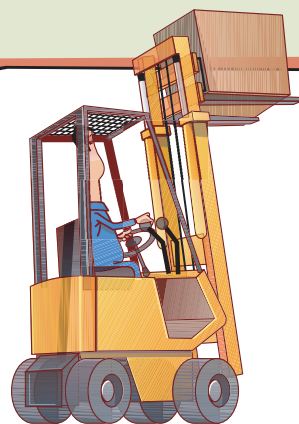


**INAIL**

# Labor Tutor

Per Lavoratori e Datori di Lavoro



**Un percorso formativo  
sulla prevenzione  
dei fattori di rischio tipici  
del settore metalmeccanico**

Edizione 2011

**INAIL**

# Labor Tutor

**Per Lavoratori e Datori di Lavoro**

**Un percorso formativo  
sulla prevenzione  
dei fattori di rischio tipici  
del settore metalmeccanico**

**Edizione 2011**

Realizzato da  
**INAIL**

In collaborazione con  
**ENFEA** (Ente Nazionale per la Formazione e l'Ambiente)

Per informazioni

Direzione Centrale Prevenzione  
P.le Giulio Pastore, 6 - 00144 Roma  
Fax 0654872295  
dcprevenzione@inail.it

Direzione Centrale Comunicazione  
P.le Giulio Pastore, 6 - 00144 Roma  
Fax 0654872295  
dccomunicazione@inail.it

# INDICE

<b>AGENTI BIOLOGICI</b>	7
INTRODUZIONE	7
IL RISCHIO	7
LA PREVENZIONE	9
<b>AGENTI CHIMICI</b>	10
INTRODUZIONE	10
IL RISCHIO	10
LA PREVENZIONE	13
ETICHETTATURA E SCHEDE DI SICUREZZA	15
<b>AGENTI CANCEROGENI</b>	17
INTRODUZIONE	17
IL RISCHIO	17
LA PREVENZIONE	19
<b>AGENTI USTIONANTI</b>	21
INTRODUZIONE	21
IL RISCHIO	22
LA PREVENZIONE	23
<b>APPARECCHI DI SOLLEVAMENTO</b>	25
INTRODUZIONE	25
IL RISCHIO	26
LA PREVENZIONE	28
<b>CADUTA DI MATERIALI</b>	31
INTRODUZIONE	31
IL RISCHIO	31
LA PREVENZIONE	33
<b>CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	34
INTRODUZIONE	34
IL RISCHIO	35
LA PREVENZIONE	37
<b>CARRELLI ELEVATORI</b>	38
INTRODUZIONE	38
IL RISCHIO	38
LA PREVENZIONE	41
<b>CARRELLI PORTA PALLET A CONDUZIONE MANUALE</b>	44
INTRODUZIONE	44
IL RISCHIO	44
LA PREVENZIONE	46
<b>FUMI E VAPORI</b>	47
INTRODUZIONE	47
IL RISCHIO	48
LA PREVENZIONE	49

<b>INFORTUNI DI ORIGINE MECCANICA</b>	50
Introduzione	50
Il rischio	51
La prevenzione	52
<b>LUOGHI DI LAVORO</b>	55
Introduzione	55
Il rischio	55
La prevenzione	57
<b>MACCHINE A CONTROLLO NUMERICO</b>	59
Introduzione	59
Il rischio	60
La prevenzione	62
<b>MAGAZZINI</b>	65
Introduzione	65
Il rischio	65
La prevenzione	67
<b>MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI</b>	70
Introduzione	70
Il rischio	71
La prevenzione	74
<b>MOVIMENTI RIPETITIVI</b>	78
Introduzione	78
Il rischio	79
La prevenzione	81
<b>NASTRI TRASPORTATORI</b>	82
Introduzione	82
Il rischio	82
La prevenzione	83
<b>POLVERI</b>	85
Introduzione	85
Il rischio	85
La prevenzione	87
<b>PROIEZIONE DI MATERIALI</b>	88
Introduzione	88
Il rischio	88
La prevenzione	89
<b>RADIAZIONI IONIZZANTI</b>	90
Introduzione	90
Il rischio	91
La prevenzione	93
<b>RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE E INFRAROSSE</b>	94
Introduzione	94
Il rischio	95
La prevenzione	96

<b>RIBALTE - PIANI DI CARICAMENTO</b>	96
Introduzione	96
Il rischio	96
La prevenzione	98
<b>RISCHIO ELETTRICO</b>	99
Introduzione	99
Il rischio	100
La prevenzione	102
<b>RISCHIO ESPLOSIONE</b>	103
Introduzione	103
Il rischio	103
La prevenzione	105
<b>RISCHIO INCENDIO</b>	107
Introduzione	107
Il rischio	107
La prevenzione	108
<b>RUMORE</b>	111
Introduzione	111
Il rischio	113
La prevenzione	114
<b>VIBRAZIONI</b>	115
Introduzione	115
Il rischio	115
La prevenzione	116
<b>DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE</b>	117



## AGENTI BIOLOGICI

### INTRODUZIONE

In alcuni settori lavorativi, la presenza di agenti biologici, cioè di microrganismi capaci di penetrare nell'organismo umano e produrre infezioni, è costante e ben conosciuta, come ad esempio nelle attività sanitarie. In altri settori, come nelle attività metalmeccaniche tradizionali, la presenza di agenti biologici è sicuramente meno consueta, ma non del tutto trascurabile. Si parla, in questo caso, di un rischio di esposizione *potenziale* ad agenti biologici (Titolo X del Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i.). Con il termine "agente biologico" si indica un'ampia serie di organismi viventi come: batteri, virus, funghi o miceti, parassiti. Solo alcuni di questi sono dannosi per l'uomo, e quelli che risultano patogeni, cioè capaci di produrre infezioni, hanno gradi di aggressività molto diversi. Per questo, la normativa classifica gli agenti biologici in quattro gruppi, in base alla loro capacità di provocare malattie nei soggetti umani. La classificazione è in ordine crescente, in relazione alla gravità della patologia indotta sull'organismo umano e alla disponibilità di misure di profilassi (Allegato XLVI del Decreto Legislativo 81/2008, e s.m.i.).

I microrganismi si trasmettono all'uomo dall'ambiente esterno, da altri uomini o animali, con modalità abbastanza tipiche. I microrganismi che crescono e si sviluppano sulla pelle si trasmettono per contatto cutaneo e qui provocano infezioni da: funghi (micosi), virus (herpes, verruche), batteri (follicoliti, piodermi), parassiti (scabbia, zecche, pidocchi).

I microrganismi che vengono eliminati con le feci di soggetti infetti, possono essere trasmessi per ingestione attraverso alimenti o acqua contaminata, come nel caso della salmonellosi, del colera e dell'epatite A. Gran parte delle infezioni è trasmessa per via aerea, cioè inalando microrganismi dispersi nell'aria, emessi con starnuti, tosse, aria espirata da soggetti infetti. Con questa modalità si trasmettono, ad esempio, il raffreddore, l'influenza, la polmonite, la tubercolosi. Infine, alcune malattie sono trasmesse attraverso il sangue, con punture o ferite accidentali con oggetti infetti, schizzi o imbrattamenti delle mucose e della pelle lesionata (scrapolata, ferita) con sangue infetto. Con questa modalità, si trasmettono l'epatite B e C e il virus dell'AIDS.

### IL RISCHIO

Si può riconoscere in ogni ambiente lavorativo un rischio "generico" di esposizione ad agenti biologici presente in tutte le collettività, che comunque giustifica l'attenzione che deve essere posta alle comuni norme di igiene (frequenza e accuratezza delle pulizie dei locali, dotazione di spogliatoi, servizi igienici, docce, uso individuale dei dispositivi di pro-



tezione personale, disinfezione di dispositivi di protezione usati da più persone).

In particolare, nel settore metalmeccanico è presente un rischio specifico, legato alla contaminazione dei fluidi lubrorefrigeranti (oli minerali) da parte di batteri e/o funghi.

### **Rischio di infezione da oli minerali contaminati - principali cause:**

- Inadeguato trattamento dei liquidi (sostituzione, filtrazione, additivazione con sostanze battericide).
- Assenza o inefficienza di schermature sulle macchine.
- Contatto cutaneo diretto per manipolazione di pezzi bagnati, schizzi, contaminazione dell'ambiente circostante le macchine.
- Contatto cutaneo indiretto per permanenza di oli sugli indumenti di lavoro.

Gli oli minerali veri e propri (derivati dalla raffinazione del petrolio grezzo), gli oli sintetici e semisintetici (prodotti "artificialmente" con reazioni di sintesi), sono impiegati molto comunemente sulle macchine per la lavorazione dei metalli, per ridurre l'attrito e l'usura tra utensile e pezzo in lavorazione, per raffreddare, per impedire la corrosione e l'ossidazione. Sono in genere utilizzati in emulsione con acqua, in percentuali che variano dall'1% al 10%, in circuiti che prevedono il recupero in vasche di raccolta e il ricircolo del fluido.

È consuetudine, invece di rinnovare totalmente il fluido in uso, fare periodicamente dei rabbocchi, senza verificare la carica batterica presente, né correggere la contaminazione con appositi prodotti antimicrobici. Questa situazione favorisce lo sviluppo di batteri e/o funghi, che si moltiplicano progressivamente con l'invecchiamento dei liquidi lubrorefrigeranti.

La manipolazione di pezzi bagnati, gli schizzi che si producono nelle lavorazioni non adeguatamente presidiate con schermature, la presenza di nebbie che si depositano ovunque nell'ambiente, sono occasioni di contatto molto diffuse e continuative. A questo, può aggiungersi il contatto con indumenti da lavoro sporchi, i quali trattengono la componente oleosa anche quando sono asciutti.

Il contatto con la pelle, soprattutto se essa non è integra, bensì presenta piccole ferite o abrasioni, può causare infezioni. Le superfici cutanee su cui si ha crescita di peli, come il dorso della mano e dell'avambraccio, o la superficie superiore della coscia, sono particolarmente interessate dalle infezioni, in quanto gli oli si depositano nel follicolo da cui esce il pelo e lo ostruiscono, favorendo così il formarsi di infezioni molto simili ai foruncoli (follicoliti).

Un'infezione che non è affatto un ricordo del passato, ma che è estremamente rara solo per l'efficacia della vaccinazione obbligatoria, è il tetano, infezione causata dalle spore di un microrganismo (*clostridio* del tetano),

che sopravvivono a lungo nei terreni o su oggetti che sono tenuti all'aperto. Sono, quindi, da considerare i rischi di ferimento e abrasione nella manipolazione di rottami, o di pezzi che sono stati a lungo utilizzati o depositati in ambienti aperti. Sono più temibili, in questo caso, piccole ferite con scarso sanguinamento, graffi o punture, per la maggiore possibilità che le spore vengano trattenute nei tessuti.

## **LA PREVENZIONE**

Il controllo del rischio biologico da oli minerali contaminati è, in primo luogo, sulla fonte del rischio, cioè sulla qualità dei liquidi utilizzati, sul grado di contaminazione e sulle modalità di trattamento dei liquidi invecchiati. I rabbocchi periodici possono essere una soluzione tecnica ed economica ma non modificano, anzi perpetuano, il rischio di infezioni. È invece appropriato il rinnovo completo dei liquidi, accompagnato dalla pulizia delle vasche di raccolta. Periodicamente si può verificare la carica batterica dei liquidi, indi correggere la contaminazione con appositi additivi.

Un'ulteriore azione di contenimento del rischio è l'intervento sulle macchine e sull'ambiente di lavoro, limitando la dispersione di oli, per mezzo di: schermature antispuzzo, chiusura delle macchine, sistemi di abbattimento delle nebbie.

Anche la pulizia degli ambienti, la rimozione di sfridi bagnati depositati a terra e l'asciugatura delle superfici contaminate, contribuiscono a ridurre l'esposizione.

Da ultimo, possono essere adottate le protezioni personali per contenere quei rischi residui che non sono totalmente controllabili con le misure ambientali.

È utile, per il lavaggio delle mani, l'utilizzo di saponi che non indeboliscano la struttura e le difese naturali della pelle, come i saponi neutri. L'uso invece di saponi aggressivi, come le paste abrasive, o peggio ancora dei solventi, facilita l'ingresso di batteri e sostanze chimiche attraverso la cute.

Il rischio di infezione da spore del tetano può essere totalmente controllato con la vaccinazione specifica, che è peraltro obbligatoria per la categoria di addetti (Legge 5 marzo 1963, n. 292, modificata dalla Legge 20 marzo 1968, n. 419).

## AGENTI CHIMICI

### INTRODUZIONE

Per agente chimico<sup>1</sup> s'intende una sostanza o una miscela, naturale o di sintesi. Alla produzione e all'uso di prodotti chimici, è imputata una rilevante responsabilità per la contaminazione degli ambienti di vita e di lavoro, dovuta all'introduzione incontrollata di sostanze dannose.

Gli agenti chimici sono migliaia. Essi possono essere classificati in base:

- All'origine: naturale, artificiale, sintetica.
- Alle caratteristiche intrinseche: metalli, solventi..,
- Allo stato fisico in ambiente di lavoro: polveri, fumi, nebbie, gas, vapori.
- All'effetto sull'organismo: irritanti, allergizzanti, cancerogeni ...

Gli agenti chimici possono presentarsi in forma solida, liquida o gassosa. Essi possono essere stabili o presentare caratteristiche di reattività spontanea.

I composti stabili, in condizioni normali (temperatura e pressione ambientali), mantengono la propria natura e, per reagire con altri composti, devono essere sottoposti a processi specifici. I composti instabili, invece, reagiscono e/o si legano con altri anche in condizioni normali; essi hanno, quindi, delle reazioni spontanee.

Pur mantenendo in comune un certo livello di pericolosità, i secondi sono chiaramente molto più pericolosi, perché reagiscono immediatamente anche con i tessuti biologici con i quali possono eventualmente venire a contatto.

### IL RISCHIO

Molte patologie da lavoro sono dovute proprio all'esposizione ad agenti chimici; tra le più gravi dobbiamo citare le neoplasie, dovute a esposizione ad agenti cancerogeni.

La produzione chimica in generale, la lavorazione o l'uso dei prodotti chimici, espongono i lavoratori a un rischio molto elevato di infortuni e malattie professionali. I prodotti classificati come pericolosi per l'uomo, sulla base del loro effetto, si distinguono in:

- Esplosivi: possono esplodere, detonare o deflagrare anche senza l'azione dell'ossigeno atmosferico.

<sup>1</sup> Tutti gli elementi o composti chimici, sia da soli sia nei loro miscugli, allo stato naturale o ottenuti, utilizzati o smaltiti, compreso lo smaltimento come rifiuti, mediante qualsiasi attività lavorativa, siano essi prodotti intenzionalmente o no e siano immessi o no sul mercato (definizione contenuta nell'articolo 222 del Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i.).

- Comburenti: a contatto con altre sostanze, soprattutto se infiammabili, provocano una forte reazione esotermica.
- Infiammabili: vi rientrano i materiali con diverso grado di infiammabilità e sono classificati in: estremamente infiammabili, facilmente infiammabili e infiammabili.
- Tossici o molto tossici<sup>2</sup>: possono essere letali oppure provocare lesioni acute o croniche in piccola o piccolissima quantità.
- Nocivi: possono essere letali oppure provocare lesioni acute o croniche.
- Corrosivi: possono esercitare nel contatto con tessuti vivi un'azione distruttiva.
- Irritanti: possono produrre a contatto diretto, prolungato o ripetuto con la pelle o le mucose, una reazione infiammatoria.
- Sensibilizzanti: possono dar luogo a una reazione di ipersensibilizzazione, per cui una successiva esposizione produce reazioni avverse caratteristiche.
- Cancerogeni: possono provocare il cancro o aumentarne la frequenza.
- Mutageni: possono produrre difetti genetici ereditari o aumentarne la frequenza.
- Tossici per il ciclo riproduttivo: possono provocare o rendere più frequenti effetti nocivi non ereditari nella prole o danni a carico delle funzioni o delle capacità riproduttive maschili o femminili.
- Pericolosi per l'ambiente: qualora si diffondano nell'ambiente, presentano o possono presentare rischi immediati o differiti per una o più componenti ambientali.

In generale, una sostanza (o una miscela) può penetrare nell'organismo attraverso diverse vie di assorbimento:

- Inalazione (attraverso l'apparato respiratorio - in ambiente di lavoro è la via più importante).
- Contatto cutaneo (diretto).
- Contatto con mucose.
- Ingestione.

L'ingestione è più frequente in ambito domestico (un tipico esempio è il bambino che beve per sbaglio un prodotto per l'igiene della casa); tuttavia, essa non è da sottovalutare in ambiente lavorativo, soprattutto in caso di non osservanza di norme igieniche di base, come mangiare o fumare con le mani sporche.

Una volta penetrate nell'organismo, le sostanze/miscele si legano alle proteine del sangue e si distribuiscono nei diversi tessuti. Le sostanze/miscele vengono quindi "biotrasformate", cioè trasformate in composti che possono essere più facilmente eliminati. Questa biotrasformazione avviene soprattutto nel fegato.

<sup>2</sup> La tossicità è la capacità di una sostanza di produrre, a una certa dose, effetti deleteri sull'organismo umano.

Alcune volte, una sostanza tossica viene trasformata in un'altra che non lo è; altre, invece, sono proprio i nuovi composti ad essere dannosi per l'organismo.

Infine, la sostanza e/o i suoi metaboliti (cioè i composti in cui è stata trasformata) vengono eliminate dall'organismo, soprattutto attraverso le urine. Questo passaggio nell'organismo può avere effetti, come già detto, immediati e/o ritardati (i sintomi possono manifestarsi anche dopo molto tempo, con danni che possono diventare irreversibili). Gli effetti negativi possono essere legati all'azione diretta e immediata sui tessuti, all'accumulo in organi e apparati (ad esempio nel caso del piombo), o all'eccessivo carico di lavoro che alcuni organi sono costretti a compiere per metabolizzare ed espellere tali sostanze e che li porterà alla perdita della loro capacità funzionale. La risposta dell'organismo a un agente chimico presente nell'ambiente di lavoro è condizionata da diversi fattori:

### **1) proprietà fisico-chimiche della sostanza/miscela**

- a) polarità delle molecole: più esse si sciolgono nei grassi, più si accumulano nell'organismo e quindi sono più tossiche; al contrario, più si legano all'acqua e più facilmente vengono eliminate dall'organismo;
- b) volatilità: le specie più volatili, cioè che evaporano più facilmente, si concentrano maggiormente nell'aria e vengono quindi respirate in maggior quantità;
- c) tipo di formulazione: il grado di assorbimento nell'organismo è diverso a seconda che la sostanza/miscela si trovi allo stato liquido, in polvere o in pasta; in genere, le polveri si disperdono maggiormente nell'ambiente;
- d) modalità di interazione;
- e) concentrazione ambientale: più alta è la concentrazione nell'aria e maggiore è la quantità che viene a contatto con l'organismo;
- f) durata dell'esposizione: è intuitivo che un contatto prolungato ha più probabilità di determinare danni;
- g) vie di penetrazione nell'organismo: respiratoria, cutanea o digerente;
- h) velocità di penetrazione nell'organismo: ad esempio durante lo sforzo fisico, aumenta la ventilazione del lavoratore e quindi egli inspira più aria e, conseguentemente, una quantità maggiore di agente chimico;

### **2) fattori biologici**

- a) età;
- b) sesso;
- c) velocità di metabolizzazione;
- d) presenza di malattie;
- e) presenza nell'organismo di diverse "barriere" che la sostanza deve superare per giungere all'apparato su cui esplica la propria attività tossica;

### 3) fattori ambientali

- a) temperatura e umidità, che condizionano la volatilità di alcune sostanze/miscele;
- b) presenza contemporanea di più sostanze, che può interferire nel loro metabolismo (effetti sinergici).

I fattori di rischio sono legati soprattutto alle modalità di uso e manipolazione dei prodotti; al rischio chimico sono esposti lavoratori occupati nei più svariati comparti, tra cui anche quello metalmeccanico.

Essenzialmente, nel settore metalmeccanico, il rischio chimico deriva da:

- Operazioni di saldatura.
- Lavorazione di pezzi su macchine utensili, con uso di fluidi lubrorefrigeranti.
- Sgrassaggio di pezzi con uso di solventi.
- Verniciatura.
- Galvanica.

## LA PREVENZIONE

Laddove le fasi di lavoro prevedono l'utilizzo di agenti chimici o le stesse producono sottoprodotti o emissioni, sono certamente necessarie, nonché previste dalla normativa in vigore, azioni preventive al fine di eliminare e/o ridurre l'esposizione dei lavoratori. Tali azioni consistono nel:

- Sostituire il/i prodotto/i pericoloso/i con altre sostanze, comunque valide, ai fini della lavorazione.
- Adottare sistemi produttivi a ciclo chiuso.
- Adottare sistemi di aspirazione e filtrazione localizzata.
- Isolare le lavorazioni a rischio.
- Ridurre al minimo i lavoratori esposti ad agenti chimici.
- Adottare un adeguato sistema di ventilazione generale.
- Effettuare una periodica igiene e pulizia degli ambienti.
- Disporre il divieto di mangiare, bere e fumare nelle aree a rischio.
- Disporre di dispositivi di protezione individuale.
- Informare e formare i lavoratori.

La sostituzione di materie prime e/o intermedi deve avvenire anche se quelle alternative hanno maggiori costi o sono di minore praticità. Laddove questo non fosse possibile, si deve impedire che il lavoratore sia esposto a questi prodotti, mediante: lavorazioni a ciclo chiuso, presidi di aspirazione e abbattimento di polveri, vapori e sostanze risultanti dalle lavorazioni.

I lavoratori devono essere informati e formati sui rischi e deve essere redatta una procedura di comportamento che riporti: le modalità di utilizzo dei prodotti pericolosi, le norme di comportamento in caso di contaminazione accidentale, le norme igienico-sanitarie da seguire (ad es. il divieto di mangiare e fumare in locali dove questi prodotti siano presenti, le mo-

dalità di cambio del vestiario ecc.). L'uso di idonei D.P.I. dovrà essere complementare e non sostitutivo a quanto espresso in precedenza.

L'applicazione di quanto sopra illustrato deve essere preceduta dalla verifica della presenza di un rischio chimico, e dalla valutazione della potenziale esposizione dei lavoratori.

Ai fini della valutazione, si deve procedere a:

- 1) Identificazione delle sostanze/miscele pericolose: strumenti base sono le etichette e le schede dei dati di sicurezza.
- 2) Identificazione delle attività lavorative che espongono a rischio chimico, la loro durata, la loro frequenza.
- 3) Identificazione delle modalità di esposizione ad agenti chimici.
- 4) Misurazione quantitativa dell'esposizione dei lavoratori attraverso il monitoraggio ambientale e/o quello biologico.
- 5) Caratterizzazione della popolazione esposta, nel senso del numero di lavoratori esposti e dell'eventuale presenza di lavoratori ipersuscettibili.
- 6) Definizione e verifica delle misure protettive e degli equipaggiamenti adottati.
- 7) Sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti.

In ogni caso, l'esposizione non deve superare i valori limite.

### Valori limite

Si è cercato di individuare, per gli agenti chimici, un valore di concentrazione nell'aria al di sotto del quale la maggior parte dei lavoratori può operare ripetutamente giorno dopo giorno, senza effetti dannosi. Sono i cosiddetti **valori limite**, la cui sigla inglese è TLV (Threshold Limit Values), e quella italiana VLEP (Valori Limite di Esposizione Professionale).

In Italia, per legge, esistono valori limite solo per un numero limitato di sostanze, elencate nell'Allegato XXXVIII del Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i.

Come riportato nella premessa dei documenti tecnici di presentazione, i valori limite *"non possono essere considerati un obiettivo di sicurezza assoluta, ma sono un mezzo di riferimento per tendere, sulla scorta della dinamica delle conoscenze scientifiche e delle possibilità tecnologiche, al restringimento sempre più spinto di quel margine nel quale è possibile che il rischio si concretizzi in danno"*.

Per valutare se l'esposizione dei lavoratori ad agenti chimico è accettabile, si avvale del "monitoraggio ambientale" e del "monitoraggio biologico".

**Monitoraggio ambientale:** valuta la presenza di una sostanza nell'aria (più raramente sulle superfici). Si aspira, con apposite pompe, una certa quantità di aria facendola passare attraverso membrane o fiale che trattengono la sostanza che si vuole misurare; analizzando quindi queste membrane o fiale in laboratorio, si vede quanta sostanza è stata trattenuta

e, rapportandola alla quantità di aria aspirata, si calcola la concentrazione della sostanza nell'aria e la si confronta con i valori limite.

**Monitoraggio biologico:** valuta la presenza di una sostanza nell'organismo umano. Si raccoglie un campione di urine o di sangue del lavoratore in un momento preciso della giornata (inizio e fine turno, inizio e fine settimana), lo si analizza in laboratorio misurando la concentrazione della sostanza (o dei suoi metaboliti) nel sangue o nell'urina, e la si paragona con i limiti biologici (Indicatori Biologici di Esposizione, IBE).

Questa misura ci indica quanta sostanza è stata assorbita dal lavoratore, non solo per via respiratoria, ma anche per via cutanea e digerente.

Integrando i dati del monitoraggio ambientale con quelli del monitoraggio biologico, è possibile valutare il grado di esposizione dei lavoratori a un determinato tossico.

### **Sorveglianza sanitaria**

I controlli sanitari dovranno essere mirati agli organi bersaglio, se conosciuti, e dovranno essere condotti in modo da fornire ai lavoratori l'informazione sul significato e i limiti della sorveglianza sanitaria, sui fattori favorevoli all'instaurarsi della malattia, sul riconoscimento precoce dei sintomi ad essa riferibili, sul corretto uso dei mezzi di protezione individuale, sulle corrette procedure di lavoro.

La pericolosità legata alla produzione e all'utilizzo di prodotti chimici ha fatto sì che negli anni venissero emanate normative, a tutela dell'uomo e dell'ambiente, relative a:

- Produzione e deposito di materiali pericolosi che, in determinate quantità, possono dar luogo a emissioni, incendi, esplosioni con grave rischio per i lavoratori, la popolazione e l'ambiente ("incidenti rilevanti").
- Trasporto dei prodotti pericolosi.
- Immissione sul mercato di sostanze e miscele pericolose.
- Limitazione nell'utilizzo di prodotti pericolosi.

### **ETICHETTATURA E SCHEDE DATI DI SICUREZZA**

La Direttiva base in materia di classificazione ed etichettatura di prodotti chimici, emanata dall'Unione Europea, è la 67/548/CEE del 27/6/67, cui hanno fatto seguito nel tempo una serie di adeguamenti (il più recente è il 31esimo). Detta direttiva sarà in vigore fino al **1 giugno 2015**, data in cui verrà abrogata ai sensi del Regolamento Europeo CLP - GHS.

L'etichettatura e la redazione della scheda dati di sicurezza sono necessari quando il prodotto ricade in una delle seguenti categorie:

- 1) esplosivi**
- 2) comburenti**
- 3) estremamente infiammabili**
- 4) facilmente infiammabili**
- 5) infiammabili**



- 6) **molto tossici**
- 7) **tossici**
- 8) **nocivi**
- 9) **corrosivi**
- 10) **irritanti**
- 11) **sensibilizzanti**
- 12) **cancerogeni**
- 13) **mutageni**
- 14) **tossici per il ciclo riproduttivo**
- 15) **pericolosi per l'ambiente.**

**L'etichetta**, scritta nella lingua del paese in cui il prodotto è commercializzato, deve contenere le seguenti indicazioni:

- 1. Il nome della sostanza o della miscela;
- 2. Il nome, l'indirizzo e il numero di telefono del responsabile dell'immissione del prodotto sul mercato;
- 3. I simboli di pericolo;
- 4. Le indicazioni di pericolo;
- 5. Le frasi standard indicanti i rischi specifici (frasi R o frasi H);
- 6. Le frasi standard indicanti i consigli di prudenza (frasi S o frasi P);
- 7. Il quantitativo nominale del contenuto della confezione.

Normalmente, l'informazione sulla pericolosità di un prodotto chimico viene fornita tramite una **scheda dati di sicurezza**, che amplia e integra quanto indicato sull'etichetta. Il Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i, all'articolo 36, prevede che il datore di lavoro fornisca informazioni ai lavoratori sulle sostanze utilizzate, anche basandosi sul contenuto delle schede dati di sicurezza.

La scheda è articolata in 16 sezioni:

- 1) Elementi identificativi della sostanza o della miscela e della società/impresa produttrice
- 2) Indicazione dei pericoli
- 3) Composizione/informazione sugli ingredienti
- 4) Misure di primo soccorso
- 5) Misure antincendio
- 6) Misure in caso di fuoriuscita accidentale
- 7) Manipolazione e stoccaggio
- 8) Controllo dell'esposizione/protezione individuale
- 9) Proprietà fisico-chimiche
- 10) Stabilità e reattività
- 11) Informazioni tossicologiche
- 12) Informazioni ecologiche
- 13) Considerazioni sullo smaltimento
- 14) Informazioni sul trasporto
- 15) Informazioni sulla regolamentazione
- 16) Altre informazioni.

## AGENTI CANCEROGENI

### INTRODUZIONE

Per agente cancerogeno s'intende una sostanza/miscela in grado di agire sulle cellule dei tessuti viventi, favorendo l'insorgenza di tumori. Una caratteristica per certi versi molto simile è l'azione mutagena di alcune sostanze, dotate cioè della capacità di modificare il patrimonio genetico degli organismi viventi. Una sostanza mutagena non è necessariamente anche cancerogena; tuttavia, alcune sostanze mutagene si sono rivelate anche tali.

Gli agenti cancerogeni sono spesso presenti nell'ambiente: gli scarichi delle automobili, combustibili di origine fossile usati per il riscaldamento e l'abitudine al fumo di sigaretta sono esempi ben noti.

Nel mondo del lavoro, l'esposizione a tali agenti è molto diffusa; la cronaca ci ha riportato casi drammatici nei quali intere generazioni di lavoratori si sono ammalate (qualcuno è anche morto) a causa dell'insorgenza di tumori, collegabili all'attività lavorativa. Si veda, ad esempio, per citare i casi più eclatanti: i lavoratori esposti a Cloruro di Vinile Monomero per la produzione della plastica, i lavoratori addetti alla manifattura di prodotti con amianto, alcuni lavoratori di impianti di sintesi chimica e quelli di alcuni settori della metalmeccanica. L'insorgenza di tumori può essere legata anche a un'esposizione indiretta, vale a dire esposizione a prodotti non direttamente manipolati dai lavoratori, ma presenti nell'ambiente di lavoro. Nell'industria metalmeccanica, il rischio di esposizione ad agenti cancerogeni è presente, ed è da considerare con la dovuta attenzione.

### IL RISCHIO

L'esposizione ad agenti cancerogeni può avvenire per diverse vie, a seconda delle caratteristiche chimico-fisiche di detti agenti.

Avremo quindi:

- Inalazione
- Contatto cutaneo
- Contatto con mucose
- Ingestione
- Esposizione a radiazioni ionizzanti e/o ultraviolette.

Polveri, solventi, fumi di saldatura, aerosol e sottoprodotti della combustione, sono elementi presenti nella metalmeccanica; essi possono essere inalati dai lavoratori. Si pensi, ad esempio, ai saldatori o agli addetti a lavorazioni superficiali come la galvanica e/o la verniciatura. Ai fini dell'esposizione potenziale a cancerogeni, è rilevante il loro stato fisico; esso dipende sia dalle caratteristiche intrinseche dell'agente, sia dalla temperatura e dalle modalità con cui avviene la lavorazione; per cui, un prodotto può trovarsi allo stato di

vapore o di gas, oppure adeso a polveri che si possono formare durante l'attività lavorativa (ad esempio fresatura e trapanatura).

Gli oli minerali, le vernici e tutte quelle materie prime utilizzate in forma solida, possono venire assorbite per via cutanea o attraverso le mucose oculari e/o orali. Il contatto con i prodotti pericolosi può essere accidentale, oppure avvenire regolarmente a causa delle modalità di lavorazione.

L'ingestione può avvenire per via accidentale, trascuratezza delle norme igieniche (mangiare con le mani sporche) o in casi di autolesionismo.

Nei settori metalmeccanici, dove la qualità delle saldature riveste un'elevata importanza, le stesse vengono verificate tramite radiografie a raggi gamma; tali radiazioni sono molto penetranti e hanno la caratteristica di ionizzare la materia organica; sono pertanto ad alto rischio di insorgenza di tumori. Se l'attività di gammagrafia è esercitata senza le dovute precauzioni (isolamento tramite barriere), tali raggi possono andare a colpire i lavoratori (addetti e non), esponendoli impropriamente a un grave rischio.

La normativa europea divide gli agenti cancerogeni in:

**Cancerogeni di categoria 1:** sono agenti noti per gli effetti cancerogeni sull'uomo; esistono cioè prove sufficienti per stabilire un nesso causale tra l'esposizione dell'uomo a questo agente e lo sviluppo di tumori.

**Cancerogeni di categoria 2:** sono agenti che dovrebbero considerarsi cancerogeni per l'uomo; esistono cioè elementi sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione dell'uomo a questo agente possa provocare lo sviluppo di tumori, in generale sulla base di adeguati studi a lungo termine effettuati su animali o di altre informazioni specifiche.

Rientrano in queste due categorie le sostanze/miscele classificate dalla Unione Europea con le frasi di rischio R45 e/o R49.

Il nuovo Regolamento CLP - GHS ha introdotto, per i cancerogeni, la seguente nuova suddivisione:

**Cancerogeni di categoria 1 A:** agenti cancerogeni accertati.

**Cancerogeni di categoria 1 B:** agenti cancerogeni presunti.

Le sostanze/miscele che rientrano in tali categorie sono accompagnate dall'indicazione di pericolo **H 340**.

**Esposizione ad agenti cancerogeni in alcuni processi lavorativi:**

Produzione di coloranti particolari (auramina).

Idrocarburi policiclici aromatici presenti nella fuliggine, nel catrame o nella pece di carbone.

Raffinazione del nichel.

Fabbricazione dell'alcool isopropilico.

Esposizione a polveri di legni duri.

Gli agenti mutageni sono divisi in:

**Mutageni di categoria 1:** agenti di cui si conoscono gli effetti mutageni sull'uomo; esistono prove sufficienti per stabilire un nesso causale tra l'esposizione degli esseri umani a una sostanza e le alterazioni genetiche ereditarie.

**Mutageni di categoria 2:** agenti che dovrebbero essere considerati mutageni per l'uomo; esistono prove sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione dell'uomo all'agente possa provocare lo sviluppo di alterazioni genetiche ereditarie, in generale sulla base di adeguati studi sugli animali o di altre informazioni rilevanti.

Rientrano in queste due categorie le sostanze/miscele classificate dalla Unione Europea con la frase di rischio R46.

Il Regolamento CLP - GHS ha introdotto, per i mutageni, una suddivisione analoga a quella vista per i cancerogeni:

**Mutageni di categoria 1 A:** agenti mutageni accertati.

**Mutageni di categoria 1 B:** agenti mutageni presunti.

Anche le sostanze/miscele che rientrano in tali categorie sono accompagnate dall'indicazione di pericolo **H 340**.

## LA PREVENZIONE

Laddove le fasi di lavoro necessitano dell'utilizzo di agenti cancerogeni e/o mutageni o gli stessi originano sottoprodotti o emissioni con queste caratteristiche, sono certamente necessarie, nonché previste dalla normativa in vigore, azioni preventive al fine di eliminare e/o ridurre l'esposizione dei lavoratori.

- Sostituire il/prodotto/i cancerogeni con altri prodotti comunque validi ai fini della lavorazione.
- Adottare sistemi produttivi a ciclo chiuso.
- Adottare sistemi di aspirazione e filtrazione localizzata.
- Isolare le lavorazioni a rischio.
- Ridurre al minimo i lavoratori esposti ad agenti cancerogeni.
- Adottare un adeguato sistema di ventilazione generale.
- Condurre una periodica igiene e pulizia degli ambienti.
- Disporre il divieto di mangiare, bere e fumare nelle aree a rischio.
- Disporre di dispositivi di protezione individuale.
- Informare e formare i lavoratori.
- Isolare le zone dove vi sia utilizzo di radiazioni ionizzanti.

