Buone pratiche per rischio chimico e cancerogeno nelle attività di saldatura

PP06 - Piano Mirato di Prevenzione

PIANO REGIONALE DELLA PREVENZIONE 2020 - 2025

REGIONE CAMPANIA

PIANO REGIONALE DELLA PREVENZIONE 2020-2025
Delibera di Giunta Regionale 600 del 28/12/2021

Programma Predefinito (PP) 06 – Piano Mirato di Prevenzione
Buone Pratiche per la movimentazione di merci e materiali con mezzi meccanici

Regione Campania

La redazione della documentazione procedurale inerente alle linee di indirizzo alle AA.SS.LL. per l'attivazione del programma PP06 "Piani Mirati di Prevenzione rientra tra le attività svolte dal Tavolo Tecnico della Regione Campania istituito con decreto della Giunta Regionale della Campania n. 463 del 29/11/2022 per la linea di attività relativa alla movimentazione di merci e materiali con mezzi meccanici.

Dr. Francesco Bencivenga
Dr. Rocco Graziano
Sig. Antonio Greco
Dr.ssa Ida Affinito
Dr. Vincenzo Santagata
Dr. Cosimo De Marco
Dr. Alberto Citro
Dr. Carmine Barbato
Dr. Giovanni Galano
Dr.ssa Maria Raffaella Cestaro

Con la collaborazione di:

Dr. Michele Ambrosino
Dr. Francesco Artuso
Dr. Donato Cirillo D'Agostino
Prof. Luca Fontana
Dr. Antongiulio Perrotta
Dr.ssa Maria Felicia Petronzio
Dr. Giancarmelo Puca

Sommario

EXECUTIVE SUMMARY 3

INTRODUZIONE 3

Inquadramento normativo 3

Capitolo 1 – Tipi di Saldatura 4

Capitolo 2 - Materiali 7

Capitolo 3 - Fumi di Saldatura 9

Capitolo 4 – Valutazione del rischio 11

Capitolo 5 – Dispositivi di protezione collettiva 13

Capitolo 6 – Dispositivi di protezione individuale 16

Capitolo 7 – Effetti sulla salute 17

Capitolo 8 – Sorveglianza sanitaria 18

BIBLIOGRAFIA 20

EXECUTIVE SUMMARY

Questo Executive Summary sintetizza obiettivi, priorità tecniche e strumenti per ridurre il rischio da fumi di saldatura nelle PMI metalmeccaniche. La priorità è la captazione alla fonte (LEV) secondo UNI EN ISO 21904:2020, la misurazione rappresentativa (UNI EN 689:2018+AC:2019; UNI EN 482:2021) e la sorveglianza sanitaria mirata. Il documento operativo include schemi decisionali, tabelle comparative e checklist per l'implementazione e il monitoraggio.

- IARC: i fumi di saldatura sono cancerogeni per l'uomo (Gruppo 1).
- HSE (2019): nessun livello di esposizione sicuro; richiesti controlli ingegneristici e, ove necessario, APVR.
- DPC: progettazione, prova e manutenzione dei sistemi LEV (UNI EN ISO 21904).
- Misure: strategia di conformità ai VLEP (UNI EN 689) e requisiti prestazionali dei metodi (UNI EN 482); corretta frazione (EN 481).
- Strumenti: matrice Rischio→Misura→Verifica; checklist APVR; tabella comparativa sistemi di captazione.

INTRODUZIONE

Il Documento è stato redatto nell'ambito del Piano Regionale della Prevenzione (PRP) 2020–2025, Programma Predefinito 06, con indirizzi operativi e buone pratiche per la gestione del rischio chimico e cancerogeno correlato ai fumi di saldatura nelle PMI metalmeccaniche a supporto delle aziende/imprese definiti "Piani mirati di prevenzione" (PMP), per poter attuare l'attività di assistenza / vigilanza da parte dei Servizi di Igiene e Medicina del Lavoro (IML) / Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro (PSAL).

Le finalità del PMP 06 sono:

- Individuare le attività metalmeccaniche presenti sul territorio, piccole e medie imprese, che svolgono attività di saldatura;
- orientare le aziende nelle attività di valutazione dell'entità dell'esposizione dei lavoratori a fumi di saldatura e ai principali metalli potenzialmente presenti nei fumi di saldatura (es. cromo, nichel, cadmio e manganese);
- orientare le aziende nella scelta dei dispositivi di protezione collettiva (es. ventilazione dei locali di lavoro/aspirazione localizzata) e i dispositivi di protezione individuali necessari;
- promuovere la riduzione al livello tecnico più basso possibile dell'esposizione a tali sostanze attraverso la diffusione di buone pratiche;
- valutare l'efficacia delle misure intraprese a seguito dell'adesione al Piano Mirato proposto.

Inquadramento normativo

- D.Lgs. 81/2008 – Titolo II (Luoghi di lavoro) e Titolo IX: Capo I (Agenti chimici), Capo II (Agenti cancerogeni e mutageni).
- Direttiva 2004/37/CE (CMRD) e s.m.i.; Dir. (UE) 2022/431 (inclusione reprotox e aggiornamenti OEL).
- UNI EN 689:2018+AC:2019 (strategia di conformità); UNI EN 482:2021 (requisiti prestazionali).
- EN 481 (frazioni inalabile, toracica, respirabile).
- UNI EN ISO 21904:2020 (parti 1–4) per attrezzature di captazione/separazione fumi.

Capitolo 1 – Tipi di Saldatura

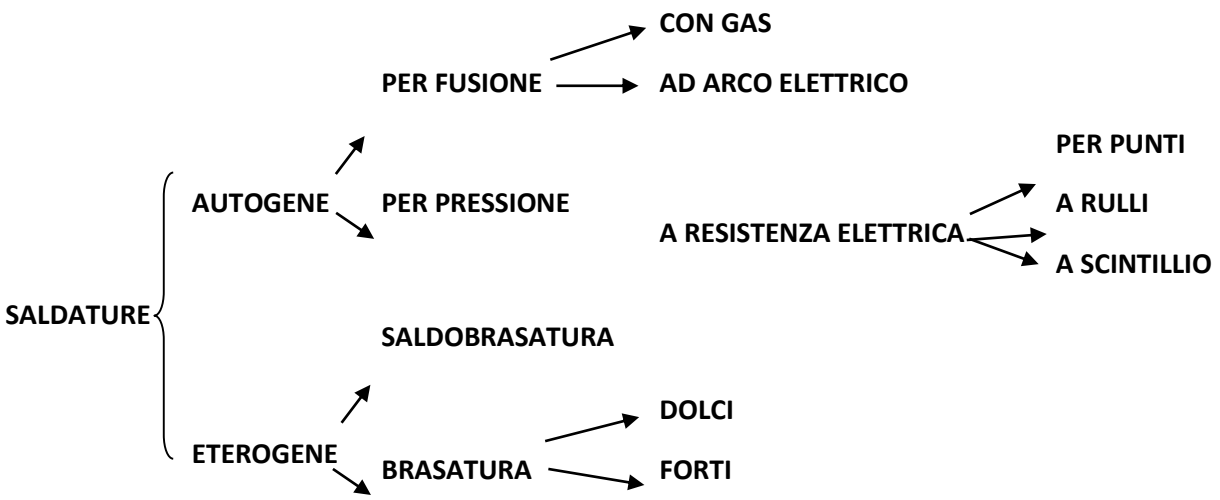
La saldatura è un metodo per unire due o più pezzi che vengono riscaldati fino al punto di fusione per unirli. L'unione può essere effettuata con o senza additivi e metallo, che uniti tra loro sono chiamati materiali di base. L'energia necessaria per fondere il materiale di base può essere fornita, con elettricità, fiamma a gas, attrito, laser o alta pressione.

