
- VAPORI: stato della materia derivante dalla ebollizione o evaporazione di sostanze che normalmente sono allo stato liquido (es. vapor d'acqua).

Possiamo immaginare gas e vapori come composti da particelle (molecole) estremamente piccole e numerose, in grado di muoversi liberamente tra di loro e che tendono ad allontanarsi fino ad occupare tutto lo spazio a disposizione.

Per dare l'idea delle dimensioni delle molecole si può dire che sono mille-diecimila volte più piccole delle particelle di polvere.

Gas e vapori emessi da una lavorazione tendono a diffondersi ovunque nell'ambiente di lavoro, a meno che le correnti d'aria (o l'aspirazione creata da una cappa) lo impediscano.

5.4.3 Interventi di bonifica degli ambienti di lavoro

Spesso si ritiene che la ventilazione generale e l'aspirazione localizzata siano gli unici e i più semplici metodi per ridurre l'esposizione dei lavoratori agli inquinanti aerodispersi.

In realtà sono numerosi gli interventi che si possono ipotizzare, generalmente ci si muove su 3 livelli:

- interventi sulla sorgente;
- interventi sulla propagazione degli inquinanti;
- interventi sull'uomo.

Per attuare una seria riduzione dell'esposizione occorre che vengano presi in considerazione tutti questi interventi, nell'ordine di priorità indicato nello schema.

5.4.3.1 INTERVENTI DI BONIFICA DEGLI AMBIENTI DI LAVORO: SCHEMA

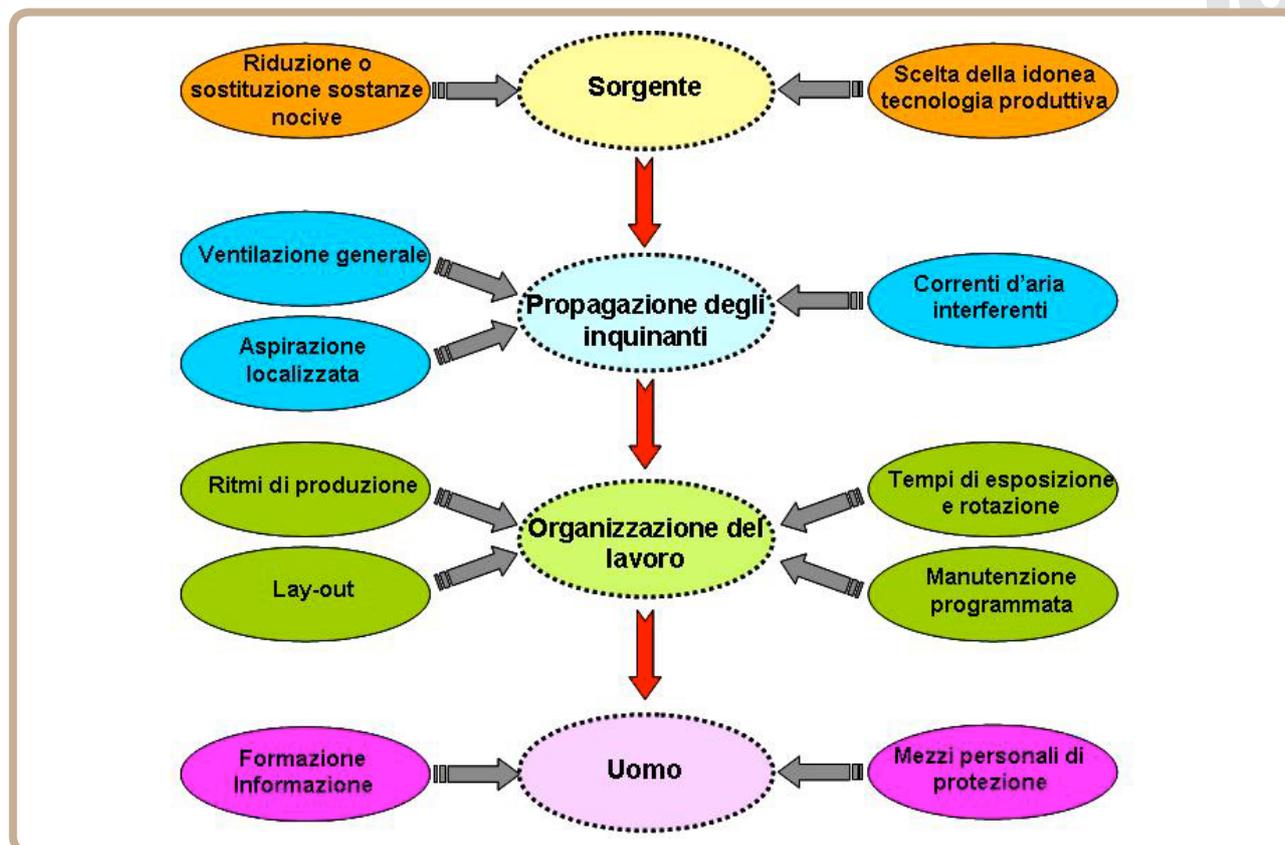


Figura 1: Schema d'intervento per la bonifica.

Eliminazione della sostanza nociva

È la soluzione più sicura per bonificare l'ambiente di lavoro. Ciò garantisce non solo l'eliminazione del rischio per i lavoratori (eliminazione della condizione di pericolo), ma anche ad esempio la completa sicurezza per gli utilizzatori del prodotto finito e risolve il problema dello smaltimento dei rifiuti inquinanti.

Modifica al processo produttivo

Le modifiche al ciclo produttivo sono a volte difficili in quanto inusuali e per nulla scontate. Altre volte coinvolgono modifiche all'organizzazione del lavoro e quindi costringono a rivedere processi produttivi, modifiche al lay-out, cambiamenti di comportamenti e relazioni. Tuttavia, a volte, risolvono alla radice il problema e le soluzioni trovate possono risultare anche economiche in tempi brevi.

Introduzione del ciclo chiuso

L'introduzione del ciclo chiuso, con sistemi meccanizzati e controllabili a distanza, è sempre possibile anche se i costi, soprattutto per lavorazioni a ciclo discontinuo, possono essere elevati. Il ciclo chiuso è comunque l'unica tecnica accettabile per garantire la salute dei lavoratori quando sia necessario lavorare sostanze cancerogene. Infatti per le concentrazioni di sostanze cancerogene nell'aria non esiste un livello accettabile, in quanto anche se presenti in concentrazioni bassissime possono essere assorbite dall'organismo in dosi sufficienti a causare il cancro. La sicurezza può essere data solo dalla loro completa assenza.

Manutenzione

La manutenzione deve essere programmata secondo scadenze dettate dalle istruzioni del fabbricante per ogni macchina e deve seguire una logica di intervento di natura preventiva e non a guasto avvenuto in modo da garantire maggiormente la sicurezza degli operatori.

Pulizia

La pulizia costante ed efficace rimuove le polveri dagli ambienti ed evita che vengano rimesse in circolazione. La pulizia con periodicità definita deve far parte della programmazione della attività manutentiva. La pulizia dei pavimenti e degli impianti deve essere fatta con aspirapolvere industriali carrellabili o con bocche di aspirazione collegate con impianti di aspirazione già esistenti.

Controllo dei ritmi di produzione

In particolare è importante non superare i livelli di produzione per cui gli impianti sono stati progettati e costruiti, oltre ai quali la nocività e i rischi aumentano enormemente.

Aspirazione localizzata e ventilazione generale

Lo scopo fondamentale della ventilazione negli ambienti di lavoro, è di controllare la concentrazione degli inquinanti trasportati dall'aria e prevenire in tal modo i danni provocati alla salute dei lavoratori. Nel caso questi impianti siano realizzati correttamente possono contribuire a migliorare notevolmente l'ambiente, soprattutto l'aspirazione localizzata. Hanno il vantaggio di poter essere adottati in qualsiasi situazione, anche su impianti già esistenti con costi relativamente modesti. È importante progettare e collocare in maniera adeguata questi impianti per ottenere un risultato efficace.

Spazio

Lo spazio deve essere il più ampio possibile. Il soffitto deve essere il più alto possibile.

Lay-out

Tenere separate le lavorazioni più inquinanti per evitare che rechino danno ai lavoratori addetti ad altre lavorazioni.

Riduzione dei tempi di esposizione

Esempi:

- introduzione di pause.

Chiusura dei lavoratori in cabine di controllo

Le cabine devono essere realizzate ponendo grande attenzione alle condizioni di comfort per i lavoratori (visibilità, posizione di lavoro, ventilazione, condizioni microclimatiche, ecc.) per ridurre il disagio dovuto alla situazione innaturale di isolamento fisico e psichico.

Dispositivi di protezione individuale

La sola adozione di Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) non può essere considerata una bonifica, perché non migliora l'ambiente di lavoro adattandolo alle esigenze di salute dei lavoratori, ma, al contrario, interviene sul lavoratore cercando di adattare l'uomo all'ambiente. L'uso dei DPI può essere utile per limitare danni immediati ai lavoratori mentre si attuano altre misure di prevenzione che riducano l'inquinamento ambientale.

5.4.4 Ventilazione generale

L'impianto di ventilazione generale diluisce gli inquinanti presenti nell'aria (particelle solide, gas o vapori) mediante una immissione di aria pulita ed una estrazione di aria inquinata; non elimina l'inquinante, ma ne diminuisce solo la concentrazione una volta che si è diffuso. La ventilazione generale per diluizione è ammissibile soltanto quando:

- gli inquinanti sono poco tossici;
- le sorgenti sono diffuse e non localizzabili nell'ambiente;
- i lavoratori si trovano ad una distanza adeguata dalle sorgenti o, in ogni caso, non corrono il rischio di essere investiti dall'emissione del contaminante;
- non c'è necessità di abbattere gli inquinanti prima del loro rilascio in atmosfera.

5.4.4.1 DESCRIZIONE GENERALE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO

I COMPONENTI PRINCIPALI DI UN IMPIANTO DI ASPIRAZIONE GENERALE SONO I SEGUENTI

- Organo di captazione: cattura l'inquinante.
- Condotti: convogliano l'aria aspirata.
- Depuratore: depura l'aria dagli inquinanti in essa trasportati.
- Ventilatore: movimenta l'aria inquinata all'interno dell'impianto di aspirazione.
- Motore: fa ruotare il ventilatore.
- Condotto di espulsione: espelle l'aria convogliata all'esterno e disperde in atmosfera l'inquinante in esso contenuto.
- Impianto di immissione per il reintegro dell'aria: garantisce il bilanciamento con l'aria estratta.
- Ricircolo dell'aria: dove possibile, rimette l'aria nell'ambiente dopo essere stata depurata.

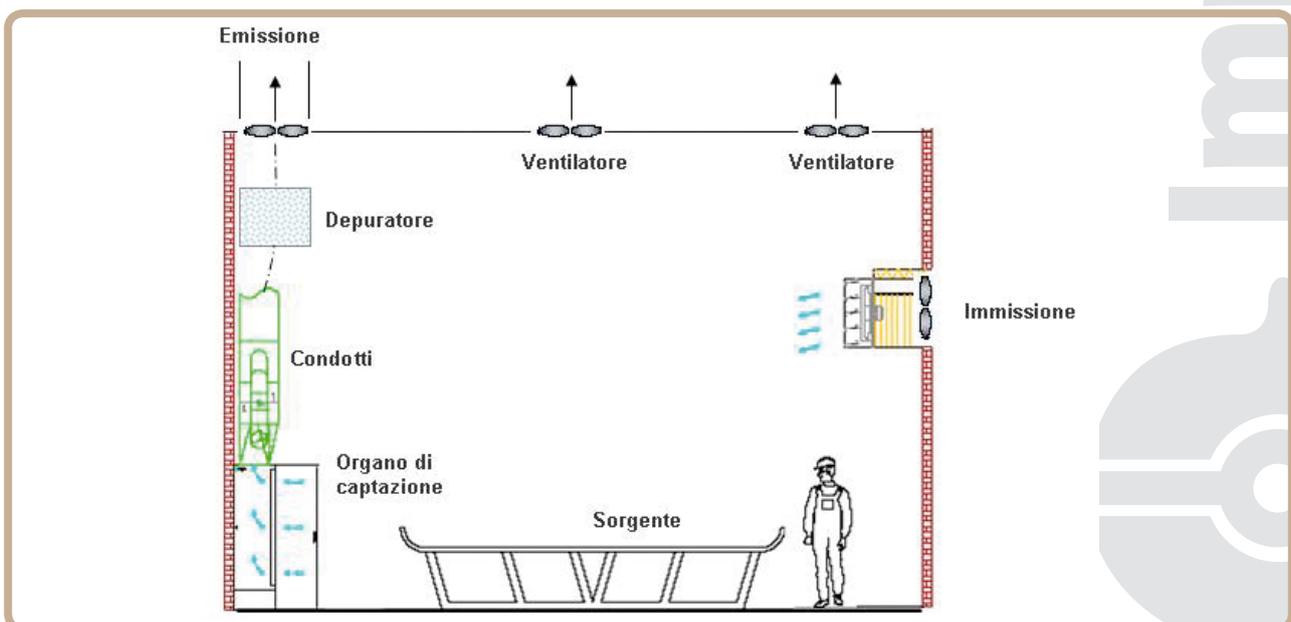


Figura 2: Schema di un impianto di aspirazione generale.

5.4.4.1A ORGANI DI CAPTAZIONE

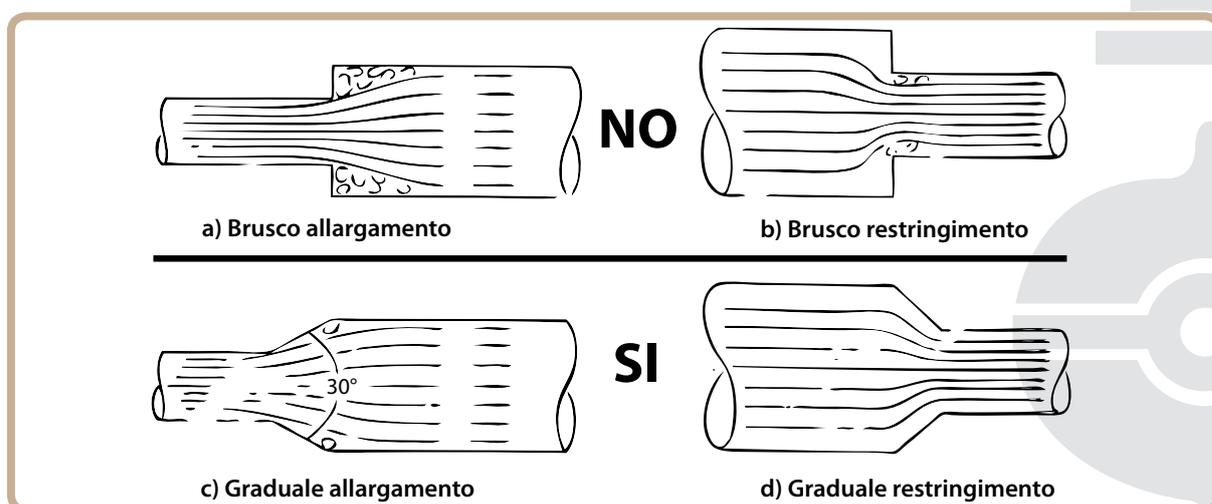
È il componente più importante dell'impianto; rappresenta il dispositivo attraverso il quale gli inquinanti sono catturati o trattenuti per mezzo di correnti d'aria che lo attraversano. È la parte più importante in quanto richiede una progettazione molto accurata per assicurare un controllo efficace degli inquinanti emessi, con una portata minima della corrente d'aria e, quindi, con un consumo minimo di energia. Gli organi di captazione sono anche la parte terminale di un aspirazione localizzata e in quanto tale sono previste diverse tipologie di cappe (vedi 5.4.5.1A "Tipologie di cappe").

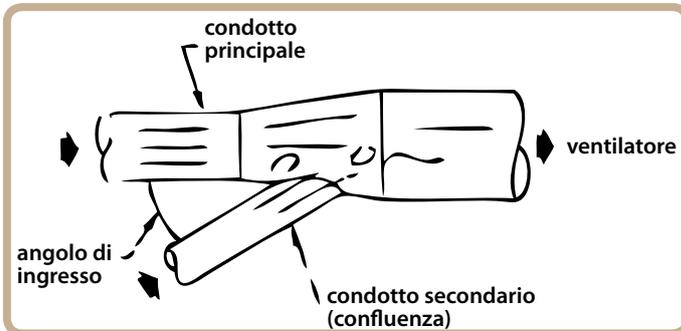
5.4.4.1B CONDOTTI

Canali chiusi in cui viene convogliata l'aria. Costituiscono la rete di collegamento delle varie cappe d'aspirazione, dislocate in corrispondenza alle varie sorgenti d'emissione, e dei vari componenti dell'impianto fino all'espulsione all'esterno. Il primo parametro importante da controllare in un condotto è la velocità di trascinamento che deve essere tale da non consentire il deposito delle particelle di inquinante in nessuna parte dell'impianto. La velocità dell'aria nei condotti non dovrebbe mai scendere al di sotto dei valori indicati nella tabella per evitare accumuli di materiali nei condotti che ridurrebbero l'efficienza dell'impianto.

TIPO DI INQUINANTE	VELOCITÀ CONSIGLIATA m/s
Vapori, gas	5 – 10
Fumi	10 – 12
Polveri fini e leggere	12 – 15
Polveri secche	15 – 20
Polveri medie di origine industriale	18 – 20
Polveri pesanti	20 – 23
Polveri pesanti e umide	> 23

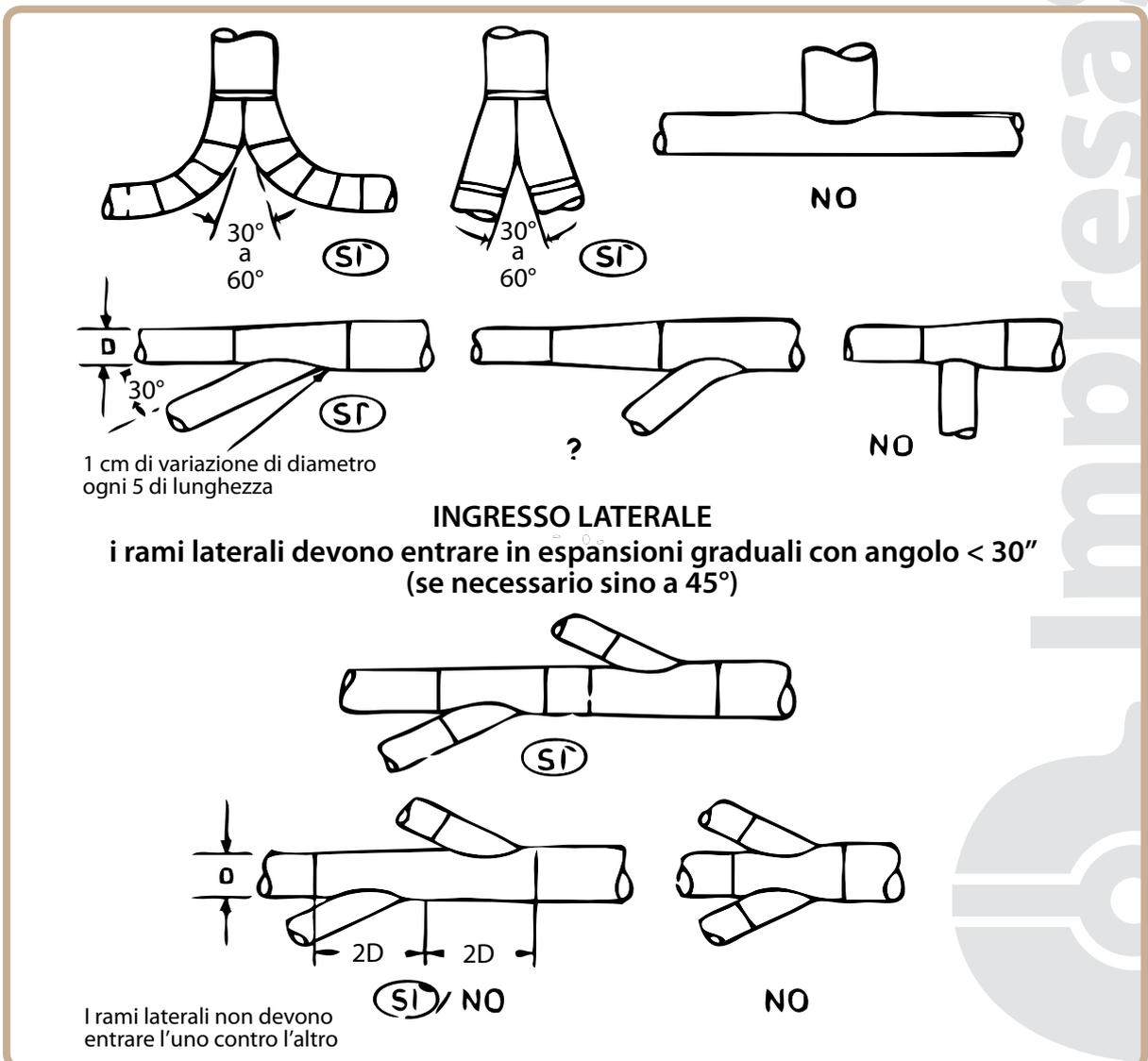
Il secondo parametro da controllare nella progettazione è la conformazione delle varie accidentalità lungo i condotti (curve, confluenze, allargamenti e restringimenti di sezione) in modo da ridurre al minimo le turbolenze e quindi le resistenze al movimento dell'aria (perdite per conversione di energia di movimento in calore).





Gli allargamenti e i restringimenti di sezione devono avvenire con la maggior gradualità possibile. Un brusco allargamento di sezione causa una grande turbolenza rispetto ad un allargamento graduale. Un brusco restringimento di sezione favorisce la formazione della "vena contratta" e quindi turbolenza.

Un condotto secondario dovrà confluire nel condotto principale in corrispondenza di un graduale allargamento di sezione per minimizzare le turbolenze. Un minor angolo di ingresso riduce ulteriormente le turbolenze. Normalmente si usa un angolo $\leq 30^\circ$.

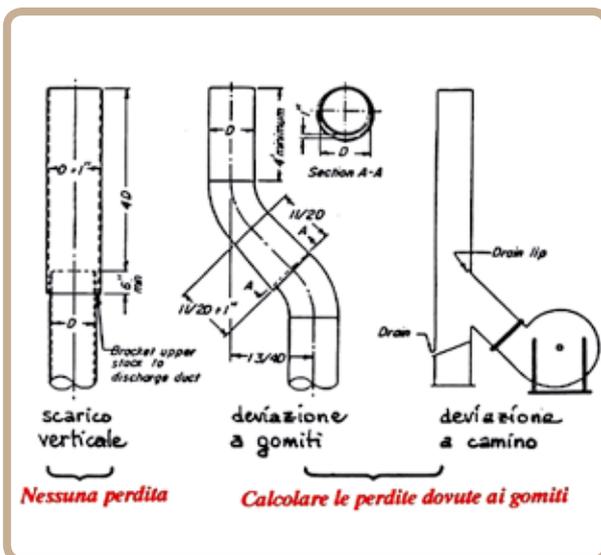


5.4.4.1C DEPURATORE DELL'ARIA (FILTRO)

Dispositivo destinato a trattenere gli inquinanti trasportati dal fluido. Ha lo scopo di abbattere i materiali trasportati dall'aria aspirata sotto forma sia di particolato sia di gas o vapori. L'abbattimento è necessario per prevenire l'inquinamento atmosferico secondo la normativa esistente oppure per il recupero di particolari materiali trasportati dall'aria.

5.4.4.1D VENTILATORE

Macchina destinata a mantenere in moto un fluido aeriforme ad una data velocità tra due punti aventi diversa pressione. Dispositivo per la movimentazione dell'aria inquinata all'interno dell'impianto di aspirazione, attraverso la creazione di una pressione negativa (aspirazione) all'interno dei condotti che lo collegano alle varie cappe d'aspirazione. Esso è mosso da un motore alimentato da energia elettrica che viene convertita in energia di pressione ed energia cinetica della corrente d'aria movimentata.

5.4.4.1E CONDOTTO DI ESPULSIONE

Dispositivo per l'espulsione all'esterno dell'aria inquinata in modo da diluire il più possibile l'inquinante nell'ambiente esterno circostante. Deve avere un'altezza di almeno 1 m rispetto al colmo della copertura ed essere posto ad una distanza di almeno 5 m dalla eventuale presa d'aria esterna.

I condotti di espulsione devono essere conformati in modo da:

- emettere ad alta velocità l'aria verso l'alto allo scopo di permettere la maggior diluizione possibile degli inquinanti emessi;
- impedire, con la sua conformazione e con la sua posizione rispetto alle strutture circostanti, il rientro dell'aria inquinata negli ambienti da cui essa è stata estratta nonché l'ingresso negli ambienti limitrofi.

I condotti di espulsione sono forniti spesso di una copertura per evitare l'ingresso nel condotto dell'acqua piovana. Tale "cappello" di fatto impedisce l'espulsione libera dell'aria inquinata e favorisce anzi la sua ricaduta nelle vicinanze del camino. Per evitare l'ingresso dell'acqua piovana e contemporaneamente favorire l'espulsione dell'aria verso l'alto, con una migliore diluizione dell'inquinante, i condotti di espulsione possono essere conformati in vari modi.

5.4.4.1F IMPIANTO DI IMMISSIONE

Per evitare una riduzione dell'efficienza degli impianti di aspirazione e per non creare sovrappressioni o depressioni nell'ambiente di lavoro, occorre reintegrare l'aria estratta con una uguale portata di aria esterna. L'immissione dell'aria, riscaldata nella stagione fredda, non deve creare correnti d'aria che possano investire le postazioni di lavoro o che possano interferire con le correnti d'aria in ingresso agli impianti di aspirazione. La ripresa dell'aria esterna di reintegro deve essere posta lontana da fonti inquinanti in modo da garantire l'immissione di aria pulita. Il ricircolo dell'aria è vietato per le operazioni di falegnameria, verniciatura, resinatura per la presenza di inquinanti altamente tossici. Tutti gli inquinanti aspirati devono essere sempre convogliati ed espulsi all'esterno, previa depurazione, in osservanza alle leggi contro l'inquinamento atmosferico.

5.4.4.2 LA PROGETTAZIONE DI UN IMPIANTO DI VENTILAZIONE GENERALE

La buona progettazione di un impianto di ventilazione generale è un elemento essenziale per il controllo degli inquinanti in ambienti confinati.

Per la progettazione si possono utilizzare metodi semplici (ad esempio manuali di progettazione) oppure metodi più sofisticati (ad esempio fluido dinamica computazionale) a seconda della situazione in analisi e del risultato che si vuole ottenere.

Progettare un impianto di ventilazione generalizzata significa definire:

- la geometria e il tipo delle immissione/emissioni (forzate o naturali);
- le portate e i reintegri di aria.

Per far ciò è necessario, prima, conoscere la situazione analizzando e caratterizzando:

- le sorgenti;
- le concentrazioni richieste;
- le efficienze del sistema.

In particolare la situazione più semplice cui si può pensare e rispetto alla quale fare un primo progetto di massima, è quella in cui l'inquinante è uniformemente distribuito nell'ambiente di lavoro. In tal caso la concentrazione dell'inquinante diventa funzione solo del tempo e non più delle coordinate spaziali dell'ambiente. L'espressione **miscelazione perfetta** viene usata per descrivere l'ambito in cui questa approssimazione è valida.

Il modello perfettamente miscelato non è invece ragionevole e si parla di **miscelazione non perfetta** quando:

- la sorgente è concentrata o piccola rispetto al locale;
- la miscelazione è povera;
- la scala temporale dei fenomeni è piccola.

5.4.4.2A CALCOLO DELLA PORTATA NECESSARIA E IL NUMERO DI RICAMBI ORA

Per calcolare le variabili di progetto definendo la portata d'aria di immissione e estrazione necessaria e il numero di ricambi ora partiamo dall'ipotesi di miscelazione perfetta:

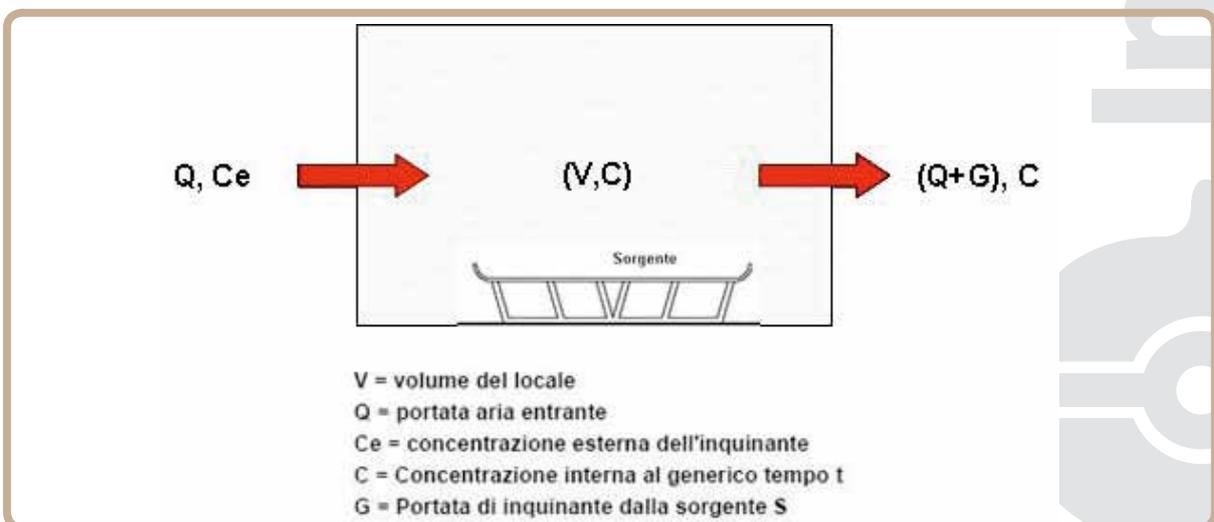


Figura 3: Schema base, ipotesi di miscelazione perfetta.