La sostituzione di materie prime e/o intermedie deve avvenire anche se

quelle alternative hanno maggiori costi o sono di minore praticità. Laddove questo non fosse possibile, si deve impedire che il lavoratore sia esposto a questi prodotti, mediante: lavorazioni a ciclo chiuso, presidi di aspirazione e abbattimento di polveri, vapori e sostanze risultanti dalle lavorazioni. I lavoratori devono essere informati e formati sui rischi e deve essere redatta una procedura di comportamento che riporti le modalità di utilizzo dei prodotti pericolosi, le norme di comportamento in caso di contaminazione accidentale, le norme igienico-sanitarie da seguire (ad es. il divieto di mangiare e fumare in locali dove queste sostanze siano presenti, le modalità di cambio del vestiario ecc.).

L'uso di idonei D.P.I. dovrà essere complementare e non sostitutivo a quanto espresso in precedenza.

L'applicazione di quanto sopra illustrato deve essere preceduta dalla verifica della presenza di agenti cancerogeni, e dalla valutazione della potenziale esposizione dei lavoratori.

Quindi, come per la valutazione dell'esposizione ad agenti chimici in generale, si deve procedere alla:

1. Identificazione degli agenti cancerogeni: strumenti base sono le etichette e le schede dei dati di sicurezza.
2. Identificazione delle attività lavorative che espongono ad agenti cancerogeni, la loro durata, la loro frequenza.
3. Identificazione delle modalità di esposizione a cancerogeni.
4. Misurazione quantitativa dell'esposizione dei lavoratori attraverso il monitoraggio ambientale e quello biologico.
5. Caratterizzazione della popolazione esposta, nel senso del numero di lavoratori esposti e dell'eventuale presenza di lavoratori ipersuscettibili.
6. Definizione e verifica delle misure protettive e degli equipaggiamenti adottati.

### **Sorveglianza sanitaria**

I controlli sanitari dovranno essere mirati agli organi bersaglio (se conosciuti) e dovranno essere condotti soprattutto in modo da fornire ai lavoratori l'informazione sul significato e i limiti della sorveglianza sanitaria, sui fattori favorevoli all'instaurarsi della malattia, sul riconoscimento precoce dei sintomi ad essa riferibili, sul corretto uso dei mezzi di protezione individuale, sulle corrette procedure di lavoro.

## AGENTI USTIONANTI

### INTRODUZIONE

Sia nell'ambiente domestico che in quello lavorativo, siamo abitualmente circondati da fonti di calore o da sostanze chimiche che, reagendo, producono calore. Normalmente, la nostra cute è in grado, attraverso naturali meccanismi di difesa, di proteggere l'organismo da queste fonti di rischio, se la loro intensità è modesta. Quando, tuttavia, le fonti di rischio superano determinati livelli, diventano lesive, non solo per contatto con la cute, ma anche, ad esempio, per le mucose, più sensibili e meno difese dagli agenti esterni. Infatti, l'inalazione o l'ingestione di sostanze caustiche, provocano gravissime ustioni chimiche dell'apparato digerente e/o dell'apparato respiratorio.

Le ustioni sono lesioni della pelle, dei tessuti sottostanti e delle mucose, provocate dal contatto con sostanze chimiche (acidi o alcali), o dal contatto con fonti di calore di qualsiasi tipo, compresa la corrente elettrica (elettrificazione). È importante sapere, peraltro, che le sostanze chimiche, se non rimosse o neutralizzate, possono avere un'azione persistente che rende ancora più grave il loro effetto lesivo. Si possono quindi distinguere ustioni da agenti fisici e da agenti chimici.

### Agenti che possono determinare ustioni

#### Agenti fisici:

- Radiazioni solari, infrarosse e ultraviolette.
- Calore: sotto forma di fiamma, di corpo solido ad alta temperatura, di liquido bollente, o di vapore.
- Corrente elettrica.

#### Agenti chimici:

- Sostanze fortemente acide (acido cloridrico, solforico, nitrico).
- Sostanze fortemente basiche (soda caustica, calce viva).

A seconda dell'aggressività dell'agente ustionante, si possono avere lesioni più o meno gravi, dal semplice arrossamento (ustioni di primo grado), alla formazione di bolle (ustioni di secondo grado), alla vera e propria "morte del tessuto" che diventa nero ovvero necrotico (ustioni di terzo grado). È evidente che la gravità dipende anche dalla zona che viene colpita: l'ustione sulla superficie dell'occhio è ben più grave dell'ustione sulla superficie del braccio. Ma ancora più importante è l'estensione della superficie ustionata: ustioni che interessano gran parte della superficie del corpo sono gravissime e spesso portano a morte.

Una ustione estesa di secondo grado è ben più grave di una ustione circoscritta di terzo grado.

### **Fattori che determinano la gravità delle ustioni**

- Grado dell'ustione (primo, secondo, terzo).
- Estensione dell'ustione.
- Tipo di organo leso (occhio, vie respiratorie).
- Tipo di agente ustionante.

### **IL RISCHIO**

Nell'industria metalmeccanica, il pericolo di ustioni è presente in moltissime lavorazioni, sia in quelle di carattere meccanico vero e proprio (saldature, lavorazioni a caldo e a freddo dei metalli, lavorazioni su fonti elettriche o in prossimità di superfici calde, quali tubazioni per fluidi di processo), sia nei trattamenti superficiale dei metalli che prevedono l'uso di sostanze caustiche (decapaggio, galvanica, sverniciatura).

### **Principali cause di ustione nell'industria metalmeccanica:**

#### **Proiezioni di materiali incandescenti**

- Lapilli di saldatura.
- Schegge o trucioli surriscaldati provenienti dalla molatura o da lavorazioni per asportazione di metalli.
- Schizzi di liquidi surriscaldati (oli, acqua).

#### **Irraggiamento**

- Esposizione a fonti di calore intenso (forni di cottura).
- Esposizioni a radiazioni ultraviolette o infrarosse (saldatura, trattamenti particolari come le lavorazioni al laser).

#### **Contatto diretto con superfici calde**

- Pezzi surriscaldati dalle lavorazioni.
- Lavorazioni di piegatura o deformazione a caldo.
- Contatto con parti di impianti caldi.

#### **Contatto con sostanze chimiche**

- Schizzi o investimenti di sostanze caustiche sulla cute.
- Schizzi o investimenti di sostanze caustiche sulle mucose e sugli occhi.
- Contatti impropri con liquidi caustici in lavorazione.

#### **Inalazione di agenti ustionanti**

- Inalazione di vapori caustici.
- Inalazioni di vapori o di aria caldi.

#### **Contatto con fiamme libere**

- Incendio in ambiente di lavoro.

- Contatto con fiamme di lavorazione (cannello di saldatura, bunsen, fornelli).
- Combustione degli abiti indossati dal lavoratore (intrisi di sostanze infiammabili).

### **Elettrocuzione**

- Contatti con parti in tensione durante le attività di manutenzione su quadri elettrici, cabine elettriche, cavi.

Le possibili situazioni che determinano ustioni sono quasi sempre imputabili a carenze tecniche e/o organizzative, che non permettono il contenimento del rischio.

Infatti, le proiezioni di corpi incandescenti o gli schizzi di sostanze caustiche, sono spesso dovuti alla mancanza di adeguati schermi o alla carenza di dispositivi individuali di protezione. Invece, le ustioni causate dagli incendi sono determinate da una sottostima del rischio in fase di analisi e quindi dalla carenza di provvedimenti tecnici e organizzativi. Di grande rilevanza sono gli infortuni determinati dalla insufficiente informazione e formazione dei lavoratori che, non consapevoli del rischio, possono compiere operazioni pericolose come durante la manipolazione di sostanze chimiche (reazioni per miscelazione errata, usi impropri delle sostanze) o nel corso di interventi estemporanei su impianti (contatto con parti roventi, interventi su parti elettriche in tensione senza un'adeguata competenza). Malgrado la molteplicità delle situazioni di rischio, si deve sottolineare che queste sono facilmente contenibili con interventi di modesto impegno tecnico e organizzativo.

## **LA PREVENZIONE**

### **Modalità di contenimento dei rischi di ustione nell'industria metalmeccanica:**

#### **Proiezioni di materiali incandescenti**

- Schermi e barriere fisse o portatili durante le operazioni di saldatura.
- Schermi per intercettare schegge o trucioli surriscaldati, provenienti dalla molatura o da lavorazioni per asportazione di metalli, o schizzi di liquidi surriscaldati (oli, acqua).

#### **Irraggiamento**

- Sistemi di raffreddamento dell'aria in prossimità di fonti di calore intenso (forni di cottura).
- Barriere anti - irraggiamento adatte a radiazioni ultraviolette o infrarosse (saldatura, trattamenti particolari quali le lavorazioni al laser).

#### **Contatto diretto con superfici calde**

- Uso di sistemi di presa (pinze, ganci, ecc.) o di guanti contro le alte temperature per la manipolazione di pezzi surriscaldati dalle lavorazioni.



- Uso di D.P.I. (guanti, grembiuli ecc.) resistenti alle alte temperature per le lavorazioni di piegatura o deformazione a caldo.
- Coibentazione delle superfici di impianti caldi.

### **Contatto con sostanze chimiche**

- Barriere fisse (ad esempio su vasche di decapaggio).
- D.P.I. (guanti, occhiali o schermi facciali, abiti resistenti a sostanze caustiche).
- Procedure per la decontaminazione da sostanze chimiche.
- Procedure per la manipolazione di sostanze reattive.

### **Inalazione di agenti ustionanti**

- Adozione di impianti di captazione per impedire lo sviluppo di concentrazioni pericolose di vapori chimici e se necessario adozione di D.P.I. (respiratori, maschere, ecc.).
- Raffreddamento o captazione di vapori o aria caldi.

### **Contatto con fiamme libere**

- Adozione concreta delle misure di prevenzione degli incendi.
- Manutenzione periodica degli impianti e degli apparecchi che possono produrre fiammate e incendi (revisione tubi gas, cannelli, valvole di non ritorno, ecc.).
- Utilizzo di abiti impermeabili e ignifughi, laddove è possibile che essi si contaminino con sostanze infiammabili.

### **Elettrocuzione**

- Procedure di manutenzione affidate solo a personale autorizzato ed esperto, per le attività di manutenzione su quadri elettrici, cabine elettriche, cavi.
- Manutenzione periodica di impianti, apparecchi, quadri elettrici, ecc.

È bene ricordare che, per ogni tipo di rischio, deve essere innanzitutto verificata la possibilità di eliminarlo alla fonte e/o cercare di contenerlo, con **provvedimenti collettivi**<sup>3</sup>. L'offerta tecnologica del mercato è in grado di soddisfare ampiamente la necessità di protezione contro il rischio da ustione. Sono disponibili, infatti, materiali ad alta resistenza termica e chimica per approntare barriere o proteggere parti di macchine e impianti. Resta però fondamentale, per una corretta scelta dei provvedimenti, lo studio preliminare di tutte le situazioni in cui tali rischi sono presenti. Quando tutte le misure collettive sono state messe in atto e, ciò malgrado, si rileva il permanere di alcune fonti residue di rischio, si potrà spostare l'attenzione alla ricerca e adozione di adeguati D.P.I.

<sup>3</sup> Si intendono tutte le misure per eliminare o contenere il rischio alla fonte, negli ambienti di lavoro o sulle macchine/impianti e che proteggono da un determinato rischio l'insieme dei lavoratori.

Formazione, informazione e addestramento completano il corretto approccio alla sicurezza. In particolare, per questo specifico rischio sono importanti le procedure e la definizione delle figure a cui competono determinate attività. È infatti frequente che gli infortuni da ustione avvengano nel corso di operazioni di manutenzione straordinaria, effettuata in modo improvvisato da un lavoratore normalmente adibito ad altri compiti. Per quanto concerne in particolare la manipolazione di sostanze chimiche, la formazione dovrà essere mirata e attenta a fornire sufficienti strumenti per evitare lo sviluppo di miscele pericolose o l'impiego improprio delle sostanze stesse. In ogni caso, si deve considerare che eventi straordinari o situazioni imponderabili possono comunque dare luogo a incendi o a esplosioni, e questi sono spesso causa di gravi ustioni per i lavoratori.

### **Gestione dell'emergenza**

Se nell'ambiente lavorativo, nonostante le misure di protezione messe in atto, persiste il rischio di incidenti come l'incendio, l'esplosione, la reazione chimica e quant'altro, sarà di fondamentale importanza l'adozione di un piano per la gestione delle emergenze, non generico, cioè finalizzato al solo assolvimento formale dell'obbligo, ma che metta realmente in grado gli addetti di gestire la situazione ambientale e di prestare soccorso ai feriti con danni da ustione. Gli addetti alle emergenze dovranno conoscere le tecniche specifiche di soccorso necessarie per mettere l'ustionato in condizioni di sicurezza, comprese le tecniche di neutralizzazione di sostanze caustiche, per arrestare il processo di causticazione.

## **APPARECCHI DI SOLLEVAMENTO**

### **INTRODUZIONE**

Gli apparecchi per il sollevamento dei carichi, in genere, sono considerati una categoria di macchine e/o attrezzature particolarmente pericolose poiché, in caso di carenze costruttive, manutentive o di utilizzo, i rischi per la sicurezza delle persone che stazionano nelle aree di lavoro interessate dalla loro presenza sono molto elevati.

Per questi motivi, la normativa vigente, oltre a prevedere varie prescrizioni di sicurezza specifiche per queste apparecchiature (Punti 3 e 4 dell'Allegato V del Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i.), ha stabilito che le stesse debbano essere sottoposte a verifica almeno una volta l'anno (oppure 2 o 3 volte), per accertarne lo stato di funzionamento e di conservazione ai fini della sicurezza (Allegato VII del Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i.).

La normativa precedente prevedeva, altresì, l'effettuazione di un collaudo (ponti svilupparabili, ponti sospesi e argani dei ponti sospesi) o di una prima verifica (apparecchi di sollevamento vari con portata superiore a 200 kg) che ne subordinava l'utilizzo. Questi collaudi (o prime verifiche) erano effettuati da organismi tecnici del Servizio Pubblico (ISPESL).

Con l'entrata in vigore del regolamento di recepimento della "direttiva macchine" (Decreto del Presidente della Repubblica n. 459/96, recentemente sostituito dal Decreto Legislativo 17/2010), i collaudi e le prime verifiche effettuati dal Servizio Pubblico sono stati soppressi, in quanto è il costruttore che deve garantire la sicurezza dell'apparecchiatura messa in commercio, e in presenza di macchine provviste della prescritta "dichiarazione di conformità", non sono possibili ulteriori vincoli o limitazioni alla loro messa in servizio.

Per quanto riguarda invece le verifiche periodiche annuali, anche le ultime modifiche apportate al Decreto Legislativo 626/94 (Decreti Legislativi n. 81/2008 e 106/2009) hanno ribadito l'effettuazione delle verifiche da parte degli organi del Servizio Pubblico (ASL o ISPESL).

L'art. 179 del Decreto del Presidente della Repubblica n. 547/55 (abrogato) prevedeva, inoltre, che il datore di lavoro sottoponesse a verifica trimestrale le funi e le catene. Il Decreto Legislativo 81/2008, al punto 3.1.2. dell'Allegato VI, ha mantenuto e riconfermato tale obbligo.

## IL RISCHIO

### 1. Rischi di rovesciamento e/o caduta dell'apparecchio di sollevamento

Possono essere causati da:

- Errata progettazione e/o realizzazione delle strutture portanti dell'apparecchio.
- Scorretta installazione dell'apparecchio.
- Insufficiente manutenzione delle strutture e dei dispositivi di sicurezza (fine corsa).
- Sollevamento di carichi eccedenti la portata dell'apparecchio.
- Interferenza tra più apparecchi di sollevamento che incrociano il raggio di azione.

I rischi di rovesciamento o caduta degli apparecchi di sollevamento, dovuti ad errori di progettazione o a difetti di costruzione, non sono escludibili. Questi rischi sono più frequenti quando l'installazione degli apparecchi non è avvenuta nel rispetto della buona tecnica e, soprattutto, quando le strutture di sostegno dell'apparecchio non sono adeguatamente dimensionate. La carente manutenzione delle strutture e dei dispositivi di sicurezza può determinare un ulteriore rischio, per l'aumentata probabilità di rotture o di guasti. Sono più volte accaduti incidenti in seguito alla rottura di bulloni

di fissaggio o di altre parti meccaniche eccessivamente arrugginite o usurate, con conseguente caduta dell'apparecchio di sollevamento.

Il mancato funzionamento dei dispositivi di blocco a fine corsa, conseguente a una insufficiente manutenzione, comporta anch'esso rischi significativi di caduta degli apparecchi di sollevamento.

Il sollevamento di carichi eccedenti la portata dell'apparecchio dovrebbe essere inibito dalla presenza di specifici dispositivi di sicurezza (limitatori di carico e limitatori di momento).

Durante il normale svolgimento di queste attività lavorative, accade di frequente che la valutazione sull'effettivo peso del carico da movimentare e della sua compatibilità con il mezzo di sollevamento, venga eseguita per tentativi: si prova a sollevare il carico contando sull'intervento del dispositivo di sicurezza in caso di carico eccessivo. Tale procedura operativa determina un sovraccarico anomalo iniziale di tutta la struttura, prima che il dispositivo di sicurezza intervenga. Al contempo, lo stesso dispositivo di sicurezza è continuamente sollecitato e, di fatto, viene utilizzato quale organo di comando. In queste condizioni, aumenta la probabilità di rotture o guasti di elementi strutturali e degli stessi dispositivi di sicurezza.

Tra i comportamenti gravemente scorretti, si segnala la manomissione dei dispositivi di sicurezza, che alcuni addetti agli apparecchi di sollevamento, operano al fine di aumentare la portata dell'apparecchio stesso, contando sui margini di sicurezza previsti in sede di progettazione. Tale pratica, peraltro abbastanza diffusa in alcuni settori produttivi, determina rischi gravissimi per la stabilità del mezzo di sollevamento.

Quando nello stesso ambiente sono installati più apparecchi di sollevamento che possono intersecare tra loro il raggio di azione, il rischio di urti tra le varie parti in movimento è decisamente elevato. In caso di urto, è possibile ipotizzare anche la caduta o il rovesciamento degli apparecchi.

## **2. Rischio di caduta del carico**

Può essere causata da:

- Assenza o non idoneità dei sistemi di trattenuta e di imbracatura;
- Errata imbracatura del carico;
- Non idoneità o insufficiente manutenzione dei freni e dei fine corsa;
- Eccessiva velocità o manovre brusche durante la traslazione del carico;
- Sollevamento di carichi eccedenti la portata dell'apparecchio;
- Interferenza tra più apparecchi di sollevamento che incrociano il raggio di azione.

La caduta del carico e il possibile conseguente investimento degli operatori da parte dell'intero carico o di una parte di esso, rappresenta il principale rischio connesso all'uso di apparecchi per il sollevamento.

L'assenza di idonei sistemi di trattenuta e di imbracatura, così come il mancato utilizzo di adeguati contenitori per i pezzi di piccole dimensioni, comportano significativi rischi di caduta.

Il sollevamento e il trasporto di carichi con imbracature non correttamente realizzate sono cause di frequenti cadute di interi carichi o di loro parti. Anche in questo caso, la mancata manutenzione degli impianti e, in particolare, dei freni e dei dispositivi di blocco di fine corsa, può aumentare i rischi di rotture o guasti.

Si ricorda, a tale proposito, che anche le funi di imbracatura devono essere sottoposte a controlli, almeno trimestrali, così come le funi e le catene dell'impianto.

La scorretta esecuzione delle manovre da parte dell'addetto quali, ad esempio, l'eccessiva velocità di traslazione e di salita o discesa del carico, così come le brusche accelerate e frenate, sono causa di eccessive sollecitazioni della struttura o dell'imbracatura e di possibili oscillazioni del carico stesso. In tutti questi casi, il rischio di caduta aumenta significativamente.

Il sollevamento di carichi eccedenti la portata dell'apparecchio, oltre che presentare un elevato rischio di caduta dell'apparecchio stesso, comporta, in prima istanza, il rischio di caduta del carico per rottura dei sistemi di trattenuta.

Tutte le problematiche fin qui evidenziate, circa il rischio di caduta dell'apparecchio determinato dal sollevamento di carichi eccessivi, si ripropongono parimenti per il rischio di caduta del carico.

Anche nel caso del rischio di possibili urti, a causa della presenza di più apparecchi di sollevamento che possono intersecare tra loro il raggio di azione, il pericolo più immediato è quello della conseguente caduta dei carichi.

### **3. Rischio di urti o investimenti del carico**

Possono essere causati da:

- Eccessiva velocità o manovre brusche durante la traslazione del carico;
- Insufficiente visibilità per l'addetto alla manovra;
- Non idoneità dei dispositivi di segnalazione o di avviso.

Le modalità di esecuzione delle manovre da parte dell'operatore costituiscono l'aspetto più rilevante nell'individuazione di possibili rischi connessi alla presenza di questi apparecchi negli ambienti di lavoro.

Una formazione non adeguata o un addestramento insufficiente del personale addetto possono determinare manovre scorrette, quali l'eccessiva velocità di traslazione e di salita o discesa del carico oppure brusche accelerate e frenate. In queste condizioni, sono più probabili urti o investimenti di operatori che stazionano o transitano nelle aree interessate dal movimento di questi apparecchi.

Un'altra rilevante condizione di pericolo si verifica quando, durante la manovra dell'apparecchio, vi sono ostacoli che impediscono una corretta visuale di tutta l'area interessata dal movimento. L'operare senza seguire le opportune segnalazioni, l'assenza di avvisi adeguati o, anche in questo

caso, una insufficiente formazione degli operatori, sono tutte situazioni che determinano significativi rischi di urti o investimenti.

#### **4. Rischi di cesoiamento, schiacciamento, lesioni varie**

Possono essere imputabili a:

- Contatto con parti meccaniche in movimento dell'apparecchio di sollevamento;
- Contatti con sistemi di imbracatura del carico;
- Scorretta manipolazione del carico.

Per evitare i rischi di cesoiamento, di schiacciamento, di abrasione o, comunque, di infortuni di natura meccanica, è innanzitutto indispensabile che tutte le parti meccaniche in movimento degli apparecchi per il sollevamento siano protette o segregate secondo quanto previsto dalle norme vigenti (Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i. e Decreto Legislativo 17/2010). L'esecuzione di manovre errate, soprattutto nella fase di imbracatura o di manipolazione del carico, può comportare ulteriori rischi di cesoiamento o di schiacciamento tra il carico e i sistemi di imbracatura o tra parti del carico stesso.

Pratiche operative assai diffuse, che prevedono la presenza di un operatore che dirige e/o trattiene il carico durante la traslazione, sono anch'esse origine di molte situazioni di rischio.

### **LA PREVENZIONE**

Tutti gli apparecchi di sollevamento devono rispondere alle prescrizioni di sicurezza specifiche per queste apparecchiature (Punti 3 e 4 dell'Allegato V del Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i.) e, nel caso di apparecchi messi in servizio dopo il 21/9/2002 (data di entrata in vigore del regolamento di recepimento della "direttiva macchine"), alle prescrizioni dell'allegato I del Decreto del Presidente della Repubblica n. 459/96, recentemente sostituito dall'Allegato I del Decreto Legislativo 17/2010.

In questo paragrafo si evidenziano le modalità comportamentali che devono essere messe in atto per eliminare o ridurre i rischi indicati in precedenza.

#### **Prevenzione dei rischi di rovesciamento e/o caduta dell'apparecchio di sollevamento e dei rischi di caduta del carico:**

- Verifica della corretta installazione dell'apparecchio;
- Manutenzione programmata delle strutture e dei dispositivi di sicurezza;
- Esecuzione di manovre corrette;
- Corretta imbracatura del carico;
- Predisposizione di dispositivi anti-interferenza o anticollisione;
- Dispositivi di segnalazione e avvisi per le modalità di manovra.

Qualora l'apparecchio di sollevamento venga installato su strutture portanti non progettate direttamente dal costruttore dell'apparecchio stesso, è necessario che sia stata preventivamente valutata l'idoneità della struttura e che siano stati adeguatamente progettati i sistemi di ancoraggio. Il datore di lavoro deve sorvegliarne la corretta installazione (art. 71 comma 4, Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i.).

Indipendentemente dagli obblighi di verifica periodica dell'intero apparecchio, delle funi e delle catene, per ogni apparecchio di sollevamento deve essere predisposto un programma di manutenzione. È opportuno che gli esiti degli interventi manutentivi siano riportati su un apposito registro dei controlli.

I lavoratori addetti alla manovra devono operare nel pieno rispetto delle istruzioni e della formazione ricevute. Non devono mai essere eseguite operazioni potenzialmente pericolose e/o manovre che non sono state previste durante la formazione e l'addestramento ricevuto.

Prima di procedere con il sollevamento di un carico, si deve valutare la compatibilità dello stesso con la portata dell'apparecchio.

Anche nella fase di imbracatura, individuati prioritariamente i sistemi di imbracatura adatti e compatibili con il carico, si deve procedere secondo le istruzioni ricevute. Deve essere impedito lo stazionamento di operatori nelle zone di movimento dei carichi. Qualora ciò non sia possibile, le manovre devono essere preventivamente annunciate mediante apposite segnalazioni.

In caso di possibilità di collisione tra apparecchi di sollevamento che possono intersecare tra loro il raggio di azione, devono essere predisposti appositi dispositivi anti-interferenza o anticollisione. Trattandosi d'impianti di tipo fisso, installati cioè in ambienti industriali e non in cantieri mobili o temporanei, la predisposizione di questi dispositivi è una misura sicuramente da privilegiare rispetto a misure di tipo organizzativo.

Gli apparecchi di sollevamento devono essere completi di tutti i necessari dispositivi di segnalazione. Sull'apparecchio deve essere sempre riportata la portata massima in modo visibile dal posto di manovra. In prossimità delle zone di azione di questi apparecchi, devono essere sempre ben visibili tutte le segnalazioni necessarie.

Le modalità di impiego e i segnali stabiliti devono essere richiamati mediante avvisi chiaramente leggibili.

In caso di necessità, ad esempio per insufficiente visibilità dell'area di lavoro, le persone incaricate di dirigere gli operatori che effettuano le manovre devono adottare i "gesti convenzionali" previsti dall'Allegato XXXII del Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i.

### **Prevenzione dei rischi di urti o investimenti del carico:**

- Esecuzione di manovre corrette;
- Riorganizzazione dell'ambiente di lavoro;
- Modifiche nell'organizzazione del lavoro;
- Dispositivi di segnalazione e avvisi per le modalità di manovra.

La riorganizzazione dell'ambiente di lavoro si può rendere necessaria, al fine di evitare il movimento dei carichi nelle zone di stazionamento di altri operatori.

In altri casi, può rendersi necessario un intervento più radicale, volto alla riorganizzazione dell'attività.

Tutte le indicazioni riportate in precedenza circa la installazione dei necessari dispositivi di segnalazione e la predisposizione di avvisi chiaramente leggibili che riportano tutte le informazioni necessarie, devono intendersi applicabili anche per questa tipologia di rischio.

### **Prevenzione dei rischi di cesoiamento, schiacciamento, lesioni varie:**

- Conformità dell'apparecchio di sollevamento alle norme vigenti;
- Corretta imbracatura del carico;
- Allontanamento degli operatori dalla zona di movimento del carico.

Gli apparecchi di sollevamento devono essere dotati di tutte le misure di protezione previste dalle norme vigenti, atte a evitare i rischi di natura meccanica.

Le fasi di imbracatura, individuati prioritariamente i sistemi adatti e compatibili con il carico, devono essere eseguite secondo le istruzioni ricevute. Deve essere evitata la presenza di operatori nella zona di movimento dei carichi.

L'operazione di trattenuta manuale dell'imbracatura o del carico stesso nella fase iniziale di sollevamento deve essere, in linea di massima, impedita, in quanto può determinare rischi di cesoiamento o schiacciamento. Qualora, per le caratteristiche del carico, tale operazione sia necessaria, si dovrà intervenire adottando apposite procedure di sicurezza.

## **CADUTA DI MATERIALI**

### **INTRODUZIONE**

In un ciclo produttivo metalmeccanico, la caduta dei materiali - in genere - è legata a eventi accidentali quali la caduta dall'alto, il rovesciamento o lo scivolamento (mancata presa) degli stessi.

Per "materiali" sono da intendersi: carichi (movimentati manualmente o meccanicamente), piccoli oggetti di lavorazione, attrezzature e utensili di lavoro (martello, trapano portatile, ecc.). Il rischio di caduta di materiali si ritrova ogniqualvolta l'operatore entra in contatto con l'oggetto della lavorazione (manipolazione nelle fasi di montaggio, smontaggio, fresatura, molatura, ecc.), nelle fasi di movimentazione meccanica, durante la manipolazione e l'utilizzo degli utensili. È importante ricordare che la caduta



dei materiali può essere anche dovuta a un inidoneo metodo di stoccaggio degli stessi. I danni che possono derivare da una situazione di non sicurezza sono l'investimento o lo schiacciamento del lavoratore, totale o parziale (arti inferiori o superiori), che può essere più o meno grave in relazione alla dinamica dell'incidente, alla struttura, alla dimensione e al peso del materiale caduto.

### **IL RISCHIO**

In tutte le fasi, il rischio può concretizzarsi nel momento in cui il lavoratore non viene adeguatamente informato e formato sulle procedure di sicurezza, le quali devono essere elaborate dal datore di lavoro.

I danni che possono derivare dal verificarsi del rischio sopra descritto sono legati alle lesioni da investimento o schiacciamento del lavoratore che, in questi casi, possono avere conseguenze anche molto gravi (schiacciamento o investimento del corpo e/o della testa).

In questo capitolo, verranno analizzati solo i rischi di caduta dei materiali conseguenti al rovesciamento degli stessi dai piani di lavoro, o di scivolamento a terra per "mancata presa" da parte del lavoratore.

#### **1. Rovesciamento di materiali dai piani di lavoro**

Cause più probabili:

- Spazi limitati dei piani di lavoro;
- Spazi limitati delle postazioni di lavoro.

Spesso, la causa degli infortuni legati alla caduta dei materiali dai piani di lavoro è da ricercarsi in un'insufficiente ampiezza delle aree di appoggio (bancali).

È, infatti, frequente che l'operatore, durante la propria attività, incorra in infortuni da caduta dei materiali dai piani di lavoro, qualora le dimensioni di questi ultimi fossero insufficienti rispetto al quantitativo delle attrezzature riposte sul piano stesso; o nel caso in cui la volumetria delle attrezzature non permetta una sicura gestione degli spazi a disposizione.

Anche l'ampiezza delle postazioni di lavoro, intese come spazi di movimento degli operatori all'interno di un'area operativa, la quale solitamente si estende intorno al bancale di lavoro, possono essere causa di infortuni relativi al rischio descritto. Infatti, un ambiente di lavoro limitato in termini di spazi può essere un elemento di rischio, determinante o di aggravamento, soprattutto quando esistono elementi di pericolo, o qualora le misure di sicurezza non fossero adeguatamente attuate.

I danni che possono derivare dalla caduta di materiali sono conseguenti a eventi accidentali che si concretizzano, generalmente, in lesioni a parti del corpo, soprattutto a livello degli arti inferiori (gambe, piedi, ginocchia) e

delle braccia. Meno probabile, in questi casi, è il verificarsi di lesioni a danno della testa.

Ovviamente, le lesioni riportate dal lavoratore possono essere aggravate anche dalla natura dell'oggetto che provoca l'infortunio: lesioni da taglio se trattasi di materiale appuntito o tagliente, fratture nel caso di materiale molto pesante, ustioni se l'oggetto ha una superficie particolarmente calda, ecc.

## **2. Caduta/scivolamento di materiali per "mancata presa"**

Cause più probabili:

- Scivolamento dei pezzi in fase di lavorazione manuale;
- Scivolamento degli utensili in fase di loro utilizzo.

Nella maggior parte dei casi, la possibilità di scivolamento di materiali dalle mani del lavoratore durante la lavorazione dei pezzi o l'utilizzo di utensili è da attribuirsi ad una "mancata presa" degli stessi. Nella fase di lavorazione manuale dei pezzi, la perdita della presa può essere dovuta a più fattori quali: la caratteristica del pezzo lavorato (unto e quindi scivoloso, particolarmente caldo); l'impossibilità, da parte del lavoratore, di modulare il ritmo operativo conformemente al carico di lavoro; l'utilizzo o meno di adeguati DPI nei casi previsti (pezzi surriscaldati, taglienti, ecc). Nella fase di utilizzo degli utensili, invece, l'eventualità di scivolamento per "mancata o errata presa" è generalmente dovuta alle caratteristiche ergonomiche degli stessi. L'assenza negli utensili da lavoro (martelli, trapani, forbici, ecc) delle caratteristiche di sicurezza che garantiscono una "presa sicura" e una corretta maneggevolezza, sono spesso causa di infortuni, i cui danni conseguenti sono lesioni che si verificano soprattutto a livello degli arti inferiori (gambe e piedi), come urti, contusioni e, nei casi più gravi, fratture.

## **LA PREVENZIONE**

Premesso che i lavoratori devono indossare idonei D.P.I. (guanti adeguati, scarpe antinfortunistiche con il puntale rinforzato) per poter eliminare la possibilità di subire danni qualora si verificasse il rischio di caduta materiali, essere adeguatamente formati e avere a disposizione procedure di sicurezza scritte, andiamo a conoscere le misure di prevenzione minime necessarie al fine di ridurre, o eliminare, gli eventuali rischi citati.

### **Prevenzione del rovesciamento di materiali dai piani di lavoro:**

- Piano di lavoro con adeguate dimensioni;
- Spazi sufficientemente ampi nelle postazioni di lavoro.

Il piano di lavoro deve essere di dimensioni adeguate, per permettere una

distribuzione flessibile e sicura del materiale di lavorazione e di quello accessorio (attrezzature, utensili, ecc.). Inoltre, il posto di lavoro deve essere ben dimensionato, in modo che vi sia spazio sufficiente per permettere ai lavoratori posizioni comode e sicure. Deve inoltre permettere l'allontanamento immediato del lavoratore dalla zona di pericolo, nel caso di caduta accidentale di attrezzature o materiali pesanti e pericolosi dai piani di lavoro (il lavoratore deve poter arretrare o spostarsi agevolmente).

### **Prevenzione di caduta/scivolamento di materiali per "mancata presa":**

- Dotazione degli utensili e delle attrezzature di idonei requisiti di sicurezza;
- Sistemi di trattenuta degli utensili.

Per un uso sicuro delle attrezzature e degli utensili è fondamentale dotare gli stessi di tutti i requisiti tecnici di sicurezza previsti dalla normativa (Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i. e Nuova Direttiva Macchine), rendendoli conformi alla medesima. La scelta degli utensili da parte del datore di lavoro deve tenere conto che la "presa" e le caratteristiche di maneggevolezza degli stessi (impugnature ergonomiche) sono requisiti indispensabili per la sicurezza del lavoratore durante il loro utilizzo. Anche l'uso di sistemi di trattenuta in posizione sospesa, che nascono con la funzione di alleggerire la fatica fisica, può contestualmente rendere più sicuro l'utilizzo dell'utensile, evitandone la caduta accidentale dal piano di lavoro.