Le saldature si distinguono in **autogene** quando il materiale base fonde e prende parte alla composizione del giunto e in **eterogene** quando il metallo base non prende parte alla formazione del giunto.

Il cordone di saldatura è formato dal solo metallo d'apporto, sempre presente, diverso dal metallo base e con temperatura di fusione inferiore.

Tecnologie principali: saldatura a gas; SMAW/MMA; TIG; MIG/MAG; arco sommerso; laser; plasma (PAW); per pressione; saldobrasatura/brasatura; taglio plasma/laser/fiamma. Per MAG si impiegano gas attivi (CO_2 o miscele Ar/CO_2/ O_2); per MIG gas inerti (Ar, He o miscele).

Classificazione delle saldature:



Di seguito si riportano le descrizioni delle saldature maggiormente utilizzate:

Saldatura a gas

Utilizza come sorgente di calore la fiamma ottenuta dalla combustione tra un gas combustibile (idrogeno, metano, propano, butano, acetilene) ed un gas comburente (l'ossigeno).

La fiamma viene prodotta all'estremità di un cannello nel quale i due gas si combinano in rapporti ottimali tali da produrre la cosiddetta fiamma neutra.

Normalmente vengono utilizzati acetilene e ossigeno. Il gas acetilene permette di raggiungere alla fiamma temperature di circa 3200°C. Dalla tabella si evincono le diverse temperature delle fiamme.

COMBUSTIBILE	FIAMMA	TEMPERATURA
Idrogeno	ossidrica	2500° C
Metano	ossimetanica	2750° C
Propano	ossipropanica	2750° C
Butano	ossibutanica	2850° C
Acetilene	ossiacetilenica	3200° C

La saldatura ad arco elettrico con elettrodi rivestiti (Shielded Metal Arc Welding, SMAW) – detta anche **saldatura manuale ad arco (Manual Metal Arc, MMA)**

Processo di saldatura in cui la sorgente termica è costituita dall'arco elettrico che si sviluppa tra l'elettrodo (manovrato dal saldatore mediante la pinza porta-elettrodi) ed il metallo di base; il calore sviluppato provoca la rapida fusione sia del metallo di base, sia dell'elettrodo, che è il metallo d'apporto.

L'elettrodo è costituito da una bacchetta cilindrica (lunga 350/450 mm) con un rivestimento la cui fusione genera dei gas che hanno la funzione di proteggere la zona di fusione dalle scorie e dalle gocce di metallo fuso.

Saldatura TIG

La saldatura TIG (Tungsten Inert Gas) utilizza un elettrodo che non si consuma (permanente) in tungsteno o in una lega di tungsteno. Viene utilizzato un gas inerte (elio, argon o una miscela) per proteggere il giunto saldato.

Saldatura MIG e MAG

Nelle operazioni di saldatura MIG (Metal Inert Gas) e MAG (Metal Active Gas), tecnica di saldatura versatile e ampiamente utilizzata nell'industria metalmeccanica, l'elettrodo di saldatura aggiunge materiale alla formazione del giunto e si consuma. Per la saldatura MIG viene utilizzato gas inerte (elio, argon o miscele), mentre per la saldatura MAG viene utilizzata anidride carbonica, ossigeno o protossido di azoto per proteggere il giunto saldato.

Saldatura ad arco sommerso (SAW - Submerged Arc Welding nella terminologia AWS) è un procedimento di saldatura ad arco a filo continuo sotto protezione di scoria.

La saldatura ad arco sommerso è un processo di saldatura autogena per fusione in cui l'energia termica è fornita dall'arco che scocca tra un filo elettrodo fusibile ed il pezzo. L'arco è protetto da uno strato di flusso granulare che copre l'area di saldatura. Questo flusso, che si fonde parzialmente durante il processo, protegge l'arco dalla contaminazione atmosferica e facilita la formazione di una saldatura di alta qualità.

Saldatura alluminotermica

E' una saldatura autogena per fusione che utilizza il calore prodotto dalla reazione chimica tra l'alluminio e l'ossido di ferro. Viene impiegata per la saldatura dei binari ferroviari sfruttando la reazione esotermica della termite.

Saldatura laser

Si tratta di un processo automatico che effettua la saldatura portando a fusione i lembi retti accostati del metallo base e pertanto generalmente senza metallo d'apporto.

La fusione dei lembi viene causata da un fascio di energia concentrato in una zona molto ristretta.

Nella *saldatura laser* il fascio è costituito da radiazioni elettromagnetiche "monocromatiche" (cioè aventi la stessa lunghezza d'onda, che di solito si trova nel campo della luce visibile o dell'infrarosso) e "coerenti" (cioè aventi tutte la stessa fase), che permettono pertanto una accurata "focalizzazione" sulla zona da saldare. La protezione è realizzata con gas inerte (argon o elio o loro miscele); l'applicazione di quest'ultimo processo è limitata a spessori non elevati (di solito 5÷10 mm);

Saldatura al plasma (**PAW - Plasma Arc Welding è un processo di saldatura dove il gas viene ionizzato)**

E' un procedimento che viene eseguito mediante una torcia al plasma. Al centro dell'ugello della torcia è presente un elettrodo di tungsteno che è *infusibile* durante il processo. Intorno a tale elettrodo giunge un gas neutro che, a causa del campo elettrico presente esternamente o internamente alla torcia, diventa plasma, cioè gas fortemente ionizzato.

La saldatura a plasma, molto utilizzata per i bassi costi e le alte prestazioni, è impiegata per saldare metalli come acciaio, inox, rame, nichel e titanio. Grazie all'elevata temperatura (fino a 20.000 °C), garantisce alta qualità e velocità.

Saldatura per pressione

Consiste nell'ottenere l'unione dei pezzi tramite una pressione meccanica esercitata sui giunti che, supportata da un calore necessario, rende pastoso il materiale dei pezzi da saldare e li collega senza alcun materiale d'apporto.