In tal caso l'equazione fondamentale che si utilizza è il bilancio di materia per la specie inquinante, ovvero:

$$[ACC]=[IN]-[OUT]$$

Dove

[ACC] = variazione nel tempo della quantità di inquinante

[IN] = portata d'aria entrante

[OUT] = portata d'aria in uscita

Sostituendo all'equazione i termini e ipotizzando:

- concentrazione iniziale dell'inquinante nulla;
- concentrazione esterna dell'inquinante nulla;
- portata dell'inquinante molto minore della portata d'aria entrante.

A regime si avrà:

- portata d'aria di immissione = $\frac{G}{C_{ss}}$ dove C_{ss} è la concentrazione dell'inquinante allo scarico di emissione
- numeri di ricambi ora = $\frac{G}{C \cdot V}$

In molte situazioni reali la concentrazione dell'inquinante non è uniforme. In questo caso si impiega una costante chiamata efficienza di ventilazione (E) che permette di modificare l'equazione della miscelazione perfetta.

Il valore di E è sempre positivo e può essere minore, uguale (Miscelazione perfetta) o maggiore di uno a seconda della configurazione della stanza e del sistema di distribuzione dell'aria; di fatto minore è E, peggiore sarà la miscelazione.

Nella pratica di progettazione si utilizza in realtà il fattore di sicurezza $K = \frac{1}{E}$ come moltiplicatore

della portata di aria calcolata sulla base dell'ipotesi di perfetta miscelazione.

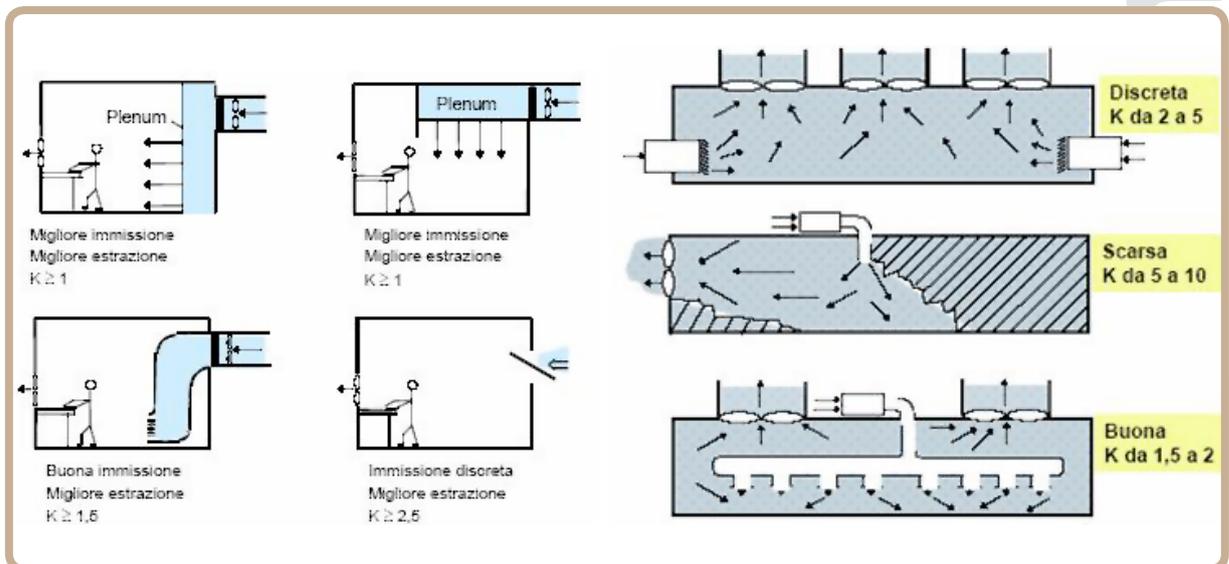


Figura 4: Fattori di sicurezza K suggeriti per diverse posizioni di ingresso e uscita dell'aria.

5.4.5 Ventilazione locale

Un sistema di ventilazione locale (cappa) viene progettato per rimuovere gli inquinanti nel punto di emissione prima che si miscolino con l'aria dell'ambiente di lavoro.

5.4.5.1 L'ASPIRAZIONE LOCALIZZATA

È molto importante che un impianto di aspirazione localizzata sia ben progettato da tecnici qualificati, costruito da ditte specializzate e utilizzato correttamente dai lavoratori.

Essa deve partire da considerazioni igienistiche ricercando soprattutto la costruzione di un impianto che sia nello stesso tempo efficiente ed efficace.

EFFICIENZA IMPIANTO: Rispondenza costruttiva dell'impianto al complesso di regole di fluidodinamica e di igiene industriale

EFFICACIA IMPIANTO: Capacità dell'impianto di ridurre l'esposizione professionale dei lavoratori anche in relazione al modo in cui viene utilizzato.

Modalità d'uso

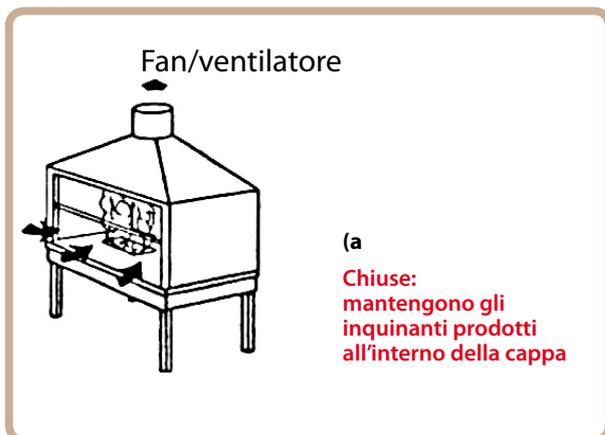
- Accendere l'impianto di aspirazione localizzata prima di iniziare la lavorazione che produce inquinanti;
- Verificare che funzioni correttamente;
- Spostare le cappe mobili durante la lavorazione in modo che esse siano sempre il più vicino possibile alle sorgenti inquinanti;
- Durante il lavoro il flusso d'aria inquinato in ingresso all'impianto non deve mai attraversare la zona di respirazione dei lavoratori;
- Controllare periodicamente la sua efficienza;
- Effettuare una pulizia e una manutenzione periodica.

Il primo passo per progettare un impianto di aspirazione localizzata è quello di effettuare il CALCOLO DELLA PORTATA NECESSARIA per catturare gli inquinanti prodotti nella lavorazione, tenendo conto di tutti i parametri che possono influire nella loro captazione (geometria della sorgente, tipo e caratteristiche fisiche dell'inquinante, velocità con cui viene emesso, correnti d'aria nell'ambiente).

In base alla portata necessaria vengono poi scelti e dimensionati tutti gli altri componenti dell'impianto.

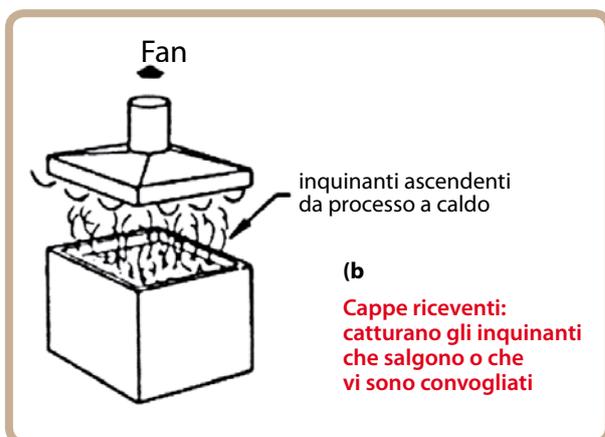
5.4.5.1A TIPOLOGIE DI CAPPE

Tipicamente le cappe possono essere suddivise in:

Cappa Chiusa

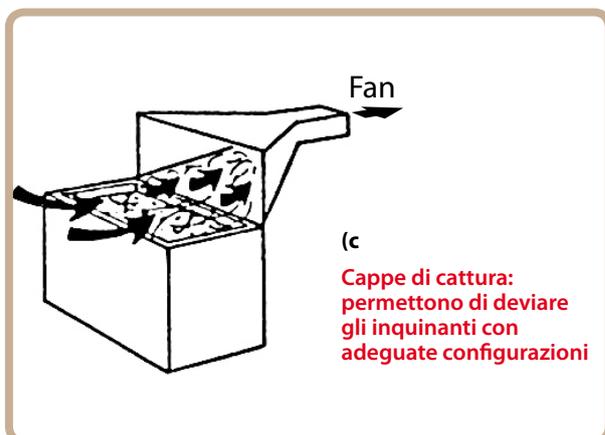
È un particolare tipo di cappa che circonda la sorgente d'emissione degli inquinanti il più possibile. Gli inquinanti vengono trattenuti all'interno mediante l'aria che fluisce attraverso opportune aperture praticate nella cappa.

La portata d'aria che attraversa la cappa si può valutare come prodotto della velocità, che l'aria deve possedere per catturare gli inquinanti, per la superficie di tutte le aperture della cappa. Minore è l'apertura di ingresso della cappa, minore risulta, a parità di velocità, la portata d'aria necessaria per contenere gli inquinanti.

Cappa Ricevente (con invito)

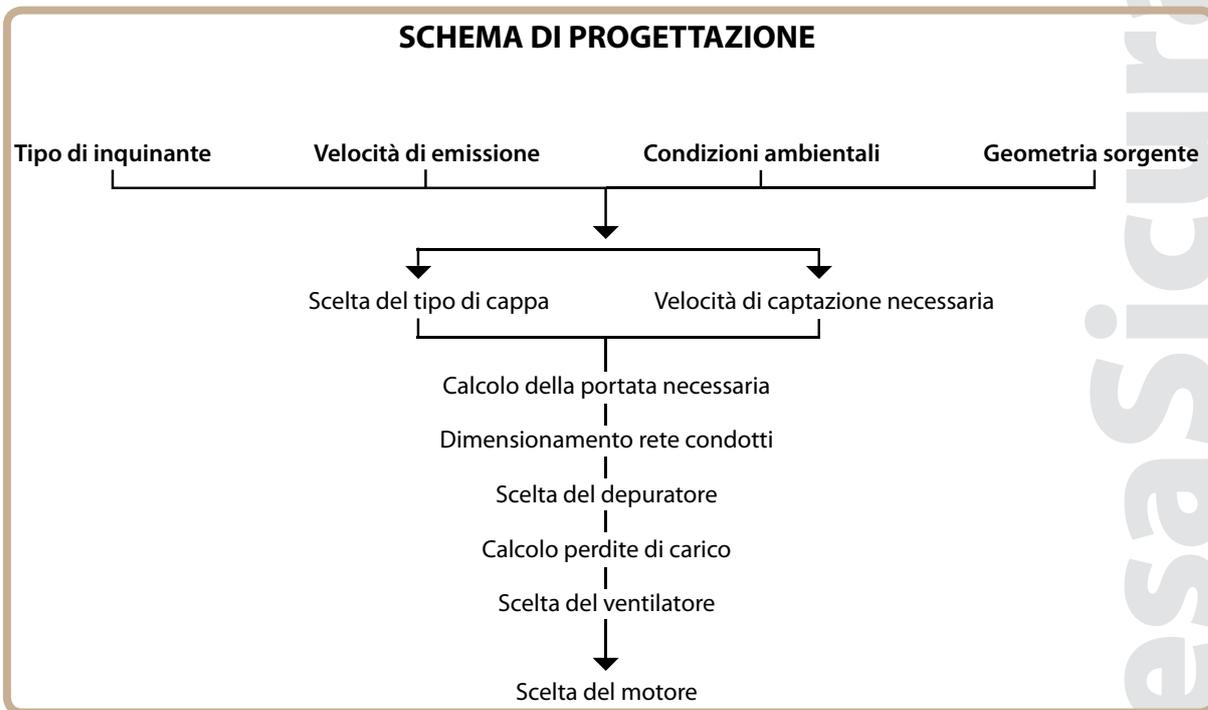
Viene impiegata quando il processo da controllare genera una corrente gassosa inquinata in una ben determinata direzione. La collocazione ottimale di questo tipo di cappa è, pertanto, quella che consente la cattura di tutti gli inquinanti emessi.

Questo tipo di cappa non è in genere molto efficace nei confronti di molte sorgenti d'emissione, a meno che non si tratti di emissioni ad una certa temperatura o caratterizzate da una velocità iniziale sufficientemente elevata da consentire il trasporto degli inquinanti stessi in direzione della cappa.

Cappa di Cattura

Viene impiegata per la cattura degli inquinanti generati all'esterno della cappa, anche ad una certa distanza da essa. La portata d'aria deve essere determinata in modo tale da creare una velocità di cattura sufficientemente elevata nello spazio posto di fronte alla cappa; tale velocità dipende dalla quantità e dalle caratteristiche degli inquinanti. Le cappe di questo tipo sono le più difficili da progettare, possono richiedere la maggiore quantità d'aria per la bonifica dell'ambiente in cui sono installate e sono le più sensibili alle variazioni delle condizioni esterne.

5.4.5.1B CALCOLO DELLA PORTATA NECESSARIA

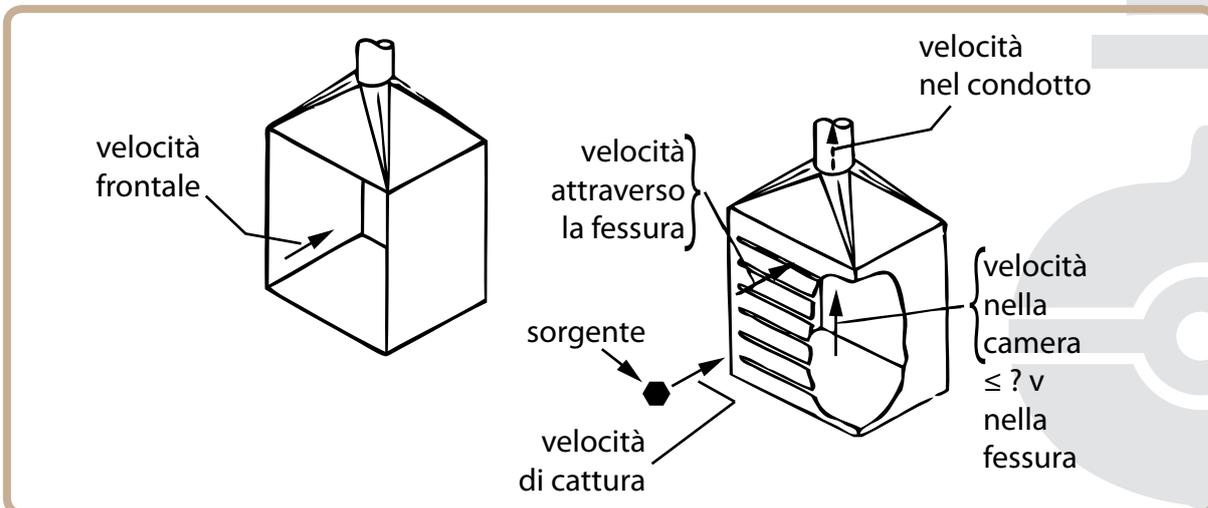


Nel caso di una cappa ad apertura circolare piana, la velocità dell'aria diminuisce rapidamente man mano che ci si allontana dalla sezione di ingresso.

Alla distanza di un diametro dalla sezione d'ingresso, la velocità dell'aria è solo il 10% di quella in ingresso alla cappa.

PRINCIPALI PARAMETRI CHE CARATTERIZZANO IL FUNZIONAMENTO DI UNA CAPPA DI ASPIRAZIONE

CAPPA: Dispositivo attraverso il quale gli inquinanti sono catturati per mezzo dei flussi d'aria che lo attraversano



Velocità di cattura: velocità dell'aria in corrispondenza ad un punto qualsiasi anteriormente alla cappa o all'apertura della cappa, necessaria a vincere le correnti d'aria contrastanti e a catturare l'aria inquinata in quel punto convogliandola all'interno della cappa.

Velocità frontale: velocità dell'aria in corrispondenza all'apertura della cappa.

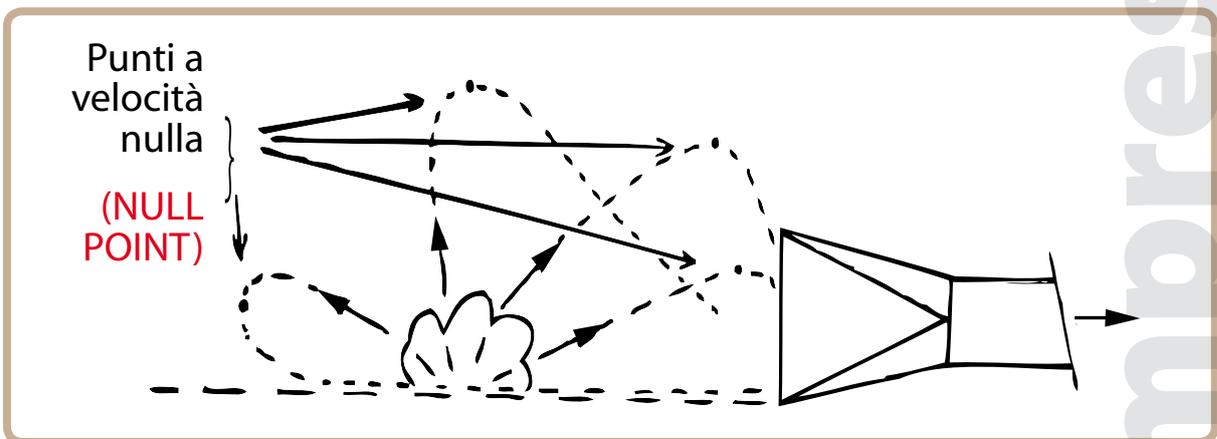
Velocità attraverso la fessura: velocità dell'aria attraverso le aperture di una cappa a fessure.

Velocità nella camera: velocità dell'aria all'interno della cappa; nei tipi a fessure per una buona distribuzione dell'aria tale velocità deve essere \leq alla metà della velocità attraverso la fessura.

Velocità nel condotto: deve essere compresa nell'intervallo di valori riportati in apposite tabelle e, in ogni caso, deve essere maggiore del valore minimo necessario per il trasporto d'inquinanti particolati.

5.4.5.1C VELOCITÀ DI CATTURA

La **VELOCITÀ DI CATTURA** viene scelta in base a determinati parametri igienistici; tiene conto della velocità e della direzione, con cui l'inquinante viene emesso dalla sorgente. Questa velocità deve essere realizzata ad una distanza dalla sezione di ingresso della cappa tale da poter catturare le particelle fino al "null point" (punti in cui le particelle riducono a zero la propria energia e quindi la propria velocità).



Le **VELOCITÀ DI CATTURA** vengono definite in funzione del tipo di inquinante (gas, vapori, fumi e polveri), delle loro condizioni di emissione, della loro dimensione e massa presunte, delle condizioni dell'aria in cui vengono emesse (aria quieta o perturbata).

Per ogni categoria o condizione di dispersione dell'inquinante esiste un intervallo di velocità consigliata; la scelta del valore corretto dipende da molti fattori.

La tabella seguente fornisce gli intervalli delle velocità di cattura consigliate in funzione delle condizioni di emissione degli inquinanti e fornisce una guida per la scelta tra i valori estremi di ciascun intervallo.

Condizioni di dispersione dell'inquinante	Esempi di lavorazione	Velocità di cattura V_x m/s
Emesso praticamente senza velocità in aria quieta	• evaporazione di colle o vernici	0.25 – 0.50
Emesso a bassa velocità in aria quasi quieta	• verniciatura a spruzzo a bassa pressione • gelcoattatura • riempimento di contenitori	0.50 – 1.00
Emesso a media velocità in zona di aria perturbata	• verniciatura a spruzzo	1.00 – 2.50
Emesso a elevata velocità in zona di aria con forti correnti	• molatura • smerigliatura	2.50 – 10.0

Per ogni categoria è indicato un intervallo di velocità; la scelta del valore corretto dipende da molti fattori: le condizioni delle correnti d'aria nell'ambiente, la tossicità dell'inquinante, la continuità della lavorazione, l'entità delle portate in gioco.

I valori di velocità bassi verranno scelti in funzione di:

1. Correnti d'aria nell'ambiente molto ridotte o tali da favorire la cattura;
2. Inquinanti poco tossici;
3. Lavorazione saltuaria;
4. Cappe di grandi dimensioni, elevate masse d'aria in moto.

I valori di velocità elevati verranno scelti in funzione di:

1. Presenza di correnti d'aria nell'ambiente;
2. Inquinanti molto tossici;
3. Produzione continua;
4. Piccole cappe.

CALCOLO DELLA PORTATA NECESSARIA

Data una cappa ad apertura piana, la portata teorica necessaria a garantire una velocità di cattura v_0 nella sezione di ingresso è data da:

$$Q = v_0 \cdot S_0$$

dove:

v_0 è la velocità di cattura nella sezione di ingresso;

S_0 è la superficie di ingresso della cappa.

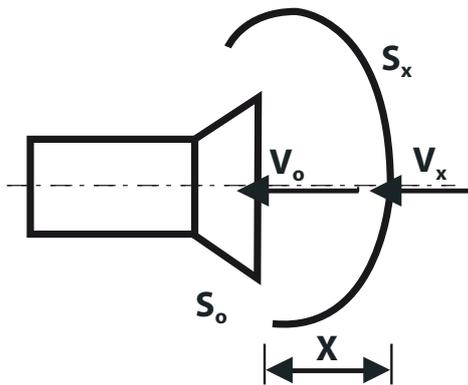
In pratica però tale formula non può essere usata per determinare la portata necessaria se la sorgente di inquinante è posta ad una distanza "x" davanti alla cappa.

In questo caso infatti si utilizza una equazione determinata sperimentalmente da Dalla Valle che esprime la portata in funzione della distanza "x" della sorgente inquinante dalla cappa e della sezione S_0 di ingresso della cappa.

Data una cappa esterna ad apertura piana circolare non flangiata, la portata teorica necessaria a garantire una velocità di cattura v_x alla distanza "x" dalla sezione di ingresso è data da:

$$Q = v_x (10 x^2 + S_o) \quad (\text{Equazione di Dalla Valle})$$

$$S_o v_o = v_x \cdot (10 x^2 + S_o)$$



S_o : superficie sezione di ingresso cappa

v_o : velocità aria in sezione ingresso

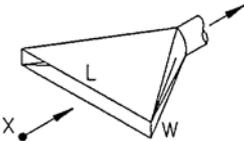
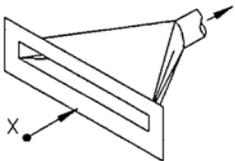
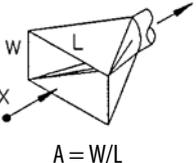
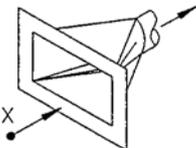
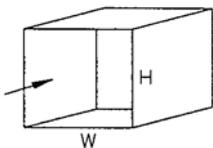
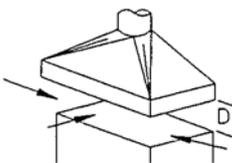
S_x : superficie di contorno a distanza x (isocinetica)

v_x : velocità aria a distanza x

x: distanza della sorgente lungo l'asse della cappa

5.4.5.1D PORTATA NECESSARIA PER DIVERSE TIPOLOGIE DI CAPPE

Partendo dalla equazione di Dalla Valle, è possibile ricavare formule per il calcolo della PORTATA NECESSARIA PER DIVERSE TIPOLOGIE DI CAPPE.

Tipologie di cappa	Descrizione	W/L in m/m	Solo per X maggiore di	Formula per il calcolo della portata necessaria: Q_N (m ³ /s)
	Aspirazione a fessura	0,2 o minore	0,3 · W	$Q = 3,7 \cdot L \cdot V_X \cdot X$
	Aspirazione a fessura flangiata	0,2 o minore	0,4 · W	$Q = 2,6 \cdot L \cdot V_X \cdot X$
	Aspirazione ad apertura piana	0,2 maggiore o rotonda	0	$Q = V_X (10 \cdot X^2 + A)$
	Aspirazione ad apertura piana flangiata	0,2 maggiore o rotonda	$0,2 \cdot (L \cdot W)^{1/2}$	$Q = 0,75 \cdot V_X (10 \cdot X^2 + A)$
	Cabina	—	0	$Q = V \cdot A = V \cdot W \cdot H$
	Cappa a tetto o a baldacchino	—	0	$Q = 1,4 \cdot P \cdot V_X \cdot D$ P = perimetro della lavorazione (m) D = altezza sulla lavorazione (m)

Q_N : portata d'aria necessaria (m³/s)

X : distanza della sorgente dalla sezione d'ingresso della cappa (m)

L : lunghezza della cappa (m)

W : larghezza della cappa (m)

V_X : velocità di captazione indotta alla distanza X (m/s)

A : area superficie ingresso cappa = $W \cdot L$

5.4.5.2 LA VENTILAZIONE PUSH-PULL

Dall'inglese "push-pull" significa "spingere-tirare/estrarre". La ventilazione push-pull di fatto utilizza un getto d'aria che intercetta e spinge l'inquinante verso la cappa che tirandolo a sé lo estrae dall'ambiente di lavoro. Il getto di spinta può arrivare anche a grandi distanze, mentre la velocità di fronte alla cappa di aspirazione decade molto rapidamente con la distanza della cappa stessa.

È per questo motivo che la progettazione di tali sistemi può risultare complicata.

5.4.5.2A PORTATA DEL GETTO E VELOCITÀ DI CATTURA: IL BILANCIAMENTO DEL SISTEMA

L'aria viene convogliata nel getto di spinta generando un flusso d'aria verso la cappa di aspirazione con una portata complessiva molto maggiore di quella iniziale (cioè in uscita dagli ugelli) mentre la velocità del getto decade con la distanza dall'ugello.

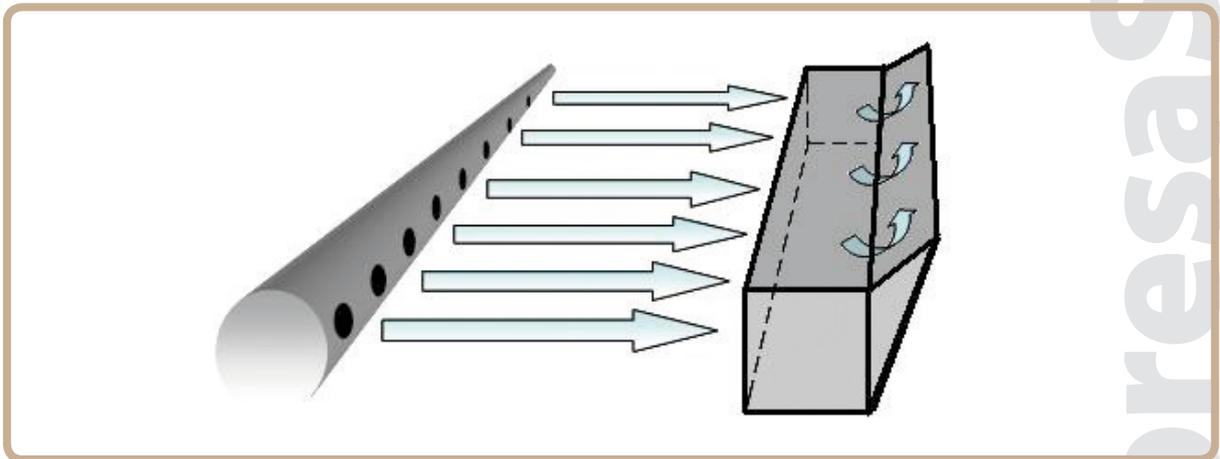


Figura 5: Schema base di aspirazione push-pull.

Ciò spiega come il bilanciamento di un sistema di questo tipo diventi fondamentale affinché non si creino delle correnti d'aria di ricircolo (per il sottodimensionamento dell'aspirazione o il sovradimensionamento del getto di spinta) che potrebbero rivelarsi controproducenti ai fini del controllo dell'inquinante. Tale soluzione presenta tuttavia delle difficoltà progettuali e di processo e quindi vanno valutate caso per caso: in questo contesto diamo delle indicazioni di massima.

Getto di spinta:

- Ridurre al minimo le ostruzioni vicino all'ugello:
 - oggetti di piccola sezione trasversale non causano seri problemi; tuttavia oggetti aventi superficie piatta e larga devono essere evitati;
 - a distanze maggiori dall'ugello, quando il getto si è già espanso, anche oggetti più larghi possono essere posti all'interno del getto.
- L'ugello può essere costruito da:
 - lunga fessura sottile;
 - tubo con dei fori;
 - ugelli o getti singoli.
- Assicurare il più possibile uniformità nella distribuzione dell'aria.

Cappa di aspirazione:

La cappa di aspirazione è destinata a ricevere il flusso di aria trascinato dal getto di spinta. Le stesse considerazioni di progetto riguardanti la distribuzione del flusso valide per una cappa esclusivamente aspirante valgono anche per questa tipologia di cappa. In generale, per il sistema di pull è da considerare:

- la portata di aspirazione della cappa deve essere circa 1,5 – 2,0 volte la portata del getto che raggiunge la cappa;
- dimensionare l'apertura della cappa di aspirazione per assicurare uniformità della distribuzione dei flussi.

Infine per l'intero sistema di push-pull, prevedere la possibilità di regolare un aggiustamento di + 20% della portata di spinta ed uno di + 20% nella portata di aspirazione per tener conto dell'influenza di variabili come correnti d'aria trasversali ed elevate superfici delle sorgenti inquinanti.

5.4.6 La scelta dei dispositivi di ventilazione

Il presente paragrafo ha lo scopo di servire da riferimento per coloro che si occupano del controllo dell'inquinamento dell'aria negli ambienti di lavoro mediante impianti di aspirazione e di diluizione degli inquinanti aerodispersi nelle lavorazioni del legno. Le indicazioni presentate sono suscettibili di evoluzioni nel corso del loro utilizzo in base alle esperienze acquisite, ai risultati di nuovi studi condotti su questo tema e alle future modifiche apportate alla normativa vigente; esse non sostituiscono un progetto applicativo specifico. Si sottolinea infatti come ogni impianto debba essere progettato, in ogni caso particolare, da tecnici esperti oltre che in impiantistica anche in igiene industriale; ciò al fine di avere un impianto che oltre ad essere efficiente (rispondente al complesso di regole di fluidodinamica e di igiene industriale) sia anche efficace (capace di ridurre l'esposizione professionale dei lavoratori alle polveri di legno e ai vapori di solventi di verniciatura, anche in relazione al modo in cui esso viene utilizzato). Nella seguente tabella è possibile acquisire alcune indicazioni di massima per la scelta da effettuare fra ventilazione generale e aspirazione localizzata.