## **CAMPI ELETTROMAGNETICI**

### **INTRODUZIONE**

Le radiazioni elettromagnetiche presenti in natura provengono dalle emissioni solari, terrestri, dalle scariche atmosferiche e da altre fonti presenti nello spazio. A questo "fondo naturale", si sovrappone quello generato dalle sorgenti artificiali, sempre più diffuse e in continua espansione, tanto da essere oggi uno dei problemi emergenti di inquinamento ambientale. Basti pensare che ogni corpo che conduce - o è alimentato da energia elettrica - crea attorno a sé un campo di forze elettriche in movimento e un campo di forze magnetiche che si richiudono su sé stesse come anelli concentrici. L'insieme di queste "linee di forza" costituisce il campo elettromagnetico.

Le radiazioni elettromagnetiche comprendono una grande categoria di radiazioni molto diverse tra loro, sia per le caratteristiche di utilizzo, sia per i rischi per la salute. A seconda del numero di oscillazioni che le onde elettromagnetiche compiono (frequenza), e del loro spostamento nello spazio

(lunghezza d'onda e velocità di propagazione), si possono classificare in: ELF (onde a bassissima frequenza), radiofrequenze o RF, microonde o MW.

### **Impiego delle onde elettromagnetiche**

- Onde a bassissima e bassa frequenza: elettrodomesti, trasformazione e trasporto di energia elettrica, apparecchiature alimentate con energia elettrica.
- Onde radio (a media e alta frequenza): emissioni radio in AM e FM, emissioni televisive.
- Microonde (ad alta e altissima frequenza): telefonia cellulare, stazioni radio base e radio mobile, radar (civili, meteorologici, militari), forni a microonde.

L'emissione di onde elettromagnetiche può costituire un effetto indesiderato, dovuto a dispersioni "parassite" di sistemi di conduzione di energia, così come esse possono essere appositamente impiegate per le loro proprietà in ambito domestico, industriale, sanitario e delle telecomunicazioni. Altri parametri che caratterizzano la potenza - e quindi il grado di pericolosità - dei campi elettromagnetici sono: l'intensità del campo elettrico, misurata in *Volt/metro*, e l'intensità del campo magnetico, misurata in *Ampere/metro*.

A seconda della distanza dalla sorgente, si distinguono zone con intensità di campo decrescente: la zona di "campo reattivo", immediatamente vicina alla sorgente, con intensità di campo molto elevata, la zona di "campo vicino", e la zona di "campo lontano".

Le onde elettromagnetiche sono comunemente presenti in ambiente domestico, in molte attività sanitarie, nell'ambiente esterno, in tutte quelle situazioni di impiego di strumenti o apparecchiature alimentate elettricamente, nonché in prossimità degli impianti di distribuzione dell'energia elettrica. Sono infatti considerate un nuovo rilevante inquinante ambientale, che contribuisce al cosiddetto "inquinamento elettromagnetico" o "elettrosmog". In questa sede, ci si limiterà a descrivere i rischi legati all'impiego professionale delle onde elettromagnetiche in ambito industriale, trascurando settori di alto interesse per le esposizioni professionali come quello sanitario, quello delle comunicazioni, e la distribuzione di energia elettrica.

### **IL RISCHIO**

Alcune attività industriali impiegano apparecchiature che utilizzano le proprietà di riscaldamento dei campi elettromagnetici. Si tratta, in genere, di campi a bassa frequenza e alta potenza del generatore (frequenza industriale o di rete pari a 50 Hz).

Gli impianti riscaldatori "a perdite dielettriche" vengono impiegati nell'industria del legno per l'incollaggio, la laminazione e la piegatura a caldo.

Nell'industria della plastica, invece, sono utilizzati per la termosaldatura e il preriscaldamento delle resine termoindurenti da stampaggio.

In siderurgia, sono impiegati riscaldatori a "induzione magnetica" per la tempra superficiale, le ricotture, il riscaldamento dei metalli per lo stampaggio a caldo, la saldatura di tubi. Spesso, questi impianti hanno potenze dei generatori molto elevate (da centinaia a migliaia di kilowatt).

I riscaldatori a microonde sono invece utilizzati per l'essiccamento della pasta di cellulosa nell'industria della carta e dei rivestimenti dei laminati plastici nell'industria chimica.

### **Impiego di campi elettromagnetici nell'industria**

- **del legno:** incollaggio, laminazione, piegatura a caldo.
- **della plastica:** termosaldatura, stampaggio di resine termoindurenti.
- **siderurgica:** tempra superficiale, ricottura, stampaggio a caldo, saldatura.
- **della carta:** essiccamento della cellulosa.
- **chimica:** essiccamento di rivestimenti plastici.
- **alimentare:** sterilizzazione delle granaglie, cottura.

Gli effetti biologici dei campi elettromagnetici sono dovuti alla penetrazione delle radiazioni, alla loro diffusione all'interno dell'organismo, agli scambi di energia con le strutture dell'organismo.

L'effetto a breve termine (o acuto) è di tipo termico, consiste cioè nel riscaldamento dei tessuti. A differenza del riscaldamento che si ha per contatto con un corpo caldo, esso provoca un aumento di temperatura dei tessuti interni, il quale non viene percepito dai meccanismi naturali di allarme, cioè i sensori posti sulla pelle. Si possono quindi avere anche considerevoli innalzamenti della temperatura di tessuti, senza che la persona esposta ne abbia la minima percezione.

Gli effetti sono tanto più frequenti ed evidenti quanto più è elevata l'energia assorbita; in particolare, il campo magnetico sembra avere un'importanza biologica più significativa del campo elettrico.

Gli organi più sensibili sono l'occhio e le gonadi (testicoli/ovaio), per la loro scarsa capacità di disperdere il calore. Si possono sviluppare arrossamenti dell'occhio e alterazioni del cristallino, cataratta, processi degenerativi dei tessuti riproduttivi (ridotta produzione di spermatozoi). Vi sono poi effetti a lungo termine (o tardivi), non termici ma legati a possibili danni sui meccanismi cellulari.

Sono state rilevate, a carico del sistema nervoso centrale, alterazioni dell'elettroencefalogramma, cefalea, senso di irritabilità, affaticamento, disturbi del sonno. Anche l'apparato cardiocircolatorio può essere coinvolto, con la comparsa di alterazioni del ritmo (aritmia, tachicardia) e disturbi della pressione (ipertensione).

Sono allo studio dei ricercatori gli effetti cancerogeni dei campi elettromagnetici, dei quali si ha una parziale evidenza per esposizioni a bassissime frequenze, in prossimità di elettrodotti; si è riscontrata una maggiore fre-

quenza di leucemie infantili rispetto ad altri ambienti di vita e di lavoro. L'utilizzo dei campi elettromagnetici è stato, finora, normato in maniera specifica solo per alcune applicazioni particolari, industriali e sanitarie, per la gestione di linee elettriche esterne e per le telecomunicazioni. Di recente, il Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i. ha introdotto l'obbligo di valutare il rischio di esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici. L'Allegato XXXVI di detto decreto riporta i "valori limite di esposizione" e i "valori di azione" (questi ultimi riguardano le grandezze fisiche legate alle radiazioni elettromagnetiche).

I valori di riferimento indicati variano in funzione delle frequenze, e si basano sulle raccomandazioni internazionali emanate dall'ICNIRP. Le unità di misura delle grandezze direttamente misurabili sono:

Il **Volt/metro** per l'intensità del campo elettrico (E);

L'**Ampere/metro** per l'intensità del campo magnetico (H);

L'**Ampere** per la corrente indotta attraverso gli arti ( $I_L$ )

Il **Tesla** per l'induzione magnetica (B); biologicamente più nociva del campo elettrico, essa è utilizzata come indicatore più rappresentativo dell'esposizione;

Il **Watt/m<sup>2</sup>** per la densità di potenza (S), utilizzata per frequenze molto alte.

## LA PREVENZIONE

La valutazione del rischio di esposizione a onde elettromagnetiche può essere supportata dalle misure del campo elettrico e/o del campo magnetico, per misurare le grandezze in gioco e individuare eventuali misure di contenimento del rischio. È utile infatti ottenere informazioni non solo sulle frequenze delle sorgenti e sulla potenza di emissione della sorgente, ma anche verificare l'intensità dei campi nelle zone di lavoro degli operatori esposti.

Le misure di contenimento dell'esposizione alla fonte possono consistere in interventi di riduzione della potenza del generatore, se compatibili con l'attività di schermatura delle zone di lavoro; non sono disponibili dispositivi di protezione individuale specifici ed efficaci.

Deve essere verificata l'efficienza dell'impianto di messa a terra, e la possibilità che strutture metalliche connesse agli impianti di produzione (tubi di aspirazioni, binari) fungano da conduttori a distanza dei campi.

Un'ulteriore possibilità di contenimento dell'esposizione è di tipo organizzativo, sia allontanando le postazioni di lavoro dalle zone di campo più a rischio, sia riducendo i tempi di esposizione, ad esempio evitando soste non strettamente necessarie nella zona di campo.

È infatti sufficiente una distanza anche modesta dalla sorgente per ridurre significativamente l'esposizione: raddoppiando la distanza dalla fonte del campo elettromagnetico, l'intensità sarà ridotta di 1/4, e triplicando la distanza, di 1/9.

Nelle operazioni di manutenzione di macchine e di impianti alimentati elettricamente (e comunque nei periodi di inattività degli stessi), è opportuno disconnetterli dalla rete di alimentazione. Infatti, la sola presenza di corrente nel circuito di alimentazione, anche ad impianto spento ma allacciato alla rete, è una fonte di radiazioni.

## CARRELLI ELEVATORI

### INTRODUZIONE

L'uso dei carrelli elevatori comporta varie situazioni di rischio, sia per gli operatori addetti all'uso di queste attrezzature, sia per gli altri lavoratori operanti negli ambienti in cui esse circolano. I rischi sono legati alle caratteristiche del mezzo, del suo carico e dell'ambiente in cui esso si muove. Esistono diversi tipi di carrelli elevatori, ma nell'ambito di questo capitolo ci si riferisce esclusivamente a due gruppi principali: carrelli elettrici e carrelli a motore endotermico.

Per quanto riguarda le caratteristiche intrinseche di sicurezza, la legislazione fornisce molte indicazioni in merito, così come la normativa tecnica di riferimento (norme UNI EN e norme ISO). Meno normate appaiono le problematiche connesse alle modalità di utilizzo di queste attrezzature. In questo caso, è fondamentale la definizione di procedure operative e la formazione degli operatori addetti. Significativa importanza riveste, infine, il luogo di lavoro all'interno del quale il carrello opera. Carenze di spazio o irregolarità delle pavimentazioni sono spesso causa dei più gravi infortuni connessi all'uso dei carrelli.

### IL RISCHIO

#### 1. Rischi di ribaltamento/rovesciamento e principali cause

- Trasporto di carichi con forche sollevate (modalità d'uso).
- Eccessiva velocità e manovre spericolate (modalità d'uso).
- Pavimenti sconnessi (problemi ambientali).
- Errato caricamento (modalità d'uso).

Premesso che i carrelli elevatori utilizzati in ambiente industriale raramente presentano il rischio di ribaltamento<sup>4</sup>, in questo caso vengono evidenziati in particolare i rischi connessi al rovesciamento<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> Movimento laterale o longitudinale o in una direzione combinata fra le due, superiore ai 90°.

<sup>5</sup> Movimento laterale o longitudinale o in una direzione combinata fra le due, inferiore o uguale a 90°.

Tra le principali cause di ribaltamento o rovesciamento dei carrelli si individua il movimento in piano con le forche alzate o su piani inclinati con i carichi posizionati a valle rispetto all'operatore; in questi casi l'elemento significativo per il rischio è individuabile nell'estrema precarietà dell'insieme, con facilità di spostamento del baricentro. L'eccessiva velocità, soprattutto in curva, e la presenza di buche o sconnessioni nel pavimento degli ambienti, sono un'altra delle cause più frequenti del rovesciamento dei carrelli, proprio in considerazione delle caratteristiche strutturali di questi mezzi, normalmente meno stabili dei normali autoveicoli.

Le modalità di caricamento, con riferimento al baricentro dei carichi da movimentare, possono incidere ulteriormente nella stabilità dell'insieme in movimento.

## **2. Rischio di investimento e principali cause**

- Non corretta organizzazione dell'ambiente di lavoro.
- Manovre o conduzione del carrello incoerenti.
- Segnaletica carente o mancante.
- Mancanza di segnalazione acustica e/o luminosa.

Questo rischio è strettamente connesso con lo spazio a disposizione per la circolazione dei carrelli e delle persone. In questi casi, non essendo sempre possibile individuare percorsi differenziati, il rischio è connesso con la larghezza stessa dei percorsi, che spesso non consentono il transito contemporaneo.

Manovre o conduzioni del carrello incoerenti quali, ad esempio, cambio repentino di marcia o circolazioni con carichi che impediscono la visuale, segnaletica insufficiente (individuazione di dove il carrello può circolare) o più semplicemente la mancanza di segnalazioni acustiche o luminose (per avvisare gli altri operatori dell'arrivo del carrello), sono elementi che aggravano significativamente il rischio di investimento.

## **3. Rischio di caduta del materiale e principali cause**

- Mancata imbracatura del carico o di idonei contenitori.
- Manovre errate e uso improprio dell'apparecchio di sollevamento.
- Non idonei sistemi di immagazzinamento.

La stabilità del carico è condizione essenziale per effettuare sollevamenti e trasporti in sicurezza. Un carico mal posizionato o non adeguatamente imbracato, così come il mancato utilizzo di contenitori idonei in caso di materiali minuti, possono comportare la caduta dello stesso, con pericolo sia per il conducente del carrello che per i lavoratori che operano nelle adiacenze. Un'altra significativa condizione di pericolo è rappresentata dall'uso, peraltro diffuso, di attrezzature non previste dal progettista/costruttore del carrello, quali ganci e funi per operazioni di sollevamento. Questi sistemi, che se realizzati in modo artigianale non offrono garanzie sufficienti circa la tenuta e la stabilità del carico, introducono ulteriori elementi di pericolo che possono aggravare anche il rischio di rovesciamento



(oscillazione del carico durante il trasporto). Anche in questo caso, le manovre errate o spericolate influiscono significativamente sul rischio di caduta dei carichi.

Si evidenzia, infine, l'importanza della progettazione del sistema di immagazzinamento che deve essere compatibile con i carrelli utilizzati per la movimentazione dei materiali (scaffali con bancali, accessibilità delle forche o di altre attrezzature, spazi di manovra, altezza degli stoccaggi, ecc.).

#### **4. Rischi infortunistici (cesoiamento, schiacciamento, rischi connessi all'avviamento accidentale) e principali cause**

- Scorrimento delle forche sui montanti non protetti.
- Movimento delle catene.
- Regolazione manuale e cambio delle forche.
- Comandi non protetti o non realizzati con sistema di avviamento solo volontario.

L'uso dei carrelli può comportare infortuni di tipo meccanico, legati alle caratteristiche stesse di queste macchine e agli interventi diretti dell'operatore.

La legislazione di riferimento prevede tutti i requisiti che devono essere presenti per evitare i rischi di tipo meccanico, sia in termini generali (parte I Allegato V Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i.) che nello specifico (parte II Allegato V Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i.): tutti gli elementi in movimento che, in caso di contatto accidentale possono costituire un pericolo per l'addetto, devono essere protetti o segregati.

#### **5. Rischi di esplosione dovuti al potenziale rilascio d'idrogeno nella fase di caricamento delle batterie (carrelli elettrici)**

La causa principale è una non sufficiente e adeguata aerazione naturale. Durante la fase di ricarica delle batterie dei carrelli elettrici, vi è la possibilità di sviluppo e di rilascio d'idrogeno nell'ambiente. La miscela che si verrebbe a creare con l'ossigeno presente nell'aria può determinare un elevato rischio di esplosione, se si è in presenza d'impianti elettrici o di altri possibili inneschi.

Negli ambienti piccoli e scarsamente aerati, il rischio è accentuato, in quanto, con la persistenza dell'idrogeno, è più probabile il raggiungimento di concentrazioni pericolose. L'installazione d'impianti elettrici non adeguati può, inoltre, costituire l'innesco della miscela potenzialmente esplosiva. In questi ambienti sono, altresì, possibili rischi per gli operatori eventualmente presenti, connessi all'inalazione e al contatto cutaneo con le sostanze tossiche che si liberano nella fase di caricamento delle batterie.

#### **6. Rischi di inalazione di gas o fumi di scarico di motori**

L'utilizzo di carrelli con motore endotermico in ambiente chiuso determina un aumento della concentrazione di inquinanti, provenienti dall'emissione dei gas e fumi di scarico dei carrelli stessi. Negli ambienti di

ridotte dimensioni o in situazioni di carente aerazione naturale, non adeguatamente integrata con impianti meccanici, le problematiche sopraindicate si aggravano significativamente (Allegato IV punto 2 Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i.).

## LA PREVENZIONE

Premesso che i carrelli devono rispettare tutte le disposizioni di sicurezza riportate nelle normative specifiche, si riportano di seguito le modalità comportamentali che devono essere attivate per eliminare o ridurre i rischi sopra citati.

### **Prevenzione dei rischi di rovesciamento e di investimento:**

- Rispetto della velocità massima stabilita.
- Conduzione attenta e responsabile del carrello.
- Buona organizzazione della segnaletica orizzontale/verticale.
- Segnalazione acustica in prossimità di curve.
- Carico verso monte durante le discese di dislivelli.

La guida dei carrelli deve sempre avvenire nel rispetto delle istruzioni e della formazione acquisita. Non devono mai essere eseguite manovre potenzialmente pericolose e non previste durante il corso di formazione alla guida dei carrelli.

La guida deve avvenire nel massimo rispetto della segnaletica orizzontale e/o verticale, mantenendo una velocità coerente con gli ambienti e gli spazi dove avvengono le manovre.

In prossimità di curve, o di passaggi che non consentono la perfetta visibilità, si deve procedere molto lentamente attivando, se necessario, gli avvisatori acustici.

I carichi devono essere sempre trasportati con le forche abbassate, per evitare che il baricentro dell'insieme sia elevato e facilmente sbilanciabile.

Il transito su piani inclinati deve sempre avvenire con il carico a monte rispetto alla posizione del posto di guida.

In caso di trasporto di carichi ingombranti che limitano la visuale all'addetto alla guida, si dovrà procedere in retromarcia o dovranno essere presenti operatori a terra che dirigono la manovra.

### **Prevenzione del rischio di investimento:**

- Corretta organizzazione dell'ambiente di lavoro, tale da garantire spazio sufficiente per le manovre e per il transito delle persone.
- Formazione e addestramento del personale appositamente designato alla conduzione dei carrelli.
- Apposizione di segnaletica di sicurezza, chiara e ben visibile.
- Mantenimento in efficienza dei sistemi frenanti e dei sistemi di segnalazione acustica e/o luminosa.

Gli spazi in cui si muovono i carrelli elevatori (cortili, magazzini e in generale ambienti di lavoro) devono essere organizzati in modo tale da garantire: spazio di manovra adeguato sia al mezzo che al carico, spazio dedicato per eventuali pedoni e pavimentazione regolare e priva di ostacoli. Queste precauzioni, unite a un'adeguata segnaletica e all'impiego di personale appositamente designato e addestrato, riducono sensibilmente il rischio di investimento. Non dimentichiamo però di mantenere efficiente il mezzo: freni e segnalatori devono essere controllati quotidianamente.

### **Prevenzione dei rischi infortunistici (cesoiamento, schiacciamento, rischi connessi all'avviamento accidentale):**

- Protezione, con schermi fissi, delle zone di scorrimento delle forche sui montanti non protetti.
- Utilizzo di idonee attrezzature e di guanti resistenti durante la regolazione manuale e il cambio delle forche.
- Protezione dei comandi o previsione di un sistema di avviamento solo volontario.

Il rischio di infortunarsi durante l'uso del carrello può essere determinato anche dalla presenza di elementi pericolosi non protetti adeguatamente: le zone in cui è presente il rischio di cesoiamento, di schiacciamento o di trascinarsi di parti del corpo dell'operatore devono, ad esempio, essere rese inaccessibili. Anche le leve di comando e gli interruttori dovranno essere protetti, per evitare movimenti accidentali delle forche o del mezzo stesso.

Il sistema migliore per evitare quest'ultimo problema è costituito dalla presenza di leve a innesto volontario (come il cambio della nostra automobile).

### **Prevenzione del rischio di caduta di materiali:**

- Utilizzo di idonei contenitori e/o adeguata imbracatura dei carichi.
- Utilizzo di accessori e/o attrezzature compatibili con il carrello.
- Adeguata organizzazione delle modalità di immagazzinamento.

Il trasporto dei materiali deve sempre essere preceduto dalla verifica della stabilità del carico.

Bisogna, pertanto, assicurarsi che il materiale o i contenitori siano adeguatamente appoggiati sulle forche e che le forche stesse siano inserite correttamente sotto il carico da sollevare. In alcuni casi, può essere necessario prevedere idonee imbracature.

Non devono mai essere montati accessori per il sollevamento differenti da quelli previsti in origine dal costruttore del carrello (funi, ganci, ecc.). L'utilizzo di ceste per il sollevamento di persone deve essere previsto dal costruttore, e le attrezzature necessarie devono essere dotate di tutti i dispositivi previsti dalla normativa vigente.

Il carrello utilizzato deve essere compatibile con il sistema di immagazzinamento adottato nell'azienda. In particolare, gli spazi tra gli scaffali de-

vono consentire le manovre in sicurezza e le modalità di stoccaggio dei materiali devono consentire il movimento in sicurezza durante la salita e la discesa, nonché l'avanzamento e l'arretramento delle forche.

**Prevenzione del rischio di esplosione:**

- Utilizzo di locali adeguatamente aerati per il caricamento delle batterie;
- Separazione dei locali di carica batterie dalle altre zone di lavoro;
- Eliminazione delle fonti di innesco;
- Realizzazione di impianti elettrici di tipo *AD* (antideflagrante).

Durante la carica della batteria, si sviluppa idrogeno che, combinandosi con l'ossigeno presente nell'aria, forma una miscela facilmente infiammabile ed esplosiva. Per questo motivo, è necessario eliminare ogni possibilità di innesco: non bisogna fumare né usare fiamme libere in prossimità di una batteria in carica o appena caricata; non bisogna disinserire il cavo di alimentazione prima di aver disconnesso elettricamente il caricabatterie, poiché potrebbero svilupparsi scintille. Per le stesse ragioni, è necessario che l'intero impianto elettrico del locale adibito alla carica sia di tipo antideflagrante. Occorre ricordare che durante la fase di ricarica, una certa quantità di acqua evapora, trascinando con sé vapori di acido che, se inalati, possono irritare le prime vie respiratorie (naso, gola, bronchi), mentre prolungate esposizioni possono determinare malattie croniche (infiammazioni).

**Prevenzione dei rischi connessi all'inalazione di gas o fumi di scarico:**

- Divieto di utilizzo di carrelli con motore endotermico in ambienti chiusi.
- In casi particolari, utilizzo solo per brevi periodi e con adeguata aerazione degli ambienti.
- Predisposizione di eventuali aspirazioni/aerazioni aggiuntive negli ambienti.
- Uso di carrelli con motore endotermico muniti di sistemi per l'abbattimento dei gas di scarico.

I carrelli elevatori con motore endotermico (motore a combustione interna funzionanti a: benzina, gas di petrolio liquido, gasolio) sviluppano gas di scarico e principalmente CO (monossido di carbonio), altamente tossico. Per tali motivi, è di norma vietato l'uso di questo tipo di mezzi negli ambienti di lavoro. Se, per situazioni eccezionali, si è costretti ad impiegarli, si devono adottare misure di contenimento per evitare il diffondersi dell'inquinante prodotto, come ad esempio: l'impiego di depuratori o catalizzatori applicati direttamente al tubo di scarico, o un potenziamento del ricambio dell'aria nell'ambiente.

## CARRELLI PORTA PALLET A CONDUZIONE MANUALE

### INTRODUZIONE

L'impiego dei carrelli manuali, sebbene apparentemente semplice, comporta varie situazioni di rischio, sia per gli operatori addetti all'uso di queste attrezzature, sia per gli altri lavoratori che operano negli ambienti in cui questi circolano. I rischi sono soprattutto legati alle caratteristiche del mezzo, del suo carico e dell'ambiente in cui esso si muove. I carrelli a conduzione manuale possono essere a trazione umana o elettrica; i primi sono in genere utilizzati per il semplice spostamento di materiali posti su bancali (*pallet*) da un reparto all'altro, oppure da una ribalta al pianale di un mezzo di trasporto. I carrelli a conduzione manuale elettrici vengono invece utilizzati per la movimentazione di materiali nei magazzini, in quanto sono di dimensioni abbastanza ridotte e possono essere manovrati facilmente in corsie dove un normale "muletto" non potrebbe operare.

Per quanto riguarda le caratteristiche intrinseche di sicurezza, la legislazione fornisce molte indicazioni in merito, così come la normativa tecnica di riferimento (norme UNI EN e norme ISO). Meno normative appaiono le problematiche connesse alle modalità di utilizzo di queste attrezzature. In questo caso, è fondamentale la definizione di procedure operative e la formazione degli operatori addetti.

Significativa importanza riveste, infine, il luogo di lavoro all'interno del quale il carrello opera. Carenze di spazio o irregolarità delle pavimentazioni sono spesso causa dei più gravi infortuni connessi all'uso dei carrelli.

### IL RISCHIO

#### 1. Rischi di ribaltamento/rovesciamento e principali cause

- Trasporto di carichi con forche sollevate (modalità d'uso).
- Pavimenti sconnessi (problemi ambientali).
- Errato caricamento (modalità d'uso).

Tra le principali cause di rovesciamento dei carrelli, si individua il movimento in piano con le forche alzate o su piani inclinati con i carichi posizionati a valle rispetto all'operatore; in questi casi, l'elemento significativo per il rischio è individuabile nella estrema precarietà dell'insieme con facilità di spostamento del baricentro. La presenza di buche o sconnessioni nel pavimento degli ambienti è un'altra delle cause più frequenti di rovesciamento dei carrelli, proprio in considerazione delle caratteristiche strutturali di questi mezzi. Le modalità di caricamento, con riferimento al baricentro dei carichi da movimentare, possono incidere ulteriormente sulla stabilità dell'insieme in movimento.

## 2. Rischio di investimento e principali cause

- Non corretta organizzazione degli ambienti di lavoro.
- Manovre o conduzione del carrello incoerenti.
- Percorsi pericolosi o particolarmente angusti.
- Segnaletica mancante.
- Pavimentazione sconnessa.
- Mancanza di segnalazione acustica e/o luminosa.

Questi rischi sono strettamente connessi con lo spazio a disposizione per le manovre e la circolazione dei carrelli e delle persone. In questi casi, non essendo sempre possibile individuare percorsi differenziati, il rischio è connesso con la larghezza stessa dei percorsi che spesso non consentono il transito contemporaneo.

Manovre o conduzioni del carrello incoerenti quali, ad esempio, circolazione con carichi che impediscono la visuale, avanzamenti o spostamenti bruschi, segnaletica insufficiente (individuazione di dove il carrello può circolare) o più semplicemente la mancanza di segnalazioni acustiche o luminose (per avvisare gli altri operatori dell'arrivo del carrello) sono elementi che aggravano significativamente il rischio di investimento. I carrelli porta pallet a spinta possono determinare rischio di investimento in pendenza, in quanto sono privi di efficaci sistemi frenanti; pertanto, l'operatore potrebbe perderne facilmente il controllo.

## 3. Rischio di caduta del materiale e principali cause

- Mancata imbracatura del carico o preparazione inadeguata dei bancali.
- Manovre errate e uso improprio come apparecchio di sollevamento.
- Eccesso del carico trasportato.
- Sistema di magazzinaggio non idoneo.

La stabilità del carico è condizione essenziale per effettuare sollevamenti e trasporti in sicurezza. Un carico mal posizionato o non adeguatamente imbracato, così come il mancato utilizzo di contenitori idonei in caso di materiali minuti, possono comportare la caduta dello stesso, con pericolo sia per il conducente del carrello, che per i lavoratori che operano nelle adiacenze. Anche in questo caso, le manovre errate o spericolate influiscono significativamente sul rischio di caduta dei carichi come, del resto, il trasporto del carico con le forche alzate. Si evidenzia, infine, l'importanza della progettazione del sistema di immagazzinamento che deve essere compatibile con i carrelli utilizzati per la movimentazione dei materiali (scaffali con bancali, accessibilità delle forche o di altre attrezzature, spazi di manovra, altezza degli stoccaggi, ecc.).

## 4. Rischi di esplosione dovuti al potenziale rilascio d'idrogeno nella fase di caricamento delle batterie (solo per carrelli elettrici)

La causa principale è una non sufficiente e/o non adeguata aerazione naturale.

Durante la ricarica delle batterie dei carrelli elettrici, vi è la possibilità di sviluppo d'idrogeno e conseguente rilascio nell'ambiente. La miscela che si verrebbe a creare con l'ossigeno presente nell'aria può determinare un elevato rischio di esplosione, se si è in presenza d'impianti elettrici o di altri possibili inneschi.

Negli ambienti piccoli e scarsamente areati, il rischio è accentuato in quanto, con la persistenza dell'idrogeno, è più probabile il raggiungimento di concentrazioni pericolose. L'installazione di impianti elettrici non adeguati può, inoltre, costituire l'innesco della miscela potenzialmente esplosiva. In questi ambienti sono, altresì, possibili rischi connessi alla inalazione e al contatto cutaneo con le sostanze tossiche che si liberano nella fase di caricamento delle batterie.

### **LA PREVENZIONE**

Premesso che i carrelli devono rispettare tutte le disposizioni di sicurezza riportate nelle normative specifiche, si evidenziano in questa scheda le modalità comportamentali che devono essere attivate per eliminare o ridurre i rischi sopra riportati.

#### **Prevenzione dei rischi di rovesciamento e di investimento:**

- Adeguata formazione per il personale addetto.
- Conduzione attenta e responsabile del carrello.
- Buona organizzazione della segnaletica orizzontale/verticale.
- Segnalazione acustica in prossimità di curve, in luoghi dove transitano altri mezzi, in ambienti angusti.
- Carico verso monte durante le discese di dislivelli.
- Posa e presa del carico corrette.

La guida dei carrelli deve sempre avvenire nel rispetto delle istruzioni e della formazione acquisita. Non devono mai essere eseguite manovre potenzialmente pericolose e non previste.

La conduzione deve avvenire nel massimo rispetto della segnaletica orizzontale e/o verticale, mantenendo una velocità coerente con gli ambienti e gli spazi dove avvengono le manovre.

In prossimità di curve o di passaggi che non consentono la perfetta visibilità, si deve procedere molto lentamente attivando, se necessario, gli avvisatori acustici (carrelli elettrici). Contrariamente a quanto indicato per i carrelli con uomo a bordo, i carrelli a mano (meno stabili) non devono mai essere trainati, in quanto, in caso di ribaltamento del mezzo o del carico, l'operatore rischia di essere investito. I carichi devono essere sempre trasportati con le forche abbassate, per evitare che il baricentro dell'insieme sia elevato e facilmente sbilanciabile. Il baricentro può sbilanciarsi anche durante la presa o la posa di un carico.

**Prevenzione del rischio di investimento:**

- Corretta organizzazione dell'ambiente di lavoro, tale da garantire spazio sufficiente per le manovre e per il transito delle persone.
- Formazione e addestramento del personale appositamente designato alla conduzione dei carrelli.
- Apposizione di segnaletica di sicurezza, chiara e ben visibile.
- Mantenimento in efficienza dei sistemi frenanti e dei sistemi di segnalazione acustica e/o luminosa.

Gli spazi in cui si muovono i carrelli a conduzione manuale (cortili, magazzini, piani di caricamento e in generale ambienti di lavoro) devono essere organizzati in modo tale da garantire: spazio di manovra adeguato sia al mezzo che al carico, spazio dedicato per eventuali pedoni, pavimentazione regolare e priva di ostacoli. Queste precauzioni, unite a un'adeguata segnaletica e all'impiego di personale appositamente designato e addestrato, riducono sensibilmente il rischio di investimento. Non dimentichiamo, però, di mantenere efficiente il mezzo: freni e segnalatori (se presenti) devono essere controllati quotidianamente.

## FUMI E VAPORI

### INTRODUZIONE

I fumi e i vapori sono comunemente presenti in molti ambienti di lavoro. I primi si formano quando si fonde o si vaporizza un metallo o materiali combustibili che, raffreddandosi, creano particelle molto fini che si liberano nell'aria; situazione che si verifica ad esempio nelle nostre città, quando nella stagione invernale vengono accesi gli impianti di riscaldamento.

I vapori, invece, costituiscono la fase gassosa di sostanze allo stato liquido o solido che tendono, spontaneamente o in seguito a cambiamenti di temperatura o pressione, a evaporare. Sostanze come la benzina o il toluene passano spontaneamente dallo stato liquido a quello gassoso, mentre altre - come l'acqua - evaporano più facilmente se sottoposte a riscaldamento. Ovviamente, il livello di nocività è strettamente dipendente dalla sostanza da cui i vapori si sviluppano: il vapore acqueo è assolutamente innocuo, contrariamente al vapore di benzina. Negli ambienti di lavoro, la nocività di fumi e vapori è stata da sempre considerata un fattore di rischio per il quale prendere obbligatoriamente provvedimenti, come già citato in passato, seppur in modo generico, dall'art. 20 del Decreto del Presidente della Repubblica n. 303/56. Le norme successive (Decreto Legislativo 626/94, sostituito dal Decreto Legislativo 81/2008, modificato e integrato dal Decreto Legislativo 106/2009) sono elementi di specificazione di questo principio, che rimane basilare: fumi e vapori devono essere allontanati



dall'ambiente di lavoro e ne deve essere ridotta l'emissione, indipendentemente dal loro grado di pericolosità.

## IL RISCHIO

Il rischio maggiore è chiaramente quello della respirabilità delle particelle di sostanze contenute nei fumi e nei vapori presenti in atmosfera; esse, una volta inalate, sono in grado di raggiungere gli alveoli polmonari. Inoltre, la presenza di vapori può generare anche il rischio di incendi ed esplosioni. I fumi possono essere generati da:

Combustione (combustione per il riscaldamento, emissioni da motori endotermici);

Operazioni di saldatura (a elettrodo, ad arco, ossiacetilenica, ecc.);

Operazioni di taglio dei metalli (con utensili meccanici, arco elettrico, laser, ecc).

Nell'ambiente di lavoro, la presenza di fumi può essere determinata da diversi fattori: dalla circolazione di mezzi dotati di motore a combustione, dall'adozione di sistemi di riscaldamento inappropriati, i cui fumi non sono adeguatamente convogliati, ma soprattutto da attività produttive quali la saldatura e il taglio dei metalli.

In quest'ultimo caso, i fumi possono contenere particelle di metallo e anche particelle combuste (e incombuste) di sostanze presenti sulle superfici saldate o tagliate come oli, sgrassanti, vernici, o materiali di rivestimento (pezzi zincati, cromati, nichelati ecc.).

Anche per i vapori nocivi, il rischio maggiore è determinato dalla loro inalazione. Questi si sviluppano da sostanze solide o liquide, per le loro caratteristiche fisiche o per effetto del riscaldamento; i vapori, se non adeguatamente convogliati, si disperdono nell'aria.

Nell'industria metalmeccanica, le principali situazioni in cui si sviluppano vapori sono riconducibili a:

- Operazioni di verniciatura (vapori di solventi).
- Operazioni di decapaggio (vapori acidi, utilizzati nei bagni chimici).
- Operazioni di trattamento dei metalli (vapori provenienti dai bagni galvanici).
- Nebulizzazione di sostanze chimiche su superfici calde (ingrassaggio, sgrassaggio di superfici limitate).
- Presenza di vasche contenenti sostanze chimiche allo stato liquido che, per evaporazione, formano vapori.

I danni legati all'inalazione di fumi e di vapori, dipendono strettamente dal tipo sostanza. Si possono distinguere sostanze:

Irritanti: producono infiammazione della cute, dell'occhio e delle vie aeree.

Sensibilizzanti: possono dar luogo a reazioni allergiche.