Saldobrasatura

In questo tipo di saldatura Il metallo base non prende parte alla formazione del giunto. Il metallo d'apporto, sempre presente, ha una temperatura di fusione minore di quella del metallo base. I lembi dei pezzi vengono opportunamente cianfrinati, puliti e riscaldati (fiamma ossiacetilenica o in forno a induzione), fino alla temperatura di fusione del metallo d'apporto, che immesso in questa zona (generalmente sotto forma di filo o di barrette) fonde e solidifica riempendo il cianfrino.

Il metallo d'apporto solitamente utilizzato è una lega di ottone (60% Cu, 40% Zn) con tracce di silicio (meno utilizzati sono il rame e l'argento), che fonde ad una temperatura di circa 800 °C.

Le caratteristiche principali del metallo d'apporto sono: basso punto di fusione (ma sempre maggiore di 450 °C), buona scorrevolezza, buona resistenza meccanica ed elasticità, capacità di bagnare il metallo base.

Brasatura

È simile alla saldobrasatura con l'eccezione della cianfrinatura dei lembi dei pezzi da saldare. Infatti in questo caso i pezzi sono semplicemente appoggiati l'uno sull'altro: lo spazio capillare che rimane tra i due viene riempito dal metallo d'apporto fuso, che ha una grande scorrevolezza e capacità di bagnare il metallo base. Per tale motivo il giunto ha scarsa elasticità e resistenza meccanica.

In funzione della temperatura di fusione del metallo d'apporto le brasature possono essere:

- **dolci, nel caso di uso di leghe con Temp. di fusione < 400 °C.** Si usano leghe di stagno e piombo con

piccole percentuali di antimonio (la presenza di stagno aumenta andando dai lavori grossolani a quelli meglio finiti)

- **forti, nel caso di uso di leghe con Temp. di fusione = 600-700°C.** Si usano leghe di rame e argento per brasature su acciai e leghe del rame, o anche rame puro nel caso di acciai.

Esistono altre operazioni che producono fumi simili a quelli prodotti dai processi di saldatura sopra descritti che utilizzano un procedimento termico in cui il materiale viene fuso da un getto di gas e tagliato.

Nel taglio termico le emissioni di gas, fumi e vapori sono molto elevate; i fumi originano fondamentalmente dal materiale di base, e le singole particelle sono più grandi di quanto accade nella saldatura e solo in parte penetrano negli alveoli.

Le operazioni di taglio termico più frequenti sono:

Taglio al plasma

E' un processo che utilizza il principio dell'arco di saldatura per tagliare i metalli in modo da ottenere un profilo netto, con un getto ad alta velocità di gas ionizzato come ossigeno, azoto, argon o anche l'aria, erogato da un orifizio molto stretto.

Taglio al laser

E' un processo che utilizza un raggio laser focalizzato, generalmente con un getto di gas anulare, al fine di creare un taglio preciso, con perdita minima di materiale e una buona qualità del profilo.

Taglio alla fiamma (detto anche taglio al cannello o ossitaglio)

È una reazione chimica tra ossigeno puro e acciaio che determina la formazione di ossido di ferro.

Capitolo 2 - Materiali

I materiali metallici più frequentemente uniti nei processi di saldatura sono: acciai al carbonio, inox e legati; leghe di alluminio, nichel e titanio. La composizione condiziona emissioni e controllo dei fumi (Cr, Ni, Mn, ecc.).

L'acciaio è una lega metallica composta principalmente da ferro e carbonio, con una percentuale di carbonio che generalmente varia tra lo 0,02% e il 2,1%. A seconda della quantità di carbonio e degli altri elementi leganti (come cromo, nichel, manganese, molibdeno), l'acciaio può acquisire diverse proprietà, come maggiore resistenza, durezza, resistenza alla corrosione e alla temperatura.

In base alla composizione chimica, l'acciaio può essere classificato in quattro tipi base:

1. **Acciaio al carbonio**
2. **Acciaio inossidabile**
3. **Acciaio legato**
4. **Acciaio per utensili**

1. Acciaio al carbonio:

L'acciaio al carbonio è l'acciaio più utilizzato nelle industrie e rappresenta oltre il 90% della produzione totale di acciaio. In base al contenuto di carbonio, gli acciai al carbonio sono ulteriormente classificati in tre gruppi.

Acciaio a basso tenore di carbonio/Acciaio dolce	fino allo 0,25%
Acciaio al carbonio medio	dallo 0,25% allo 0,60%
Acciaio ad alto tenore di carbonio	dallo 0,60% all'1,5%

2. Acciaio inossidabile:

L'acciaio inossidabile è un acciaio legato che contiene almeno il 10,5% di cromo e presenta proprietà di resistenza alla corrosione dovute alla formazione di uno strato molto sottile di Cr_2O_3 sulla sua superficie. L'acciaio inossidabile contiene anche quantità variabili di carbonio, silicio, manganese, nichel e molibdeno.

3. Acciaio legato:

Nell'acciaio legato vengono utilizzate proporzioni variabili di elementi di lega per ottenere proprietà desiderate come saldabilità, duttilità, lavorabilità, resistenza, temprabilità, resistenza alla corrosione, ecc.

Alcuni degli elementi di lega più utilizzati e i loro effetti sono i seguenti:

Manganese	Aumenta la resistenza e la durezza, diminuisce la duttilità e la saldabilità
Silicio	Utilizzato come disossidante utilizzato nel processo di produzione dell'acciaio
Fosforo	Aumenta la resistenza e la durezza e diminuisce la duttilità e la resistenza all'impatto
Zolfo	Diminuisce la duttilità, la resistenza all'impatto con l'intaglio e la saldabilità. Trovato sotto forma di inclusioni di solfuro.
Rame	Migliore resistenza alla corrosione
Nichel	Aumenta la temprabilità e la resistenza agli urti degli acciai.
Molibdeno	Aumenta la temprabilità e migliora la resistenza al creep degli acciai bassolegati

4. Acciaio per utensili e matrici:

Gli acciai per utensili e matrici hanno un alto contenuto di carbonio (dallo 0,5% all'1,5%), che fornisce maggiore durezza e resistenza. L'acciaio per utensili contiene varie quantità di tungsteno, cobalto, molibdeno e vanadio per aumentare la resistenza al calore e all'usura e la durata del metallo.

Capitolo 3 - Fumi di Saldatura

I fumi di saldatura sono costituiti prevalentemente da particelle solide molto fini (con un diametro aerodinamico medio inferiore a 1 µm), che possono raggiungere le vie respiratorie profonde (particelle respirabili)

I tipi di metalli che si possono trovare nei fumi di saldatura includono:

- ossido di ferro, piombo, manganese, alluminio, berillio, ossidi di cadmio, cromo, rame, fluoruri, ossidi di molibdeno, nichel, vanadio, zinco.

