Cofinanziato da
Erasmus + Programma
dell'Unione Europea

Training Handbook

Sviluppo del curriculum di formazione su salute, sicurezza e ambiente per Joining Technologies

11/20/2018

Cofinanziato da
Erasmus + Programma
dell'Unione Europea

Sviluppo del curriculum di formazione su salute, sicurezza e ambiente per Joining Technologies

KA2 - Cooperazione per l'innovazione e lo scambio di buone pratiche

2016-1-BE02-KA202-017322

Intellectual Output 2 – Materiali didattici

http://www.hse-joining.eu

Questo progetto è stato finanziato con il sostegno della Commissione Europea. La presente comunicazione riflette esclusivamente il punto di vista dell'autore e la Commissione non può essere ritenuta responsabile di eventuali usi fatti delle informazioni ivi contenute.

Premessa

HSE-Joining: Il progetto denominato "Sviluppo del curriculum di formazione su salute, sicurezza e ambiente per Joining Technologies" è stato organizzato da ERASMUS+ e messo in pratica nel periodo compreso tra dicembre 2016 e novembre 2018.

Il progetto viene condotto da un consorzio composto da sei partner di quattro paesi europei. Tutti i partner hanno competenze tecniche adeguate a raggiungere gli obiettivi del progetto e una vasta esperienza di partecipazione e gestione di progetti nazionali ed europei.

Da un punto di vista generale, il progetto di HSE Joining intende offrire alle organizzazioni di erogatori di IFP un curriculum di formazione per la gestione di ambiente, salute e sicurezza nelle aziende manifatturiere, tenendo conto dei rischi per il personale sul posto di lavoro (fumi, radiazioni, rumore, vibrazioni), fattori dall'elevato rischio potenziale per la salute e la sicurezza dei saldatori e anche dal notevole impatto sull'ambiente.

Indice

Intellectual Output 2 – Materiali didattici 1

Premessa 2

Indice 3

Panoramica generale 6

Modulo 1 - Salute, sicurezza e ambiente nella saldatura 7

1. Fumi 7
    1.1 Individuazione dei rischi 7
    1.2 Organizzare un posto di lavoro sicuro 9
    1.3 Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura 14
    1.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali 19
2. Rischi collegati all'elettricità 20
    2.1. Individuazione dei rischi 20
    2.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro 22
    2.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura 24
    2.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali: 27
    3. Campi elettromagnetici 29
    3.1. Individuazione dei rischi: 29
    3.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro 30
    3.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura 33
    3.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali 34
4 Rischi di taglio 34
    4.1 Individuazione dei rischi 34
    4.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro 35
    4.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura 36
    4.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali 37
5 Materiali roventi e schizzi 37
    5.1. Individuazione dei rischi 37
    5.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro 38

5.6. Dispositivi di protezione individuale 39
5.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali 40
6. Radiazioni emesse dall'arco 41
6.1. Individuazione dei rischi 41
6.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro 45
6.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura 46
6.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali 47
7. Rumore 48
7.1. Individuazione dei rischi 49
7.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro 49
7.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura 50
7.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali 50
8. Vibrazione 51
8.1 Identificazione dei rischi 51
8.1. Organizzare un posto di lavoro sicuro 53
8.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura 55
8.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali 56
9 Movimentazione delle bombole di gas 56
9.1. Individuazione dei rischi 56
9.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro 57
9.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura 58
9.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali 64
10. Saldatura in spazi ristretti 65
10.1 Individuazione dei rischi 66
10.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro 70
10.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura 72
10.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali 76
11. Ergonomia 76
11.1. Individuazione dei rischi 76
11.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro: 77
11.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura 80
11.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali 80
12. Decapaggio dell'acciaio inossidabile 82
12.1. Individuazione dei rischi 82

12.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro 85
12.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura 85
12.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali 87
13. Gestione dei rifiuti 87
13.1. Individuazione dei rischi 88
13.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro 90
13.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura 91
13.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali 93
14. Stoccaggio del materiale 93
14.1. Individuazione dei rischi 93
14.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro 93
14.3. Uso e manutenzione corretti del materiale stoccato 96
14.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali: 97
15. Brasatura e brasatura dolce 97
15.1. Individuazione dei rischi 98
15.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro 100
15.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura 100
15.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali 101
Riferimenti bibliografici 102

Panoramica generale

Il presente manuale di formazione presenta il modulo "Salute e sicurezza", suddiviso in 15 temi. I temi sono riportati in ordine di comparsa: fumi, rischi collegati all'elettricità, campi elettromagnetici, rischi di taglio, materiale rovente e schizzi, radiazioni emesse dall'arco, rumore, vibrazioni, movimentazione bombole del gas, saldatura in spazi ristretti, ergonomia, decapaggio di acciaio inossidabile, gestione dei rifiuti, stoccaggio di materiale e brasatura e brasatura dolce.

La struttura dei contenuti di ciascun tema corrisponde a: individuazione dei rischi per la salute, la sicurezza e l'ambiente; organizzazione di un posto di lavoro sicuro (per il saldatore, il gruppo, il supervisore e il controllo generale del posto di lavoro); uso e manutenzione adeguati delle attrezzature (dispositivi singoli, impianti dell'officina e dispositivi di protezione individuale); e raccomandazioni europee e regolamenti europei e nazionali.

Modulo 1 - Salute, sicurezza e ambiente nella saldatura

1. Fumi

1.1 Individuazione dei rischi

1.1.1. Salute (rischi personali)

I fumi di saldatura sono una miscela complessa di particelle metalliche. I fumi di saldatura si formano quando un metallo viene riscaldato al di sopra del suo punto di ebollizione e i suoi vapori si condensano in particelle molto fini (particelle solide). Generalmente contengono particelle dall'elettrodo e il materiale da saldare. I fumi sono considerati sostanze pericolose.

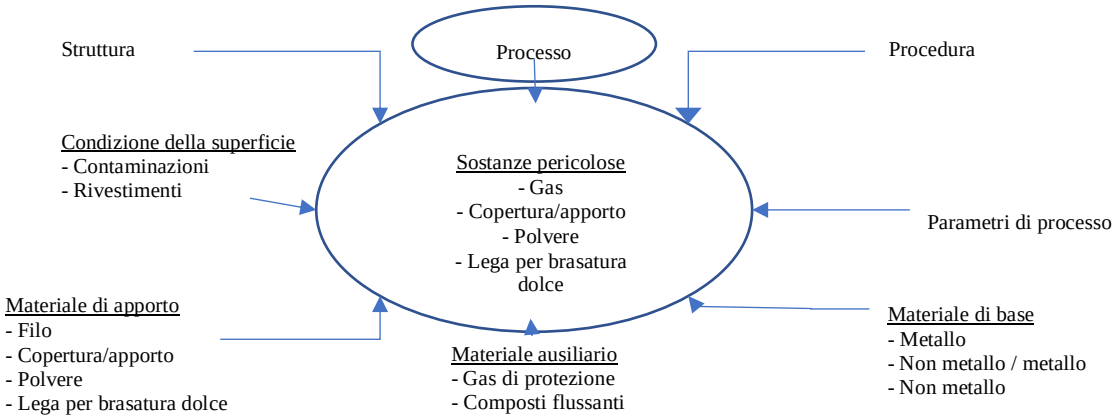


Figura 1 – Sostanze pericolose. Fonte: Doc. IIW VIII 2085-2009, estratto da BGI 593

Due tipi di effetti sulla salute:

Acuti: effetti a breve termine sul corpo (immediati o subito dopo l'esposizione);

Cronici: effetti a lungo termine sul corpo (dovuti a livelli di esposizione bassi e ripetuti).

I sintomi si sviluppano su un certo periodo di tempo.

Esempi:

Ubriachezza = effetto acuto dovuto a eccessivo consumo di alcol.

Danno a fegato e cervello = effetto cronico.

Fumo: Effetto acuto = respiro asmatico, fiato corto

Effetto cronico = cancro ai polmoni, enfisema

1.1.2. Sicurezza (rischi sul posto di lavoro)

Due tipologie principali:

- PEL: Limiti di esposizione ammissibili (esposizione fino a 8 ore al giorno, 40 ore a settimana senza sperimentare effetti avversi per la salute).
- TLV: Valori di soglia limite Limiti di esposizione consigliati. I PEL hanno la precedenza sui TLV.
- Entrambi i tipi vengono di solito espressi come concentrazione massima o massa per unità di volume (ug/m^3).

TLV e PEL sono caratterizzati da STEL - Valori di 15 minuti (Short Term Exposure Limits - Limiti di esposizione a breve termine)

Effetti tossici

- Corrosivi: Liquidi o solidi che causano una distruzione visibile o alterazioni irreversibili dei tessuti umani.

- *Esempi: Acidi, flussanti, caustici, idrossidi, ammoniaca*

- Irritante: Reazione infiammatoria di occhi, pelle o sistema respiratorio

- *Esempi: Fumo, polveri, quasi tutti i vapori chimici*

- Sensibilizzante: Può diventare sensibilizzato dopo una sola esposizione se la persona è particolarmente suscettibile. La sensibilizzazione della pelle è la forma più comune.

- *Esempi: Isocianati utilizzati in plastica e resina*

- Neurotossici: In grado di causare danni neurologici al sistema nervoso centrale (di solito dopo esposizioni a lungo termine).

- *Esempi: Solventi*

Classificazione di sostanze pericolose del particolato nella saldatura e processi affini in base alla dimensione delle particelle

Polvere inalabile
Fumi e polveri generati durante la spruzzatura termica
Fumi generati durante il taglio termico
Fumi generati durante la saldatura
Fumi generati durante la brasatura dolce e la brasatura
Particelle ultrafini (UFP)

Tabella 1 - Classificazione dei fumi conf. alla dimensione delle particelle EN 481

1.1.3. Ambiente

Ventilazione - 1° opzione I pericoli sono collegati anche allo spazio ristretto. Questa situazione implica ulteriori controlli. La presa d'aria in posizione sicura deve essere sempre controllata e documentata. In questo caso, una delle principali domande che ci si deve porre è: Si tratta di una ventilazione continua? L'esecuzione di un nuovo test dello spazio ristretto prima di accedervi è obbligatoria.	 Figura 2 - Condizioni di saldatura improprie. Fonte: www.lincolnelectric.com/en-us/support/welding-solutions/Pages/Five-potential-welding-safety-hazards.aspx?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F

1.2 Organizzare un posto di lavoro sicuro

Se il campione mostra < livello di azione

- Si può interrompere il monitoraggio

Se il campione mostra ≥ livello di azione

- Monitoraggio periodico ogni sei mesi

Se il campione mostra ≥ Livello di esposizione consentito

- Monitoraggio periodico ogni tre mesi

Se si cambia il processo è necessario un monitoraggio aggiuntivo.

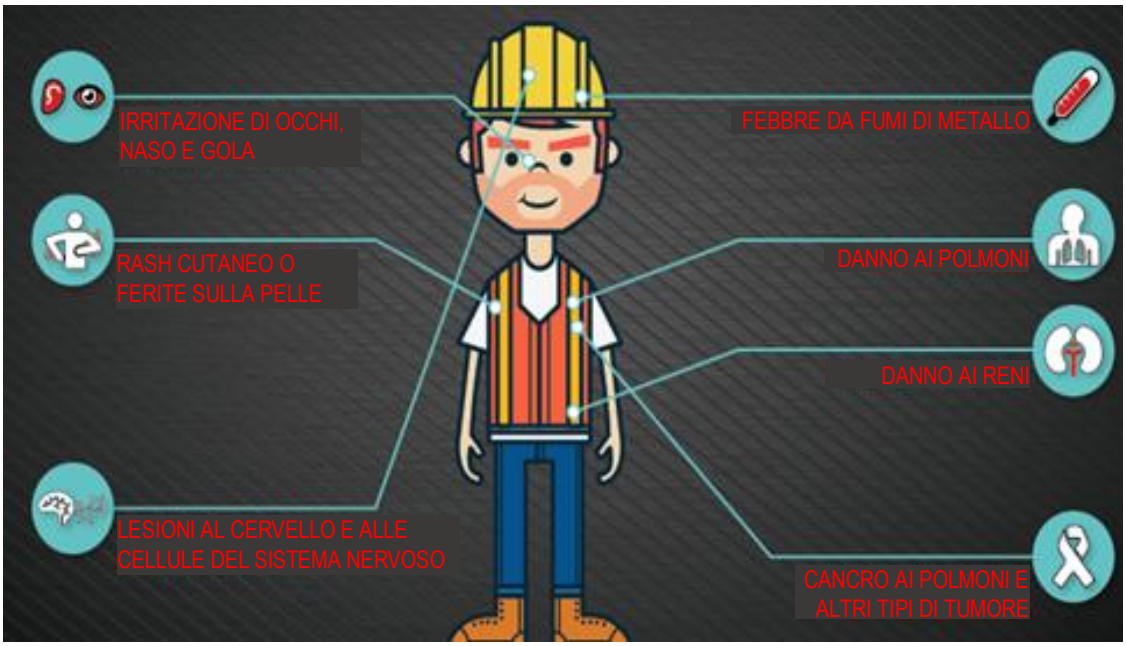


Figura 3 - Rischi per la salute derivanti da taglio al plasma e fumi di saldatura. Fonte:

www.isystemsweb.com/wp-content/uploads/2016/09/Plasma-cutting-and-Welding-fume_paper-1.pdf
https://www.isystemsweb.com/wp-content/uploads/2016/09/Plasma-cutting-and-Welding-fume_paper-1.pdf

Determinazione dell'esposizione

Fumi:

- Piccole particelle solide.
- Generate da condensazione di metalli volatilizzati allo stato gassoso.
    - Particelle MOLTO piccole (90% di dimensioni inferiori a 1 micron).
    - Non sempre visibili a occhio nudo.
- Le piccole particelle sono ALTAMENTE respirabili, quindi possono penetrare nei polmoni in profondità.
- Variano considerevolmente quanto a tossicità.
- Sorgenti
    - Materiale di consumo o di apporto
    - Metallo di base
    - Rivestimenti o trattamenti di superficie

Fattori che influiscono sulla formazione dei fumi e sull'esposizione agli stessi

- Tipo di materiale di consumo (composizione, rivestimento/tipo di flussante)
- Amperaggio (corrente)/Polarità
- Avanzamento del filo
- Tipo di materiale di apporto
- Tempo dell'arco
- Modalità di trasferimento del metallo (GMAW)
- Posizione di saldatura
- Ventilazione

Fumi di metalli

Ferro

- Solitamente costituisce la maggior parte del metallo nella saldatura in leghe ferrose
- L'esposizione prolungata può causare siderosi

Polvere/fumi di rame

- Si riscontrano in leghe non metalliche come ottone, bronzo, monel
- Può essere presente negli elettrodi, specialmente nella scriccatura ad arco

Ossido di zinco

- Sorgenti
    - Leghe contenenti zinco
    - Rivestimenti superficiali come superfici rivestite di zinco

Manganese

- In molti materiali di consumo usati per la saldatura dell'acciaio
- Associato a disturbi simili al Parkinson
- Il controllo del PEL non aggiornato rispetto al TLV (0,2 mg/m^3)

Altri metalli

- Alluminio
- Molibdeno
- Nickel
- Stagno
- Titano

Fumi metallici - Piombo

Sorgenti:

- Rivestimenti di superficie:
    - Metalli galvanizzati/galvanizzati ricotti
    - Vernici o altri rivestimenti di superficie
    - Rivestimento con lega di piombo e stagno
- Leghe:
    - Leghe al piombo con ottone/bronzo
    - Leghe per brasatura dolce
- Piombo fuso per serbatoi e recipienti

Problema in saldatura, taglio e molatura.

Effetti sulla salute

- Anemia
- Problemi gastrointestinali
- Problemi riproduttivi
- Problemi neurologici

Cromo

Percorsi di esposizione:

- Contatto con la pelle;

- Inalazione;
- Ingestione;

Forma trivalente:

- Irritante;

Forma esavalente:

- Cancro;
  - La prova deriva principalmente dalla cromatura; meno convincente per la saldatura.
- Forme solubili:
  - Perforazione del setto nasale
  - Irritazione nasale
  - Ulcerazioni nasali
  - Asma
  - Bronchite
  - Reazioni allergiche cutanee

Saldatura e Cr^{+6}

Le esposizioni possono variare notevolmente.

Generate durante la saldatura o il taglio di acciaio inossidabile o strutture metalliche rivestite con vernice cromata.

Galvanotecnica (cromatura).

Settori industriali interessati:

- Alimentare;
- Chimico;
- Fonderie;
- Fabbricanti di metallo;
- Apparecchiatura/operazioni di riparazione;
- Produttori di cisterne/autocarri;
- Navale;
- Utenze elettriche;
- Demolizione e riparazione;

Fattori che influiscono sulla formazione di Cr+6

- SMAW, MIG, FCAW. Rischio maggiore rispetto a TIG o SAW.

- Scriccatura ad arco e taglio al plasma;
- Ricarica/Riporto di materiale;
- Tempo dell'arco;
- Amperaggi elevati;
- Contenuto di cromo dei materiali di consumo e del metallo di base;
- Zona di respirazione vicina all'arco;

Figura 4 - "Foro da cromo" sul dito. Fonte: https://www.cdc.gov/niosh/topics/skin/occderm-slides/ocderm8.html

Protezione delle vie respiratorie

Richiesta quando l'esposizione supera il PEL e:

- Attendere l'installazione dei controlli attuabili della programmazione ingegneristica e delle pratiche di lavoro;
- Nei casi in cui non è possibili eseguire i controlli (es. attività di manutenzione e riparazione);
- I controlli non possono ottenere <PEL;
- L'esposizione avviene <30 giorni/anno;
- Durante le emergenze;

Conformità con norme durante l'uso dei respiratori.

Figura 5 - Uso corretto dei respiratori. Fonte: www.allsafetyproducts.com/msa-pressure-demand-supplied-air-respirators-p-22150.html

1.3 Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura

Quando non è possibile eliminare, spostare o circoscrivere il potenziale pericolo, la migliore soluzione possibile consiste nel posizionare una barriera all'area soggetta a esposizione o attivare localmente una ventilazione degli efflussi per rimuovere i fumi e/o i contaminanti dell'aria dal posto di lavoro.

Cos'altro si può fare?

- Cambiare la procedura di saldatura;
    - Mantenere la saldatura MIG o, meglio, TIG
- Usare fili/bacchette di saldatura appositamente realizzati per generare una quantità di fumi ridotta;
- Cambiare fonte di energia;
- Cambiare gas di protezione;
- Eliminazione/aspirazione dei fumi

Figura 6 - Torcia per saldatura con aspirazione fumi. Fonte: https://www.westermans.com/sifgun-fume-extraction-torch.aspx

Eliminazione / aspirazione dei fumi

Valore di vuoto basso (volume elevato)

- rimuove elevate quantità di aria a bassa velocità e a bassa pressione di vuoto;
- "Bracci" articolati, a 30-45 cm dall'arco di saldatura;
- Questi bracci in genere tirano 100-200 CM ciascuno.
- Se l'accesso al giunto impedisce l'uso di pistole o teste di aspirazione dei fumi, la soluzione migliore può essere l'impiego di un valore di vuoto basso.
- Se il pezzo saldato produce fumo dopo la saldatura a causa della presenza di oli o vernice, le pistole di aspirazione dei fumi non funzioneranno perché vengono rimosse dopo la saldatura.

Valore di vuoto basso (volume elevato)

Ventilatore portatile:

- Per aree difficili da raggiungere, scarico dei fumi;
- Set di tubi lungo 5 m con cappa per scarichi montata con magneti o set di tubi di prolunga;

- Non fornisce filtraggio;

Figura 7 - Aspiratore portatile a basso valore di vuoto. Fonte: https://uedata.amazon.com/Mobiflex-100-NF-Portable-Vacuum-Single/dp/B001TG703E

Valore di vuoto basso (volume elevato)

Unità di base - Aspiratore di fumi per saldatura mobile;

- Un sistema portatile e monouso progettato per l'aspirazione intermittente o continua e la filtrazione dei fumi di saldatura.
- Ventilatore di aspirazione interno montato a bordo progettato specificamente per le applicazioni di saldatura.
- Le particelle vengono raccolte all'interno della cartuccia, riducendo al minimo l'esposizione durante la manutenzione e lo smaltimento del filtro.

Figura 8 - Unità base a basso valore di vuoto. Fonte: https://www.lincolnelectric.com/en-gb/equipment/weld-fume-control/Pages/stationary-units.aspx

Eliminazione / aspirazione dei fumi

Valore di vuoto elevato (volume basso)

- aspira i fumi il più vicino possibile all'arco usando pistole o teste di aspirazione integrate, a circa 10-15 cm dall'arco di saldatura.
- Il fumi vengono aspirati prima che raggiungano la zona di respirazione dell'operatore;
- L'uso di pistole di aspirazione dei fumi evita di riposizionare i bracci a basso valore di vuoto;

- (solo un piccolo volume d'aria viene lavorato)

Valore di vuoto elevato (volume basso)

Aspiratore dei fumi di saldatura portatile:

- Progettato appositamente per la rimozione e la filtrazione dei fumi di saldatura;
- Può essere completamente smontato in pochi minuti per eseguire le operazioni di pulizia e manutenzione;
- Grazie alla funzione di avvio/arresto automatico, l'unità si accende e si spegne automaticamente durante la saldatura;
- Può essere utilizzato in spazi ristretti e in luoghi non accessibili con altri estrattori di fumi di saldatura;

Figura 9 - Unità base ad alto valore di vuoto. Fonte: https://www.lincolnelectric.com/en-us/equipment/weld-fume-control/Pages/portable-units.aspx

Criteri per la selezione della ventilazione

Ventilazione più intensa per:	Ventilazione meno intensa per:
- elevate velocità di flusso del gas; - elevate intensità di corrente; - contaminazione della superficie del pezzo da lavorare; - condizioni di spazio sfavorevoli (es. spazi ristretti ecc.)	- basse velocità di flusso del gas; - basse intensità di corrente; - contaminazione della superficie del pezzo da lavorare; - condizioni di spazio favorevoli (es. stanze dai soffitti alti); - rivestimenti che generano basse quantità di sostanze pericolose;

Tabella 2 - Criteri per la selezione della ventilazione. Fonte: ISIM

Dispositivi di protezione individuale

Quando l'esposizione ai pericoli non può essere completamente pianificata ingegneristicamente al di fuori delle normali operazioni o interventi di manutenzione, e quando le pratiche di lavoro sicure non possono fornire una protezione aggiuntiva sufficiente, utilizzare indumenti o attrezzature protettivi,

tra cui visiere, scarpe con punta d'acciaio, elmetti, respiratori, protezioni per l'udito, guanti e occhiali di sicurezza.

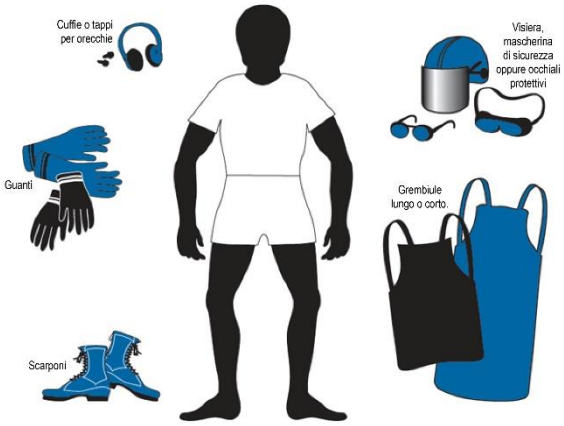


Figura 10 – DPI. Fonte: https://steelhub.files.wordpress.com/2015/03/welding-ppe.gif

Programma di protezione delle vie respiratorie

Programma di protezione delle vie respiratorie scritto, con procedure specifiche per il luogo di lavoro ed istruzioni per l'uso obbligatorio del respiratore, tra cui:

- procedure per la scelta dei respiratori. (sul posto di lavoro);
- Valutazioni mediche dei dipendenti che richiedono l'uso dei respiratori.;
- Procedure di test per respiratori aderenti al viso;
- Procedure per l'uso corretto dei respiratori (in situazioni di emergenza ordinarie e ragionevolmente prevedibili);

Figura 11 - Respiratore. Fonte: www.cromweld.com/best-welding-respirators

Tipi di apparecchiature di protezione delle vie respiratorie

Respiratori antipolvere, fumo e nebbia:

- Respiratori con filtro meccanico: protezione contro sostanze trasportate dall'aria (poveri, nebbie, fumi metallici e fumo);
- I respiratori con filtro meccanico non forniscono protezione contro gas, vapori o carenza d'ossigeno;

Figura 12 - Respiratore con filtro meccanico. Fonte: www.totaltools.com.au/safety/respiratory-protection/32055-prochoice-respirator-dust-mist-mask-with-valve-12-pack-pc321

Tipi di apparecchiature di protezione delle vie respiratorie

Respiratori a cartucce chimiche:

- Protezione contro le concentrazioni di gas acidi e vapori organici mediante agenti chimici per purificare l'aria inalata. Non utilizzare in atmosfere carenti di ossigeno;
- I respiratori a cartuccia chimica (1/2 maschera) non devono essere utilizzati come protezione da:
    - Materiale gassoso estremamente tossico in piccole concentrazioni;
    - Sostanze gassose nocive che non possono essere rilevate dall'odore (monossido di carbonio);
    - Materiale gassoso altamente irritante per gli occhi;

Tipi di apparecchiature di protezione delle vie respiratorie

Cappa alimentata ad aria:

- Utilizzata nei casi in cui l'utilizzatore necessita di protezione contro i livelli di materiale o ha bisogno di un flusso d'aria per il raffreddamento.
- Da non usare in situazioni in cui l'utilizzatore potrebbe essere messo in pericolo.