VENTILAZIONE GENERALE E DI ASPIRAZIONE LOCALIZZATA A CONFRONTO

	ASPIRAZIONE LOCALIZZATA	VENTILAZIONE GENERALE
VANTAGGI	<ul style="list-style-type: none"> • Cattura completamente le sostanze inquinanti prima che si diffondano nell'ambiente e possano essere respirate dai lavoratori • Richiede portate d'aria minori, di conseguenza richiede minor consumo energetico per il riscaldamento dell'aria immessa • Consente l'abbattimento e il recupero degli inquinanti • Riduce le emissioni in atmosfera 	<ul style="list-style-type: none"> • Costi molto ridotti • Integra efficacemente l'aspirazione localizzata quando le sorgenti inquinanti sono numerosissime e non tutte raggiungibili con una propria cappa d'aspirazione • È l'unico sistema adottabile quando non esistono sorgenti localizzate di inquinamento.
SVANTAGGI	<ul style="list-style-type: none"> • Difficilmente realizzabile se le sorgenti inquinanti sono molto numerose o di elevato sviluppo superficiale e sparse nell'ambiente • Necessità di una progettazione più complessa e maggiore costo • Ingombro maggiore • Scarsa flessibilità del Lay-out 	<ul style="list-style-type: none"> • Non elimina gli inquinanti nell'ambiente di lavoro ma si limita a diluirli in aria • Non cattura e abbatte gli inquinanti ma li disperde fuori dalla fabbrica • Richiede il riscaldamento di grandi quantità d'aria di reintegro

5.4.6.1 RISCHI DA SOV: IMPIANTI DI ASPIRAZIONE

In questo comparto i rischi da SOV si hanno essenzialmente durante le fasi di incollaggio, impregnatura e verniciatura dei manufatti in legno. Durante tali operazioni il fattore di rischio principale consiste nell'esposizione degli addetti a vapori di solventi di media o bassa tossicità.

Su tale premessa è necessario costruire una specifica strategia di abbattimento e captazione dell'inquinante al fine di minimizzare l'entità dell'esposizione degli addetti. Come premesso nei paragrafi precedenti si suggerisce la seguente cascata logica di interventi.

- 1) Aspirazione localizzata alla fonte per impedire il più possibile la dispersione dei vapori.
- 2) Ventilazione generale con un congruo numero di ricambi d'ora per minimizzare ulteriormente l'inquinamento residuo.

È importante altresì notare che infruttuosi risultati possono derivare dal non rispetto delle regole comportamentali per l'utilizzo corretto degli impianti.

5.4.6.2 RISCHI DA POLVERI DI LEGNO: IMPIANTI DI ASPIRAZIONE

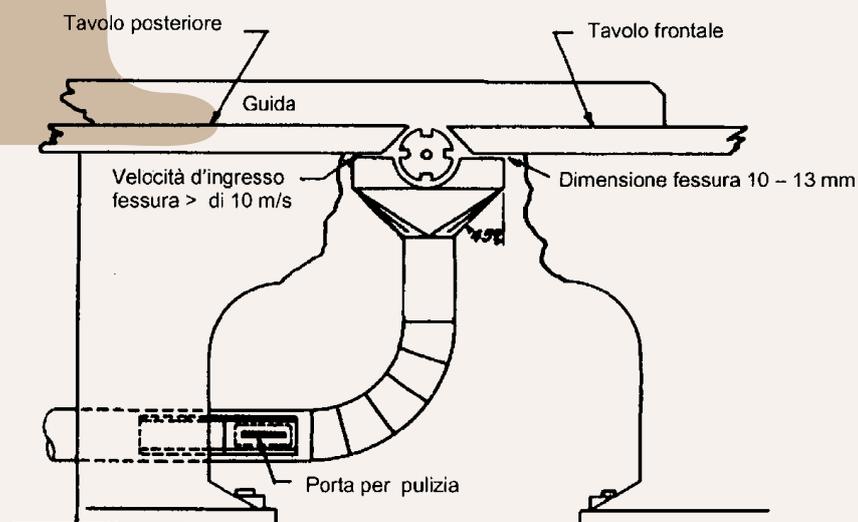
Durante le lavorazioni del legno si possono generare trucioli (particelle con diametro superiore a 0,5 mm) e polveri con dimensione particellare variabile in funzione della tipologia di lavorazione (taglio legno, carteggiatura, smerigliatura, etc). dal punto di vista dell'igiene industriale le polveri che possono costituire un rischio di esposizione sono quelle inalabili che possiedono un diametro aerodinamico inferiore a 100µm.

La maggior parte delle lavorazioni con macchine utensili (approfondimenti nelle schede allegate) producono polveri inalabili e pertanto necessitano di impianti di aspirazione, soprattutto localizzata.

Ogni impianto di ventilazione analizzato nelle schede a seguire riporta uno schema con i parametri caratteristici dell'impianto stesso (portata, velocità, perdite di carico, dimensioni geometriche) e alcune note sintetiche riguardanti le raccomandazioni per il suo corretto uso.

Vedi Schede di approfondimento "Impianti di ventilazione industriale nelle lavorazioni del legno 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10".

ImpresaSicura



PIALLA A FILO

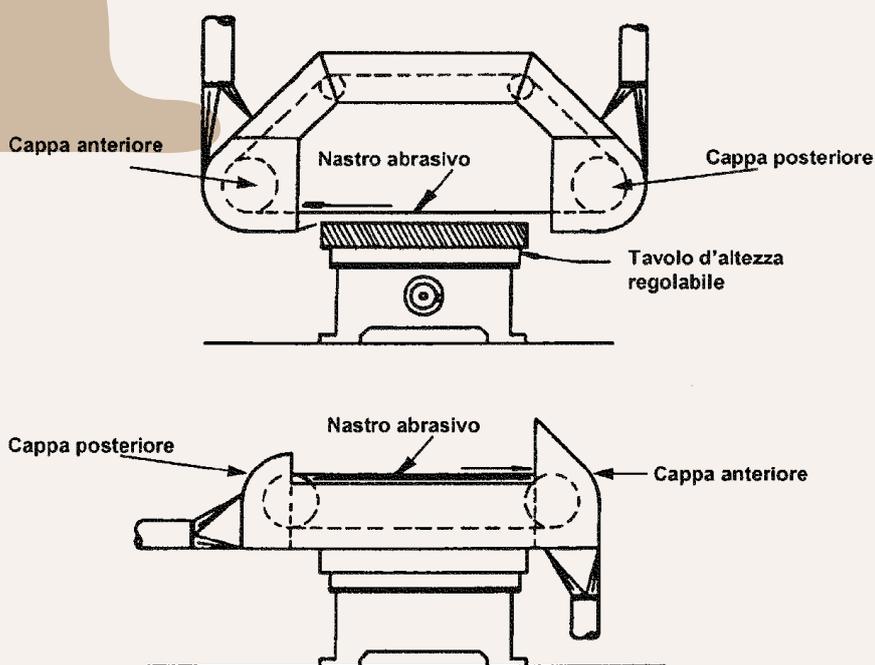
L = Lunghezza del coltello in mm	Legni teneri Q = Portata in m ³ /h	Legni duri Q = Portata in m ³ /h
fino a 75	610	720
da 75 a 150	650	760
da 150 a 225	720	850
da 225 a 300	800	940
da 300 a 400	890	1050
da 400 a 500	1040	1230
da 500 a 600	1260	1480
> 600	1370	1610

dove:

Q	= portata necessaria di aspirazione	m ³ /h
Vc	= velocità di cattura > 10 m/s (*)	m/s
L_{colt.}	= lunghezza del coltello	mm
Perdita di carico	= $Pd_{fessura} + 0,25 \cdot Pd_{condotto}$	Pa
Velocità nel condotto	= maggiore di 20 m/s	m/s

(*) Per legni duri usare come velocità di cattura almeno 12 m/s.

ImpresaSicura



LEVIGATRICE A NASTRO ORIZZONTALE

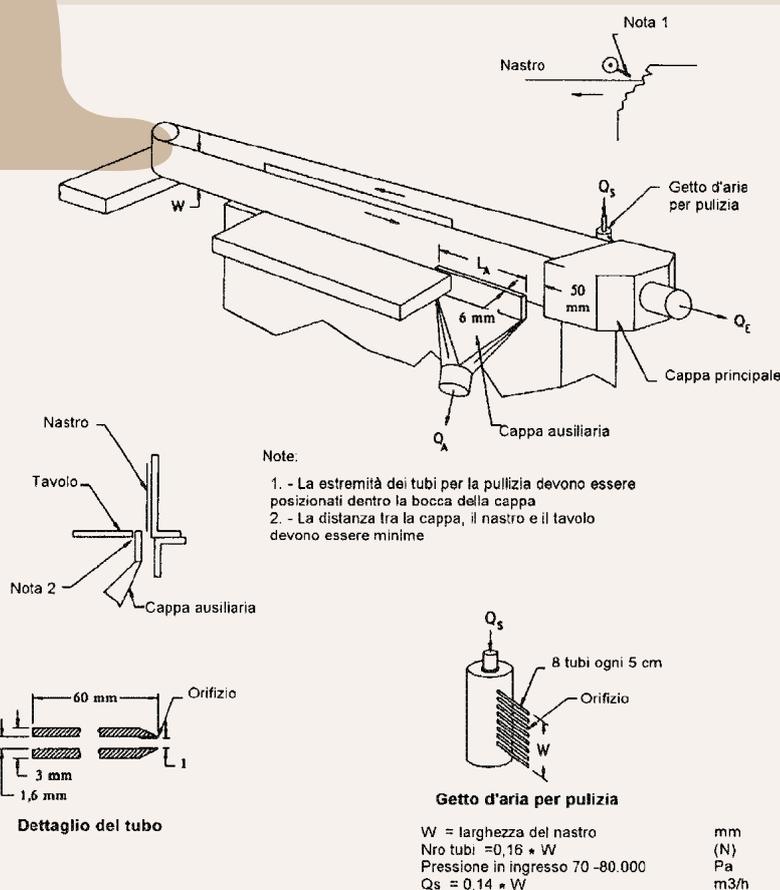
L = Larghezza del nastro in mm	Legni teneri Q = Portata in m ³ /h			Legni duri Q = Portata in m ³ /h		
	cappa anteriore	cappa posteriore	totale	cappa anteriore	cappa posteriore	totale
fino a 75	760	580	1340	890	680	1570
da 75 a 150	800	580	1380	940	680	1620
da 150 a 190	890	580	1470	1050	680	1730
da 190 a 225	1040	620	1660	1230	730	1960
da 225 a 290	1260	710	1970	1480	840	2320
da 290 a 350	1490	800	2290	1760	940	2700
da 350 a 425	1750	890	2640	2050	1050	3100
> 425	1870	940	2810	2200	1100	3300

dove:

Q	= portata necessaria di aspirazione	m ³ /h
V_c	= velocità di cattura > 10 m/s (*)	m/s
L_{nast.}	= larghezza del nastro	mm
Perdita di carico	= $0,40 \cdot Pd_{\text{condotto}}$	Pa
Velocità nel condotto	= maggiore di 20 m/s	m/s

(*) Per legni duri usare come velocità di cattura almeno 12 m/s.

ImpresaSicura

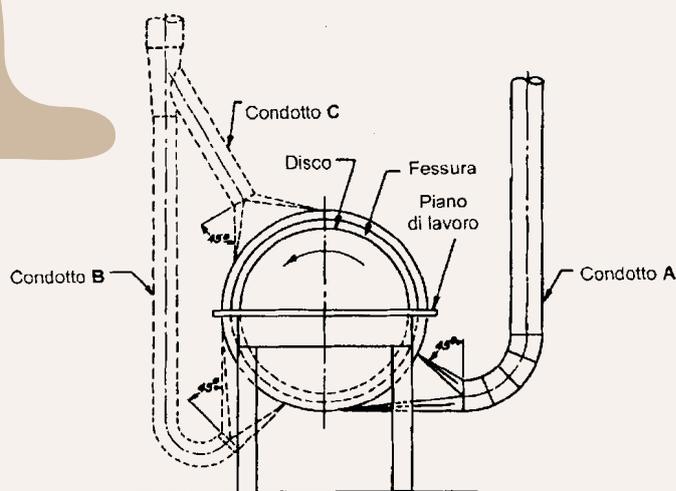


LEVIGATRICE A NASTRO VERTICALE

Calcolo portata della: Cappa principale (*)		
W	= larghezza del nastro di levigatura	mm
Q_E	= $5 \cdot W$	m ³ /h
Calcolo portata della: Cappa ausiliaria (*)		
L_A	= lunghezza della cappa ausiliaria che deve svilupparsi da 70 - 150 mm nella zona di levigatura	mm
Q_A	= $0,750 \cdot L_A$	m ³ /h
Velocità nei condotti	= maggiore di 20 m/s	m/s
Perdita di carico	= $1,78 \cdot Pd_{fessura} + 0,25 \cdot Pd_{condotto}$ (dipende dalla forma delle cappe)	Pa

(*) Per legni duri aumentare le portate **Q_A** e **Q_E** del 20% e garantire velocità di cattura di almeno 12 m/s.

ImpresaSicura



LEVIGATRICE A DISCO FRONTALE

Ø = Diametro del disco in mm	Legni teneri		Legni duri	
	Q = Portata in m ³ /h	Applicare al condotto	Q = Portata in m ³ /h	Applicare al condotto
fino a 150	610	A	720	A
da 150 a 300	650	A	760	A
da 300 a 380	720	A	850	A
da 380 a 450	800	A	940	A
da 450 a 550	890	A	1050	A
da 550 a 660	1000	A	1170 *	A - B
da 660 a 740	1130 *	A - B	1320 *	A - B
da 740 a 810	1270 *	A - B	1490 *	A - B
da 810 a 890	1430 *	A - B	1680 *	A - B
da 890 a 960	1670 *	A - B	1960 **	A - B - C
da 960 a 1100	1970 **	A - B - C	2320 **	A - B - C
da 1100 a 1220	2120 **	A - B - C	2500 **	A - B - C

* due aspirazioni nella parte inferiore

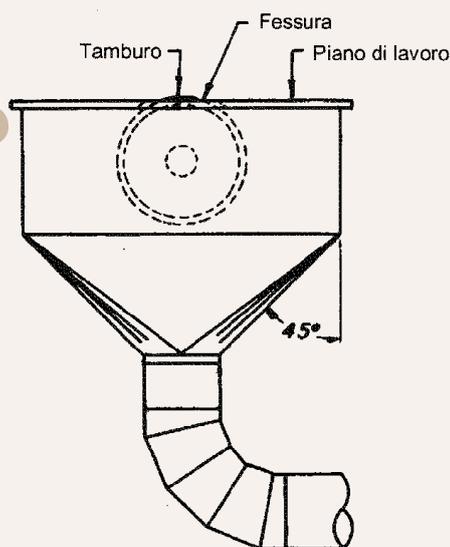
** una aspirazioni nella parte superiore e due nella inferiore

dove:

Q	= portata necessaria di aspirazione	m ³ /h
Vc	= velocità di cattura > 10 m/s (*)	m/s
Ø	= diametro del disco	mm
Perdita di carico	= $Pd_{fessura} + 0,25 \cdot Pd_{condotto}$ (dipende dalla forma della cappa)	Pa
Velocità nel condotto	= maggiore di 20 m/s	m/s

(*) Per legni duri usare come velocità di cattura almeno 12 m/s.

ImpresaSicura



LEVIGATRICE A TAMBURO AD ASSE ORIZZONTALE

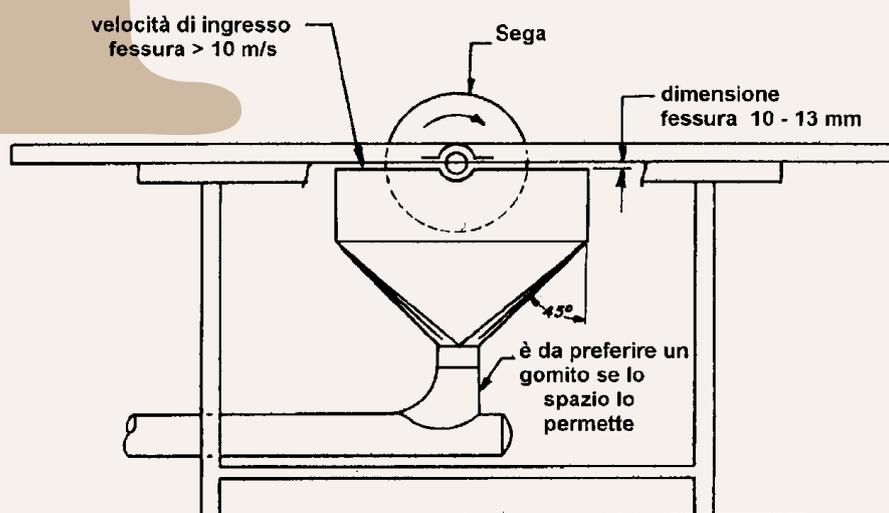
S = Superficie del tamburo in m ²	Legni teneri Q = Portata in m ³ /h	Legni duri Q = Portata in m ³ /h
fino a 0,0645	610	720
da 0,0645 a 0,1290	690	810
da 0,1290 a 0,1935	860	1010
da 0,1935 a 0,2580	1040	1220
da 0,2580 a 0,3560	1230	1450
da 0,3560 a 0,4535	1470	1720
da 0,4535 a 0,6785	1740	2040
da 0,6785 a 0,9030	2000	2350
da 0,9030 a 1,2260	2250	2640
da 1,2260 a 1,5500	2380	2790

dove:

Q	= portata necessaria di aspirazione	m ³ /h
V_c	= velocità di cattura > 10 m/s (*)	m/s
S	= superficie del tamburo	m ²
Perdita di carico	= $1,78 \cdot Pd_{fessura} + 0,25 \cdot Pd_{condotto}$ (dipende dalla forma della cappa)	Pa
Velocità nel condotto	= maggiore di 20 m/s	m/s

(*) Per legni duri usare come velocità di cattura almeno 12 m/s.

ImpresaSicura



SEGA CIRCOLARE A BANCO

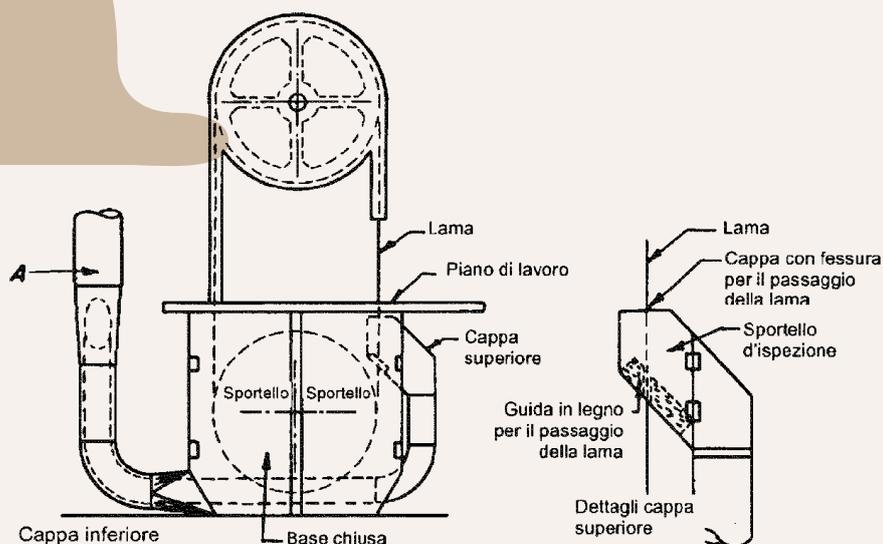
\emptyset = Diametro della sega in mm	Legni teneri Q = Portata in m ³ /h	Legni duri Q = Portata in m ³ /h
fino a 200	610	720
da 200 a 400	650	760
da 400 a 500	720	850
da 500 a 600	800	940
da 600 a 700	890	1050
> di 700	940	1100

dove:

Q	= portata necessaria di aspirazione	m ³ /h
Vc	= velocità di cattura > 10 m/s (*)	m/s
\emptyset	= diametro della sega	mm
Perdita di carico	= $Pd_{fessura} + 0,25 \cdot Pd_{condotto}$ (dipende dalla forma della cappa)	Pa
Velocità nel condotto	= maggiore di 20 m/s	m/s

(*) Per legni duri usare come velocità di cattura almeno 12 m/s.

Impresa Sicura



SEGA A NASTRO

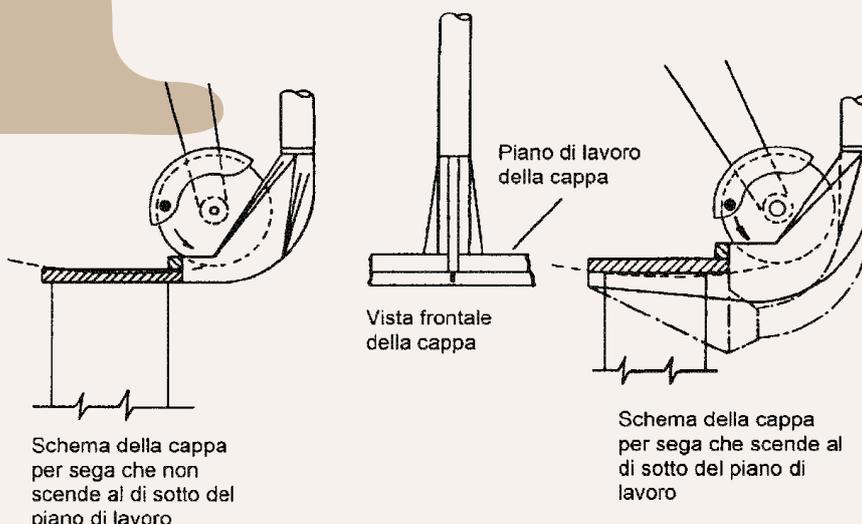
L = Larghezza della lama in mm	Legni teneri Q = Portata in m ³ /h			Legni duri Q = Portata in m ³ /h		
	cappa inferiore	cappa superiore	totale	cappa inferiore	cappa superiore	totale
fino a 25	610	610	1220	720	720	1440
da 25 a 50	610	690	1300	720	810	1530
da 50 a 62,5	610	860	1470	720	1010	1730
da 62,5 a 75	690	1040	1730	810	1230	2040
da 75 a 87,5	860	1260	2120	1010	1480	2490
da 87,5 a 100	940	1490	2430	1100	1760	2860
da 100 a 125	940	1750	2690	1100	2050	3150
da 125 a 150	940	2000	2940	1100	2350	3450
da 150 a 175	940	2250	3190	1100	2640	3740
da 175 a 200	940	2380	3320	1100	2790	3890

dove:

Q	= portata necessaria di aspirazione	m ³ /h
V_c	= velocità di cattura > 10 m/s (*)	m/s
L_{lama}	= larghezza della lama	mm
Perdita di carico	= $1,75 \cdot Pd_{\text{condotto ascendente}}$ (punto A) (dipende dalla forma della cappa)	Pa
Velocità nel condotto	= maggiore di 20 m/s	m/s

(*) Per legni duri usare come velocità di cattura almeno 12 m/s.

ImpresaSicura



SEGA CIRCOLARE A BILANCIERE

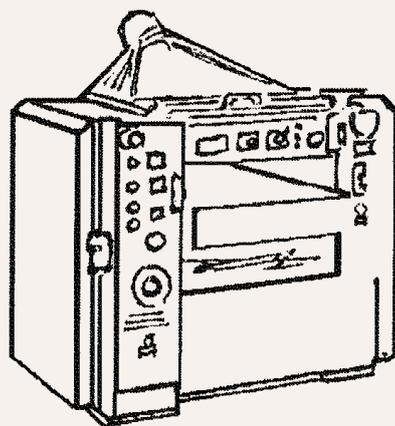
\emptyset = Diametro della sega in mm	Legni teneri Q = Portata in m ³ /h	Legni duri Q = Portata in m ³ /h
fino a 250	610	720
da 250 a 500	650	760
da 500 a 600	720	850
> di 600	760	890

dove:

Q	= portata necessaria di aspirazione	m ³ /h
Vc	= velocità di cattura > 10 m/s (*)	m/s
\emptyset	= diametro della lama	mm
Perdita di carico	= $1,78 \cdot Pd_{fessura} + 0,25 \cdot Pd_{condotto}$	Pa
Velocità nel condotto	= maggiore di 20 m/s	m/s

(*) Per legni duri usare come velocità di cattura almeno 12 m/s.

ImpresaSicura



PIALLA A SPESSORE

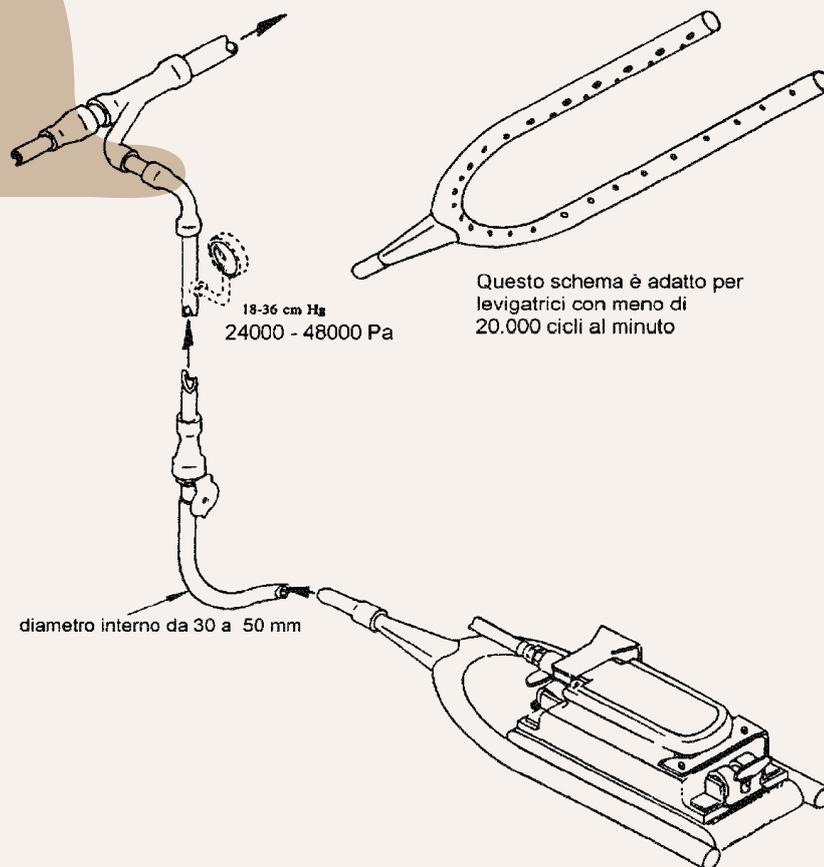
L = Larghezza del coltello in mm	Legni teneri Q = Portata in m ³ /h			Legni duri Q = Portata in m ³ /h		
	cappa inferiore	cappa superiore	totale	cappa inferiore	cappa superiore	totale
fino a 250	940	1330	2270	1100	1570	2670
da 250 a 500	1040	1470	2510	1220	1720	2940
da 500 a 575	1230	1740	2970	1450	2040	3490
da 575 a 650	1470	2000	3470	1720	2350	4070
da 650 a 725	1740	2250	3990	2040	2640	4680
da 725 a 800	2000	2550	4550	2350	2990	5340
da 800 a 875	2250	2890	5140	2640	3400	6040
da 875 a 950	2380	3230	5610	2790	3800	6590
da 950 a 1050	2380	3570	5950	2790	4200	6990
>1050	2380	3740	6120	2970	4400	7190

dove:

Q	= portata necessaria in aspirazione	m ³ /h
Vc	= velocità di cattura > 10 m/s (*)	m/s
L_{colt.}	= larghezza del coltello	mm
Perdita di carico	= $1,78 \cdot Pd_{fessura} + 0,40 \cdot Pd_{condotto}$	Pa
Velocità nel condotto	= maggiore di 20 m/s	m/s

(*) Per legni duri usare come velocità di cattura almeno 12 m/s.

ImpresaSicura



LEVIGATRICE ORBITALE

Calcolo della portata necessaria (*)

$$Q = (0,6 \div 1,0) \cdot \varnothing \quad \text{m}^3/\text{h}$$

dove:

Q = portata necessaria con sistema di aspirazione a bassa portata ed alta prevalenza e velocità m³/h

∅ = diametro interno del tubo flessibile (da 30 a 50 mm) mm

L = lunghezza del condotto (fino a 2,5 m): la lunghezza del tubo può aumentare fino a 15 m utilizzando diametri superiori

Vf = velocità nella fessura o fori ingresso (da 76 a 200m/s) m/s

Ps = pressione statica nel ramo (da 24.000 a 48.000 Pa) Pa

Perdita di carico = dipende fortemente dalla lunghezza del condotto Pa

(*) In caso di legni duri aumentare la portata Q del 20%.

5.5 MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI

5.5.1 Introduzione

La sintomatologia dolorosa della colonna lombosacrale è un problema di grande importanza con notevoli risvolti psico-sociali, economici e medico-legali. Il problema ha notevole rilievo in ambito occupazionale in quanto il "mal di schiena" (o *low back pain*) è una esperienza comune e ripetibile, spesso con modalità inaggravante, nella storia lavorativa dell'individuo.