Secondo la Guidance on addressing health risks from welding fumes della SLIC (Senior Labour Inspectors Committee – European Commission), la composizione, la velocità di generazione e le dimensioni delle polveri dei fumi dipendono da:

- componenti del metallo da saldare
- tipologia degli elettrodi
- tipologia dei materiali di riempimento
- condizioni operative del processo di saldatura (temperatura, corrente)
- tecnica e abilità del saldatore
- presenza di materiali di rivestimento del metallo; (solventi, etc)
- Composizione dell'elettrodo consumabile e dei materiali da saldare;
- Parametri del processo di saldatura (corrente, gas di protezione e tecnica);
- Rivestimenti superficiali, contaminazione (oli, grassi o prodotti sgrassanti) e ossidazione (flush rust);
- condizioni ambientali locali (ad esempio, all'aperto, al chiuso);
- Misure di controllo e loro efficacia (ventilazione generale, estrazione alla fonte, ad esempio, sull'utensile, ventilazione di scarico locale, automazione, ecc.).

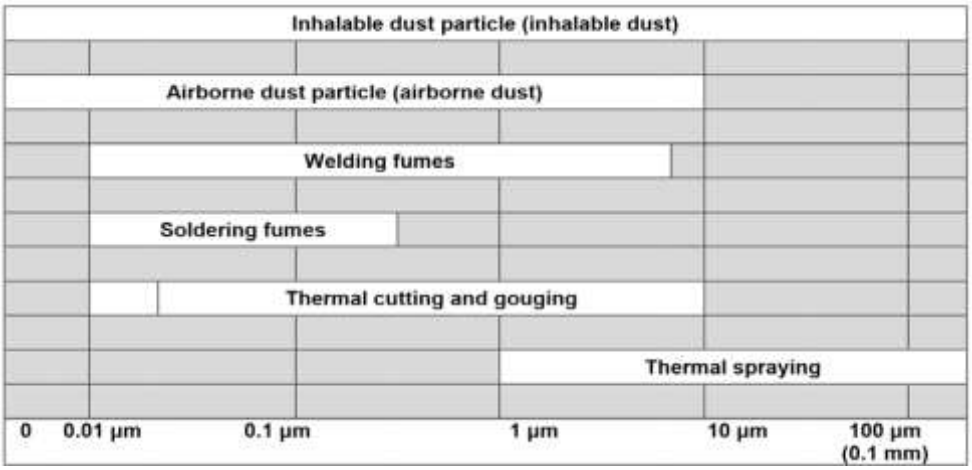
I fumi di saldatura sono costituiti da una vasta gamma di particelle complesse di metalli e ossidi metallici che possono depositarsi in varie regioni del tratto respiratorio: si tratta sec. l' ECHA di un aerosol non omogeneo generato principalmente dal materiale di apporto (elettrodo, filo) e dai metalli di base.

I metalli (nei materiali di base e di riempimento) vengono vaporizzati in particelle molto fini. Questo particolato è il fumo ed è costituito dai metalli e dai loro ossidi, compresi gli spinelli (strutture complesse di metalli con valenze diverse con ossigeno, silicio e/o fluoro, presenti nelle cariche).

L'esposizione dei lavoratori si realizza prevalentemente per via inalatoria e la grandezza delle particelle condiziona la diversa distribuzione a livello dell'apparato respiratorio.

La granulometria del particolato rilasciato nei fumi di saldatura/brasatura può appartenere sia alla frazione alveolare sia alla frazione di polvere inalabile. I fumi del processo possono contenere particelle ultrafini il cui diametro è inferiore a 100 nm.

Nella figura riportata vengono indicate le dimensioni del particolato proveniente dai vari processi di saldatura e la suddivisione in frazioni (diametro aerodinamico) secondo la Norma DIN EN 481.



Dimensioni delle sostanze pericolose in forma di particelle provenienti dai processi di saldatura in relazione alle frazioni di polveri secondo la norma DIN EN 481

La DIN EN 481 definisce le seguenti frazioni:

1. Frazione inalabile, rappresentata da una sospensione di particelle di vario diametro (generalmente compreso tra i 10 e i 100 µm)
2. Frazione respirabile, rappresentata da una sospensione di particelle con classe granulometrica (generalmente < 4 µm) tale da raggiungere la zona alveolare.
3. Frazione toracica, rappresentata da una sospensione di particelle di vario diametro (< 10 µm). Tale frazione è la porzione di particelle inalabili le cui dimensioni permettono di depositarsi oltre la laringe entro le vie aeree polmonari e le regioni di scambio gassoso.

La SLIC nella tabella che segue riporta i componenti principali ed i componenti chiave dei fumi in base al processo impiegato

Processo	**Materiali di consumo**	**Componenti principali**	**Altri componenti**	**Componenti chiave tipici**
MMA/SMAW	Acciaio dolce	Fe, Mn, Cu	F	Mn
	Acciai inossidabili e ad alto contenuto di cromo*	Fe, Mn, Cr, **Cr(VI)**, Ni, Co	V, F	**Cr(VI)**, Ni
	Ghisa	Fe, Mn, Cu, Ni		Ni o Cu
	Leghe a base di nichel	Ni, **Cr(VI)**	Fe	Ni, **Cr(VI)**, Ni
	Leghe a base di rame	Cu, Ni		Cu or Ni
MIG/MAG/GMAW	Acciaio dolce	Fe, Mn, Cu		Mn
	Acciai inossidabili e ad alto contenuto di cromo*	Fe, Mn, Cr, **Cr(VI)**, Ni, Co		Cr, **Cr(VI)**, Ni
	Leghe di alluminio	Al, Mg, Mn, Zn		Mn
	Leghe a base di nichel	Ni, Cr, **Cr(VI)**	Fe	Ni o Cr
	Leghe a base di rame	Cu, Ni		Ni o Cu
FCW (filo animato)	Acciaio dolce	Fe, Mn, Cu	Ba, F	Mn
	Acciai inossidabili e ad alto contenuto di cromo*	Fe, Mn, Cr, **Cr(VI)**, Ni, Al	V	**Cr(VI)**, Ni

Oltre ai metalli pesanti, altre sostanze tossiche rilasciate durante il processo di saldatura sono:

- ozono, monossido di carbonio, anidride carbonica e ossidi di azoto

- gas di protezione quali argon o elio, CO2
- gas combustibili quale l'acetilene.

Capitolo 4 – Valutazione del rischio

Il D.Lgs. 81/2008 è la normativa di riferimento per gli aspetti di prevenzione e protezione sui rischi derivanti dai fumi di saldatura. In base alla classificazione delle sostanze componenti i fumi del processo verrà considerata l'applicazione del Capo I "Protezione da agenti chimici" o del Capo II "Protezione da agenti cancerogeni e mutageni" del Titolo IX del D.Lgs. 81/08.