Nocive: possono depositarsi nei polmoni e compromettere la loro funzionalità.

Tossiche: possono penetrare nell'organismo e causare danni agli organi interni.

Cancerogene: possono provocare l'insorgenza di tumori.

Mutagene: possono produrre danni genetici ereditari.

Gli effetti si manifestano soprattutto sull'apparato respiratorio, determinando in molti casi disturbi reversibili molto comuni, quali senso di bruciore alla gola e agli occhi e tosse insistente. Se l'esposizione a queste sostanze perdura nel tempo, si possono avere delle forme croniche, come la faringite o la bronchite cronica. In altri casi, la sostanza non determina disturbi immediati ma, penetrando nell'organismo, può sviluppare anche a distanza di tempo danni importanti (tumori, gravi malattie respiratorie o altre patologie), a causa dell'assorbimento nel sangue di sostanze chimicamente attive.

### **Incendi ed esplosioni:**

La presenza di elevate quantità di vapori infiammabili aumenta la probabilità di incendio e di esplosioni, in quanto i vapori agiscono da combustibili.

## **LA PREVENZIONE**

Le misure di prevenzione devono tendere a ridurre, il massimo possibile, la diffusione dei fumi e dei vapori nell'ambiente di lavoro. A tale scopo, si possono seguire diverse strade:

- Tecnologie di lavorazione alternative.
- Captazione di fumi e vapori a livello dei punti di formazione e/o diffusione.
- Isolamento delle zone in cui si effettuano lavorazioni che danno origine a fumi e a vapori.
- Adeguamento del ricambio d'aria negli ambienti.
- Uso di specifici Dispositivi di Protezione Individuale.

Laddove siano disponibili tecnologie che permettano di effettuare la produzione senza dare origine a diffusione di fumi o di vapori, queste sono da preferire alle tecnologie tradizionali. Esistono, ad esempio, sul mercato macchine utensili che permettono la captazione dei fumi prodotti immediatamente sul punto di origine, con convogliamento degli stessi presso impianti di filtrazione.

Il provvedimento principale è costituito dall'adozione di impianti di aspirazione e filtrazione, posizionati il più possibile vicino alla fonte di emissione. L'impianto di aspirazione dovrà essere progettato in modo tale da mantenere l'operatore a sufficiente distanza dal flusso di aspirazione, pur mantenendo efficace la captazione delle sostanze. Si possono, ad esempio, adottare piccole cappe orientabili per le saldature o cappe fisse poste sulle vasche di decapaggio, magari chiuse con opportuni portelli che, al mo-

mento dell'apertura, attivano automaticamente i dispositivi di aspirazione. In questo modo, è possibile presidiare la lavorazione senza provocare "strippaggi" indebiti (estrazione del vapore superficiale per effetto del richiamo d'aria).

Spesso, la presenza di vapori può essere controllata semplicemente mantenendo secchi vasche e contenitori di sostanze, tenuti ermeticamente chiusi.

Gli impianti di captazione e filtrazione devono essere soggetti a manutenzione periodica, al fine di mantenerne l'efficienza.

L'adozione di specifici Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) deve essere complementare e non alternativa a quanto indicato in precedenza.

In ogni caso, nell'adozione di un DPI, si deve ricordare che è sempre necessario:

- Identificare le specifiche sostanze da cui proteggersi, e i rischi a esse connessi.
- Selezionare il dispositivo più appropriato.
- Addestrare all'uso e alla manutenzione gli addetti cui il dispositivo viene fornito.

## INFORTUNI DI ORIGINE MECCANICA

### INTRODUZIONE

Gli infortuni di origine meccanica avvengono principalmente durante attività svolte presso macchine utensili o impianti, ma possono essere determinati anche da contatti e/o manipolazioni di attrezzature, utensili o materiali vari. Nel secondo caso, le modalità organizzative e le procedure operative rappresentano l'elemento essenziale sia nella determinazione del rischio sia, conseguentemente, nell'individuazione delle misure preventive. Invece, nel caso degli infortuni che avvengono su macchine o impianti, è indispensabile, prioritariamente, valutare le condizioni di sicurezza delle macchine stesse.

Il Decreto del Presidente della Repubblica n. 547/55, recentemente sostituito dal Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i., indicava tutte le misure di sicurezza che devono possedere le macchine immesse sul mercato e messe in servizio prima del 21 settembre 1996. Per le macchine acquistate dopo questa data, il riferimento normativo è rappresentato dal regolamento di recepimento della "Direttiva Macchine" (Decreto del Presidente della Repubblica n. 459/96, sostituito con il Decreto Legislativo 17/2010 - Nuova Direttiva Macchine).

In entrambi i riferimenti legislativi sopracitati, i principi per la individuazione dei pericoli potenziali seguono la medesima logica: ogniqualvolta la macchina presenta un elemento in movimento (organo lavoratore, tra-

smissione del moto, ecc.) che, in caso di contatto accidentale con gli operatori addetti, può determinare un danno, è necessario intervenire con una protezione o una segregazione.

## IL RISCHIO

### **Rischi di origine meccanica:**

- Schiacciamento.
- Cesoiamento.
- Taglio o lacerazione.
- Trascinamento.
- Urto.
- Abrasione.
- Investimento di materiali.

Il contatto con elementi in movimento delle macchine può rappresentare una condizione di rischio. In particolare, esiste un rischio di schiacciamento quando il contatto avviene tra elementi in movimento e parti fisse contrapposte, oppure quando il contatto avviene tra elementi a movimento contrapposto (imbocco di cilindri in rotazione). È prevedibile il rischio di schiacciamento anche per contatto con cinghie di trasmissione, catene o nastri vari, nella zona di azione dei rulli o delle pulegge di rinvio.

I rischi di cesoiamento o taglio e lacerazione sono normalmente dovuti ai contatti accidentali con utensili che hanno la funzione di taglio (sia per azione verticale che per rotazione dell'utensile), ma possono essere determinati anche da possibili contatti con parti della macchina che presentano spigoli vivi o taglienti.

Il trascinamento è, invece, determinato dal contatto con elementi in movimento che presentano parti sporgenti che possono favorire l'aggancio con vestiario o parti del corpo dell'operatore (ad esempio capelli). La condizione di maggior pericolo è rappresentata dal trascinamento in rotazione, che si verifica quando il punto di "presa" è posto su un elemento in movimento rotatorio, poiché i danni sono normalmente più gravi e, spesso, immediati. Gli urti sono sempre possibili e possono determinare danni rilevanti quando si opera presso macchine con elementi in movimento che si muovono anche al di fuori della superficie esterna dell'ingombro massimo della macchina stessa.

Il rischio di abrasione è, ovviamente, presente prioritariamente in caso di contatto diretto con utensili che hanno specificamente la funzione di abrasione (mole, tele smerigliatrici, ecc.) ma, anche in questo caso, è possibile che si verifichi anche per contatto accidentale con altri elementi in movimento che, per le caratteristiche della superficie (irregolare, rugosa) o per la velocità di movimento, possono anch'essi determinare questo tipo di danno.

L'investimento di materiali è sempre possibile quando vengono effettuate

lavorazioni che comportano l'asportazione di materiale (asportazione trucioli, molatura, levigatura, ecc.) e i danni conseguenti sono, spesso, direttamente correlabili alla velocità di lavorazione (in particolare, quando vi sono elementi in rotazione). Il rischio di investimento di materiali è particolarmente elevato e, soprattutto, può determinare danni più gravi quando l'elemento in movimento è costituito dal materiale stesso in lavorazione.

Tutti i rischi sopra citati possono anche essere determinati dalla manipolazione di attrezzature o di utensili e dalla movimentazione degli stessi materiali in lavorazione.

Sono possibili cesoiamenti, tagli o lacerazioni anche durante la manipolazione di attrezzature che presentano superfici taglienti mentre, in caso di contatto con materiali ruvidi o con superfici irregolari, è probabile il rischio di abrasioni.

Lo schiacciamento è sempre possibile per caduta dei materiali, oppure durante le fasi di movimentazione meccanica di essi.

Infine, mentre il rischio di trascinamento e i rischi conseguenti alla proiezione di materiali appaiono improbabili in assenza di elementi in movimento azionati da motore o da altra energia diversa dalla sola forza umana, i danni conseguenti a urti o determinati da contatti accidentali con attrezzature, utensili o materiali vari, sono molto frequenti.

### **LA PREVENZIONE**

Tutte le macchine devono ottemperare alle prescrizioni di sicurezza generali e specifiche previste dagli Allegati V e VI del Decreto Legislativo 81/2008. Le macchine immesse sul mercato e messe in servizio dopo il 21 settembre 1996 devono soddisfare i requisiti essenziali di sicurezza riportati nell'allegato I del regolamento di recepimento della "Direttiva Macchine".

Di seguito, vengono riportate alcune indicazioni sulle modalità di intervento e sulle misure comportamentali che devono essere messe in atto per eliminare o ridurre i rischi indicati in precedenza.

### **Misure tecniche di prevenzione dei rischi di origine meccanica dovuti a macchine**

#### **Protezioni passive:**

- Incapsulamenti totali o parziali.
- Ripari o schermi fissi o mobili.
- Barriere distanziatrici.

#### **Protezioni attive:**

- Comandi a due mani.

- Barriere a fotocellula.
- Dispositivi sensibili alla posizione dell'operatore.

Gli interventi di prevenzione che possono essere realizzati sulle macchine, al fine di eliminare o ridurre il rischio di infortunio, sono essenzialmente classificabili in due tipi di approccio: installazione di protezioni passive o realizzazione di protezioni attive.

Premesso che il migliore intervento possibile è sempre quello progettato e realizzato assieme alla macchina, la scelta del tipo di protezione da realizzare e l'eventuale necessità di dispositivi di sicurezza integrativi, deve sempre essere effettuata in base alle effettive modalità di utilizzo della macchina stessa.

Gli incapsulamenti totali o parziali sono, infatti, realizzabili solamente quando si devono segregare elementi in movimento che non richiedono l'accesso continuo durante la normale attività lavorativa. In questo caso, è possibile la realizzazione di incapsulamenti o schermature di tipo fisso, rimuovibili solamente mediante attrezzi in caso di necessità di interventi manutentivi.

Quando, invece, gli elementi da proteggere devono rimanere accessibili in alcune parti durante il lavoro, ad esempio per l'alimentazione o lo scarico, le protezioni devono essere di tipo mobile, o parzialmente mobile, e dotate di dispositivo di blocco che impedisca il movimento della macchina, quanto la protezione viene aperta o rimossa.

In alcuni casi, ad esempio in presenza di macchine di grosse dimensioni oppure di macchine che operano con pezzi di grande ingombro, per i quali può rendersi necessario la trattenuta manuale durante il lavoro, si possono installare barriere distanziatrici che impediscono l'accesso accidentale alla zona pericolosa. Sempre con riferimento alle protezioni di tipo passivo, quando l'alimentazione e/o lo scarico dei pezzi avvengono in modo continuo e automatico, si possono realizzare protezioni particolari, quali ad esempio tunnel avvolgenti il nastro di alimentazione o scarico, che per le loro caratteristiche dimensionali impediscono, di fatto, l'accesso alla zona pericolosa (rapporto tra dimensioni dell'apertura e distanza dall'elemento pericoloso - norma UNI EN 294).

Le protezioni di tipo attivo più comuni sono costituite dai dispositivi di comando a due mani che impediscono l'accesso alla zona pericolosa durante il movimento, poiché impegnano entrambe le mani nell'azione di comando. Naturalmente, tali dispositivi devono determinare immediatamente l'arresto della macchina quando uno dei due comandi viene rilasciato (funzionamento a "uomo presente") e devono essere realizzati in modo da impedire comportamenti scorretti (simultaneità del comando, pulsanti protetti contro gli avviamenti accidentali, ecc.).

Le altre protezioni di tipo attivo di più larga diffusione sono rappresentate dalle barriere immateriali a fotocellula. Anche in questo caso, per impedire comportamenti scorretti, questa protezione deve essere realizzata e installata in modo da inibire il funzionamento della macchina quando la bar-

riera non è attiva oppure non è installata correttamente. Tra le protezioni attive vi sono, infine, i dispositivi sensibili alla posizione dell'operatore. Nel passato, questi dispositivi consistevano in tappeti o pedane sensibili che, rilevando la presenza dell'operatore nelle zone potenzialmente pericolose, impedivano il funzionamento della macchina. Attualmente, vengono usati dispositivi a fotocellula che svolgono la funzione sopra descritta in modo più affidabile.

### **Prevenzione dei rischi di origine meccanica - misure ambientali e comportamentali:**

- Disponibilità di spazi adeguati.
- Corretta organizzazione del lavoro.
- Esecuzione delle operazioni nel rispetto della formazione e delle istruzioni ricevute.
- Uso di idonei D.P.I.

La disponibilità di spazi adeguati per il normale svolgimento di tutte le attività lavorative rappresenta la prima misura di prevenzione dei rischi di origine meccanica non direttamente correlati all'uso di macchine. In questo contesto, anche una riorganizzazione del lavoro che elimini tutte le manovre incongruenti, dovute ad esempio alla scarsa disponibilità di attrezzature idonee o all'eccessiva fretta nello svolgimento delle diverse operazioni, appare una misura essenziale, oltre che possibile.

I lavoratori addetti alla conduzione delle macchine o ad altre attività che comportano il diretto contatto con le macchine stesse (montaggio, smontaggio, preparazione, regolazione, manutenzione, pulizia, ecc.) devono operare nel pieno rispetto della formazione e delle istruzioni ricevute. Non devono mai essere eseguite operazioni potenzialmente pericolose e/o manovre che non sono state previste durante la formazione e l'addestramento. Le modalità con le quali eseguire le diverse operazioni dovranno essere oggetto di formali procedure. Anche nel caso di lavorazioni che non comportano l'utilizzo di macchine, tutti i lavoratori devono attenersi alla formazione e alle istruzioni ricevute. Tutte le lavorazioni che comportano la manipolazione di materiali potenzialmente pericolosi devono essere svolte indossando appositi indumenti di protezione (guanti, tute, ecc.).

Qualora sussista il pericolo di proiezione di materiali, gli operatori devono indossare occhiali, visiere o maschere protettive. Nel caso di rischio di caduta di materiali, i D.P.I. necessari sono, normalmente: scarpe con puntale di acciaio e/o elmetto per la protezione del capo. Tutti i dispositivi di protezione individuale (DPI) devono essere conformi alle norme di sicurezza vigenti (Decreto Legislativo 475/92 e s.m.i.).

## LUOGHI DI LAVORO

### INTRODUZIONE

L'ambiente di lavoro è il luogo (o lo spazio) in cui si svolge l'attività lavorativa e in cui i lavoratori autorizzati ad accedervi, per ragioni connesse al lavoro svolto o da svolgersi, possono recarsi o sostare anche in momenti di pausa, riposo o sospensione del lavoro. Per zona di lavoro, perciò, s'intende tutta l'area ove può accedere il singolo lavoratore. I rischi connessi ai luoghi di lavoro sono dati dalla struttura dei locali e degli impianti accessori, dalla tipologia d'uso degli stessi, dalla disposizione e dall'organizzazione dei flussi delle persone, dei veicoli e dei materiali.

### IL RISCHIO

#### 1. Microclima o aerazione sfavorevole

- Scarso isolamento termico dei locali.
- Rapporti aeranti insufficienti.
- Umidità relativa inferiore o superiore ai limiti previsti.
- Velocità dell'aria eccessiva o insufficiente.
- Errata scelta del tipo di vestiario.
- Errata progettazione dei locali di lavoro e/o dell'impianto di aerazione forzata.

Il microclima di un ambiente dipende da una serie di fattori, i quali nel loro insieme concorrono a creare le condizioni di benessere termico per l'uomo. Questi fattori sono: la temperatura, l'umidità relativa, la velocità dell'aria. Oltre a questi, bisogna considerare il tipo di vestiario indossato dal lavoratore (classificato in base alla resistenza termica che oppone alla dispersione del calore), e l'attività svolta dallo stesso (calcolata in base al dispendio energetico). La scelta degli indumenti indossati (tuta da lavoro, divisa, e/o DPI) deve essere fatta in relazione all'attività da svolgere; ciò è determinante per raggiungere le condizioni di benessere termico.

Tra le cause più frequenti di condizioni microclimatiche inadeguate, possiamo annoverare lo scarso isolamento termico dei locali, che può provocare temperature inadeguate nella stagione invernale ed estiva, e rapporti aeranti insufficienti; in quest'ultimo caso, se si sceglie di risolvere il problema con l'utilizzo di impianti di aerazione forzata, una cattiva progettazione e realizzazione dell'impianto può non garantire i ricambi d'aria necessari (Norma UNI 10339), e può provocare sbalzi di temperatura eccessivi all'interno di uno stesso ambiente, nonché fastidiose correnti d'aria.

#### 2. Illuminazione inadeguata

- Collocazione dell'impianto d'illuminazione errata e/o sottodimensionata.
- Abbagliamenti/fenomeni di riflesso.



Tutti i luoghi di lavoro devono essere adeguatamente illuminati. Se la scelta del tipo di illuminazione è errata o le fonti sono collocate in posizioni non idonee, si ottiene un'eccessiva o scarsa visibilità dell'ambiente di lavoro, che comporta una diminuzione della capacità visiva, favorendo l'insorgenza di affaticamento visivo, assunzione di posture scorrette e soprattutto un aumento della possibilità di compiere errori. Quest'ultima condizione, oltre a pregiudicare la qualità del lavoro eseguito, accresce l'eventualità che si verifichino eventi traumatici infortunistici (es. scivolamenti, inciampi, urti, ecc.). Tale problema può assumere aspetti rilevanti nelle aree magazzino, che in genere contengono in ampi spazi numerose scaffalature, sviluppate in altezza. Questi luoghi, se non sufficientemente illuminati, possono dare origine a fenomeni di ombreggiamento, rendendo difficoltosa la viabilità e la circolazione di mezzi e pedoni.

Analogamente, una scarsa illuminazione dei reparti di produzione diminuisce la capacità visiva dell'operatore che utilizza macchine utensili e attrezzature, aumentando il rischio di infortunio.

Un'errata scelta della collocazione delle fonti di illuminazione, può anche dare origine a fenomeni di abbagliamento e riflesso con conseguente difficoltà visiva che, se protratta nel tempo, può dare effetti negativi (affaticamento, irritazione oculare, cefalee, ecc.) oltre a creare difficoltà nello svolgimento del lavoro.

### **3. Carenze nella struttura e nell'igiene dei locali**

- Vie di circolazione sottodimensionate, collocate in prossimità di zone pericolose, non segnalate, mal organizzate.
- Zone pericolose non segregate e non adeguatamente segnalate.
- Pavimentazione e passaggi con presenza di buche e/o sporgenze, presenza di ostacoli, scale pericolose.
- Porte e portoni sottodimensionati, non segnalati.
- Vie e uscite di emergenza assenti, sottodimensionate, ingombre, chiuse a chiave.
- Assenza di spogliatoi, gabinetti, docce e lavabi, locali di riposo.
- Locali di lavoro con presenza di umidità, muffe, e condizioni di scarsa igiene e pulizia.
- Lavorazioni in locali sotterranei o semisotterranei.

Fattori legati alla struttura dei locali, alla tipologia d'uso degli stessi, alla disposizione dei flussi delle persone, dei veicoli, dei materiali, possono essere causa di infortuni quali: cadute dalle scale, inciampo, investimento, ecc.

In tutte le aree di lavoro, ma in particolar modo nelle zone dove si hanno maggiori flussi di persone e di mezzi (come ad esempio nei magazzini, nelle aree di ricevimento e spedizione delle merci), l'organizzazione delle vie di transito di mezzi di trasporto dei materiali (automezzi, muletti, transpallets, ecc.) e della circolazione dei pedoni, se non progettata e realizzata in modo funzionale, può provocare investimenti di persone, urti, schiacciamenti, ribaltamenti dei mezzi ecc. La presenza di buche, spor-

genze e ostacoli non rimovibili è causa di sbandamento e rovesciamento dei mezzi di trasporto, ma anche di scivolamenti, inciampo e cadute dei pedoni. Il sottodimensionamento di vie di fuga e uscite di emergenza, la presenza di ostacoli che impediscono un transito agevole, o ancora, materiali che ingombrano il passaggio, sono tutte situazioni che non consentono, in caso di pericolo grave ed immediato, il rapido raggiungimento del luogo sicuro.

I locali di lavoro e gli impianti devono essere mantenuti in buono stato e regolarmente puliti. In tutti i casi, occorre prestare attenzione alle possibili infiltrazioni di umidità, con conseguente formazione di muffe, che concorrono a creare un ambiente insalubre per chi vi lavora. La presenza di spogliatoi, docce e gabinetti adeguatamente mantenuti, puliti e corredati di acqua calda, sapone, e carta per asciugarsi, soprattutto per le attività che comportano lavorazioni insudicianti, è il presupposto essenziale perché il lavoro venga svolto in condizioni di igiene adeguate. Si ricorda che la normativa vigente (art.65 Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i.) vieta l'utilizzo di locali seminterrati o interrati a uso lavorativo. In deroga a tale norma, è possibile utilizzare tali locali per esigenze tecniche, purché siano garantite condizioni di aerazione, illuminazione e protezione dall'umidità. È consentito altresì l'utilizzo degli stessi, previa autorizzazione della ASL competente, anche in assenza di esigenze tecniche, fermo restando che le lavorazioni non esponano i lavoratori a emanazioni nocive e/o temperature eccessive.

## LA PREVENZIONE

### Microclima o aerazione sfavorevole:

- Corretta collocazione delle possibili fonti di calore. Corretta progettazione dei locali di lavoro, programmazione e manutenzione degli impianti di condizionamento e/o termoventilazione.
- Corretta scelta del tipo di vestiario (utilizzo di abiti pesanti in ambienti a bassa temperatura, passaggio da interno a esterno).

Partendo dal presupposto di una corretta progettazione dei locali, intesa come rispetto dei parametri previsti dalla normativa vigente (cubatura, superficie aerante naturale, isolamento termico, affollamento previsto, scelta del tipo di impianto di riscaldamento e/o condizionamento adeguato - Norma UNI 10339), è di fondamentale importanza la verifica e la manutenzione periodica degli impianti stessi, che deve avvenire in modo programmato.

La scelta della postazione di lavoro dell'operatore deve essere effettuata tenendo presente la posizione delle fonti di calore (macchine, vetrate, ecc.).

Se, per ragioni legate al ciclo lavorativo e al tipo di lavoro da effettuare, non è possibile, adottando le migliori tecnologie, ottenere ideali condizioni

di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria, è necessario prevedere periodi di acclimatazione, pause e periodi di riposo.

In questi casi, è inoltre necessario indossare abiti protettivi atti a sopperire alle condizioni microclimatiche sfavorevoli.

Se, ad esempio, il ciclo lavorativo prevede un passaggio continuo del lavoratore da un ambiente interno a uno esterno, egli, nella stagione invernale, sarà continuamente sottoposto a sbalzi termici. In questi casi, è buona norma organizzare il lavoro in modo da ridurre al minimo il transito tra un ambiente caldo e uno freddo, e dotare i lavoratori di abbigliamento che ripari dal freddo.

Valori di temperatura di riferimento:

ESTATE: T compresa tra 19°C e 24°C (raccomandata 22°C)

INVERNO: T compresa tra 17°C e 21,5°C (raccomandata 19,5°C)

(Valori consigliati per lavori sedentari, tenendo conto del vestiario normalmente in uso nella stagione).

### **Illuminazione inadeguata:**

- Corretta progettazione e collocazione dell'impianto d'illuminazione.
- Manutenzione periodica.

L'illuminazione dei posti di lavoro deve consentire una buona visione, in modo da poter svolgere correttamente il lavoro in tutte le ore del giorno e in tutte le stagioni. La realizzazione di un impianto di illuminazione in un locale industriale deve essere effettuata valutando il tipo di struttura in cui l'impianto si inserisce e il tipo di attività che vi si svolge, quindi la disposizione delle postazioni di lavoro, dei flussi delle persone e gli spostamenti dei materiali che possono far mutare gli spazi di manovra e di transito, ovvero l'area da illuminare. Considerando che nei locali industriali l'attività lavorativa è svolta utilizzando macchine utensili, è opportuno che vengano installati impianti di qualità elevata, in grado di assicurare condizioni lavorative ottimali, unitamente a un elevato grado di sicurezza per il personale. In ogni caso, l'illuminazione generale dei locali industriali va molto spesso coordinata e integrata con un'illuminazione localizzata. Fondamentale, come per ogni impianto, è la manutenzione, che per edifici di vaste dimensioni, se avviene in modo programmato e periodico, garantisce notevoli vantaggi economici.

### **Carenze nella struttura e nell'igiene dei locali:**

- Collocazione e organizzazione delle vie di circolazione di mezzi e pedoni in prossimità di zone pericolose.
- Segnalazione ed eventuale segregazione delle zone pericolose (buche e/o sporgenze, ostacoli non rimovibili, porte, portoni, ecc.).
- Verifica periodica di buona efficienza di tutte le strutture: pavimenti, passaggi, vie di transito, scale, vie e uscite di emergenza.
- Manutenzione, pulizia, e verifiche di efficienza di spogliatoi, gabinetti, docce e lavabi, locali di riposo.
- Aerazione di locali sotterranei o semisotterranei, qualora utilizzati.

Nella predisposizione e organizzazione degli ambienti di lavoro dell'azienda è importante, ai fini della sicurezza di chi vi lavora, la collocazione e segnalazione delle vie di circolazione di mezzi e pedoni, meglio se fisicamente separate, laddove il transito promiscuo degli stessi può dare origine a rischi di investimento. Tutte le zone pericolose, se non possono essere rimosse, devono essere adeguatamente segnalate ed evidenziate; è bene ricordare che il formarsi di una buca o un gradino, non deve essere risolto apponendo un cartello di pericolo, ma programmando in modo funzionale e in linea con le esigenze aziendali, il suo ripristino in tempi ragionevoli, anche in relazione al grado di rischio.

È fondamentale effettuare periodicamente la verifica di buona efficienza di tutte le strutture dei locali di lavoro (porte, portoni, finestre, pavimenti, passaggi, porte di emergenza, soppalchi, ecc.), ed eseguirne regolarmente la manutenzione, che garantisce la funzionalità. A questo proposito, azioni di sensibilizzazione sotto forma di informazione e formazione del personale che utilizza detti locali, permettono di focalizzare meglio, e senz'altro in tempi brevi, gli eventuali problemi che si vengono via via a creare. Nello stesso modo, la manutenzione, la pulizia e la verifica di buona efficienza delle strutture devono essere effettuate, per garantire le condizioni di igiene dei servizi (gabinetti, spogliatoi, docce, mensa, locali di riposo, ecc.).

È importante, per evitare il formarsi di umidità e muffe, una buona progettazione delle strutture (predisposizione di apposita intercapedine aerante).

## MACCHINE A CONTROLLO NUMERICO

### INTRODUZIONE

L'evoluzione tecnologica e la trasformazione del sistema produttivo hanno reso possibile l'impiego sempre crescente di macchine che possono essere programmate in relazione alle esigenze di lavorazione. Questo tipo di applicazione trova maggiormente spazio sulle macchine utensili.

Una macchina utensile tradizionale è caratterizzata dai seguenti movimenti: quello dell'utensile o quello del pezzo. La tecnologia del Controllo Numerico (di seguito CN) permette sostanzialmente di controllare automaticamente, con elevata precisione e ripetitività, questi movimenti, tramite l'impiego di un programma, scritto in un linguaggio opportuno e gestito da un'unità di governo (del tutto simile ai comuni calcolatori).

Attraverso il calcolatore, è quindi possibile programmare le macchine affinché, ad esempio, un pezzo sottoposto a "fresatura" possa essere controllato nelle tre direzioni dello spazio (assi controllati), ottenendo così una lavorazione di precisione in tempi ridotti. Le macchine a CN si possono classificare in due gruppi principali:

Macchine monoscopo: sono macchine tradizionali come torni, fresatrici, trapani, ecc., alle quali è applicata la tecnologia del controllo numerico per la movimentazione del pezzo e dell'utensile.

Macchine multiscopo o Centri di Lavorazione: macchine progettate anche nella parte strutturale e nella componentistica meccanica per utilizzare al meglio le potenzialità del controllo numerico, con largo uso di sistemi di cambio automatico dell'utensile e di movimentazione del pezzo.

## IL RISCHIO

### 1. Infortuni nei posti di lavoro con macchine a CN e principali cause

- Cadute dovute a inciampi su cavi di alimentazione di corrente o di fluidi, oppure dovute a irregolarità della pavimentazione (scorretta installazione).
- Infortuni dovuti a urti con attrezzature ausiliarie non protette o accessibili (caricatori automatici, trasportatori, ecc) (mancanza di protezione).
- Cadute da pedane, piattaforme e simili non protetti (controlli visivi di lavorazione su grandi macchine) o ricavati con materiali non adatti (cattiva progettazione e realizzazione del posto di lavoro).
- Incidenti con mezzi di sollevamento in movimento in spazi angusti (cattiva progettazione e realizzazione del posto di lavoro).

Non sempre i rischi sono attribuibili solo all'attrezzatura di lavoro, ma anche alle condizioni di installazione e alle condizioni ambientali. Le distanze tra le macchine, o tra le macchine e i fabbricati, i piani di circolazione delle macchine mobili funzionali alla lavorazione, la larghezza delle corsie di circolazione, in particolare, possono contribuire a provocare incidenti. In alcuni casi, per controllare la lavorazione è necessario portarsi su piani sopraelevati, spesso non protetti verso il vuoto e realizzati senza il rispetto dei principi di sicurezza. Frequentemente gli infortuni sono causati da sistemi ausiliari alle macchine come quelli di caricamento (o di scarico) automatico dei pezzi da lavorare o lavorati.

### 2. Infortuni su parti in movimento delle macchine a CN e principali cause

- Contatto con organi in movimento che possono schiacciare, tagliare, trascinare (mancanza o inidoneità dei sistemi di protezione).
- Contatto con superfici incandescenti (modalità d'uso).
- Schiacciamento e trascinamento durante le fasi di settaggio o di manutenzione (modalità d'uso).

Sulle macchine completamente automatiche, durante il funzionamento, l'operatore sorveglia la macchina e interviene direttamente sugli organi di lavoro a intervalli relativamente lunghi (per esempio, all'inizio e alla fine

della produzione, in saltuarie operazioni di settaggio o nelle operazioni di manutenzione). Queste macchine sono normalmente provviste di schermi integrali, che devono assicurare una protezione completa durante tutta la fase di produzione. Ma permane il rischio di infortuni per gli operatori che mettono in posizione i pezzi o gli attrezzi, o che compiono operazioni di regolazione, di pulizia o di manutenzione.

Gli addetti alla manutenzione talvolta, sono obbligati, per la natura del loro lavoro, a intervenire su meccanismi in funzione; infatti, per far funzionare una macchina, gli operatori hanno bisogno di avere delle informazioni (di vedere, di sentire, di toccare) per regolare, sorvegliare, anticipare gli incidenti, per risolvere gli incidenti, per controllare, ecc.. Ma, se i dispositivi di protezione sono stati concepiti senza tenere conto delle esigenze della lavorazione, gli stessi possono risultare incompatibili con ciò che fa o che deve fare l'operatore per garantire la qualità della produzione (quantità, qualità, tempo).

### **3. Rischi principali relativi all'igiene del lavoro in ambienti con macchine a CN**

- Ipoacusia dovuta a esposizione continuativa a lavorazioni molto rumorose (mancanza o inidoneità dei sistemi di contenimento).
- Rischi dovuti alla presenza di vibrazioni trasmesse dalla macchina (scorretta installazione).
- Rischi dovuti all'esposizione a polveri prodotte durante la lavorazione (mancanza o inidoneità dei sistemi di contenimento).
- Irraggiamento dovuto a esposizioni improprie a radiazioni (saldature automatiche, lavorazioni con laser, ecc).

La valutazione dei rischi sulle macchine a CN comporta la necessità di prendere in considerazione anche i rischi di origine non meccanica, ossia i rischi dovuti al rumore, alle vibrazioni, alle polveri, alle radiazioni, all'elettricità, ecc. In generale, le macchine a CN sono apparecchiature molto potenti, progettate per produrre in serie grandi quantità di manufatti. Di conseguenza, esse lavorano senza interruzione per molte ore e quindi possono esporre a fattori di rischio con altrettanta continuità. È bene ricordare che gli elementi di contenimento del rischio (aspirazioni, sistemi di riduzione delle vibrazioni, ecc.) sono considerati dal costruttore (Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i., art. 25) impianti ausiliari che il datore di lavoro dovrà adottare, a seguito di valutazione del rischio.

### **4. Rischi principali per la salute degli operatori addetti al controllo delle unità di governo<sup>6</sup> di macchine a CN**

- Problemi dovuti a una scorretta ubicazione dell'unità di Governo (troppo vicina o troppo distante dalla macchina).

<sup>6</sup> È il sistema di programmazione e gestione di una macchina a controllo numerico. Si tratta in pratica di un computer dotato di software di processo che contiene la caratterizzazione della macchina e delle lavorazioni eseguibili.

- Interfaccia elaboratore/uomo<sup>7</sup> non corretta, ad esempio il software non è adeguato alla mansione o risulta di difficile comprensione (mancanza di adeguata formazione).

Molti infortuni sono dovuti al disagio in cui il lavoratore è costretto a operare: se, ad esempio, l'unità di governo è solidale alla macchina, la posizione dell'operatore comporterà una maggiore esposizione al rumore, o alle polveri. Viceversa, se la postazione è troppo lontana, l'operatore sarà costretto a spostarsi in continuazione per controllare la macchina (ad esempio durante il settaggio), con conseguente riduzione dei livelli di attenzione. Si deve inoltre rilevare che un certo numero di infortuni su macchine a CN è dovuto all'errore umano; errori di programmazione o impostazioni scorrette sono spesso dovuti alla carenza di formazione.

### **LA PREVENZIONE**

Premesso che le macchine a CN sono soggette al Decreto Legislativo 17/2010 e alle norme tecniche di riferimento, si evidenziano in questa scheda le modalità comportamentali che devono essere attivate per eliminare o ridurre i rischi sopra riportati.

#### **Infortuni nei posti di lavoro con macchine a CN - Comportamenti corretti:**

- Prevedere idonei porta cavi per l'alimentazione elettrica o per fluidi, installati in modo da garantire, se necessario, il sicuro movimento degli operatori.
- Mantenere la pavimentazione in buono stato.
- Proteggere, se possibile, le attrezzature ausiliarie non protette o accessibili con schermi fissi, oppure mediante recinzioni o sistemi ottici (fotocellule) che impediscano al lavoratore di entrare in contatto con organi in movimento.
- Predisposizione di pedane, piattaforme e di facile accesso e protette con parapetti verso il vuoto.
- Prevedere spazi adeguati alla presenza contemporanea di uomini e mezzi di sollevamento.
- Attivare procedure di comportamento.

Lo spazio circostante la macchina dovrà essere mantenuto sgombro e dotato di accessori adeguati. Se, per esempio, esiste la necessità di accedere a posizioni sopraelevate per controllare una determinata funzione, si dovranno prevedere scalette stabili con corrimano e piano finale dotato di

<sup>7</sup> È il rapporto tra l'uomo e la macchina, che non deve risultare conflittuale. Il software deve risultare di facile uso e adeguato alla mansione da svolgere; il linguaggio deve risultare comprensibile e, se del caso, adattato al livello di conoscenza dell'operatore.

parapetto. Diversamente, i lavoratori si arrangeranno con altro, magari con secchi rivoltati o altro materiale impilato. Anche i percorsi dovranno essere studiati in modo da garantire il transito sicuro di uomini e mezzi. I mezzi e le macchine si devono muovere in zone non accessibili.