Respiratore con tubo per l'aria:

- Respiratore a viso intero dotata di aria per respirare alimentata da un compressore.
- Fare attenzione a prevenire danni al tubo e al regolatore durante l'uso.

Tipi di apparecchiature di protezione delle vie respiratorie

Apparecchio per respirazione autonomo di tipo a bombola:

- L'aria respirabile compressa fornisce protezione in qualsiasi atmosfera.
- Fornisce aria respirabile per circa 30 minuti (attenzione o la tensione emotiva può ridurre il tempo utile).
- Gli utilizzatori dell'apparecchiatura inizieranno a uscire dall'atmosfera pericolosa quando suona l'allarme di bassa pressione.

Figura 13 - Apparecchio per respirazione autonomo di tipo a bombola. Fonte: www.alibaba.com/product-detail/wholesale-5L-portable-oxygen-breathing-apparatus_60622407245.html

Un'analisi dei rischi di attività (AHA) richiede un atteggiamento proattivo per identificare e quantificare tutti i possibili rischi previsti e anche per attenuare/controllare i risultati, per gestire tutti i rischi ambientali possibili/esistenti.

Identificare e valutare i potenziali pericoli

Misure/audit di controllo da eseguire periodicamente (conformità e ambiente è privo di rischi).

Dispositivi di protezione individuale appropriati (permessi di lavoro con parti calde) da indossare e controllare regolarmente.

1.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali

In questa sezione viene presentato un elenco delle principali nome di salute e sicurezza e codici di condotta europei relativi ai fumi:

EN ISO 15011-4: Salute e sicurezza nei processi di saldatura e affini. Metodo di laboratorio per il campionamento di fumi e gas. Scheda dati dei fumi

EN ISO 15012-1, -2 e -4: Salute e sicurezza nella saldatura e processi affini - Apparecchiatura per l'aspirazione e la separazione dei fumi di saldatura - Parte 1: Requisiti per test e marcatura dell'efficacia della separazione

EN ISO 21904-3:2018: Salute e sicurezza nei processi di saldatura e affini. Requisiti, test e marcatura dell'apparecchiatura di filtraggio dell'aria Determinazione dell'efficacia dei dispositivi di aspirazione dei fumi per la saldatura a torcia

EN ISO 10882-1: Salute e sicurezza nei processi di saldatura e affini. Campionamento dei gas e delle particelle trasportate dall'aria nella zona di respirazione dell'operatore. Campionamento delle particelle trasportate dall'aria

EN ISO 17652-4: Saldatura. Test per i primer d'officina in relazione alla saldatura e ai processi connessi. Emissione di fumi e gas.

2. Rischi collegati all'elettricità

2.1. Individuazione dei rischi

Qualsiasi persona o attrezzatura può essere danneggiata se esposta a "parti elettriche sotto tensione". Si può verificare un danno quando le parti vengono toccate direttamente o indirettamente per mezzo di qualche oggetto/materiale conduttore. La resistenza al flusso elettrico offerta dalla parte, umana o di altro tipo, insieme al livello di tensione a cui è esposta, determina l'impatto del pericolo.

2.1.1. Salute (rischi personali)

Sebbene di solito non venga riferito, è risaputo che l'elettricità può causare la morte. Nel 2015 sono stati segnalati nell'UE circa 80.178 infortuni sul lavoro dovuti a problemi di elettricità, 254 dei quali mortali [1]. Tutte le persone impegnate al lavoro devono essere consapevoli dei rischi legati alle attività da svolgere con le apparecchiature elettriche.

Il processo di saldatura ad arco, così come altri processi svolti nelle vicinanze che richiedono l'uso di utensili elettrici, necessita di un'apparecchiatura collegata a un circuito elettrico attivo. Ciò significa che tutte le saldatrici ad arco che utilizzano apparecchiature portatili sono a rischio di scosse e ustioni elettriche. I circuiti elettrici includono le sorgenti che forniscono energia all'apparecchiatura, alla macchina stessa, che si tratti di un apparecchio di saldatura o altro (ad esempio torce, pinze, clip di massa), e anche ai cavi che li collegano la sorgente di alimentazione. Gli effetti nocivi dell'elettricità sul corpo umano possono essere suddivisi in due categorie precedentemente menzionate:

- Ustioni - che si tratti di un'ustione superficiale o profonda, l'impatto sul corpo umano è relativamente chiaro.

- Scosse elettriche - La soglia della percezione umana di una scarica elettrica rimane tra 0,5 mA e 6 mA. Un'esposizione prolungata da 30 mA e 60 mA può essere letale. Questa evenienza comporta gravi conseguenze nel corpo umano. Tra questi effetti, quelli più importanti da evidenziare sono:
    - Contrazione muscolare
    - Asfissia
    - Arresto respiratorio
    - Fibrillazione ventricolare

Il danno indotto dall'elettricità al corpo umano dipende maggiormente dalla corrente che non dalla tensione, anche se una tensione più elevata consente la presenza correnti più alte e quindi più pericolose. A seconda del tempo di contatto, di solito una tensione superiore a 50 V CA o 90 V CC (conformemente a IEC 479-1: considerando 200 ms di durata del contatto, 40 mA per CA e 65 mA per CC - valori di corrente in cui non è previsto alcun danno organico), può causare pericolose correnti con relative scosse elettriche, ma anche tensioni più basse possono essere pericolose facendo sobbalzare la vittima e costringendola arretrare e toccare qualcosa di molto più pericoloso.

Il passaggio di corrente nel corpo può portare al *tetanus*, condizione in cui i muscoli si contraggono involontariamente e spasmodicamente a causa del passaggio di corrente elettrica esterna. La corrente continua (CC) è più soggetta a causare il *tetanus* rispetto a quella alternata (CA), causando così in una persona un effetto di 'blocco dei movimenti'. La CA ha una maggiore tendenza a creare fibrillazioni nei soggetti con pacemaker cardiaco, mentre la CC tende a bloccare le pulsazioni del cuore. Una volta che la corrente della scossa elettrica viene fermata, un cuore "bloccato" ha una migliore possibilità di riguadagnare un battito normale rispetto a un cuore fibrillante, per questo il limite di tensione è più alto per la DC.

Di conseguenza, quando si lavora con l'elettricità, è sempre più sicuro aumentare la resistenza attraverso l'uso di utensili, guanti, stivali e altri attrezzi isolati, poiché la resistenza si oppone alla corrente.

2.1.2. Sicurezza (rischi sul posto di lavoro)

Dal momento che ci sono così tanti pericoli elettrici derivati dalla saldatura e dalle tecnologie complementari, è necessario evidenziare anche i rischi sul posto di lavoro e le misure per ridurli. Tali rischi possono comportare la completa interruzione della catena di produzione, danni materiali temporanei/permanenti o addirittura la perdita della struttura produttiva. Vi sono circostanze in cui le esigenze di lavoro comportano un aumento del rischio di incidenti

causati da elettricità, come la saldatura in condizioni umide o bagnate, il posizionamento della saldatrice all'interno di una struttura metallica o anche a diretto contatto con il pezzo da lavorare. L'elusione degli incidenti sul posto di lavoro dipende in gran parte dalla prevenzione piuttosto che dalla risoluzione di un difetto pre-esistente. Quando si esegue la saldatura con procedure ad arco, è necessario mettere in atto alcune importanti misure preventive, quali tra l'altro:

L'attrezzatura usata per la saldatura deve essere sempre conforme alla normativa nazionale o internazionale appropriata;

L'installazione di eventuali apparecchi elettrici deve essere sempre eseguita da personale qualificato e collegata nel rispetto delle raccomandazioni del produttore;

Tutti i connettori e i cavi elettrici devono essere puliti, integri e sempre correttamente classificati per la corrente richiesta;

Usare sempre apparecchiatura di saldatura con isolamenti integri (cavi, spine, morsetti o portaelettrodi);

Un'altra misura importante che può ridurre i rischi associati all'elettricità è la messa a terra del sistema. L'esecuzione del collegamento a terra evita che i componenti conduttivi diventino "attivi" in caso di guasto.

2.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro

Per avere un luogo di lavoro completamente sicuro dai rischi elettrici, è necessario un grande sforzo da parte di tutti i lavoratori dell'azienda, dal saldatore al direttore aziendale, passando per ingegneri e supervisori.

2.2.1. Inizio del lavoro per il saldatore (singolo)

Questa sezione si basa su singole procedure che rendono il lavoro del saldatore un'operazione priva di incidenti in caso di problemi elettrici. I saldatori devono indossare tute e guanti appositi asciutti e puliti. L'impiego di una tuta riduce notevolmente la quantità di 'pelle nuda' che può venire a contatto con parti elettricamente attive.

2.2.2. Lavoro in sicurezza per il gruppo (segnali compresi)

Per avere un ambiente di lavoro sicuro per l'intera squadra, è importante assicurarsi che tutte le precauzioni/i segnali di pericolo siano correttamente comunicati e distribuiti nell'officina. Deve essere presente un piano di sicurezza organizzato, pubblicato, approvato e comunicato. Il responsabile deve sempre richiedere un addestramento di sicurezza su tutte le apparecchiature prima del loro utilizzo. Alcuni esempi dei segnali più comuni che descrivono un ambiente elettricamente pericoloso vengono riportati di seguito nella Figura 15.

Figura 14 - Segnaletica relativa ai rischi collegati all'elettricità Fonte: https://www.panduit.com/en/products/signs-labels-identification/signs-accessories/pre-printed-write-on-safety-signs.html

2.2.2.3. Verifica del proprio gruppo da parte del supervisore

Come accennato in precedenza, la minimizzazione dei rischi associati all'elettricità prevede la collaborazione e lo sforzo di ogni persona all'interno dell'azienda. Il supervisore di un'officina deve garantire che tutte le operazioni di manutenzione, funzionamento e riparazione dell'apparecchiatura siano eseguite correttamente e da personale qualificato. Il supervisore deve anche fornire quanto prima i necessari ricambi di attrezzature/accessori dopo aver ricevuto la comunicazione di un loro danneggiamento. È inoltre necessario assicurarsi che tutte le apparecchiature siano installate e collegate a terra in conformità con i codici nazionali e locali.

2.2.4. Controllo del posto di lavoro

Il controllo del posto di lavoro è un tema di massima importanza per quanto riguarda i rischi per la salute e la sicurezza associati all'elettricità. Ogni lavoratore deve eseguire controlli regolari su tutta l'apparecchiatura usata e i rispettivi DPI. Garantire che non ci siano cavi sotto tensione è uno dei controlli che possono essere eseguiti sul posto di lavoro. Inoltre, è necessario monitorare gli strumenti di lavoro, come la torcia di saldatura o le clip di massa, per verificarne l'usura e garantirne quindi la sicurezza. Oggetti elettricamente attivi, come cavi di saldatura o utensili da taglio, possono causare gravi danni alla salute di un individuo e, in casi estremi, anche la morte. Pertanto, la verifica del luogo di lavoro deve essere eseguita come un importante compito quotidiano.

2.2.5. Correnti di saldatura vaganti

Si tratta di correnti elettriche che ritornano al sistema di saldatura tramite percorsi diversi dal cavo di ritorno. Correnti di questo tipo possono essere notevolmente alte rispetto alla corrente di saldatura. Tale possibilità si traduce in rischi associati a scosse elettriche, ustioni e danni

alle cose. Le correnti vaganti si verificheranno con maggiore probabilità se il ritorno della saldatura è bloccato su una superficie arrugginita, per esempio.

Alcune apparecchiature MMA più datate, di solito usate nella cantieristica navale e nel settore di riparazione di natanti, sono caratterizzate da un cavo di ritorno di messa a terra condiviso tra più set di saldatura. In questi casi il percorso di ritorno della corrente deve essere più breve possibile per ridurre al minimo i rischi.

2.2.6. Alimentazioni elettriche trifase

Quando un saldatore usa appositi circuiti trifase, le posizioni di saldatura collegate alle diverse fasi devono essere segmentate per distanza o partizioni. Questa misura riduce notevolmente i rischi di scossa elettrica.

2.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura

Tutta l'apparecchiatura elettrica è soggetta a difetti e imperfezioni. Di conseguenza, durante la saldatura con apparecchiature elettriche, è necessario fare maggiore attenzione per evitare incidenti più gravi. Il saldatore deve controllare regolarmente la propria apparecchiatura. Il supervisore dell'officina deve controllare con frequenza gli impianti per i quali è responsabile. Ogni lavoratore, compresi quelli menzionati sopra, devono seguire ogni norma relativa ai dispositivi di protezione individuale (DPI).

2.3.1. Dispositivi individuali

Tra le responsabilità del saldatore rientrano i controlli giornalieri di tutte le apparecchiature di saldatura e la segnalazione di eventuali difetti ai superiori. Quando si lavora con l'elettricità vanno prese le misure elencate di seguito per evitare rischi alle persone:

- Leggere tutte le istruzioni, le etichette e i manuali di istruzioni prima dell'installazione, dell'uso o della manutenzione dell'apparecchiatura;
- Non toccare le parti elettriche sotto tensione;
- Non lavorare da soli in condizioni di pericolo elettrico;
- Non toccare un elettrodo sotto tensione mentre si è a contatto con il circuito di lavoro;
- Non avvolgere cavi conduttori di corrente elettrica intorno alle parti del corpo;
- Non toccare l'elettrodo a mani nude;

- Usare portaelettrodi completamente isolati. Non immergere il supporto in acqua per raffreddarlo né adagiarlo su superfici conduttive o sulla superficie di lavoro;

2.3.2. Impianti in officina

Quando si lavora con apparecchiature per la saldatura ad arco, è necessario adottare alcune precauzioni per evitare incidenti gravi. Tutte le stazioni di lavoro che richiedono l'uso di energia elettrica, ad es. sistemi automatizzati e robotizzati, devono essere dotate di messa a terra dedicata, garantendo la sicurezza elettrica. Quando si esegue una saldatura su strutture di grandi dimensioni e impianti di tubazioni, si dovrebbe evitare il serraggio del cavo di ritorno della saldatura ai corrimano, ai tubi o al telaio della struttura, a meno che non facciano parte del pezzo stesso. Da evitare anche le superfici arrugginite per impedire la propagazione delle correnti vaganti. Questo tipo di set di saldatura deve essere utilizzato esclusivamente con apparecchiature pensate per un simile impiego. Il percorso di ritorno deve essere il più breve possibile e potrebbe richiedere un'attenta pianificazione per garantire una riduzione del rischio al minimo.
La messa a terra dell'apparecchiatura è un'altra tecnica che deve essere sempre applicata, poiché impedisce che le relative parti diventino attive durante i guasti. Nella figura sottostante viene mostrata una condizione di messa a terra giusta e una errata. Non deve esserci differenza di potenziale tra il corrimano e l'involucro.

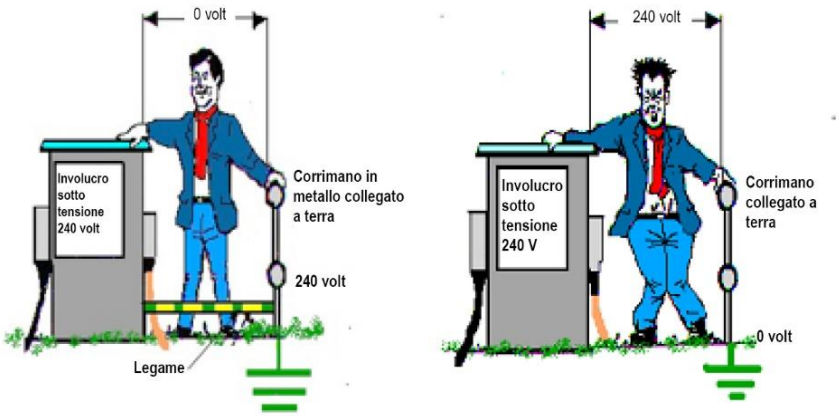


Figura 15 - Conseguenze in termini di differenza di potenziale quando è collegato l'intero circuito. Fonte: https://slideplayer.com/slide/8690671/

2.3.2. Dispositivi di protezione individuale

Come altri lavoratori, i saldatori devono indossare dispositivi di protezione adeguati. In generale, i DPI devono essere protetti da rischi quali bruciature, scintille, spruzzi, scosse elettriche e radiazioni. L'uso di DPI è una buona pratica di sicurezza e può essere richiesta dalle agenzie di regolamentazione. Ad esempio, OSHA richiede l'uso di DPI quando i

controlli tecnici e amministrativi non sono fattibili o efficaci. Di seguito vengono elencate le linee guida delle pratiche di sicurezza collegate a questo argomento.

Figura 16 - Saldatore con indosso i DPI consigliati. Fonte: https://www.canstockphoto.pt/welder2-cofre-5369759.html

I DPI di saldatura regolari non sono progettati appositamente per impedire le scosse elettriche. Di conseguenza, non offrono la necessaria protezione quando si lavora in ambienti pericolosi dal punto di vista elettrico. Questo fatto evidenzia l'importanza di prendere le precauzioni necessarie in termini di DPI. I seguenti paragrafi descrivono queste precauzioni speciali.

Protezione di occhi e orecchie:

• La scocca del casco deve isolare dall'elettricità...

Protezione di mani e piedi

• Indossare sempre guanti da saldatore in buone condizioni, isolati, privi di buchi e asciutti. In questo modo le mani saranno protette da scosse elettriche. Il cuoio è un buon isolante se mantenuto asciutto.

• Indossare sempre scarponi protettivi isolati in buone condizioni. In questo modo il corpo sarà protetto da scosse elettriche.

Protezione per il corpo.

• Mantenere asciutti gli abiti. Cambiarli quando si ha la sensazione di bagnato (serve a ridurre la possibilità di scossa elettrica).

• Indossare grembiuli, gambali, mantelle e manicotti di cuoio secondo quanto necessario per l'applicazione. Il cuoio protegge meglio della maggior parte dei materiali.

Sebbene i DPI per saldatura siano in grado di fornire una certa protezione, i vestiti umidi o contaminati hanno una resistenza elettrica notevolmente ridotta. Nel caso della saldatura manuale ad arco metallico (MMA), la migliore misura di prevenzione consiste nell'utilizzare un'apparecchiatura con un limitatore di tensione a circuito aperto. Questi dispositivi riducono il rischio di elettrocuzione causata da un contatto involontario con l'elettrodo.

2.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali:

2.4.1 Raccomandazioni europee:

La legislazione dell'UE nel settore elettrico è importante per assicurare l'armonizzazione su scala europea di una serie di requisiti essenziali di sicurezza e salute per i prodotti immessi sul mercato. La Direttiva bassa tensione (LVD) 2014/35/UEgarantisce che le apparecchiature elettriche alimentate entro determinati limiti di tensione forniscano un livello elevato di protezione per i cittadini europei e taggano pieno vantaggio dal Mercato Unico. Tutti i rischi per la salute e la sicurezza delle apparecchiature elettriche che funzionano con una tensione compresa tra 50 e 1000 V per CA e tra 75 e 1500 V per CC sono trattati nell'LVD. Questi valori si riferiscono alla tensione dell'ingresso o dell'uscita elettrici, non alle tensioni eventualmente presenti all'interno dell'apparecchiatura.

2.4.2. Regolamenti nazionali ed europei

In questa sezione viene presentato un elenco delle principali nome di salute e sicurezza e codici di condotta europei relativi all'elettricità:

ISO 45001:2018 - Sistemi di gestione per la salute e sicurezza sul lavoro

ISO/TR 18786:2014 - Salute e sicurezza nella saldatura - Linee guida per la valutazione dei rischi di attività di esecuzione della saldatura

IEC 60364-4-41:2005+AMD1:2017 CSV - Impianti elettrici a bassa tensione - Parte 4-41: Protezione per la sicurezza - Protezione da scosse elettriche

IEC 60364-5-54:2011 - Impianti elettrici a bassa tensione - Parte 5-54: Selezione e montaggio di apparecchiature elettriche - Disposti di messa a terra e conduttori di protezione

IEC 61140: 2016 RLV - Protezione contro le scosse elettriche - Aspetti comuni per l'installazione e le apparecchiature

IEC TS 60479-2: 2017 RLV - Effetti della corrente su esseri umani e bestiame - Parte 2: Aspetti speciali

IEC 60974-1:2017 - Apparecchiatura per saldatura ad arco - Parte 1: Fonti di energia per la saldatura

IEC GUIDE 116:2010 - Linee guida per la valutazione del rischio relativo alla sicurezza e alla riduzione del rischio per le apparecchiature a bassa tensione

EN 61439 – Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione

BS 5424 Parti 2 e 3 - Specifica per apparecchiature di controllo a bassa tensione. IT 60422 - Guida al monitoraggio e alla manutenzione per oli minerali isolanti in apparecchiature elettriche.

EN 60079-30-2 - Resistenza elettrica riscaldante superficiale

BS 6423 - Codice di condotta per la manutenzione delle apparecchiature elettriche di comando e controllo per tensioni fino a 1 kV compreso.

BS 6626 - Codice di condotta per la manutenzione delle apparecchiature elettriche di comando e controllo per tensioni superiori a 1 kV e fino a 36 kV compresi.

BS 7375 - Codice di condotta per la distribuzione di energia elettrica nei cantieri edili.

BS 7430 – Codice di condotta per la messa a terra.

BS 7671 – Requisiti per impianti elettrici. Regolamenti di cablaggio IEE 17° edizione.

EN 50110 Parti 1 e 2 – Funzionamento degli impianti elettrici.

EN 60529 - Specifica dei gradi di protezione forniti dagli involucri (codice IP).

EN 60947 Parti da 1 a 8 - Specifica per apparecchiature di protezione e di manovra per bassa tensione

3. Campi elettromagnetici

3.1. Individuazione dei rischi:

3.1.1. Salute (rischi personali)

I campi elettromagnetici (EMF) aumentano ogni volta che viene utilizzata energia elettrica. Si trovano ovunque ci sia un sistema elettrico, come in un grande generatore elettrico, seghe elettriche, trapani o alimentatori o cavi elettrici di un edificio. E' noto da tempo che l'esposizione delle persone a livelli elevati di EMF può dare origine a effetti acuti. Sebbene tali effetti siano estremamente rari e non si verifichino nella maggior parte delle situazioni lavorative quotidiane, tutti i processi di saldatura elettrica creano EMF. Infatti, i saldatori sono tra i lavoratori più esposti ai campi magnetici [2]. Gli EMF possono essere elettrici statici, magnetici statici o elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo. Gli effetti degli EMF sul corpo umano dipendono dalla frequenza della radiazione. Per le frequenze basse, gli effetti principali si ripercuotono sul sistema nervoso centrale. Per quanto riguarda le frequenze più alte, gli effetti hanno anche caratteristiche termiche, con conseguente aumento della temperatura corporea. A frequenze superiori a 100kHz, l'energia di un campo elettromagnetico sarà parzialmente assorbita dai tessuti corporei, con possibili effetti dielettrici in tutto il corpo o termici locali.

Seguono alcune considerazioni aggiuntive sull'esposizione a EMF di lavoratori con impianti medici:

- L'effetto dominante sul corpo umano è caratterizzato da forze risultanti su elementi ferromagnetici (ad esempio impianti metallici) o cariche in movimento (ad esempio ioni di sangue).
- Gli impianti medici passivi e attivi come i pacemaker cardiaci potrebbero essere suscettibili ai campi elettromagnetici.

3.1.2. Sicurezza (rischi sul posto di lavoro)

I processi di saldatura in genere comportano l'uso di correnti elevate e tensioni relativamente basse. Di conseguenza, il campo magnetico riveste un'importanza fondamentale. I due principali processi di saldatura che producono considerevoli campi magnetici sono la saldatura a resistenza e la saldatura ad arco. Le principali fonti di EMF nella saldatura a resistenza sono gli elettrodi. Nel caso della saldatura ad arco, gli emettitori pertinenti sono l'elettrodo e il cavo. Di conseguenza, il livello di esposizione di un saldatore dipenderà molto dalla vicinanza degli emettitori principali al suo corpo. Nel caso della saldatura ad arco, se

l'operatore lavora con i cavi avvolti attorno al suo corpo, l'esposizione sarà superiore a quella che avrebbe se lavorasse con i cavi lontani. Lo stesso principio vale per l'elettrodo in entrambi i processi di saldatura riferiti.

3.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro

3.2.1. Lavoro in sicurezza per il saldatore (singolo)

Considerati i principali effetti pericolosi degli EMF sul corpo umano precedentemente spiegati, questa sezione si concentra sulle misure preventive per il saldatore. Queste misure sono elencate di seguito e tendono a diminuire l'esposizione del saldatore ai rischi di EMF.

- Non posizionare il corpo tra l'elettrodo di saldatura e i cavi di lavoro;
- Sistemare i cavi sullo stesso lato del corpo;
- Sistemare i cavi di saldatura vicini. Fissali insieme con nastri o fascette appositi;
- Collegare il cavo di lavoro e serrarlo sul pezzo da lavorare il più vicino possibile alla zona di saldatura;
- Non utilizzare impostazioni correnti più alte del necessario;
- Tenere la fonte di energia per la saldatura e i cavi più lontani possibile tra loro;
- Non saldare con brevi getti ripetuti in rapida sequenza, bensì attendere circa 10 secondi tra una saldatura e l'altra;
- In caso di malessere, interrompere immediatamente la saldatura e consultare un medico;

3.2.2. Lavoro in sicurezza per il gruppo (segnali compresi)

Lo spettro elettromagnetico comprende l'intera gamma di frequenze della radiazione elettromagnetica e le loro rispettive energie fotoniche e lunghezze d'onda. I rischi di EMF sono potenzialmente pericolosi per il corpo. Pertanto, questa sezione si concentrerà sulla segnaletica di solito presente in un'officina in cui i lavoratori potrebbero essere sottoposti a EMF con intensità pericolosa.