Per quanto riguarda la valutazione del rischio chimico essa va effettuata secondo i criteri dell'art. 223 (valutazione preliminare e valutazione maggiormente dettagliata dei rischi).

La giustificazione che le misure di cui al comma 1 dell'art. 224 e di cui all'art. 15 sono "sufficienti a ridurre il rischio ad un livello basso per la sicurezza ed irrilevante per la salute" consente al datore di lavoro di terminare la valutazione senza l' applicazione delle disposizioni di cui agli artt. 225, 226, 229, 230.

In caso contrario, il datore di lavoro ai sensi dell'art. 225, "periodicamente ed ogni qualvolta sono modificate le condizioni che possono influire sull'esposizione, provvede a misurare gli agenti che possono presentare un rischio per la salute, con metodiche standardizzate di cui è riportato un elenco meramente indicativo nell'ALLEGATO XLI, o in loro assenza, con metodiche appropriate e con particolare riferimento ai valori limite di esposizione professionale e per periodi rappresentativi dell'esposizione in termini spazio temporali".

Nella valutazione del rischio il datore di lavoro deve tener conto anche del Regolamento 1272/08 (CLP) e del Regolamento 1907/2006 (REACH)

il Regolamento REACH indica la struttura ed il contenuto tecnico delle schede di dati di sicurezza dei prodotti chimici, strumento che, quando presente, fornisce informazioni sulla salute e sicurezza di cui deve essere tenuto conto nella valutazione, come previsto dall'art. 223 comma 1 lettera b) del D.Lgs. 81/08;

il Regolamento CLP identifica le sostanze per le quali ricorre l'obbligo dell'applicazione del Capo I "Protezione da agenti chimici" e/o del Capo II "Protezione da agenti cancerogeni e mutageni" del Titolo IX del D.Lgs. 81/08.

Si specifica che la classificazione del CLP non si applica a sostanze e miscele generate dai processi di saldatura; al contrario alcuni dei materiali di consumo utilizzati possono essere soggetti a CLP (materiali di riempimento/elettrodi e gas di processo quali l'argon e l'acetilene). Devono quindi avere una scheda di sicurezza.

Per la valutazione del rischio chimico possono essere utilizzati anche modelli matematici ed algoritmi di stima del rischio.

Gli algoritmi "… forniscono un applicativo per il calcolo di indici sintetici di rischio e, in alcuni casi, per il calcolo di indici relativi all'efficacia delle misure di mitigazione e la gestione del rischio chimico. Questi strumenti considerano:

- le indicazioni di pericolo H contenute nelle Schede Dati di Sicurezza;
- le misure e principi generali per la prevenzione del rischio;

- le condizioni che portano alla situazione peggiore per l'esposizione dei lavoratori;
- le singole operazioni da cui è costituita una determinata mansione lavorativa.

Gli algoritmi di stima del rischio chimico possono rappresentare, se correttamente utilizzati, un supporto per poter effettuare una classificazione preliminare del rischio (al di sopra o al di sotto del rischio irrilevante per la salute e basso/non basso per la sicurezza).

Nelle lavorazioni di saldatura è difficile sostenere la presenza di un «rischio irrilevante per la salute», anche in presenza di presidi di aspirazione localizzata…" .

Nella valutazione dei rischi il datore di Lavoro deve tener conto oltre al rischio chimico anche del rischio cancerogeno in quanto è possibile trovare nelle attività di saldatura sostanze pericolose come il cadmio, il cromo e il berillio che sono inseriti nei valori limite di esposizione professionale di cui dei allegato XLIII del D.Lgs 81/08.

Il D.Lgs 81/2008 per i cancerogeni o mutageni prevede l'obbligo per il datore di lavoro, previa applicazione dei principi di cui all'art. 235 del Testo Unico 81/08, di valutare l'esposizione dei lavoratori ai sensi dell'art.236, provvedendo alla misurazione con metodi di campionatura e di misurazione conformi alle indicazioni dell'Allegato XLI al fine di verificare l'efficacia delle misure di prevenzione e protezione collettiva adottate e per individuare precocemente le esposizioni anomale.

Si possono seguire diverse strategie per la misurazione dei fumi di saldatura:

1. misurare la quantità totale dei fumi;

2. misurare i singoli componenti dei fumi (metalli o composti metallici);

3. misurare i gas generati dal processo.

In Italia attualmente non esistono limiti di esposizione professionale ai fumi di saldatura in termini di frazione inalabile (parametro base) o respirabile e il valore limite di esposizione di 5 mg/m3 proposto dall'AGCIH nel 2012 non è considerato protettivo.

La strategia di misurazione dell'esposizione professionale deve seguire le indicazioni previste dalla Norma UNI EN 689:2019: essa consente di effettuare misure rappresentative dell'esposizione per inalazione per confrontarne la conformità coi Valori Limiti di Esposizione Professionale (VLEP).

Si ricorda che i metodi analitici scelti per la valutazione dell'esposizione ad agenti cancerogeni e/o mutageni e agli agenti chimici devono essere individuati rispettando i requisiti prestazionali previsti dalla norma ***UNI EN 482:2021 "Esposizione nei luoghi di lavoro - Procedure per la determinazione della concentrazione degli agenti chimici - Requisiti prestazionali di base".***

La strategia della norma **UNI EN 689** comprende una valutazione iniziale dell'esposizione lavorativa seguita da una successiva rivalutazione periodica.

E', per tale attività, prevista la figura del valutatore (**appraiser)**, che deve essere **persona "sufficientemente formata ed esperta riguardo a principi di igiene occupazionale, tecniche di lavoro e misurazione"**.

Capitolo 5 – Dispositivi di protezione collettiva

Durante le operazioni di saldatura, i fumi ed i gas generati devono essere tenuti lontani dalla zona di respirazione dell'operatore. Ciò è reso possibile attraverso due tecniche principali:

A. **Ventilazione generale**, che diluisce i contaminanti.
B. **Aspirazione localizzata**, che estrae localmente i contaminanti,

La scelta della tecnologia di ventilazione dipende dalle specifiche di valutazione del rischio e dovrebbe essere fatta tenendo conto di una serie di variabili, tra cui: i materiali di saldatura, durata e frequenza del processo e ventilazione.

Ventilazione generale

La ventilazione generale introduce nuova aria nell'area di lavoro, diluendo così i contaminanti esistenti. Questa è divisa in due tipi:

- ventilazione naturale, avviene attraverso gli spazi aperti e le aperture già esistenti;
- ventilazione forzata, generata da ventilatori.

Sia la ventilazione naturale, che la ventilazione forzata, pur assicurando una riduzione della concentrazione di inquinante, non garantiscono il rispetto dei limiti di esposizione e pertanto sono da ritenersi solamente complementari all'aspirazione localizzata.

Un tipico sistema di ventilazione forzata dovrebbe essere progettato per fornire principalmente un flusso d'aria dal basso verso l'alto e dovrebbe essere dimensionato.