### **Infortunati su parti in movimento delle macchine a CN - Comportamenti corretti:**

- Protezione con schermi integrali delle zone operative opportunamente collegati a sistemi di blocco che, all'atto dell'apertura, comportano l'arresto immediato della macchina.
- Estrazione manuale dei pezzi lavorati indossando idonei D.P.I..
- Prima di effettuare qualunque intervento sulla macchina, assicurarsi che sia disinserita l'alimentazione e attivare i sistemi di blocco.
- Attivare sistemi di funzionamento a passi ridotti per operazioni di regolazione o di manutenzione.
- Attivare procedure e una corretta formazione per gli addetti alla manutenzione.
- Analizzare attentamente i motivi che portano alla manomissione dei sistemi di protezione.

I mezzi o i dispositivi di protezione devono assicurare una protezione completa per tutta la fase di produzione: ma è necessario porre la massima attenzione alla sicurezza degli operatori che mettono in posizione i pezzi o gli utensili, o che compiono operazioni di regolazione, di pulizia o di manutenzione.

Gli addetti alla manutenzione talvolta sono obbligati, per la natura del loro lavoro, a intervenire su meccanismi in funzione; è opportuno in questo caso prevedere dei selettori che possono essere bloccati in ogni loro posizione, che permettono di assicurare una protezione totale nella posizione di produzione automatizzata e una limitazione massima del rischio nelle posizioni di manutenzione o regolazione (modo di funzionamento "colpo a colpo" o a velocità ridotta).

Se si constata che un riparo non viene mai rimesso al suo posto, allora bisogna verificare se c'è una relazione con la frequenza degli interventi: il problema potrebbe essere stato sottovalutato e, probabilmente, non è stato tenuto conto dell'ingombro, del peso, dei mezzi di fissaggio del riparo, elementi che finiscono, di fatto, col limitarne l'utilizzo.

Se ci si accorge che un dispositivo di sicurezza è stato neutralizzato, allora è necessario ricercare il collegamento con gli arresti - macchina: questi si moltiplicano, per esempio, quando la qualità della materia prima utilizzata è mediocre. Quando è necessario far fronte a un ordine urgente - altro esempio - il dispositivo diventa un vincolo e rischia di essere neutralizzato. Può verificarsi che un intervento venga eseguito senza fermare la macchina. Probabilmente, i punti da cui è consentito regolare la macchina stessa e le fonti per le opportune informazioni, sono lontane dal comando di arresto. Ciò porta l'operatore a non azionare il comando di arresto - per



perdere meno tempo - e a intervenire senza fermare la macchina, anche a causa di difficoltà di riavviamento o di perdite di materiale. I dispositivi e i mezzi di protezione sono certamente indispensabili per la sicurezza, ma la conoscenza degli incidenti o dei casi di cattivo utilizzo è utile per meglio orientare la scelta dei dispositivi più idonei.

In ogni caso, è doveroso elaborare procedure di lavoro corrette discutendole con i lavoratori interessati. Il coinvolgimento di questi non solo è utile per comprendere il perché di errori o incidenti, ma è anche un momento formativo che favorisce l'adozione di comportamenti più corretti.

### **Rischi relativi all'igiene del lavoro in ambienti con macchine a CN- Comportamenti corretti:**

- All'atto dell'acquisto, accertarsi che il fabbricante abbia contenuto al minimo il rumore.
- Utilizzare pannelli fonoassorbenti o installare le macchine in cabine fonoisolanti, lasciando all'esterno le posizioni di governo e quindi gli operatori.
- Installare la macchina su basamenti realizzati con sistemi di smorzamento delle vibrazioni.
- Installare sistemi di aspirazione per le polveri e i fumi eventualmente prodotti in prossimità del punto in cui questi si sviluppano.
- Installare schermi contro l'irraggiamento o schermare direttamente i ripari delle macchine.

### **Rischi per la salute degli operatori addetti al controllo delle unità di governo di macchine a CN - Comportamenti corretti:**

- Verificare l'ubicazione dell'unità di governo (che deve consentire l'agevole controllo della macchina senza esporre a inutili rischi).
- Scegliere programmi di facile comprensione, possibilmente scritti in italiano.
- Formare e aggiornare il lavoratore addetto.

Per ridurre condizioni di disagio, è necessario non sottovalutare l'ubicazione dell'unità di governo e consentire al lavoratore la facile conduzione della macchina. È opportuno, pertanto, evitare inutili situazioni di stress derivanti dall'eccessiva complessità dei programmi. La formazione rende il lavoratore "attrezzato" alla gestione di tali programmi. Essa deve essere soggetta ad aggiornamenti, in corrispondenza degli aggiornamenti dei programmi stessi.

## MAGAZZINI

### INTRODUZIONE

A seconda della struttura e delle dimensioni dei magazzini nelle industrie metalmeccaniche, le operazioni di carico o scarico possono avvenire mediante una "ribalta" o una "pedana" in ferro (in alcuni casi spostata manualmente), su cui vengono spinti i carrelli carichi di merce, o, in assenza di ribalta, mediante "transpallets" e carrelli elevatori. Quasi sempre, la merce giunge ai magazzini trasportata da camion e viene scaricata dagli operatori tramite l'utilizzo di attrezzature, le quali presentano spesso carenze di tipo manutentivo.

### IL RISCHIO

I rischi all'interno dei magazzini possono essere di tre tipi:

- Rischi per la sicurezza in generale;
- Rischi igienico - ambientali;
- Rischi trasversali o organizzativi

In generale, i rischi per la sicurezza nei magazzini sono dovuti: alle caratteristiche delle aree di lavoro, all'organizzazione del lavoro e alle caratteristiche delle attrezzature, degli utensili e delle macchine utilizzate.

#### **Rischi principali per la sicurezza:**

- Rischio di caduta di merce addosso ai lavoratori
- Rischio di movimenti incongrui o sforzi fisici eccessivi
- Rischio di contatto con materiale tagliente
- Rischio di urto contro arredi
- Rischio di caduta per scivolamento
- Rischio di caduta dall'alto (dalla ribalta, da automezzi)
- Rischio di incendio.

Il rischio di caduta di merce è dovuto alle metodologie di stoccaggio, immagazzinamento e sistemazione definitiva della merce. In caso di inadeguata sistemazione, può capitare che la merce fuoriesca dalla propria sede, causando lesioni ai lavoratori.

Tale rischio si presenta anche in caso di movimentazione manuale dei carichi, ove questi ultimi siano sprovvisti di adeguati mezzi di protezione.

I movimenti incongrui o gli sforzi fisici eccessivi sono attribuibili alla mancanza di mezzi di sollevamento adeguati a disposizione dei lavoratori, o a una mancata informazione e formazione sugli specifici movimenti da compiere per la movimentazione dei carichi.

Nei magazzini, il rischio di contatto con materiale tagliente si manifesta

sia per l'utilizzo di attrezzature taglienti (taglierini, forbici, ecc.) da parte degli addetti, sia per la presenza dei pallets che a volte, dopo l'utilizzo, presentano dei chiodi fuori sede o parti di legno rovinata, che possono provocare tagli o ferite.

Il rischio di urto, con conseguenti infortuni per i lavoratori, è legato alla viabilità e al flusso della merce all'interno dei magazzini (ubicazione dei differenti locali e delle zone di lavoro, volume della merce movimentata, mezzi utilizzati a tale scopo, ingombro dei passaggi, terreno sconnesso e scivoloso, buche, ecc.).

La mancanza di una buona illuminazione contribuisce all'aumento dei rischi per urto contro arredi, mezzi o altri materiali presenti in magazzino.

Il rischio di caduta deriva - con tutta probabilità - dalla presenza di: pavimenti scivolosi, vie di transito e luoghi di lavoro non ben delimitati.

I rischi igienico - ambientali sono dovuti ad agenti fisici e chimici.

### **Rischi principali igienico - ambientali:**

- Rischi da agenti fisici, dovuti all'esposizione a condizioni microclimatiche disagiati, nel caso in cui i magazzini non abbiano un ingresso sempre chiuso.
- Rischio di inalazione di gas di scarico degli automezzi.

I rischi legati a condizioni microclimatiche disagiati sono essenzialmente dovuti al fatto che lo scarico della merce avviene in prossimità di ribalte o in locali non difesi dagli agenti climatici esterni, esponendo i lavoratori - nella stagione invernale - a temperature più basse e - nella stagione estiva - a temperature più elevate dei limiti consentiti per un benessere termico. L'entità di questi rischi è difficilmente quantificabile, essendo essi in relazione alle variazioni meteorologiche, alle zone geografiche e alle caratteristiche strutturali delle aree (scarico all'aperto, locali condizionati o meno). Il rischio chimico è legato all'emissione di gas di scarico dagli automezzi, generalmente dotati di motori Diesel. Il gas di scarico tipico di un motore Diesel, infatti, contiene il monossido di carbonio (CO), derivante da incompleta combustione del gasolio.

I rischi trasversali o organizzativi, dovuti alle caratteristiche dell'attività lavorativa e dell'organizzazione del lavoro sono:

- Rischi legati alla movimentazione manuale dei carichi.
- Rischi legati all'insufficienza di spazi (inadeguata viabilità e difficoltà di movimentazione della merce).
- Rischi da sovraccarico biomeccanico degli arti superiori.

I vincoli strutturali e l'ubicazione dei magazzini, a volte privi di ampi locali per un primo stoccaggio della merce, rendono ancor più gravosa la movimentazione manuale dei carichi. In mancanza di una ribalta di scarico, i bancali di merce in arrivo devono essere introdotti all'interno dei magazzini mediante transpallets manuali, con l'ausilio di apposite pedane di adattamento del suolo che vengono posizionate e rimosse a ogni "arrivo" di merce, al fine di evitare ingombro permanente alla viabilità.

Tutto ciò moltiplica gli sforzi fisici. Le operazioni a rischio comprendono sia azioni di sollevamento manuale di carichi, sia di traino. Le principali operazioni a rischio, durante la movimentazione dei carichi, sono le seguenti:

- Posizionamento della rampa o della pedana
- Traino di bancali mediante transpallets manuali.
- Spostamento di casse o pallets.

Durante la movimentazione dei carichi, spesso si incontrano dislivelli e/o irregolarità della pavimentazione di varia natura: rampe e/o pedane di accesso all'interno dell'esercizio, passaggio all'interno del montacarichi per scendere al piano interrato, ecc. Essi sono elementi importanti nella valutazione del rischio, nelle azioni di traino e spinta.

Inoltre, in queste fasi lavorative i rischi sono legati a: condizioni di manutenzione delle attrezzature utilizzate (a volte molto carenti), tipologie di percorsi da effettuare, non solo in relazione alle lunghezze, bensì anche alle loro tortuosità, condizionanti spesso manovre plurime per la ristrettezza degli spazi.

Spesso, nelle zone di scarico delle merci non vi è una netta separazione tra le aree adibite allo stoccaggio temporaneo e le aree destinate al passaggio di mezzi e uomini; ciò determina spazi assai ristretti, con difficoltà nella movimentazione della merce.

La presenza di carichi con maniglie inadeguate, o sprovvisti di queste, determina difficoltà di prensione da parte degli addetti allo scarico delle merci, con conseguente sovraccarico alle strutture della mano e della colonna vertebrale.

## **LA PREVENZIONE**

La prevenzione dei rischi per la sicurezza dei lavoratori deve prevedere varie fasi operative che incidano sull'organizzazione globale dei "magazzini", e in particolare:

- Immagazzinamento delle merci secondo peso e forma delle stesse;
- Costituzione di bancali di altezza adeguata;
- Adeguati ausili per la movimentazione delle merci;
- Percorsi adeguatamente segnalati e differenziati per persone e mezzi;
- Sufficienti spazi per la movimentazione della merce;
- Idonei D.P.I. (guanti, calzature) e informazione e formazione del personale sul loro utilizzo.

Nel caso dello scarico delle merci, è indispensabile predisporre adeguate banchine e piattaforme livellatrici, alle quali gli autocarri possano accostarsi agevolmente; in questi casi è opportuno adottare respingenti o fermi.

Va ricordato che gli imballi, se non provvisti di adeguati mezzi di prensione, scivolano facilmente dalle mani e, soprattutto i più pesanti, possono essere causa di gravi infortuni agli arti inferiori (schiacciamento delle dita, ecc.).

L'uso di scarpe antinfortunistiche per questo tipo di attività è difficilmente accettato dal lavoratore che preferisce, invece, indossare scarpe comode e leggere. Resta inteso che, qualora il rischio residuo non fosse completamente eliminabile, dovranno essere fornite idonee scarpe di protezione e dovrà essere effettuato anche un controllo circa l'effettivo utilizzo di questi D.P.I. La migliore soluzione sarebbe quella di modificare i sistemi di imballaggio della merce attualmente adottati, facilitando la presa del carico. Si è osservato che, quasi abitualmente, i bancali vengono stoccati nel magazzino uno sopra l'altro: ciò risulta inadeguato e pericoloso. Il magazzino va dotato di opportuna scaffalatura, in modo tale che ogni bancale possa essere appoggiato adeguatamente sugli appositi ripiani. Si consiglia di stoccare ai piani più bassi i bancali con la merce per cui è previsto *picking* manuale e, ai piani alti, i bancali da prelevare per intero. Per lo stivaggio di bancali in quota, utile e sicuro è l'utilizzo del carrello elettrico dotato di cabina che si eleva, insieme alle forche, al piano di prelievo del pallet: la visibilità dell'operatore risulterà ottimale in ogni fase di lavoro.

#### **Miglioramento delle condizioni microclimatiche:**

A volte, la banchina di scarico degli autocarri è ricavata in corrispondenza del muro perimetrale del magazzino. In questi casi, per evitare che un elevato volume di aria ambiente fuoriesca durante le operazioni di scarico, con peggioramento del microclima, si installano apposite quinte di tela gommata che chiudono i lati dell'apertura. Nel caso di scarico all'esterno, è necessario dotare i lavoratori, nella stagione invernale, di appositi D.P.I. (giubbotti) per difenderli da condizioni climatiche avverse. Nella stagione estiva, invece, le aree di scarico dovranno quantomeno essere protette dai raggi solari.

#### **Riduzione dei rischi da emissioni degli automezzi:**

Alcune norme comportamentali contribuiscono a ridurre l'emissione degli automezzi in arrivo: tenere il motore acceso il minimo indispensabile, non effettuare accelerate inutili. Vi sono poi misure strutturali e tecniche indispensabili per abbattere ulteriormente le concentrazioni degli inquinanti. Importanti sono le caratteristiche dell'ambiente in cui arrivano gli automezzi, che deve essere sufficientemente spazioso, onde favorire un'adeguata ventilazione e maggior facilità di manovra. In alcuni casi, può essere necessario un convogliamento dei fumi di scarico oltre il tetto del fabbricato, attraverso appositi tubi aspiranti.

Ultimamente, un certo miglioramento delle emissioni di gas di scarico lo si è avuto grazie alla dotazione degli automezzi con dispositivi catalitici.

#### **Riduzione del rischio da movimentazione manuale dei carichi:**

Per ridurre lo sforzo fisico durante le operazioni di traino manuale, è necessario che:

- La superficie del pavimento sia levigata e priva di irregolarità.
- Sia effettuata una periodica manutenzione delle attrezzature.

È utile la messa a punto di veri e propri piani periodici di programmazione degli interventi manutentivi. Se si utilizzano carrelli o transpallet manuali, il peso trainato non deve superare i 20-25 Kg. È necessario progettare correttamente le modalità di stoccaggio nei magazzini, sia per la prevenzione dei danni all'apparato locomotore dei lavoratori, sia per problemi di sicurezza. Quando si solleva una confezione dalla zona di stoccaggio, per deporla sul bancale, evitare di ruotare solo il tronco (torsione); effettuare il movimento utilizzando gli arti inferiori. Le confezioni che, per la loro dimensione o forma, non consentono di essere facilmente maneggiate devono essere sollevate (specialmente se di peso superiore ai 20 Kg) sempre da due operatori.

### **Riduzione dei rischi dovuti alla insufficienza di spazi:**

Le aree adibite allo scarico delle merci, dove ha luogo anche un loro deposito temporaneo, devono avere spazi delimitati ben distinti dalle zone di viabilità dei mezzi e degli uomini e sufficienti per un'agevole movimentazione dei carichi.

### **Riduzione dei rischi da sovraccarico biomeccanico degli arti superiori:**

La prensione continua di oggetti e/o il trasporto di carichi con maniglie di dimensioni incongrue, possono risultare dannosi per la struttura della mano.

Può essere utile, anche se non completamente risolutivo, attuare i seguenti suggerimenti:

- Evitare di trasportare, per percorsi superiori a pochi metri, pesi (dotati di maniglie) maggiori di 10 Kg con una sola mano; per percorsi superiori servirsi di carrelli.
- Trasportare pesi dotati di maniglia molto stretta può essere dannoso per la struttura della mano; per questo motivo, le maniglie delle latte andrebbero munite di adeguata impugnatura già al momento della loro fabbricazione.
- Dotare i lavoratori di guanti con manicotto protettivo incorporato nel palmo, da indossare quando si sollevano oggetti con maniglie di diametro troppo piccolo; occorre, però, verificare preventivamente che tale soluzione non diminuisca l'efficacia della presa. La prensione a palmo in giù (es. latte senza maniglia), se utilizzata frequentemente, è pericolosa; infatti, è scarsamente vantaggiosa per le strutture della mano, perché fa lavorare quasi esclusivamente i piccoli muscoli intrinseci delle dita. Volendo adottare questa modalità di sollevamento, per non affaticare le strutture della mano, oggetti di peso superiore a 0,5 kg non dovrebbero essere trasportati in modo continuo. È dunque preferibile:
  - Trascinare l'oggetto afferrandolo il più possibile vicino all'imballaggio, senza sollevarlo.
  - Se è dotato di maniglia, far presa su di essa nel sollevarlo.
  - In caso contrario, sollevarlo, fin quanto è possibile, con due mani.

**Il danno**

È ipotizzabile l'insorgenza di patologie a carico delle alte e basse vie respiratorie, e dell'apparato osteo-artro-muscolare, conseguenti all'esposizione a condizioni microclimatiche disagiati e/o a gas di scarico degli automezzi (ciò per quanto riguarda l'apparato respiratorio). È possibile, inoltre, l'insorgenza di patologie a carico dell'apparato muscoloscheletrico, con particolare riferimento al rachide e agli arti superiori, da movimentazione manuale dei carichi e da sovraccarico biomeccanico.

Si può, inoltre, incorrere nel rischio di: contusioni, distorsioni, fratture, ferite da taglio, da punta e lacero-contuse, schiacciamenti.

**MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI****INTRODUZIONE**

Per "movimentazione manuale dei carichi" (MMC), si intende l'insieme delle azioni più tipiche di sollevamento di un carico, per opera di uno o più lavoratori, e quelle più rilevanti di spinta, traino e trasporto. La MMC, in conseguenza di condizioni di lavoro disagiati o di pesi eccessivi, può comportare rischi di lesioni alla schiena, più frequenti al tratto dorso-lombare, (anche se non sono da sottovalutare i danni a carico del tratto cervicale e degli arti superiori, oltre che altri tipi di rischi, quali quelli di infortunio). I danni alla colonna vertebrale causati da attività che comportano movimentazione manuale dei carichi, e quindi compressioni su questa, possono essere di lieve entità (piccoli traumi), o di rilevante importanza (qualora vengano a crearsi affezioni degenerative croniche, quali ernie o protuberanze discali). Detti danni possono presentarsi sia a breve, sia a lungo termine; i danni a breve termine includono gli infortuni traumatici e la fatica, e quelli a lungo termine le patologie degenerative della colonna vertebrale. L'oggetto principale del Titolo VI del Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i. rimane l'azione di sollevamento manuale dei carichi, per la cui valutazione del rischio è utile ricorrere al modello proposto dal NIOSH (Norme tecniche ISO 11228), che è in grado di determinare, per ogni azione di sollevamento, il "peso limite raccomandato", assumendo le "costanti di peso" pari a 25 kg per gli uomini e 15 kg per le donne. Infatti, lo sforzo eccessivo è causa di un rilevante numero di lesioni invalidanti. Si ricorda che, in base a quanto previsto dall' art. 41 del Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i, il lavoratore esposto al rischio da MMC può richiedere al Medico Competente una visita medica aggiuntiva, rispetto al programma di sorveglianza sanitaria già predisposto, qualora tale richiesta sia correlata ai rischi professionali.

Inoltre, la normativa vigente prevede:

- Il divieto di adibire a MMC la donna in gravidanza (Decreto Legislativo 151/2001).

- Limiti di carico per adolescenti (Decreto Legislativo 345/1999, modificato dal Decreto Legislativo 262/2000).

Significativa importanza riveste, infine, anche il luogo di lavoro all'interno del quale il lavoratore opera. Carenze di spazi, o irregolarità delle pavimentazioni, così come una scarsa illuminazione, possono essere causa di infortuni connessi alla MMC.

## IL RISCHIO

Nella MMC, gli elementi tipici dell'attività lavorativa e quelli individuali, presenti singolarmente o in contemporanea, che possono comportare un rischio - più o meno elevato - per il rachide dorso-lombare, sono molteplici. La normativa vigente in materia di igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro prevede l'eliminazione dei rischi stessi e, laddove ciò non sia possibile, la loro riduzione al minimo. Per quanto concerne la MMC, l'annullamento del rischio consiste nell'eliminazione delle manovre di sollevamento e/o trasporto manuale da parte dei lavoratori, attuabile solo attraverso una meccanizzazione o automazione delle fasi di lavoro stesse. In tutti i casi in cui ciò non sia fattibile, si dovrà cercare di eliminare il più possibile tutte le cause (o concause) di rischio che la MMC stessa può comportare (evidenziate nell'Allegato XXXIII del Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i.):

- Caduta del carico.
- Scivolamento/caduta del lavoratore.
- Sforzo fisico.
- Postura scorretta.

### **Caduta del carico - principali cause:**

- Carico troppo pesante.
- Carico ingombrante o difficile da afferrare.
- Carico in equilibrio instabile.

Le principali cause di caduta di un carico durante la sua movimentazione manuale (intesa come "perdita della presa" da parte del lavoratore) sono legate alle caratteristiche dello stesso: tipo, forma, peso. L'elemento peso è una delle componenti determinanti per la riuscita del sollevamento del carico da terra o da altezze molto basse rispetto al baricentro del lavoratore; infatti, la forza e la fatica esercitate dall'operatore per compiere l'azione aumentano con l'aumentare del peso stesso. Quindi, più è pesante il carico, più forza deve esercitare per il mantenimento della "presa", che potrà esaurirsi nel giro di breve tempo causandone la caduta. Inoltre, anche le dimensioni fisiche dell'oggetto movimentato a mano, così come la sua stabilità/consistenza (carico ingombrante, in equilibrio o con contenuto instabile), concorrono alla possibilità di caduta del carico stesso. In-



fine, un carico difficile da afferrare aumenta sicuramente il rischio di caduta dello stesso, laddove non siano presenti adeguate maniglie per una "presa sicura". Il rischio di caduta di un carico può comportare infortuni agli arti e infortuni da schiacciamento.

### **Scivolamento/caduta del lavoratore - principali cause:**

- Spazio libero insufficiente per lo svolgimento dell'attività.
- Irregolarità e/o dislivelli della pavimentazione.
- Urti contro ostacoli.

Le caratteristiche ambientali del luogo di lavoro possono favorire rischi di scivolamento o caduta del lavoratore, qualora lo spazio libero per lo svolgimento dell'attività sia insufficiente (ambienti stretti o molto arredati, con conseguente rischio di urti contro ostacoli e quindi possibili cadute del lavoratore); qualora il pavimento presenti irregolarità (buche, piastrelle non ben connesse, ecc.), o sia reso scivoloso dal deposito di sostanze oleose presenti nel ciclo produttivo del reparto. Scivolamento e caduta sono rischi presenti anche qualora le scarpe calzate dal lavoratore non siano idonee (zoccoli, scarpe con tacchi, ecc.) o non abbiano un buon grado di attrito tra suola e superficie di appoggio.

### **Sforzo fisico - principali cause:**

- Peso del carico.
- Distanza del carico dal corpo.
- Frequenza della movimentazione del carico.
- Distanze verticali di sollevamento e/o di trasporto orizzontale.
- Tempi di recupero insufficienti.

Lo sforzo necessario per il sollevamento di un carico aumenta con l'aumentare del peso del carico stesso. Normalmente, il lavoratore tende a sollevare manualmente un carico e a trasportarlo tenendolo vicino al proprio corpo; in questo modo, si facilita la distribuzione del peso del carico stesso, oltre che sulla schiena, anche sui muscoli del bacino e delle gambe. Qualora il carico avesse caratteristiche tali da poter causare rischi di ustione o ferite, lo stesso verrà sollevato e trasportato a mano mantenendolo, però, lontano dal corpo. Così facendo, lo sforzo fisico richiesto sarà maggiore come la forza compressiva che viene a esercitarsi sul tratto lombo-sacrale della colonna vertebrale, aumentando così la probabilità di provocare danni alla schiena. Ovviamente, con l'aumentare della frequenza delle azioni sopra descritte, si verificherà anche un aumento del carico energetico investito dall'organismo, derivato dallo sforzo cui è sottoposto. Analogamente, lo stesso sforzo fisico si risconterà per le distanze verticali di sollevamento (aumento degli spazi verticali tra "piano di presa" del carico e "piano di appoggio" dello stesso) e di trasporto su piani orizzontali (aumento delle lunghezze di trasporto manuale di un carico). Di conseguenza, i tempi per recuperare l'energia fisica necessaria alla conti-

nuazione dell'attività, senza porre l'organismo sotto stress, dovranno essere adeguati.

### **Postura scorretta del lavoratore - principali cause:**

- Spazi inadeguati.
- Mantenimento di postura fissa per lungo tempo.

Per quanto riguarda l'acquisizione di posizioni di lavoro scorrette e mantenute fisse per lungo tempo, è possibile che queste vengano assunte necessariamente dai lavoratori in presenza di postazioni di lavoro definite e non modificabili, ovvero di un'inadeguata organizzazione del lavoro.

Tutti questi elementi di rischio, presi singolarmente o assommati, come già indicato nel capitolo precedente, possono causare patologie al rachide con effetti a breve o a lungo termine:

### **Effetti a breve termine**

Fra gli effetti a breve termine, si evidenziano più frequentemente lesioni traumatiche quali ferite, contusioni, distorsioni articolari, strappi muscolari e/o fratture (**infortuni traumatici**). Un esempio classico di lesione muscolo-scheletrica è il cosiddetto "colpo della strega", caratterizzato da lombalgia: dolore lancinante al tratto lombare, aggravato da ogni più piccolo tentativo di movimento. I muscoli delle vertebre entrano in uno stato di violenta contrattura, tanto da inclinare spesso tutta la colonna da un lato, rendendo così difficile ogni tentativo di movimento a quel livello. Solitamente, insorge in conseguenza di uno sforzo come quello di sollevare un peso, o nel compiere un movimento brusco di torsione del corpo. Con maggiore frequenza rispetto agli infortuni, tra gli operatori addetti alla MMC si riscontra l'insorgere della **fatica**, che produce un effetto sulla salute a breve termine il cui recupero è più rapido rispetto agli infortuni traumatici. I sintomi che più comunemente si presentano durante un'operazione che richiede fatica possono essere respiratori, cardiovascolari o muscolari.

### **Effetti a lungo termine**

I danni a lungo termine si possono riassumere in:

- Stress compressivi.
- Artrosi.
- Ernia del disco.

### **Stress compressivi**

Un disco sano, in un soggetto giovane, è elastico ed ha una buona capacità ammortizzatrice. Con l'aumentare dell'età, il disco invecchia e diviene meno capace di sopportare carichi.

Nel momento in cui il disco viene frequentemente sottoposto a stress compressivi, dovuti al sollevamento di pesi eccessivi, o dal mantenimento a lungo di una posizione fissa, si verifica una diminuzione dell'elasticità, del

volume e della capacità ammortizzatrice dello stesso, che nel tempo potrebbe creare serie difficoltà al lavoratore nella mobilità del rachide.

### **Artrosi**

La colonna vertebrale è uno dei bersagli preferiti dall'artrosi. È particolarmente frequente nel tratto lombare e in quello cervicale, che sono i più mobili. Il disco intervertebrale è l'elemento colpito dall'artrosi; gli altri fenomeni che caratterizzano il quadro artrosico vertebrale sono tutti conseguenti a questa lesione iniziale. Il disco si rammollisce, si assottiglia e si appiattisce in modo non omogeneo, per cui il corpo vertebrale tende a scivolare verso il lato dove il disco è maggiormente usurato. Ciò determina un'irritazione della parte più superficiale dell'osso, il quale reagisce formando speroni ossei detti "becchi artrosici". Queste neoformazioni possono portare, nei casi più gravi, a una fusione di più vertebre tra loro con conseguente limitazione dei movimenti.

### **Ernia del disco**

È la conseguenza più grave di uno stress compressivo: attraverso micro-rotture dell'anello fibroso provocate da ripetuti sforzi, la parte centrale del disco fuoriesce, andando a comprimere il nervo. L'ernia del tratto lombosacrale è il danno più frequente tra i lavoratori addetti alla MMC. Il dolore è caratteristico: si origina dalla regione lombo-sacrale e si irradia lungo tutta la gamba, fino al piede. Il dolore è riferito con un senso di bruciore, di scossa elettrica; talvolta si possono associare anche formicolio e senso di freddo.

## **LA PREVENZIONE**

Premesso che i lavoratori addetti alla MMC devono essere in possesso dell'idoneità fisica a svolgere il compito in questione, indossare idonei indumenti e calzature, essere adeguatamente formati e avere a disposizione procedure di sicurezza scritte, andiamo a conoscere le misure di prevenzione e i comportamenti corretti che devono essere messi in atto al fine di ridurre, o eliminare, gli eventuali rischi citati.

- Meccanizzazione dei processi di sollevamento e/o trasporto carichi per eliminare il rischio.
- Ausiliazione degli stessi processi per il contenimento del rischio.
- Elaborazione e applicazione delle procedure di lavoro per la messa in sicurezza dei lavoratori.
- Attuazione dei comportamenti corretti da seguire durante i processi lavorativi.

La meccanizzazione, o automazione, dei processi lavorativi di sollevamento e/o trasporto carichi è l'unico elemento valido al fine di eliminare il rischio sopra descritto. Ovviamente, una scelta di questo tipo resta conforme alla

caratteristica dell'attività lavorativa e comporta la presenza di altri elementi necessari alla sua attuazione: tecnologia e costi.

L'ausiliazione rimane, quindi, un percorso quasi obbligatorio da parte del datore di lavoro per porre i lavoratori in sicurezza rispetto ai rischi connessi alla MMC. Al fine di abbattere ogni tipo di rischio a carico della colonna vertebrale, infatti, si consiglia l'utilizzo di attrezzature meccaniche sia a spinta manuale (carrelli, transpallet), sia dotati di motore (carrelli elevatori, altri apparecchi di sollevamento). La scelta dei carrelli per il trasporto di carichi su piani orizzontali dovrà essere conforme alla tipologia ed al peso del carico stesso.

Inoltre, per quanto riguarda i carrelli manuali e i transpallet, è da ricordare che la movimentazione dell'attrezzatura da parte del lavoratore viene eseguita manualmente, esponendolo così ai rischi relativi alla forza imposta per il traino e la spinta degli stessi.

### **Prevenzione del rischio di compressione sul disco intervertebrale - ausili:**

- Carrelli.
- Transpallet.
- Carrelli elevatori.

Apparecchi meccanici per il sollevamento (gru, argani e paranchi).

Al contempo, si rendono necessarie anche la predisposizione e l'applicazione di procedure di sicurezza, ovvero l'insieme di istruzioni operative che definiscono le modalità di esecuzione di attività che incidono, o possono incidere, sulla sicurezza dei lavoratori. In questo caso, le procedure di sicurezza riguarderanno le modalità di utilizzo di eventuali ausili e D.P.I. e, soprattutto, le modalità di esecuzione del sollevamento e/o trasporto di carichi. È bene ricordare che le procedure di sicurezza vengono elaborate congiuntamente dal Datore di Lavoro e dal Servizio di Prevenzione e Protezione, in collaborazione con chi ha esperienza e conoscenza dell'attività lavorativa. Di conseguenza, l'attuazione dei comportamenti corretti da parte dei lavoratori durante i processi lavorativi diventano un elemento fondamentale per il mantenimento costante del livello di sicurezza. Le misure di prevenzione possono così essere relative sia ai comportamenti individuali, che all'organizzazione del lavoro. I comportamenti corretti da attuare durante le fasi di lavoro a rischio sono trasmessi ai lavoratori tramite l'informazione e la formazione, momenti integranti della prevenzione, obbligatorie secondo il Decreto Legislativo 81/2008.

È necessario che i pesi da movimentare non superino mai i limiti previsti per il sollevamento in condizioni ottimali, pesi che dovranno essere opportunamente diminuiti in rapporto alle condizioni di sollevamento diverse da quelle ottimali (25 KG uomini e 15 KG donne). La valutazione della MMC deve, infatti, essere effettuata considerando gli elementi oggettivi del carico, le posizioni in cui viene movimentato, le condizioni ambientali (Allegato XXXIII Decreto Legislativo 81/2008) e la suscettibilità individuale.

La formazione ai lavoratori deve essere fatta relativamente ai movimenti corretti da adottare durante l'attività lavorativa; ad esempio: non flettere mai solo la schiena per effettuare un sollevamento da terra, ma piegare le ginocchia (fig.1).

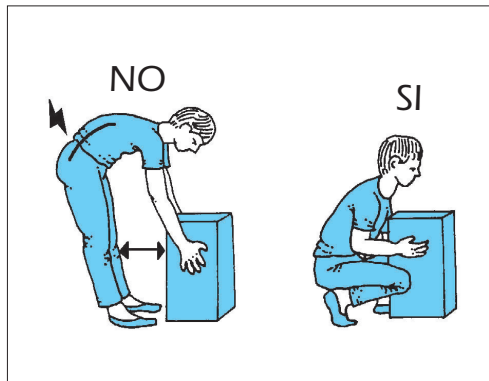


Figura 1

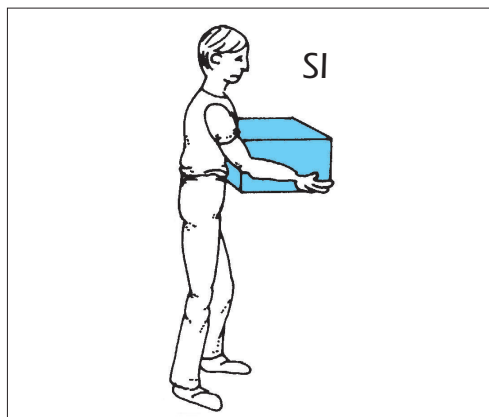


Figura 2: Durante il sollevamento e il trasporto di un carico, mantenere lo stesso il più vicino possibile al corpo.

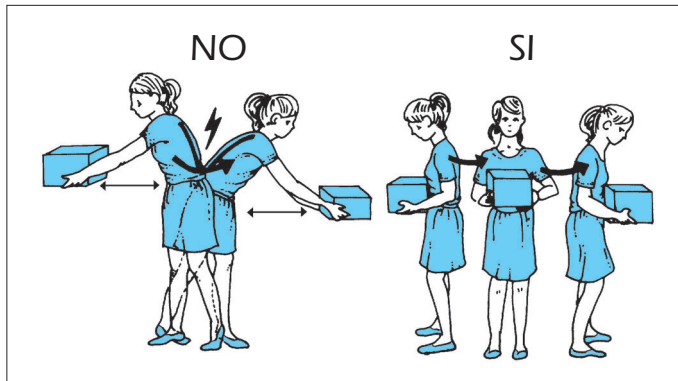


Figura 3: Evitare sempre le torsioni del tronco (spostamento di un carico da un bancale di prelievo a un bancale di deposito diametralmente opposti).