In Italia il D. Lgs. 81/2008 all'art. 167 comma 2 lettera a), definisce la movimentazione manuale di carichi (mmc) come operazioni di trasporto o di sostegno di un carico ad opera di uno o più lavoratori, comprese le azioni del sollevare, deporre, spingere, tirare, portare, o spostare un carico, che, per le loro caratteristiche o in conseguenza delle condizioni ergonomiche sfavorevoli, comportano tra l'altro rischi da patologie da sovraccarico biomeccanico, in particolare dorso-lombari.

Si intuisce pertanto che in ogni luogo di lavoro possono esistere molte mansioni che comportano una movimentazione manuale di carichi.

5.5.2 Effetti sulla salute

La mmc può provocare affezioni cronico degenerative della colonna vertebrale definite anche *Low Back Pain* (LBP); sono malattie comuni nella popolazione generale tuttavia vengono designate come correlate al lavoro qualora ne venga accertata l'origine professionale.

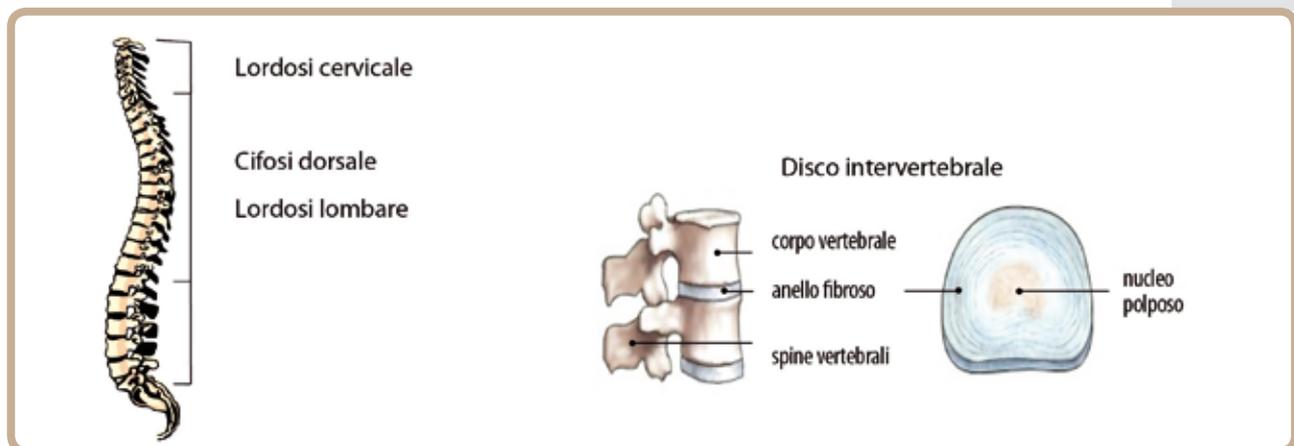
Le LBP sono al secondo posto tra i dieci problemi di salute più rilevanti nei luoghi di lavoro (NIOSH). Dati USA rilevano che:

- il *Low Back Pain* determina una media di 28,6 giorni di assenza per malattia ogni 100 lavoratori;
- è la principale causa di limitazione lavorativa nelle persone con meno di 45 anni di età;
- sono le affezioni croniche più diffuse.

Dati Italia dimostrano che:

- le sindromi artrosiche sono al secondo posto tra le cause di invalidità civile;
- sono la prima ragione di non idoneità o idoneità con prescrizione da parte dei medici competenti.

Il rachide è la struttura portante del corpo umano ed è costituito da ossa (vertebre) e dischi intervertebrali, muscoli e legamenti. Vista di lato, la colonna presenta tre curve: lordosi cervicale, cifosi dorsale, lordosi lombare.



Ogni struttura ha una funzione ben precisa:

- le strutture ossee hanno funzione di sostegno e guidano i movimenti,
- i dischi intervertebrali servono da cuscinetti ammortizzatori,
- i muscoli compiono i movimenti e mantengono la posizione,
- i legamenti tengono uniti vertebre e dischi intervertebrali.

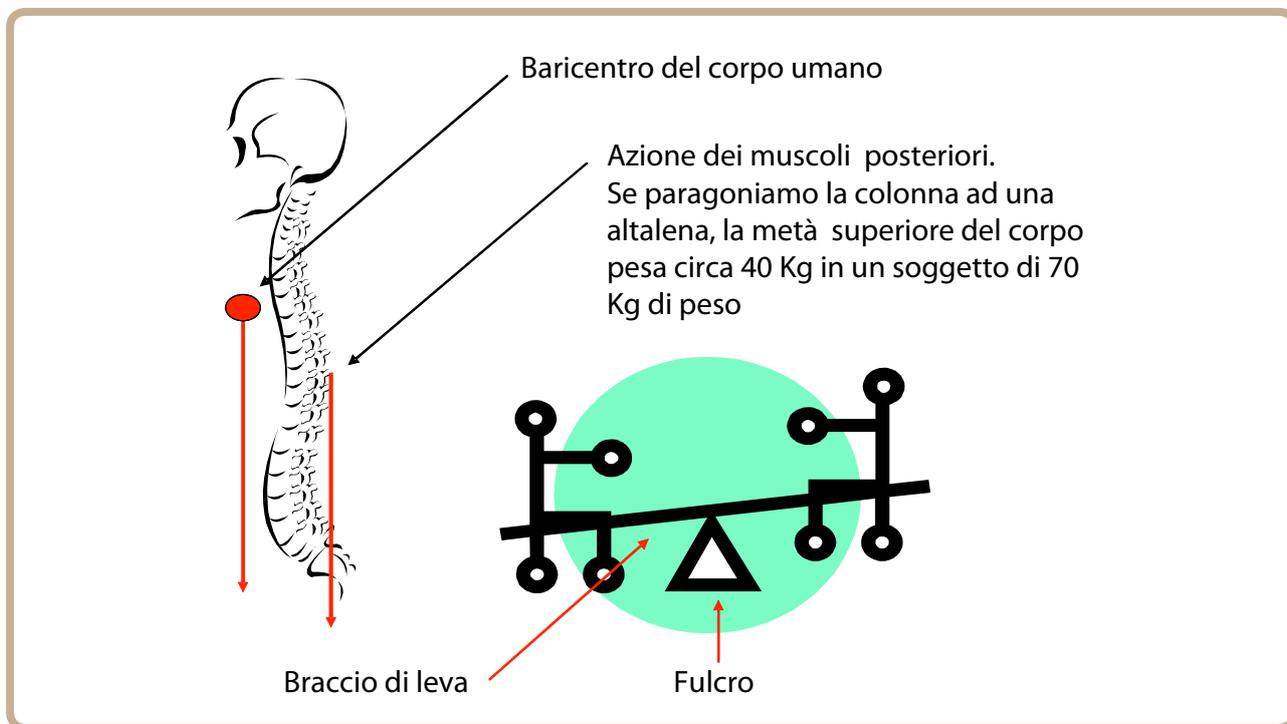
Le LBP sono spesso la conseguenza della degenerazione dei dischi della colonna vertebrale, dell'affaticamento muscolare o dell'infiammazione di strutture legamentose circostanti.

Il disco intervertebrale è la struttura più soggetta ad alterazioni in quanto deve sopportare carichi notevoli. Lo schema sottostante riassume alcuni livelli di carico sul disco tra la III e la IV vertebra lombare (L3-L4), di un soggetto di 70 kg di peso in diverse posture e condizioni di carico:

Supino	30 kg
Eretto	70 kg
Seduto eretto senza supporto	100 kg
Cammina	85 kg
Ruota	90 kg
Inclina il tronco	95 kg
Tossisce	100 kg
Piange	120 kg
Tronco flesso di 20°	120 kg
Tronco flesso di 20° con 10 Kg in mano	185 kg
Solleva 20 kg schiena diritta, ginocchia flesse	210 kg
Solleva 20 kg schiena flessa, ginocchia diritte	340 kg

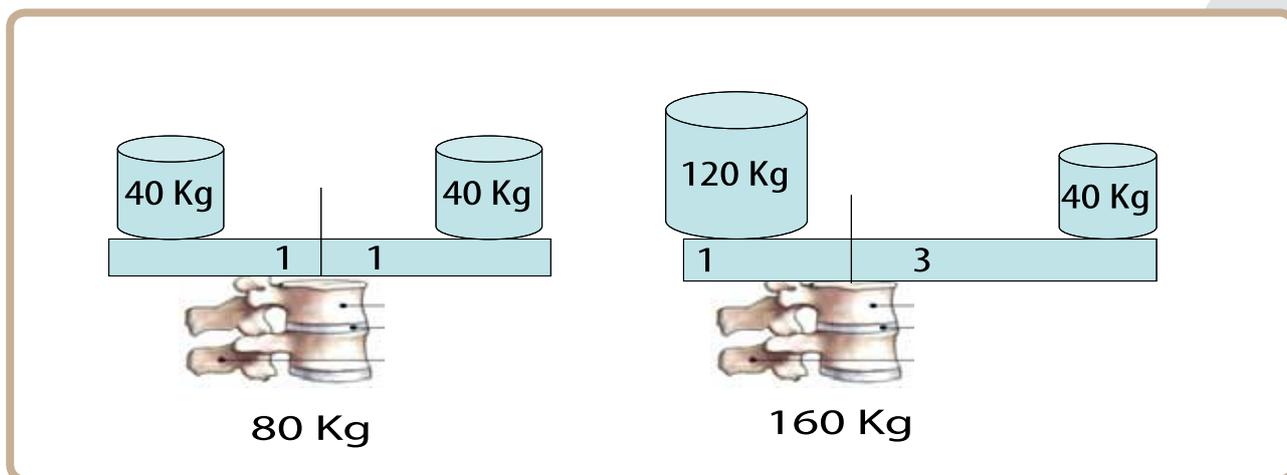
Con l'invecchiamento il disco perde la sua capacità ammortizzante, la schiena diventa più soggetta a disturbi: l'invecchiamento del disco viene inoltre accentuato sia da sforzi eccessivi che dalla vita sedentaria, dal sollevamento di pesi e dalla postura fissa.

Oltre che dal peso del carico, il disco risente notevolmente delle caratteristiche biomeccaniche della colonna: il baricentro del corpo è anteriore rispetto alla colonna e la caduta in avanti è impedita dall'azione dei muscoli posteriori che fungono da leva.



Se i bracci di leva hanno la stessa lunghezza, per bilanciare un peso di 40 kg occorre esercitare una forza analoga e sul fulcro appoggiano 80 kg.

Se invece i bracci di leva hanno lunghezza diversa, come accade per la colonna vertebrale, il fulcro dovrà sopportare un peso maggiore: ad esempio se la lunghezza del braccio di leva è tre volte maggiore, per bilanciare un peso di 40 kg occorre esercitare una forza di 120 kg e sul fulcro (cioè sul disco intervertebrale) appoggiano 160 kg.



Per bilanciare questo peso i muscoli posteriori devono esercitare una forza molto superiore perché il braccio di leva dei muscoli è di soli 5 cm. così, tanto maggiore è la distanza del peso sollevato dal corpo, maggiore sarà il carico che la colonna deve sopportare.

5.5.2.1 MALATTIE PIÙ COMUNI

Le alterazioni più comuni del rachide sono: l'artrosi, l'ernia del disco, la lombalgia acuta (colpo della strega).

Artrosi

Dolore locale causato dalla presenza di protuberanze ossee che si formano sul bordo della vertebra (becchi artrosici). Se questi comprimono un nervo, determinano la comparsa di formicolii e dolori nel territorio di innervazione di quel nervo.

Ernia del disco

Si produce quando la parte centrale del disco intervertebrale (nucleo polposi), attraversa l'anello fibroso che lo racchiude fuoriuscendo dal disco e provocando dolore alla schiena (lombalgia) e alla gamba (sciatica). **NB:** sia l'artrosi che l'ernia del disco possono essere considerate malattie professionali in quanto sono patologie cronico-degenerative nella cui eziologia l'attività lavorativa può avere un ruolo di concausa significativo.

Lombalgia acuta (o colpo della strega)

È caratterizzato da dolore acutissimo per una reazione immediata dei muscoli ed altre strutture della schiena, a gesti di movimentazione scorretti o sovraccaricanti. Compare nel giro di poche ore e va considerata come infortunio se la causa è lavorativa.

5.5.3 Normativa di riferimento

- D. Lgs. 81/2008
- L. 1204/71 (tutela delle lavoratrici madri).
- L. 977/67 modificata e integrata dal D. Lgs. 345/99 (tutela dei fanciulli e adolescenti).
- Norma ISO 11228 - 1 (*Ergonomic – Manual handling – Lifting and carrying*).
- Norma ISO 11228 - 2 (*Ergonomic – Manual handling – pushing and pulling*).
- Norma ISO 11228 - 3 (*Ergonomic – Manual handling: handling low loads at high frequencies*).
- Norma UNI EN 1005-2 (*Sicurezza del macchinario. Prestazione fisica umana: Movimentazione manuale di macchinari e di parti componenti il macchinario*).

Art. 167 del D. Lgs. 81/2008: campo di applicazione

Il titolo VI si applica a tutte le attività lavorative che comportano la movimentazione manuale di carichi; chiarisce cosa si intende per azioni od operazioni di movimentazione di carichi (sollevamento, spinta, traino, trasporto, ecc.) che "in condizioni ergonomiche sfavorevoli" comportano rischi da patologie da sovraccarico biomeccanico.

Art. 168 del D. Lgs. 81/2008: obblighi del Datore di Lavoro

Il datore di lavoro deve adottare tutte le misure necessarie (organizzative o tecniche), in particolare attrezzature meccaniche per evitare la necessità di una movimentazione dei carichi da parte dei lavoratori (comma 1). Qualora la movimentazione manuale non possa essere evitata, il datore di lavoro adotta le misure (organizzative, tecniche) per ridurre il rischio derivante dalla movimentazione manuale di carichi, in base all'allegati XXXIII (comma 2). Se non può essere evitata la necessità stessa della movimentazione manuale di un carico ad opera del lavoratore, il datore di lavoro provvede:

- ad organizzare i posti di lavoro in modo che detta movimentazione assicuri condizioni di sicurezza e salute;
- alla valutazione del rischio con individuazione di compiti che comportano mmc in base all'Allegato XXXIII;
- all'adozione di misure per evitare o ridurre i rischi derivanti dalla movimentazione stessa tenendo conto anche dei fattori individuali di rischio, delle caratteristiche dell'ambiente di lavoro e delle esigenze che l'attività lavorativa comporta sempre in base all'Allegato XXXIII;
- all'attivazione della sorveglianza sanitaria ai sensi dell'art. 41 del D. Lgs. 81/2008.

Art. 169 del D. Lgs. 81/2008: informazione e formazione

Il datore di lavoro fornisce ai lavoratori informazioni adeguate relativamente al peso e alle caratteristiche del carico movimentato (art. 169 comma 1 lettera a), assicura una corretta formazione sui rischi lavorativi e sulle modalità di una corretta esecuzione delle attività (art. 169 comma 1 lettera b).

Il datore di lavoro fornisce ai lavoratori l'addestramento adeguato in merito alle corrette manovre e procedure da adottare nella movimentazione manuale dei carichi (art. 169 comma 2).

Allegato XXXIII: elementi di riferimento

1. Caratteristiche del carico.
2. Sforzo fisico richiesto.
3. Caratteristiche dell'ambiente lavorativo.
4. Esigenze connesse all'attività.
5. Fattori individuali di rischio.

5.5.4 Metodi di valutazione del rischio da movimentazione manuale di carichi

I metodi di valutazione della movimentazione manuale dei carichi presentati possono risultare incompleti o inadeguati in alcuni contesti, specie laddove gli altri elementi di rischio considerati nell'Allegato XXXIII del D. Lgs. 81/2008 (e non compresi nei modelli proposti), fossero preminenti: in tali casi si dovrà ricorrere ad una analisi più approfondita condotta da personale qualificato.

Si fa inoltre notare che la valutazione e la gestione del rischio, specie per le situazioni più complesse, dovrà tener conto anche di ulteriori informazioni derivanti dall'analisi dei dati sanitari (es. registrazione delle lesioni da sforzo e delle lombalgie acute connesse con il lavoro), da standard e linee guida e dalla letteratura tecnico scientifica.

Le metodiche proposte, sono tra l'altro utili per delineare le specifiche strategie per l'eventuale riduzione del rischio: si tratterà infatti di agire su quei fattori ed elementi risultati maggiormente critici (e penalizzanti) in fase di valutazione e di ricorrere, secondo possibilità ed opportunità, ora a soluzioni strutturali (contenimento del peso, miglioramento delle zone e percorsi in cui avviene la movimentazione, dotazione di ausili) ora a soluzioni organizzative (azioni svolte da più operatori, diminuzione della frequenza di azione, rotazione tra più lavoratori).

Vi è, sotto questo profilo, la piena consapevolezza che quando si passerà dalla valutazione del rischio alla ricerca delle soluzioni, quest'ultima si presenterà più o meno facile nei diversi settori di lavoro. Vi sono infatti situazioni lavorative in cui l'adozione di soluzioni realmente adeguate può risultare problematica per un molteplicità di diversi elementi contrastanti (peso indivisibile, problemi strutturali, contesto economico e sociale). In tali situazioni si tratterà di adottare tutte le misure di prevenzione disponibili (interventi struttu-

rali, organizzativi, formativi, di sorveglianza sanitaria) nella consapevolezza che è possibile il contenimento e controllo del rischio ma è difficile la sua riduzione a livelli minimi.

I metodi di valutazione proposti, che sono ben descritti nelle Linee Guida per l'applicazione del ex-D. Lgs. 626/94 a cura del Coordinamento delle Regioni e Province Autonome, sono:

- **metodo NIOSH** per la valutazione delle azioni di sollevamento di carichi con due mani, in posizione eretta. Permette di calcolare il peso limite raccomandato che viene poi rapportato con il peso effettivamente movimentato ottenendo l'indice di rischio.
- **metodo Snook e Ciriello** per la valutazione delle azioni di trasporto, traino e spinta. Permette di definire il massimo sforzo raccomandabile in relazione a sesso, frequenza di azione, percorso e altezza delle mani da terra.

5.5.4.1 IL METODO NIOSH

Tabella: Modello raccomandato per il calcolo del limite di peso raccomandato (NIOSH 1993).

Kg 23		Peso massimo raccomandato in condizioni ottimali di sollevamento
	X	
Fattore altezza		Altezza da terra delle mani all'inizio del sollevamento
	X	
Fattore dislocazione		Distanza verticale del peso tra inizio e fine del sollevamento
	X	
Fattore orizzontale		Distanza massima del peso dal corpo durante il sollevamento
	X	
Fattore frequenza		Frequenza del sollevamento in atti al minuto (= 0 se > 12 volte/min.)
	X	
Fattore asimmetria		Dislocazione angolare del peso rispetto al piano sagittale del soggetto
	X	
Fattore presa		Giudizio sulla presa del carico
		= peso raccomandato (PR)

Il NIOSH, nella sua proposta parte da un peso ideale di 23 kg valido per entrambi i sessi, valore che ovviamente risulta meno cautelativo per il sesso femminile (70%-80%).

Adottando la procedura suggerita dalla Norma ISO 11228-1 e riassunta nella Tabella 1, è possibile diversificare i pesi di riferimento e, di conseguenza, salvaguardare allo stesso modo la stessa proporzione di popolazione sia essa composta da maschi e femmine adulte, da adolescenti o da anziani. Stabiliti i pesi ideali, ponendo ora l'attenzione ai fattori demoltiplicativi previsti, essi possono assumere valori compresi tra 0 ed 1. Quando l'elemento di rischio potenziale corrisponde ad una condizione ottimale, il relativo fattore assume il valore di 1 e pertanto non porta ad alcun decremento del peso ideale iniziale.

Quando l'elemento di rischio è presente, discostandosi dalla condizione ottimale, il relativo fattore assume un valore inferiore a 1; esso risulta tanto più piccolo quanto maggiore è l'allontanamento dalla relativa condizione ottimale: in tal caso il peso iniziale ideale diminuisce di conseguenza.

In taluni casi l'elemento di rischio è considerato estremo: il relativo fattore viene posto uguale a 0 significando che si è in una condizione di inadeguatezza assoluta per via di quello specifico elemento di rischio.

Tabella: Costanti di peso e percentuali di accettabilità nella popolazione generale e lavorativa – ISO 11228-1

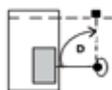
Campo di applicazione	Massimo Peso in kg	Percentuale di Accettabilità (%)			Gruppi di popolazione	
		F e M	F	M		
Uso domestico	5	Dati non disponibili			Ragazzi e anziani	Popolazione Totale
	10	99	99	99	Popolazione domestica generale	
Uso professionale	15	95	90	99	Popolazione lavorativa generale inclusi giovani e anziani	Popolazione lavorativa generale
	20					
	23					
	25	85	70	95	Popolazione lavorativa adulta	
	30	Dati non disponibili			Popolazione lavorativa specializzata	Popolazione lavorativa specializzata in particolari circostanze
	35					
	40					

dove M - maschio e F - femmina

Ne deriva lo schema di calcolo che può essere usato comodamente come scheda di valutazione del rischio connesso ad azioni di sollevamento.

CALCOLO DEL PESO LIMITE RACCOMANDATO

AZIENDA REPARTO POSTAZIONE LAVORAZIONE		DATA DI COMPILAZIONE COMPILATORE	
---	--	---	--

COSTANTE DI PESO (kg.)    	Uomini 25	Donne 20		
	<18 e >45 ANNI		20	15

ALTEZZA DA TERRA DELLE MANI ALL'INIZIO DEL SOLLEVAMENTO		
ALTEZZA (cm)	0 25 50 75 100 125 150 >175	VM <input type="text" value="1"/>
FATTORE	0,77 0,85 0,93 1,00 0,93 0,85 0,78 0,00	

DISTANZA VERTICALE DI SPOSTAMENTO DEL PESO FRA INIZIO E FINE DEL SOLLEVAMENTO		
DISLOCAZIONE (cm)	25 30 40 50 70 100 170 >175	DM <input type="text" value="1"/>
FATTORE	1,00 0,97 0,93 0,91 0,88 0,87 0,86 0,00	

DISTANZA ORIZZONTALE TRA LE MANI E IL PUNTO DI MEZZO DELLE CAVIGLIE DISTANZA DEL PESO DEL CORPO (DISTANZA MAX DURANTE IL SOLLEVAMENTO)		
DISTANZA (cm)	25 30 40 50 55 60 >63	HM <input type="text" value="1"/>
FATTORE	1,00 0,83 0,83 0,50 0,45 0,42 0,00	

DISLOCAZIONE ANGOLARE DEL PESO (IN GRADI)		
Dislocazione angolare	0 30° 60° 90° 120° 135° >135°	AM <input type="text" value="1"/>
FATTORE	1,00 0,90 0,81 0,71 0,52 0,57 0,00	

GIUDIZIO SULLA PRESA DI CARICO		
GIUDIZIO	BUONO SCARSO	CM <input type="text" value="1"/>
FATTORE	1,00 0,90	

FREQUENZA DEI GESTI (numero atti al minuto) IN RELAZIONE A DURATA			
FREQUENZA AZIONI/MIN.	DURATA DEL LAVORO (CONTINUO)		
	≤ 8 ORE (LUNGA)	≤ 2 ORE (MEDIA)	≤ 1 ORA (BREVE)
<0,2	1,00	1,00	1,00
0,2	0,85	0,95	1,00
0,5	0,81	0,92	0,97
1	0,75	0,88	0,94
2	0,65	0,84	0,91
3	0,55	0,79	0,88
4	0,45	0,72	0,84
5	0,35	0,60	0,80
6	0,27	0,50	0,75
7	0,22	0,42	0,70
8	0,18	0,35	0,60
9	0,00	0,30	0,52
10	0,00	0,26	0,45
11	0,00	0,00	0,41
12	0,00	0,00	0,37
13	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00
>15	0,00	0,00	0,00

MULTIPLICATORI PER AREE INF A 75 CM

	NO SI	
G	1,00 0,60	<input type="text" value="1"/>
	NO SI	
H	1,00 0,85	<input type="text" value="1"/>

	PESO LIMITE RACCOMANDATO	<input type="text" value="0"/>
KG. DI PESO EFFETTIVAMENTE SOLLEVATO		Kg.

	INDICE DI SOLLEVAMENTO
PESO SOLLEVATO	<input type="text" value="0"/>
PESO RACCOMANDATO	<input type="text" value="0"/>

In tale schema per ciascun elemento di rischio fondamentale sono forniti dei valori quantitativi e qualitativi (nel solo caso del giudizio sulla presa) che l'elemento può assumere ed in corrispondenza viene fornito il

relativo fattore demoltiplicativo del valore di peso iniziale.

Applicando la procedura a tutti gli elementi considerati si può pervenire a determinare il limite di peso raccomandato nel contesto esaminato.

Il passo successivo consiste nel calcolare il rapporto tra peso effettivamente sollevato (numeratore) e peso limite raccomandato (denominatore) per ottenere un indicatore sintetico del rischio. Tale indicatore di rischio è minimo per valori tendenziali inferiori a 1; è al contrario presente per valori tendenziali superiori ad 1; tanto è più alto il valore dell'indice tanto maggiore è il rischio. Va comunque precisato che la procedura di calcolo del limite di peso raccomandato è applicabile quando ricorrono le seguenti condizioni:

- sollevamento di carichi svolto in posizione in piedi (non seduta o inginocchiata) in spazi non ristretti;
- adeguata frizione tra piedi (suola) e pavimento (coeff. di frizione statica > 0,4);
- gesti di sollevamento eseguiti in modo non brusco;
- carico non estremamente freddo, caldo, contaminato o con il contenuto instabile;
- condizioni microclimatiche favorevoli.

1) Calcolo del peso limite raccomandato

Il peso limite raccomandato risulta essere in funzione sia dell'età che del sesso del lavoratore ed è possibile far riferimento ai valori riportati nella Tabella 2.

Tabella 2 - Elementi per il calcolo analitico del peso limite raccomandato

Costante di peso (CP) =		
ETÀ	MASCHI	FEMMINE
> 18 anni	25	20
< 18 e > 45	20	15

2) Fattore Verticale (A)

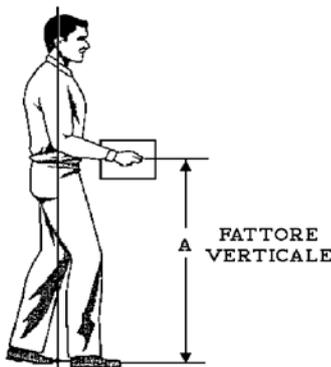


Figura 1

Il Fattore Verticale (A), Figura 1, viene determinato con la seguente relazione :

$$\text{Fattore Verticale (A)} = 1 - (0,003 | V - 75 |)$$

dove V indica l'altezza da terra delle mani del lavoratore, espressa in cm, misurata sulla verticale che va dal piano di appoggio dei piedi al centro del punto di presa del carico da parte del lavoratore stesso.

Il valore di V deve essere misurato sia all'inizio che alla fine della movimentazione da parte del lavoratore, e nel calcolo si deve considerare la condizione più gravosa.

La posizione ottimale si realizza quando V è pari a 75 cm e ciò corrisponde ad un Fattore Verticale (A) pari a 1.

3) Fattore Dislocazione Verticale (B)

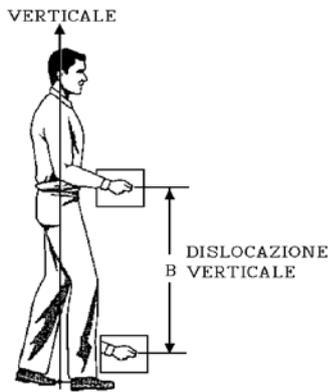


Figura 2

Il Fattore Dislocazione Verticale (B), Figura 2, viene così calcolato:

$$\text{Fattore Dislocazione Verticale (B)} = 0,82 + (4,5 / X)$$

dove X indica lo spostamento, misurato sulla verticale ed espresso in cm, delle mani del lavoratore durante l'operazione di movimentazione del carico.

Si dovrà valutare la posizione della mani sia all'inizio che alla fine della movimentazione e determinare la differenza X, in valore assoluto, al fine di ottenere l'effettiva entità della movimentazione lungo l'asse verticale.

Per movimentazioni di carichi con dislocazioni verticali < 25 cm si ottiene un Fattore B pari ad 1.

4) Fattore Orizzontale (C)

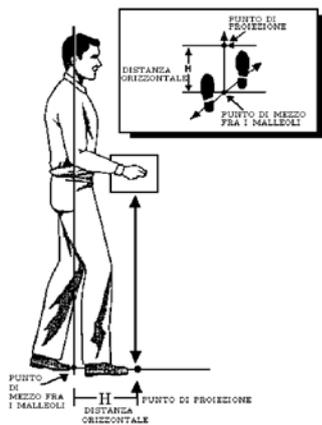


Figura 3

Il Fattore Orizzontale (C), Figura 3, viene calcolato come :

$$\text{Fattore Orizzontale (C)} = 25/H$$

dove H rappresenta la distanza lungo l'asse orizzontale, espressa in cm, tra il corpo del lavoratore (punto individuato sulla retta di congiunzione dei malleoli interni del lavoratore stesso) e la proiezione a terra del punto mediano di presa delle mani dell'operatore sul carico all'inizio della movimentazione.

La posizione ottimale si ottiene per distanze minori o pari a 25 cm, a cui corrisponde un valore di C=1, mentre se la distanza orizzontale è superiore ai 63 cm il relativo fattore assume come valore 0.

5) Fattore di Asimmetria (D)

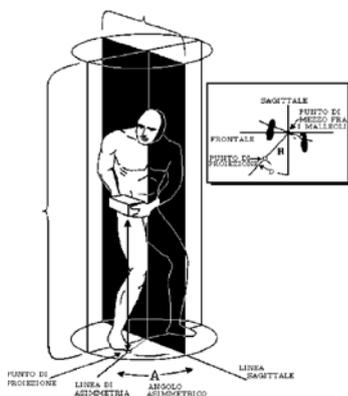


Figura 4

Il Fattore di Asimmetria (D) viene determinato attraverso la seguente relazione :

$$\text{Fattore di Asimmetria (D)} = 1 - (0,0032 \times Y)$$

dove Y rappresenta l'angolo (detto angolo di asimmetria), espresso in gradi, tra la linea di asimmetria e la linea sagittale dove :

- la linea di asimmetria è la linea che congiunge la proiezione a terra del punto di mezzo delle caviglie, con la proiezione a terra del punto di mezzo delle mani dell'operatore all'inizio del movimento;
- la linea sagittale è l'intersezione con il piano orizzontale al suolo e con il piano sagittale (ovvero il piano verticale che divide idealmente il corpo umano in due parti uguali).