A. **Aspirazione localizzata**

- L'aspirazione localizzata permette la captazione degli inquinanti aerodispersi il più vicino possibile alla sorgente di emissione evitando che raggiungano la zona di respirazione dei lavoratori e che si disperdano nell'ambiente di lavoro.
- I costi di funzionamento dell'aspirazione localizzata sono meno elevati in quanto richiedono portate d'aria di molto inferiori rispetto alla ventilazione generale.
- La velocità di captazione alla sorgente deve tener conto dei parametri igienico-ambientali e del tipo di impianto utilizzato e dev'essere compreso tra a 0,5 m/s e 1 m/s e comunque, nel rispetto della norma UNI EN ISO 21904/2024 parte 1 e parte 4, non inferiore a 0,3 m/s misurabili ad una distanza pari a 1,5 volte il diametro dell'aspirazione.

Principali sistemi di aspirazione localizzata

- **Cabina di saldatura**

  La cabina di saldatura è chiusa su tre lati e presenta una parete aspirata, posizionata frontalmente al lato aperto.
  La postazione è collocata al suo interno e viene utilizzata di solito per pezzi di piccole dimensioni.
  Richiede portate d'aria elevate, ovvero, 1800 m3/h per m2 di superficie aperta della cabina.
  Vantaggi:
  Captazione senza intervento del saldatore.
  Ventilazione efficace.
  Buon isolamento.

- Svantaggi:
  L'operatore si deve posizionare correttamente.
  Solo per lavori in postazione fissa.
  Non utilizzabile per grandi pezzi.

- **Banco di lavoro aspirato**
  L'aspirazione avviene frontalmente su banco dotato di schermi laterali.
  Utilizzato per pezzi di medio-piccole dimensioni
  La portata utile è di circa 1959 m3/h per metro lineare di lunghezza del banco aspirato su parete verticale mentre la portata è di 2700 m3/h per banco aspirato sul piano di appoggio.

- Vantaggi:
  Captazione senza intervento del saldatore
  Adatto ad un lavoro al banco

- Svantaggi:
  Solo per lavori in postazione fissa
  Solo per pezzi di dimensione limitata
  Si applica solo per pezzi di ridotta altezza che inoltre non ostruiscano la griglia di aspirazione (banchi aspirati dal basso)
  È una aspirazione contraria alla direzione naturale di propagazione dei fumi e necessità di portate maggiori (banchi aspirati dal basso).
  Problemi di pulizia e aumento di perdite di carico attraverso la griglia (banchi aspirati dal basso).

- **Aspirazione a cappa mobile con braccio**
  Questo tipo di aspirazione è favorevole in quanto il lavoratore può posizionare l'imbuto nei diversi punti dove si effettuano le saldature di tipo manuale
  La sua posizione deve essere opposta a quella dell'operatore e leggermente superiore rispetto al punto di saldatura, tra i 15 e i 40 cm.
  La norma UNI EN ISO 21904/2020 parte I indica quali devono essere le portate in base alla distanza dal punto di saldatura ed in particolare le portate devono essere comprese tra 700 m3/h e 1500 m3/h.

- Vantaggi:
  Adatta ad un lavoro in postazione non definita.
  Captazione vicino alla sorgente.
  Portata ridotta.

- Svantaggi:
  Continuo intervento per il posizionamento.
  L'efficacia diminuisce molto rapidamente allontanandosi dalla sezione di ingresso.
  Ingombro dei flessibili per reti estese.
  La portata d'aria può variare con la posizione tesa o ripiegata dei bracci o dei tubiflessibili.

Aspirazione localizzata mobile

Questo tipo di saldatura è utilizzata per postazione di saldatura occasionale e piccole manutenzioni ed è caratterizzata dalla presenza di un braccio snodato posizionato su un carrello mobile con o senza scarico all'esterno.

Il sistema di aspirazione con scarico all'esterno viene utilizzato nel caso in cui gli inquinanti debbano essere allontanati (spazi confinati) mentre il sistema con ricircolo con filtrazione viene utilizzato quando non è possibile emettere gli inquinanti all'esterno e quando si tratta di postazioni di saldatura saltuaria e di durata limitata avendo cura di mantenere una costante manutenzione dei filtri ma comunque garantendo un ricambio d'aria dei luoghi di lavoro mediante ventilazione generale forzata.

Vantaggi:

Consente di raggiungere punti di saldatura altrimenti controllabili.

Svantaggi:

Ricircola l'aria nell'ambiente.

Continuo intervento per il posizionamento della cappa e per lo spostamento del carrello.

La portata d'aria può variare con la posizione tesa o ripiegata dei bracci o dei tubi flessibili.

La portata d'aria può variare con la posizione tesa o ripiegata dei bracci o dei tubi flessibili.

Necessita di rigorosa e continua manutenzione.

Torcia di saldatura aspirante

Permette l'aspirazione puntuale dei fumi di saldatura ma risulta essere pesante e poco maneggevole

Vantaggi:

Soluzione applicabile per posti di lavoro mobili o nella saldatura a punti.

La cattura dei fumi avviene direttamente alla sorgente.

Sono necessarie portate non elevate.

Nessun intervento dell'operatore per spostare l'aspiratore.

È possibile che in uno stesso carrello trovino posto sia la saldatrice che il depuratore.

Svantaggi:

Generalmente in commercio sono abbinate a depuratori mobili a ricircolo totale dell'aria.

Necessari interventi dell'operatore per effettuare regolazioni.

Rischio di perturbare l'atmosfera del gas di protezione.

Aumento del peso della torcia dovuto alla presenza del tubo di aspirazione.

Aumento del consumo del gas di protezione.

Al termine della saldatura non consente la cattura dei fumi residui che vanno quindi a disperdersi nell'ambiente.

La ventilazione generale ha un ruolo complementare e non garantisce da sola il rispetto dei limiti di esposizione. Priorità della captazione alla fonte mediante aspirazione localizzata (LEV), da progettare, installare e mantenere secondo UNI EN ISO 21904:2020.