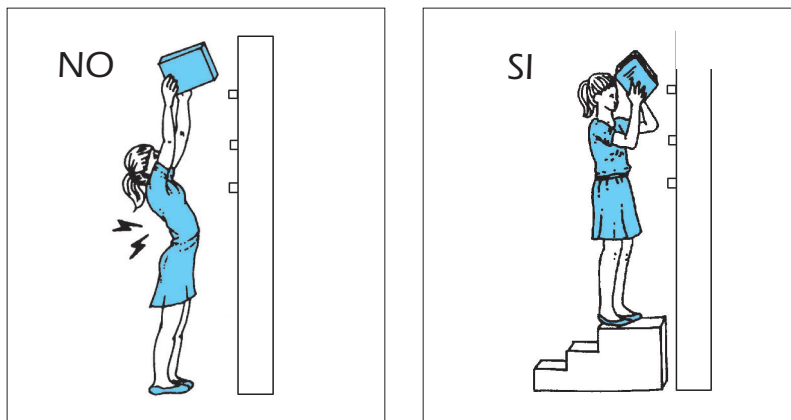


Figura 4: Le procedure di sicurezza, infine, devono prevedere anche il divieto di sollevamento di carichi al di sopra della linea delle spalle del singolo operatore, al fine di evitare un inarcamento della colonna vertebrale con conseguenti danni funzionali.

### **Prevenzione del rischio di compressione sul disco intervertebrale - organizzazione del lavoro:**

- Corretta sistemazione degli spazi.
- Indicazioni sul peso del carico.
- Trasporto manuale dei carichi simmetrico.

Organizzare gli spazi e gli arredi in modo tale che gli spostamenti avvengano in ambienti non a rischio (urti contro ostacoli, scivolamenti o cadute

del carico e/o del lavoratore). Fare in modo che il bancale di prelievo e quello di deposito siano angolati fra loro al massimo di  $90^\circ$ , e che non presentino dislivelli di altezze (fig.5).

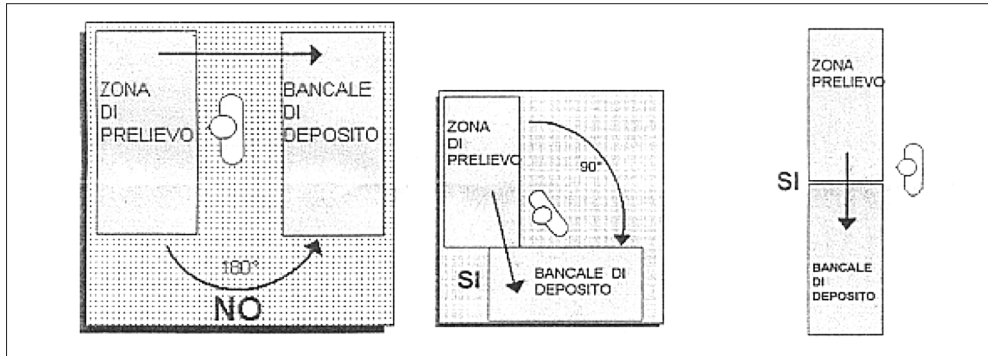


Figura 5

Molta importanza riveste, inoltre, l'indicazione del peso in KG sul carico da movimentare; in questo modo si facilita il lavoratore nella scelta del metodo per sollevare o trasportare il carico stesso. Infine, ma non per questo meno importante, il datore di lavoro dovrà dare indicazioni sulla necessità di effettuare sollevamenti e trasporti di carichi in modo simmetrico e regolare, onde evitare dannose flessioni laterali della colonna vertebrale.

## MOVIMENTI RIPETITIVI

### INTRODUZIONE

Negli ultimi anni, anche a seguito dello sviluppo di moderni metodi di produzione e dell'espansione di nuovi settori di lavoro, è venuto alla luce il problema della nocività dei movimenti ripetitivi degli arti superiori. Pur non trattandosi di un rischio che determina danni di gravità allarmante, tuttavia esso merita una particolare attenzione, in quanto genera alterazioni invalidanti, le quali: compromettono le capacità operative manuali, necessitano di terapie anche per lunghi periodi, costringono il lavoratore ad assenze frequenti, o ne limitano l'idoneità alla mansione, temporaneamente o definitivamente.

Alcuni movimenti degli arti superiori, caratteristici di lavori manuali anche molto ordinari e di per sé innocui, come avvitare, stringere o impugnare

un utensile, afferrare e spostare un oggetto, possono diventare dannosi se eseguiti con un'alta velocità di gesti per tempi prolungati. Questa condizione è caratteristica, ad esempio, delle attività svolte in serie o in catena di montaggio, su macchine utensili con cicli di lavoro brevi, nella finitura e nell'assemblaggio, nel confezionamento.

## IL RISCHIO

I movimenti ripetitivi sollecitano intensamente muscoli, articolazioni e tendini, senza però lasciare loro il tempo di ripristinare la condizione fisiologica di "lubrificazione" di questi delicati sistemi meccanici, che con il tempo "grippano", cioè vengono coinvolti in processi di infiammazione acuta e cronica. I segmenti scheletrici più frequentemente interessati sono la spalla, il gomito, il polso e la mano.

La frequenza delle azioni non è l'unico fattore che concorre a generare il sovraccarico funzionale dell'arto superiore: infatti, spesso è la compresenza di altri fattori ad amplificare la nocività dei movimenti ripetitivi. Questi sono tanto più dannosi quanto più sono associati ad azioni che richiedono forza elevata, svolti in posizioni scomode, con carenza di pause e di riposi sufficienti.

Per analizzare le caratteristiche dell'esposizione a movimenti ripetitivi, è stato messo a punto un metodo di indagine specifica (calcolo degli indici di esposizione OCRA e check - list CEMOC) che, a partire dall'analisi dei cicli elementari che compongono il compito lavorativo e delle caratteristiche dell'esposizione, consente di calcolare un indice di rischio (probabilità che in quelle condizioni lavorative si sviluppi un danno per la salute). Più il rischio si scosta da una condizione di accettabilità, più si amplia la gamma delle azioni raccomandate per il suo contenimento. Si riportano in modo sintetico i cinque aspetti che vengono analizzati con il metodo OCRA, perché, al di là dell'applicazione del metodo, essi sono un utile orientamento per conoscere e approfondire questo tipo di rischio.

### Caratteristiche dell'esposizione a movimenti ripetitivi

- Frequenza e ripetitività delle azioni tecniche.
- Livello di forza fisica richiesto.
- Posizioni e movimenti sfavorevoli.
- Periodi di recupero.
- Fattori complementari.

Il primo elemento considerato è la durata di un singolo ciclo di lavoro e la frequenza con cui questo viene ripetuto (numero di azioni tecniche al minuto). Più alta è la ripetitività delle azioni, più elevato è il rischio. Viene poi stimato o misurato il livello di forza impiegato per ogni singolo ciclo:



ad esempio la finitura di materiali duri con utensili manuali, lo spostamento di oggetti pesanti, l'utilizzo di utensili pesanti.

La presenza di posizioni o movimenti sfavorevoli è il terzo parametro rilevato. Ad esempio, sono sfavorevoli i seguenti movimenti: movimenti che comportano una prensione di precisione con la mano, l'azione di afferrare un oggetto con le dita dall'alto e movimenti molto ampi delle articolazioni rispetto alle normali escursioni.

È presa in considerazione, quindi, la distribuzione dei periodi di recupero tra un ciclo di lavoro e il successivo: sono identificate le micro - pause, intervalli di almeno 10 secondi in cui non sono necessarie attività degli arti, dedicati ad esempio al controllo visivo del prodotto, i tempi passivi, ad esempio di preparazione dei materiali o delle macchine, e le macro - pause, cioè le pause organizzate comprese nel turno e la pausa - mensa. Si deve inoltre tener conto dei fattori secondari o complementari che aumentano il rischio di patologie muscolo - scheletriche dell'arto superiore, come:

- impugnature di attrezzi da lavoro che esercitano compressione su strutture della mano;
- dell'avambraccio (forbici, taglierine, ecc.);
- utilizzo di strumenti vibranti (avvitatori, scalpelli pneumatici, molette flessibili, ecc.);
- movimenti con colpi e contraccolpi (mazzuole, scalpelli manuali, ecc.);
- impatti ripetuti, specie con l'uso diretto della mano;
- movimenti bruschi a strappo della spalla e della mano;
- lavoro di estrema precisione (area operativa inferiore a 2 mm. distanza visiva ravvicinata 10-15 cm.);
- contatto delle mani con superfici fredde e umide;
- scivolosità degli oggetti;
- uso di guanti inappropriati.

### **Patologie da esposizione a movimenti ripetitivi dell'arto superiore**

- Spalla: periartrite scapolo - omerale.
- Gomito: epicondilite.
- Polso: sindrome del tunnel carpale.
- Mano: tenosinovite cronica.

Le patologie da movimenti ripetitivi dell'arto superiore sono del tutto simili alle patologie che insorgono nelle stesse sedi, ma per cause non lavorative. Sono definite malattie "correlate al lavoro", in quanto unicamente associate all'esposizione professionale.

Le indagini epidemiologiche sulle esposizioni lavorative a movimenti ripetitivi hanno comunque messo in luce una relazione specifica tra l'attività lavorativa e malattie muscolo - scheletriche dell'arto superiore. Le più comunemente riscontrate sono:

- Tendiniti della spalla: in particolare, periartrite scapolo-omerale, infiammazione dolorosa della spalla, che limita il movimento e la forza dell'arto nel suo insieme.

- Epicondilite laterale e mediale: infiammazione del gomito con dolore e impaccio al movimento.
- Tendinite del tratto mano-polso e sindrome del tunnel carpale: infiammazione dolorosa, sia durante il movimento che a riposo, che coinvolge il fascio di guaine nelle quali scorrono i tendini del polso, i nervi ulnare e mediano;
- Tenosinovite cronica della mano: infiammazione delle guaine e dei tendini della mano.

Le infiammazioni acute, trattate con il riposo e idonee terapie, possono regredire senza lasciare esiti. Se invece si ripetono episodi infiammatori frequenti che non regrediscono in modo completo, si ha la cronicizzazione dell'infiammazione, che favorisce la formazione di "briglie" e cicatrici, cisti tendinee, e altre forme degenerative che non regrediscono spontaneamente. Complessivamente, non si tratta di malattie di particolare gravità, ma che comportano una inabilità operativa molto marcata, la necessità di cicli di terapie fisiche e riabilitative con frequenti assenze dal lavoro e un peggioramento della qualità di vita complessiva, anche extralavorativa.

## LA PREVENZIONE

Una buona analisi delle caratteristiche dell'esposizione conduce direttamente a identificare alcune misure preventive applicabili. È utile considerare nell'insieme i cinque elementi di valutazione dell'esposizione, e intervenire prioritariamente su quelli che sono più lontani dai livelli di accettabilità.

- Frequenza e ripetitività delle azioni tecniche: se la frequenza delle azioni è eccessiva, in quanto non consente periodi di recupero sufficienti tra un ciclo e il successivo, è utile riprogettare i tempi di lavoro o la turnazione sulle mansioni più a rischio.
- Livello di forza fisica richiesto: a seconda del tipo di impegno richiesto si può intervenire sostituendo, ad esempio, utensili pesanti con altri più maneggevoli; utilizzando sistemi di aggancio o supporto degli stessi, introducendo diverse modalità di sollevamento e trasferimento di pezzi.
- Posizioni e movimenti sfavorevoli: alcuni movimenti o posizioni sfavorevoli non sono strettamente necessari all'esecuzione del compito. Spesso sono obbligati dalla disposizione, ad esempio, delle postazioni di lavoro, da una carente valutazione ergonomica dei gesti da compiere. È opportuno valutare l'effettuazione di movimenti alternativi ai movimenti molto ampi delle articolazioni (es. raddrizzare il gomito, massimo sollevamento e abbassamento della mano sul polso) o a quelli di alta precisione, svolti con la mano o con le dita che afferrano dall'alto.
- Periodi di recupero: le pause sono utili se hanno una durata sufficiente. È consigliato un rapporto di 50 a 10, cioè ad esempio un intervallo di 10 secondi ogni ciclo di 50 attività muscolare (micro - pause), o di 10 minuti ogni 50 (macro - pause). Vanno calcolati come pause anche i tempi passivi di preparazione di materiali o impianti e la pausa mensa.

## NASTRI TRASPORTATORI

### INTRODUZIONE

Nella movimentazione meccanica dei carichi, sono spesso impiegati i nastri trasportatori, che trovano prevalente utilizzo nei reparti di produzione e montaggio. Si presentano con una grande varietà di forme e dimensioni legati ai diversi impieghi: all'interno o all'esterno, in sotterraneo, per brevi percorsi, lunghi o molto lunghi, orizzontali o inclinati, da soli o collegati ad altri dispositivi di trasporto, carico o scarico di materiali, fissi o mobili. La loro caratteristica comune è quella di possedere l'avvolgimento del nastro su tamburi o rulli, e delle catene su ruote dentate generalmente montate sulle estremità (ruote motrici e di rinvio) e l'appoggio intermedio su rulli di sostentamento.

I rischi legati all'utilizzo dei nastri trasportatori sono fondamentalmente di tipo meccanico.

Occorre, infatti, considerare il possibile contatto della persona con i vari elementi che compongono il nastro trasportatore nel suo complesso, ma anche i rischi di contatti con il materiale trasportato che, a seconda della sua natura, può a sua volta dare origine a una serie di altri rischi (taglio, schiacciamento, abrasione, ecc.).

### IL RISCHIO

#### **Rischio di contatto di parti del corpo con superfici di elementi in rotazione:**

- Trascinamento.
- Schiacciamento.
- Investimento da caduta materiale trasportato.

I nastri trasportatori sono costituiti da una struttura metallica portante, su cui sono montati in serie dei rulli dotati di movimento rotatorio trasmesso da alcuni ingranaggi. Sopra a questa filiera, è montato un nastro i cui bordi a volte scorrono tra due ruote guida che si muovono simultaneamente con i rulli.

I rischi sono sostanzialmente legati al movimento rotatorio degli organi, che tendono a trascinare e ad avvolgere su se stesso qualsiasi oggetto entri in contatto con loro durante il movimento (parti di indumenti, capelli, parti anatomiche). Le conseguenze di un trascinamento accidentale sono variabili, in funzione della parte anatomica interessata, delle dimensioni e della velocità del nastro. Si possono subire solo piccoli schiacciamenti e/o tagli all'estremità delle dita, ma anche lesioni più gravi come l'amputazione delle stesse o anche trascinamenti delle intere braccia con conseguente amputazione per strappo e/o stritolamento; infine, lo scalpo del cuoio ca-

pelluto nel caso si venga trascinati per i capelli. Inoltre, il trascinamento può provocare urti violenti contro oggetti vicini o contro la struttura della macchina, con conseguenti traumi.

Il pericolo di morte è elevato, in quanto amputazioni importanti portano a violente emorragie; nel caso di trascinamento del tronco o della testa le conseguenze sono evidentemente letali (schiacciamento di organi vitali).

Il materiale trasportato dal nastro, per suo malfunzionamento, inadeguatezza delle protezioni laterali o scorretto caricamento dello stesso, può creare inceppamenti, blocco del nastro e anche la caduta dello stesso materiale; la caduta del materiale può essere un semplice slittamento sul nastro stesso con parziale investimento dell'operatore, o una caduta dal nastro verso il pavimento nell'area di azione dell'operatore, con investimento vero e proprio dell'operatore stesso. Questi eventi possono essere aggravati dalle dimensioni, dalla forma e dalla natura del materiale trasportato (peso, presenza di zone taglienti, pungenti, ecc.) e possono provocare i seguenti danni:

- Tagli.
- Amputazioni.
- Spappolamenti.
- Fratture.
- Scalpo.
- Morte.

Il verificarsi di incidenti di questo tipo è legato soprattutto all'inosservanza delle più elementari norme di sicurezza della macchina, ovvero a negligenze (mancata delimitazione degli spazi tra i lavoratori e il nastro trasportatore, mancata segregazione degli organi in movimento, soprattutto di quelli collegati agli ingranaggi), inadeguatezza o assenza delle protezioni laterali, carenza di informazione ai lavoratori circa il divieto di interventi sul nastro in movimento. Altre cause di infortuni possono essere:

- Scarsa organizzazione degli spazi in prossimità del nastro.
- Assenza di protezioni e sistemi di blocco.
- Effettuazione di manutenzione e/o regolazione con il nastro in movimento.

## **LA PREVENZIONE**

### **Contatto di parti del corpo con superfici di elementi in rotazione:**

- Delimitazione degli spazi nell'intorno del nastro trasportatore.
- Utilizzo di nastri provvisti di protezioni mobili con dispositivo di blocco.
- Utilizzo di nastri provvisti di carter con dispositivo di blocco elettrico in caso di rimozione.

- Esecuzione di regolazioni, manutenzione e pulizia solo a macchina ferma.
- Utilizzo di indumenti di lavoro idonei.

Nell'utilizzo di nastri trasportatori, come per ogni macchina che presenti, in genere, organi in rotazione o ingranaggi in movimento, è fondamentale segregare sia gli organi di trasmissione del moto con adeguati carter microasserviti, sia gli alberi, i rulli, e tutte le zone di convergenza del nastro con il rullo, dove cioè si ha un restringimento, con conseguente rischio di schiacciamento o cesoiamento. Di fondamentale importanza è l'adozione di procedure e metodi di lavoro che vietino, in fase di pulizia e manutenzione degli ingranaggi e di tutte le parti della macchina, di effettuare tali operazioni con gli organi in movimento.

L'utilizzo di tute da lavoro prive di lembi sciolti, nastri pendenti, e soprattutto l'utilizzo di retine per contenere code o capelli lunghi evitano il rischio di impigliamento e successivo trascinarsi degli stessi negli organi in movimento.

### **Contatti con materiale trasportato:**

- Adozione di ripari laterali del nastro trasportatore.
- Limitazione delle zone di possibile rischio di caduta materiali dal nastro;
- Predisposizione di passerelle per il passaggio da una parte all'altra del nastro trasportatore.
- Corretto posizionamento dei comandi in fase di progettazione.

La zona di movimentazione dei materiali effettuata dal nastro trasportatore deve essere interdetta al passaggio del personale, delimitando con segnaletica orizzontale o verticale l'area di azione dello stesso; ovviamente, il rischio di caduta del materiale può essere ridotto installando barre protettive lungo tutta la zona laterale del nastro che effettua il trasporto del materiale. Per evitare, in caso di inceppamento, lo scivolamento del materiale lungo il nastro verso i comandi, è bene che gli stessi siano posizionati in zona protetta, ma facilmente accessibile dall'operatore che, all'occorrenza, possa operare sia sulla velocità, ma anche sugli organi frenanti.

## POLVERI

### INTRODUZIONE

Con il termine *polveri* s'intendono particelle solide, di dimensioni microscopiche, prodotte da cause meccaniche (sfregamento, rottura, ecc.), per dispersione nell'aria durante alcune lavorazioni (sabbatura, soffiatura, ecc.) o per la movimentazione di materie prime macinate (carico di tramogge, rottura sacchi ecc.) o per disturbo di strati polverosi depositati sulle superfici. Le polveri possono rimanere sospese nell'aria anche per molto tempo. Il tempo di sospensione nell'aria delle polveri è funzione della dimensione, della forma e della densità delle particelle di cui sono composte, e anche dei movimenti dell'aria. La dimensione delle particelle che hanno la capacità di rimanere in sospensione per un tempo significativo è intorno ai 30-50  $\mu\text{m}$  (1  $\mu\text{m}$  = 1 millesimo di mm).

Nel comparto dell'industria metalmeccanica, la presenza di polvere è pressoché ubiquitaria; possiamo trovarla nei settori di immagazzinamento e spedizione (polvere di legno degli imballaggi, polveri sollevate da terra durante il passaggio dei mezzi di movimentazione dei carichi, ecc.), ma in particolare nelle fasi di lavorazione e finitura dei pezzi (saldatura, molatura, martellatura, smerigliatura, alesatura, ecc.) e di manutenzione degli utensili. Inoltre, laddove sono presenti forni per i trattamenti termici dei pezzi, deve essere accertata l'eventuale presenza di amianto, in quanto tale materiale è stato ampiamente usato in passato come isolante termico. L'amianto possiede straordinarie caratteristiche di resistenza meccanica e termica, ma purtroppo nel tempo si è rivelato un elemento molto pericoloso per la salute umana (cancerogeno), al punto che specifiche leggi ne hanno vietato la commercializzazione e l'uso e regolamentato le modalità di bonifica e rimozione (Decreto del Presidente della Repubblica n. 257/92 e successivi aggiornamenti).

### IL RISCHIO

Il rischio maggiore è chiaramente quello della respirabilità delle particelle presenti in atmosfera; le polveri che determinano maggior rischio sono quelle di dimensioni tali (inferiori a 5  $\mu\text{m}$ ) che, una volta inalate, sono in grado di raggiungere gli alveoli polmonari.

Da non trascurare quelle di dimensioni maggiori che, pur non in grado di raggiungere i polmoni, possono causare gravi danni a carico della prima parte dell'apparato respiratorio, provocandone l'irritazione per azione meccanica. Inoltre, la presenza di polveri genera anche il rischio di incendi ed esplosioni.

Le polveri possono essere generate da:

- Lavorazioni di asportazione tramite attrito tra utensile e pezzo grezzo quali la molatura, la smerigliatura, ecc.

- Operazioni di trattamento delle superfici quali la sabbiatura, la lucidatura, ecc.
- Operazioni di carico e movimentazione di materiali.
- Recupero sottoprodotti di lavorazione quali le limature di metalli o i materiali assorbenti degli oli di lubrificazione.
- Operazioni di falegnameria durante la preparazione degli imballi.
- Operazioni complementari ai trattamenti termici.

I rischi legati alla presenza di polveri aerodisperse sono:

- Contatto cutaneo, oculare e delle mucose.
- Inalazione.
- Ingestione.
- Incendio.
- Esplosione.

**Il contatto** può dare origine a fenomeni irritativi, la cui durata è direttamente proporzionale all'esposizione; essi possono nel tempo sviluppare patologie croniche di tipo irritativo/degenerativo dei tessuti esposti (dermatiti croniche, ulcerazioni, ecc.).

**L'inalazione** comporta danni di estrema gravità, soprattutto se riguarda particelle sotto i 5  $\mu\text{m}$ , in quanto in grado di raggiungere gli alveoli polmonari. Le polveri, in rapporto alle loro caratteristiche chimico - fisiche, possono accumularsi e rimanere parzialmente inerti nei polmoni, oppure possono, con vari meccanismi, provocare un'irritazione, una reazione fibrotica<sup>8</sup> o favorire l'insorgenza di tumori. In pratica, le conseguenze dell'inalazione di polveri possono essere:

Malattie specifiche: silicosi, asbestosi, ecc.

Insorgenza di tumori.

Infiammazioni croniche delle vie respiratorie.

La sintomatologia comune è la difficoltà respiratoria, dovuta alla riduzione della capacità espansiva dei polmoni. È importante sottolineare che i danni all'apparato respiratorio sono **irreversibili**. Inoltre, possono svilupparsi patologie a carico di altri organi, legate all'assorbimento nel sangue di polveri chimicamente attive.

### **Incendio ed esplosioni**

La presenza di elevate quantità di polveri aumenta la probabilità di incendio e di esplosioni, in quanto le stesse agiscono da combustibile e, se incandescenti, anche da innesco. Alcune polveri di metalli, come ad esempio quelle dell'alluminio, hanno caratteristiche fortemente infiammabili, tanto da essere usate nell'industria bellica.

<sup>8</sup> Fibrosi: patologia caratterizzata dalla perdita progressiva della elasticità del tessuto polmonare e alterazione della circolazione sanguigna locale, conseguente a ripetuti processi infiammatori causati da inalazione di polveri e/o sostanze irritative.

## LA PREVENZIONE

Come già detto, le polveri sono presenti in quasi tutti i reparti dell'industria metalmeccanica, e la loro origine è dovuta soprattutto alle lavorazioni che comportano l'asportazione di materiale tramite attrito tra utensile e pezzo in lavorazione. Le misure di prevenzione devono tendere alla massima riduzione della diffusione delle polveri nell'ambiente di lavoro. A questo scopo, si possono seguire diverse strade:

- Tecnologie di lavorazione alternative.
- Captazione nei punti di formazione e/o diffusione.
- Isolamento delle zone con lavorazione che danno origine a polveri.
- Frequente pulizia degli ambienti di lavoro.
- Uso di specifici Dispositivi di Protezione Individuale.

Laddove siano disponibili tecnologie che permettano di effettuare la produzione senza dare origine a diffusione di polveri, queste sono da preferire alle tecnologie tradizionali. Esistono, ad esempio, sul mercato macchine utensili che permettono la captazione delle polveri immediatamente sul punto di origine, con convogliamento delle stesse verso impianti di filtrazione.

Il confinamento delle aree in cui si ha produzione di polvere rappresenta un ottimo sistema per impedirne la diffusione generalizzata. Ma i lavoratori addetti sono comunque esposti; questo provvedimento dovrà, quindi, essere unito alla messa in funzione di impianti d'aspirazione localizzata. Gli impianti di captazione e filtrazione devono essere soggetti a manutenzione periodica, al fine di mantenerne l'efficienza. Qualora l'emissione di aria in uscita dagli impianti di filtrazione dovesse volgere verso l'ambiente esterno, si ricorda il dovere di rispettare il Decreto del Presidente della Repubblica n. 203/89.

Gli ambienti di lavoro devono essere mantenuti il più possibile puliti, al fine di evitare l'eventuale sollevamento di polveri depositate sulle superfici.

L'adozione di specifici Dispositivi di Protezione Individuale deve essere complementare e non alternativa a quanto indicato in precedenza.

### Un caso recentemente accaduto

In una piccola azienda metalmeccanica situata nell'area milanese, la cui attività principale consiste nella finitura (smerigliatura e lucidatura meccanica) di rulli da stampa in alluminio, si verificò una potente esplosione all'interno di un cilindro di filtrazione dell'aria captata sul punto di lavorazione, che provocò la proiezione del portellone (circa 200 kg) ad alcuni metri di distanza, investendo un lavoratore, il quale riportò gravi ferite.

Nella ricostruzione della dinamica, emerse che le postazioni di lavoro erano presidiate da bocchette di aspirazione; le polveri, incandescenti a causa dell'attrito, venivano aspirate sul punto di lavorazione e avrebbero dovuto passare attraverso una vaschetta piena di acqua, allo scopo di essere spente prima di entrare nella condotta e quindi raggiungere il cilindro di filtrazione ed espulsione dell'aria verso l'esterno.



Le vaschette, a causa di scarsa attenzione, erano prive di acqua, e per un insieme di fattori legati alla scarsa manutenzione, i filtri erano saturi e l'apertura di espulsione dell'aria era parzialmente ostruita. Nel cilindro di filtrazione, si era così creata una miscela di aria e polvere di alluminio parzialmente compressa. Sappiamo che l'incendio e l'esplosione, per svilupparsi, hanno bisogno di tre elementi:

- Un combustibile, in questo caso rappresentato dalle polveri di alluminio.
- Un comburente, l'ossigeno contenuto nell'aria.
- Un innesco.

In questo caso, le particelle roventi di alluminio, raggiungendo il cilindro di filtrazione senza lo spegnimento preliminare, hanno svolto la funzione di innesco, provocando l'esplosione.

## PROIEZIONE DI MATERIALI

### INTRODUZIONE

Le lavorazioni meccaniche che comportano l'asportazione di trucioli si basano, perlopiù, sulla rotazione in attrito tra il pezzo in lavorazione e l'utensile (es: tornitura, smerigliatura). A causa della forza centrifuga, i trucioli e/o le schegge subiscono una forte spinta verso l'esterno, cosa che, peraltro, si può verificare nelle operazioni di taglio e deformazione plastica (es: piallatura, stampaggio), a causa della spinta che subiscono i frammenti di metallo asportati.

### IL RISCHIO

- Collisione delle schegge con parti anatomiche.
- Inciampi, urti.

Il rischio legato a questo aspetto consiste sostanzialmente nella possibilità che le schegge o i trucioli proiettati possano andare a colpire l'operatore, o lavoratori a lui prossimi, con danni variabili a seconda della zona anatomica colpita. Avremo così lesioni cutanee sotto forma di tagli, ecchimosi e/o abrasioni. Le lesioni possono assumere carattere più grave se la zona colpita riguarda le labbra o le mucose orali, e particolarmente gravi, per le conseguenze possibili, se vengono colpiti gli occhi con conseguente perdita parziale e/o totale della capacità visiva (es: lesione alla cornea, distruzione del bulbo oculare). Si possono anche immaginare situazioni estreme, ipotizzando che un truciolo particolarmente tagliente e proiettato a forte velocità vada a lesionare vasi sanguigni importanti e particolar-

mente superficiali del collo, (quale la vena giugulare) che, se recisi, possono mettere a repentaglio la vita del lavoratore.

Tali lesioni possono essere aggravate anche dall'effetto ustionante di queste particelle; infatti, la loro rimozione è dovuta all'attrito del pezzo in lavorazione su di un utensile che ha come effetto il surriscaldamento del materiale, fino alla vera e propria incandescenza.

A quanto sopra, vanno aggiunti i rischi di inciampo e urto in quanto l'operatore, per evitare di essere colpito da una scheggia, potrebbe istintivamente compiere movimenti repentini e poco controllati, urtando o inciampando contro macchine, arredi e strutture a lui prossime.

L'accadimento di detti eventi lesivi può essere originato da:

- Mancanza di protezioni adeguate sulla macchina.
- Accidentale errata impostazione o programmazione dello strumento utilizzato.
- Rottura dell'utensile (es: esplosione del disco della mola).
- Carenza di verifica e manutenzione.
- Scarsa pulizia della macchina.
- Carente formazione dell'operatore.
- Spazi insufficienti nella postazione di lavoro.
- Mancata dotazione di idonei D.P.I.

I punti sopra elencati sono in parte collegati tra loro e la somma di due o più di essi comporta l'aggravarsi del pericolo. Infatti se, a titolo di esempio, si verifica la rottura del disco smerigliato, con conseguente proiezione dei frammenti, la mancanza di una barriera fisica (tegolino) fa sì che i frammenti vadano a colpire il lavoratore, il quale subirà maggiori danni se non indossa idonei DPI, e così via.

La verifica delle condizioni di usura degli utensili e/o la corretta manutenzione riduce la probabilità di incidente: ad esempio, la buona centratura sull'utensile di un disco smerigliato garantirà maggiormente la durata dello stesso, diminuendo le probabilità di un cedimento del disco stesso, dato che esso non sarà soggetto a vibrazioni improprie.

## LA PREVENZIONE

- Dotazione delle macchine di ripari atti a fermare le schegge.
- Utilizzo di ripari non rimuovibili e dotati di dispositivi di blocco macchina (microinterruttori), in caso di loro apertura.
- Impostazione, programmazione, regolazioni nel rispetto delle procedure indicate dal costruttore e/o centro di assistenza.
- Frequente e corretta verifica, manutenzione e pulizia della macchina.
- Sufficienti spazi per il movimento sul fronte macchina.
- Delimitazione della zona di azione della macchina, o dell'operatore che utilizza attrezzature portatili (trapano, pialla, ecc).
- Dotazione degli operatori di adeguati D.P.I (dispositivi di protezione individuale).

Nell'utilizzo di macchine, utensili o attrezzature portatili (trapano, pialla, ecc.) è fondamentale dotare la macchina stessa dei requisiti tecnici di sicurezza previsti dalla normativa (Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i, Nuova Direttiva macchine); ovviamente i ripari non vanno né rimossi né modificati, e i microinterruttori non devono essere disattivati.

Fondamentale per un utilizzo in sicurezza della macchina è seguire scrupolosamente, sia in fase di manutenzione sia di uso, le indicazioni e le procedure previste dall'apposito libretto di istruzioni.

È bene che la macchina venga posizionata in modo da lasciare all'operatore spazio libero di movimento, almeno su 180° sul fronte macchina, con spazi sufficienti per poter arretrare agevolmente in caso di proiezione accidentale di schegge. Per evitare che gli operatori che si trovano a lavorare in spazi adiacenti vengano interessati dal rischio, è fondamentale delimitare l'area di lavoro e renderla inaccessibile ai non addetti; nel caso di lavori con attrezzature mobili, è bene che, prima di dare inizio alle lavorazioni, l'operatore si accerti che le possibili proiezioni di materiali che sfuggono agli appositi ripari non possano colpire operatori in posizioni adiacenti (delineare e delimitare quindi l'area interessata dal rischio di proiezione di materiali).

In ultimo, ma non certamente per importanza, i lavoratori dovranno essere dotati di appropriati D.P.I (dispositivi di protezione individuale), scelti in relazione alla tipologia di materiale trattato (occhiali, visiera, grembiule, guanti, ecc.).

## RADIAZIONI IONIZZANTI

### INTRODUZIONE

Le radiazioni sono meccanismi di trasferimento di energia normalmente presenti in natura; ad esempio, le radiazioni luminose, ultraviolette e infrarosse emesse dal sole, le radiazioni elettromagnetiche emesse dalla terra stessa, le radiazioni ionizzanti emesse da elementi naturali come Radio, Uranio, Radon. A questo "fondo naturale" si sovrappongono le radiazioni provenienti da sorgenti artificiali, come le radiofrequenze, le microonde, i campi elettromagnetici generati dagli elettrodotti e dagli impianti di trasformazione e distribuzione dell'energia elettrica.

Le radiazioni ionizzanti in particolare, sono così dette perché sono in grado di ionizzare la materia, cioè di attraversarla e di cederle energia, inducendo in essa delle trasformazioni a livello atomico. Se da una parte gli effetti di queste trasformazioni sono utili e voluti, motivo per il quale le radiazioni ionizzanti sono impiegate particolarmente in ambito sanitario e industriale, dall'altra, quando non impiegate con rigoroso controllo, possono indurre effetti gravemente dannosi per la salute umana.

Le radiazioni ionizzanti possono essere di natura molto diversa:

- Corpuscolari, cioè particelle  $\alpha$  (alfa) o  $\beta$  (beta) emesse dal decadimento di sostanze radioattive.
- Radiazioni elettromagnetiche  $\gamma$  (gamma) o X, vere e proprie radiazioni come quelle luminose, ma con caratteristiche diverse.

Le fonti delle radiazioni possono essere:

- Elementi naturali o artificiali, dette sorgenti, che emettono spontaneamente. e con un processo continuo. raggi o particelle.
- Produzione di radiazioni con macchine radiogene, acceleratori di particelle, ecc., che possono essere attivate o disattivate volontariamente.

## IL RISCHIO

Le radiazioni ionizzanti hanno un largo impiego in ambito sanitario e, in misura più limitata, in ambito industriale. Mentre nel primo caso l'esposizione a radiazioni è volontariamente applicata in modo controllato per fini diagnostici e terapeutici, nel secondo è assolutamente indebita e quindi da escludere in modo rigoroso.

La possibilità di contaminazione, definita irraggiamento, che si verifica quando le radiazioni raggiungono e penetrano nell'organismo umano, dipende, oltre che dalle modalità dell'esposizione, anche dalle caratteristiche delle radiazioni stesse. Si parla di **irraggiamento esterno** quando le radiazioni raggiungono la cute attraversando l'aria, se si tratta di raggi, o per contatto accidentale con sostanze radioattive, se si tratta di sorgenti o materiali radioattivi; si parla di **irraggiamento interno** quando si ha inalazione o ingestione di sostanze (polveri, gas) che emettono radiazioni. In questo caso, l'effetto sugli organi interni è molto più diretto e persistente.

### Caratteristiche delle radiazioni

Le particelle  $\alpha$  hanno un brevissimo percorso nell'aria (qualche centimetro) e una bassa capacità di attraversare gli indumenti o la cute. L'unico rischio di esposizione è l'eventuale contaminazione dovuta a inalazione, ingestione o contatto con la cute.