Nel caso di EMF a bassa frequenza, la situazione più pericolosa dipende dall'esposizione alle radiazioni a radiofrequenza (RFR) che possono essere classificate come radiazioni non ionizzanti. Questa classificazione si basa sul fatto che le RFR non hanno l'energia necessaria per dissociare gli elettroni. I segnali più comuni relativi a questo tipo di radiazione sono mostrati in Error! Reference source not found..

Figura 17 – Codice cromatico per i segnali di avvertenza di RFR. Fonte: https://blink.ucsd.edu/safety/radiation/radfreq.html

Esistono anche segnali tipici usati nelle officine per avvertire della presenza di campi magnetici ad alta intensità. Questa segnaletica viene mostrata in Figura. Forti campi magnetici potrebbero essere critici per le persone con pacemaker o altri impianti metallici, poiché questi campi causano potenti forze attrattive.

Figura 18 - Segnale di avvertenza tipico di un'area soggetta a forti campi magnetici. Fonte: https://www.safetysign.com/products/4991/danger-restricted-access-sign?s=st1ztfjkzsk15m9zppj7pzbp14x

Figura 19 - Segnali di divieto standard spesso affissi in relazione alla presenza di campi elettromagnetici: Vietato l'accesso alle persone con dispositivi cardiaci impiantati attivi (a sinistra) e Vietato l'accesso alle persone con impianti metallici (a destra). Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/ISO_7010

3.2.3. Verifica del proprio gruppo da parte del supervisore

Prevenire i rischi di EMF in officina fa parte delle responsabilità di un supervisore di fabbrica. Pertanto, emerge la necessità di eseguire misurazioni affidabili dell'intensità e della frequenza degli EMF. Di conseguenza, la persona incaricata di tali mansioni deve verificare che i risultati di tali test siano conformi alle norme di sicurezza applicate in materia e agire in caso di un ambiente di lavoro inaccettabile. La Direttiva Europea 2013/35/UE presenta linee guida per i limiti di esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici.

3.2.4. Controllo del posto di lavoro

È della massima importanza avere uno staff che conosca dettagliatamente ogni processo e la portata degli EMF prodotti da ciascuna apparecchiatura. Deve inoltre essere consapevole dell'utilizzo dell'apparecchiatura di misurazione degli EMF.

Si deve considerare il livello di azione (AL) e il valore limite di esposizione (ELV), poiché esiste una vasta gamma di apparecchiature che producono campi elettromagnetici non nocivi per l'uomo e altrettante che invece sono pericolose. Gli ELV sono limiti legali sull'esposizione dei dipendenti ai campi elettromagnetici relativi ai livelli di esposizione in tutto il corpo. Poiché tali valori sono spesso impossibili o difficili e costosi da misurare direttamente, è stato prodotto un insieme separato di valori, noti come AL, che fa riferimento a quantità di più facile misurazione. Se gli AL non vengono superati, l'esposizione non può essere maggiore dell'ELV corrispondente, tuttavia nel caso in cui gli AL siano superati, è necessario valutare se l'ELV corrispondente possa essere stato superato, in quanto può essere

inferiore al valore limite. Alcuni AL non sono legati a un determinato ELV ma fungono da linee guida per gli effetti indiretti che possono verificarsi e danneggiare l'operatore, ovvero interferenze con pacemaker o il rischio che oggetti metallici si comportino come proiettili a causa del forte campo magnetico.

3.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura

3.3.1. Dispositivi individuali

Nella maggior parte dei posti di lavoro si presume che i campi elettromagnetici siano così deboli da non presentare alcun rischio, sebbene i datori di lavoro siano tenuti a valutare se i lavoratori sono a rischio seguendo le guide che elencano attività lavorative, attrezzature e posti di lavoro più sensibili agli EMF. Nonostante ciò, i lavoratori con dispositivi medici impiantati (che possono contenere metalli) o in stato di gravidanza sono considerati particolarmente a rischio. Queste persone devono ricevere un consulto medico appropriato dal dottore che li segue; e questa visita dovrebbe aiutare il datore di lavoro a stabilire se l'individuo è a rischio o meno sul posto di lavoro.

Nel caso in cui la valutazione da parte del datore di lavoro imponga di effettuare una misurazione per stabilire se il lavoratore è a rischio, è possibile utilizzare un misuratore di EMF. Questo tipo di apparecchiatura consente il controllo dell'intensità di un EMF prodotto da qualsiasi singola apparecchiatura di saldatura. Ogni apparecchiatura testata deve essere conforme all'esposizione massima consentita (MPE) consentita dalla direttiva europea vigente in materia.

3.3.2. Impianti in officina

Come per le attrezzature singole, anche gli impianti dell'officina dovrebbero essere testati. I dispositivi utilizzati in questa attività devono essere simili ai misuratori di EMF menzionati in precedenza. È necessario prendere in considerazione la posizione della misurazione e le apparecchiature della struttura che funzionano a valori di corrente più elevati.

3.3.3. Dispositivi di protezione individuale

Ogni supervisore deve essere responsabile della sicurezza dei propri lavoratori sul posto di lavoro. Pertanto, fa parte della sua funzione assicurarsi che ogni lavoratore possibilmente soggetto a rischi correlati agli EMF sia dotato dei propri DPI. Questi dispositivi devono essere privi di danni e conformi agli standard di sicurezza europei e nazionali. Rientra anche nel lavoro del supervisore fornire la corretta manutenzione dei DPI secondo tali standard. Alcune delle azioni protettive riguardanti i DPI che rientrano nelle responsabilità del supervisore dell'officina e del lavoratore sono elencate di seguito:

- Fornire schermi per viso, tute da lavoro e guanti;

- Fornire altri dispositivi di protezione come schermi/barriere/accesso limitato;
- Fornire informazioni e addestramento;
- Esporre appropriati segnali di avvertenza;
- Monitorare e applicare l'impiego di misure di controllo;
- Se alcuni lavoratori sono sovraesposti, sottoporli a un esame medico e valutare se il controllo sanitario è appropriato;

3.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali

3.4.1. Raccomandazioni europee

- Direttiva 2013/35/UE

4 Rischi di taglio

4.1 Individuazione dei rischi

Un taglio è uno squarcio o un'apertura nella pelle di una persona. Un taglio può essere profondo, irregolare o lineare. A seconda della profondità, un taglio potrebbe danneggiare nervi, muscoli e persino le ossa.

Esistono 4 tipi di ferite aperte:

- Abrasione:
  La pelle viene sfregata o graffiata su una superficie ruvida/dura;
- Taglio (lacerazione):
  Un'apertura nella pelle causata da un oggetto affilato;
- Perforazione:
  Un piccolo foro causato da un oggetto lungo e appuntito;
- Avulsione:
  Uno strappo parziale o totale della pelle;

Se queste ferite non vengono trattate correttamente, può verificarsi un'infezione. Le infezioni più comuni causate da tagli sono il tetano o la cancrena. Si tratta di infezioni mortali che si sviluppano velocemente. Non esitare quindi a contattare un medico se la lesione sembra grave.

I tagli di solito vengono causati da oggetti taglienti. Per i saldatori e altro personale che lavora nell'industria dei metalli, questi oggetti appuntiti coincidono per lo più con materiali e strumenti. Ad esempio, maneggiando lastre sottili con bordi affilati, coltelli o mole. Sebbene molti tagli siano causati dalla persona stessa, va sempre tenuto presente il fattore

organizzativo. Per esempio, oggetti appuntiti che sporgono da una rastrelliera o sono posati sul pavimento.

Le persone che hanno subito tagli spesso non erano concentrate durante il loro lavoro o erano prive di buonsenso. Anche quando si indossano tutti i dispositivi di protezione adeguati, lavorare con oggetti appuntiti richiede la massima attenzione.

Come menzionato precedentemente, le conseguenze variano molto quanto a gravità. La maggior parte delle lesioni causate da oggetti appuntiti non sono molto gravi e possono essere curate semplicemente disinfettando la ferita e fermando la fuoriuscita di sangue con un cerotto. Altri casi richiedono un controllo medico. Questi ultimi possono avere seri impatti sulla vita del saldatore. Se non trattati correttamente possono causare una disabilità permanente.

Di solito la presenza di contaminanti nella ferita rende queste lesioni molto gravi. Un taglio causato da una lastra di acciaio affilata o da un dispositivo di molatura contaminerà la ferita con polvere di ferro, ruggine, particelle o altro. E' quindi molto importante pulire queste ferite accuratamente.

Un altro fattore è la salute mentale della persona ferita. Le persone rimaste con cicatrici o arti amputati hanno la possibilità di sviluppare depressione e ansia. Per tutte le parti coinvolte, è prevedibile un'enorme ripercussione finanziaria.

I saldatori spesso lavorano con le mole. Questi utensili sono molto comuni ma anche molto pericolosi. La ferita causata da una mola è una combinazione di taglio e ustione. Queste lesioni vengono spesso contaminate da polvere di ferro, particelle ecc. aumentando così le possibilità di infezione. Il disco gira a velocità talmente elevate che la ferita viene bruciata in un certo senso. Queste brutte lesioni guariscono lentamente e possono essere molto dolorose.

4.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro

Prima di iniziare il lavoro, un saldatore deve controllare con attenzione lo stato del proprio spazio di lavoro. Deve assicurarsi che non sia a terra alcun materiale, strumento o attrezzatura su cui possa inciampare e cadere. Non è sempre possibile tenere il pavimento libero da tutti gli oggetti, ma bisogna almeno assicurarsi che non si trovino sul proprio percorso.

Accertarsi che gli oggetti taglienti non siano esposti con conseguente rischio per sé e gli altri. Riporli in un luogo sicuro, in cui sia impossibile un contatto accidentale. Quando si usano strumenti affilati, non metterli mai in tasca senza un involucro appropriato. Se si tengono in mano oggetti appuntiti non correre né arrampicarsi per evitare perforazioni o ferite in caso di caduta.

La persona responsabile della sostituzione della lama della sega a nastro, deve lasciare la plastica protettiva montata durante l'installazione. Fare attenzione quando si toglie la lama della sega dall'imballaggio perché è praticamente una molla avvolta su se stessa. Quanto riportato sopra è solo una serie esemplificativa di situazioni in cui il personale può essere vulnerabile a lesioni da taglio.

Quando si utilizzano strumenti come una sega a nastro o una mola, assicurarsi che sia installato un cappuccio protettivo. In caso contrario, la macchina non è sicura e deve essere spenta finché non soddisfa le misure di sicurezza. È importante tenere la mola sempre con 2 mani. Una volta terminata la molatura, assicurarsi che la mola sia completamente ferma prima di adagiarla.

Oggetti appuntiti come sottili lastre di metallo possono causare tagli seri se scivolano tra le mani. La sbavatura di queste lastre, se possibile, potrebbe ridurre la possibilità che qualcuno si possa tagliare. Applicare sugli spigoli vivi nastro protettivo o gomma per renderli molto più sicuri.

4.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura

Per evitare di tagliarsi ed eliminare i rischi di venire a contatto con oggetti appuntiti, è necessario proteggersi. In caso di rischi di taglio, la prima cosa da fare è indossare dei guanti. La caratteristica principale di questi guanti deve essere la resistenza a oggetti taglienti che penetrano, tagliano o affettano. Questi rischi vengono definiti 'meccanici'.

I guanti che proteggono da questi rischi riportano nell'etichetta il simbolo di un "martello" sotto al quel sono riportate 4 cifre. Ciascuna cifra rappresenta un rischio meccanico. Più bassa è la cifra, più bassa sarà la protezione da quel particolare rischio. Le cifre vanno da 1 a 4, tranne per la seconda che può arrivare fino a 5.

Tabella 1 - Livelli di prestazione

Test	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
6.1 Resistenza all'abrasione (numero di cicli)	100	500	2 000	8 000	-
6.2 Test di taglio Resistenza al taglio da lama (indice)	1,2	2,5	5,0	10,0	20,0
6.4 Resistenza allo strappo (N)	10	25	50	75	-
6.5 Resistenza alla perforazione (N)	20	60	100	150	-

Figura 20 e Tabella 3 - Numeri riportati sui guanti. Fonte: EN 12477

Va da sé che si dovrebbero indossare i guanti con il numero più alto possibile. Tuttavia non è sempre possibile perché si deve considerare anche il comfort e la manovrabilità per il saldatore che li indossa.

C'è anche la possibilità di acquistare guanti che recano il simbolo 'fuoco' e del 'martello'. Questi sono adatti alla molatura, che produce calore e presenta rischi di ustioni.

Oltre ai tagli alle mani, le lesioni possono interessare anche le gambe o altre parti del corpo. L'abbigliamento da lavoro è importantissimo quando si tratta di tagli. Assicurarsi di indossare pantaloni lunghi e maniche lunghe per proteggere braccia e gambe. Il tessuto degli abiti da lavoro dovrebbe essere un cotone pesante o un tessuto tecnico resistente ai tagli. In questo modo si riduce la possibilità di ferirsi quando si colpiscono oggetti appuntiti.

Ultimo, ma non meno importante, quando si esegue la molatura far e in modo di indossare occhiali protettivi e cuffie o auricolari. Questi dispositivi potrebbero non essere necessari quando si lavoro con altri utensili. Controllare i segnali o chiedere ai propri supervisori per sapere quali dispositivi di protezione sono consigliati.

4.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali

Le normative usate nella presentazione e nel manuale sono:

- EN 388
- EN 407
- EN 12477

5 Materiali roventi e schizzi

5.1. Individuazione dei rischi

Quando si considera un oggetto caldo? Non è una domanda a cui rispondere facilmente perché la resistenza delle persone al calore varia. Si potrebbe dire che un oggetto è considerato caldo quando ha una temperatura più alta di quella del corpo umano. Per questo argomento potrebbe essere più corretto affermare che qualcosa è caldo quando non lo si può toccare senza scottarsi.

Attenzione con l'alluminio, perché non cambia colore quando è caldo. Questa caratteristica può trarre in inganno quando si maneggia l'alluminio.

Quando si verifica un'ustione anche in caso di contatto breve, questa continuerà a provocare lesioni se non viene fermata. Significa che dopo essersi ustionati, è necessario prendersi un attimo per fermare l'ustione sciacquando la parte interessata con acqua tiepida.

Le ustioni sono classificate in quattro gradi che rappresentano la gravità della lesione. Il primo grado è il meno grave (ad esempio una scottatura solare), mentre il quarto il più grave (quando compare la carbonizzazione).

A seconda del grado, un'ustione può lasciare cicatrici e avere un lento processo di guarigione. Può essere quindi un infortunio mentalmente difficile da affrontare.

Può capitare che uno schizzo di metallo fuso indesiderato venga lanciato in aria a causa di un disturbo nel bagno di saldatura. La saldatura ad arco con metallo sotto protezione di gas (GMAW) produce in particolare numerosi schizzi. Sebbene queste goccioline siano di solito molto piccole, possono causare notevoli danni. Se una goccia riesce a penetrare nelle scarpe, nei guanti o nella tuta, potrebbero verificarsi ustioni.

È meglio togliere gioielli come anelli e bracciali. L'oro e l'argento sono ottimi conduttori, se uno spruzzo entra in contatto con questi, il calore si diffonderà molto velocemente nell'area circostante il dito o il polso ustionandolo.

Le scintille che si verificano durante la molatura sono costituite da pezzi di metallo e particelle di disco abrasivo roventi e bruciati. Se queste scintille vengono a contatto con la pelle, possono verificarsi irritazioni e ustioni.

Il contatto con materiali caldi e schizzi di metallo fuso può causare gravi ustioni. Il contatto con oggetti caldi o schizzi di fusione rappresenta la lesione più comune per i saldatori. Danni e cicatrici permanenti sono solo alcune delle conseguenze del contatto con oggetti caldi. Tenere quindi sempre a mente questo aspetto. Le ferite e le mutilazioni possono causare anche una grave depressione nella persona colpita. Il saldatore potrebbe non essere in grado di continuare il proprio lavoro o sviluppare una giustificata paura di lavorare in un ambiente con oggetti caldi.

Quando si lavora con materiali caldi, si possono facilmente ferire i colleghi o le persone che stanno intorno. Un altro esempio di pericolo per gli altri è la possibilità di innescare un incendio. Lavorare con questi oggetti, quindi, coinvolge tutti coloro che si trovano intorno al saldatore.

É anche necessario sapere che in caso di incendio vengono rilasciati gas tossici che potrebbero essere nocivi. Una nuvola di gas tossici può facilmente coinvolgere un'area di diversi chilometri quadrati.

5.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro

Prima di iniziare il lavoro, un saldatore deve controllare con attenzione lo stato del proprio spazio di lavoro. Deve assicurarsi che non sia a terra alcun materiale, strumento o attrezzatura su cui possa inciampare e cadere. Non è sempre possibile tenere il pavimento libero da tutti gli oggetti, ma bisogna almeno assicurarsi che non si trovino sul proprio percorso.

Per quanto riguarda l'attrezzatura riguardante materiali caldi e spruzzi, come le attrezzature per la saldatura, controllare sempre lo stato di cavi, tubi ecc. In caso di dubbio su qualcosa,

non esitare a informarne il supervisore o chiedergli consiglio. Assicurarsi che tutti gli strumenti siano presenti e che possano essere prese le misure di sicurezza corrette.

Tutte le macchine e le attrezzature dell'officina devono essere sicure, in caso contrario informare tutti che la macchina è (temporaneamente) fuori uso. Per fare ciò, appendere i segnali sulla macchina e bloccarla in modo che nessuno possa usarla.

Quando una macchina funziona ed è sicura, informare il personale su come usarla correttamente. Addestrare il personale è il modo migliore per farlo. Come promemoria, appendere i segnali di sicurezza e se necessario una copia della procedura.

Per quanto riguarda i materiali caldi e gli schizzi, i segnali più comuni sono quelli che avvertono i saldatori che gli oggetti sono caldi, che possono esplodere e che è necessario indossare la protezione termica. Conservare correttamente i prodotti infiammabili o esplosivi. Etichettare anche questi articoli. Oggetti come la carta, il cartone o lo sgrassatore non devono trovarsi vicino a fiamme libere o alle scintille prodotte da processi di saldatura e molatura.

Controllare il posto di lavoro è un compito che non deve essere svolto solo dai supervisori. Tutti possono cercare situazioni pericolose e, se necessario, segnalarle o eliminarle. Se si vede qualcuno lavorare in un ambiente non sicuro, non esitare a metterlo in guardia.

Come menzionato sopra, tubi e cavi devono essere in ottime condizioni per prevenire un incendio o un'esplosione. Accertarsi che durante la saldatura non vi siano oggetti infiammabili nelle vicinanze. Si tratta di un controllo continuo, non basta farlo prima di iniziare il lavoro, bisogna essere sempre consapevoli di ciò accade intorno a sé. Qualcuno potrebbe aver accidentalmente messo uno straccio con un prodotto infiammabile nelle vicinanze del posto in cui si sta eseguendo la saldatura, la molatura, il taglio ecc.

5.6. Dispositivi di protezione individuale

Una elemento molto importante per i saldatori sono i dispositivi di protezione individuale resistenti al calore. La pelle del saldatore dal collo ai piedi deve essere coperta con questi dispositivi. Qualsiasi tessuto che aumenta il rischio di ustioni (come nylon, poliestere, ecc.) è fuori questione. Indumenti da lavoro in pelle o cotone pesante rappresentano sempre un'opzione sicura. Le moderne tute da saldatura sono realizzate con materiali ignifughi e riportano il simbolo "adatto alla saldatura" come mostrato a destra.

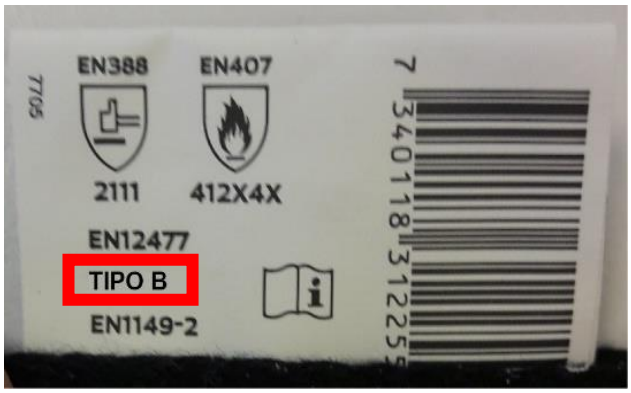


Figura 21 – Adatto alla saldatura e numeri sui guanti. Fonte: VCL e ISO 11611

I guanti sono molto importanti per proteggere le mani dal contatto con oggetti caldi e schizzi prodotti durante il processo di saldatura. Un guanto adatto per lavorare con materiali caldi conterrà un simbolo del 'fuoco', sotto al quale sono stampate 6 cifre. Queste cifre indicano il livello di protezione contro uno specifico tipo di contatto con il calore. A volte questi guanti di saldatura limitano la manovrabilità, in tal caso si dovrebbe scegliere un guanto di tipo A. Ad esempio, con la saldatura TIG questi guanti sono più facili da usare.

I caschi per saldatura non servono solo a proteggere gli occhi dalle radiazioni, ma coprono anche il viso dagli schizzi. A seconda del processo, questi caschi possono essere dotati di tappi e tessuto aggiuntivi per coprire collo e testa.

Le scarpe antinfortunistiche per i saldatori hanno una leggera variazione rispetto ai comuni stivali da lavoro. I lacci non sono liberi, ma coperti da un pezzo di cuoio per evitare che il metallo fuso entri nelle scarpe.

Esistono molti strumenti diversi per rendere più confortevole la vita di un saldatore. Quasi ogni parte del corpo umano può essere protetta da un DPI aggiuntivo. Per esempio manicotti di cuoio, grembiuli ecc. Per la saldatura TIG è disponibile un guanto con protezione aggiuntiva per il dito. Si indossa sul dito consentendo di mantenere un contatto con il pezzo da lavorare se si desidera più equilibrio.

Figura 22 - Guanti per saldatura TIG con protezione per dito. Fonte: http://www.weldingtipsandtricks.com/aluminum-welding-training.html

5.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali

Le normative usate nella presentazione e nel manuale sono:

- EN12477: 'Guanti protettivi per saldatori'
- EN407: 'Guanti protettivi contro rischi termici (calore e/o fuoco)'
- EN388: 'Guanti protettivi contro rischi meccanici'
- EN ISO 14116: 'Abbigliamento protettivo - Protezione contro le fiamme - Materiali, assemblaggi di materiale e indumenti di protezione a propagazione di fiamma limitata'
- EN ISO 11611: 'Abbigliamento protettivo da usare durante la saldatura e processi affini'

6. Radiazioni emesse dall'arco

6.1. Individuazione dei rischi

Il processo di saldatura comporta il riscaldamento di materiali ad alte temperature con conseguente emissione di radiazioni da parte di quest'ultimi. Le misurazioni della luce emessa dai processi di saldatura nelle lunghezze d'onda dell'infrarosso, del visibile e dell'ultravioletto rivestono un ruolo importante per la sicurezza. In questo modo si possono stabilire misure per la protezione del personale coinvolto dalle radiazioni dell'arco.

Figura 23 - Radiazioni emesse dall'arco Fonte: https://slideplayer.com/slide/10464580

Spettro Elettromagnetico

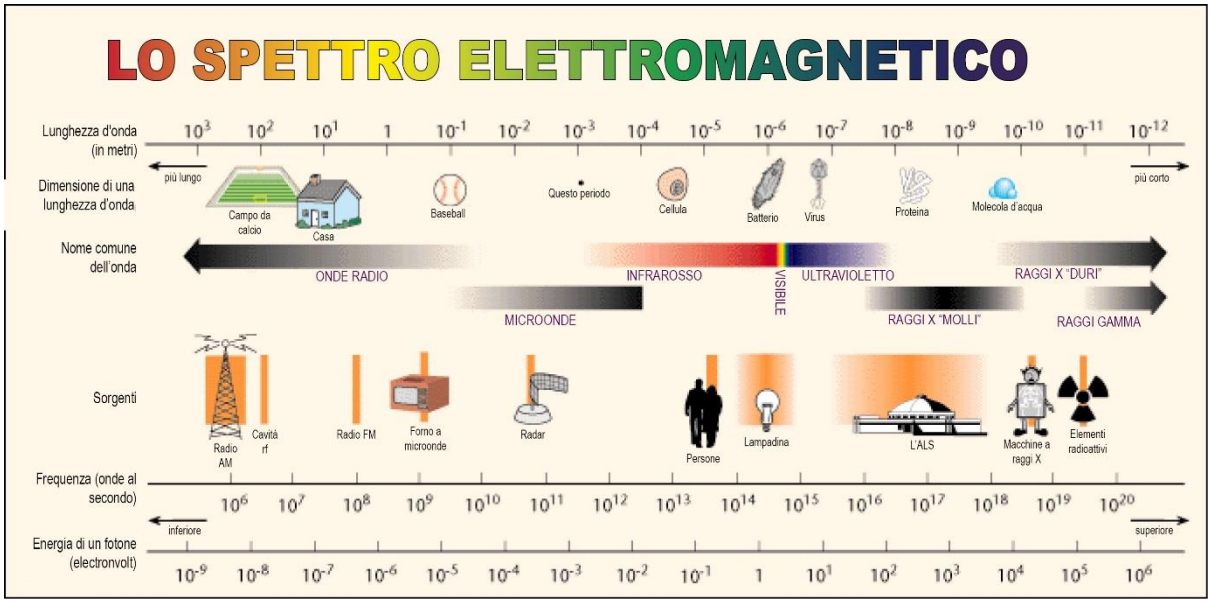


Tabella 4 - Spettro elettromagnetico. Fonte: https://marine.rutgers.edu/cool/education/class/josh/em_spec.html

Radiazione

Tipi	Sorgenti	Principali effetti sulla salute
Ionizzante	Raggi X Raggi Gamma	Cancro, difetti congeniti, morte
Non ionizzante	Ultravioletto Infrarosso Laser	Problemi alla pelle (invecchiamento cutaneo, cancro ecc.) Ustioni a cornea e congiuntiva, lesioni alla retina, cataratta Problemi agli occhi

Tabella 5 - Principali effetti sulla salute collegati al tipo di radiazione. Fonte: ISIM

Radiazione ionizzante

- Prodotta dal processo di saldatura a fascio elettronico.
- Controllata entro limiti accettabili utilizzando un'adeguata schermatura attorno all'area di saldatura a fascio elettronico.
- Prodotta durante la molatura (appuntitura) degli elettrodi di tungsteno toriati per il processo TIG (la polvere della molatura è radioattiva).