6) Fattore di Presa (E)

Il Fattore di Presa (E) viene determinato in base sia alla dimensioni e alla forma dell'oggetto da movimentare che dagli eventuali ausili di presa presenti sull'oggetto stesso.

Una presa facile e comoda dell'oggetto rende più agevole la movimentazione del carico stesso.

I Fattori di Presa (E) vengono suddivisi in due classi :

- presa BUONA ==> Fattore di Presa (E) = 1,00
- presa SCARSA ==> Fattore di Presa (E) = 0,90

7) Fattore di Frequenza (F)

Il fattore di Frequenza (F) è collegato a due parametri : il numero di azioni al minuto effettuate dal lavoratore per movimentare il carico (frequenza) e la durata complessiva del lavoro.

A seconda della combinazione di queste condizioni è possibile assegnare un valore di Fattore di Frequenza (F) così come riportato nella Tabella 3.

Tabella 3 - Fattore frequenza in funzione di n. azioni, durata del lavoro (F)

FREQUENZA AZIONI / MIN.	DURATA DEL LAVORO (CONTINUO)		
	< 8 ORE	< 2 ORE	< 1 ORA
0,2	0,85	0,95	1,00
0,5	0,81	0,92	0,97
1	0,75	0,88	0,94
2	0,65	0,84	0,91
3	0,55	0,79	0,88
4	0,45	0,72	0,84
5	0,35	0,60	0,80
6	0,27	0,50	0,75
7	0,22	0,42	0,70
8	0,18	0,35	0,60
9	0,15	0,30	0,52
10	0,13	0,26	0,45
11	0,00	0,23	0,41
12	0,00	0,21	0,37
13	0,00	0,00	0,34
14	0,00	0,00	0,31
15	0,00	0,00	0,28
>15	0,00	0,00	0,00

Laddove il lavoro di un gruppo di addetti dovesse prevedere lo svolgimento di più compiti diversificati di sollevamento si dovranno seguire, per la valutazione del rischio, procedure di analisi più articolate, in particolare:

- a) per ciascuno dei compiti potranno essere preliminarmente calcolati gli indici di sollevamento indipendenti dalla frequenza/durata, tenendo conto di tutti i fattori di Figura 4 o della Tabella 1, ad eccezione del fattore frequenza;
- b) partendo dai risultati del punto a), si può procedere a stimare un'indice di sollevamento composto tenendo conto delle frequenze e durata del complesso dei compiti di sollevamento nonché della loro effettiva combinazione e sequenza nel turno di lavoro.

In ogni caso l'indice di sollevamento (composto) attribuito agli addetti che svolgono compiti multipli di sollevamento sarà almeno pari (e spesso maggiore) di quello derivante dalla valutazione del singolo compito più sovraccaricante (considerato con la sua specifica frequenza/durata).

Peraltro la proposta è suscettibile di ulteriori adattamenti con riferimento a sottoinsiemi particolari della popolazione (anziani, minori, portatori di patologie, ecc.) attraverso la scelta di valori di peso iniziale (o "ideale") specifici per tali gruppi. All'equazione originaria del NIOSH sono stati aggiunti altri elementi la cui considerazione può risultare importante in determinati contesti applicativi. Agli stessi corrisponde un ulteriore fattore di demoltiplicazione al fine di migliorare la capacità di analisi in alcuni contesti quali:

- sollevamenti eseguiti con un solo arto: applicare un fattore = 0,6;
- sollevamenti eseguiti da 2 persone: applicare un fattore = 0,85 (considerare il peso effettivamente sollevato diviso 2).

Per sollevamenti svolti in posizione assisa e sul banco di lavoro sarebbe bene non superare il valore di 5 kg per frequenze di 1 v. ogni 5 minuti (diminuire il peso per frequenze superiori).

Indicatori di rischio

Lo schema di calcolo proposto a pag. 334 "Calcolo del peso limite raccomandato" permette di ottenere indicatori sintetici di rischio derivanti dal rapporto tra il peso effettivamente movimentato e il peso raccomandato per quell'azione.

In particolare valgono i seguenti orientamenti secondo le fasce di rischio verde, giallo, rosso:

Indice di rischio < 0,85

Situazione accettabile, non è richiesto alcun intervento.

Indice di rischio compreso tra 0,86 e 1

Sono consigliate le seguenti azioni: formazione dei lavoratori, sorveglianza sanitaria a discrezione del Medico Competente, e dove possibile, interventi strutturali ed organizzativi atti a ridurre il rischio fino a farlo rientrare in area verde.

Indice sintetico > 1

La situazione può comportare un rischio di sovraccarico biomeccanico del rachide per quote crescenti di popolazione e richiede pertanto un intervento di prevenzione primaria. È necessario un intervento immediato di prevenzione, un programma di interventi con individuazione delle priorità di rischio e l'attivazione della sorveglianza sanitaria.

5.5.4.2 METODO SNOOK E CIRIELLO: VALUTAZIONI DI AZIONI DI TRASPORTO IN PIANO DI CARICHI, DI TRAINO E SPINTA (CON L'INTERO CORPO)

Non esiste per tali generi di azioni un modello valutativo collaudato come è quello del NIOSH per le azioni di sollevamento. Possono risultare comunque utili i risultati di una larga serie di studi di tipo psicofisico elaborati da SNOOK e CIRIELLO (1991).

Essi forniscono per ciascun tipo di azione, per sesso - per diversi percentili di "protezione" della popolazione sana - nonché per varianti interne al tipo di azione (frequenza, altezza da terra, metri di trasporto, ecc.), i valori limite di riferimento del peso (azioni di trasporto) o della forza esercitata (in azioni di tirare o spingere, volte con l'intero corpo) nella fase iniziale e di mantenimento dell'azione.

Nelle tabelle 4-5-6 sono riportati i relativi valori rispettivamente per azioni di spinta, di tiro e di trasporto in piano; sono stati selezionati unicamente i valori che tendono a proteggere il 90% delle rispettive popolazioni adulte sane, distinti per sesso.

L'uso dei dati riportati nelle tabelle a fini di valutazione è semplice: si tratta di individuare la situazione che meglio rispecchia quella lavorativa in esame, decidere se si tratta di proteggere una popolazione solo maschile o anche femminile, estrapolare il valore raccomandato (di peso o di forza) e confrontarlo con il peso o la forza effettivamente azionati ponendo quest'ultima al numeratore e il valore raccomandato al denominatore.

Si ottiene così un indicatore di rischio del tutto analogo a quello ricavato con la procedura NIOSH per le azioni di sollevamento. La quantificazione delle forze effettivamente applicate richiede il ricorso ad appositi dinamometri da applicare alle reali condizioni operative sul punto di azionamento dei carrelli manuali.

Tabella 4 - Azioni di spinta: massime forze (iniziali e di mantenimento in kg) raccomandate per la popolazione lavorativa adulta sana, in funzione di: sesso, distanza di spostamento, frequenza di azione, altezza delle mani da terra

FI=forza iniziale

FM=forza di mantenimento

Tabella 4: maschi, distanza 2 - 7,5 - 15 metri

Distanza	2 metri								7,5 metri								15 metri							
	6s	12s	1m	2m	5m	30m	8h	15s	22s	1m	2m	5m	30m	8h	25s	35s	1m	2m	5m	30m	8h			
Azione ogni																								
Maschi																								
Altezza mani da terra																								
145 cm FI	20	22	25	25	26	26	31	14	16	21	21	22	22	26	16	18	19	19	20	21	25			
FM	10	13	15	16	18	18	22	8	9	13	13	15	16	18	8	9	11	12	13	14	16			
95 cm FI	21	24	26	26	28	28	34	16	18	23	23	25	25	30	18	21	22	22	23	24	28			
FM	10	13	16	17	19	19	23	8	10	13	13	15	15	18	8	10	11	12	13	13	16			
65 cm FI	19	22	24	24	25	26	31	13	14	20	20	21	21	26	15	17	19	19	20	20	24			
FM	10	13	16	16	18	19	23	8	10	12	13	14	15	18	8	10	11	11	12	13	15			

Tabella 4: maschi, distanza 30 - 45 - 60 metri

Distanza	30 metri					45 metri					60 metri			
	1m	2m	5m	30m	8h	1m	2m	5m	30m	8h	2m	5m	30m	8h
Maschi Altezza mani da terra														
145 cm FI	15	16	19	19	24	13	14	16	16	20	12	14	14	18
FM	8	10	12	13	16	7	8	10	11	13				
95 cm FI	17	19	22	22	27	14	16	19	19	23	14	16	16	20
FM	8	10	12	13	16	7	8	9	11	13				
65 cm FI	14	16	19	19	23	12	14	16	16	20	12	14	14	17
FM	8	9	11	13	15	7	8	9	11	13				

Tabella 4: femmine, distanza 2 - 7,5 - 15 metri

Distanza	2 metri								7,5 metri								15 metri							
	6s	12s	1m	2m	5m	30m	8h	15s	22s	1m	2m	5m	30m	8h	25s	35s	1m	2m	5m	30m	8h			
Femmine Altezza mani da terra																								
135 cm FI	14	15	17	18	20	21	22	15	16	16	16	18	19	20	12	14	14	14	15	16	17			
FM	6	8	10	10	11	12	14	6	7	7	7	8	9	11	5	6	6	6	7	7	9			
90 cm FI	14	15	17	18	20	21	22	14	15	16	17	19	19	21	11	13	14	14	16	16	17			
FM	6	7	9	9	10	11	13	6	7	8	8	9	9	11	5	6	6	7	7	8	10			
60 cm FI	11	12	14	14	16	17	18	11	12	14	14	16	16	17	9	11	12	12	13	14	15			
FM	5	6	8	8	9	9	12	6	7	7	7	8	9	11	5	6	6	6	7	7	9			

Tabella 4: femmine, distanza 30 - 45 - 60 metri

Distanza	30 metri					45 metri					60 metri			
	1m	2m	5m	30m	8h	1m	2m	5m	30m	8h	2m	5m	30m	8h
Femmine Altezza mani da terra														
135 cm FI	12	13	14	15	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15
FM	6	7	7	8	10	6	6	7	7	9	5	5	5	7
90 cm FI	13	14	15	16	18	13	14	15	16	18	12	13	14	16
FM	6	7	7	7	10	5	6	6	7	9	5	5	5	7
60 cm FI	13	14	15	17	19	13	14	15	17	19	13	14	15	17
FM	6	6	6	7	9	5	6	6	6	8	4	5	5	6

Tabella 5 - Azioni di tiro: massime forze (iniziali e di mantenimento in kg) raccomandate per la popolazione lavorativa adulta sana, in funzione di: sesso, distanza di spostamento, frequenza di azione, altezza delle mani da terra

FI=forza iniziale

FM=forza di mantenimento

Tabella 5: maschi, distanza 2 - 7,5 - 15 metri

Distanza	2 metri							7,5 metri							15 metri						
	6s	12s	1m	2m	5m	30m	8h	15s	22s	1m	2m	5m	30m	8h	25s	35s	1m	2m	5m	30m	8h
Maschi																					
Altezza mani da terra																					
145 cm FI	14	16	18	18	19	19	23	11	13	16	16	17	18	21	13	15	15	15	16	17	20
FM	8	10	12	13	15	15	18	6	8	10	11	12	12	15	7	8	9	9	10	11	13
95 cm FI	19	22	25	25	27	27	32	15	18	23	23	24	24	29	18	20	21	21	23	23	28
FM	10	13	16	17	19	20	24	8	10	13	14	16	16	19	9	10	12	12	14	14	17
65 cm FI	22	25	28	28	30	30	36	18	20	26	26	27	28	33	20	23	24	24	26	26	11
FM	11	14	17	18	20	21	25	9	11	14	15	17	17	20	9	11	12	13	15	15	18

Tabella 5: maschi, distanza 30 - 45 - 60 metri

Distanza	30 metri					45 metri					60 metri			
	1m	2m	5m	30m	8h	1m	2m	5m	30m	8h	2m	5m	30m	8h
Maschi														
Altezza mani da terra														
145 cm FI	12	13	15	15	19	10	11	13	13	16	10	11	11	14
FM	7	8	9	11	13	6	7	8	9	10	6	6	7	9
95 cm FI	16	18	21	21	26	14	16	18	18	23	13	16	16	19
FM	9	10	12	14	17	7	9	10	12	14	7	9	10	12
65 cm FI	18	21	24	24	30	16	18	21	21	26	15	18	18	22
FM	9	11	13	15	18	8	9	11	12	15	8	9	10	12

Tabella 5: femmine, distanza 2 - 7,5 - 15 metri

Distanza	2 metri								7,5 metri								15 metri							
	6s	12s	1m	2m	5m	30m	8h	15s	22s	1m	2m	5m	30m	8h	25s	35s	1m	2m	5m	30m	8h			
Femmine Altezza mani da terra																								
135 cm FI	13	16	17	18	20	21	22	13	14	16	16	18	19	20	10	12	13	14	15	16	17			
FM	6	9	10	10	11	12	15	7	8	9	9	10	11	13	6	7	7	8	8	9	11			
90 cm FI	14	16	18	19	21	22	23	14	15	16	17	19	20	21	10	12	14	14	16	17	18			
FM	6	9	10	10	11	12	14	7	8	9	9	10	10	13	5	6	7	7	8	9	11			
60 cm FI	15	17	19	20	22	23	24	15	16	17	18	20	21	22	11	13	15	15	17	18	19			
FM	5	8	9	9	10	11	13	6	7	8	8	9	10	12	5	6	7	7	7	8	10			

Tabella 5: femmine, distanza 30 - 45 - 60 metri

Distanza	30 metri					45 metri					60 metri			
	1m	2m	5m	30m	8h	1m	2m	5m	30m	8h	2m	5m	30m	8h
Femmine Altezza mani da terra														
135 cm FI	12	13	14	15	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15
FM	6	7	7	8	10	6	6	7	7	9	5	5	5	7
90 cm FI	13	14	15	16	18	13	14	15	16	18	12	13	14	16
FM	6	7	7	7	10	5	6	6	7	9	5	5	5	7
60 cm FI	13	14	15	17	19	13	14	15	17	19	13	14	15	17
FM	6	6	6	7	9	5	6	6	6	8	4	5	5	6

Tabella 6 - Azioni di trasporto in piano: massimo peso raccomandato (in kg) per la popolazione lavorativa adulta sana in funzione di: sesso, distanza di percorso, frequenza di trasporto, altezza delle mani da terra

Distanza	2 metri								4 metri								8 metri							
	6s	12s	1m	2m	5m	30m	8h	10s	15	1m	2m	5m	30m	8h	18s	24s	1m	2m	5m	30m	8h			
Maschi Altezza mani da terra																								
110 cm FI	10	14	17	17	19	21	25	9	11	15	15	17	19	22	10	11	13	13	15	17	20			
80 cm FI	13	17	21	21	23	26	31	11	14	18	19	21	23	27	13	15	17	18	20	22	26			
Femmine Altezza mani da terra																								
100 cm FI	11	12	13	13	13	13	18	9	10	13	13	13	13	18	10	11	12	12	12	12	16			
70 cm FI	13	14	16	16	16	16	22	10	11	14	14	14	14	20	12	12	14	14	14	14	19			

Indicatori di rischio e azioni conseguenti

Sia pure attraverso percorsi diversi in funzione delle diverse azioni di movimentazione, è possibile arrivare a esprimere indicatori sintetici di rischio derivati dal rapporto tra il peso (la forza) effettivamente movimentato e il peso (la forza) raccomandato per quell'azione nello specifico contesto lavorativo.

Sulla base dell'indice calcolato, è possibile delineare conseguenti comportamenti in funzione preventiva. Si considerano utili i seguenti orientamenti:

- Se l'indice sintetico di rischio è $< 0,75$ (area verde): la situazione è accettabile e non è richiesto alcuno specifico intervento.
- Se l'indice sintetico di rischio è compreso **tra 0,75 e 1** (area gialla): la situazione si avvicina ai limiti, una quota della popolazione (stimabile tra l'1% e il 10% di ciascun sottogruppo di sesso ed età) può essere non protetta e pertanto occorrono cautele anche se non è necessario uno specifico intervento.

Laddove è possibile, è consigliato di procedere a ridurre ulteriormente il rischio con interventi strutturali ed organizzativi per rientrare nell'area verde (indice di rischio $< 0,75$). Si può altrimenti consigliare di attivare la formazione del personale addetto e la sorveglianza sanitaria.

- Se l'indice sintetico di rischio è > 1 (area rossa): la situazione può comportare un rischio per quote crescenti di popolazione e pertanto richiede un intervento di prevenzione primaria. Il rischio è tanto più elevato quanto maggiore è l'indice.

Se l'indice è > 3 vi è necessità di un intervento **immediato di prevenzione**; l'intervento è comunque necessario anche con indici compresi tra 1 e 3.

Vanno individuate le priorità di rischio al fine di programmare adeguatamente gli interventi.

Dopo ogni intervento l'indice di rischio va ricontrollato. Va inoltre attivata la sorveglianza sanitaria.

5.5.5 Prevenzione

Gli interventi di prevenzione delle patologie muscolo-scheletriche prevedono diverse azioni tra loro complementari che vanno da interventi di tipo strutturale e/o organizzativo, formativo (prevenzione primaria), e sanitario (prevenzione secondaria).

5.5.5.1 POSTURE INCONGRUE

La postura di lavoro non è di per sé dannosa lo diventa quando per una serie di meccanismi comporta un sovraccarico biomeccanico di un qualsivoglia distretto corporeo che si trova costretto ad operare in posizione sfavorevole; si parla in questo caso di postura incongrua.

Per ciascuna articolazione corporea esiste un'area favorevole (entro il 50% del range di movimento articolare) entro la quale è possibile compiere un movimento con il minimo sforzo e minimo sovraccarico biomeccanico dei tessuti.

Al di fuori di questo range si ha nei movimenti:

- sovraccarico dei legamenti articolari;
- compressione strutture vascolari e nervose;
- variazione geometrica dei muscoli;
- riduzione delle capacità funzionali.

Tutti questi fattori negativi producono, se mantenuti per più della metà del turno lavorativo, un affaticamento giornaliero durante il compito lavorativo e, nel tempo, danni alla struttura articolare interessata. La colonna vertebrale è la struttura del corpo che più facilmente risente di posture di lavoro incongrue. Assumere una posizione corretta durante il lavoro aiuta a prevenire danni all'apparato muscolo-scheletrico e nello stesso tempo a rafforzare la muscolatura. Adottare una postura corretta deve divenire un'abitudine nell'attività lavorativa.

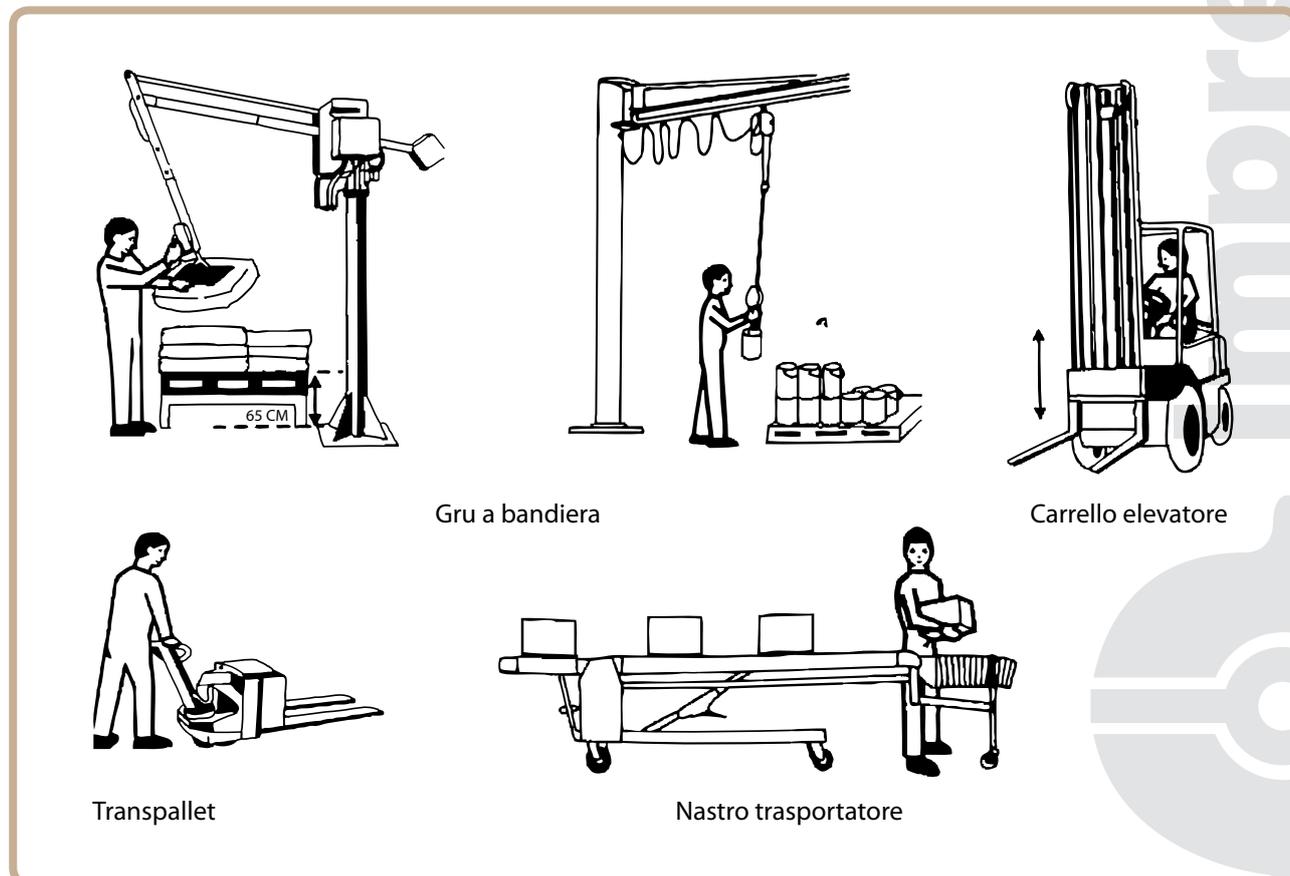
5.5.5.2 PREVENZIONE PRIMARIA

Le operazioni di mmc vanno comunque evitate ricorrendo, ove possibile, alla automazione del lavoro o all'utilizzo di ausili meccanici o alla modifica del lay out dei posti di lavoro.

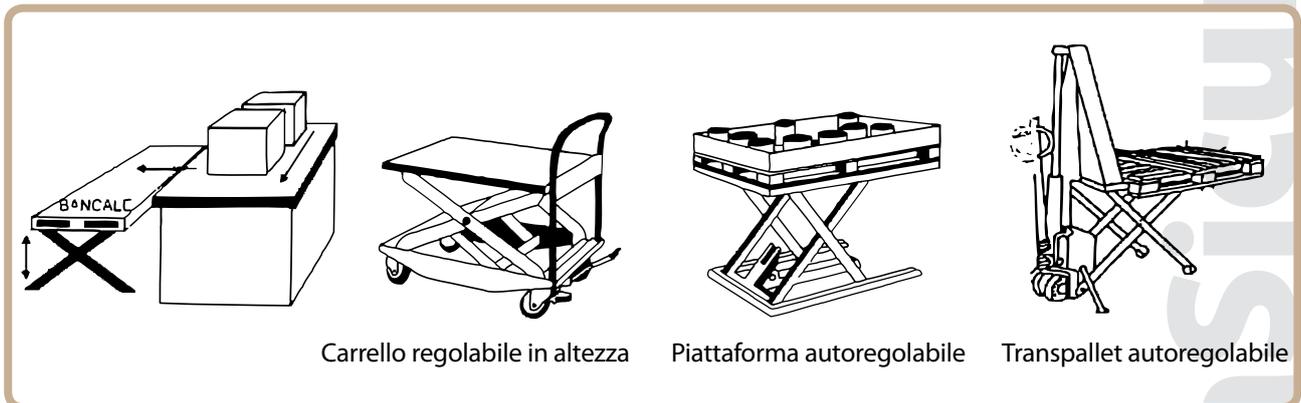
Qualora non sia possibile adottare queste misure primarie, si ricorre ad interventi di tipo organizzativo.

- **Azioni strutturali:** riguardano il tipo di carico, gli ambienti, le attrezzature e gli strumenti di lavoro ad es. meccanizzazione dei processi, utilizzo di ausili per la movimentazione, frazionamento del carico, miglioramento della presa di carico, definizione dei tragitti, eliminazione dei pericoli di inciampo o scivolamento. Gli impianti di sollevamento permettono di ridurre al minimo il rischio da mmc, il loro utilizzo richiede tuttavia un'adeguata informazione e formazione relativo all'utilizzo stesso.

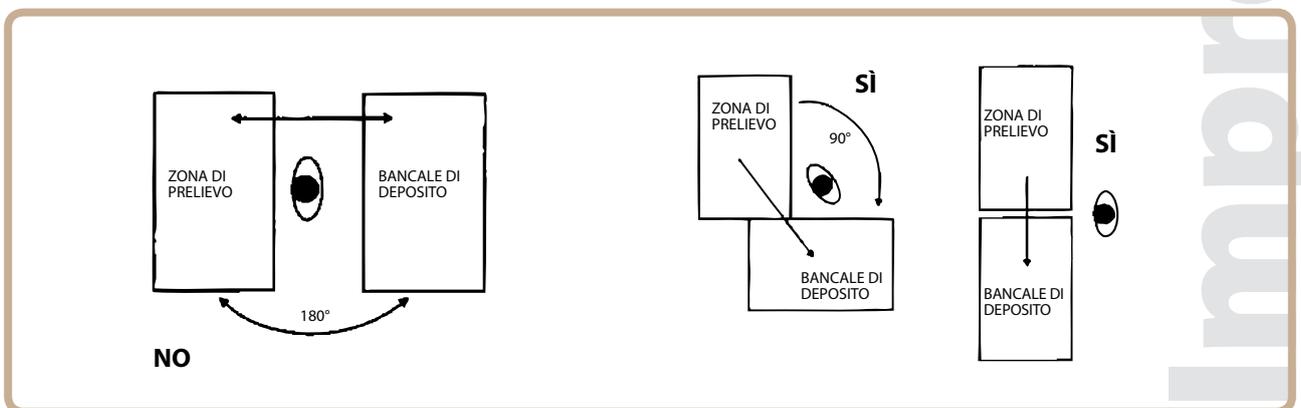
Per migliorare la postazione di lavoro si possono inoltre adottare i seguenti provvedimenti: porre i piani di carico a 65 cm da terra e non movimentare i carichi ad altezza superiore a quella delle proprie spalle proprio per contenere il fattore di rischio postura incongrua.



Per mantenere i piani di lavoro e carico/scarico alla stessa altezza utilizzare carrelli, piattaforme o transpallet regolabili in altezza in modo da non avere dislivelli rispetto al piano di lavoro. L'altezza dei piani di lavoro dovrebbe avere una misura compresa tra i 70 e i 90 cm.



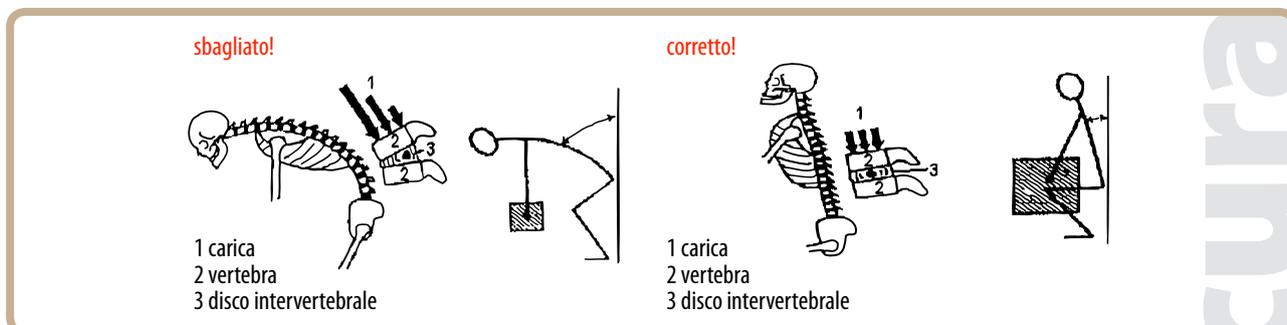
- **Azioni organizzative:** riguardano la ripartizione dei compiti che richiedono la movimentazione manuale di carichi, delle pause e dei ritmi di lavoro, l'organizzazione del lay out della postazione lavorativa. Ad es la adeguata organizzazione del lay-out del posto di lavoro permette di evitare posture incongrue del tronco durante le operazioni di movimentazione (es. la torsione.)



Infine, non ultima per importanza, la **informazione** e la **formazione** che il datore di lavoro deve garantire al lavoratore al fine di rendere l'operazione di movimentazione il più sana e sicura possibile. Il datore di lavoro deve infatti informare e formare i lavoratori sul peso del carico, sul centro di gravità o sul lato più pesante del carico, sulla corretta modalità di movimentazione sia manuale che in presenza di ausili e sui rischi correlati. Non esistono normative specifiche che riguardano le corrette modalità di movimentare manualmente i carichi. Tuttavia da studi ergonomici e dall'esperienza acquisita in passato, è possibile individuare i corretti modi di movimentare.

La posizione corretta del corpo è determinante ai fini della sicurezza del sollevamento o dello spostamento manuale di un carico.

Sollevando un carico con la schiena curva, i dischi intervertebrali vengono deformati e compressi: tale deformazione può causare disturbi alla schiena e provocare una malattia professionale o un infortunio.