Le particelle  $\beta$  hanno un percorso nell'aria di qualche metro e possono attraversare sottili fogli metallici. È quindi possibile, oltre all'esposizione per irraggiamento interno, (contaminazione) anche quella per irraggiamento esterno.

I raggi  $\gamma$  sono radiazioni naturali ad alta energia estremamente penetranti: possono attraversare lastre di piombo di parecchi centimetri di spessore. Contrariamente ai raggi  $\alpha$  e  $\beta$ , sono molto pericolosi, soprattutto per irraggiamento esterno anche a distanza dalla fonte.

I raggi X sono prodotti artificialmente con macchine radiogene, hanno buona capacità di penetrazione e quindi sono pericolosi per irraggiamento esterno.

La nocività delle radiazioni dipende, oltre che dal tipo, anche dalla dose che viene assorbita. Si utilizzano a questo scopo apposite unità di misura: l'energia ceduta sotto forma di radiazione è misurata in *Gray*; la dose assorbita che tiene conto sia della quantità di energia che della pericolosità specifica dei diversi tipi di radiazione è misurata in *Sievert*.

Le proprietà delle radiazioni sono impiegate in molti campi della tecnologia, della ricerca scientifica e della medicina, sia utilizzando le radiazioni emesse da sorgenti, cioè gli elementi naturali o artificiali che rilasciano spontaneamente raggi o particelle, sia le radiazioni prodotte con macchine radiogene.

Le **sorgenti** possono essere distinte in **sorgenti sigillate** e sorgenti **non sigillate**; le prime consistono in elementi radioattivi (radioisotopi) incapsulati in contenitori di piombo e acciaio inossidabile che impediscono il rilascio delle sostanze contenute. Le seconde non sono incapsulate, e quindi sono più facilmente disperdibili sotto forma di polveri, liquidi o gas.

Nell'applicazione industriale, le sorgenti sigillate sono impiegate per:

- Gammagrafie, con impiego di radiazioni  $\gamma$ , per controlli non distruttivi di saldature, qualità di getti di fusione, ecc;
- Analisi di materiali con tecniche di fluorescenza e impiego di radiazioni X;
- Misurazione di spessore di vari materiali, come fibre tessili, plastiche, carta, metalli, e di livello del contenuto di serbatoi, con impiego di radiazioni  $\gamma$  e  $\beta$ ;
- Processi industriali di sterilizzazione, polimerizzazione, conservazione, con impiego di radiazioni  $\gamma$ .
- Applicazioni diverse come parafulmini, rivelatori di incendio, stabilizzatori di scarica, scaricatori elettrostatici.
- Utilizzo di materiale di rottamazione per seconde fusioni, contenente sorgenti dismesse.

Può accadere che materiali metallici di recupero, particolarmente se di provenienza estera, contengano materiali radioattivi. Qualora non identificati, questi possono contaminare le fusioni, gli impianti di fusione, e tutti i semilavorati e prodotti finiti che ne derivano.

La possibile irradiazione è legata principalmente ad alcune fasi operative delle attività sopra citate, quando cioè l'elemento radioattivo necessario per compiere le misurazioni viene estratto dal suo involucro, fase automatica comandata a distanza; l'irradiazione può avvenire quando non sono rispettate le distanze di sicurezza e ci si trova nel raggio d'azione dell'elemento radioattivo. Non trascurabile è l'esposizione a sorgenti abbandonate e non riconosciute, come i vecchi rilevatori di fumo o i parafulmini dimessi.

Le sorgenti non sigillate sono principalmente impiegate nella diagnostica medica nucleare, ad esempio nella scintigrafia, che indaga organi specifici ai quali è fatto pervenire un tracciante radioattivo. La possibilità di contaminazione è legata alla conservazione e alla manipolazione dei radioisotopi, alla pulizia e allo smaltimento di liquidi biologici contenenti elementi radioattivi.

Molto spesso vengono impiegate **radiazioni prodotte mediante macchine radiogene** e non emesse da sorgenti, come nel caso delle comuni radiografie. In questo processo, le radiazioni vengono emesse solo quando la macchina è in funzione, quando cioè la corrente elettrica attraversa il tubo radiogeno, e cessano quando s'interrompe il passaggio di corrente. È possibile "regolare" la capacità di penetrazione e la direzione del fascio di radiazioni. In questa situazione, l'esposizione avviene solo se una persona si trova sul percorso del fascio di radiazioni, in condizione di attività della macchina radiogena.

### **Effetti biologici**

Gli **effetti biologici**, cioè le trasformazioni che avvengono sull'organismo umano, sono dovuti all'assorbimento di energia nei tessuti. Gli effetti lesivi sono distinti in danni somatici, che si sviluppano su organi o tessuti della persona irradiata, e danni genetici che, alterando il corredo genetico, si manifestano sulla discendenza della persona irradiata.

L'irradiazione, inoltre, può essere limitata ad alcune parti del corpo o riguardare il corpo intero. L'irradiazione della cute, ad esempio, causa arrossamento come per un'ustione solare, e se protratta a lungo, dà secchezza, fragilità, perdita dei peli e anomalie delle unghie. L'irradiazione delle gonadi (ovaio e testicoli) può causare riduzione e perdita della fertilità, aborti spontanei e malformazioni fetali, se è la donna a essere esposta. L'esposizione dell'occhio può causare la cataratta da radiazioni, una degenerazione del cristallino che rende progressivamente opaca la visione. Tra i tessuti più sensibili agli effetti delle radiazioni c'è il midollo osseo: l'irradiazione di tutto il corpo in particolare, riduce la capacità del midollo di produrre le cellule del sangue. Si possono sviluppare quindi anemie e leucopenie (carenza di globuli bianchi). Gli effetti più temuti sono quelli tardivi e consistono in leucemie e altri tipi di tumori.

### **LA PREVENZIONE**

L'utilizzo di sorgenti e macchine radiogene è disciplinato da numerose norme tra cui il Decreto Legislativo n. 230 del 17.3.95, modificato dal Decreto Legislativo n. 241 del 26.5.2000, che specificano il regime autorizzativo, come le comunicazioni di detenzione e di cessazione di detenzione di sorgenti o impianti (art. 22 e 24), le condizioni di esenzione, e le disposizioni di radioprotezione. È prevista la nomina di un Esperto Qualificato, un fisico abilitato e iscritto a un apposito albo, che provvede a redigere una relazione preventiva contenente la valutazione e le indicazioni di radioprotezione, la definizione delle zone a rischio, dette controllate e sorvegliate, la verifica delle installazioni, la definizione delle categorie di esposizione (A e B) dei lavoratori, la programmazione della sorveglianza ambientale e delle dosimetrie personali (sorveglianza fisica). La sorveglianza sanitaria è invece affidata al Medico Autorizzato, anch'esso abilitato specificamente alla radioprotezione.

In pratica, le disposizioni operative sulla radioprotezione sono stabilite per ogni specifico impianto dall'Esperto Qualificato, e riportano ad esempio il tipo e la posizione delle schermature da predisporre in modo da isolare l'area anche al di sotto e al di sopra della sorgente o nella zona di impatto dei fasci di radiazioni, i controlli preliminari e finali degli impianti (ad esempio la taratura o il controllo della contaminazione ambientale), la presenza di segnalazioni di avvertimento, la minimizzazione degli operatori impiegati e il contenimento dei tempi di esposizione, l'allontanamento di personale non direttamente interessato all'attività.

Le indicazioni di comportamento, quindi, non sono di ordine generale, bensì specifiche per ogni tipo di attività, di impianto, di luogo fisico dove questa si svolge: l'unica figura di riferimento che può intervenire per modificarle, integrarle, correggerle è l'Esperto Qualificato, che è anche responsabile della loro efficacia.

Nel caso di utilizzo di materiali metallici di recupero, rottami o semilavorati provenienti da seconde fusioni di rottami, è utile richiedere al fornitore una certificazione che il materiale sia stato sottoposto a misure radiometriche. L'art. 157 del Decreto Legislativo 230/95 e le norme locali applicative di alcune regioni impongono infatti la sorveglianza radiometrica a chi commercializza e recupera, mediante fusione, rottami metallici. Non è infrequente, infatti, che vengano ritrovate sorgenti o materiali contaminati, soprattutto nei materiali di recupero.

## **RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE E INFRAROSSE**

### **INTRODUZIONE**

Le radiazioni ultraviolette (UV) e infrarosse (IR) sono in natura emesse dal sole, e la quantità di emissioni che attraversa l'atmosfera sarebbe tale da essere presumibilmente letale per gli organismi viventi, se non vi fosse l'effetto schermante dello strato di ozono, che consente la vita sulla terra. Le radiazioni UV, a seconda della loro lunghezza d'onda, sono distinte in radiazioni UV-A, con maggiori capacità di penetrazione nella cute e nei tessuti esposti, UV-B, le più nocive, e UV-C, con elevate capacità germicide.

L'assorbimento di radiazioni UV in quantità moderata è utile all'organismo per la produzione di vitamina D, indispensabile per il metabolismo dei tessuti ossei.

Le Radiazioni Infrarosse sono emesse da tutti i corpi caldi. Ogni volta che si ha la sensazione di caldo in vicinanza di sorgenti di calore, si è in realtà colpiti da raggi infrarossi. Questi sono assorbiti facilmente dalla pelle e possono provocare ustioni.

## IL RISCHIO

L'esposizione professionale a radiazioni UV e IR naturali è presente nelle attività lavorative svolte all'aperto, come edilizia, agricoltura, pesca, guide alpine, ecc.

Le più comuni esposizioni a radiazioni UV artificiali si verificano in occasione di attività con presenza di metalli incandescenti, con uso di archi elettrici o di apparecchiature germicide. Le lavorazioni coinvolte, quindi, sono: la fusione e la colata di metalli, la fusione del vetro, le saldature, la sterilizzazione di alimenti, di strumenti o di ambienti sanitari.

Non trascurabile è l'esposizione delle estetiste, durante l'uso di lampade per l'abbronzatura artificiale a scopo cosmetico. L'esposizione professionale a IR artificiali è anch'essa presente nelle attività di fusione e colata dei metalli, nella saldatura, nella fusione del vetro. Riepilogando:

### Attività con esposizione a radiazioni UV

- Fusione e colata di metalli.
- Saldatura.
- Fusione del vetro.
- Sterilizzazione in campo alimentare e sanitario.
- Cosmesi.

### Attività con esposizione a radiazioni IR

- Fusione e colata di metalli.
- Saldatura.
- Fusione del vetro.
- Lavorazioni in prossimità di forni di cottura (esempio ceramiche).

Gli **effetti biologici** dell'esposizione a radiazioni UV riguardano soprattutto la cute e l'occhio. Sulla cute, si possono avere effetti che compaiono immediatamente dopo l'esposizione, come l'eritema e successivamente l'aumento della pigmentazione (abbronzatura).

Con esposizioni prolungate, si ha una progressiva degenerazione degli strati profondi della cute, che perde elasticità, con comparsa di rughe e solchi. Sull'occhio, l'esposizione a radiazioni UV si manifesta con fenomeni di infiammazione delle congiuntive e della cornea (cheratocongiuntivite), con arrossamento, lacrimazione, fastidio alla luce. A distanza di tempo, si può manifestare la cataratta, una degenerazione del cristallino che rende opaca la visione.

Uno degli effetti tardivi più gravi è la possibile comparsa di tumori cutanei, come i carcinomi basocellulari, i carcinomi spinocellulari e i melanomi.

Gli effetti biologici dell'esposizione a radiazioni IR consistono nel riscaldamento della cute, dal semplice arrossamento, fino all'ustione. Analogamente alle radiazioni UV, esse possono danneggiare l'occhio, determinando cheratocongiuntivite e cataratta da calore.



## LA PREVENZIONE

È opportuno identificare e adottare misure di prevenzione, che dovranno essere assai più restrittive per i soggetti particolarmente sensibili e indifesi naturalmente contro le radiazioni UV, come i soggetti albinici, che hanno una assenza di melanina, pigmento protettivo, e i portatori di una malattia congenita detta *xeroderma pigmentoso*.

La protezione cutanea dei lavoratori esposti professionalmente a radiazioni UV e IR naturali e artificiali consiste nell'adozione di adeguati indumenti protettivi. Sono inoltre indispensabili gli occhiali protettivi, non solo per chi lavora a diretto contatto con le radiazioni UV e IR, ma anche per chi assiste o supporta queste attività.

Sono infine utilizzabili schermature su impianti o lavorazioni che generano radiazioni, al fine di delimitare il più possibile il propagarsi del fascio di luce, evitando così l'esposizione di altri lavoratori non direttamente coinvolti nelle operazioni a rischio.

## RIBALTE - PIANI DI CARICAMENTO

### INTRODUZIONE

L'utilizzo delle ribalte, o dei piani di caricamento, per il carico/scarico dei materiali dagli automezzi di trasporto comporta varie situazioni di rischio per i lavoratori che operano in questi luoghi di lavoro. Solitamente, le ribalte si trovano ad una altezza da terra di circa 1,50 mt, sono esposte agli agenti atmosferici e sono luoghi di lavoro in cui, in spazi relativamente grandi, operano "pedoni" e veicoli di trasporto merci (muletti, carrelli elettrici, transpallets, ecc.). Quindi, data la particolare struttura dell'ambiente lavorativo, la sua parziale esposizione in esterno e l'attività svolta dagli operatori, i rischi lavorativi da considerare sono relativi alla sicurezza e alle condizioni igienico - ambientali.

### IL RISCHIO

Dovuti alle caratteristiche degli ambienti di lavoro esterni, alle procedure improprie di lavoro, alla tipologia dei veicoli utilizzati, i rischi cui i lavoratori possono essere esposti si raggruppano in rischi per la sicurezza e rischi igienico - ambientali.

#### **Rischi per la sicurezza - principali cause:**

- Caduta e scivolamenti in piano.
- Urti contro ostacoli.

- Caduta dall'alto per salti impropri o scivolamenti dal piano di lavoro.
- Investimenti da veicoli.
- Ribaltamento, rovesciamento di veicoli.

Le condizioni strutturali degli ambienti di lavoro condizionano, ovviamente, la sicurezza delle attività lavorative in essi svolte. Carenze di spazi o di passaggi, irregolarità delle pavimentazioni (buche, dislivelli, ecc.) o presenza di sostanze oleose sulle superfici di camminamento, possono essere causa di infortuni quali urti contro ostacoli, cadute o scivolamenti in piano. Le cadute dall'alto possono essere presenti laddove la cattiva organizzazione dell'attività lavorativa o la concentrazione di più persone e veicoli in spazi ristretti favorisce il verificarsi di urti involontari violenti, o laddove le zone di operatività sono al limite della ribalta, con conseguente possibilità di caduta del lavoratore oltre il piano di lavoro. Per un maggior approfondimento relativo ai luoghi di lavoro, si veda anche l'Allegato IV del Decreto Legislativo 81/2008. La presenza di veicoli a motore sulle ribalte che hanno condizioni strutturali inadeguate, possono essere causa di gravi infortuni quali gli investimenti. Il rovesciamento o il ribaltamento di carrelli elettrici, muletti o transpallets, oltre ad essere dovuti ad una non corretta organizzazione dell'ambiente di lavoro, possono essere provocati anche da una mancata o errata formazione del personale sulle modalità d'uso dei veicoli stessi (guida spericolata, scorretto trasporto carichi, errato caricamento).

### **Rischi igienico - ambientali per esposizione ad agenti chimici inquinanti:**

Il rischio in questione è strettamente legato all'esposizione dei lavoratori a gas o fumi di scarico dei mezzi di trasporto che arrivano in retromarcia fino al piano di caricamento, o che da questo partono. Il rischio di inquinamento è direttamente proporzionale al tempo di accensione dei motori anche se, indubbiamente, avvenendo il tutto in luogo aperto è più facile il verificarsi di una dispersione in aria dell'inquinante stesso. Naturalmente, durante i mesi invernali le condizioni climatiche possono favorire un "appesantimento" della situazione di rischio, proprio per la presenza di altri fenomeni naturali di aggravamento (ad esempio le nebbie).

### **Rischi igienico - ambientali per esposizione ad agenti fisici:**

- Esposizione alle condizioni climatiche esterne.
- Esposizione al rumore del traffico veicolare locale.

Il rischio di esposizione dei lavoratori alle condizioni climatiche esterne è limitato alla possibilità di essere coinvolti marginalmente dalle intemperie e agli sbalzi di temperature, in quanto il lavoro viene svolto in un ambiente con struttura in muratura e aperto verso l'esterno, con dimensione relativamente ampia. Di conseguenza, ciò può comportare, in particolare nella

stagione invernale, un'esposizione del lavoratore a situazioni microclimatiche disagiati. Il rischio di esposizione al rumore è direttamente correlato all'accensione dei motori dei veicoli di trasporto, alla rumorosità ambientale del luogo di lavoro e alla presenza dei mezzi di sollevamento meccanico dei carichi; considerato ciò, si ritiene che l'esposizione al rumore possa essere considerata relativamente contenuta.

### **Rischi legati alla movimentazione dei carichi:**

- Caduta del carico.
- Sforzo fisico.
- Rovesciamento - ribaltamento delle attrezzature meccaniche.

### **Rischi igienico - ambientali per esposizione ad agenti biologici:**

- Contaminazione da Clostridium Tetani in seguito a ferite da taglio o da punta.

Come descritto in precedenza, le spore del tetano penetrano nell'organismo attraverso ferite della cute e delle mucose. Le lesioni possono essere causate da contatto accidentale del lavoratore con oggetti inquinati, taglienti o pungenti, qualora il lavoratore non fosse munito di adeguati D.P.I. o non prestasse adeguata attenzione durante lo svolgimento delle operazioni. Le ferite da taglio o da punta agli arti superiori sono fattori di rischio infortunistico legati alla movimentazione manuale dei carichi, là dove l'operatore viene direttamente a contatto con materiale pungente o tagliente (si vedano ad esempio i bancali in legno, o la particolarità del carico da movimentare).

## **LA PREVENZIONE**

Premesso che i lavoratori devono avere a disposizione procedure di sicurezza scritte, essere adeguatamente formati ed informati, in questa sede ci occuperemo dei comportamenti corretti che devono essere assunti al fine di ridurre, o eliminare, gli eventuali rischi citati.

### **Prevenzione dei rischi legati alla movimentazione con attrezzature meccaniche:**

- Conduzione attenta e responsabile delle attrezzature meccaniche.
- Rispetto della segnaletica orizzontale e verticale.
- Organizzazione corretta dell'attività lavorativa.

La conduzione delle attrezzature meccaniche deve sempre avvenire nel rispetto delle istruzioni e della formazione acquisita. Non devono mai essere eseguite manovre potenzialmente pericolose. La guida, inoltre, deve avvenire nel massimo rispetto della segnaletica orizzontale/verticale, mantenendo una velocità coerente con gli ambienti e gli spazi di manovra. Infine, si sot-

tolinea l'importanza di una scrupolosa applicazione delle procedure organizzative di lavoro, che devono essere elaborate dal datore di lavoro.

### **Prevenzione dei rischi di esposizione ad agenti fisici e chimici:**

- Utilizzo di adeguati D.P.I.
- Riduzione di gas o fumi di scarico.

La prevenzione del disagio relativo all'esposizione a condizioni climatiche sfavorevoli è possibile con l'uso di idonei D.P.I. che devono essere forniti dal datore di lavoro (giubbotti, guanti, cappellini, ecc.). Relativamente al rischio da inquinanti chimici, si può ragionevolmente indicare come misura preventiva lo spegnimento dei motori, qualora ciò fosse possibile.

### **Prevenzione del rischio infortunistico e del tetano:**

- Utilizzo dei D.P.I.
- Vaccinazione antitetanica.
- Segnalazione tempestiva degli infortuni.

È necessario indossare sempre i D.P.I. messi a disposizione dal datore di lavoro prima di compiere attività lavorative che esponano il lavoratore a contatto con oggetti potenzialmente inquinati dalle spore tetaniche (oggetti o attrezzature arrugginite, sporche di terra, abbandonate). Inoltre, ogni lavoratore esposto al rischio di possibile contagio deve essere sottoposto a vaccinazione antitetanica e a successivi richiami ogni 8-10 anni.

Infine, si sottolinea l'importanza della segnalazione dell'avvenuto infortunio, tramite comunicazione dell'evento al datore di lavoro, il quale provvederà alla registrazione dell'accaduto sul registro degli esposti.

## **RISCHIO ELETTRICO**

### **INTRODUZIONE**

L'energia elettrica è impiegata dovunque ed è, di fatto, un elemento indispensabile nel quotidiano di ognuno di noi. La produzione di energia elettrica si basa sulla separazione delle cariche ottenuta dalla rotazione di turbine, che creano così due flussi di cariche opposte (elettroni e protoni). Può essere prodotta e/o trasformata in diverse frequenze, tensioni e intensità, ed è trasportabile tramite conduttori.

Esistono materiali capaci di condurre l'energia elettrica e alcuni non in grado di condurla: nel primo caso, si parla appunto di conduttori e vi troviamo i metalli in genere e l'acqua, se non privata dei suoi sali. Nel secondo caso, si definiscono cattivi conduttori e vi troviamo ceramiche,

vetro, legno, gomma, materie plastiche, ecc. Il corpo umano è una macchina i cui delicati meccanismi fisiologici sono basati su impulsi di tipo elettrico, e ha quindi caratteristiche di conduttore.

L'energia elettrica, come tutte le forme di energia, ha la caratteristica di trasformarsi in altre forme, così abbiamo la possibilità di scaldarci (energia termica) o illuminare gli ambienti (energia luminosa) facendo passare un flusso di corrente (elettroni) su una resistenza che, esercitando attrito, diventerà incandescente; oppure facendola passare in un motore provocandone, ad esempio, il movimento (energia meccanica). Possiamo quindi dire che l'energia elettrica è una energia amica, di uso relativamente facile. Ma, come ogni risorsa, un uso improprio o incosciente di tale energia può avere risvolti molto pericolosi e, in alcuni casi, devastanti.

L'industria metalmeccanica utilizza ampiamente l'energia elettrica, spesso a elevata potenza, per l'alimentazione: di macchine utensili, di sistemi di movimentazione carichi, di forni per trattamenti termici, ecc. Questo rappresenta, dal punto di vista della sicurezza, un aspetto di cui tenere debitamente conto.

## IL RISCHIO

In ambienti dove si utilizza energia elettrica, i rischi derivanti sono:

- Contatto (elettrocuzione).
- Arco elettrico.
- Surriscaldamento di organi meccanici o superfici.
- Innalzamento temperature ambientali (microclima).
- Incendio.
- Inquinamento elettromagnetico.
- Esposizione a policlorobifenili (PCB).

**Il contatto** è la forma di rischio statisticamente più frequente, può avvenire per:

- contatto diretto su un cavo di alimentazione privo di un corretto isolante;
- contatto sul corpo macchina sulla quale ci sia dispersione di corrente;
- arco elettrico;
- dispersione di corrente in ambiente fortemente umidificato;
- contatto con liquidi sversati accidentalmente nei pressi di una fonte elettrica;
- contatto con altro lavoratore colpito da scarica elettrica.

Installazioni di impianti elettrici eseguite da personale non qualificato e/o errori nell'installazione, scarsa manutenzione e controllo degli organi elettrici, in particolare degli isolamenti nei punti di contatto o delle condizioni di usura delle guaine d'isolamento, sono la maggiore causa di contatto elettrico accidentale. Inoltre, contatti accidentali possono verificarsi per la

caduta di oggetti su circuiti elettrici oppure per il contatto su linee aeree in tensione di materiale movimentato. Esempio: un tondino di ferro movimentato manualmente che entra in contatto con una linea aerea di illuminazione (in cortile o in strada).

Una situazione particolare di contatto è **l'arco elettrico**; si verifica quando una persona, non isolata da terra, si trova vicino a un conduttore ad alta tensione (linea elettrica, trasformatore): la differenza di tensione dei due conduttori (uomo - fonte) crea un passaggio di corrente che, se superiore alla resistenza dell'aria, colpisce la persona folgorandola. Le conseguenze della folgorazione sono direttamente proporzionali sia alla tensione e all'intensità di corrente che colpisce il soggetto, sia alla resistenza di quest'ultimo. Abbiamo detto che il corpo umano è un conduttore di energia elettrica e che molte delle sue funzioni avvengono tramite impulsi elettrici, le cui potenze sono chiaramente di molto inferiori a quelle usate nei cicli produttivi. Quindi, i danni possono essere devastanti e il rischio di morte è molto elevato. A parità di tensione e intensità, i danni saranno inversamente proporzionali alla resistenza del corpo ricevente: se la persona colpita ha una bassa resistenza (direttamente a contatto con il terreno o con un altro conduttore) i danni saranno maggiori, anche se ben isolata.

Le conseguenze della folgorazione sono:

- Per folgorazioni di lieve entità, la sintomatologia è essenzialmente di ordine soggettivo: scossa più o meno intensa accompagnata da sensazione di pizzicamento, di calore o dolore. Si tratta di sensazioni fugaci e la ripresa funzionale è rapida.
- Per entità maggiori si evidenzia la comparsa di intense contrazioni muscolari che possono comportare la proiezione della vittima a distanza; in questo caso, ai danni da contatto elettrico si associano i traumi della caduta. Oppure si può verificare l'impossibilità di distacco della vittima dal conduttore e del controllo muscolare; se la tensione non viene interrotta, si verificano gravi ustioni nei punti di contatto e le contrazioni interesseranno anche l'apparato respiratorio e cardiocircolatorio, fino a portare alla morte la persona coinvolta. La morte sopraggiunge per blocco del respiro e arresto cardiocircolatorio; essa pare essere sempre preceduta da un periodo, più o meno breve, di morte apparente. Quest'ultimo aspetto è importante perché, se soccorso in tempo e rapidamente sottoposto a terapia di rianimazione, il soggetto può essere recuperato.

Per soggetti colpiti da folgorazione non immediatamente mortale, si possono manifestare a distanza di alcuni ore o giorni dall'incidente, alterazioni a carico del sistema nervoso, di quello cardiovascolare e degli organi sensoriali.

### **Innalzamento termico**

Per una legge fisica, parte dell'energia elettrica utilizzata per far funzionare una macchina (trasformazione in energia meccanica), si dissipa in

calore, facendo così aumentare la temperatura delle superfici vicine. Questo fenomeno comporta rischi di ustioni per contatto e di innalzamento della temperatura ambientale, che si ripercuote sullo stato fisico del lavoratore. Se l'innalzamento delle temperature è tale da superare il punto di infiammabilità di sostanze eventualmente presenti in atmosfera o nelle vicinanze della fonte di calore, si possono verificare incendi e/o esplosioni.

### **Inquinamento elettromagnetico**

Il passaggio di corrente provoca la formazione di campi elettromagnetici. I danni derivanti da esposizione a tali campi sono oggetto di forte dibattito nella comunità scientifica internazionale, soprattutto per gli effetti cronici. Si nutrono comunque forti sospetti per quanto riguarda l'esposizione a campi elettromagnetici con frequenze di 50 Hz, che sono tipicamente emesse dai conduttori di corrente elettrica.

### **Esposizione a Policlorobifenili**

I policlorobifenili sono stati, in passato, ampiamente utilizzati come additivi degli oli diatermici nei grandi trasformatori; essi sono classificati come sostanze tossiche e sospette cancerogene. L'esposizione a tali oli è prevedibile solo per quei lavoratori addetti alla manutenzione dei trasformatori, o in caso di incidente che comporti la fuoriuscita di olio diatermico dagli stessi.

## **LA PREVENZIONE**

Nell'industria metalmeccanica, l'uso dell'energia elettrica è, come in tutte le industrie, di fondamentale importanza, e quindi è presente in ogni reparto. L'obiettivo principale della prevenzione è l'eliminazione del rischio. Pertanto, laddove possibile, è auspicabile la sostituzione di utensili elettrici con altri funzionanti ad aria compressa.

Chiaramente, per le lavorazioni dove viene richiesta una forza meccanica superiore a quella che l'aria compressa è in grado di fornire, l'uso dell'energia elettrica è d'obbligo, quindi si dovrà ricorrere a impianti sicuri, progettati ed installati da personale altamente qualificato. Tali impianti dovranno avere opportuni isolamenti e sistemi di protezione attiva (interruttore differenziale, magnetotermico, ecc.); inoltre, ove esistono lavorazioni che comportano la presenza di solventi e/o polveri, gli impianti elettrici dovranno avere caratteristiche antideflagranti. Dovrà essere svolto un programma di verifica e manutenzione periodica (verifica delle condizioni di degrado delle condutture e contatti elettrici, ecc.).

L'organizzazione del lavoro, il posizionamento delle macchine, dei passaggi, ecc., dovrà essere tale da evitare che cavi, condutture, quadri, ecc., possano essere danneggiati involontariamente e inconsapevolmente dal passaggio di carrelli o dalle lavorazioni in corso.

Oltre agli interventi tecnici, è indispensabile un'opera capillare di educazione che porti ai lavoratori informazioni e conoscenze necessarie a evitare imprudenze nell'uso degli strumenti elettrici. In sintesi, le misure per la prevenzione del rischio elettrico consistono in:

- Sostituzione degli strumenti elettrici con altri ad aria compressa.
- Impianti sicuri.
- Impianti elettrici antideflagranti.
- Isolamenti e sistemi di protezione attiva.
- Verifica e manutenzione degli impianti.
- Organizzazione del lavoro.
- Formazione degli addetti.

Con riferimento al rischio elettrico, l'uso di dispositivi di protezione individuali è da considerarsi poco praticabile, in quanto non esistono dispositivi idonei, se non per lavoratori specificatamente dedicati (es. manutentori di linee elettriche).

## RISCHIO ESPLOSIONE

### INTRODUZIONE

Con il termine esplosione, si intende un evento durante il quale si ha una espansione violenta di un gas o miscela di essi, ma anche la proiezione centrifuga di frammenti da un corpo solido che, per ragioni meccaniche, perde la propria integrità.

Nel caso di un corpo solido, si parla di esplosione quando, ad esempio, il disco di una mola durante la rotazione cede ed i suoi frammenti, accelerati dal moto rotatorio, vengono proiettati dal centro verso l'esterno; oppure quando un corpo solido frangibile viene scagliato violentemente contro una superficie solida, con conseguente esplosione e proiezione dei frammenti verso l'esterno del centro di impatto.

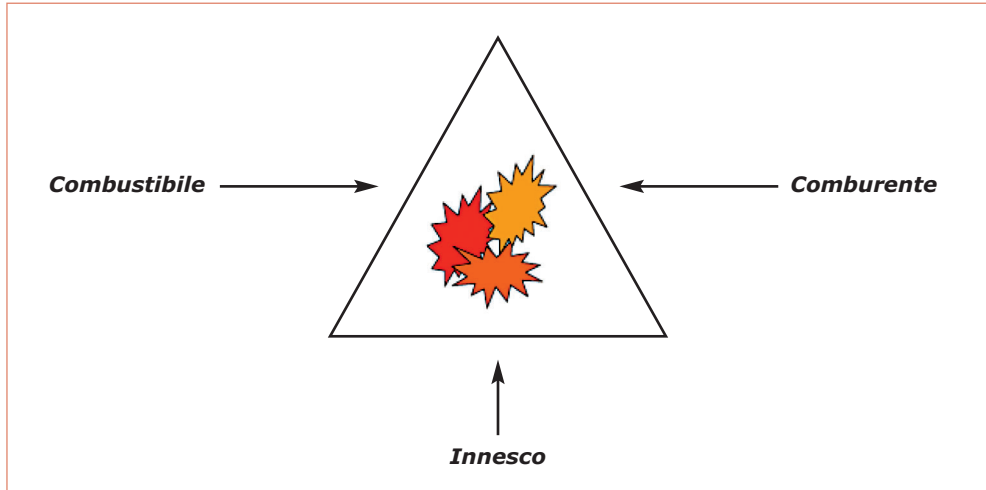
Nel caso di gas e/o miscele di essi, per esplosione si intende l'espansione violenta degli stessi, dovuta a una rapida reazione esotermica tra un combustibile e un comburente, con conseguente formazione di onda d'urto.

### IL RISCHIO

Perché un'esplosione abbia origine, deve esserci la contemporanea presenza di un **combustibile** (gas e/o miscela di essi, combustibile liquido in grado di produrre vapori, polveri con caratteristiche incendiarie), di un **comburente** (ossigeno contenuto nell'aria o puro) e di una fonte di **innesco** che può essere rappresentata da una scintilla, una fiamma libera o



una superficie calda che abbia superato la temperatura di infiammabilità del combustibile presente.



La cabina di verniciatura, ad esempio, è un ambiente ad alto rischio di esplosione, in quanto si è in presenza di vapori infiammabili (solventi), di comburente (aria) e di possibili inneschi quali: impianti elettrici e utensili meccanici che possono dare luogo a scintille.

I combustibili la cui presenza è prevedibile nell'industria metalmeccanica sono:

- Gas.
- Solventi.
- Idrocarburi per trazione e/o alimentazione di generatori di calore.
- Polveri di metallo infiammabili (alluminio).
- Polveri di legno ( falegnameria).

Le fonti di innesco prevedibili sono:

- Impianti elettrici.
- Superfici surriscaldate.
- Fiamme libere.
- Energia elettrostatica.
- Scariche atmosferiche.

L'esplosione ha conseguenze distruttive per le strutture, letali e/o gravemente lesive e invalidanti per l'uomo. La causa di ciò è il calore sprigionato e l'investimento da parte di materiale e schegge proiettati sugli individui,

ovvero conseguente a proiezione, dovuta all'onda d'urto, delle persone stesse contro le strutture circostanti. Altre cause di lesione e/o morte sono l'asfissia e il soffocamento.

Abbiamo detto che uno degli elementi indispensabili è l'ossigeno; una combustione violenta richiamerà a sé gran parte (se non la totalità) dell'ossigeno circostante, sottraendo tale risorsa alla respirazione umana e causando la morte per asfissia degli individui che dovessero trovarsi molto vicino all'esplosione. Il soffocamento ha origine dall'inalazione del fumo dovuto all'incendio conseguente; il soffocamento sarà più o meno rapido a seconda delle caratteristiche tossiche dello stesso. I danni conseguenti a un'esplosione, in sintesi, possono consistere in:

- Ustioni diffuse.
- Tagli, lacerazioni, amputazioni.
- Intossicazioni per inalazione di fumi.
- Irritazione delle vie respiratorie.
- Morte per asfissia e/o soffocamento.

## LA PREVENZIONE

Il rischio di esplosione è generalmente contemplato con la dovuta attenzione in quei settori dove esso ha elevate probabilità di verificarsi, vedi depositi/distribuzione carburanti, attività con impiego di esplosivi come cave-miniere e simili, impianti chimici/petrolchimici, ecc.; tale rischio, purtroppo, tende a essere trascurato negli altri settori. Nell'industria metalmeccanica, il verificarsi di tale evento è possibile anche se con probabilità di accadimento inferiore rispetto ad altri rischi. Ciononostante, si deve tenere conto che in fasi come la verniciatura, in lavorazioni che causano il diffondersi di polveri o dove vi è la presenza di combustibili come gas o prodotti del petrolio, l'esplosione è un evento che può prodursi.

Come detto precedentemente, sono necessarie tre variabili perché si verifichi un'esplosione. Ora vediamo su quali variabili possiamo agire, al fine di prevenire questo rischio nell'ambiente metalmeccanico.

Il comburente comune a tutte le combustioni è l'aria, in quanto contiene ossigeno (21% del suo volume), pertanto è evidente che non potremmo sottrarre questo elemento dall'ambiente di lavoro. Dobbiamo quindi concentrarci sulle variabili combustibile e innesco.