Radiazione non ionizzante

- L'intensità e la lunghezza d'onda dell'energia prodotta dipendono dal processo, dai parametri di saldatura, dall'elettrodo e dalla composizione del metallo di base, dai flussi e da eventuali rivestimenti o placcature sul materiale di base.
- La radiazione ultravioletta aumenta all'incirca come il quadrato della corrente di saldatura.
- La luminosità visibile (luminanza) dell'arco aumenta a una velocità molto più bassa.
- I processi che utilizzano l'argon producono quantità maggiori di radiazioni ultraviolette rispetto a quelli che impiegano maggiormente gli altri gas di protezione.

Figura 24 - Segnale di radiazioni non ionizzanti Fonte: ISIM

L'energia elettrica della saldatura ad arco viene convertita in calore e luce. Entrambi possono avere gravi conseguenze sulla salute dell'operatore.

La radiazione della luce può essere classificata, secondo il regolamento romeno, come segue:

Tipo	Lunghezza d'onda, [nm]
Infrarossa (calore)	>700
Visibile	400-700
Ultravioletta	<400

Tabella 6 - Lunghezza d'onda delle radiazioni della luce Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Light

Radiazione ultravioletta (UV)

Tutti i processi di saldatura ad arco generano raggi UV e l'esposizione in eccesso può portare a infiammazione della pelle e irritazione agli occhi o, in casi gravi, a cancro della pelle o danni permanenti agli occhi.

La radiazione UV si divide in tre intervalli:

	UV-A	UV-B	UV-C
Lunghezza d'onda	da 315 a 400 nm (nota anche come luce nera)	da 280 a 315 nm	da 100 a 280 nm
Il percorso della luce	attraversa la cornea e questa viene assorbita dal cristallino dell'occhio	assorbita nella cornea dell'occhio	

Tabella 7 - Lunghezza d'onda della radiazione UV Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Ultraviolet

Il rischio principale per saldatori e ispettori è collegato all'infiammazione della cornea e della congiuntiva (flash del saldatore). Per flash del saldatore (causati da radiazioni UV) si intende il danno allo strato protettivo più esterno delle cellule corneali. Le cellule danneggiate muoiono e gradualmente si staccano dalla cornea. Questo provoca un dolore intenso, generalmente descritto come una sensazione di "sabbia negli occhi". Il dolore diventa ancora più acuto se l'occhio viene esposto a luce intensa. Si sviluppa dopo l'esposizione e di solito dura 12-24 ore (più a lungo nei casi più gravi).

Il trattamento del flash del saldatore consiste in riposo in una stanza buia. I colliri anestetici lenitivi possono essere somministrati, ma solo da personale qualificato od ospedaliero.

L'esposizione a lungo termine alla luce UV può causare cataratta in alcuni soggetti.

Indossare caschi per saldatura riduce notevolmente tali rischi. L'uso di occhiali di sicurezza con schermi laterali riduce anche i rischi associati.

Nota: L'arco può riflettersi sui materiali circostanti, sugli altri operai che lavorano nelle vicinanze e sugli astanti. Circa la metà dei flash del saldatore colpiscono i colleghi che non stavano saldando.

Figura 25 – Condizioni di saldatura non conformi. Fonte: www.thetoolreport.com/highest-paying-welding-jobs/

Le radiazioni UV emesse dai processi di saldatura ad arco provocano arrossamenti e irritazioni causate da cambiamenti sulla superficie dei vasi sanguigni. La pelle arrossata può deperire e sfaldarsi in pochi giorni. L'esposizione prolungata o frequente a luce UV intensa può sviluppare il cancro della pelle.

Non è possibile ridurre al minimo il livello di radiazioni dell'arco. Perciò è necessario ridurre al minimo l'esposizione mediante l'uso corretto dei DPI.

I raggi ultravioletti della saldatura possono reagire con solventi a base di idrocarburi clorurati (tricloroetilene ecc.) formando gas fosgene. Anche una piccola quantità di fosgene può essere mortale. I primi sintomi sono vertigini da esposizione, brividi e tosse. Solitamente i sintomi veri e propri compaiono dopo 5 o 6 ore.

Luce visibile

La luce visibile all'occhio umano ha lunghezze d'onda comprese tra 400nm (blu) e 760nm (rosso). Lo spettro visibile non contiene tutti i colori che gli occhi e il cervello umano possono distinguere. I colori non saturi come il rosa o il viola possono essere creati solo da un mix di molteplici lunghezze d'onda. I colori contenenti solo una lunghezza d'onda sono chiamati colori puri.

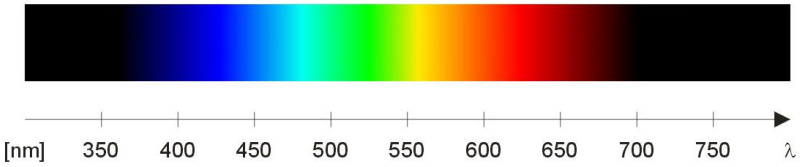


Figura 26 – Spettro visibile. Fonte: www.giangrandi.ch/optics/spectrum/visible-a.png

La luce visibile dei processi di saldatura è molto luminosa e può superare la capacità dell'iride dell'occhio di chiudersi sufficientemente e abbastanza rapidamente da limitare l'intensità della luminosità che raggiunge la retina. Di conseguenza, questa luce acceca e affatica temporaneamente l'occhio.

L'intensa luce visibile che attraversa la cornea può, in casi estremi, danneggiare i nervi otticamente sensibili della retina. L'effetto dipende dalla durata e dall'intensità dell'esposizione e dal riflesso naturale dell'individuo di chiudere l'occhio ed escludere la luce incidente. Di norma questo effetto abbagliante non dura a lungo.

È stato dimostrato che alte intensità di luce blu (da 400 a 500 nm) causano lesioni alla retina. Il "rischio da luce blu" è la temporanea o permanente lesione della retina.

Radiazione infrarossa

La radiazione infrarossa è caratterizzata da una lunghezza d'onda più lunga della luce visibile ed è generalmente invisibile all'occhio umano (spesso può essere percepita come calore). L'infrarosso ha una lunghezza d'onda compresa tra 700nm (rosso) e 1000 nm. La radiazione infrarossa della saldatura ad arco causa danni solo a breve distanza dall'arco. Si può percepire un'immediata sensazione di bruciore nella pelle che circonda gli occhi se questi sono esposti al calore dell'arco e la reazione umana naturale è quella di muoversi o coprirsi per evitare che

la pelle si riscaldi troppo e per ridurre l'esposizione degli occhi a questa radiazione. Anni di esposizione prolungata alle radiazioni infrarosse possono causare una graduale e irreversibile opacità del cristallino oculare. La norma EN 169 specifica una gamma di filtri permanenti che limitano l'esposizione alle radiazioni emesse da diversi processi a varie correnti. Va tenuto presente che questi numeri di gradazioni sono solo di riferimento.

Sovraesposizione alle radiazioni dell'arco

La sovraesposizione alle radiazioni dell'arco presenta alcuni sintomi che segnalano potenziali danni.

Possibili sintomi	Potenziale danno
Ultravioletto • Prurito, dolore; sensazione di "sabbia negli occhi"; **Visibile** • Occhi iniettati di sangue; • Mal di testa; **Infrarosso** • Secchezza, dolore, prurito, mal di testa;	**Ultravioletto** • Può accadere in millisecondi; • Di solito alla cornea (può causare la cataratta); **Visibile** • Da secondi a ore; • Il danno può essere immediato o cumulativo; • Di solito alla macula e alla retina (sempre permanente); **Infrarosso** • In genere avviene dopo anni (danno cumulativo); • Interessa di solito il cristallino (cataratta);

Tabella 8 - Potenziali sintomi e danno Fonte: ISIM

6.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro

Gli occhi e la pelle devono essere protetti utilizzando DPI appropriati.

A tale riguardo, uno dei principali DPI è il casco di saldatura e i filtri di saldatura.

Questi ultimi devono essere conformi ai requisiti della norma EN 169, mentre i caschi per saldatura devono essere conformi ai requisiti della EN 175.

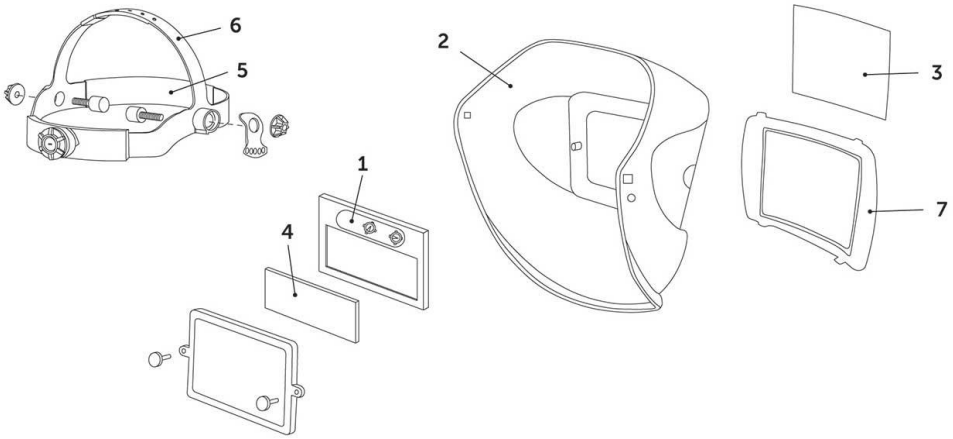


Figura 27- Elemento del filtro per saldatura. Fonte: www.jackson-safety.com/wh40-30-element.html

Per la saldatura ad arco, la scriccatura ad arco e il taglio a getto di plasma, il valore valido in quel momento è determinante per effettuare una scelta accurata del filtro appropriato. Inoltre, nella scelta corretta del filtro, vanno considerati il tipo di arco e il metallo principale (acciaio o alluminio).

Altri parametri che hanno un'influenza significativa, ma per i quali è difficile valutare l'effetto, comprendono:

- La posizione dell'operatore in relazione alla fiamma o all'arco;
- L'illuminazione locale;
- Il fattore umano (contesto ereditario);

Uso consigliato del tipo di filtro per saldatura ad arco:

- MMA EW da 9 a 14
- MIG/MAG/FCAW EW da 10 a 14
- TIG EW da 9 a 14

Oltre al corretto utilizzo di caschi e filtri per saldatura, l'area di saldatura deve essere circondata da tende protettive per proteggere anche gli astanti.

6.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura

La protezione contro le radiazioni ionizzanti è correlata al tempo di esposizione, alla distanza dalla sorgente e alla schermatura utilizzata.

Di seguito vengono presentate alcune misure per la protezione dalle radiazioni ionizzanti:

- Seguire le procedure/i regolamenti consigliate/i;
- Durante la molatura (appuntitura) degli elettrodi al tungsteno toriato, utilizzare sempre lo scarico locale e, se necessario, la protezione delle vie respiratorie per evitare l'inalazione di polvere;

- La radiazione esterna degli elettrodi di tungsteno toriato durante lo stoccaggio, la saldatura o lo smaltimento di residui è trascurabile in condizioni normali;
- Come proteggersi dalla radiazione non ionizzante;

Di seguito vengono presentate alcune misure per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti:

- Usare un casco per saldatura, con la giusta gradazione della lastra filtrante, conformemente a EN 169;
  Nota: Le tende per saldatura trasparenti servono solo alla protezione dei passanti da un'esposizione accidentale;
- Proteggere la pelle esposta con guanti e abbigliamento adeguati;
- Fare attenzione ai riflessi degli archi di saldatura, proteggere tutte le persone dai riflessi intensi dovuti al processo di saldatura;

Misure da prendere per proteggere la pelle dalle radiazioni dell'arco

Di seguito vengono presentate alcune misure da prendere per proteggere la pelle dalle radiazioni dell'arco:

- Indossare abiti con tessuti a trama stretta per evitare che le radiazioni UV raggiungano la pelle;
- Abbottonare tutta la camicia per proteggere la pelle di gola e collo;
- Indossare maglie a maniche lunghe e pantaloni lunghi;
- Coprirsi la testa con un cappuccio in tessuto per proteggere il cuoio capelluto dalle radiazioni UV;
- Proteggere la nuca usando un cappuccio;
- Proteggere il viso dalle radiazioni UV indossando un casco da saldatore;

6.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali

In questa sezione viene presentato un elenco delle principali nome di salute e sicurezza e codici di condotta europei relativi alla movimentazione delle bombole del gas:

EN 169 Protezione personale degli occhi. Filtri per saldatura e tecniche correlate. Requisiti di trasmittanza e uso consigliato.

EN 170 Protezione personale degli occhi. Filtri per ultravioletti. Requisiti di trasmittanza e uso consigliato.

EN 171: Protezione personale degli occhi. Filtri per infrarossi. Requisiti di trasmittanza e uso consigliato.

EN 175 Protezione personale. Apparecchiatura per la protezione di occhi e viso durante la saldatura e processi affini.

EN 379: Protezione personale degli occhi. Filtri di saldatura automatici

EN 1598: Salute e sicurezza nei processi di saldatura e affini. Tende, strisce e schermi trasparenti per i processi di saldatura ad arco.

7. Rumore

Il rumore è un suono indesiderato ed è considerato il pericolo industriale più comunemente sperimentato. Un forte rumore, interrotto od occasionale, può causare danni permanenti all'orecchio e provocare la perdita dell'udito.

L'orecchio umano è sensibile e delicato e può identificare cambiamenti molto lievi nella pressione del suono.

Ad eccezione della TIG, la saldatura ad arco elettrico genera livelli nocivi di rumore. Non solo processo è rumoroso, ma anche le altre attività che un saldatore deve eseguire, di solito in un ambiente già rumoroso. Pertanto, i livelli di rumore possono variare a seconda del processo effettuato.

Livelli di rumore tipici per diversi tipi di saldatura:

Processo	Livelli di rumore tipici
TIG	Fino a 75 dB(A)
MMA	85-95 dB(A)
MIG	95-102 dB(A)
Taglio al plasma (manuale fino a 100A, taglio solo fino a uno spessore di 25 mm)	98-105 dB(A)
Scriccatura a fiamma	95 dB(A)
Taglio a fiamma	Fino a 100 dB(A) (in genere superiore a 90 dB(A) quando si taglia uno spessore maggiore di 40 mm)
Scriccatura ad arco raffreddata ad aria	100-115 dB(A)
"Scorificazione"/scalpellatura	105 dB(A)
Molatura	95-105 dB(A)

Tabella 9 - Livelli di rumore tipici. Fonte: http://www.hse.gov.uk/welding/noise-vibration.htm

I livelli di rumore possono variare in base a diversi fattori:

- Maggiore è il diametro dei materiali di consumo e più elevata è la corrente, maggiore sarà il rumore;
- Anche il tipo di metallo influenza i livelli di rumore: l'acciaio inossidabile tende ad avere un'emissione sonora più elevata;
- Il taglio di materiali più spessi produce livelli più elevati di rumore rispetto a materiali più sottili;

- Quando si esegue il taglio al plasma e la scriccatura con arco ad aria, la principale fonte di rumore è l'aria compressa ad alta pressione. Il rumore può essere ridotto a seconda della struttura dell'ugello dell'aria. Alcune aziende offrono apparecchiature a "rumore ridotto";

7.1. Individuazione dei rischi

L'esposizione al rumore può danneggiare in modo permanente l'udito dei saldatori. Il rumore causa anche stress, aumento della pressione sanguigna e può contribuire alla comparsa di malattie cardiache. Lavorare in un ambiente rumoroso per lunghi periodi di tempo può rendere gli operai stanchi, nervosi e irritabili. Se si lavora in un'area rumorosa, lo standard acustico OSHA richiede al datore di lavoro di testare i livelli di rumore per determinare l'esposizione dei lavoratori. Se l'esposizione al rumore supera una media di 85 decibel per 8 ore, il datore di lavoro deve fornire gratuitamente protezione dell'udito e test dell'udito annuale.

Figura 28 - Cuffie. Fonte: https://www.arco.co.uk/103/content/downloads/expert-guide/arco-hearing_conservation-expert-guide.pdf

7.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro

L'esposizione al rumore regolare dipende sia dal livello di emissione sonora (il valore dB (A)) sia dal tempo trascorso in un ambiente rumoroso durante una giornata lavorativa. Nell'accedere a una potenziale esposizione al rumore, considerare quanto segue:

- processi di saldatura e taglio a caldo: il rumore viene generato solo quando un arco viene colpito o una fiamma accesa;
- Tempo di esposizione al rumore: il tempo in cui l'arco è attivo nel lavoro di un saldatore di produzione può arrivare fino all'80% del suo turno giornaliero, mentre un saldatore di fabbricazione può trascorrere la maggior parte della giornata a preparare il lavoro prima di iniziare a saldare;

Direttiva del Parlamento europeo n. 2003/10/CE del 6 febbraio 2003 sui requisiti minimi di salute e sicurezza, relativi all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti da agenti fisici (rumore): trova applicazione per tutte le attività del settore privato, delle cooperative e dell'amministrazione pubblica sociale, centrale, regionale e locale, di istituti pubblici e di altre persone giuridiche di diritto pubblico, nonché lavoratori autonomi.
Questo decreto stabilisce che l'esposizione personale o giornaliera personale dei lavoratori a valori pari o superiori a 87 dB (A) o a valori massimi pari o superiori a 140 dB (C) è definita come Limite di esposizione (VLE) al rumore. Nella valutazione deve essere considerata la attenuazione offerta dai dispositivi di protezione dell'udito.

7.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura

Per proteggere le orecchie dai rumori, indossare protezioni per l'udito se si lavora in un'area con elevati livelli di rumore. In questo modo si proteggerà l'udito da eventuali danni e si eviterà che metallo e altri detriti entrino nel condotto uditivo. Per proteggere le orecchie scegliere tappi o cuffie.

Criteri di protezione dell'udito

- capacità di ridurre l'esposizione al rumore;
- compatibilità con altri DPI (maschere per saldatura, caschi di sicurezza, ecc.);
- comfort e idoneità per l'ambiente di lavoro e l'attività;

Figura 29 - Tappi per orecchie. Fonte: https://www.dhport.com/trade/hot-sell-disposable-ear-plug-en_1320583623.html

7.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali

Per i problemi di protezione dell'udito esistono alcune norme specifiche:

La norma EN 352 distingue tra diversi tipi di dispositivi di protezione dell'udito e ogni tipo deve soddisfare i relativi requisiti elaborati. I diversi tipi possono essere identificati con il numero che segue la sigla della norma, ad esempio EN 352-2. Si identificano in tutto sei tipi diversi:

- Norma EN 352-1 relativa alle cuffie
- Norma EN 352-2 relativa a tappi per le orecchie e otoplastiche

- Norma EN 352-3 relativa a varianti, per esempio cuffie applicate su un casco
- Norma EN 352-4 relativa ai requisiti per cuffie con risposta in funzione del livello sonoro
- Norma EN 352-5 relativa a cuffie con controllo attivo della riduzione del rumore
- Norma EN 352-6 relativa a cuffie con comunicazione audio

8. Vibrazione

8.1 Identificazione dei rischi

La vibrazione è un fenomeno meccanico per cui si verificano oscillazioni intorno a un punto di equilibrio. Il termine deriva dal latino *vibrationem*. Le oscillazioni possono essere periodiche, come il movimento di un pendolo o casuali, come il movimento di un pneumatico su una strada sterrata.

Le vibrazioni emesse durante la lavorazione con macchinari sono ovviamente di bassa intensità e quindi non vi è alcuna influenza negativa sul processo di taglio. D'altra parte, le vibrazioni ad alta intensità potrebbero influire negativamente su alcuni aspetti del processo di taglio:

- formazione di ondulazione sulla superficie lavorata e bassa precisione delle parti lavorate, talvolta elevata rugosità superficiale;
- processo più intenso di usura degli utensili;
- influenza negativa sulla durata della macchina e suono intenso;

Esistono 2 tipi di vibrazioni nelle operazioni di rettifica: forzate e autoeccitate. Eccentricità e non allineamento del disco di molatura sono la causa principale della generazione di vibrazioni forzate. L'effetto rigenerativo è invece responsabile della formazione di vibrazioni autoeccitate. Il movimento rotatorio del disco di molatura e del pezzo da lavorare genera l'ondulazione sulla superficie del dico, ripercuotendosi quindi sulla formazione di onde sulla superficie molata. Questo tipo di vibrazione viene indotto da dall'elevata rigidità dinamica del disco di molatura.

Molatura: principi base

La molatura è un processo di rimozione del materiale e di levigatura della superficie utilizzato per modellare e rifinire componenti in metallo e altri materiali. La precisione e la finitura superficiale ottenute tramite la molatura possono essere fino a dieci volte migliori rispetto alla tornitura o alla fresatura.

La molatura impiega un prodotto abrasivo, solitamente un disco rotante che viene portata a contatto controllato con una superficie di lavoro. Il disco di molatura è composto da grani abrasivi tenuti insieme da un legante. Questi grani abrasivi fungono da strumenti di taglio,

rimuovendo minuscole schegge di materiale dal pezzo da lavorare. Poiché questi grani abrasivi si usurano e perdono l'affilatura, la resistenza aggiunta porta alla frattura degli stessi o all'indebolimento del loro legame. I pezzi non più affilati si staccano, rivelando nuovi grani affilati che continuano a tagliare. Alcuni dei requisiti per una rettifica efficiente sono:

• componenti abrasivi più duri del pezzo da lavorare;
• dischi abrasivi resistenti agli urti e al calore;
• abrasivi friabili, ovvero in grado di fratturarsi in modo controllato;

Tipi di molatura

Esistono molte forme di molatura, ma i quattro principali processi industriali sono:

• molatura cilindrica;
• molatura interna;
• molatura senza centro;
• molatura di superficie;

Figura 30 - Molatura. Fonte: www. en.wikipedia.org/wiki/Grinding_(abrasive_cutting)

Nel processo di saldatura e affini la molatura è una fase molto importante nella preparazione e nella pulizia dei giunti. La molatura può essere utilizzata per rimuovere scaglie di laminazione o ruggine. Le mole possono essere guidate manualmente o montate sulla saldatrice .

(Gli occhiali di protezione devono essere sempre indossati ed è essenziale per la sicurezza che sia selezionato il tipo di mola appropriato per la velocità di funzionamento del disco).

Vibrazione mano-braccio

La vibrazione mano-braccio è la vibrazione trasmessa nelle mani e nelle braccia dei lavoratori. Tale fenomeno può verificarsi a seguito dell'uso di utensili elettrici portatili (come mole o martelli pneumatici) e attrezzature manuali (come tosaerba motorizzati o tagliasfalto con operatore a terra) o di materiali lavorati da macchine alimentate a mano (come mole con piedistallo o martelli da forgia).

Perché la vibrazione mano-braccio costituisce un problema?

L'esposizione regolare e frequente alla vibrazione mano-braccio può portare a due forme di malattia permanente conosciute come:

1) sindrome da vibrazione mano-braccio (HAVS);
2) sindrome del tunnel carpale (CTS);

Alcuni dei sintomi e degli effetti della HAVS sono:

- Formicolio e intorpidimento delle dita che possono comportare l'incapacità di eseguire lavori di precisione (ad esempio assemblando piccoli componenti) o attività quotidiane (ad esempio, chiusura dei bottoni;
- Perdita di forza nelle mani che potrebbe influire sulla capacità di lavorare in sicurezza;
- Sbiancamento delle dita che diventano rosse e dolorose durante il recupero, riducendo la capacità di lavorare in condizioni di freddo o umidità, ad es. all'aperto;

Possono verificarsi anche i sintomi e gli effetti della CTS, tra cui:

- Formicolio, intorpidimento, dolore e debolezza della mano che possono interferire con il lavoro e le attività quotidiane e influire sulla capacità di lavorare in sicurezza;
- I sintomi di entrambe le patologie possono scomparire e ripresentarsi, ma con la continua esposizione alle vibrazioni possono diventare prolungati o permanenti e causare dolore, angoscia e disturbi del sonno;

Questa situazione può verificarsi anche dopo pochi mesi di esposizione, ma nella maggior parte dei casi avverrà nel giro di pochi anni.

Cosa sancisce la legge in proposito

I Regolamenti sulle vibrazioni (Control of Vibration at Work Regulations 2005) richiedono all'operatore di:

- assicurarsi che i rischi derivanti dalle vibrazioni siano controllati;
- fornire informazioni, istruzioni e formazione ai dipendenti sul rischio e sulle azioni intraprese per controllarlo; e fornire un'adeguata sorveglianza sanitaria;

I regolamenti sulle vibrazioni includono un valore di azione dell'esposizione (EAV) e un valore limite di esposizione (ELV) basato su una combinazione della vibrazione nel(i) punto(i) di presa dell'attrezzatura o nel pezzo in lavorazione e il tempo trascorso per tenerlo. I valori dell'azione e limite sono:

- un EAV quotidiano di 2,5 m/s A(8) che rappresenta un chiaro rischio che necessita di gestione;

e

- un ELV quotidiano di 5 m/s A(8) cje rappresenta un elevato rischio sopra al quale i dipendenti non devono essere esposti;

8.1. Organizzare un posto di lavoro sicuro

Le mansioni consistono nel ridurre i rischi di vibrazione al livello più basso ragionevolmente possibile e abbassare l'esposizione al livello più basso ragionevolmente praticabile se si trova al di sopra dell'EAV. Le esposizioni non devono superare il VLE.