SINTESI SISTEMI DI ASPIRAZIONE:

Sistema	Uso tipico	Portate/Velocità indicative	Punti di forza	Criticità/Note
Cabina di saldatura	Postazioni fisse; pezzi piccoli/medi	Alte portate; 1.800 m^3/h per m^2 di apertura (ordine di grandezza)	Isolamento; efficacia elevata	Non adatta a pezzi grandi; costi energetici
Banco aspirato (parete/piano)	Lavori al banco; pezzi piccoli/medi	Parete: ~1.950 m^3/h per metro; Piano: ~2.700 m^3/h	Captazione integrata; utile per ripetitività	Efficacia ridotta per pezzi alti/ostruzion; manutenzione griglie/filtri
Braccio con cappa mobile	Postazioni variabili; manuale	Portate tipiche 700–1.500 m^3/h; posizionamento 15–40 cm	Vicino alla sorgente; portate moderate	Efficacia decresce con distanza; richiede posizionamento continuo
Unità mobili (ricircolo/ espulsione)	Interventi occasionali/ manutenzioni	Variabili; dipende da filtro/espulsione	Flessibili; raggiungono punti complessi	Richiedono manutenzione rigorosa; rischio ricircolo se non espulsione
Torcia aspirante	Posti mobili; saldature a punti	Portate contenute; captazione puntuale	Cattura alla sorgente; nessun riposizionamento cappa	Peso/ingombro; possibile interferenza col gas di protezione

Capitolo 6 – Dispositivi di protezione individuale

Quando si eseguono saldature, i lavoratori devono indossare un'adeguata protezione respiratoria personale (APVR). I respiratori devono avere la marcatura CE e l'approvazione di Categoria III secondo la relativa norma europea EN. Vengono individuate tre classi di protezione e l'efficienza complessiva del filtro aumenta da 1 a 3. Il livello di protezione deve essere determinato in base alle concentrazioni ambientali. **Le mascherine si dividono** in due grandi categorie: isolanti e filtranti.

Le Mascherine Isolanti non usano aria proveniente dall'ambiente di lavoro e si suddividono in:

- **Autonome**
- A circuito aperto (l'area espirata viene espulsa all'esterno attraverso una valvola);
- A circuito Chiuso (l'aria espirata dopo essere stata depurata viene riutilizzata).
- **Non autonome**
- a presa d'aria esterna: non dipendono dalla filtrazione, ma si collegano a una fonte di aria pulita che fornisce un flusso costante di aria respirabile.
- con adduzione di aria forzata: l'aria respirabile viene fornita attivamente con pressione positiva attraverso sistema meccanico tramite tubo collegato alla maschera

Le Mascherine Filtranti, filtrano l'aria presente nell'ambiente in cui la maschera viene utilizzata e si suddividono in:

- **Assistite creando così una pressione positiva all'interno della maschera** mediante sistema di ventilazione attivo
- **Non assistite** dipendono solo dalla filtrazione meccanica, senza l'ausilio di un sistema di ventilazione attivo.

- maschere intere,
- semimaschere
- facciali filtranti.

Checklist operativa – APVR/DPI

- ❖ Valutazione del rischio residuo documentata dopo DPC
- ❖ Scelta classe filtro (es. P3 per fumi di saldatura) e compatibilità DPI
- ❖ Fit test iniziale e periodico (ove applicabile)
- ❖ Piano di manutenzione e sostituzione filtri
- ❖ Formazione/addestramento con registrazione
- ❖ Verifica APF adeguato alle condizioni operative

Capitolo 7 – Effetti sulla salute

Gli effetti avversi più comunemente associati all'esposizione ad agenti chimici emessi durante le attività di saldatura sono rappresentati da quelli respiratori (Antonini e coll. 2003). Sono, inoltre, riportati anche effetti cutanei, neurologici e cardiovascolari, ma la tipologia di studi condotti non sempre consente di dirimere a quale componente dei fumi o dei gas sia da attribuire il ruolo eziologico primario.

Effetti Acuti

Effetti acuti sull'apparato respiratorio

Gli effetti respiratori acuti sono stati descritti in lavoratori esposti a concentrazioni elevate di fumi di saldatura (Sobaszek e coll. 2000). Tali effetti sono riconducibili:

- Cancerogenicità: IARC Gruppo 1; aumento rischio tumore polmonare, naso-sinusale.
- Acuti: irritazione vie aeree, bronchite, febbre da fumi metallici, riduzione transitoria funzionalità.
- Cronici: bronchite cronica/BPCO (evidenza variabile), fibrosi, asma lavoro-correlata.
- Altri: dermatiti (Cr, Ni), neurotossicità da Mn ad alte esposizioni, possibili effetti cardiovascolari, ~~Foto-~~ cheratocongiuntivite.

Capitolo 8 – Sorveglianza sanitaria

La sorveglianza sanitaria è un atto clinico espletato a cura del Medico Competente (art. 41 D.Lgs. 81/2008), con protocolli mirati ai rischi.

-Ai sensi dell'art. 25 del D.Lgs 81/2008, Il medico competente: a) collabora con il datore di lavoro e con il servizio di prevenzione e protezione alla valutazione dei rischi, *anche ai fini della programmazione, ove necessario, della sorveglianza sanitaria,* alla predisposizione della attuazione delle misure per la tutela della salute e della integrità psico-fisica dei lavoratori. , all'attività di formazione e informazione nei confronti dei lavoratori, per la parte di competenza, […]; b) *Programma ed effettua la sorveglianza sanitaria di cui all'articolo 41 attraverso protocolli sanitari definiti in funzione dei rischi specifici* e tenendo in considerazione gli indirizzi scientifici più avanzati. I protocolli sanitari elaborati dal medico competente rappresentano lo strumento per effettuare il controllo sanitario dei lavoratori e comprendono oltre alle tipologie di visita previste dall'art. 41 comma 2 del D. Lgs. 81/08, accertamenti integrativi costituiti da esami ematochimici e strumentali e l'eventuale impiego del monitoraggio biologico.

L'espressione del giudizio d'idoneità rappresenta l'atto conclusivo della sorveglianza sanitaria finalizzato alla valutazione della compatibilità tra profilo di rischio e stato di salute e come tale ne deve pienamente finalizzare gli obiettivi di tutela sia della salute che della sicurezza dei lavoratori. Nel formulare il giudizio di idoneità, il medico competente deve prendere in considerazione tanto i "fattori di rischio" connessi alla mansione specifica, quanto l'"ambiente di lavoro" e le "modalità di svolgimento dell'attività lavorativa".

I fattori di rischio per la salute cui possono essere esposti gli addetti alla saldatura sono molteplici:

- Fumi di saldatura*:* esposizione a metalli tra cui: Cromo, Nichel, Ferro, Alluminio, Manganese, Zinco, Rame, Cadmio);
- Gas: Monossido di Carbonio, Biossido di Carbonio, Ossido di Azoto, Biossido di Azoto, Ozono;
- Altri rischi: radiazioni ottiche artificiali (raggi ultravioletti; infrarossi), rumore, vibrazioni mano braccio, campi elettromagnetici, temperature elevate, posture incongrue.

Di seguito si riporta un possibile esempio di protocollo sanitario.