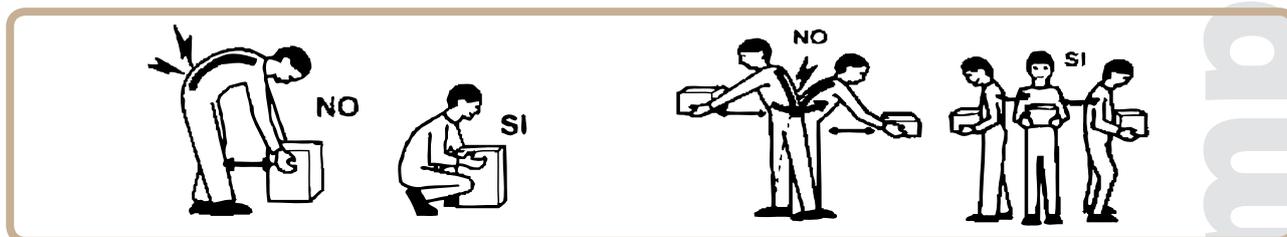
**Alcuni consigli...**

- Se il carico è troppo pesante o di difficile presa: utilizzare ausili meccanici.

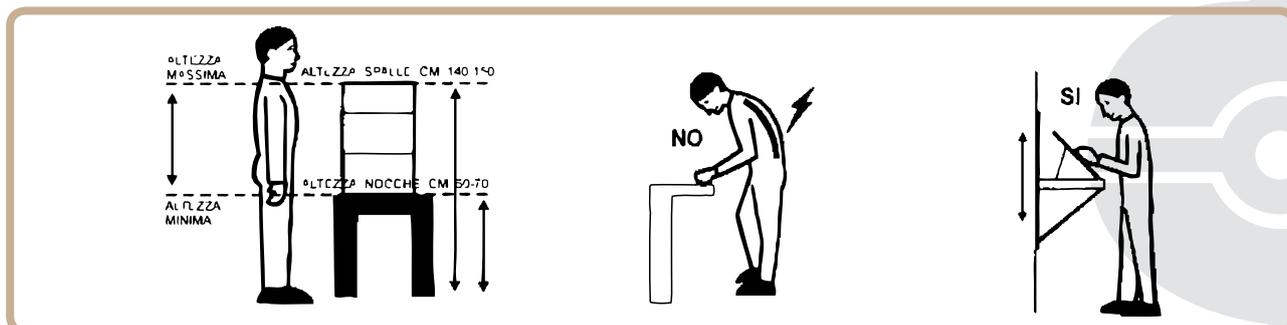
Se ciò non è possibile, movimentare il carico in più persone opportunamente coordinate tra loro (una sola persona deve assumere la responsabilità delle operazioni, delle istruzioni e dei comandi), modificare o inserire adeguate maniglie per la presa

Per sollevare un carico di peso superiore a 3 kg da terra e/o per spostare il carico occorre:

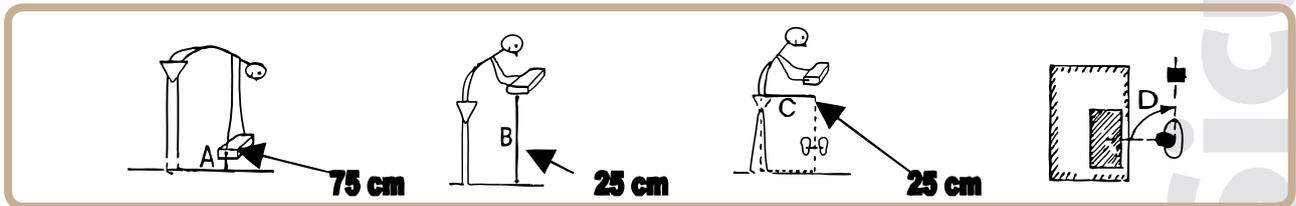
- portare l'oggetto vicino al corpo;
- piegare le ginocchia;
- tenere un piede più avanti dell'altro per acquistare più equilibrio;
- afferrare bene il carico;
- sollevarsi alzando il carico e tenendo la schiena dritta;
- evitare di ruotare solo il tronco, ma girare il corpo spostandosi con le gambe.



- evitare di prelevare o depositare carichi a terra o sopra l'altezza delle proprie spalle. L'altezza preferibile per spostare carichi è quella compresa tra l'altezza delle spalle e quella delle nocche delle mani a braccia distese lungo i fianchi. Se possibile inclinare il piano di lavoro per evitare la posizione curva della schiena.

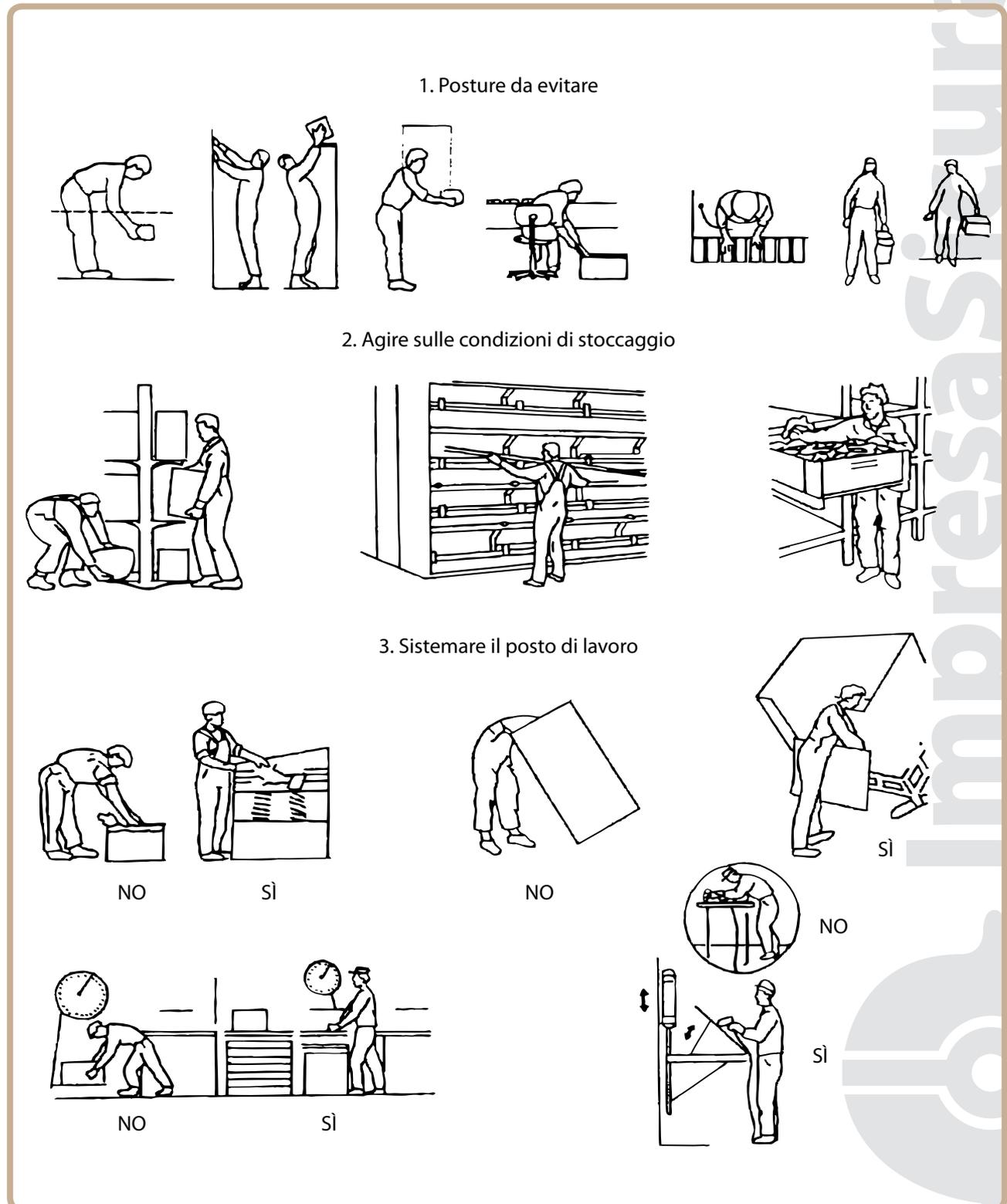


- **Se lo sforzo fisico è eccessivo:** oltre alle misure di cui sopra vanno presi in considerazione altri fattori di rischio come l'altezza di sollevamento (distanza della mani da terra all'inizio del sollevamento, il cui valore ottimale è 75 cm, fig. A), la dislocazione verticale del sollevamento (distanza verticale tra inizio e fine sollevamento il cui valore ottimale è 25 cm, fig. B), la distanza di sollevamento (distanza dello spostamento orizzontale del carico il cui valore ottimale è 25 cm, fig. C), la dislocazione angolare (ovvero torsione del busto, da evitare in ogni caso, fig. D).



- **Prima di iniziare il trasporto di un carico a mano** verificare sempre che il posto di lavoro e la via da percorrere siano puliti, ordinati e sgombri da materiali ed oggetti che possano costituire pericolo di inciampo e caduta. Anche lo spostamento di pesi del tipo mano-spalla deve essere effettuato in posizione eretta.
- **In ogni caso:** ridurre le operazioni di mmc troppo frequenti o prolungate, distribuire in modo adeguato le pause di riposo fisiologico, ridurre le distanze di sollevamento, abbassamento e trasporto, evitare la rotazione del tronco.

Esempi di posture difficili e possibili soluzioni



5.5.5.3 PREVENZIONE SECONDARIA

I controlli sanitari sono esplicitamente previsti dal titolo V del D. Lgs. 626/94 (art. 16 e art. 48) e comprendono controlli preventivi e periodici.

Lo screening delle alterazioni del rachide si basa su protocolli di inquadramento clinico-funzionale (anamnesi accurata per i disturbi della colonna, esame clinico-funzionale del rachide) e **non prevedono** in prima battuta il ricorso a indagini invasive come la radiografia della colonna vertebrale per evitare di esporre i lavoratori a inutili e dannose radiazioni ionizzanti.

L'insieme dei dati raccolti consente di individuare eventuali patologie (di natura infiammatoria, degenerativa o malformativa) che rendono il lavoratore più suscettibile al rischio da sovraccarico biomeccanico del rachide, di selezionare i casi meritevoli di approfondimento diagnostico e di definire il giudizio di idoneità alla mansione specifica.

5.5.5.3A LA SORVEGLIANZA SANITARIA

L'obiettivo principale della sorveglianza sanitaria è di verificare, prima dell'avvio al lavoro e poi nel tempo, l'idoneità del singolo soggetto alla mansione specifica in relazione ad un preciso profilo di rischio:

- identificare eventuali malattie ad uno stadio precoce al fine di prevenirne il peggioramento;
- identificare soggetti portatori di condizioni di ipersuscettibilità per i quali vanno previste misure protettive più cautelative di quelle adottate per il resto dei lavoratori.

Vanno inoltre considerati obiettivi di carattere più generale quali:

- verificare nel tempo l'adeguatezza delle misure di prevenzione adottate;
- contribuire, attraverso opportuni feedback, alla corretta valutazione del rischio collettivo ed individuale;
- raccogliere dati clinici per studiare l'andamento epidemiologico delle patologie lavoro correlate del rachide, dati che permettono di operare confronti tra gruppi di lavoratori nel tempo e in contesti lavorativi differenti.

5.5.5.3B PATOLOGIE DI INTERESSE

Pressoché tutte le patologie del rachide sono di specifico interesse ai fini dell'espressione dei giudizi di idoneità al lavoro. Si tratta di due gruppi fondamentali di patologie:

- a) patologie non eziologicamente correlabili con l'attività di lavoro (es. patologie su base costituzionale, metabolica, genetica, malformativa) ma che sono influenzate negativamente dal sovraccarico biomeccanico e che pertanto rappresentano una condizione di ipersuscettibilità nei soggetti che ne sono portatori;
- b) patologie ad eziologia multifattoriale nelle quali condizioni di sovraccarico biomeccanico lavorativo possono agire come cause primarie o concause rilevanti come ad es. discopatie, protrusione ed ernia del disco, lombalgia da sforzo, ecc.

È ovvio che le patologie del primo gruppo hanno interesse al solo fine di espressione del giudizio di idoneità al lavoro specifico del singolo lavoratore che ne sia portatore mentre quelle del secondo gruppo hanno rilevanza da un punto di vista collettivo (verifica della azione preventiva, andamento epidemiologico delle patologie lavoro correlate in una azienda).

5.5.5.3C PROTOCOLLO DI SORVEGLIANZA SANITARIO

In fase di assunzione (visita preventiva) va effettuato uno screening su tutte le patologie del rachide anche di natura non lavorativa la cui presenza potrebbe essere di per sé incompatibile con la specifica condizione di lavoro anche per livelli di esposizione minimi ritenuti "sicuri" per la grande maggioranza della popolazione.

Si ricorda che lo scopo della sorveglianza sanitaria in fase di assunzione non è quello di selezionare i lavoratori "più sani e forti" da adibire a lavori sovraccaricanti, bensì di individuare i soggetti già portatori di patologia che li renda ipersuscettibili alle condizioni di lavoro solitamente "accettabili" per la popolazione "sana"; ciò comporterà l'adozione di provvedimenti per il contenimento del livello di esposizione.

La sorveglianza sanitaria periodica ha invece finalità più ampie e va attivata per tutti i soggetti esposti a condizioni di movimentazione manuale di carichi secondo l'esito di una corretta valutazione del rischio.

La periodicità dei controlli va stabilita dal medico competente in funzione della valutazione del rischio e delle conoscenze relative allo stato di salute individuale e collettivo della popolazione seguita; è possibile pertanto che il medico competente scelga di adottare periodicità differenziate per i singoli soggetti.

Ai fini dello screening delle popolazioni lavorative esposte, possono essere adottati gli strumenti dell'intervista anamnestica mirata e dell'esame clinico-funzionale del rachide.

È importante raccomandare di non procedere, in fase di screening, all'esecuzione di esami radiografici che invece andranno riservati a quei casi per i quali il preliminare esame anamnestico e clinico funzionale del rachide ne abbia evidenziato l'opportunità e la necessità.

Indagini mirate come la radiografia, o altri esami strumentali, di laboratorio e eventuali accertamenti clinico-specialistici (ortopedici, reumatologici, fisiatrici), sono da richiedere solo nei casi in cui vi sia un motivato sospetto clinico-diagnostico.

5.5.5.3D DATI COLLETTIVI DEGLI SCREENING PERIODICI

I dati collettivi risultanti dalle visite periodiche devono essere utilizzati con varie finalità, in particolare verificare l'esistenza nel gruppo degli esposti, di casi positivi per patologie del rachide lavoro – correlate. Tale verifica infatti rappresenta:

- uno strumento di verifica della qualità della valutazione del rischio e delle misure di prevenzione adottate;
- un elemento per l'eventuale pianificazione di ulteriori interventi di prevenzione primaria o di una revisione dei contenuti dello stesso protocollo di sorveglianza sanitaria.



5.6 SOVRACCARICO BIOMECCANICO ARTI SUPERIORI

Negli ultimi decenni si è assistito ad un progressivo cambiamento dei rischi lavorativi per cui sono in diminuzione o addirittura scomparse alcune malattie professionali (silicosi, asbestosi, saturnismo, intossicazioni da mercurio...) mentre si assiste ad un aumento delle patologie cronico-degenerative legate a nuovi fattori di rischio per esposizioni lavorative protratte nel tempo.

Le malattie professionali attualmente emergenti sono riferite principalmente a patologie degenerative croniche associate a bassi livelli di esposizione; tra queste, le patologie muscolo-scheletriche (del rachide o dell'arto superiore) pur essendo frequenti nella popolazione generale, trovano in alcuni settori lavorativi ampia incidenza. Sono patologie ad eziologia multifattoriale cioè da cause lavorative ed extra-lavorative, riscontrabili anche nella popolazione generale e legate all'età, all'attività sportiva o hobbistica, a pregressi traumi, a patologie sistemiche, gravidanza. ecc.

Il lavoro non rappresenta pertanto l'unico fattore di rischio ma assume un ruolo di concausa significativo: vengono infatti definite patologie lavoro-correlate e possono essere riconosciute come malattie professionali dall'INAIL qualora ne venga accertata l'origine occupazionale.

5.6.1 Introduzione

Il lavoro che comporta gesti ripetuti degli arti superiori crea un rischio occupazionale se questi sono rapidi e frequenti, sempre uguali a se stessi nel turno di lavoro, se richiedono uso di forza; si parla in tal caso di sovraccarico biomeccanico dell'arto superiore che comporta patologie di vari distretti anatomici (spalla, gomito, polso e mano) con interessamento di strutture osteo-articolari, muscolari, tendinee, nervose e vascolari. Per questo rapporto di concausa lavorativo, queste malattie possono essere indicate in diversi modi:

- WMSD - *Work related Musculo Skeletal Disorders.*
- CTD - *Cumulative Trauma Disorders.*
- RSI - *Repetitive Strain Injury.*
- OCD - *Occupational Cervico-Brachial Disease.*
- OOS - *Occupational Overuse Sindrome.*

Tra questi, il termine WMSD sembrerebbe il più appropriato in quanto sottolinea l'intervento di una causa lavorativa nella loro genesi. Dati INAIL (quinquennio 1996-2000) rilevano che sono state inoltrate all'Istituto assicuratore circa 7000 domande di indennizzo per WMSD (in particolare, per esempio: tunnel carpale, tendinopatie del distretto polso-mano e spalla) di cui il 50% dal settore metalmeccanico.

5.6.2 Effetti sulla salute

Le patologie più frequentemente associate alla patologia da sovraccarico biomeccanico dell'arto superiore sono:

- tendinite della spalla;
- epicondilite;
- tendiniti di mano-polso;
- sindrome del tunnel carpale;
- borsiti;
- dito a scatto.

Le WMSD hanno genesi multifattoriale: più fattori di rischio, lavorativi o non, possono causare questi disturbi muscolo-scheletrici (la tabella 1 contiene una lista non esaustiva di alcuni dei fattori di rischio).

Fattori causali lavorativi	Fattori causali extra-lavorativi
Movimenti ripetuti ad alta frequenza	Sesso
Uso di forza	Età
Posture incongrue	Pregressi traumi
Recupero inadeguato	Hobbies
Basse temperature	Patologie sistemiche (es diabete)
Uso di guanti	Struttura antropometrica

Queste alterazioni hanno insorgenza graduale, si sviluppano in periodi più o meno lunghi (settimane, mesi o anni) in quanto condizioni di iperuso dell'articolazione interessata comportano una infiammazione dei tessuti. Come conseguenza si possono avere due tipi di lesione fondamentali:

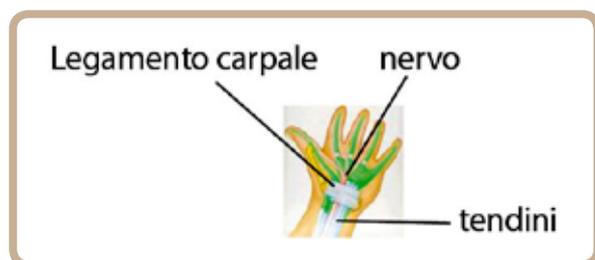


Alterazione di tendini e legamenti

I tendini sono cordoni rigidi che congiungono il muscolo all'osso presso l'articolazione; non si contraggono, né sono elastici: semplicemente, con la contrazione e il rilasciamento muscolare, scorrono all'interno di guaine tendinee lubrificate da un liquido (liquido sinoviale).

In caso di movimenti frequenti dell'arto, il liquido sinoviale non riesce a rigenerarsi in quantità sufficiente, causando così una frizione tra i tendini e la guaina. Ne consegue infiammazione dei tendini con comparsa di dolore locale esacerbato dai movimenti dell'articolazione stessa.

A lungo andare l'infiammazione cronicizza portando alla formazione di un tessuto rigido, fibroso che comprime le strutture circostanti con limitazione funzionale e dolore cronico.

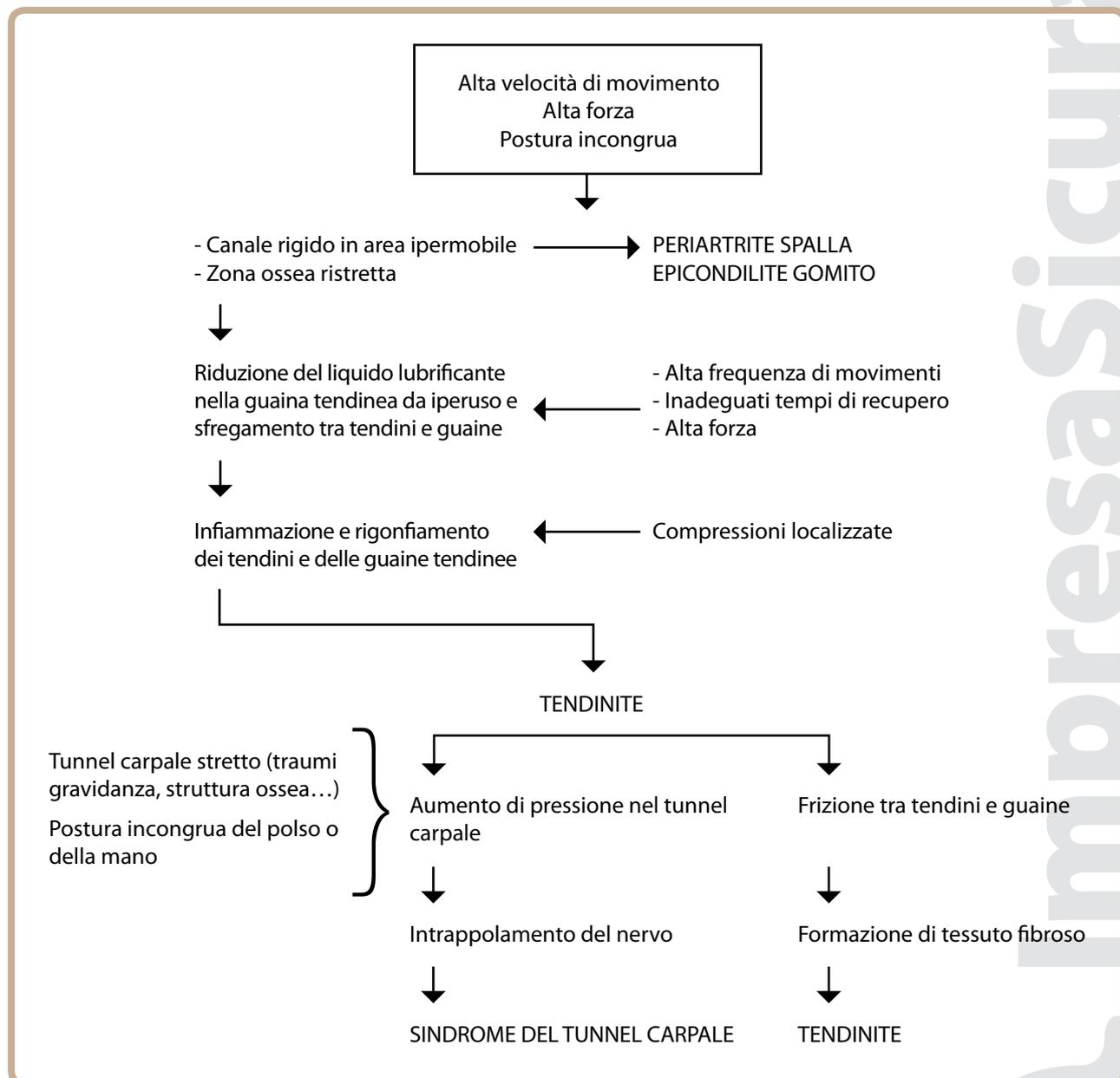


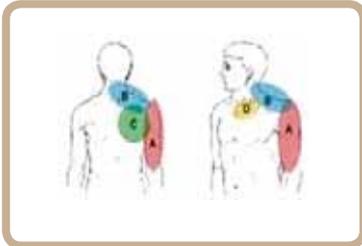
Sindromi da intrappolamento

Tipica è la sindrome del tunnel carpale. Il tunnel carpale è un canale rigido, lungo circa 3 cm posizionato al livello del polso. È delimitato in basso dalle ossa del polso e sopra da un legamento detto legamento carpale. Al suo interno scorrono vasi sanguigni, nervi e tendini per i muscoli delle dita. Quando il polso assume posizioni estreme (ad es flessione o estensione) o quando

le dita compiono movimenti ripetuti e frequenti, i tendini sono soggetti ad alto scorrimento nelle guaine tendinee, non si genera liquido lubrificante in quantità sufficiente, si stabilisce una condizione di infiammazione locale con rigonfiamento dei tessuti che, comprimendo le strutture circostanti, danno comparsa di sintomi (dolore, formicolio, ecc.).

Lo schema che segue sintetizza la patogenesi dei disturbi a tendini e nervi:



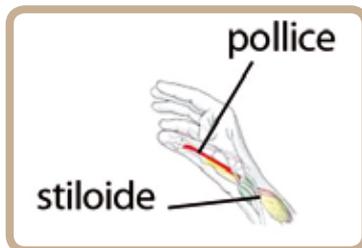
5.6.2.1 ALTERAZIONI PIÙ COMUNI DELL'ARTO SUPERIORE**Tendinite della spalla**

Interessa i tendini che passano attraverso l'articolazione della spalla. In fase acuta compare dolore durante i movimenti soprattutto di notte. In fase cronica il dolore è presente anche a riposo.

Il dolore è irradiato a diversi distretti a seconda del tendine più interessato.

**Epicondilite (gomito del tennista)**

I muscoli del gomito si inseriscono su un'area di osso molto ristretta. Questa zona tende ad infiammarsi soprattutto se il gomito compie movimenti bruschi, a scatto, con uso di forza (martellare, giocare a tennis, ecc.). Compare così dolore puntiforme al gomito esacerbato dai movimenti (presa o sollevamento di oggetti). Il dolore si irradia all'avambraccio.

**Tendinite mano/polso**

La più frequente è la tendinite di De Quervain (tendinite del pollice) che compare con deficit di presa di precisione e indebolimento della presa di forza. Il dolore compare in tal caso a livello dello stiloide radiale e si irradia al dorso del pollice.

**Sindrome del Tunnel Carpale (STC)**

È maggiore nelle donne rispetto agli uomini (3:1) ma prendendo in considerazione il rischio occupazionale le differenze rispetto al sesso si riducono (1,2:1). I sintomi consistono in deficit di presa (caduta di piccoli oggetti) e di forza (difficoltà ad avvitare/svitare), comparsa di formicolii e perdita di sensibilità alle prime 3-4 dita della mano soprattutto di notte.

Dito a scatto

Dovuto alla presenza di un nodulo tendineo all'altezza dell'articolazione metacarpo falangea con difficoltà di scorrimento del tendine.

Non dà sintomi particolari ma solo difficoltà nell'estensione del dito interessato con caratteristico "click".

5.6.3 Normativa di riferimento

Nell'attuale legislazione italiana non vi sono norme specifiche di riferimento; è tuttavia possibile fare riferimento a norme di carattere generale e norme tecniche.

- D. Lgs. 81/2008 *Titolo VI - All. XXXIII*
- DM 27 aprile 2004: elenco delle malattie professionali con obbligo di denuncia.
- Norme Tecniche Europee: sono standard ergonomici armonizzati esplicativi ed applicativi della Direttiva Macchine. Per la prevenzione dei disturbi dell'apparato muscolo-scheletrico, gli standard europei di riferimento sono:
 - EN ISO 11228 parte 3 (*Handling of low loads at high frequency*);
 - EN ISO 11226 (*Ergonomics Evaluation of static working postures*);
 - EN 547-3;
 - EN 1005 (*Safety of machinery Human physical performance*);
 - EN 1005-2 (*movimentazione manuale carichi oltre 3 Kg*);
 - EN 1005-3 (*Raccomended force limits for machinery operation*);
 - EN 1005-4 (*Evaluation of working postures in relation to machinery*);
 - EN 1005-5 (*Risk assessment for repetitive handling at high frequency*);
 - EN 614-2 (*Safety of machinery – Ergonomic design principles*);
 - prEN ISO14738 (*Safety of machinery – Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery*).

Art.15 (Obblighi del datore di lavoro) comma 1 lettera a) del D. Lgs. 81/2008: il datore di lavoro deve provvedere alla valutazione di tutti i rischi per la salute e sicurezza;

Art. 15 (Misure generali di tutela) comma 1, lettera d) del D. Lgs. 81/2008 prevede il "...rispetto dei principi ergonomici nell'organizzazione del lavoro, nella concezione dei posti di lavoro, nella scelta delle attrezzature e nella definizione dei metodi di lavoro e produzione, in particolare al fine di ridurre gli effetti sulla salute del lavoro monotono e di quello ripetitivo";

Il DM 27 aprile 2004: divide l'elenco delle malattie professionali in tre liste. Ogni lista è a sua volta suddivisa in gruppi a seconda del tipo di agente:

Lista I contiene le malattie la cui origine lavorativa è di elevata probabilità.