Se i valori sono conformi alle normative sulle vibrazioni, sarà possibile prevenire l'invalidità da HAVS e la CTS correlata alle vibrazioni. Alcune persone svilupperanno i primi segni e sintomi di HAVS o CTS anche se sottoposti a basse esposizioni (ad esempio, se sono soggette a lesioni da vibrazione e sono regolarmente esposte a vibrazioni vicine al valore di azione dell'esposizione, di solito per alcuni anni). Il controllo sanitario deve identificare ogni danno subito, quindi un'azione appropriata da parte delle persone coinvolte a questo punto preverrà il verificarsi dell'invalidità.

È molto importante che il rappresentante della sicurezza sindacale o il rappresentante dei dipendenti controlli il rischio e fornisca sorveglianza sanitaria.

Obblighi di produttori e fornitori

Quando viene acquistato l'attrezzatura di lavoro, il fornitore deve prevedere quanto segue:

- avviso di eventuali rischi legati alle vibrazioni derivanti dall'uso dell'apparecchiatura;
- informazioni sull'uso sicuro e, ove necessario, requisiti di formazione;
- informazioni su come mantenere l'apparecchiatura;
- informazioni sull'emissione di vibrazioni da parte dell'apparecchiatura;

Quali lavori sono più inclini a creare un rischio?

Lavori che comportano un'esposizione regolare e frequente alle vibrazioni superiori all'EAV si riscontrano in una vasta gamma di settori, ad esempio:

- edilizia e opere civili;
- ingegneria;
- selvicoltura;
- fonderie;
- produzione e riparazione di veicoli a motore;
- manutenzione di parchi, giardini, cigli di strade, terreni ecc.;
- cantieristica navale e riparazioni di natanti;
- utenze (es. gas, acqua, telecomunicazioni).

Quali utensili sono più inclini a creare un rischio?

Gli utilizzatori dei tipi di apparecchiature elencati di seguito e di apparecchiature simili saranno spesso esposti a livelli di vibrazioni superiori all'EAV:

- motoseghe;
- mole (di tutti i tipi e dimensioni, es. angolari, rettilinee, dritte, verticali ecc.);
- apparecchiatura alimentata a mano, es. finitrici, mole e lucidanti su piedistallo;
- trapani a percussione;
- martelli scrostatori compresi quelli ad aghi;

- attrezzature con operatore a terra compresi tosaerba, tagliasfalto, lucidatrici per pavimenti;
- martelli elettrici per scriccatura, demolizione, rottura di strade ecc.;
- sabbiatrici e levigatrici;
- seghe manuali per calcestruzzo, metallo, pulizia di terreni ecc.;

I modelli di attrezzature danneggiati e molto vecchi possono essere pericolosi anche se utilizzati per periodi brevissimi. La maggior parte delle attrezzature portatili, azionate a mano o alimentate a mano, possono causare patologie dovute a vibrazione se usate in modo errato.

Per gli utensili manuali elettrici, l'uso regolare e frequente di utensili moderni, ben progettati e sottoposti a corretta manutenzione può provocare un'esposizione pari o superiore all'EAV dopo:

- l'uso di un utensile ad azione martellante per circa 15 minuti;
- l'uso di utensili ad azione non martellante per circa un'ora;

È probabile che il valore limite di esposizione venga raggiunto dopo:

- l'uso di utensili ad azione martellante per circa un'ora;
- l'uso di utensili ad azione non martellante per circa quattro ore;

Come è possibile controllare i rischi della HAVS?

È possibile ridurre l'esposizione alle vibrazioni riducendo una o entrambe delle seguenti cause:

- la vibrazione trasmessa alla mano;
- il tempo trascorso tenendo attrezzature o pezzi da lavorare vibranti;

8.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura

I guanti commercializzati come "anti-vibrazione", pensati per isolare le mani di chi li indossa dagli effetti delle vibrazioni, sono disponibili sul mercato. Esistono diversi tipi, ma molti sono adatti solo per determinate funzioni, non sono particolarmente efficaci nel ridurre la vibrazione ponderata in frequenza associata al rischio di HAVS e, ad alcune frequenze, possono persino aumentare la vibrazione. Generalmente non è possibile valutare la riduzione delle vibrazioni fornita dai guanti antivibranti, quindi non si dovrebbe generalmente fare affidamento su questi per fornire protezione. Tuttavia, guanti e altri indumenti caldi possono essere utili per proteggere i lavoratori dal freddo esposti alle vibrazioni, contribuendo a mantenere attiva la circolazione.

La bassa temperatura corporea o delle mani aumenta il rischio del fenomeno dello sbiancamento delle dita a causa della ridotta circolazione sanguigna. È quindi importante assicurarsi che i dipendenti che lavorano all'aperto al freddo abbiano una protezione adeguata. La temperatura in un ambiente di lavoro interno deve fornire un comfort ragionevole senza necessità di indossare indumenti speciali e normalmente deve essere di almeno 16 °C. Se questa temperatura non è ragionevolmente praticabile, il lavoratore deve

essere fornito di indumenti e guanti caldi. (Potrebbe essere necessario più di un cambio per ciascun dipendente se i guanti o gli indumenti rischiano di bagnarsi). I guanti e gli altri indumenti devono essere valutati per una buona vestibilità e per l'efficacia nel mantenere le mani e il corpo caldi e asciutti nell'ambiente di lavoro. Occorre inoltre garantire che guanti o altri indumenti forniti non impediscano ai dipendenti di lavorare in sicurezza e non presentino rischi di impigliamento con parti mobili delle macchine.

Figura 31 - Operazioni di molatura. Fonte: www.safeguardtraining.com

8.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali

In questa sezione viene presentato un elenco delle principali nome di salute e sicurezza e codici di condotta europei relativi alle vibrazioni:

- Regolamenti sulle vibrazioni - Control of Vibration at Work Regulations 2005.
- ISO 16089:2015 - Macchine utensili — Sicurezza — Rettificatrici fisse.
- BS EN 388:2016 -Guanti protettivi contro rischi meccanici
- ISO 1985: 2015 Macchine utensili - Condizioni di prova per rettificatrici di superfici con mandrino per dischi di molatura verticali e tavola a moto alternativo - Prove di accuratezza.

9 Movimentazione delle bombole di gas

9.1. Individuazione dei rischi

I gas compressi presentano un unico rischio. A seconda del gas, sussiste la possibilità di un'esposizione simultanea a rischi meccanici e chimici.

I gas possono essere:

- Infiammabili o combustibili;
- Esplosivi;
- Corrosivi;

- Velenosi/tossici;
- Inerti;
- Criogenici;
- Piroforici (ustioni a contatto con l'aria);

Combinazione di rischi

Gas compressi - principali cause di incidente:

- Addestramento e supervisione inadeguati;
- Installazione imprecisa;
- Scarsa manutenzione;
- Apparecchiatura e/o progettazione difettose (es. valvole o regolatori montati in modo errato);
- Movimentazione impropria;
- Stoccaggio scorretto;
- Condizioni di lavoro con ventilazione inadeguata;

Se il gas è infiammabile, punti di infiammabilità inferiori alla temperatura ambiente uniti ad alti tassi di diffusione costituiscono un pericolo di incendio o esplosione.

Ulteriori rischi di reattività e tossicità del gas, così come l'asfissia, possono essere causati da alte concentrazioni di gas anche "innocui" come l'azoto.

Poiché i gas sono contenuti in recipienti metallici pesanti e altamente pressurizzati, la grande quantità di energia potenziale risultante dalla compressione del gas rende la bombola un potenziale razzo o bomba a frammentazione.

9.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro

Identificazione e proprietà

Leggere l'etichetta ed eseguire un doppio controllo per accertarsi che la bombola/il gas sia adatta/o all'uso previsto.

Se l'etichetta di una bombola diventa poco leggibile o la targhetta acclusa cancellata in modo da rendere impossibile l'identificazione, la bombola deve essere contrassegnata con la scritta "contenuto sconosciuto" e restituita direttamente al produttore.

Per l'identificazione non affidarsi mai al colore della bombola. I colori delle bombole possono variare a seconda del fornitore.

In caso di mancata corrispondenza tra il colore e l'etichetta di una bombola, non usarla e contattare immediatamente il fornitore.

Conoscere le proprietà del gas (leggere le Schede dati sicurezza dei materiali).

Il contenuto e lo stato della bombola deve essere sempre identificabile.

Le bombole devono essere ispezionate quotidianamente e prima di ogni utilizzo per verificare l'eventuale presenza di corrosione, perdite, crepe, ecc.

L'ispezione deve interessare bombola, tubazioni, dispositivi di sicurezza, valvole, cappucci di protezione e steli.

Regolatori , valvole o altre apparecchiature che perdono devono essere messi fuori servizio.

Figura 32 – Leggere sempre l'etichetta! Fonte: www.boconline.co.uk/en/legacy/attachment?files=tcm:5410-116814,tcm:410-116814,tcm:10-116814

9.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura

Sono necessarie procedure accurate per gestire i vari gas compressi, le bombole contenenti i gas compressi, i regolatori o le valvole utilizzate per controllare il flusso di gas e le tubazioni usate per contenere i gas durante il flusso.

Valvole antiritorno di fiamma

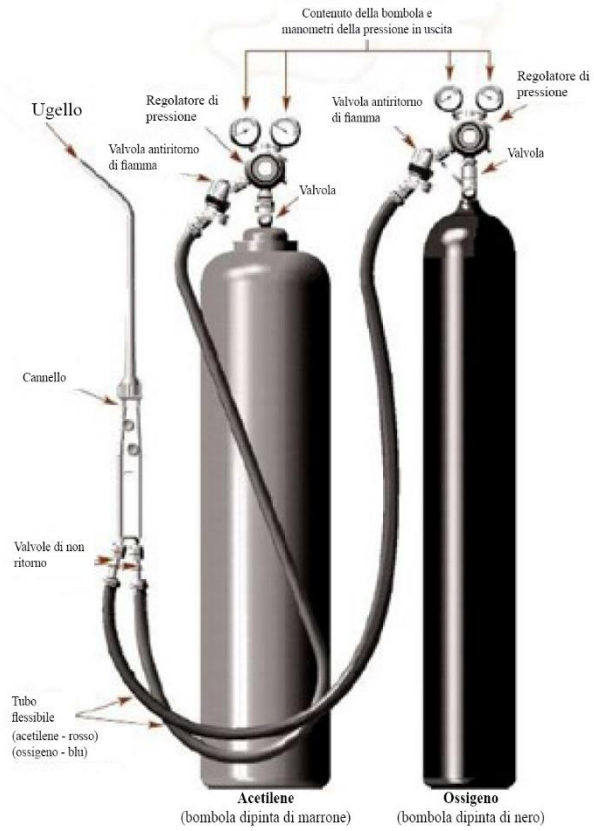


Figura 33 - Unità di saldatura ossiacetilenica con valvole antiritorno di fiamma. Fonte: /www.metals4u.co.uk/how-to-oxy-acetylene-weld.asp

Ritorno di fiamma = miscela di gas combustibile e ossigeno che brucia all'interno del tubo, la fiamma si muove dirigendosi verso la fonte di gas ad alta velocità, con la possibilità di provocare una forza esplosiva in entrambe le bombole.
Le valvole antiritorno di fiamma devono essere installate su entrambi i regolatori di ossigeno e gas combustibile.
Se la valvola antiritorno di fiamma è caduta/si è danneggiata, sostituirla immediatamente.
Devono essere usate solo con il gas per cui sono state etichettate e alla pressione per cui sono state progettate.
Motivi del ritorno di fiamma: errato spurgo del tubo/della torcia prima dell'uso, pressione del gas errata, ugello errato, valvole della torcia danneggiate, passaggi del gas bloccati all'interno della torcia, tubo piegato o bloccato.

Tubi

- Classificazione della pressione, lunghezza e codice cromatico sono essenziali per la sicurezza;
- Non utilizzare mai attrezzature con tubi avvolti attorno ai cilindri o al carrello;
- La lunghezza del tubo flessibile deve essere adatta al compito;
- Mantenere i tubi in buone condizioni;
- Esaminare il tubo per verificare la presenza di eventuali crepe, segni di deterioramento, danni (verificare la presenza di perdite prima dell'uso);
- Non riparare i tubi;
- Spurgare accuratamente il tubo prima di accendere la torcia;
- Non utilizzare tubazioni in rame con tubi in acetilene (potenzialmente esplosivi);
- Proteggere il tubo da calore, olio, grasso o danni meccanici;

Tubazioni

- Le linee di distribuzione e i relativi punti sfogo devono essere chiaramente etichettati riguardo al tipo di gas contenuto;
- I sistemi di tubazioni devono essere ispezionati su base regolare per verificare eventuali perdite;
- Prestare particolare attenzione ai raccordi e a eventuali crepe che possono essersi formate;

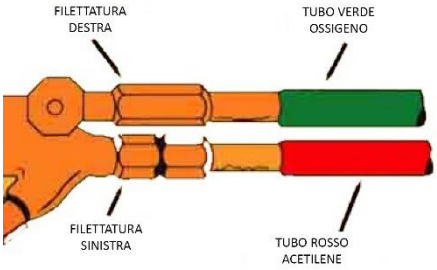


Figura 34 - Unità e forma del tubo tipici. Fonte: https://weldguru.com/bottle-oxygen/

Gas compressi

Per l'identificazione non affidarsi mai al colore della bombola. La codifica cromatica non è affidabile perché i colori dei cilindri possono variare a seconda del fornitore. Anche le etichette sui cappucci hanno poco valore perché questi ultimi sono intercambiabili.

Leggere sempre l'etichetta!

Tutte le linee del gas che provengono da una fornitura di gas compresso devono essere chiaramente etichettate per identificare il gas, il laboratorio o l'area servita e riportare i relativi numeri di telefono di emergenza.

Le etichette devono essere codificate cromaticamente in modo da distinguere i gas pericolosi (quali sostanze infiammabili, tossiche o corrosive) (ad es. sfondo giallo e lettere nere).

I segnali devono essere posizionati in modo evidente nelle aree in cui sono conservati i gas compressi infiammabili, identificando le sostanze e le precauzioni appropriate (ad es. IDROGENO - GAS INFIAMMABILE - VIETATO FUMARE - NO FIAMME LIBERE).

Gas compressi - Movimentazione e uso

Le bombole del gas devono essere sempre in sicurezza.

Le bombole possono essere collegate al piano di un banco, alla parete singolarmente, collocate nelle gabbie apposite o avere una base antiribaltamento applicata. Catene o strap devono essere usati per fissarle.

Se si scopre una bombola che perde, spostarla in un luogo sicuro (se è sicuro farlo) e informare il Reparto di salute e sicurezza ambientale. Contattare anche il fornitore il prima possibile.

Figura 35 - Etichette di avvertenza relative allo stoccaggio delle bombole. Fonte: www.safetysign.com/products/5173/3-part-oxygen-cylinder-status-tag

Non tentare mai di riparare una bombola o una valvola.

Le bombole devono essere posizionate in modo tale che la valvola sia sempre accessibile. La valvola della bombola principale deve essere chiusa non appena si smette di usarla (ovvero, non deve mai essere lasciata aperta quando l'apparecchiatura è incustodita o non operativa).

Questa azione è necessaria non solo per la sicurezza quando la bombola è sotto pressione, ma anche per prevenire la corrosione e la contaminazione risultante dalla diffusione di aria e umidità all'interno della bombola dopo che si è svuotata.

Le bombole sono dotate di volantino o valvola a stelo. In quelle con valvola a stelo, la chiave dello stelo deve rimanere sullo stesso quando la bombola è in servizio.

Per aprire o chiudere una valvola devono essere usate solo chiavi o utensili previsti dal fornitore della bombola. Non usare mai le pinze per aprire una valvola della bombola.

Alcune valvole potrebbero richiedere l'uso di rondelle. Verificare questo punto prima di installare il regolatore.

Le valvole delle bombole vanno aperte lentamente.

Le valvole delle bombole di ossigeno devono essere aperte *completamente.*

Aprire leggermente lo stelo della valvola della bombola di ossigeno. Una volta che l'ago del manometro di alta pressione si è fermato, aprire la valvola completamente. Questa operazione crea la controtenuta della valvola.

Le bombole di ossigeno devono avere la valvola completamente aperta a causa dell'alta pressione interna.

Quando si apre la valvola di una bombola contenente un gas irritante o tossico, l'utente deve posizionare la bombola con la valvola puntata lontano da sé e avvertire coloro che lavorano nelle vicinanze.

Le bombole contenenti gas infiammabili come idrogeno o acetilene non devono essere stoccate in prossimità di fiamme libere, aree in cui sono generate scintille elettriche o dove possono essere presenti altre sorgenti di innesco.

Figura 36 - Etichetta per gas esplosivi. Fonte: https://www.fivevalleylabels.co.uk/product-page/explosive-gases-i001

Le bombole contenenti acetilene non devono mai essere riposte adagiate di lato.

Le bombole di ossigeno (piene o vuote) non devono essere riposte in prossimità di gas infiammabili.

Per un corretto stoccaggio delle bombole di ossigeno si devono mantenere almeno 7 metri tra bombole di gas infiammabili e bombole di ossigeno o che le aree di stoccaggio siano separate, come minimo, da una parete antifuoco alta 1.524 m, con una resistenza al fuoco di 0,5 ore.

I materiali grassi e oleosi non devono mai essere conservati nell'area circostante l'ossigeno, né si deve applicare olio o grasso ai raccordi.

I regolatori sono dispositivi appositi per il gas e non sono necessariamente intercambiabili!

Assicurarsi sempre che il regolatore e i raccordi delle valvole siano compatibili.

Figura 37 - Bombola del gas con regolatori. Fonte: www.rentfreegas.com.au/shop/nitrogen-kit-includes-cylinder-gas-regulator-pressure-rated-hose/

Una volta collegato il regolatore, la valvola della bombola deve essere aperta quanto basta per indicare la pressione sul manometro del regolatore (non più di un giro completo) e tutti i collegamenti vanno controllati con una soluzione di sapone per verificare la presenza di eventuali perdite.

Non usare mai olio o grasso sul regolatore di una valvola della bombola.

In caso di dubbio sull'idoneità di un regolatore per un particolare gas, contattare il proprio fornitore per chiedere consiglio.

Per le tubazioni rispettare sempre le regole seguenti:

- Non utilizzare tubi in ghisa per il cloro o tubi di plastica per impianti ad alta pressione;
- Non nascondere linee di distribuzione in cui possa accumularsi un'alta concentrazione di perdite di gas pericoloso che può causare un incidente;
- Le tubazioni in rame non possono essere usate per l'acetilene:
- Le linee di distribuzione e i relativi punti sfogo devono essere chiaramente etichettati riguardo al tipo di gas contenuto;
- I sistemi di tubazioni devono essere ispezionati su base regolare per verificare eventuali perdite;
- Riservare un'attenzione particolare agli accessori e all'eventuale presenza di crepe;

Quando la bombola deve essere rimossa o è vuota, tutte le valvole devono essere chiuse, il sistema scarico e il regolatore tolto.

Il cappuccio della valvola deve essere sostituito, la bombola chiaramente contrassegnata come "vuota" e riportata in un'area di stoccaggio per il ritiro da parte del fornitore.

Le bombole vuote e piene devono essere stoccate in aree separate.

Utilizzare sempre occhiali di sicurezza (preferibilmente con una visiera) quando si manipolano e si utilizzano gas compressi, in particolare quando si collegano e si scollegano regolatori e linee di gas compresso.

Tutte le bombole di gas compresso, comprese quelle di dimensioni inferiori usate per le lezioni, devono essere restituite al fornitore una volta vuote o inutilizzate.

Gas compressi - Trasporto

Le bombole che contengono gas compressi sono principalmente contenitori di spedizione e non devono essere sottoposti a una movimentazione violenta o a un uso improprio.

Tale uso improprio può seriamente indebolire la bombola e renderla inadatta per un ulteriore utilizzo o trasformarla in un razzo con spinta di propulsione sufficiente ad attraversare pareti in muratura.

Figura 38 - Bombola del gas con valvola rotta. Fonte: https://twitter.com/MichaKobs/status/997427383387992065

Per proteggere la valvola durante il trasporto, il tappo di copertura deve essere avvitato a mano e rimanere inserito finché la bombola non è in posizione e pronta per l'uso.

Le bombole non devono essere rotolate né trascinate.

Quando si spostano bombole di grandi dimensioni, devono essere fissate a un carrello con ruote dalla struttura adeguata per garantire la stabilità.

Può essere movimentata (spostata) solo una bombola alla volta.

Figura 39 - Trasporto in sicurezza delle bombole del gas. Fonte: https://weldguru.com/bottle-oxygen/

Movimentazione delle bombole di gas

- Indossare DPI: guanti, scarpe protettive, protezioni per gli occhi;
- Per spostare le bombole correttamente mantenere la posizione verticale, in sicurezza e con le valvole posizionate nella parte più alta;
- Utilizzare morsetti adatti o altri mezzi efficaci durante il sollevamento;
- Su brevi distanze o terreno pianeggiante le bombole possono essere spostate a mano, ma solo da personale addestrato;
- Non far rotolare mai le bombole a terra;
- Non trasportare le bombole con la valvola e il regolatore di pressione collegati o con la valvola aperta;
- Non provare mai a riprendere una bombola mentre cade;
- Non sollevare mai una bombola tenendola per il cappuccio o la valvola.

Ricordare: Una bombola non è mai vuota!!!

9.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali

In questa sezione viene presentato un elenco delle principali nome e codici di condotta europei relativi alla movimentazione delle bombole del gas:

EN ISO 13769: Bombole del gas. Marcatura con timbro

EN 1439: Attrezzature e accessori per GPL. Procedure di verifica delle bombole per GPL trasportabili e ricaricabili, prima, durante e dopo il riempimento

EN ISO 24431: Bombole del gas. Bombole composite e saldate in modo continuo per gas liquefatti e compressi (escluso l'acetilene). Controlli durante il riempimento

EN 16728: Attrezzature e accessori per GPL. Bombole trasportabili ricaricabili per GPL diverse da quelle di acciaio tradizionali saldate e brasate. Ispezione periodica

EN 1440: Attrezzature e accessori per GPL. Bombole trasportabili e ricaricabili di acciaio saldato e brasato per GPL. Ispezione periodica

ISO 11513: Bombole del gas. Bombole di acciaio saldato ricaricabili contenenti materiali per il confezionamento del gas in condizioni subatmosferiche (escluso l'acetilene). Progettazione, costruzione, test, uso e ispezione periodica

10. Saldatura in spazi ristretti

Saldatura

La saldatura è una tecnologia complessa, utilizzata in una varietà di applicazioni ed eseguita con una notevole quantità di processi e procedure diversi. Di conseguenza, il personale coinvolto nelle operazioni di saldatura può essere soggetto a rischi per la salute e la sicurezza. L'ambiente di lavoro può anche influenzare fortemente il livello di rischio del personale coinvolto a causa di altre operazioni svolte o della limitazione di ventilazione, dello scambio di calore e di altri effetti climatici.

Quest'ultima causa è una situazione tipica che si verifica nei cosiddetti spazi ristretti.

Definizioni e riferimenti

Esistono diverse definizioni di spazi ristretti (in particolare nelle legislazioni nazionali), tuttavia per l'ambito tematico della presente pubblicazione, la definizione si basa su quella fornita dal documento intitolato "LA SALDATURA AUMENTA I RISCHI DEL LAVORO IN SPAZI RISTRETTI" (Titolo originale “WELDING ADDS HAZARDS TO WORK IN CONFINED SPACES” - Doc. IIW 1416-98, pubblicato in "Welding in the World", 1999-3, pp14-17): "*Uno spazio di lavoro, che per le sue dimensioni, posizione o configurazione, ha una ventilazione naturale inadeguata e/o un'area limitata per il lavoro dei saldatori e in cui l'accesso o l'uscita potrebbe essere difficile*". È importante notare che la definizione non considera le circostanze particolari della saldatura subacquea. Esempi di spazi di lavoro limitati includono serbatoi di stoccaggio, gallerie, condotte, fognature, pozzi, caldaie, contenitori, serbatoi chimici, cassoni, cantine prive di finestre, intercapedini tra il ponte e i doppi fondi di una nave.

Il documento è stato realizzato dalla VIII Commissione di IIW “Health and safety” come modulo di consenso di tutti gli esperti coinvolti nel lavoro della commissione. Tale documento costituisce il riferimento principale per queste note.

Figura 40 – Spazi ristretti. Fonte: IIS

10.1 Individuazione dei rischi

Valutazione dei rischi

Per gestire correttamente il rischio dovuto alla saldatura in spazi ristretti devono essere prese in considerazione procedure adeguate.

Una prima fase consiste nell'individuare i pericoli e le persone coinvolte.

Qualsiasi lavoro in spazi ristretti può essere pericoloso se non vengono prese misure adeguate per valutare e controllare i rischi dei potenziali danni. Per valutare correttamente l'esposizione, i rischi devono essere adeguatamente identificati, in particolare:

- Rischi generali dovuti a processi di saldatura e affini
- Rischi derivanti specificamente dall'ambiente specifico.

È chiaro che i saldatori sono i più esposti a questa situazione, ma il rischio può essere esteso anche ad altro personale presente nell'area, ad esempio supervisori e ispettori della saldatura o qualsiasi altra persona coinvolta in attività affini, ad es. predisposizione di giunti, molatura, installazione di macchine, ecc.

Una volta eseguita la prima fase, il rischio deve essere valutato secondo le procedure appropriate, ossia tenendo conto della probabilità e dell'effetto dell'evento pericoloso e dei livelli di esposizione. Va sottolineato che questa valutazione non cambia rispetto a quella per l'ambiente di lavoro standard (compreso l'uso degli stessi livelli di esposizione). Tale operazione può comportare un rischio notevolmente più alto per molti pericoli

Come fase finale, deve essere presa in considerazione una misura che riduca il livello di rischio per mantenere livelli adeguati di salute e sicurezza sul lavoro. Queste misure possono essere progettate per l'ambiente specifico e possono essere diverse da quelle generiche a causa delle condizioni particolari che rendono difficile un'applicazione irrilevante.