Per quanto riguarda il **combustibile**, si deve evitare che questo si diffonda e soprattutto si accumuli nell'ambiente di lavoro, anche se in ambienti semiconfinati e/o aperti. Gas, solventi volatili e carburanti devono essere stoccati in contenitori idonei e in ambienti costruiti allo scopo. Questi ambienti devono avere caratteristiche di buona e costante ventilazione, devono possedere impianti atti all'allontanamento dei vapori. Oppure, i combustibili devono essere conservati in ambienti privi di aria, quali ad esempio quelli saturi di azoto; quest'ultimo caso è necessario in particolari settori, non riscontrabili nell'industria metalmeccanica. Gli impianti elettrici

di questi locali devono avere caratteristiche antideflagranti, devono cioè essere in grado di contenere eventuali scintille, impedendo che le stesse abbiano contatto con l'atmosfera esterna; qualsiasi sorgente di fiamme libere deve essere interdetta e deve essere in vigore l'assoluto divieto di fumare. Durante le lavorazioni dove si utilizzano combustibili e/o si producono polveri, devono essere presenti e tenuti costantemente in funzione impianti di aspirazione localizzata, posti nelle immediate vicinanze della fonte e in grado di allontanare verso l'esterno e/o verso impianti di filtrazione/assorbimento i gas, vapori o le polveri. Gli stessi impianti di filtrazione possono costituire un serio pericolo di esplosione; infatti accumulando tali sostanze in strutture confinate (filtri) e con la presenza di comburente in abbondanza, costituito dall'aria aspirata, possono trasformarsi in veri e propri ordigni. Sarà quindi necessaria una costante manutenzione e pulizia di questi impianti, con frequente sostituzione degli apparati filtranti.

Inoltre, il personale addetto alla manipolazione di sostanze pericolose deve essere correttamente formato e costantemente informato su qualsiasi variazione tecnologica e/o di materia prima utilizzata.

I possibili **inneschi** devono essere attentamente valutati. Gli impianti elettrici (illuminazione compresa) devono avere caratteristiche antideflagranti; le superfici che possono essere soggette a surriscaldamento devono essere separate fisicamente tramite barriere fisse o mantenute il più possibile lontano dalla zona con atmosfera pericolosa; le fiamme libere devono essere evitate. Le superfici devono essere sempre collegate a sistema di messa a terra, al fine di scaricare l'energia statica. Devono essere evitate con opportuni accorgimenti le scintille accidentali (attrezzo che cade su superficie metallica); gli indumenti dei lavoratori devono essere costituiti da tessuti antistatici.

Un innesco che si può verificare al di fuori di ogni possibilità di controllo è la scarica atmosferica. Questo è un evento di per sé distruttivo, in quanto un fulmine porta con sé una carica energetica elevatissima che, se sommata agli effetti di un'esplosione, ha conseguenze disastrose. Ma, pur non essendo un fulmine prevedibile, la tecnologia ha messo a disposizione mezzi atti a captare e deviare l'energia di una scarica atmosferica, fino a farla esaurire senza che questa porti conseguenze dannose. Le strutture possono essere protette da questi eventi tramite parafulmini e/o gabbie di Faraday, ecc.

Il personale deve disporre e utilizzare idonei D.P.I., ma questa misura si deve intendere come complementare, e non sostitutiva, a quanto illustrato precedentemente.

## RISCHIO INCENDIO

### INTRODUZIONE

Il rischio di incendio deve essere sempre valutato in ogni ambiente di lavoro, in quanto si tratta di un rischio che non può essere mai escluso a priori.

Per lo sviluppo di un incendio (reazione di combustione) sono necessarie tre condizioni: la presenza contemporanea del combustibile e del comburente e la presenza di una sorgente di calore. Venendo a mancare anche una sola di queste condizioni, la combustione non avviene e, se l'incendio è già in atto, si estingue.

In ogni ambiente di lavoro, sono sempre presenti contemporaneamente le tre condizioni sopracitate, in quanto: il comburente (ossigeno) è ovviamente presente nell'aria; tra i materiali vari in uso vi sono sempre prodotti combustibili; infine, le sorgenti di calore che possono determinare l'innesco dell'incendio sono sempre possibili (si ricorda che l'innesco di una miscela infiammabile combustibile/aria può essere determinato anche da una scintilla proveniente, ad esempio, da un guasto o un malfunzionamento dell'impianto elettrico).

Lo sviluppo di un incendio dipende, però, anche da altri fattori.

Infatti, per consentire la formazione di una miscela infiammabile con aria, il combustibile deve essere portato allo stato di vapore. La *temperatura di infiammabilità* di un combustibile è la temperatura minima alla quale il combustibile emette vapori che possono miscelarsi con l'aria.

La maggiore o minore pericolosità è quindi strettamente correlata alle caratteristiche di infiammabilità dei materiali combustibili presenti.

Inoltre, la miscela aria/combustibile può essere innescata da una sorgente di calore solamente quando le concentrazioni rientrano entro limiti specifici. Il *campo di infiammabilità* di un combustibile è l'intervallo tra i limiti inferiore e superiore della concentrazione in aria, entro i quali è possibile la combustione.

Tutti questi aspetti, così come le caratteristiche delle lavorazioni svolte e i requisiti strutturali dell'edificio occupato, costituiscono gli elementi essenziali per il processo di valutazione del rischio di incendio, unitamente agli altri rischi.

Il datore di lavoro deve poi elaborare un documento con i risultati della valutazione e le misure di prevenzione e protezione adottate (art. 28 Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i, Decreto Ministeriale del 10/3/1998).

### IL RISCHIO

#### Rischio di incendio: cause più frequenti

- Sviluppo di miscele infiammabili in ambienti con presenza di fonti d'innesco.
- Accumulo di materiali infiammabili senza specifiche precauzioni.

- Utilizzo di fiamme libere in ambienti di lavoro.
- Impianti elettrici non a norma.

Le cause più frequenti dello sviluppo di un incendio sono sempre riferibili alla presenza non controllata di materiali infiammabili, in ambienti dove sono possibili inneschi della reazione di combustione.

La diffusione negli ambienti di vapori o gas infiammabili, che può essere determinata da guasti ma, più comunemente, è dovuta alla presenza di contenitori aperti (contenitori di solventi, di vernici o altri materiali con sostanze particolarmente infiammabili), così come l'accumulo incontrollato di materiali infiammabili o combustibili, costituiscono sicuramente le cause primarie di incendi.

Questi aspetti, associati alla presenza di fiamme libere negli ambienti di lavoro, dovuta ad esempio anche all'abitudine al fumo di sigarette, determinano la costante presenza di possibili inneschi.

Anche l'impianto elettrico realizzato in modo difforme dalle norme vigenti, o mal mantenuto, può determinare l'innesco di miscele infiammabili, a causa della temperatura sviluppata da un eventuale "corto circuito", o per il surriscaldamento conseguente ad un sovraccarico.

### **Classificazione degli incendi**

Classe A: incendi di solidi.

Classe B: incendi di liquidi o solidi liquefacibili.

Classe C: incendi di gas.

Classe D: incendi di sostanze metalliche.

Classe E: incendi di materiale elettrico.

Gli incendi di classe A riguardano solidi, generalmente di natura organica, la cui combustione avviene normalmente con formazione di braci (carbone, legna, carta, tessuti, gomma, ecc.).

Sono classificati di classe B tutti gli incendi che si sviluppano da liquidi o solidi liquefacibili (solventi, alcoli, oli minerali, grassi, paraffine, ecc.).

Gli incendi di gas (idrogeno, metano, propano, acetilene, ecc.), sono classificati di classe C. Sono classificati di classe D gli incendi determinati dalla combustione di metalli quali sodio, potassio o magnesio.

## **LA PREVENZIONE**

### **Misure preventive:**

- Riduzione della probabilità di insorgenza di un incendio.
- Minimizzazione dei danni in caso d'incendio, per mezzo di:
  - Piano di emergenza.
  - Uscite di emergenza.
  - Scale protette.
  - Evacuazione di fumo e calore.
- Rapida segnalazione in caso d'incendio.

Per ridurre la probabilità di insorgenza di un incendio, si deve operare principalmente disciplinando l'impiego di materiali infiammabili, riducendo il carico d'incendio e garantendo, negli ambienti di lavoro, un maggior ordine e una costante pulizia.

Gli impianti elettrici devono essere realizzati nel rispetto della normativa ed essere mantenuti con assiduità.

I materiali utilizzati per gli arredi devono essere ininfiammabili.

Deve essere predisposta idonea segnaletica, con particolare riferimento al divieto d'uso di fiamme libere e di fumare nelle zone pericolose.

Per minimizzare i danni in caso d'incendio, si deve innanzitutto prevedere uno specifico piano di emergenza, che consideri tutti gli aspetti e le conseguenze possibili.

Il piano di emergenza non deve essere generico, bensì specificamente adattato alla realtà considerata e deve comprendere anche un piano per l'evacuazione. Il piano di evacuazione dovrà prendere in considerazione l'eventuale presenza di persone disabili. Ogni operatore deve sapere come comportarsi in caso di emergenza e gli addetti alle squadre di emergenza devono essere adeguatamente istruiti, formati e addestrati. In ogni azienda, è obbligatoria la designazione dei lavoratori addetti alle squadre di emergenza. Almeno una volta all'anno deve essere effettuata un'esercitazione che preveda una prova d'evacuazione, necessaria per mettere in pratica quanto appreso teoricamente e per mantenere viva l'attenzione. L'esercitazione pratica consentirà, inoltre, di verificare l'efficacia di quanto previsto nel piano di emergenza.

In ogni ambiente di lavoro, devono essere sempre previste una o più uscite di emergenza. Nel caso di sviluppo su più piani, devono essere realizzate scale protette.

Per limitare gli effetti negativi prodotti dal fumo e dal calore che si sprigionano durante un incendio, gli ambienti dovranno essere dotati di idonee aperture o impianti per l'evacuazione dei fumi e del calore.

Per una rapida segnalazione in caso d'incendio, deve essere predisposto un adeguato sistema di segnalazione e di allarme, che consenta un conseguente intervento immediato.

### **Misure protettive:**

- Provvedimenti atti a ridurre la probabilità di propagazione dell'incendio (contenimenti - compartimentazioni).
- Sistemi di spegnimento (idranti - estintori - sistemi automatici).

I provvedimenti mirati alla riduzione della propagazione dell'incendio sono costituiti dalla realizzazione di muri tagliafuoco, di sistemi di compartimentazione e di bacini di contenimento. La previsione, in sede di progetto dell'edificio e/o di organizzazione delle postazioni di lavoro, di adeguate distanze di sicurezza, riduce sensibilmente il rischio di propagazione.

Le misure protettive per eccellenza sono indubbiamente costituite dagli

impianti e dalle attrezzature per lo spegnimento degli incendi (idranti, estintori, sistemi automatici).

Di seguito, vengono indicate le modalità di estinzione degli incendi e le caratteristiche dei principali agenti estinguenti.

### **Modalità di estinzione degli incendi:**

Azione meccanica.

- Soffocamento.
- Raffreddamento.
- Catalisi negativa.

Per spegnere gli incendi, si agisce su una o più delle tre condizioni indispensabili per lo sviluppo della reazione di combustione (combustibile, comburente, temperatura).

In particolare, si può intervenire con un'azione meccanica, che consiste nel sottrarre all'incendio il combustibile che lo alimenta, oppure per soffocamento, separando fisicamente il combustibile e il comburente. In questo secondo caso, l'azione può consistere, più semplicemente, nella riduzione della concentrazione dell'ossigeno al di sotto del limite che ne determina la combustione.

Quando, invece, si attua un intervento di raffreddamento, si agisce sulla temperatura del combustibile, per portarla al di sotto della temperatura di infiammabilità.

Esiste, infine, un'azione detta di "catalisi negativa", che si realizza quando l'estinguente agisce a livello molecolare, inibendo la reazione a catena della combustione.

### **Principali agenti estinguenti:**

- Acqua.
- Schiuma.
- Anidride carbonica.
- Polveri.
- Idrocarburi alogenati.

L'acqua è la più comune delle sostanze usate come agenti estinguenti e agisce, oltre che per raffreddamento (azione principale), anche per soffocamento, in quanto crea uno strato di separazione tra il combustibile e l'aria, e per azione meccanica, poiché è possibile allontanare il combustibile agendo con il getto dell'idrante.

L'acqua è generalmente utilizzata per l'estinzione degli incendi di classe A (solidi). Deve essere assolutamente vietato l'uso di idranti in presenza di apparecchiature elettriche sotto tensione, o in caso di incendi di classe D in quanto i metalli, responsabili di questa tipologia di incendi, reagiscono violentemente con l'acqua.

Gli estintori a schiuma presentano una maggiore efficacia nella fase di soffocamento, ma sono meno efficienti nell'azione di raffreddamento. Questo

sistema di spegnimento agisce solo marginalmente con un'azione di tipo meccanico.

La schiuma viene generalmente utilizzata per l'estinzione degli incendi di classe B. Le controindicazioni all'uso di estintori a schiuma sono le medesime per l'uso dell'acqua.

L'anidride carbonica ha la proprietà di rendere l'aria inadatta ad alimentare la combustione, in quanto riduce la concentrazione di ossigeno. L'azione principale è quindi rappresentata dal soffocamento. Negli estintori, l'anidride carbonica è contenuta allo stato liquido a pressione elevata. Quando si apre l'ugello, la repentina espansione (da una pressione elevata alla pressione atmosferica) determina l'immediato passaggio dallo stato liquido a quello gassoso, con conseguente elevato raffreddamento. Per questo motivo, l'anidride carbonica presenta anche un'efficace azione di raffreddamento.

L'anidride carbonica è efficace per l'estinzione di incendi di classe C o incendi che coinvolgono apparecchiature elettriche sotto tensione (classe E). In opportune condizioni, ad esempio in ambienti chiusi, può essere utilizzata anche per l'estinzione di incendi di classe A e B.

Le polveri utilizzate quale agente estinguente sono costituite, in genere, da miscele di sali inerti, che generano anidride carbonica in presenza di temperature elevate.

L'azione principale consiste, anche in questo caso, nel soffocamento, che si determina per la creazione di un efficace e persistente strato di separazione tra il combustibile e l'aria. La formazione di anidride carbonica, che avviene per assorbimento del calore, e l'effetto stesso dell'anidride carbonica generata, garantiscono inoltre una buona efficacia anche per il raffreddamento del combustibile. Le polveri sono indicate per tutti i tipi di incendio, compresi quelli di origine elettrica.

Gli idrocarburi alogenati esercitano un'azione di catalisi negativa, che determina il blocco della reazione a catena che si verifica durante la combustione. Attualmente, alcuni di questi prodotti sono vietati, in quanto considerati corresponsabili della formazione del buco nell'ozono atmosferico. Gli idrocarburi alogenati sono efficaci per quasi tutti i tipi di incendio, con esclusione di quelli di classe D.

## RUMORE

### INTRODUZIONE

Il suono è un fenomeno fisico che scaturisce dalla formazione di onde nell'aria. Tali onde possono essere originate con strumenti in modo armonioso, a formare una composizione musicale, o in modo disordinato, a formare un insieme di suoni scoordinati.

L'udibilità di un suono varia in funzione dell'intensità di emissione e della



distanza che ci separa dalla sua fonte. Inoltre, il suono può essere emesso a frequenze diverse, delle quali non tutte sono udibili dall'orecchio umano. L'unità di misura della pressione sonora è il *Decibel* (dB).

Abbiamo fin qui parlato di suono e abbiamo detto che esso può essere emesso come un insieme armonioso di suoni la cui percezione è normalmente gradita, quindi il suono di una orchestra o lo scrosciare di un torrente di montagna, anche se di intensità elevata, possono essere graditi dalla persona che li percepisce.

L'insieme casuale e confuso di suoni o un suono a determinate frequenze (quale il suono emesso da un gessetto fatto stridere su una lavagna), può essere invece non gradito ed essere fonte di molestia e disturbo, anche se l'intensità di emissione è bassa. In questo ultimo caso, la definizione comune di questo suono è "RUMORE".

Possiamo quindi dire che il rumore è un suono, o un insieme di suoni, che risulta non gradito.

Nella tabella seguente, si riportano le intensità di pressione sonora tipiche di alcune comuni fonti di rumore:

Fonte	Pressione (dB)
Aereo in decollo	130
Ribattitura con martello pneumatico all'interno di un serbatoio di acciaio	130
<b>Soglia del dolore</b>	
Martello pneumatico	120
Martellatura su un grande pezzo	120
Tromba di un'automobile	110
Molatura su un grande pezzo	110
<b>Limite di sopportabilità</b>	
Motociclo in accelerazione	90 - 100
Smerigliatura/Tranciatura di lamiera di acciaio	90 - 100
Aspirapolvere	70 - 80
Rumore diffuso, generalmente, nell'industria metalmeccanica	70 - 80
Conversazione, ambiente di ufficio	60 - 70
Abitazione su strada affollata	50 - 60
Biblioteca (ambiente silenzioso)	30 - 40

L'esposizione a una pressione sonora - gradita o meno - può comunque comportare rischio per la salute umana, inteso come potenziale insorgenza di patologie nell'organismo umano, ma anche come fonte di rischio per la sicurezza del lavoratore.

Nel comparto metalmeccanico, il rumore è spesso presente in modo generalizzato; in alcune fasi, esso è presente con intensità molto elevata. Nelle lavorazioni di allestimento, assemblaggio e rifinitura, si hanno operazioni che prevedono momenti di attrito tra il pezzo in lavorazione e

l'utensile, vedi ad esempio la molatura, la martellatura, la punzonatura, la piallatura, ecc. Inoltre, alcune attrezzature complementari, quali la pistola ad aria compressa o la sparachiodi per le casse di spedizione, possono essere molto rumorose.

È spesso presente anche un'esposizione impropria al rumore, che può essere dovuta a:

- Carente manutenzione degli organi meccanici in movimento delle macchine utensili.
- Disposizione e organizzazione di macchine e postazioni lavoro, che fanno sì che alcuni lavoratori siano esposti al rumore provocato da altri.
- Caratteristiche strutturali dell'edificio, che possono provocare riverberi e/o amplificazione del suono.

Si può quindi dire che il lavoratore dell'industria metalmeccanica è quasi costantemente esposto a pressione sonora più o meno intensa, a seconda della mansione svolta.

## IL RISCHIO

All'esposizione al rumore, sono connesse patologie dell'apparato uditivo che vanno da manifestazioni di tipo acuto, quali l'abbassamento temporaneo di soglia (ATS)<sup>9</sup>, a patologie di tipo cronico, con tendenza al peggioramento in funzione del tempo di esposizione:

- Ipoacusia<sup>10</sup>.
- Disturbi cardiocircolatori.
- Disturbi neurologici e del comportamento.
- Inoltre, si possono identificare i seguenti rischi collegati all'esposizione al rumore:
  - Riduzione del potenziale produttivo dell'individuo e della qualità del lavoro.
  - Aumento degli errori.
  - Riduzione della concentrazione e del livello di attenzione.
  - Difficoltà di comunicazione tra gli individui.
  - Difficoltà a recepire gli errori.
  - Aumento del rischio di infortunio.

**9** È la riduzione della capacità uditiva che può manifestarsi sia mono- che bilateralmente. È dovuta all'esposizione, per breve tempo, del soggetto, a forti pressioni sonore, ed è generalmente reversibile dopo un adeguato riposo acustico.

**10** È la riduzione irreversibile della capacità uditiva, dovuta alla costante esposizione al rumore e può progressivamente aggravarsi, fino alla sordità completa. Il danno è irreversibile, in quanto è dovuto alla progressiva distruzione delle cellule nervose deputate alla ricezione di suoni. I primi segnali di ipoacusia sono la perdita della capacità di udire certe frequenze, inizialmente le più alte (trillo del telefono). Il danno si estende progressivamente nel tempo alle altre frequenze, determinando la perdita della percezione delle parole (range di frequenza 500 - 2000 Hz).

Stimoli uditivi non connessi direttamente alla propria attività, riducono la capacità di concentrazione e il livello di attenzione; questo, unito alle difficoltà di comunicazione tra lavoratori, può risultare negativo anche dal punto di vista della sicurezza. Infatti, un soggetto sottoposto a molteplici stimoli uditivi possiede una minore capacità discriminativa, cosicché anche una segnalazione di allarme o un rumore dovuto a un pericolo, non vengono percepiti in quanto tale; quindi, anche l'istinto di autoprotezione e quello di salvaguardia della propria incolumità possono risultare ridotti.

### **LA PREVENZIONE**

In un'azienda metalmeccanica, il problema dell'esposizione a rumore non è sempre risolvibile completamente, a causa della natura delle lavorazioni. Ci si può, comunque, porre l'obiettivo di ridurre l'esposizione e soprattutto l'esposizione impropria, tramite l'adozione di una serie di misure preventive che agiscano sulla fonte rumorosa e sull'organizzazione di lavoro. Molte di queste azioni possono essere anche di piccola entità e di basso costo.

- Disposizione congrua delle postazioni di lavoro.
- Manutenzione periodica di tutti gli organi meccanici in movimento.
- Apposizione di pannelli fonoassorbenti sul soffitto e/o sulle pareti, in prossimità delle lavorazioni rumorose.
- Segregazione in ambienti protetti delle lavorazioni particolarmente rumorose (camere silenziose, pannelli fonoassorbenti, ecc.).
- Segregazione delle macchine o delle parti rumorose.
- Limitazione, laddove possibile, delle lavorazioni rumorose.
- Dotazione di silenziatori sulle valvole di aria compressa.
- Acquisto di macchine e/o attrezzature più silenziose.

L'elenco di cui sopra è puramente indicativo e non esaustivo.

Alle misure preventive, va aggiunta l'adozione di specifici Dispositivi di Protezione Individuale, il cui utilizzo deve essere complementare e non alternativo a quanto indicato in precedenza.

Da non dimenticare che il Titolo VII capo II del Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i. stabilisce, per il Datore di Lavoro, l'obbligo di valutazione del rischio di esposizione a rumore e dell'adozione di un programma di sorveglianza sanitaria periodica, svolta dal Medico Competente, del personale esposto a livelli di rumore superiori agli 80 dB.

## VIBRAZIONI

### INTRODUZIONE

Le vibrazioni sono sollecitazioni fisiche trasmesse per via meccanica al corpo. Possono interessare solo la zona mano-braccio - è il caso degli utensili manuali (martelli pneumatici, molatrici manuali, ecc.) - oppure tutto il corpo, come nel caso di macchine operatrici con stazionamento dell'operatore sulla macchina stessa (escavatori, pale meccaniche, grandi torni verticali con postazione uomo ecc.) o le macchine per la movimentazione dei carichi (muletto, carroponete, ecc.).

### IL RISCHIO

Le vibrazioni si possono sviluppare in diverse direzioni nello spazio, e trasmettersi al corpo su diversi assi interessando solo alcune zone anatomiche (mano-braccio) oppure la totalità del corpo. Le vibrazioni hanno comportamenti e conseguenze sull'organismo umano diverse in base alla loro frequenza.

Le vibrazioni caratteristiche degli ambienti di lavoro hanno frequenze comprese tra i **2** e gli **80 Hz**. Le più basse hanno capacità di trasmissione sull'intero corpo, con effetti sul sistema neurovegetativo (vertigini, problemi di stabilità, nausea, ecc, tipico a 2 Hz è il "mal di mare") e sul sistema muscoloscheletrico, in particolare nelle zone del bacino, della colonna vertebrale, con sofferenza degli organi della cavità addominale. Salendo di frequenza, si ha un effetto più localizzato sul punto di contatto fonte-zona anatomica, con conseguenti infiammazioni del sistema neuro-muscoloscheletrico (mioflogosi, artrosi, ecc.); in particolare, utensili impugnati a mano producono effetti localizzati che comportano la riduzione del flusso sanguigno con comparsa di formicolii, riduzione di sensibilità, mobilità e forza delle dita. I danni correlati possono essere irreversibili.

Agli effetti delle vibrazioni a bassa frequenza sopra elencati, se ne possono aggiungere altri:

- Perturbazione dell'equilibrio psicologico.
- Aumento della frequenza cardiaca.
- Aumento della frequenza respiratoria.

In genere, laddove sono presenti vibrazioni, è presente anche rumore; è necessario, perciò, tenere presente che il lavoratore esposto a vibrazioni somma i danni derivanti da queste ai danni derivati dall'esposizione al rumore. Inoltre, per il lavoratore esposto a vibrazioni, come nel caso del rumore, possiamo identificare i seguenti rischi aggiuntivi:

- Riduzione del potenziale produttivo dell'individuo e della qualità del lavoro.

- Aumento degli errori.
- Difficoltà di comunicazione tra gli individui (se è presente anche il rumore).
- Riduzione della concentrazione e del livello di attenzione.
- Aumento del rischio di infortunio.

### LA PREVENZIONE

Come per il rumore, l'isolamento delle fonti e l'interruzione della trasmissione di vibrazioni nei punti di insorgenza costituiscono un ottimo sistema di prevenzione. L'isolamento delle macchine vibranti può essere ottenuto tramite intercapedini, piedistalli a molle o collocazione su superfici assorbenti, ecc.. Inoltre, è importante la buona manutenzione dei macchinari: corretta centratura delle varie parti, immediata sostituzione di componenti di macchine usurati e/o rotti, ecc.

Per quanto riguarda gli strumenti di lavoro manuali, la soluzione migliore è la loro sostituzione con utensili di ultima generazione, generalmente dotati di sistemi ergonomici per la riduzione delle vibrazioni alla fonte; a volte, tale soluzione può risultare onerosa. Sarà, quindi, necessario affiancare a un programma di sostituzione graduale la verifica delle condizioni di tali strumenti e operare interventi migliorativi, ad esempio correggendo lo sbilanciamento del disco abrasivo sulla mola, ecc.

In alcuni casi, è inoltre possibile utilizzare DPI (guanti con opportuna imbottitura), per isolare parzialmente la mano dalle vibrazioni. Occorre, però, fare attenzione a che il DPI consenta di mantenere una buona presa; in caso contrario, a fronte di una riduzione del rischio da vibrazioni, si potrebbe avere un aumento del rischio di infortunio.

Nel caso di macchine con stazionamento a bordo dell'operatore, è necessario che le stesse siano dotate di accorgimenti atti a smorzare le vibrazioni verso l'operatore; queste possono essere costituite da semplici imbottiture del sedile (in resine poliuretatiche, polietilene espanso, neoprene, ecc.), fino a sistemi più sofisticati di compensazione meccanica e/o elettronica. La scelta del sistema più idoneo va, chiaramente, fatta in funzione dell'intensità delle vibrazioni prodotte.

Riassumendo, le misure antivibrazioni possono consistere in:

- Acquisto di utensili manuali dotati di sistemi antireattivi.
- Adozione di sistemi di lavoro ergonomici che riducano al minimo la forza da applicare all'utensile.
- Verifica dello stato di vetustà degli utensili già in possesso.
- Interventi di manutenzione e/o modifica sulle macchine possedute.
- Sistemi di assorbimento montati su postazioni di lavoro fisse.
- Sistemi ergonomici montati sui mezzi per la movimentazione dei carichi.
- Sistemi di smorzamento e/o assorbimento delle vibrazioni trasmesse (macchine semoventi con operatore a bordo).
- Uso di idonei D.P.I

Dovrà essere, inoltre, adottata un'organizzazione di lavoro che preveda frequenti pause e rotazione di più lavoratori sulle lavorazioni che comportano esposizione a vibrazioni.

## DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE

I Dispositivi di Protezione Individuale, indicati con l'acronimo D.P.I., hanno la funzione di proteggere il lavoratore da uno o più *rischi residui*. Per rischio residuo, si intende quel margine di rischio che permane, nonostante i provvedimenti messi in atto per la sua eliminazione o riduzione alla fonte (protezione diretta delle macchine o degli impianti, miglioramento dell'organizzazione del lavoro, adozione di procedure più sicure, sostituzione di sostanze pericolose con altre che non lo sono o lo sono in misura minore, ecc.), criteri che rientrano nei dispositivi di *protezione collettiva*.

**In conclusione, se nonostante gli interventi sopracitati rimane un rischio RESIDUO, si dovrà ricorrere all'impiego dei Dispositivi di Protezione Individuale.**

A tale proposito, l'art. 75 del Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i. recita: *"i DPI devono essere impiegati quando i rischi non possono essere evitati o sufficientemente ridotti da misure tecniche di prevenzione, da mezzi di protezione collettiva, da misure, metodi o procedimenti di riorganizzazione del lavoro."*

### **Criteri di scelta dei D.P.I.**

I DPI devono essere:

- Selezionati sulla base della individuazione e valutazione dei rischi.
- Adeguati ai rischi da cui devono proteggere.
- Rispondenti alle esigenze ergonomiche e di confort.
- Compatibili con altri D.P.I., se necessita l'uso contemporaneo.
- Scelti e aggiornati dopo una valutazione di quanto esiste sul mercato.
- Scelti coinvolgendo i lavoratori e i loro rappresentanti.

La scelta dei D.P.I. deve essere eseguita solo dopo una attenta analisi del rischio e si deve tenere conto che l'uso di tali mezzi da parte del lavoratore deve essere semplice e non deve rappresentare fonte di disagio e/o di pericolo.

### **Classificazione dei D.P.I. in conformità al Decreto Legislativo 475/92 e s.m.i.**

#### **Prima categoria**

D.P.I. di progettazione semplice, destinati a salvaguardare la persona da rischi minori, che determinano danni di lieve entità e facilmente reversibili, come ad esempio:

- D.P.I. destinati a salvaguardare da situazioni lesive con effetti superficiali da strumenti meccanici.

- D.P.I. destinati a salvaguardare da lesioni reversibili rapidamente, dovute al contatto con prodotti per la pulizia, all'esposizione ad agenti atmosferici, oppure al contatto con oggetti caldi (temperature non superiori a 50 °C).

### **Terza categoria**

D.P.I. di progettazione complessa, destinati a salvaguardare da morte o da lesioni gravi e/o permanenti, come ad esempio:

- Apparecchi di protezione respiratoria contro aerosol, gas irritanti, pericolosi, tossici o radiotossici.
- Dispositivi che proteggono contro le aggressioni chimiche o contro le radiazioni.
- Dispositivi destinati a salvaguardare l'operatore contro le cadute dall'alto.

### **Seconda categoria**

Tutti i dispositivi non rientranti nelle precedenti categorie, tra i quali:

- Dispositivi di protezione dell'udito.
- Scarpe o gambali.
- Guanti speciali.

Le caratteristiche che devono possedere i D.P.I sono indicate nell'allegato II del Decreto Legislativo 475/92, mentre i criteri di valutazione delle necessità d'uso, individuazione, e gli obblighi di fornitura e di informazione e formazione del personale sono indicati dal titolo III capo II del Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i.

Si deve tenere presente che, oltre a essere classificati in categorie che corrispondono ai diversi livelli di rischio, tutti i D.P.I. sono soggetti a certificazione o dichiarazione di conformità e devono essere provvisti di *marcatura CE*.

Nella scelta dei D.P.I., si segue normalmente il seguente percorso logico:

- 1) Individuazione dei D.P.I. necessari.
- 2) Indagine sulle disponibilità di mercato.
- 3) Confronto e sperimentazione di modelli diversi, in collaborazione con lavoratori, RLS e Medico Competente.
- 4) Verifica della presenza delle necessarie certificazioni.
- 5) Adozione dei D.P.I selezionati.
- 6) Verifica periodica di efficienza o per possibili sostituzioni.

Quando l'operatore è costretto ad utilizzare più D.P.I. contemporaneamente, sarà opportuno verificare l'esistenza di dispositivi multifunzione. Nel disporre il rispetto dell'ergonomia e del confort per il lavoratore, il Decreto Legislativo 81/2008 sottintende una scelta individualizzata, rispettosa cioè delle caratteristiche fisiche e anatomiche del lavoratore. Se un paio di scarpe causa dolore, questo è destinato a non essere indossato.

La consegna dei D.P.I. ai lavoratori deve essere:

- Individuale.
- Formalizzata.
- Corredata di informazioni (modalità d'uso, conservazione, manutenzione, obbligo d'uso).
- Ripetuta in caso di scadenza o usura del dispositivo.

Quando è definito l'uso di un D.P.I., è opportuno che questo venga distribuito in modo tale da assicurare in ogni momento la disponibilità del mezzo necessario, prevedendo un sistema di registrazione di quanto consegnato, della data di consegna e dell'eventuale scadenza. Il materiale consegnato deve sempre essere corredato di istruzioni per l'uso, per la corretta manutenzione e le modalità di sostituzione (usura, scadenza, guasto). Il lavoratore, oltre ad avere l'obbligo di utilizzo e conservazione, deve essere messo in grado di assolvere tale compito disponendo di mezzi per la pulizia e luoghi adeguati per la conservazione dei D.P.I.

#### **Informazione - Formazione - Addestramento all'uso del D.P.I.**

- Informazione preliminare sui rischi per i quali sono adottati i D.P.I.
- Istruzioni sulle loro funzioni di protezione.
- Istruzioni sul loro utilizzo.
- Addestramento pratico sull'utilizzo del D.P.I. (sempre consigliato, ma obbligatorio per i dispositivi di terza categoria e gli ottoprotettori).

L'informazione, la formazione e l'addestramento sono elementi strategici per assicurare l'uso, non solo corretto, ma anche abituale dei dispositivi. È, infatti, dimostrato che maggiore è il grado di consapevolezza degli operatori in merito al rischio e alle corrette modalità d'uso dei D.P.I., minori sono i danni dovuti al loro mancato utilizzo. In particolare, l'addestramento pratico permette di prendere "confidenza" col dispositivo e facilita l'identificazione e la soluzione di difficoltà soggettive o tecniche.

#### **Esempi di D.P.I. usati nell'industria metalmeccanica**

- Guanti per la movimentazione o per la manipolazione di oggetti taglienti, acuminati, lubrificati, caldi.
- Guanti per la lavorazione con sostanze chimiche.
- Occhiali e visiere per la protezione da schegge, proiezioni incandescenti, schizzi di sostanze diverse, che non possono essere altrimenti trattentate da sistemi di protezioni collettive.
- Dispositivi di protezione per le vie respiratorie, in presenza di polveri, fumi, aerosol o vapori, che possono non essere sufficientemente trattentati da impianti di captazione.
- Scarpe con puntale, da impiegare durante le attività di magazzino, e quando è possibile lo schiacciamento, conseguente a caduta di materiali.



- Scarpe con puntale e suola rinforzati, contro la presenza al suolo di materiali acuminati.
- Scarpe isolanti contro l'elettrocuzione.
- Calzature resistenti agli acidi (es. durante operazioni galvaniche).
- Indumenti di protezione dagli agenti atmosferici (autisti di muletti, addetti alla manutenzione esterna).
- Indumenti ignifughi (es. saldatura).
- Otoprotettori (cuffie, tappi, caschi).
- Caschi di protezione contro la caduta di oggetti dall'alto, o per operare in luoghi angusti in cui possono essere presenti sporgenze all'altezza del capo.

Nell'industria metalmeccanica, l'uso dei D.P.I è necessario in quasi tutte le lavorazioni; i principali sono sicuramente quelli che proteggono dal contatto diretto con il metallo, dalla proiezione di schegge, dalle polveri e dal rumore, oltre a quelli specifici per lavorazioni che prevedono l'uso di sostanze chimiche, come il decapaggio e i trattamenti galvanici.

La scelta dei D.P.I. appropriati è conseguente a un'attenta analisi delle fasi di lavorazione e dei rischi caratteristici. Laddove, ad esempio, si movimentano manualmente lastre o componenti metallici, le parti corporee maggiormente interessate saranno le mani, che andranno protette dal rischio di taglio e abrasione, tramite guanti resistenti al taglio. Se i materiali sono stati trattati con oli lubrificanti o altre sostanze, andranno scelti guanti protettivi specifici contro gli agenti chimici.

Sono ormai da tempo disponibili sul mercato dispositivi di protezione multipli, che consentono al lavoratore di non dover scegliere alternativamente l'uso di un dispositivo o di un altro. Ad esempio, esistono caschi dotati di cuffia antirumore o di schermi facciali, guanti resistenti agli acidi e anti-taglio, scarpe antinfortunistiche resistenti agli acidi, occhiali sia paraschegge, sia contro le radiazioni emesse durante la saldatura.