Gruppo 2 - malattie da agenti fisici

AGENTI	MALATTIE
02 Vibrazioni meccaniche trasmesse al sistema mano braccio	Sindrome di raynaud secondaria (angioneurosi dita mani)
	Osteoartropatie (polso, gomito, spalla)
	Sindrome del tunnel carpale
	Altre neuropatie degli arti superiori
	Tendiniti-tenosinoviti mano-polso
04 Microtraumi e posture incongrue a carico degli arti superiori per attività eseguite con ritmi continui e ripetitivi per almeno la metà del tempo del turno lavorativo	Sindrome da sovraccarico biomeccanico della spalla: tendinite del sovraspinoso - (o tendinite cuffia rotatori)
	Tendinite capolungo bicipite
	Tendinite calcifica (morbo di duplay)
	Borsite
	Sindrome da sovraccarico biomeccanico del gomito: epicondilita
	Epitrocleite
	Borsite olecranica
	Sindrome da sovraccarico biomeccanico polso-mano: tendiniti flessori/estensori (polso-dita)
	Sindrome di de quervain
	Dito a scatto
Sindrome del tunnel carpale	

Lista II contiene malattie la cui origine lavorativa è di limitata probabilità

Gruppo 2 - malattie da agenti fisici

AGENTI E LAVORAZIONI	MALATTIE
01 Microtraumi e posture incongrue a carico degli arti superiori per attività eseguite con ritmi continui e ripetitivi per almeno la metà del tempo del turno lavorativo	Sindromi da sovraccarico biomeccanico:
	Sindrome da intrappolamento del nervo ulnare al gomito
	Tendinopatia inserzione distale tricipite
	Sindrome del canale di guyon

Lista III contiene malattie la cui origine lavorativa è di limitata possibilità

Gruppo 2 - malattie da agenti fisici

02 Microtraumi e posture incongrue degli arti superiori per attività eseguite con ritmi continui e ripetitivi per almeno la metà del tempo del turno lavorativo	Sindromi da sovraccarico biomeccanico: Sindrome dello stretto toracico (esclusa la forma vascolare) Morbo di Dupuytren
---	--

Norma UNI ISO 11228 - 3

- Stabilisce le raccomandazioni ergonomiche per compiti lavorativi ripetitivi che implicano la movimentazione di bassi carichi ad alta frequenza. La norma fornisce una guida sull'identificazione e valutazione dei fattori di rischio comunemente associati alla movimentazione di bassi carichi ad alta frequenza, consentendo di conseguenza la valutazione dei relativi rischi per la salute per la popolazione lavorativa.

ISO 11226

- Stabilisce valori di riferimento relativamente a posture lavorative fisse che non prevedono lo sviluppo di forza o implicano sforzi minimi. Sono limiti che derivano da studi sperimentali e sono considerati protettivi per una popolazione lavorativa adulta "normale".
- Stabilisce criteri di accettabilità di una determinata postura che si basano sull'escursione articolare. Posture che si discostano da questo ambito possono essere considerate accettabili solo se mantenute per determinati intervalli di tempo (20% del tempo massimo di mantenimento di una postura). In alternativa viene raccomandata una alternanza di tempi di mantenimento della postura e dei tempi di recupero.

Norma UNI EN 1005-4

- Fornisce raccomandazioni (per diversi segmenti corporei) relativamente all'assunzione di posture e all'effettuazione di movimenti in attività lavorative che implicano sforzi minimi. Tali raccomandazioni sono considerate protettive per una popolazione lavorativa adulta "normale".

Norma UNI EN 1005-3

- Descrive una metodologia di calcolo della massima forza isometrica esercitabile durante l'uso di apparecchi meccanici. Il valore di forza è ottenuto da valori calcolati, per diverse attività, nella popolazione generale; questo viene poi moltiplicato per una serie di coefficienti che tengono conto della velocità, della frequenza e della durata dell'azione.

Norma UNI EN 1005-5

- Stabilisce limiti di riferimento per la frequenza delle azioni degli arti superiori durante l'utilizzo professionale di macchine, basandosi sulla valutazione dei seguenti fattori: frequenza, forza, postura, tempi di recupero, fattori di rischio complementari.
- Sono condizioni ottimali:
 - frequenza < 60 azioni/minuto, forza assente o nel rispetto dei limiti della Norma UNI EN 1005-3,
 - posture incongrue assenti o nel rispetto della Norma UNI EN 1005-4,
 - recupero di almeno una pausa per ogni ora di lavoro ripetitivo.

5.6.4 Valutazione del rischio da sovraccarico biomeccanico dell'arto superiore

Non esiste ad oggi un metodo analitico unico per la valutazione del rischio da movimenti ripetuti dell'arto superiore, né la normativa vigente dà indicazioni precise in merito.

Esistono tuttavia diversi approcci e metodi ormai validati e di seguito riportati.

La valutazione si articola su tre livelli:

1° livello: ha lo scopo di individuare la presenza potenziale di fattori di rischio indicando se l'azienda appartiene ad un comparto a rischio anche facendo riferimento ai dati presenti in letteratura. In questa prima fase è importante conoscere sempre:

- il ciclo tecnologico,
- le mansioni lavorative,
- se ci sono operazioni con compiti ripetitivi e non ripetitivi e loro durata nel turno.

2° livello: finalizzato alla stima del rischio, richiede una competenza più specifica relativamente al problema ergonomia, con individuazione dei compiti ripetitivi e dei rispettivi cicli.

All'interno di ciascun ciclo si procede all'individuazione dei principali fattori di rischio.

3° livello: finalizzato a quantificare il rischio con utilizzo delle metodiche più comuni e con individuazione degli interventi di prevenzione. Prevede l'intervento di personale esperto e opportunamente formato alla applicazione dei metodi di valutazione.

5.6.4.1 FATTORI DI RISCHIO LAVORATIVO

I fattori di rischio lavorativo sono:

Ripetitività-frequenza

Presenza di eventi (cicli, tipi di posture) che si ripetono nel tempo, sempre uguali; si parla di alta ripetitività (frequenza azioni/min.) se ci sono cicli di lavoro con durata inferiore a 30 secondi o se oltre il 50% del tempo di ciclo è speso eseguendo lo stesso tipo di azione.

Si può stimare dal numero di oggetti prodotti o lavorati per turno, o dal conteggio dei movimenti ripetitivi conteggiati in un minuto.

Forza

Impegno biomeccanico per compiere una azione (o sequenza di azioni);

la forza può essere intesa come esterna (forza applicata-contrazioni dinamiche) o interna (tensione sviluppata nei tessuti miotendinei ed articolari-contrazioni statiche).

Posture incongrue

Sono posture e movimenti articolari estremi o le posture non estreme ma mantenute a lungo nelle principali articolazioni degli arti superiori, in relazione ai movimenti svolti durante il ciclo lavorativo.

Recupero inadeguato

Periodo di tempo nel turno di lavoro in cui non vengono svolte azioni con gli arti superiori, con conseguente inattività di uno o più gruppi muscolari (es. pause di lavoro).

È condizione nota in ergonomia che risulta più vantaggiosa dal punto di vista biomeccanico una condizione di lavoro con pause più numerose anche se di breve durata rispetto ad una condizione con pause di recupero protratte ma meno numerose e non adeguatamente distribuite. Nella versione 2000 del metodo OCRA si considerava quale condizione ottimale la presenza di una pausa di almeno 5 minuti ogni 60 minuti di lavoro; nella versione 2005 sono indicati (seppur dati non scientificamente validati) tre fasce di rischio in rapporto ai tempi di recupero:

- una pausa di 8-10 min ogni 50-60 min lavorati: rischio = 0
- una pausa di 5-7 min ogni 70-110 min lavorati: rischio = 0,5
- una pausa di meno di 5 min ogni 110 min lavorati: rischio = 1

Fattori complementari:

Sono fattori non sempre presenti nei compiti ripetitivi ma possono considerarsi amplificatori del rischio (es. uso di strumenti vibranti, lavori di precisione, esposizione a basse temperature, uso di guanti che interferiscono con l'abilità manuale richiesta dal compito, compressioni localizzate su strutture anatomiche della mano, ecc.).

La co-presenza di più fattori di rischio aumenta la probabilità di sviluppare patologie da sovraccarico biomeccanico dell'arto superiore da lavoro ripetitivo.

5.6.4.2 METODI DI VALUTAZIONE

Esistono vari metodi per valutare il rischio da movimenti ripetuti dell'arto superiore. Sono per lo più metodi osservazionali (di 2°-3° livello) in grado di stimare o quantificare il rischio per la postazione lavorativa in esame. In una fase preliminare si può ricorrere all'uso di check-list da compilare direttamente sulla postazione lavorativa; sono molto utili in fase di pre-stima del rischio e per definire l'eventuale mappatura del rischio in azienda. Di seguito sono elencati alcuni metodi tra i più usati:

RULA - Rapid Upper Limb Assessment

Check-list (vedi appendice 1 "RULA Employee Assessment Worksheet") per valutare postura e forza di collo, tronco e braccio. Prevede un limite di azione. È presente una check-list in formato elettronico (www.ergonomics.co.uk).

OSHA

Tre Check-list denominate A, B e C. La Check-list A (vedi appendice 2 "Check-list OSHA") valuta i fattori di rischio (ripetitività, forza, vibrazioni, deformazione da contatto, ambiente, ritmo di lavoro, postura) per collo, spalla, gomito, polso e mano. È presente una check-list in formato elettronico (www.osha.gov).

Strain Index

Permette di calcolare l'indice di rischio tramite la raccolta dei seguenti dati: intensità e durata dello sforzo, frequenza di azione, postura, ritmo di lavoro e durata del compito (vedi appendice 3 "Moore-Garg Strain Index (SI)").

OCRA

La check-list (vedi appendice 4 "Check-list OCRA scheda 1-2-3") analizza i singoli fattori di rischio (ripetitività, postura, forza, recupero, fattori complementari) e rapportandolo al numero di azioni effettivamente svolto permette di ottenere l'indice di rischio.

Una volta evidenziata l'esistenza del rischio, si può procedere con metodi di analisi più complessi come il metodo OCRA o il metodo HAL che prevedono uno studio preliminare dell'organizzazione del lavoro ed il successivo esame dei singoli fattori di rischio su un videotape rappresentativo del ciclo lavorativo. Questi due metodi vanno applicati solo da personale esperto e adeguatamente formato sull'applicazione dei metodi valutativi detti.

OCRA Index è un metodo di analisi quantitativo riferito al distretto mano-polso-avambraccio-spalla che considera 5 variabili lavorative (ripetitività, forza, postura, tempi di recupero, fattori complementari), valuta ciascuna variabile e permette il calcolo del numero di azioni tecniche raccomandate secondo fattori moltiplicativi attribuiti a ciascuna variabile.

L'indice di esposizione (I.E.) è dato dal rapporto:

$$\frac{\text{n. complessivo di azioni tecniche svolte nel turno}}{\text{n. complessivo di azioni tecniche raccomandate nel turno}}$$

HAL è un metodo di analisi quantitativo riferito al distretto mano-polso-avambraccio, applicabile ad attività lavorative che comportano l'esecuzione di azioni o movimenti ripetuti per almeno 4 ore al giorno. I fattori di rischio sono valutati su scale graduate da 0 a 10:

- livello di attività manuale media (HAL);
- picco di forza normalizzato (Pf).

La combinazione di HAL e Pf su un apposito grafico permette di individuare il livello di rischio (TLV) oltre il quale c'è un'evidente prevalenza di disturbi muscolo-scheletrici e per i quali è necessario prendere provvedimenti.

5.6.4.2A INDICATORI DI RISCHIO

RULA: valuta postura e forza di collo, tronco, braccio.

Prevede un limite di azione:

- Punteggio = 1, 2: postura accettabile e non mantenuta o ripetuta per lunghi periodi.
- Punteggio = 3, 4: necessità di ulteriori indagini e possibili interventi preventivi.
- Punteggio = 5, 6: indagini e modificazioni necessarie subito.
- Punteggio > 7: indagini e misure immediate.

(vedi appendice 1 "RULA Employee Assessment Worksheet")

Check-list OSHA

- Check-list A: per valutare fattori di rischio per arto superiore (collo, spalla, gomito, polso).
- Check-list B: per valutare fattori di rischio per arto inferiore e schiena.
- Check-list C: per valutare le azioni di movimentazione manuale i carichi.

La Check-list A considera i seguenti fattori di rischio:

- ripetitività (per dita, polso, gomito, spalle, collo);
- forza della mano (ripetitiva o statica);
- postura incongrua;

- deformazione da contatto sul palmo della mano;
- vibrazioni;
- ambiente;
- ritmo di lavoro.

Se il punteggio è > 5 il lavoro è giudicato a rischio

(vedi appendice 2 "Check-list OSHA")

Strain Index

Prevede 5 livelli di valutazione:

1. raccolta dati relativi a intensità dello sforzo, durata dello sforzo, frequenza di azione, postura polso-mano, ritmo di lavoro, durata del compito;
2. assegnazione del relativo punteggio;
3. determinazione dei moltiplicatori;
4. calcolo dell'indice di rischio;
5. Interpretazione del risultato;

Intensità sforzo	Durata sforzo	Azioni/minuto	Postura mano/polso	Velocità lavoro	Ore lavorate	Strain Index
X	X	X	X	X	X	=

Interpretazione del risultato:

- Punteggio < 3: lavoro probabilmente sicuro.
- Punteggio tra 3 e 7: lavoro di incerta valutazione rispetto al rischio. Rivalutare.
- Punteggio > 7: lavoro probabilmente pericoloso.

(vedi appendice 3 "Moore-Garg Strain Index (SI)")

Check-list OCRA

Dopo una breve descrizione del posto di lavoro prevede l'analisi successiva dei fattori di rischio tempi di recupero, frequenza, forza, postura, fattori complementari.

Ogni fattore di rischio va valutato singolarmente per ciascun arto superiore.

- Punteggio: fino a 5 no rischio
- Punteggio 5,1 – 7,5: rischio accettabile.
- Punteggio 7,6 – 11: rischio incerto che necessita di approfondimento.
- Punteggio 11,1 – 14: rischio lieve; attuare misure preventive, compresa la sorveglianza sanitaria.
- Punteggio: 14,1 – 22,5: rischio medio.
- Punteggio > 22,5: rischio elevato.

I metodi sopra indicati sono metodi di valutazione qualitativi e semi-quantitativi utili per lo screening del rischio e per la definizione di una eventuale mappatura del rischio in azienda.

Esistono altri metodi di analisi quantitativi che permettono una valutazione più puntuale del rischio da movimenti ripetuti dell'arto superiore:

- OCRA (OCcupational Ripetitive Actions) Index.
- HAL (Hand Activity Level).

Entrambi questi metodi si applicano con una attenta analisi del compito su video-tape rappresentativo del ciclo lavorativo, pertanto richiedono alcune ore (circa 3 ore) per la valutazione di un compito lavorativo di breve durata (10 secondi).

(vedi appendice 4 "Check-list OCRA")

OCRA Index è un metodo di analisi quantitativo riferito al distretto mano-polso-avambraccio-spalla che considera 5 variabili lavorative (ripetitività, forza, postura, tempi di recupero, fattori complementari), valuta ciascuna variabile e permette il calcolo del numero di azioni tecniche raccomandate secondo fattori moltiplicativi attribuiti a ciascuna variabile.

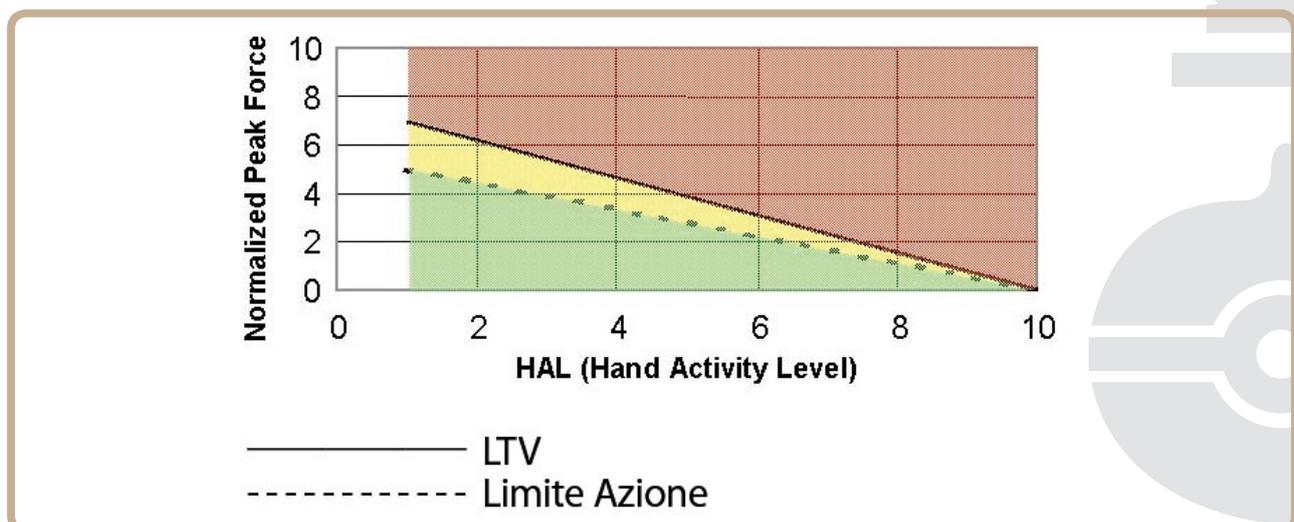
L'indice di esposizione (I.E.) è dato dal rapporto

$$\frac{\text{n. complessivo di azioni tecniche svolte nel turno}}{\text{n. complessivo di azioni tecniche raccomandate nel turno}}$$

HAL è un metodo di analisi quantitativo riferito al distretto mano-polso-avambraccio, applicabile ad attività lavorative che comportano l'esecuzione di azioni o movimenti ripetuti per almeno 4 ore al giorno. I fattori di rischio sono valutati su scale graduate da 0 a 10:

- livello di attività manuale media (HAL),
- picco di forza normalizzato (Pf).

La combinazione di HAL e Pf su un apposito grafico permette di individuare il livello di rischio (TLV) oltre il quale c'è un'evidente prevalenza di disturbi muscolo-scheletrici e per i quali è necessario prendere provvedimenti.



5.6.5 Prevenzione

Qualora dalla valutazione si rilevi un significativo rischio da sovraccarico biomeccanico dell'arto superiore, vanno attivate tutte le misure di prevenzione previste dalla normativa vigente (D. Lgs. 81/08) e, anche in questo caso, si dovranno prediligere interventi di prevenzione primaria (di tipo strutturale, organizzativo e formativo) e solo successivamente gli interventi di prevenzione secondaria (sorveglianza sanitaria).

- Gli **interventi strutturali** sono volti alla riprogettazione della postazione lavorativa alla luce dei parametri ergonomici indicati in letteratura ed evidenziati dalla valutazione del rischio, per consentire lo svolgimento della mansione in condizioni ottimali.
- Gli **interventi organizzativi** sono finalizzati a migliorare gli aspetti relativi alla elevata frequenza delle operazioni che vengono eseguite, alla carenza di pause adeguate, la rotazione del personale tra postazioni lavorative a diverso indice di rischio.
- Gli **interventi formativi**, fornendo una informazione/formazione adeguata sul rischio specifico e sulle possibili conseguenze per la salute permettono al lavoratore di lavorare con modalità operative più sicure. È un intervento complementare a quelli strutturali ed organizzativi e rivolto sia a lavoratori che a tecnici di produzione, capi reparto, datori di lavoro e dirigenti aziendali.

5.6.5.1 PREVENZIONE PRIMARIA

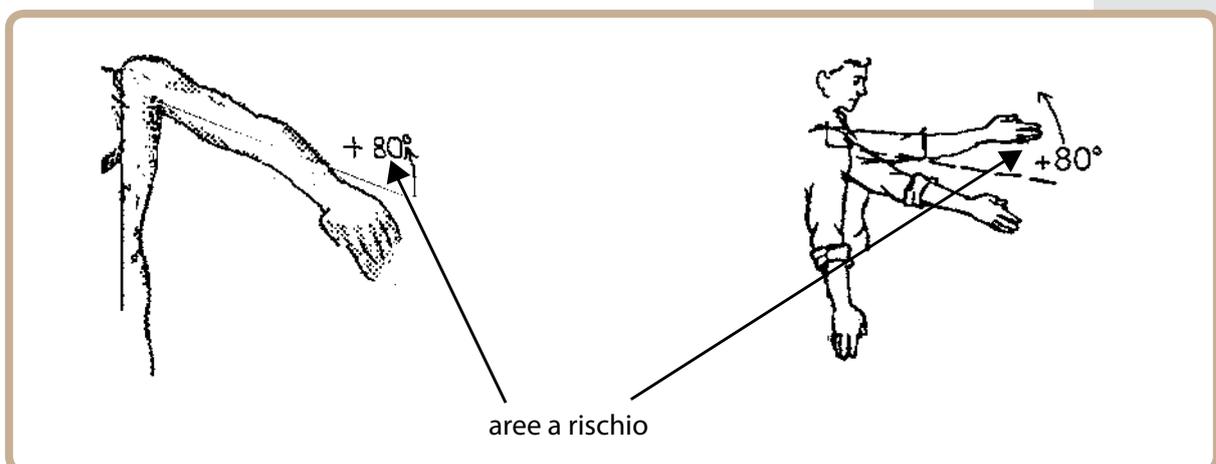
5.6.5.1A INTERVENTI STRUTTURALI

Gli interventi di tipo strutturale come la disposizione ottimale dei posti di lavoro, la scelta di strumenti e arredi ergonomici, permettono di migliorare gli aspetti legati a uso di forza, posture incongrue, compressioni localizzate.

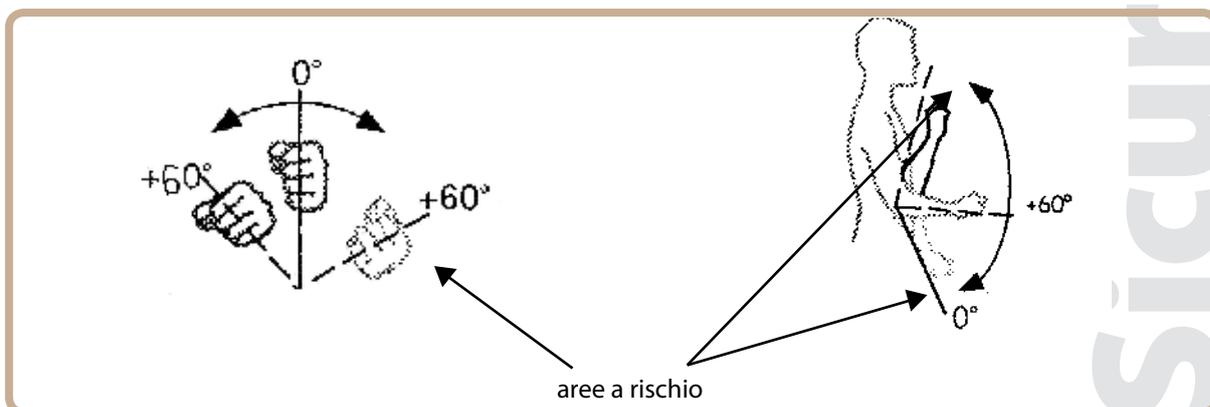
Come contenere il rischio postura

Per quanto riguarda il fattore postura, vanno evitati i movimenti o le posizioni incongrue protratte che costringono l'articolazione ad operare oltre il 50% della loro massima ampiezza di escursione. Si parte sempre dal principio che il lavoro con arti in posizione corretta prevede un disegno corretto della postazione lavorativa (altezza adeguata del piano di lavoro e del sedile, adeguate aree operative per gli arti superiori).

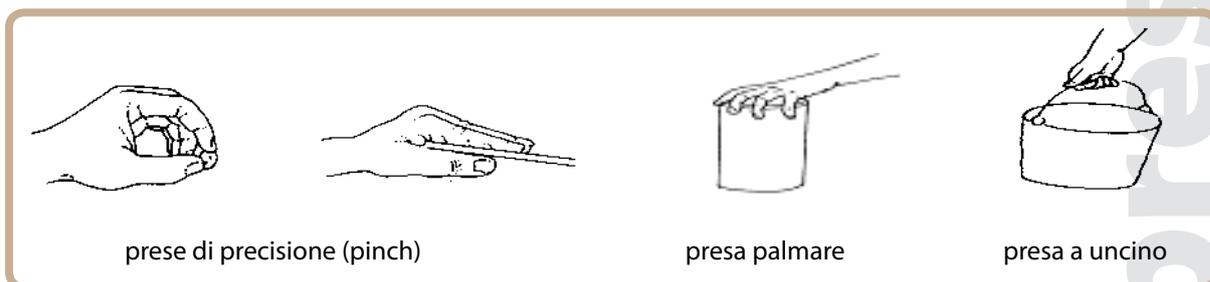
Per la **spalla**: evitare attività a quote prossime o superiori all'altezza delle spalle.



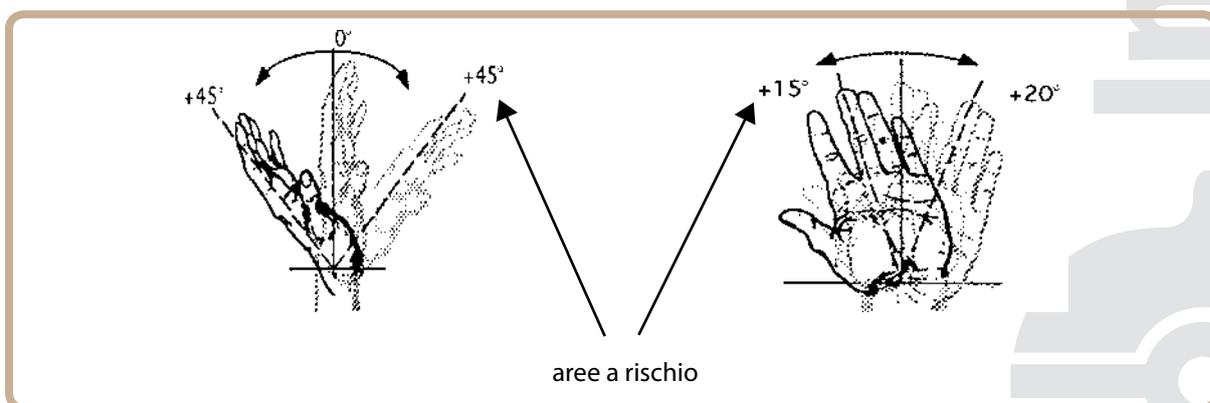
Per il **gomito**: evitare prono-supinazioni massimali, specie se ripetute e con uso di forza, evitare i contraccolpi e reazioni di chiusura.



Per il distretto **mano-dita**: evitare prese di precisione (pinch), prese ad uncino o palmari, movimenti e sforzi ad alta ripetitività, evitare compressioni localizzate e limitare l'uso di un singolo dito.



Per il **polso**: evitare posture incongrue sia statiche che dinamiche, evitare sforzi ripetuti in pressione, non usare la mano come battente ed evitare l'uso di strumenti vibranti con contraccolpo.



Come contenere il rischio forza

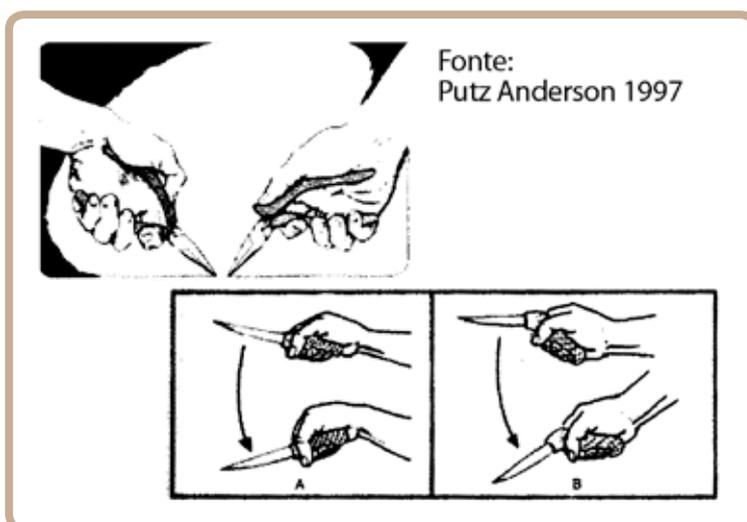
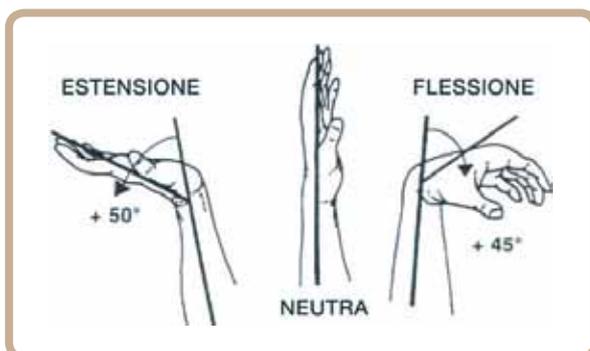
Vanno evitati compiti che richiedono eccessivo sforzo muscolare. Tra l'altro i due fattori postura e forza sono strettamente collegati in quanto la presa sfavorevole di polso e mano, riduce molto la

capacità di applicare forza (ad es la mano in posizione di presa di precisione o pinch, può sviluppare solo il 25% della forza totale di prensione).

Pertanto per ridurre il fattore di rischio forza possono essere seguite alcune indicazioni: evitare l'uso massimale di forza anche occasionale utilizzando strumenti meccanici, leve, utilizzare strumenti con presa comoda, rivestiti di materiale non scivoloso, di temperatura adeguata (né troppo caldi o troppo freddi). In tab. 2 sono riportati alcuni esempi dell'effetto delle varie posture sulla capacità di sviluppare forza (espressa come % della forza totale di prensione della mano).

Tabella 2

Postura polso	Neutra	45° Flessione	65° Flessione	45° Estensione	60° Estensione	45° Deviazione ulnare	25° Deviazione radiale
Presa di forza %	100	60	45	75	63	75	80



5.6.5.1B INTERVENTI ORGANIZZATIVI

Risultano particolarmente utili quando la mansione prevede alta ripetitività dei gesti e/o il recupero insufficiente. Purtroppo può interferire con la produttività e pertanto risultano meno graditi dai datori di lavoro. In realtà è spesso sufficiente ottimizzare la quantità e la qualità delle azioni tecniche compiute in un ciclo ricercando le azioni inutili o accessorie (ad es azioni aggiunte dal lavoratore ma non

necessarie ai fini del compito lavorativo o legate a difetti tecnici), distribuendo le azioni tra i due arti superiori, introducendo sistemi di lavorazione semiautomatiche, sdoppiando la postazione stessa se i gesti sono molto numerosi, o ruotando nel turno il personale addetto ad una mansione a rischio. In tab. 3 sono riportati i fattori "carenza tempi di recupero" (n. ore senza adeguato recupero) da applicare per il numero di ore lavorative senza recupero adeguato (dal metodo di calcolo OCRA Index).