La valutazione del rischio deve essere effettuata da una persona competente appositamente formata che effettui una valutazione scritta delle condizioni di salute e sicurezza del posto di lavoro e delle operazioni da svolgere. Un simile compito richiede una notevole conoscenza tecnica ed esperienza del(i) processo(i).

Procedure operative

Tutti i luoghi di lavoro al chiuso o in officina devono essere valutati da personale adeguatamente addestrato con responsabilità chiaramente definite per stabilire quale sia uno "spazio ristretto" e le precauzioni richieste quando il lavoro vi viene svolto all'interno. Queste mansioni devono essere disciplinate da un Sistema di lavoro sicuro scritto comprendente misure per la valutazione e il controllo dei rischi generali e specifici del processo (es. saldatura).

Le disposizioni dovrebbero definire il responsabile di ciascuna delle azioni elencate nel Sistema di lavoro sicuro. Tutte le persone coinvolte devono essere adeguatamente addestrate e comprendere l'importanza del loro ruolo.

Modalità e turni

Prima di procedere con qualsiasi attività, è necessario verificare che tutte le prescrizioni del Permesso di lavoro siano applicate e, nel caso di apparecchiature, tutti i passi d'uomo siano accessibili e privi di qualsiasi impedimento al libero accesso.

Vicino all'accesso agli spazi ristretti (reattori, navi, torri, accumulatori, serbatoi, ecc.) deve essere sempre presente del personale con compiti di sorveglianza, controllo, segnalazione e allarme in caso di situazioni pericolose.

I tempi dell'eventuale permanenza del personale all'interno dell'apparecchiatura e le relative pause di lavoro devono essere coerenti con quanto stabilito durante l'incontro con l'Operatore dell'impianto in merito al lavoro in spazi ristretti. Gli operatori possono effettuare una pausa di 15 minuti ogni 2 ore, assicurandosi che, in caso di rimozione, vengano eseguite le procedure corrette per mettere in sicurezza il passo d'uomo.

Pericoli

Anche nel caso di saldatura in spazi ristretti, i pericoli possono essere di natura chimica o fisica. Di seguito viene riportato un elenco non esaustivo dei principali pericoli.

Ossigeno

L'ossigeno è essenziale per la vita ed è disponibile nell'aria respirabile in concentrazioni di circa il 20%.

Concentrazioni più elevate nello spazio di lavoro possono provocare incendi ed esplosioni che possono essere letali. Il rischio inizia a salire anche con piccoli aumenti rispetto alla normale concentrazione di ossigeno nell'aria (21%). Questa situazione di arricchimento dell'ossigeno può insorgere accidentalmente attraverso la fuoriuscita di questo gas da torce, tubi flessibili,

condutture e bombole o attraverso l'uso totalmente irresponsabile dell'ossigeno per "rinfrescare" l'aria nello spazio ristretto o soffiare via sporcizia o umidità dal pezzo da lavorare.
Una minore concentrazione di ossigeno può invece aumentare la tensione e l'affaticamento, arrivando fino alla perdita dei sensi. Basse concentrazioni di ossigeno si possono verificare rapidamente, anche durante il processo di saldatura, attraverso la relativa combustione o spostamento tramite accumulo di gas inerti o altri gas relativamente pesanti utilizzati come gas di protezione o per mantenere un ambiente anticorrosivo all'interno tubi. La composizione chimica della ruggine presente nelle piastre in spazi non ventilati, come i doppi fondi, può esaurire i livelli di ossigeno, costituendo una seria minaccia a chi accede incautamente senza la dovuta attenzione.

Fumi e gas

Poiché la ventilazione in spazi ristretti è limitata per definizione, le emissioni di fumi e gas che compongono i processi di saldatura e il pezzo da lavorare, possono accumularsi fino a raggiungere livelli nocivi.
Nel caso di taglio a ossicombustibile e saldatura ossiacetilenica, gli ossidi di azoto derivanti da tali processi possono rappresentare un rischio particolare. Inoltre, i gas combusti accumulati aumentano anche il rischio di incendio ed esplosione .

Figure 41 - Fumi di saldatura e sistema di aspirazione. Fonte: https://www.nederman.com/en-au/industry_solutions/welding_and_cutting

Elettricità e campi elettromagnetici

Il rischio di scosse elettriche o elettrocuzione associato a qualsiasi processo di saldatura elettrica può aumentare in uno spazio limitato a causa della vicinanza forzata al saldatore di parti positive e negative di strutture metalliche: pareti umide, pavimenti o materiali di lavoro,

nonché ridotta resistenza elettrica della pelle e degli abiti da lavoro bagnati o sudati a causa del calore elevato e dell'umidità presenti nello spazio.

Campi di radiazioni elettromagnetiche possono essere generati da sorgenti e cavi di alimentazione elettrica della saldatura. La dose ricevuta dai lavoratori può aumentare a seguito della loro vicinanza all'apparecchiatura e del lavoro svolto all'interno cavi avvolti tra loro.

La maggior parte delle sorgenti di EMF presenti sul posto di lavoro produce livelli estremamente bassi di esposizione. L'estensione e l'entità degli EMF prodotti dipendono dalle tensioni, correnti e frequenze usate o generate dall'apparecchiatura, insieme alla struttura della stessa.

Radiazioni

Le radiazioni infrarosse (IR) ed emesse dai metalli caldi possono essere indotte non solo dalle parti di saldatura, ma anche da operazioni correlate a quest'ultima (ad esempio pre- e post-riscaldamento) eseguite nelle vicinanze, che possono infatti causare ustioni e aumentare il rischio di disidratazione e affaticamento da calore.

Le radiazioni ultraviolette (UV) sono responsabili del rischio del flash del saldatore e di ustioni cutanee. Tale rischio può aumentare a seguito del riflesso della radiazione e/o dell'impossibilità di utilizzare indumenti protettivi adeguati a causa delle condizioni di lavoro anguste.

Ergonomia e patologie posturali

Un ambiente di lavoro particolare può costringere il saldatore e il personale addetto alla saldatura a lavorare in posizioni scomode o distorte, causando o aggravando lezioni o patologie muscoloscheletriche.

Le posizioni di saldatura sono generalmente riportate facendo riferimento a una normativa specifica; in questo caso ISO 6947 "Saldatura e tecniche affini - Posizioni di saldatura" è la norma internazionale applicabile. Il saldatore deve rispettare la posizione di saldatura indicata in WPS; in spazi ristretti (specialmente in spazi stretti, come un passaggio del diametro di circa 60 cm) questa situazione potrebbe produrre sofferenza fisica e psicologica temporanea e permanente.

Rumore

Elevati livelli di rumore prodotti da certi processi di saldatura e affini possono essere amplificati dal riverbero nello spazio. Il pericolo è associato al rischio di perdita dell'udito causata dal rumore e di stress mentale.

Il rumore all'interno di uno spazio ristretto può essere amplificato a causa della struttura e delle proprietà acustiche dello stesso. Un rumore eccessivo può non solo danneggiare l'udito, ma anche influire sulla comunicazione, ad esempio coprendo un grido di richiamo che non viene sentito.

Valutazione del rischio

La valutazione del rischio si basa sull'esperienza, i dati di riferimento e, quando disponibili e necessari, le misurazioni (in laboratorio o nello spazio di lavoro). La valutazione si basa anche sui livelli di riferimento, definiti come livelli tecnici o legislativi. Questa operazione deve essere svolta da esperti competenti.

10.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro

Inizio del lavoro per il saldatore

Questa sezione riguarda le possibili misure applicate per minimizzare i rischi ergonomici per l'individuo. Tali azioni vengono descritte di seguito:

La prima e più importante azione è l'addestramento di tutto il personale coinvolto. Il personale deve essere selezionato e addestrato per essere certi che i dipendenti che lavoreranno in uno spazio ristretto siano idonei a tale mansione e operino nel dovuto rispetto della sicurezza propria e altrui. L'addestramento deve includere una valutazione dei rischi del lavoro e il contributo che il lavoratore deve fornire al controllo del rischio per garantire condizioni adeguate di salute e sicurezza. A intervalli appropriati dovrà essere fornito un aggiornamento e un ripasso degli argomenti affrontati durante l'addestramento.

Per quanto riguarda le azioni correlate alla saldatura, tali argomenti comprendono:

- Selezione di processi, componenti e apparecchiature di saldatura per garantire emissioni di fumi e gas più basse e meno pericolose, basso rischio di arricchimento di ossigeno, basso rischio di esplosione (ad es. da acetilene accumulato nei cassoni);
- selezione della procedura per ridurre il rischio di elettrocuzione (ad esempio utilizzando CC anziché CA, uso di interruttori automatici e apparecchi a bassa tensione con circuito aperto);
- selezione e fornitura di dispositivi di protezione individuale per garantire la presenza di tute che proteggono da fiamme, fuoco e metallo caldo; guanti protettivi, protezione per occhi/volto, calzature con suole a isolamento elettrico e, dove le condizioni lo richiedono, tappetini a isolamento elettrico, protezioni per orecchie o autorespiratore/respiratore collegato a tubi;
- le apparecchiature di ventilazione possono essere utilizzate per ridurre entro limiti accettabili la concentrazione di emissioni nocive nell'aria e prodotti del processo di

saldatura ed è buona norma consentirne l'uso per aerare uno spazio ristretto (i livelli di rumore che possono essere causati dall'apparecchiatura di ventilazione vanno considerati quando viene installata);

- manutenzione di tutte le apparecchiature da utilizzare, comprese le verifiche delle precauzioni di sicurezza per garantire che siano conformi a tutte le specifiche relative;
- confronto tra le posizioni di saldatura e il tempo di lavoro;
- i controlli di sicurezza delle apparecchiature devono essere effettuati prima di ogni utilizzo;

Altre azioni da svolgere riguardano le precauzioni di sicurezza specifiche del sito, ovvero:

- Rimuovere materiali esplosivi e combustibili;
- Fornire un'adeguata ventilazione dello spazio o, se ciò non fosse praticamente realizzabile, appropriati respiratori personali alimentati ad aria;
- Tenere le bombole di gas compresso fuori dallo spazio per evitare il rischio di perdite e la loro esposizione dovuta al calore;
- Il contenitore deve essere isolato da altre eventuali sostanze pericolose;
- Mantenere le fonti di alimentazione e, per quanto possibile, i cavi fuori dallo spazio ristretto per ridurre il rischio di scosse elettriche e l'esposizione ai campi elettromagnetici;
- Rimuovere i rivestimenti superficiali portandoli alla distanza richiesta da qualsiasi area su cui deve essere eseguito il lavoro a caldo in modo da ridurre al minimo l'emissione di fumi;
- Evitare di pulire e saldare un recipiente che contiene sostanze sconosciute, perché una simile pratica comporta rischi sconosciuti;
- Isolare eventuali contatti elettrici, specialmente quelli che non sono abbastanza lontani (ad esempio 2 m);
- Provvedere a prevenire l'accumulo di pressione nei recipienti durante le operazioni di saldatura;
- Utilizzando un aspiratore efficace per i gas di scarico e altri gas prodotti durante le operazioni di saldatura;

Nelle situazioni in cui le azioni secondo i processi, le procedure e l'ambiente di lavoro non sono abbastanza efficaci per ridurre il rischio, i metodi di lavoro devono considerare la presenza di periodi di pausa di raffrescamento adeguati al carico termico e la loro applicazione senza svantaggi di natura finanziara per il saldatore.

Venti dominanti

In situazioni all'aperto o semi-esterne, il movimento dell'aria può fornire una ventilazione naturale. La sua efficacia, tuttavia, dipende dall'intensità del vento e dal fatto che si stia lavorando sopra o sottovento. L'utilizzo di tende di saldatura, protezioni antiscintilla o pannelli quando

si lavora all'esterno impedisce l'esposizione al naturale movimento dell'aria ostacolando quindi un'efficace ventilazione.

Ventilazione generale

In luoghi chiusi e spazi ristretti, aspiratori o ventilatori forniscono ventilazione generale o diluzione dell'aria presente. Un sistema di ventilazione ben progettato e ben tenuto è in genere efficace per la maggior parte delle situazioni in cui siano presenti acciai puliti, non rivestiti e delicati. Tuttavia, l'unico modo per valutare se il sistema funziona consiste nell'effettuare misurazioni regolari del flusso d'aria ed eseguire campionamenti per stabilire l'esposizione.

Per avere un'indicazione di riferimento, l' Agenzia per la sicurezza e la salute sul lavorostatunitense (OSHA - Occupational Safety and Health Administration) richiede che venga ricambiata una quantità minima di 65 metri cubi d'aria al minuto per ogni saldatore presente in una stanza. Queste cifre cambiano se, ad esempio, nella stanza verrà utilizzata una macchina con arco al plasma. Poiché le tende per saldatura possono interferire con il flusso d'aria, assicurarsi che siano sollevate almeno 20 centimetri dal pavimento. I pannelli devono avere aperture sufficientemente grandi da consentire un buon flusso d'aria. Secondo una regola empirica spesso utilizzata, se il fumo visibile scompare entro 30 secondi dall'interruzione della saldatura, la ventilazione con tutta probabilità è adeguata.

10.2.3 Impianti di scarico locali

Le cappe aspiranti o gli scarichi montati sulla pistola possono fornire un'aspirazione degli scarichi locali. Si tratta dei sistemi di ventilazione per gli scarichi locali più efficaci per tutte le situazioni che generano fumi contenenti metalli pesanti e, in particolare, per la saldatura dell'acciaio inossidabile o con arco al plasma. In loco possono essere disponibili anche cappe portatili. L'efficacia della ventilazione degli scarichi locali dipende dalla distanza.

10.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura

Nella scelta dei DPI è importante garantire che il dispositivo selezionato fornisca la protezione necessaria nelle condizioni d'uso. Ad esempio, i dispositivi di protezione respiratoria (DPR) progettati per proteggere dai soli fumi di saldatura non forniranno protezione contro l'asfissia durante la saldatura in cui vengono utilizzati gas di protezione.

Un'adeguata protezione sarà fornita solo quando:

(1) vengono usati i dispositivi giusti o le relative combinazioni di DPI;
(2) il DPI in uso è adatto per l'ambiente di saldatura;
(3) il DPI si adatta correttamente a ciascun lavoratore senza causare eccessivo disagio;
(4) il lavoratore riceve informazioni e addestramento sull'uso del DPI; e
(5) il DPI in uso viene sottoposto a regolare manutenzione.

A causa della natura varia del lavoro richiesto dai processi di saldatura e affini, il tipo di DPI richiesto è determinato non solo dal tipo di saldatura e dai materiali utilizzati, ma anche dall'ambiente immediatamente circostante in cui viene eseguito il lavoro.

Pericolo	Rischio	REQUISITI DI DPI						
		Filtro ottico	Occhiale di sicurezza	Visiera	Dispositivi di protezione per le orecchie	DPR	Guanti	Altri indumenti
Radiazione di saldatura	Ustioni da radiazioni a pelle e occhi	x	x	x	x	x		
Elettricità	Scosse elettriche e ustioni	x	x		x	x		
Gas	Inalazione e asfissia	x	x		x	x		
Particelle	Inalazione e asfissia	x		x	x		x	x
Rumore	Perdita dell'udito	x	x	x		x	x	x
Scintille e schizzi	Ustioni e lesioni fisiche	x				x		

Tabella 10 - Pericoli, rischi e requisiti di DPI

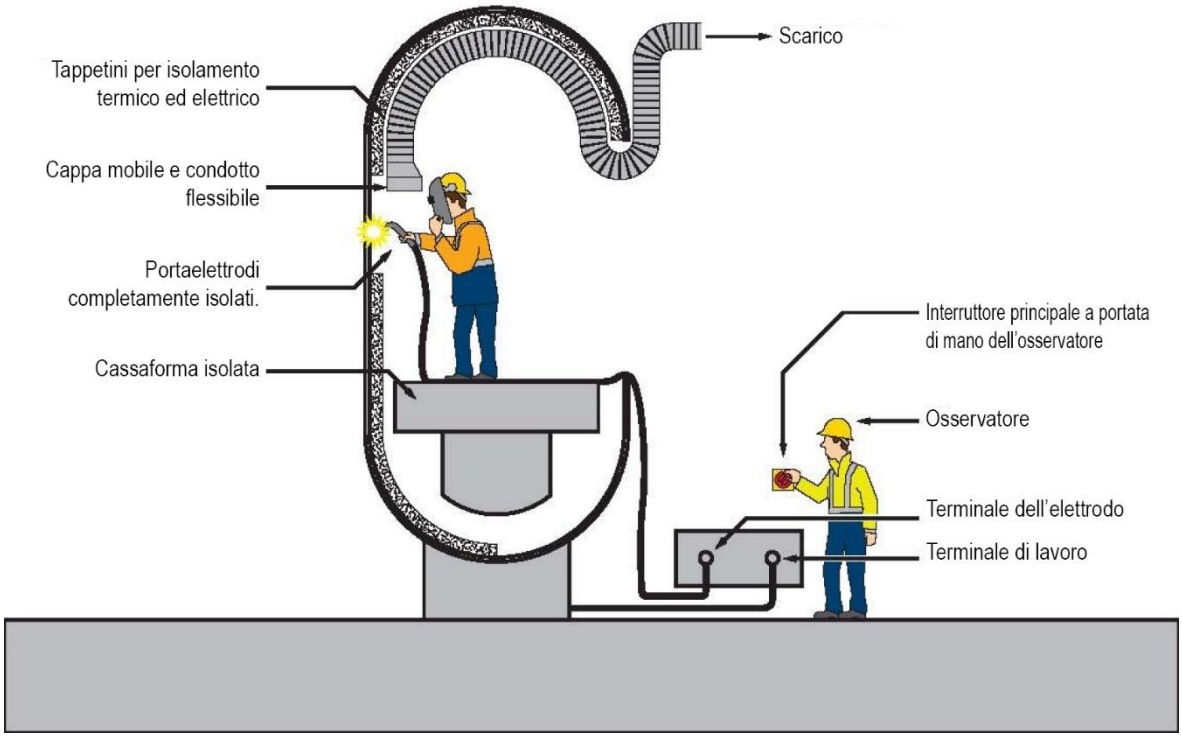
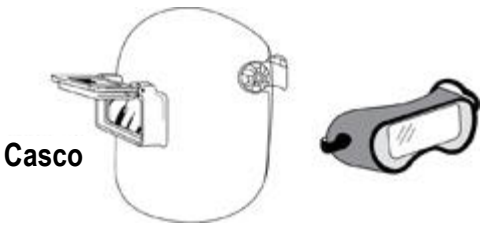
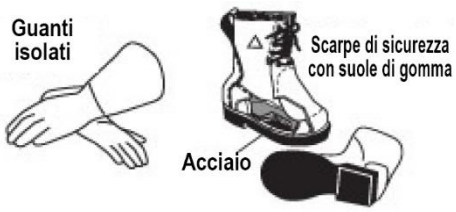


Figura 42 - Operazioni di saldatura in uno spazio ristretto con osservatore. Fonte: www.canberra.edu.au

La ventilazione per i saldatori in spazi ristretti è molto importante. E' necessaria una ventilazione degli scarichi locali.

Saldatura – Dispositivi di protezione individuale			
Parte del corpo	Attrezzatura	Illustrazione	Causa
Occhi e viso	Casco da saldatore, protezione per mani oppure occhiali di sicurezza		Protezione da: • radiazione • detriti, particelle volanti • scorie roventi, scintille • luce intensa • irritazione e ustioni chimiche Indossare, eventualmente, coperture ignifughe per la testa sotto al casco
Polmoni (respirazione)	Respiratori		Protezione da: • fumi e ossidi • mancanza di ossigeno

Pelle esposta (diversa da piedi, mani e testa)	Indumenti e grembiule resistente a fuoco/fiamme		Protezione da: • calore, fuoco • ustioni • radiazione Note: i pantaloni non devono avere risvolti, le tasche delle camicie devono avere patte sopra o essere chiuse con strap o zip.
Orecchie - udito	Cuffie, tappi per orecchie		Protezione da: • rumore Utilizzare cuffie ignifughe anziché tappi nei casi in cui scintille o schizzi potrebbero penetrare nell'orecchio.
Piedi e mani	Stivali, guanti		Protezione da: • scossa elettrica • calore

			• ustioni • fuoco

Tabella 11 - Dispositivi di protezione per saldatura

L'area di lavoro di un saldatore può essere ventilata in diversi modi. Ciascun metodo, tuttavia, ha i propri limiti.

10.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali

In questa sezione viene presentato un elenco delle principali nome di salute e sicurezza e codici di condotta europei relativi agli spazi ristretti:

ANSI/ASSE Z117.1-2016 - Requisiti di sicurezza per l'accesso in spazi ristretti

ANSI/ISA 92.04.01 Part I-2007 (R2013) - Requisiti per strumenti usati per rilevare atmosfere carenti/arricchite di ossigeno

ASTM D4276 - 02(2012) - Pratica standard per l'accesso in aree ristrette

UNI 7545-32: 2016 – Simboli per segnali di pericolo - parte 32 : Spazi ristretti.

ASTM F1764 - 97(2012) - Guida standard per la selezione di sistemi di comunicazione fissi per operazioni di soccorso in spazi ristretti

CSA Z1006-16 - Z1006-16 - Gestione del lavoro in spazi ristretti

EN 529:2006 - Dispositivi di protezione delle vie respiratorie - Consigli per scelta, uso, cura e manutenzione - Guida

11. Ergonomia

L'ergonomia è la scienza che studia la disposizione o la progettazione degli oggetti per un loro uso più efficiente. L'ergonomia viene definita anche Ingegneria dei fattori umani Implica di rendere il posto di lavoro idoneo per le necessità dei lavoratori. Si basa sul concetto secondo cui non è il lavoratore che deve adattarsi al posto di lavoro. Quando un posto di lavoro è progettato correttamente, il lavoratore si sente a proprio agio.

11.1. Individuazione dei rischi

La saldatura presenta molte sfide dal punto di vista ergonomico. Queste difficoltà stanno iniziando a essere individuate e affrontate. La saldatura spesso richiede al lavoratore di assumere posizioni del corpo scomode. Questa situazione di disagio e il tempo di permanenza rappresentano i fattori principali alla base degli incidenti. I paragrafi seguenti affrontano i principali rischi di salute e sicurezza associati all'ergonomia durante la saldatura.

11.1.1. Salute (rischi personali)

I principali problemi di salute possono essere causati da un'ergonomia scarsa o inesistente quando si lavora con la saldatura e altre tecnologie affini. Alcuni fattori di rischio personali associati al lavoro di un saldatore possono essere il sollevamento di carichi pesanti, il posizionamento statico del corpo, l'uso continuo di forza quando si lavora con apparecchiature vibranti, movimenti ripetitivi e posture scomode. I rischi per la salute derivanti da una scarsa ergonomia possono essere diversi, come mal di schiena, torcicollo, dito 'a scatto' o addirittura cisti nelle articolazioni muscolari.

11.1.2. Sicurezza (rischi sul posto di lavoro)

Una scarsa ergonomia può causare danni a materiali/attrezzature. Quando un saldatore lavora in assenza di ergonomia, ci sono maggiori possibilità di far cadere il pezzo da lavorare o l'attrezzatura di saldatura. Il fattore ergonomico potrebbe essere quindi definito come l'elemento di maggior pericolo in termini di salute e sicurezza. Altri fattori da tenere in considerazione nell'organizzazione e nella strutturazione della stazione di lavoro sono:

- Posizione di lavoro;
- Struttura e peso degli utensili;
- Meccanica corporea dell'operazione;
- Dimensione del posto di lavoro, illuminazione, temperatura, rumore e vibrazione;
- Requisiti fisici del lavoro (sollevamento, rotazione, allungamento);
- Requisiti mentali (motivazione, prontezza di riflessi, concentrazione);
- Forza e dimensioni dei lavoratori;

11.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro:

11.2.1. Inizio del lavoro per il saldatore (singolo)

Questa sezione riguarda le possibili misure applicate per minimizzare i rischi ergonomici per l'individuo. Tali azioni vengono descritte di seguito:

- Coinvolgere i lavoratori
    - Dal momento che il lavoratore sarà il principale beneficiario della politica ergonomica dell'azienda, è della massima importanza che questi fornisca indicazioni sulla struttura e sull'organizzazione della propria postazione di lavoro.

- Il lavoratore deve sempre affrontare i problemi in modo tempestivo.
- Riconoscere che le lesioni dovute a movimenti ripetitivi vengono erroneamente scambiate per brevi momenti di debolezza o stanchezza. Infatti, può essere l'inizio di patologia più gravi.
- Quando si spostano oggetti pesanti usare il più possibile la forza di gravità anziché la forza dei muscoli.
    - In questo modo si evita una movimentazione materiale superflua;
- Rispettare la segnaletica di avvertenza relativa all'ergonomia.
- Evitare posizioni di lavoro fisse
    - Queste posizioni riducono l'afflusso sanguigno ai muscoli.
- Evitare posizioni in cui le braccia sono sollevate sopra alla linea delle spalle
- Strumenti sospesi;
- Appoggiare i gomiti;
- Nell'esecuzione del lavoro usare maschere e attrezzi di fissaggio appropriati;
    - Considerare sempre il tipo di lavoro e le posizioni in cui verrà eseguito.
- Effettuare controlli e manutenzione regolari sull'attrezzatura usata;

11.2.2. Lavoro in sicurezza per il gruppo (segnali compresi)

Quando si parla di ergonomia, i pericoli che sono presenti per il gruppo sono quasi sempre gli stessi che riguardano il singolo. Questa sezione si concentrerà quindi sulla segnaletica di avvertimento che deve essere disponibile nelle aziende in cui l'ergonomia costituisce un problema da affrontare.