Tabella 3

n. ore	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Valore scelto
fattore	1	0,9	0,8	0,7	0,5	0,45	0,25	0,1	0	

Ore senza compenso 7 = ridurre la frequenza di azioni al minuto del 90%

Ore senza compenso 6 = ridurre la frequenza di azioni al minuto del 75%

Ore senza compenso 5 = ridurre la frequenza di azioni al minuto del 55%

Ore senza compenso 4 = ridurre la frequenza di azioni al minuto del 40%

Ore senza compenso 3 = ridurre la frequenza di azioni al minuto del 30%

Ore senza compenso 2 = ridurre la frequenza di azioni al minuto del 20%

Ore senza compenso 1 = ridurre la frequenza di azioni al minuto del 10%

In tab. 4 è riportato un esempio di ridistribuzione del fattore tempo di recupero in una azienda con turni di 8 ore, una pausa mensa di 30 minuti e due pause della durata di 10 e 15 minuti.

Tabella 4

		Pausa di 10 min		Pausa di 15 min		Pausa mensa 30 min		Fine turno ore 14.00	
1ª ora	2ª ora	3ª ora	4ª ora	5ª ora	6ª ora	7ª ora	8ª ora		
Recupero inadeguato	Recupero inadeguato	Recupero adeguato	Recupero inadeguato	Recupero adeguato	Recupero adeguato	Recupero inadeguato	Recupero adeguato		

In un turno di 8 ore, 4 risultano a recupero inadeguato.

Ridistribuendo le pause nel seguente modo, ovvero 4 pause di 8 minuti ciascuna, si può ottenere il seguente risultato (tab. 5):

Tabella 5

		Pausa di 8 min		Pausa di 8 min		Pausa mensa 30 min		Pausa di 8 min		Fine turno ore 14.00	
1ª ora	2ª ora	3ª ora	4ª ora	5ª ora	6ª ora	7ª ora	8ª ora				
Recupero adeguato	Recupero inadeguato	Recupero adeguato	Recupero adeguato	Recupero inadeguato	Recupero adeguato	Recupero adeguato	Recupero adeguato				

Le ore senza adeguato recupero restano due, pertanto si ottiene un miglioramento del fattore di rischio "recupero inadeguato".

5.6.5.1C INTERVENTI FORMATIVI

La formazione va garantita al lavoratore ai sensi dell'art. 37 del D. Lgs. 81/08 al fine di ottenere una adeguata operatività sul posto di lavoro.

Il lavoratore va formato sull'ordine di azioni da eseguire, sulla possibilità di usare entrambi gli arti, sulla necessità di evitare azioni inutili con gli arti superiori, sul mantenimento di una postura corretta, sull'uso razionale delle pause di lavoro.

La formazione va tuttavia allargata anche a datori di lavoro, tecnici o capi reparto, per addestrarli all'uso delle check-list oggi disponibili al fine di una precoce e congrua individuazione del rischio.

5.6.5.2 PREVENZIONE SECONDARIA

I controlli sanitari **non sono esplicitamente previsti** dal D. Lgs. 81/08 per gli esposti a questo particolare tipo di rischio. Tuttavia il riconoscimento del rischio in azienda a seguito della valutazione che il datore di lavoro effettua ai sensi dell'art. 28 del D. Lgs. 81/08, comporta l'avvio di tutte le misure di prevenzione previste, compresa la sorveglianza sanitaria (controlli preventivi e periodici). Va inoltre ricordato che tra gli obblighi del datore di lavoro c'è quello di adottare le misure necessarie per la sicurezza e la salute dei lavoratori (art. 28 comma 2 D. Lgs. 81/08); anche nell'affidare i compiti ai lavoratori tiene conto delle capacità e delle condizioni degli stessi in rapporto alla loro salute e sicurezza.

5.6.5.2A SORVEGLIANZA SANITARIA

La sorveglianza sanitaria ha lo scopo di verificare l'idoneità del lavoratore alla mansione specifica sia in fase di assunzione che periodicamente. Lo screening delle alterazioni muscolo-scheletriche dell'arto superiore si basa su protocolli di inquadramento clinico - funzionale (anamnesi accurata per i disturbi di spalla, gomito, polso e mano), esame clinico - funzionale dei singoli distretti anatomici e **non prevedono** in prima battuta il ricorso a indagini invasive come la radiografia, l'elettromiografia, per evitare di esporre i lavoratori a inutili e dannose radiazioni ionizzanti o ad indagini comunque invasive.

La periodicità dei controlli è stabilita al medico competente in funzione della valutazione del rischio e delle conoscenze relative allo stato di salute individuale e collettivo della popolazione seguita; è possibile pertanto che il medico competente scelga di adottare periodicità differenziate per i singoli soggetti.

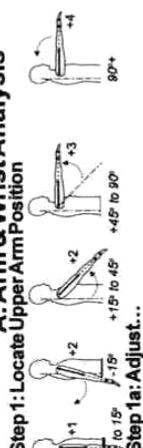
L'insieme dei dati raccolti dall'anamnesi e dalle visite mediche, consente di individuare eventuali patologie (di natura infiammatoria, degenerativa o malformativa) che rendono il lavoratore più suscettibile al rischio da sovraccarico biomeccanico dell'arto superiore, di selezionare i casi meritevoli di approfondimento diagnostico e di definire il giudizio di idoneità alla mansione specifica. I risultati collettivi della sorveglianza sanitaria sono pertanto un elemento utile nella verifica della valutazione del rischio, nella gestione delle misure intraprese e nella validazione del protocollo di sorveglianza stesso.

RULA - EMPLOYEE ASSESSMENT WORKSHEET

RULA Employee Assessment Worksheet

Complete this worksheet following the step-by-step procedure below. Keep a copy in the employee's personnel folder for future reference.

A. Arm & Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position


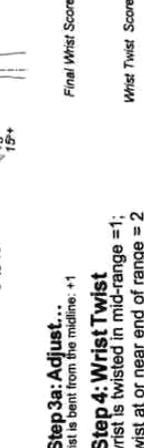
Final Upper Arm Score =

Step 2: Locate Lower Arm Position


Final Lower Arm Score =

Step 3: Locate Wrist Position


Final Wrist Score =

Step 4: Wrist Twist


Wrist Twist Score =

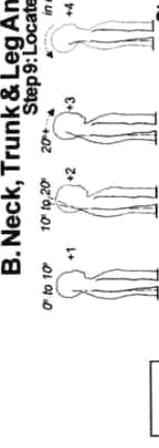
Step 5: Look-up Posture Score in Table A
 Use values from steps 1, 2, 3 & 4 to locate Posture Score in table A.
 Posture Score A =

Step 6: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held for longer than 1 minute) or, if action repeatedly occurs 4 times per minute or more: +1
 Muscle Use Score =

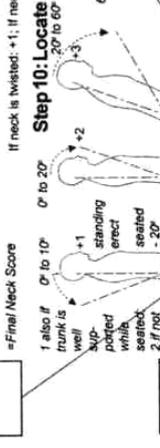
Step 7: Add Force/load Score
 If load less than 2 kg (intermittent): +0;
 If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1;
 If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2;
 If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3
 Force/load Score =

Step 8: Find Row in Table C
 The completed score from the Arm/Wrist analysis is used to find the row on Table C.
 Final Wrist & Arm Score =

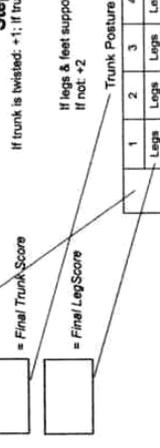
B. Neck, Trunk & Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position


Final Neck Score =

Step 10: Locate Trunk Position


Final Trunk Score =

Step 11: Legs


Final Leg Score =

Step 12: Look-up Posture Score in Table B
 Use values from steps 9, 10 & 11 to locate Posture Score in Table B.
 Posture B Score =

Step 13: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static or, if action 4-minute or more: +1
 Muscle Use Score =

Step 14: Add Force/load Score
 If load less than 2 kg (intermittent): +0;
 If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2;
 If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3
 Force/load Score =

Step 15: Find Column in Table C
 The completed score from the Neck/Trunk & Leg analysis is used to find the column on Chart C.
 Final Neck, Trunk & Leg Score =

		Upper Arm				Lower Arm				Wrist									
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Table A

		Neck		Trunk		Legs			
		1	2	1	2	1	2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Table B

		Upper Arm				Lower Arm				Wrist				Neck				Trunk				Legs																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Table C

Final Score =

Subject: _____ Department: _____

Company: _____ Date: ____/____/____

Score: _____

FINAL SCORE: 1 or 2 = Acceptable; 3 or 4 investigate further and change soon; 5 or 6 investigate further and change immediately

CHECK-LIST OSHA**VALUTAZIONE DEI FATTORI DI RISCHIO PER L'ARTO SUPERIORE**

A Fattori di rischio	B Criteri che caratterizzano i fattori di rischio	C Durata da 2 a 4 ore	D Da 4 a 8 ore	E 8 + ore Aggiungere 0,5 per ogni ora in +	F note
Ripetitività (movimenti delle dita, polso, gomito, collo)	1. Movimenti identici o simili a intervalli di qualche secondo. Movimenti o gesti ripetuti ogni 15 secondi o meno (l'utilizzo di una tastiera ha una valutazione a parte).	1	3		
	2. Battitura intensa su una tastiera valutata separatamente dagli altri compiti ripetitivi con un cadenza regolare come per l'inserimento di dati.	1	3		
	3. Battitura intermittente sulla tastiera il lavoro alla tastiera o altre attività sono alternati regolarmente ad altri lavori che corrispondono al 50-75% del tempo di lavoro..	0	1		
Forza manuale (ripetuta o mantenuta)	1. Sollevare un carico di più di 5 kg. Sollevare un oggetto pesante o chiuderlo forte con la mano con una prensione stretta.	1	3		
	2. Presa digitale con forza di più di 1 kg.	2	3		
Postura	1. Collo: rotazione, flessione, rotazione del collo da una parte o dall'altra di più di 20°, flessione del collo in avanti di più di 20° o estensione indietro di più di 5°.	1	2		
	2. Spalla: arto superiore senza appoggio o gomito più alto della metà del torace l'arto superiore è senza appoggio se non ha un supporto per i lavori di precisione delle dita.	2	3		
	3. Movimenti rapidi dell'avambraccio supinazione dell'avambraccio o resistenza alla rotazione di uno strumento es uso di un tornio manuale.	1	2		
	4. Polso: flessione-estensione del polso di più di 30° la flessione/estensione può verificarsi in corso di assemblaggio manuale o inserimento dati.	2	3		
	5. Dita: presa digitale energica per schiacciare o tenere un oggetto.	0	1		
Pressione cutanea	1. Pressione di un oggetto duro o tagliente a contatto della pelle (a livello del palmo, delle dita, del polso, del gomito, della ascella).	1	2		
	2. Utilizzo del palmo della mano come martello.	2	3		
Vibrazione	1. Vibrazione localizzata (senza ammortizzare le vibrazioni) vibrazione proveniente dal contatto delle mani con n oggetto vibrante.	1	2		
	2. Essere seduti o sopra una superficie vibrante senza ammortizzatori.	0	2		
Ambiente	1. Illuminazione insufficiente o abbigliamento impossibilità di vedere distintamente (es riflesso su uno schermo).	0	2		
	2. Basse temperature mani esposte ad una temperatura dell'aria inferiore a 15° in caso di lavori seduti a 4° in caso di lavoro leggero a -6° in caso di lavoro moderato; aria fredda che soffia sulle mani.	1	1		
Lavoro a frequenza vincolata	1. Cadenza di lavoro non riducibile, ritmo della macchina, lavoro pagato a cottimo, costante sorveglianza con ordini quotidiani. Dare 1 punto se è presente un elemento di non riduzione del ritmo, 2 punti se ci sono due o più elementi.				
Punteggio					

MOORE-GARG STRAIN INDEX (SI)

Task	Analyst
	Date

Risk Factor	Rating criterion	Observation	Ratings	Left	Right
Strain Index	Find rating for each risk factor and multiply them together	SI < 3: Safe SI between 3 and 5: Uncertain SI between 5 and 7: Some Risk SI > 7: Hazardous			
Intensity of Exertion (Borg scale values in brackets)	Light	Barely noticeable or relaxed effort (0-2)	1		
	Somewhat Hard	Noticeable or definite effort (3)	3		
	Hard	Obvious effort; Unchanged expression (4-5)	6		
	Very Hard	Substantial effort; Changed effort (6-7)	9		
	Near Maximal	Uses Shoulder or trunk for force (8-10)	13		
Duration of Exertion (% of Cycle)	< 10%		0.5		
	10 - 29%		1.0		
	30 - 49%		1.5		
	50 - 79%		2.0		
	> 80%		3.0		
Efforts per Minute	< 4		0.5		
	4 - 8		1.0		
	9 - 14		1.5		
	15 - 19		2.0		
	> 20		3.0		
Hand/Wrist Posture	Very Good	Perfectly Neutral	1.0		
	Good	Near Neutral	1.0		
	Fair	Non – Neutral	1.5		
	Bad	Marked Deviation	2.0		
	Very Bad	Near Extreme	3.0		
Speed of work	Very Slow	Extremely relaxed pace	1.0		
	Slow	Taking onÈs own time	1.0		
	Fair	Normal speed of motion	1.0		
	Fast	Rushed, but able to keep up	1.5		
	Very Fast	Rushed and barely/unable to keep up	2.0		
Duration of Task per day (hours)	< 1		0.25		
	1-2		0.50		
	2-4		0.75		
	4-8		1.00		
	> 8		1.50		

CHECK-LIST OCRA SCHEDA 1

Procedura breve per l'identificazione del rischio da sovraccarico degli arti superiori da lavoro ripetitivo.

Compilatore/i	Data di compilazione
---------------	----------------------

Denominazione e breve descrizione del posto di lavoro

- quanti posti di lavoro sono presenti identici a quello descritto e quanti posti sono, anche se non identici, molto simili tali da poter essere assimilati a quello analizzato.....
- su quanti turni è utilizzato il posto/i di lavoro.....
- quanti lavoratori in totale (considerando il numero di postazioni identiche o molto simili e i turni di lavoro) e di che sesso (n.maschi e n. femmine) operano sul posto di lavoro analizzato
- % temporale di reale utilizzo del posto di lavoro in un turno di lavoro. Può infatti succedere che una postazione sia utilizzata solo parzialmente in un turno di lavoro

DESCRIZIONE		MINUTI
Durata Turno	ufficiale	
	effettivo	
Pause ufficiali	da contratto	
Altre pause (oltre alle ufficiali)		
Pausa mensa	ufficiale	
	effettiva	
Lavori non ripetitivi (es: pulizia, rifornimento, ecc.)	ufficiale	
	effettiva	
Tempo netto di lavoro ripetitivo		
N. Pezzi (o cicli)	ufficiale	
	effettiva	
Tempo netto di ciclo (sec.)		
Tempo di ciclo osservato o periodo di osservazione (sec.)		

Modalità di interruzione del lavoro a cicli con pause o con altri lavori di controllo visivo

scegliere una sola risposta: è possibile scegliere valori intermedi

- 0** esiste una interruzione di almeno 8/10 min. ogni ora (contare la mensa); oppure il tempo di recupero è interno al ciclo.
- 2** esistono due interruzioni al mattino e due al pomeriggio (oltre alla pausa mensa) di almeno 8-10 minuti in turno di 7-8 ore o comunque 4 interruzioni oltre la pausa mensa in turno di 7-8 ore; o 4 interruzioni di 8-10 minuti in turno di 6 ore.
- 3** esistono 2 pause di almeno 8-10 minuti l'una in turno di 6 ore circa (senza pausa mensa); oppure 3 pause oltre la pausa mensa in turno di 7-8 ore.
- 4** esistono 2 interruzioni oltre alla pausa mensa di almeno 8-10 minuti in turno di 7-8 ore (o 3 interruzioni senza mensa); oppure in turno di 6 ore, una pausa di almeno 8-10 minuti.
- 6** in un turno di 7 ore circa senza pausa mensa è presente una sola pausa di almeno 10 minuti; oppure in un turno di 8 ore è presente solo la pausa mensa (mensa non conteggiata nell'orario di lavoro).
- 10** non esistono di fatto interruzioni se non di pochi minuti (meno di 5) in turno di 7-8 ore.

ORA INIZIO								ORA FINE

Indicare la durata del turno in minuti.....e disegnare la distribuzione delle pause nel turno.

RECUPERO

CHECK-LIST OCRA SCHEDA 2

L'attività delle braccia e la frequenza di azione nello svolgere i cicli

È prevista una sola risposta per i due blocchi (AZIONI DINAMICHE o AZIONI STATICHE) e prevale il punteggio più alto; è possibile scegliere valori intermedi. Descrivere l'arto dominante: citare se il lavoro è simmetrico. Può essere talora necessario descrivere entrambi gli arti: in questo caso utilizzare la due caselle, una per il destro e una per il sinistro.

Azioni tecniche dinamiche

- 0** i movimenti delle braccia sono lenti con possibilità di frequenti interruzioni (20 azioni/minuto);
- 1** i movimenti delle braccia non sono troppo veloci (30 az/min o un'azione ogni 2 secondi) con possibilità di brevi interruzioni;
- 3** i movimenti delle braccia sono più rapidi (circa 40 az/min) ma con possibilità di brevi interruzioni;
- 4** i movimenti delle braccia sono abbastanza rapidi (circa 40 az/min), la possibilità di interruzioni È più scarsa e non regolare;
- 6** i movimenti delle braccia sono rapidi e costanti (circa 50 az/min) sono possibili solo occasionali e brevi pause;
- 8** i movimenti delle braccia sono molto rapidi e costanti. la carenza di interruzioni rende difficile tenere il ritmo (60 az/min);
- 10** frequenze elevatissime (70 e oltre al minuto), non sono possibili interruzioni.

Azioni tecniche statiche

- 2,5** è mantenuto un oggetto in presa statica per una durata di almeno 5 sec., che occupa 2/3 del tempo ciclo o del periodo di osservazione;
- 4,5** è mantenuto un oggetto in presa statica per una durata di almeno 5 sec., che occupa 3/3 del tempo ciclo o del periodo di osservazione.

	DX	SX
Numero azioni tecniche conteggiate nel ciclo		
Frequenza di azione al minuto		
Presenza di possibilità di brevi interruzioni		

	DX	SX
FREQUENZA		

Presenza di attività lavorative con uso ripetuto di forza delle mani/braccia (almeno una volta ogni pochi cicli durante tutta l'operazione o compito analizzato)
 SI **NO**

Se "SI", compilare il questionario successivo.

Possono essere barrate più risposte: sommare i punteggi parziali ottenuti. Scegliere se necessario anche più punteggi intermedi e sommarli (descrivere l'arto più interessato, lo stesso di cui si descriverà la postura). Può essere talora necessario descrivere entrambi gli arti: in questo caso utilizzare la due caselle, una per il destro e una per il sinistro.

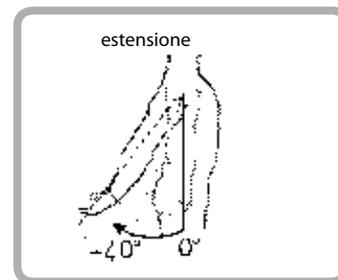
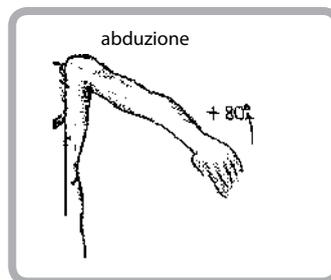
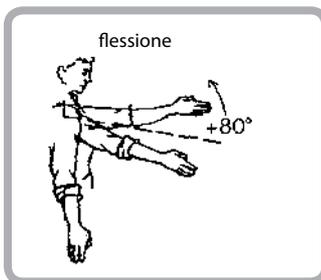
		DX	SX
L'ATTIVITÀ LAVORATIVA COMPORTA USO DI FORZA QUASI MASSIMALE (punt. di 8 e oltre della scala di Borg) NEL:			
<input type="checkbox"/> tirare o spingere leve <input type="checkbox"/> schiacciare pulsanti <input type="checkbox"/> chiudere o aprire <input type="checkbox"/> premere o maneggiare componenti <input type="checkbox"/> uso attrezzi <input type="checkbox"/> vengono maneggiati o sollevati oggetti	6 2 secondi ogni 10 minuti 12 1% del tempo 24 5% del tempo 32 oltre il 10% del tempo (*)		
L'ATTIVITÀ LAVORATIVA COMPORTA USO DI FORZA FORTE O MOLTO FORTE (punt. 5-6-7 della scala di Borg) NEL:			
<input type="checkbox"/> tirare o spingere leve <input type="checkbox"/> schiacciare pulsanti <input type="checkbox"/> chiudere o aprire <input type="checkbox"/> premere o maneggiare componenti <input type="checkbox"/> uso attrezzi <input type="checkbox"/> vengono maneggiati o sollevati oggetti	4 2 secondi ogni 10 minuti 8 1% del tempo 16 5% del tempo 24 oltre il 10% del tempo (*)		
L'ATTIVITÀ LAVORATIVA COMPORTA USO DI FORZA DI GRADO MODERATO (punt. 3-4 della scala di Borg) NEL:			
<input type="checkbox"/> tirare o spingere leve <input type="checkbox"/> schiacciare pulsanti <input type="checkbox"/> chiudere o aprire <input type="checkbox"/> premere o maneggiare componenti <input type="checkbox"/> uso attrezzi <input type="checkbox"/> vengono maneggiati o sollevati oggetti	2 1/3 del tempo 4 circa metà del tempo 6 più della metà del tempo 8 pressoché tutto il tempo		
FORZA			

(*) N.B.: Le due condizioni segnalate non possono essere ritenute accettabili.

Presenza di posture inadeguate delle braccia durante lo svolgimento del compito ripetitivo

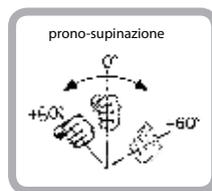
Descrivere il più interessato o entrambi se necessario.

 DESTRO SINISTRO ENTRAMBI

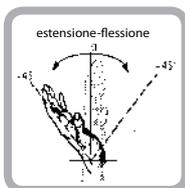
A) SPALLA
 DESTRO SINISTRO


- 1** il braccio/le braccia non sono appoggiate sul piano di lavoro ma sono sollevate di poco per più di metà del tempo.
- 2** le braccia sono mantenute senza appoggio quasi ad altezza spalle (o in altre posture estreme) per circa il 10% del tempo.
- 6** le braccia sono mantenute senza appoggio quasi ad altezza spalle (o in altre posture estreme) per circa 1/3 del tempo.
- 12** le braccia sono mantenute senza appoggio quasi ad altezza spalle (o in altre posture estreme) per più della metà del tempo.
- 24** le braccia sono mantenute senza appoggio quasi ad altezza spalle (o in altre posture estreme) circa per tutto il tempo.

NB: Se le mani operano sopra l'altezza del capo, raddoppiare i valori.

B) GOMITO
 DESTRO SINISTRO


- 2** il gomito deve eseguire ampi movimenti di flesso-estensioni o prono-supinazioni, movimenti bruschi per circa 1/3 del tempo.
- 4** il gomito deve eseguire ampi movimenti di flesso-estensioni o prono-supinazioni, movimenti bruschi per più di metà del tempo.
- 8** il gomito deve eseguire ampi movimenti di flesso-estensioni o prono-supinazioni, movimenti bruschi per circa tutto il tempo.

C) POLSO
 DESTRO SINISTRO


- 2** il polso deve fare piegamenti estremi o assumere posizioni fastidiose (ampie flessioni o estensioni o ampie deviazioni laterali) per almeno 1/3 del tempo.
- 4** il polso deve fare piegamenti estremi o assumere posizioni fastidiose per più di metà del tempo.
- 8** il polso deve fare piegamenti estremi per circa tutto il tempo.

D) MANO-DITA

 DESTRO SINISTRO

Presa di precisione (pinch)



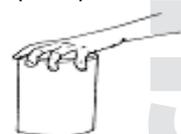
Presa di precisione (pinch)



presa a uncino



presa palmare



La mano afferra oggetti o pezzi o strumenti con le dita

- a dita strette (pinch);
- a mano quasi completamente allargata (presa palmare);
- tenendo le dita a forma di uncino;
- con altri tipi di presa assimilabili alle precedenti indicate.

- 2** per circa 1/3 del tempo.
- 4** per più di metà del tempo.
- 8** per circa tutto il tempo.

PRESENZA DI GESTI LAVORATIVI DELLA SPALLA E/O DEL GOMITO E/O DEL POLSO E/O MANI IDENTICI, RIPETUTI PER OLTRE METÀ DEL TEMPO
(o tempo di ciclo tra 8 e 15 sec. a contenuto prevalente di azione tecniche, anche diverse tra di loro, degli arti superiori)

1,5 E

PRESENZA DI GESTI LAVORATIVI DELLA SPALLA E/O DEL GOMITO E/O DEL POLSO E/O MANI IDENTICI, RIPETUTI QUASI TUTTO IL TEMPO
(o tempo di ciclo inf. a 8 sec. a contenuto prevalente di azione tecniche, anche diverse tra di loro, degli arti superiori)

3 E

E) STEREOTIPIA

 DESTRO SINISTRO

NB: usare il valore più alto ottenuto tra i 4 blocchi di domande (A,B,C,D) preso una sola volta e sommarlo eventualmente a E

**CHECK-LIST OCRA
SCHEDA 3**

	DX	SX
POSTURA		

Presenza di fattori di rischio complementari

Scegliere una sola risposta per blocco. Descrivere l'arto più interessato (lo stesso di cui si descriverà la postura). Può essere talora necessario descrivere entrambi gli arti: in questo caso utilizzare la due caselle, una per il destro e una per il sinistro.

- 2** vengono usati per più della metà del tempo guanti inadeguati alla presa richiesta dal lavoro da svolgere (fastidiosi, troppo spessi, di taglia sbagliata);
- 2** sono presenti movimenti bruschi o a strappo o contraccolpi con frequenze di 2 al minuto o più;
- 2** sono presenti contatti con superfici fredde (inf. a 0 gradi) o si svolgono lavori in celle frigorifere per più della metà del tempo;
- 2** sono presenti contatti con superfici fredde (inf. a 0 gradi) o si svolgono lavori in celle frigorifere per più della metà del tempo;
- 2** vengono usati strumenti vibranti o avvitatori con contraccolpo per almeno 1/3 del tempo. Attribuire un valore 4 in caso di uso di strumenti con elevato contenuto di vibrazioni (es.: martello pneumatico; mole flessibili ecc.) quando utilizzati per almeno 1/3 del tempo;
- 2** vengono usati attrezzi che provocano compressioni sulle strutture muscolo tendinee (verificare la presenza di arrossamenti, calli sulla pelle, ecc.);
- 2** vengono svolti lavori di precisione per più della metà del tempo (lavori in aree inferiori ai 2-3 mm.) che richiedono distanza visiva ravvicinata;
- 2** sono presenti più fattori complementari (quali:
.....) che considerati complessivamente occupano più della metà del tempo;
- 3** sono presenti uno o più fattori complementari che occupano quasi tutto il tempo (quali
.....);
- 1** i ritmi di lavoro sono determinati dalla macchina ma esistono zone "polmone" per cui si può accelerare o decelerare il ritmo di lavoro;
- 2** i ritmi di lavoro sono completamente determinati dalla macchina.

	DX	SX
COMPLEMENTARI		

CALCOLO DEL PUNTEGGIO CHECKLIST PER COMPITO/LAVORAZIONE

A) Punteggio intrinseco della postazione

Per calcolare l'indice di compito, sommare i valori riportati nelle 5 caselle con la dicitura: Recupero + Frequenza + Forza + Postura + Complementari.

	DX	SX
PUNTEGGIO INTRINSECO POSTAZIONE		

B) Individuazione dei moltiplicatori relativi alla durata totale giornaliera dei compiti ripetitivi

Per lavori part-time o per tempi di lavoro ripetitivo inferiori a 7 ore o superiori a 8 moltiplicare il valore finale ottenuto per gli indicati fattori moltiplicativi:

60-120 min: Fattore moltiplicativo = 0,5	241-300 min: Fattore moltiplicativo = 0,85	421-480 min: Fattore moltiplicativo = 1
121-180 min: Fattore moltiplicativo = 0,65	301-360 min: Fattore moltiplicativo = 0,925	sup.480 min: Fattore moltiplicativo = 1,5
181-240 min: Fattore moltiplicativo = 0,75	361-420 min: Fattore moltiplicativo = 0,95	

C) Punteggio reale della postazione ponderato per la effettiva durata del compito ripetitivo

Per calcolare l'indice di compito, moltiplicare il valore di "PUNTEGGIO INTRINSECO DELLA POSTAZIONE" A per il fattore moltiplicativo relativo alla durata del compito ripetitivo B)

	DX A) x B)	SX A) x B)
PUNTEGGIO REALE POSTAZIONE		

D) Punteggio di esposizione per piu' compiti ripetitivi

Se esistono più compiti ripetitivi svolti nel turno eseguire la seguente operazione per ottenere il punteggio complessivo di lavoro ripetitivo nel turno (% PZ =% di tempo del compito Z nel turno).

(punt a. x % Pa) + (punt b. x % Pb) + ... (punt z. x % Pz) ... x fattore moltiplicativo per durata totale di tali compiti ripetitivi nel turno

COMPITI SVOLTI NEL TURNO E/O DENOMINAZIONE DELLA POSTAZIONE

DENOMINAZIONE	DURATA (min)	PREVALENZA DEL TURNO	(P)
a			(Pa)
b			(Pb)
c			(Pc)

CORRISPONDENZA DI PUNTEGGI FRA OCRA E PUNTEGGI CHECK-LIST

CHECK LIST	OCRA	FASCE	RISCHIO
Fino a 7,5	2,2	Fascia Verde	Rischio accettabile
7,6 - 11	2,3 - 3,5	Fascia Giallo	Borderline o rischio molto lieve
11,1 - 14,0 14,1 - 22,5	3,6 - 4,5 4,6 - 9	Fascia Rosso leggero Fascia Rosso medio	Rischio lieve Rischio Medio
≥ 22,6	≥ 9,1	Fascia Viola	Rischio elevato