Figure 43 – Esempi di segnali relativi all'ergonomia. Fonte: https://www.mysafetysign.com/caution-bend-your-knees-not-waist-when-lifting-sign/sku-s-5030

11.2.3. Verifica del proprio gruppo da parte del supervisore

Quando i lavoratori evidenziano questioni inerenti l'ergonomia, è compito del supervisore risolverli o attuare misure che possono ridurre l'impatto di tali problemi. Si riportano di seguito le azioni che devono essere intraprese dalle entità di supervisione. Queste misure sono in qualche modo complementari e direttamente correlate con quelle presentate in precedenza per il singolo operatore.

- Ricevere segnalazioni da parte dei dipendenti;
- Interagire con il lavoratore; Discutere delle possibili soluzioni;
    - Fare in modo che il dipendente abbia voce in capitolo in ogni nuovo piano. Promuovere l'accettazione di soluzioni proposte dal dipendente.
- Riprogettare la stazione di lavoro con l'aiuto del dipendente;
    - Fare in modo che i dipendenti si sentano parte di questo processo.
- Fornire una segnaletica di avvertenza adeguata, se necessario;
- Fornire attrezzatura adeguata al personale;
    - Considerare sempre il tipo di lavoro e le posizioni in cui verrà eseguito.
- Riconoscere che le lesioni dovute a movimenti ripetitivi vengono erroneamente scambiate per brevi momenti di debolezza o stanchezza;

- Per questo aspetto è fondamentale che il dipendente comunichi il problema in un lasso di tempo ragionevole. Questo tipo di lesione deve essere riconosciuta come pericolosa non solo dai lavoratori ma anche dai supervisori.

- Sottoporre a controlli e manutenzione regolari ogni apparecchiatura che possa comportare problemi dovuti all'ergonomia;

11.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura

11.3.1. Dispositivi individuali

Si deve considerare la disponibilità di attrezzature in un'officina in modo da evitare situazioni pericolose dovute a un'ergonomia errata o carente. Il lavoratore deve essere consapevole dell'uso corretto di dispositivi e supporti di fissaggio. La conoscenza di questo tipo di dispositivi è una misura che riduce notevolmente i rischi ergonomici di un saldatore.

11.3.2. Impianti in officina

L'uso corretto degli impianti nell'officina è direttamente correlato al punto precedente relativo all'uso e alla manutenzione corretti delle singole apparecchiature. Molto spesso le officine sono dotate di dispositivi ausiliari che aiutano l'operatore a posizionare le parti da saldare e il rispettivo cordone di saldatura nella posizione di lavoro più comoda. Lavorare per periodi di tempo prolungati e continuativi in posizioni in cui i muscoli vengono sollecitati può aumentare il rischio di lesioni al corpo. Pertanto, questi posizionatori che sostengono parti pesanti nelle aree più comode riducono notevolmente i rischi associati all'ergonomia. Questa situazione è giustificata dal fatto che il saldatore non sente la necessità di lavorare in posizioni anomale.

11.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali

11.4.1. Raccomandazioni europee

A causa di tutti i rischi legati all'ergonomia, la necessità di un'adeguata standardizzazione su questo argomento è oggetto di approfondito lavoro nell'UE. In effetti, esiste un comitato tecnico che si adopera per migliorare le normative esistenti in materia. Tali direttive, norme e regolamenti sono elencati nella seguente sezione 4.2.

11.4.2. Regolamenti nazionali ed europei

Nel 2006 la Commissione Europea ha pubblicato una Direttiva Macchine (2006/42/CE) contenente una sezione, in uno dei suoi allegati, relativa all'ergonomia. Di seguito viene elencata la serie di norme armonizzate prodotte dal comitato tecnico allegata a questa direttiva. Tali normative sono state ulteriormente suddivise in categorie, quali: Variabilità dell'operatore, ritmo di lavoro, concentrazione e interfaccia uomo/macchina.

- EN 1005-1:2001+A1:2008 : Sicurezza del macchinario - Prestazione fisica umana - Parte 1: Termini e definizioni
- EN 1005-2:2003+A1:2008 : Sicurezza del macchinario - Prestazione fisica umana - Parte 2: Movimentazione manuale di macchinario e di parti componenti il macchinario
- EN 1005-3:2002+A1:2008 Sicurezza del macchinario - Prestazione fisica umana - Parte 3: Limiti di forza raccomandati per l'utilizzo del macchinario
- EN 1005-4:2005+A1:2008 Sicurezza del macchinario - Prestazione fisica umana - Parte 4: Valutazione delle posture e dei movimenti lavorativi in relazione al macchinario
- EN 547-1:1996+A1:2008 Sicurezza del macchinario - Misure del corpo umano - Parte 1: Principi per la determinazione delle dimensioni richieste per le aperture per l'accesso di tutto il corpo nel macchinario
- EN 547-2:1996+A1:2008Sicurezza del macchinario - Misure del corpo umano - Parte 2: Principi per la determinazione delle dimensioni richieste per le aperture di accesso
- EN 547-3:1996+A1:2008 Sicurezza del macchinario - Misure del corpo umano - Parte 3: Dati antropometrici
- EN 614-1:2006+A1:2009 Sicurezza del macchinario - Principi ergonomici di progettazione - Parte 1: Terminologia e principi generali
- EN 614-2:2000+A1:2008 Sicurezza del macchinario - Principi ergonomici di progettazione - Parte 2: Interazioni tra la progettazione del macchinario e i compiti lavorativi
- EN 842:1996+A1:2008 Sicurezza del macchinario - Segnali visivi di pericolo - Requisiti generali, progettazione e prove
- EN 894-1:1997+A1:2008 Sicurezza del macchinario - Requisiti ergonomici per la progettazione di dispositivi di informazione e di comando - Parte 1: Principi generali per interazioni dell uomo con dispositivi di informazione e di comando
- EN 894-2:1997+A1:2008 Sicurezza del macchinario - Requisiti ergonomici per la progettazione di dispositivi di informazione e di comando - Parte 2: Dispositivi di informazione

- EN 894-3:2000+A1:2008 Sicurezza del macchinario - Requisiti ergonomici per la progettazione di dispositivi di informazione e di comando - Parte 3: Dispositivi di comando
- EN 981:1996+A1:2008 Sicurezza del macchinario - Sistemi di segnali di pericolo e di informazione uditivi e visivi
- EN ISO 13732-1:2008 Ergonomia degli ambienti termici - Metodi per la valutazione della risposta dell'uomo al contatto con le superfici - Parte 1: Superfici calde
- EN ISO 13732-3:2008 Ergonomia degli ambienti termici - Metodi per la valutazione della risposta dell'uomo al contatto con le superfici - Parte 3: Superfici fredde
- EN ISO 14738:2008 Sicurezza del macchinario - Requisiti antropometrici per la progettazione di postazioni di lavoro sul macchinario
- EN ISO 15536-1:2008 Ergonomia - Manichini computerizzati e sagome del corpo umano - Parte 1: Requisiti generali
- EN ISO 7250:1997 Misure di base del corpo umano per la progettazione tecnologica (ISO 7250:1996)
- EN ISO 7731:2008 Ergonomia - Segnali di pericolo per luoghi pubblici e aree di lavoro - Segnali acustici di pericolo

12. Decapaggio dell'acciaio inossidabile

12.1. Individuazione dei rischi

L'acciaio inossidabile deriva le sue proprietà da uno strato di ossido passivo che è sottile, impenetrabile, invisibile e composto principalmente da ossido di cromo. L'ossigeno nell'atmosfera crea e mantiene questo strato di ossido nelle normali condizioni atmosferiche e nella temperatura ambiente. Ha proprietà di auto-regolazione, per così dire. Si esegue il decapaggio proprio perché ogni forma di scolorimento porta a una diminuzione della resistenza alla corrosione. Se lo strato superficiale di acciaio inossidabile è danneggiato, il materiale perde in quel punto le sue proprietà di resistenza alla corrosione. Pertanto, è necessario un processo chimico definitivo che ripristini questo strato di ossido passivo.

La scelta trattamento da eseguire successivamente dipende da diversi fattori:

- Corrosività dell'ambiente
- Requisiti di igiene
- Estetica

Difetti

I difetti che spesso compaiono quando si lavora l'acciaio inossidabile sono:

A. Colore di rinvenimento

A seguito della saldatura o di altri processi ad alta temperatura, lo strato di ossido si danneggia, perdendo così le sue proprietà. Il colore dell'acciaio inossidabile cambia, generando il fenomeno definito colore di rinvenimento.

B. Difetti di saldatura

Imperfezioni di dimensioni superiori a determinati criteri, come pori, spruzzi, inneschi dell'arco, ecc.

Contaminazione del ferro

Le particelle di ruggine corrodono e danneggiano lo strato passivo.

C. Superfice ruvida

Le superfici ruvide raccolgono i depositi con maggiore facilità, aumentando così il rischio di corrosione e contaminazione.

D. Contaminazione organica

Grasso, olio, vernice ecc. possono causare corrosione.

Metodi di pulizia

La pulizia chimica fornisce risultati migliori di quella meccanica. Uno dei processi di pulizia chimica è il decapaggio. Altri metodi di pulizia chimica che non vengono discussi in questo manuale sono la passivazione/decontaminazione e l'elettrolucidatura.

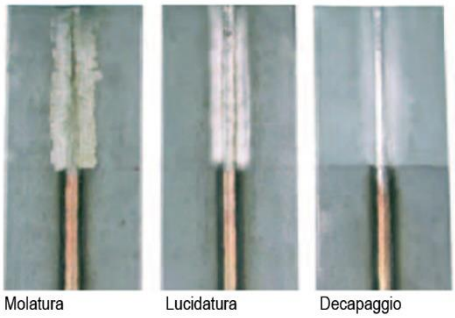


Figura 44 - Confronto di decapaggi. Fonte: Outokumpu. (2013). Manuale per acciaio inossidabile, 92

Decapaggio

Si tratta del metodo più comunemente usato per rimuovere ossidi e contaminazione. Il decapaggio elimina lo strato superficiale tramite corrosione controllata e rimuove le zone impoverite di cromo per ripristinarne le proprietà anticorrosione. Il decapaggio in genere usa acidi forti, come l'acido nitrico (HNO_3), l'acido fluoridrico (HF) e talvolta l'acido solforico (H_2SO_4).

Quando si esegue il decapaggio bisogna ricordare che non tutti i tipi di acciaio inossidabile sono facili da decapare. La facilità con cui un acciaio può essere decapato viene suddivisa in 4 gruppi, corrispondenti ai gradi dell'acciaio.

Esistono 4 metodi di decapaggio:

- Decapaggio per immersione;
- Decapaggio con pasta o gel;
- Decapaggio a spray;

- Pulizia/lucidatura elettrochimica;

Figura 45 - Decapaggio dell'acciaio inossidabile. Font: http://www.euroshl.com/project/avesta-pickling-gel-122/; https://polyshop.nl/kunststof-beitsbad-4500-liter; http://www.sofel-sts.be/PDF/NL/PF/INOX_&_METAL_PICKLE_GEL.pdf; http://www.sspicklingandpassivation.com/companyprofile.php

La scelta dipende dall'abilità dell'operatore, dalle dimensioni dell'oggetto, dall'estetica, dalle proprietà corrosive richieste, ecc.(Voestalpine - Böhler Welding).

Quando si esegue il decapaggio, il rischio maggiore è rappresentato dal contatto con le sostanze chimiche. Gli acidi forti utilizzati durante il processo possono causare danni alla pelle, agli occhi, all'intestino ecc. Gli acidi che vengono a contatto con la pelle possono causare gravi ustioni chimiche e cecità se raggiungono gli occhi. Assicurarsi che nelle vicinanze vi sia un doccino per gli occhi in caso di contatto dell'acido con gli occhi. Il risciacquo con acqua è necessario in simili casi.

Gli acidi producono fumi tossici che causano danni quando vengono inalati. Il danno a lungo termine è una conseguenza pericolosa dell'inalazione dei fumi su base regolare.

Il contatto con sostanze chimiche può causare diversi tipi di ustioni e lesioni. I sintomi, la gravità e il trattamento variano in base alla sostanza chimica cui una persona è esposta. A volte non vi sono danni visibili all'esterno della pelle, ma le strutture sottostanti possono essere danneggiate.

La pelle è un organo proprio come il fegato e i polmoni. Perciò assorbe i prodotti in una certa misura portandoli nel flusso sanguigno. Per questo il rischio nell'uso di sostanze chimiche è ancora più elevato.

Non sussiste solo un grande rischio per il saldatore, ma anche per l'ambiente. I rifiuti chimici possono mettere in pericolo la fauna e la flora locali. L'acqua utilizzata per il risciacquo dei prodotti può essere contaminata dagli acidi forti.

12.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro

Quando si lavora con sostanze chimiche forti, è necessario stabilire alcune regole di base.

- Solo personale addestrato e informato è autorizzato a svolgere questo tipo di lavoro.
- Mangiare, fumare e bere nell'area del decapaggio è fuori questione.
- I dipendenti che maneggiano questi prodotti chimici sono obbligati a lavarsi le mani prima di mangiare, usare la toilette e dopo aver terminato il decapaggio.
- Tutta la pelle che potrebbe essere esposta alle sostanze chimiche deve essere coperta.
- Deve essere presente un kit di pronto soccorso con prodotti per il trattamento di casi di contatto con sostanze chimiche.
    - Doccino per occhi e doccia di emergenza
- L'area in cui si esegue il decapaggio deve essere ventilata.
- Tenere barattoli e contenitori chiusi per evitare l'evaporazione indesiderata dei prodotti.
- I residui del decapaggio devono essere neutralizzati e smaltiti secondo le normative locali.
    - Quando si decapano piccoli pezzi da lavorare, la presenza di vassoio di raccolta può essere una comoda soluzione per smaltire l'acqua contaminata in modo sicuro.
- Dopo il decapaggio assicurarsi che tutti i prodotti rimasti siano conservati nel modo corretto. Non lasciarli in giro.

12.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura

Inutile dire che è necessario proteggersi da questi rischi. E per il decapaggio sono richiesti dei DPI per garantire la sicurezza dell'operatore.

Prima di tutto, i guanti utilizzati durante il decapaggio devono essere resistenti alle sostanze chimiche. C'è una grande differenza tra la caratteristica di impermeabilità e resistenza alle sostanze chimiche. Osservando il simbolo sui guanti, si possono distinguere le due tipologie. Guardare i simboli riportati di seguito per vedere la differenza.

Funzione	Simbolo
Protezione chimica bassa e resistente all'acqua	
Resistente a sostanze chimiche e all'acqua	

Tabella 12 - Simboli riportati sui guanti. Fonte: EN374

Le lettere sotto al simbolo indicano la tipologia di sostanze chimiche per le quali i guanti sono stati testati.

Elenco delle sostanze chimiche per test

LETTERA DEL CODICE	SOSTANZA CHIMICA	NUMERO CAS	CLASSE
A	Metanolo	67-56-1	Alcol primario
B	Acetone	67-64-1	Chetone
C	Acetonitrile	75-05-8	Composto di nitrile
D	Diclorometano	75-09-2	Paraffina clorinata
E	Disolfuro di carbonio	75-15-0	Solfuro contenente composto organico
F	Toluene	108-88-3	Idrocarburo aromatico
G	Dietilammina	109-89-7	Ammina
H	Tetraidrofurano	109-99-9	Composto eterociclico e di etere
I	Etilacetato	141-78-6	Estere
J	n-eptano	142-85-5	Idrocarburo saturato
K	Idrossido di sodio 40%	1310-73-2	Base inorganica
L	Acido solforico 96%	7664-93-9	Acido mirale inorganico

Figura 46 e Tabella 13 - Codici riportati sui guanti. Fonte: EN 374

Cercare le lettere che indicano la resistenza agli acidi.

Un altro importante DPI sono gli occhiali di sicurezza o i caschi di molatura per proteggere occhi e viso. Schizzi di acido durante il decapaggio a immersione o spray con nebbia di acido potrebbero facilmente venire a contatto con gli occhi se privi di protezione.

Se l'abbigliamento da lavoro presenta schizzi di acido, toglierlo e lavarlo. Se non si può lavare, smaltirlo correttamente. Un'alternativa è rappresentata dalle tute monouso.

Infine, sarà necessario un dispositivo per proteggersi dai fumi generati durante il decapaggio. In teoria dovrebbe essere presente un sistema di aspirazione dei fumi, altrimenti sarà necessaria una protezione delle vie respiratorie. Anche con un sistema di aspirazione dei fumi, non è sbagliato indossare una protezione per le vie respiratorie. Quando si lavora con i bagni di decapaggio, assicurarsi che l'aspirazione dei fumi avvenga direttamente sopra il bagno. Non lavorare piegati sopra al bagno di decapaggio, farlo solo se assolutamente necessario. In tal caso è certamente necessario indossare la protezione delle vie respiratorie.

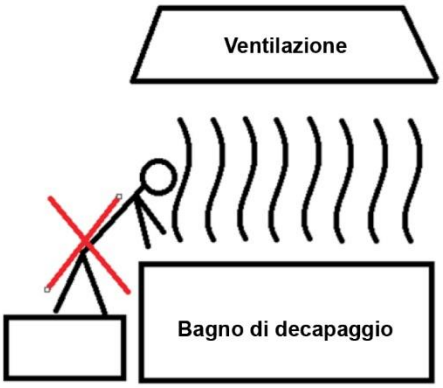


Figura 47 - Impiego di dispositivi per la respirazione. Fonte: VCL

12.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali

Verificare sempre i regolamenti locali quando si svolgono attività come il decapaggio.

Le normative usate nella presentazione e nel manuale sono:

- EN 374
- Voestalpine - Böhler Welding. (s.d.). Pickling Handbook. Malmö, Sweden.

13. Gestione dei rifiuti

I rifiuti possono essere solidi, liquidi o gassosi, e a ciascuno corrispondono diversi metodi di smaltimento e gestione. Gestione o smaltimento dei rifiuti sono le attività e le azioni necessarie per controllare i rifiuti dalla loro produzione fino all'eliminazione finale. Tra queste sono comprese, tra l'altro, la raccolta, il trasporto, il trattamento e lo smaltimento dei rifiuti insieme al monitoraggio e alla regolamentazione. Comprendono anche il quadro giuridico e normativo relativo alla gestione dei rifiuti che comprende le linee guida sul riciclaggio. La gestione dei rifiuti si occupa normalmente di tutti i tipi di rifiuti, che si tratti di quelli prodotti in ambiti industriali, biologici, domestici, o di casi speciali nei quali possono rappresentare una minaccia per la salute umana.

La gerarchia dei rifiuti si riferisce alle "3 R" Ridurre, Riutilizzare e Riciclare, che classificano le strategie di gestione dei rifiuti in base alla loro importanza in termini di minimizzazione degli stessi. La gerarchia dei rifiuti si prefigge di trarre i massimi benefici pratici dai prodotti e generare la quantità minima di rifiuti.

I metodi di smaltimento dei rifiuti possono essere:

- Prevenire o ridurre la generazione dei rifiuti;
- Riciclaggio;
- Incenerimento;
- Compostaggio;
- Discarica igienica;

Lo smaltimento sicuro dei rifiuti è uno delle principali questioni che riguardano la salute e la sicurezza in relazione alla saldatura e alle attività correlate.

13.1. Individuazione dei rischi

I materiali di consumo usati nell'industria della saldatura producono una grande quantità di prodotti che vengono utilizzati come prodotti di saldatura o di rivestimento su materiali metallici, generando grandi quantità di rifiuti ricchi di metalli tossici che causano impatti ambientali negativi se smaltiti in modo errato. Attualmente questi rifiuti sono smaltiti in discariche industriali o sono co-processati in forni di cemento.

Le canne di saldatura inutilizzabili devono essere smaltite in un raccoglitore apposito rosso o in un altro contenitore identificato per il riciclaggio dei rottami metallici. I rifiuti di solvente e gli stracci imbevuti di solvente devono essere smaltiti correttamente in un contenitore per rifiuti pericolosi.

13.1.1. Salute (rischi personali)

Comuni rischi per la salute dovuti alla gestione dei rifiuti:

- disturbi muscolo-scheletrici;
- diarrea;
- epatite virale;
- più gravi episodi di disturbi ostruttivi e restrittivi;

I rischi associati alla gestione dei rifiuti solidi nelle imprese possono quindi essere suddivisi nelle seguenti categorie: infortuni sul lavoro, rischi fisici, rischi chimici, rischi ergonomici, rischi psicologici e rischi biologici. I rischi per la salute per il lavoratore direttamente coinvolto o per gli operatori dell'impresa e i residenti nelle vicinanze sono causati da molti fattori tra cui: la natura dei rifiuti grezzi, la loro composizione (ad esempio, sostanze tossiche, allergiche e infettive) e i loro componenti (ad esempio gas, polveri, percolati e parti taglienti); la movimentazione dei rifiuti (es. spalatura, sollevamento, vibrazioni e incidenti);

13.1.2. Sicurezza (rischi sul posto di lavoro)

Pericoli meccanici comuni:

- Tagli causati da oggetti affilati (lame di seghe, dischi di taglio e pezzi metallici).
- Tetano (fili e scarti metallici arrugginiti);
- Lesioni traumatiche (scarti metallici e oggetti taglienti utilizzanti per la saldatura);

I rischi ergonomici derivano da:

- trasporto o sollevamento di carichi pesanti;
- lavoro e movimento ripetitivi (es. spalatura);
- disturbi muscolo.scheletrici derivanti dalla movimentazione di contenitori pesanti;
- Le attività di smistamento manuale richiedono spesso l'allungamneto, il sollevamento e la torsione e ciò può causare dolore, indolenzimento, affaticamento generale, tendiniti e lesioni muscoloscheletriche ai piedi, alle braccia, alle spalle, alle mani, ai polsi e alla parte inferiore e superiore della schiena.

Rifiuti pericolosi

Sono rifiuti o combinazioni di rifiuti che rappresentano un rischio sostanziale effettivo o potenziale per gli esseri umani o altri organismi viventi perché tali rifiuti non sono biodegradabili e sono persistenti in natura (Jerie, 2016).

I rifiuti pericolosi possono essere:

- Velenosi;
- Corrosivi;
- Nocivi;
- Esplosivi;
- Infiammabili;
- Radioattivi;
- Tossici;
- pericolosi per l'ambiente;

Inoltre possono contenere:

- Arsenico;
- Cadmio;
- Cromo;
- Piombo;
- Mercurio;

Rischi pericolosi per la salute dovuti alla gestione dei rifiuti:

- Patologie neurotossiche;
- Cancro ecc.

13.1.3. Ambiente

I rifiuti non sono qualcosa che dovrebbe essere scartato o smaltito senza alcun riguardo per l'utilizzo futuro. Possono essere una risorsa preziosa se affrontata correttamente, attraverso politiche e pratiche. Con pratiche di gestione dei rifiuti razionali e coerenti, è possibile avere una serie di vantaggi, in particolare per l'ecologia, in quanto è possibile ridurre o eliminare gli impatti negativi sull'ambiente attraverso la riduzione, il riutilizzo e il riciclaggio e la minimizzazione dell'estrazione delle risorse migliorando così la qualità dell'aria e dell'acqua e contribuendo a ridurre le emissioni di gas serra.

Le officine di saldatura generano materiali di scarto, principalmente rottami metallici che possono essere facilmente riciclati. Questa operazione di riciclaggio giova all'ambiente e costituisce anche una fonte di entrate.

13.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro

In breve si evidenziano le principali "Fasi del processo di gestione dei rifiuti", nello specifico:

- distinguere il materiale come rifiuto;
- indossare dispositivi di protezione personale (DPI);
- inserire i rifiuti nei contenitori;
- etichettare i rifiuti con la data;
- stoccare i rifiuti;
- presentare il modulo di smaltimento dei rifiuti.

Prestare attenzione alle aree utilizzate per lo stoccaggio e lo smaltimento dei rifiuti solidi in quanto possono essere infestate da parassiti e/o insetti che fungono da potenziali vettori di malattie.

13.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura

Ogni materiale di consumo di saldatura e alcuni accessori di saldatura (ove applicabile) dovrebbero essere forniti corredati della relativa Scheda dati sicurezza dei materiali (MSDS). Dopo aver acquistato i materiali di consumo per la saldatura, consultare e leggere sempre l'MSDS che accompagna i prodotti, siano essi barre di saldatura, filo/filo tubolare, elettrodo rivestito o flussante, o alcuni accessori utilizzati nelle operazioni di saldatura, come gli Agenti di rilascio anti-spruzzi.

L'MSDS fornisce informazioni basilari su un materiale o un prodotto chimico. Contiene informazioni sulle proprietà e i potenziali pericoli del materiale, su come utilizzarlo in sicurezza e su cosa fare in caso di emergenza. Le MSDS sono scritte per lettori diversi dal personale addetto al coordinamento della saldatura e da saldatori che usano il materiale.

L'MSDS costituisce un punto di partenza essenziale per lo sviluppo di un programma completo di salute e sicurezza per il materiale, comprese le "Considerazioni sullo Smaltimento", come si può vedere nell'Esempio 1 della Sezione 13 di una MSDS. Questa sezione dell'MSDS è rivolta principalmente ai professionisti ambientali.

L'MSDS di solito non contiene tutti i passaggi e le precauzioni necessari per lo smaltimento adeguato dei rifiuti pericolosi. Inoltre l'MSDS non fornisce i regolamenti federali, provinciali o locali da seguire. Per queste informazioni contattare le autorità competenti della propria zona.

Di seguito si riporta una Scheda dati sicurezza (MSDS) di un materiale di consumo di saldatura sotto forma di elettrodo rivestito, in modo che sia possibile prendere visione delle considerazioni sullo smaltimento, inclusi i metodi di trattamento dei rifiuti e la legislazione relativa a questo materiale di consumo.

CONSIDERAZIONI SULLO SMALTIMENTO
Metodi di trattamento dei rifiuti Rifiuti non contaminati dalla produzione e barre per saldatura sono riciclabili. Il prodotto non utilizzato non è classificato come rifiuto pericoloso. Smaltire in conformità con i regolamenti governativi appropriati. Eventuali residui di prodotto finemente suddiviso (particelle, polvere, fumi) possono essere considerati Rifiuti Pericolosi, in base alle normative locali.

Legislazione UE e locale Le raccomandazioni fornite sono considerate appropriate per lo smaltimento in sicurezza. Tuttavia, i regolamenti locali potrebbero essere più severi e devono essere rispettati con il CODICE EURAL: 120113

Tabella 14 - Sezione 13 di una MSDS di un elettrodo rivestito

Per quanto riguarda lo smaltimento sicuro dei materiali di scarto, esiste una legislazione che disciplina il corretto smaltimento dei rifiuti, dai rifiuti a basso rischio fino ai rifiuti pericolosi. Queste leggi sono applicate dall'Agenzia per l'ambiente e dalle autorità locali.

Quando i rifiuti vengono smaltiti, alcuni tipi possono richiedere note di tracciamento o potrebbero dover essere smaltiti da esperti, specialmente se pericolosi.

13.3.1. Dispositivi di protezione individuale

Esistono vari metodi per prevenire lesioni, tra cui l'uso di dispositivi di protezione individuale (DPI), indumenti di protezione personale (IPP) e avvertenze di sicurezza. Le lesioni legate alla sicurezza rappresentano il problema principale nella maggior parte delle sezioni.

Figura 48 - Segnale di avvertenza di rifiuti chimici, Fonte: Fonte: https://www.loudandcleargraphics.co.uk/wp-content/uploads/2015/03/warn_0029_150x200H1.jpg

Elevati livelli di polvere:

- Respiratori antipolvere
- Respiratori

Altri oggetti pericolosi:

- Tute da lavoro;
- Scarpe di sicurezza;

Figura 49 - Maschera antipolvere monouso. Fonte: https://www.walmart.com/ip/ToolBasix-TGE-DM01-Disposable-Dust-Mask-Plastic-White/140989204

13.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali

14. Stoccaggio del materiale

Lo stoccaggio di materiali comporta operazioni diverse, come il sollevamento di tonnellate di acciaio con una gru; guidare un camion carico di blocchi di cemento; portare borse o materiali manualmente e impilare mattoni palettizzati o altri materiali come fusti, barili, barilotti e legname.

La gestione e lo stoccaggio efficienti dei materiali sono vitali per l'industria. Oltre alle materie prime, queste operazioni forniscono un flusso continuo di parti e assiemi attraverso il posto di lavoro assicurando la disponibilità dei materiali al bisogno. Purtroppo, uno stoccaggio e una movimentazione errati dei materiali spesso si traducono in costose lesioni.

14.1. Individuazione dei rischi

I datori di lavoro possono ridurre le lesioni causate dallo stoccaggio di materiali utilizzando alcune procedure di sicurezza di base come l'adozione di pratiche di ergonomia sonora, la messa in atto di precauzioni generali di sicurezza antincendio e il mantenimento dei corridoi e dei passaggi in condizioni di ordine e pulizia.

14.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro

Riporre i materiali in modo organizzato e ordinato che non metta a repentaglio la sicurezza dei dipendenti. Accertarsi che cataste, file e pile siano stabili e impilate per facilitarne la movimentazione e il carico in sicurezza. Conservare ii materiali pericolosi in conformità con i singoli requisiti.

Riporre tutti i materiali sui pallet per scoraggiare eventuali infestazioni di roditori. Pulire immediatamente perdite e fuoriuscite che possono creare un habitat adatto ai roditori. Utilizzare le imbracature per sollevare materiale imbustato, legname, mattoni, blocchi di muratura e materiali simili sfusi, non impilati solo se le imbracature sono completamente protette contro la caduta tramite cinghie, sponde laterali, reti o altri dispositivi adatti.

Quali precauzioni devono prendere i lavoratori per evitare i pericoli durante lo stoccaggio?

I materiali stoccati non devono costituire un pericolo per i dipendenti. I datori di lavoro devono sensibilizzare i lavoratori su fattori quali l'altezza e il peso dei materiali, l'accessibilità dei materiali stoccati all'utente e le condizioni dei contenitori in cui i materiali vengono riposti durante l'accatastamento e l'impilaggio. Per evitare di creare pericoli durante lo stoccaggio di materiali, i datori di lavoro devono eseguire quanto segue:

- Mantenere le aree di stoccaggio libere da materiali accumulati che possano causare inciampi, incendi o esplosioni o che potrebbero costituire un riparto per ratti e altri parassiti;
- Collocare i materiali stoccati all'interno di edifici in costruzione e ad almeno 1,8 m da vani di sollevatori o all'interno di aperture del pavimento e ad almeno 3 m di distanza dalle pareti esterne;
- Separare materiali non compatibili
- Dotare i dipendenti che lavorano su grano immagazzinato in silos, tramogge o serbatoi, di cavi di salvataggio e cinture di sicurezza.

Inoltre, i lavoratori devono considerare la possibilità di posizionare il materiale legato sulle rastrelliere e fissarlo accatastandolo, bloccandolo o incastrandolo per evitare che scivoli, cada o crolli.

Stoccaggio dei materiali in un cantiere aperto

La stoccaggio di materiali in un cortile aperto richiede di prendere in considerazioni questioni relative a materiali combustibili, accessi, linee elettriche e protezione antincendio.

Materiali combustibili - Accatastare i materiali combustibili in modo sicuro e saldo. Le cataste o le pile non devono superare i 4,9 m di altezza. Riporre il materiale combustibile a una distanza minima di 3 m da un edificio o una struttura.

Accesso - I vialetti tra e intorno alle pile di stoccaggio dei combustibili devono essere ampi almeno 4,5 m. Tenerli sgombri da accumuli di materiale o spazzatura. Quando si progettano i vialetti in un cantiere aperto con aree di stoccaggio di materiale combustibile, usare un sistema di mappatura a griglia di 15 x 45 m.

Linee elettriche - Non stoccare i materiali sotto alle linee elettriche o nei punti in cui questi potrebbero bloccare l'uscita o l'attrezzatura di emergenza.

Requisiti per stoccaggio dei materiali al chiuso

Lo stoccaggio di materiali al chiuso richiede particolare attenzione per accesso, prevenzione e protezione antincendio, carico del pavimento e rischi generali. Gli edifici in costruzione richiedono precauzioni speciali.

Accesso. Posizionare o riporre i materiali in modo che non interferiscano con le vie di accesso, gli ingressi, i quadri elettrici, gli estintori o i vani di sollevatori. Non ostruire le vie di accesso o le uscite con accumuli di rottami o materiali. I corridoi devono essere sufficientemente larghi da poter accogliere carrelli elevatori o attrezzature antincendio.

Prevenzione di incendi. Nel riporre, movimentare e impilare i materiali, considerarne le caratteristiche di reazione al fuoco. Riporre i materiali non compatibili che possono costituire un rischio di incendio ad almeno 1,6 m di distanza o separarli con una barriera antifuoco con almeno 7,6 ora di resistenza alle fiamme. Impilare il materiale per ridurre al minimo la propagazione dell'incendio interno e fornire un comodo accesso per l'intervento antincendio.

Porte tagliafuoco. Mantenere una distanza di 60 cm intorno al percorso delle porte tagliafuoco.

Sprinkler. Mantenere una distanza di almeno 45 cm circa tra i materiali stoccati e le teste degli sprinkler.

Apparecchi di riscaldamento. Mantenere una distanza di almeno 90 cm tra i materiali stoccati e gli aerotermi, i radiatori, gli elementi riscaldanti a condotto e le canne fumarie, o le distanze indicate sull'etichetta dell'agenzia che ha concesso l'approvazione.

Protezione antincendio. Le attrezzature antincendio di emergenza devono essere facilmente accessibili e in buone condizioni.

Carico del pavimento. Affiggere in modo evidente i limiti di carico in tutte le aree di stoccaggio, ad eccezione dei pavimenti o delle lastre in pendenza.

Requisiti per movimentare e riporre acciaio per calcestruzzo, lamiera d'acciaio e acciaio strutturale

Accatastare l'acciaio in modo da evitare scivolamenti, rotolamenti, spargimenti o cadute. Utilizzare un isolamento (manicotto) quando l'acciaio viene movimentato da una gru o un carrello elevatore per agevolare le manovre.

Requisiti per la movimentazione e lo stoccaggio di tubi, condutture e materiale di forma cilindrica

Assicurarsi che i materiali di forma cilindrica siano stabiliti durante lo stoccaggio o la movimentazione.

Impilaggio. Collocare tubi, barre delle condutture e altri materiali di forma cilindrica in rastrelliere o pile e bloccarli su una superficie piana e stabile per impedirne lo spargimento, il rotolamento o la caduta. Realizzare cataste di forma piramidale o steccate. Arretrare le pile steccate di almeno un'unità per livello e bloccarle saldamente su entrambi i lati.

Rimozione. Rimuovere il materiale rotondo (ad es. pali di legno, tubi e condutture) da una pila estraendolo dalle estremità.

Scarico. Scaricare i supporti in modo tale che i dipendenti non siano esposti a un carico non fissato.

Fascette. Usare fascette quando si lavoro con materiale rotondo.

Materiali di consumo per la saldatura: Stoccaggio

Gli obblighi relativi allo stoccaggio di materiali di saldatura e gas di protezione sono i seguenti.

Tutti i materiali di saldatura che possono essere danneggiati dall'umidità (elettrodi, fili e flussanti) devono essere conservati in un magazzino asciutto e ben ventilato. A tale scopo, devono essere installati armadi o locali di stoccaggio nel centro o nei centri di controllo del materiale di saldatura. La temperatura negli armadi e nelle stanze deve essere mantenuta a una temperatura superiore di almeno 10 °C a quella ambiente per mantenere l'umidità relativa al di sotto del 60%.

Per la distribuzione dei materiali di saldatura alle varie aree di consumo nel cantiere edile, verrà allestita una (serie di) postazione(i) di emissione di materiale per la saldatura. Queste saranno dotati di forni di mantenimento funzionanti a una temperatura compresa tra 130 °C e 150 °C per la conservazione di elettrodi a basso tenore di idrogeno.

Nel controllo del materiale di saldatura e nei centri di smistamento, i contenitori non aperti devono essere riposti nel magazzino senza essere a contatto diretto con il terreno e l'impilaggio dei contenitori deve essere tale da evitare danni al contenuto.

La barra di materiale di apporto per GTAW e il filo di apporto per GMAW, FCAW e SAW devono essere riposti nelle stesse condizioni degli elettrodi rivestiti e devono essere conservati nei loro involucri protettivi fino al momento dell'uso.

14.3. Uso e manutenzione corretti del materiale stoccato

Separazione di materiali e rifiuti Considerare le precauzioni per lo stoccaggio separato di tutti i materiali. Usare MSDS per stabilire le modalità di stoccaggio separato appropriate. Identificare ed etichettare i contenitori dei materiali separati.

Oltre all'addestramento e all'istruzione, l'applicazione di principi generali di sicurezza - come pratiche di lavoro, attrezzature e controlli adeguati - può aiutare a ridurre gli incidenti sul lavoro che coinvolgono lo stoccaggio di materiali. Sia che si spostino i materiali manualmente o meccanicamente, i dipendenti dovrebbero conoscere e comprendere i potenziali rischi associati all'attività da svolgere e come controllare i propri posti di lavoro per ridurre al minimo il pericolo.

14.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali:

15. Brasatura e brasatura dolce

Brasatura e brasatura dolce sono classificate principalmente in base alla temperatura di processo.

Brasatura

L'American Welding Society (AWS) definisce la brasatura come un gruppo di processi di giunzione che producono coalescenza di materiali riscaldandoli alla temperatura di brasatura e utilizzando un metallo di apporto (lega per brasatura dolce) avente un liquidus superiore a 840 °F (450 °C) e inferiore al solidus dei metalli di base.

Brasatura dolce

La brasatura dolce ha la stessa definizione della brasatura, tranne per il fatto che il metallo d'apporto utilizzato ha un liquidus inferiore a 840 °F (450 °C) e inferiore al solidus dei metalli di base.

Un giunto brasato viene realizzato in un modo completamente diverso da un giunto saldato.

La prima grande differenza è la temperatura. La brasatura non fonde i metalli di base. Quindi le temperature di brasatura sono invariabilmente inferiori ai punti di fusione dei metalli di base. E, naturalmente, sempre notevolmente inferiori alle temperature di saldatura per gli stessi metalli di base.

Il processo di brasatura si unisce ai metalli di base creando un legame metallurgico tra il metallo di apporto e le superfici dei due metalli uniti.

Il principio con cui il metallo di apporto viene applicato attraverso il giunto per creare questo legame viene definito azione capillare. In un'operazione di brasatura, si applica calore su tutti i metalli di base. Il metallo d'apporto viene quindi portato a contatto con le parti riscaldate. Si fonde istantaneamente con il calore dei metalli di base e viene applicato tramite azione capillare attraverso tutto il giunto.

Perché scegliere la brasatura o la brasatura dolce

Innanzitutto un giunto brasato è resistente. In molti casi, un giunto brasato correttamente (come un giunto saldato) sarà resistente quanto o più dei metalli che vengono semplicemente uniti. Secondariamente, il giunto viene realizzato a temperature relativamente basse. Le temperature in genere vanno da 620°C a 870°C (1150°F - 1600°F).

Parametro	**Processo**		
	Brasatura dolce	Brasatura	Saldatura
Giunto formato	Meccanico	Metallurgico	Metallurgico
Temperatura del metallo di apporto fuso °C (°F)	<450 (<840)	>450 (>840)	>450 (>840)
Metallo di base	Non fonde	Non fonde	
I flussanti usati per	Obbligatori	Facoltativi	Facoltativi

proteggere e coadiuvare la bagnatura delle superfici del metallo di base			
Fonti di calore tipiche	Ferro di brasatura dolce: ultrasuoni, resistenza; forno	Fornace; reazione chimica; induzione; torcia; infrarosso	Plasma, EB; GTAW e SAW, RW; laser
Tendenza a deformazione o bruciatura	Atipica	Atipica	Potenziale distorsione e deformazione anche del metallo di base
Stress residui			Probabilmente intorno all'area di salatura

Tabella 15: Confronto di brasatura dolce, brasatura e saldatura

15.1. Individuazione dei rischi

Diverse esposizioni al rischio collegate alla brasatura dolce e alla brasatura sono comuni ad altri processi di saldatura, come ad esempio:

- Ustioni
- Lavoro con bombole di gas
- Fumi derivanti da flussanti e lega per brasatura dolce
- Contatto della pelle con flussanti
- Smaltimento errato dei rifiuti.

Il paragrafo seguente si riferisce ai fumi di brasatura e brasatura dolce, che sono notevolmente diversi da quelli della saldatura in generale.

Fumi di brasatura e brasatura dolce

L'emissione dei fumi è collegata al processo e al materiale usato. La quantità e la composizione chimica delle sostanze pericolose eventualmente generate (fumi di brasatura dolce o brasatura) dipendono dai materiali utilizzati (leghe per brasatura dolce e brasatura, flussante, legante) e dai parametri di processo (temperatura di brasatura dolce o brasatura, tempo di brasatura dolce e di tenuta).
Considerando che il materiale di base non è fuso, la sua composizione non dovrebbe influenzare la composizione dei fumi.

Brasatura dolce (T < 450 °C)

La brasatura dolce è un processo in cui due o più elementi (di solito metallo) vengono uniti insieme fondendosi e inserendo un metallo di apporto (lega per brasatura dolce) nel giunto,

dove il metallo di apporto ha un punto di fusione inferiore rispetto al metallo adiacente. La brasatura dolce differisce dalla saldatura in quanto non comporta la fusione dei pezzi da lavorare. Nella brasatura dolce, il metallo di apporto fonde a una temperatura più elevata, ma il metallo del pezzo da lavorare non fonde.

È particolarmente utile in elettronica e impianti idraulici. Le leghe che fondono tra 180 e 190 °C (360 e 370 °F) sono quelle usate più comunemente. Se si utilizzano leghe con punti di fusione superiori a 450 °C (840 °F), il processo non viene più chiamato brasatura dolce ma brasatura.

La lega per brasatura dolce può contenere piombo e/o flussante, ma attualmente in molte applicazioni è senza piombo.

Nel processo di brasatura dolce, il calore viene applicato alle parti da congiungere, facendo sì che la lega si fonda e si unisca ai pezzi in un processo chiamato bagnatura. Nella saldatura di fili intrecciati, la saldatura viene eseguita nel filo mediante azione capillare in un processo chiamato 'stoppinatura'. L'azione capillare si verifica anche quando i pezzi da lavorare sono in contatto o molto ravvicinati. La resistenza del giunto dipende dal metallo di apporto utilizzato.

I materiali di apporto per saldatura sono disponibili in molte leghe diverse per altrettante applicazioni. Nell'assemblaggio di componenti elettronici si predilige la lega eutettica composta dal 63% di stagno e dal 37% di piombo (o 60/40, che ha un punto di fusione quasi identico). Altre leghe vengono utilizzate per impianti idraulici, assemblaggi meccanici e altre applicazioni.

Le formulazioni di saldatura più comuni a base di stagno e piombo sono elencate di seguito. La frazione rappresenta prima la percentuale di stagno, quindi il piombo, per un totale del 100%:

- 63/37: fonde a 183 °C (361 °F) (eutettica: l'unica miscela che fonde a un punto preciso anziché in un intervallo)
- 60/40: fonde tra 183-190 °C (361-374 °F)
- 50/50: fonde tra 183–215 C (361–419 F)

Per ragioni ambientali (e l'introduzione di normative come la RoHS europea (Restriction of Hazardous Substances Directive - Direttiva sulla restrizione di sostanze pericolose)), le saldature senza piombo sono sempre più utilizzate. Sfortunatamente, la maggior parte delle saldature senza piombo non sono formulazioni eutettiche, perché fondono a circa 250 °C (482 °F), rendendo più difficile la formazione di giunti affidabili.

Brasatura (T > 450 °C)

Per la brasatura, i metalli d'apporto possono contenere additivi a base di alluminio, rame, zinco, nichel, stagno, argento e cadmio. I flussanti utilizzati contengono miscele di acidi borici, fluoruri singoli e complessi, ossifluoruri e borace.

A seconda delle leghe e del flussante di brasatura, questa può produrre sostanze pericolose come l'ossido di cadmio, l'ossido di rame, l'ossido di zinco, l'ossido di argento, i fluoruri, gli ossidi di boro, ecc.

Dal punto di vista della salute sul lavoro, i composti del cadmio e i fluoruri presenti nei fumi di brasatura sono particolarmente importanti.

15.2. Organizzare un posto di lavoro sicuro

Trattamento dei residui di flussante

Una volta completate la brasatura o la brasatura dolce, i residui di flussante devono essere rimossi perché altrimenti possono indurre la corrosione degli assemblaggi.
I residui del flussante di brasatura possono essere rimossi risciacquando con acqua calda lasciando asciugare. Se il residuo è appiccicoso, può essere rimosso tramite shock termico, ovvero riscaldamento e tempra. A volte può essere applicato un getto di vapore seguito dalla spazzolatura del filo.
Residui di flussante di saldatura a base di colofonia possono essere lasciati sulla superficie del giunto, tuttavia, il flussante a base di colofonia attivato e altri residui di flussante richiedono un trattamento adeguato. Se è necessaria la rimozione dei residui di colofonia, è possibile utilizzare alcol, acetone o tetracloruro di carbonio. I residui di flussante organico sono solubili in acqua calda, quindi basta un doppio risciacquo per eliminarli. I residui di flussanti a base di cloruro di zinco si possono rimuovere con un primo lavaggio con una miscela a base di acido cloridrico al 2% e acqua calda e poi con un semplice risciacquo con acqua calda.
E' molto importante considerare i requisiti elencati nelle Schede Dati di Sicurezza (in particolare i punti 2 - 6 e 13) a seconda della diversa natura dei flussi. Tuttavia le SDS forniscono una panoramica di tutte le caratteristiche del prodotto specifico (indicazioni di pericolo e precauzioni).

Brasatura MIG, al laser, al plasma (T > 900 °C)

Per questi processi, vengono usate come metallo d'apporto principalmente leghe di base in rame per lo più sotto forma di filo metallico, con una temperatura di fusione inferiore a quella del metallo di base, ad es. $CuSi_3$ (Si 3%, Mn 1%, resto Cu), AlBz (Al 8,2%, resto Cu). Quindi, quantità elevate di ossido di rame vengono generate dal metallo di apporto.
Come precedentemente affermato, la composizione del materiale di base non influisce sull'esposizione; tuttavia, durante la lavorazione degli acciai zincati, i fumi contengono elevate percentuali di ossido di zinco generate dalla vaporizzazione e dall'ossidazione del rivestimento.
La quantità di fumi emessi dipende dal processo; gli esperimenti dimostrano che durante la brasatura al plasma e al laser, l'emissione di fumi di saldatura è generalmente molto più bassa rispetto alla brasatura MIG.

15.3. Uso e manutenzione appropriati dell'apparecchiatura

È necessario osservare le seguenti precauzioni di sicurezza di base sul lavoro per garantire la sicurezza dei lavoratori durante l'utilizzo di leghe per brasatura:

- Indossare indumenti e guanti appropriati (dispositivi di protezione individuale DPI).

- Indossare sempre occhiali protettivi o maschere facciali (per una protezione migliore si consigliano quelli scuri).
- Evitare l'esposizione diretta del viso sull'area di lavoro.
- Utilizzare sempre un sistema di aspirazione adeguato per garantire una buona ventilazione.
- Ventilare le aree limitrofe. Utilizzare adeguati ventilatori e cappe di aspirazione per trasportare tutti i fumi e i gas lontano dal luogo di lavoro e, se necessario, respiratori ad alimentazione di aria.

15.4. Raccomandazioni e regolamenti europei e nazionali

In questa sezione viene presentato un elenco delle principali nome di salute e sicurezza e codici di condotta europei relativi alla brasatura e alla brasatura dolce:

ANSI Z49.1:2012- Sicurezza nelle operazioni di saldatura, taglio e processi affini

ISO 857-2:2005 Saldatura e processi affini -- Vocabolario -- Parte 2: Processi di brasatura dolce e brasatura e relativa terminologia

ISO 9455-11:2017 Flussanti per brasatura dolce -- Metodi di prova -- Parte 11: Solubilità dei residui di flussanti

Riferimenti bibliografici

Ansari, A. (2010). *Radiation threats and your safety*. Cambridge International Science Publishing

API RP 74 1° Ed. Ott. 2001 (R2007). *Recommended Practice for Occupational Safety for Onshore Oil and Gas Production Operation*

AWS (1999). *Soldering handbook.* SHB

Bahadori, A. (2015). *Personnel Protection and Safety Equipment for the Oil and Gas Industries*. Gulf Professional Publishing

Jenney, C. & O'Brien, J. (n.a.). *Welding Handbook.* Miami: American Welding Society

CCOHS (n.a.) *Welding - Storage and Handling of Compressed Gas Cylinders*. Disponibile all'indirizzo web: https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety_haz/welding/storage.html

Doc. IIW Commision VIII 2080-08. *Comparative studies on the characterisation of ultrafine particles during welding and allied processes*

Doc. IIW Commision VIII 2085- 09. *Saldatura: Health and Safety Hazards*

Doc. IIW Commision VIII 2023- 11. *Health and Safety risks in welding activities*

Domenech, H. (2017). *Radiation Safety: Management and Programs, Springer International Publishing*

Commissione Europea (2013). *The European Directive 2013/35/EU*. Luxembourg: Official Journal of the European Union. Disponibile all'indirizzo web: http://data.europa.eu/eli/dir/2013/35/oj

ESAW (2016). *Accidents at work by sex, age, severity, NACE Rev. 2 activity and contact mode of injury*. Bruxelles: Eurostat. Disponibile all'indirizzo web: https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/product?code=hsw_ph3_09

HSE (n.a.) *Hearing loss and vibration white finger*. Disponibile all'indirizzo web: http://www.hse.gov.uk/welding/noise-vibration.htm

Ivanov, L. I. & Yu Platov (2004). *Radiation physics of metals and its applications.* Cambridge International Science Publishing

Jenney, C. & O'Brien, J. (n.a.) *Welding Handbook.* Miami: American Welding Society

Jerie (2016). Occupational Risks Associated with Solid Waste Management in the Informal Sector of Gweru. Zimbabwe. *Journal of Environmental and Public Health*. https://doi.org/10.1155/2016/9024160

Lippold; Boellinghaus, T.; Richardson, I. (1999). Doc. IIW 1416-98. *Welding in the World (3).*

NIOSH (2014). *EMFs In The Workplace*. The National Institute for Occupational Safety and Health. Disponibile all'indirizzo web: https://www.cdc.gov/niosh/docs/96-129/default.html

Olson, L.; Siewert, T.; Liu, S.; Edwards, G. (1993). *ASM Handbook Volume 6: Welding, Brazing, and Soldering.* ASM International.

OSHA (2002). *Materials Handling and Storage*. Disponibile all'indirizzo web: https://www.osha.gov/Publications/osha2236.pdf

Pluvinage, G.; Elwany, M. H. (2008). *Safety, Reliability and Risks Associated with Water, Oil and Gas Pipelines*. Netherlands: Springer

Prasad, K. (2012). Radiation injury prevention and mitigation in humans physics. *Cambridge International Science Publishing*

Vervolmakingscentrum voor Lassers vzw. (2018). *Cutting Risks*. Neder-Over-Heembeek, Belgic.

Vervolmakingscentrum voor Lassers vzw. (2018). *Hot materials and spatter*. Neder-Over-Heembeek, Belgic.

Voestalpine – Böhler (n.a.). *Pickling Handbook*.