Saldatori di metalli ferrosi o di alluminio

Fattore di rischio	Accertamenti sanitari	Periodicità	Integrazioni
Rischio chimico: Fumi di saldatura (Ferro, Alluminio, Manganese, etc); Gas (Monossido di Carbonio, Biossido di Carbonio, Ossido di Azoto, Biossido di Azoto, Ozono)	Raccolta anamnestica mediante questionari: Rinite; CECA; Valutazione dermatologica Visita medica mirata	Annuale	
	Esame spirometrico	Annuale/ Biennale in base al rischio	
Vibrazioni mano braccio	Visita medica mirata		
Campi elettromagnetici			
Radiazioni ottiche artificiali			
Rumore	Esame audiometrico	Annuale/ Biennale in base al Lex	

Saldatori di acciai speciali (inox)

Fattore di rischio	Accertamenti sanitari	Periodicità	Integrazioni
Rischio chimico: Fumi di saldatura (Cromo, Nichel, Manganese, Zinco, Cadmio, etc.); Gas (Monossido di Carbonio, Biossido di Carbonio, Ossido di Azoto, Biossido di Azoto, Ozono)	Raccolta anamnestica mediante questionari: Rinite; CECA; Valutazione dermatologica Visita medica mirata	Annuale	Visita ORL con rinoscopia a fibre ottiche in base al rischio Diagnostica per immagini del torace nei casi in cui è necessario un approfondimento
	Esame spirometrico	Annuale/ Biennale in base al rischio	
	Esami di laboratorio (emocromo, creatininemia, azotemia, albuminuria, proteinuria a basso peso molecolare)	Annuali in base al rischio	
	Monitoraggio biologico (F.t., F.s.l.) : Cromo urinario, Nischel urinario, Manganese Urinario	Annuale in base la rischio	
Vibrazioni mano braccio	Visita medica mirata		
Campi elettromagnetici			Visita oculistica in base al rischio Visita dermatologica in base al rischio
Radiazioni ottiche artificiali			
Rumore	Esame audiometrico	Annuale/ Biennale in base al Lex	

BIBLIOGRAFIA

1. Piano Mirato Di Prevenzione “Rischio Cancerogeno” Regione Piemonte 2022/2025
   Saldatura Impianti Di Aspirazione Localizzata Di Impresa Sicura Metalmeccanica Scheda Di Approfondimento 3.6.6.2 Redatto Eber, Ebam, Inail, Regione Emilia Romagna E Regione Marche
2. Industrial Ventilation. A Manual Of Recommended Practice. 24th Edition. 2001. Acgih
3. D. G. Sanità - D.D.G. 9 Novembre 2012 - N. 10033 Vademecum Per IlMiglioramento Della Sicurezza E Della Salute Dei Lavoratori Nelle Attività Di Saldatura Metalli. Bu Regione Lombardia – N° 47 - Serie Ordinaria - Lunedì 19 Novembre 2012
4. “Agenti Chimici In Metalmeccanica” - Report Finale Piano Di PromozioneE Assistenza “Lavoro Rischio Salute”. Febbraio 2012. Dipartimento Di Sanita’ Pubblica U.O. Prevenzione E Sicurezza Ambienti Di Lavoro. Ausl Piacenza.
5. “Impianti Di Ventilazione Nelle Operazioni Di Saldatura”. Scheda Tecnica N° 2. Rev. 2004. Regione Emilia Romagna – Assessorato Sanità.
6. Welding Fume Control - Coshh Essentials For Welding, Hot Work And Allied Processes
7. Acgih. Threshold Limit Values And Biological Exposure Indices, 2019
8. Alimonti A, Bocca B, Mattei D, Pino A. Biomonitoraggio DellaPopolazione Italiana Per L’esposizione A Metalli: Valori Di Riferimento1999-2009. Rapporti Istisan 10/22.
9. Bergamaschi E, Riccò M. L'impiego Degli Indicatori Di Esposizione. Dal Dato Individuale A Quello Di Gruppo. Giornale Degli IgienistiIndustriali. 30; 170-182. 2005. Issn: 1122-1666
10. Direttiva (Ue) 2017/164 Della Commissione Del 31 Gennaio 2017 CheDefinisce Un Quarto Elenco Di Valori Indicativi Di Esposizione Professionale In Attuazione Della Direttiva 98/24/Ce Del Consiglio E Che Modifica Le Direttive 91/322/Cee, 2000/39/Ce E 2009/161/Ue Della Commissione
11. Direttiva (Ue) 2017/2398 Del Parlamento Europeo E Del Consiglio Del 12Dicembre 2017 Che Modifica La Direttiva 2004/37/Ce Sulla Protezione Dei Lavoratori Contro I Rischi Derivanti Da Un’esposizione Ad Agenti Cancerogeni O Mutageni Durante Il Lavoro
12. Goldoni M, Caglieri A, Poli D, Vettori Mv, Corradi M, Apostoli P, Mutti
    Determination Of Hexavalent Chromium In Exhaled Breath Condensate And Environmental Air Among Chrome Plating Workers. Anal Chim Acta. 2006 Mar 15;562(2):229-235. Doi: 10.1016/J.Aca.2006.01.065.
13. Monografia Iarc 100c 2012 "Chromium (Vi) Compounds" (Pag 147 – 167).
14. Monografia Iarc 100c 2012 "Nickel And Nickel Compounds" (Pag 211 – 218).
15. Regione Del Veneto Ulss 3 Serenissima - Dipartimento Di Prevenzione U.O.C. Servizio Prevenzione Igiene Sicurezza Ambienti Di Lavoro, S.P.I.S.A.L.. La Prevenzione Del Rischio Cancerogeno Nei Processi Di Lavoro: Complessità E Multi Professionalità. Programma Regionale “Rischio Chimico E Cancerogeno Negli Ambienti Di Lavoro, Miglioramento E Coordinamento Delle Attività Di Prevenzione E Vigilanza” (Prp 2014-2018).
16. Scoel - Scientific Committee On Occupational Exposure Limits - Sum 85
    - Nickel And Inorganic Nickel Compounds - Cas 7440-02-0 - Scoel Recommendation Adopted In June 2011
17. Società Italiana Valori Di Riferimento (Sivr), 4a Lista Dei Valori Di Riferimento Per Elementi Metallici, Composti Organici E Loro Metaboliti, 2017.
18. Suva. Monitoraggio Biologico E Valori Di Tolleranza Biologica Delle Sostanze Di Lavoro. M. Koller, C. Pletscher. Factsheet. 2018.
19. Acgih Threshold Limit Values And Biological Exposure Indices, 2019acgih. Threshold Limit Values And Biological Exposure Indices, 2019.
20. Bergamaschi E, Riccò M. L'impiego Degli Indicatori Di Esposizione. Dal Dato Individuale A Quello Di Gruppo. Giornale Degli Igienisti Industriali. 30; 170-182. 2005. Issn: 1122-1666
21. Regolamento (Ce) N.1907/2006 (Reach), Del Parlamento Europeo E Del ConsiglioDel 18 Dicembre 2006, Concernente La Registrazione, La Valutazione, L'autorizzazione E La Restrizione Delle Sostanze

Chimiche (Reach), Che Istituisce Un'agenzia Europea Per Le Sostanze Chimiche, Che Modifica La Direttiva1999/45/Ce E Che Abroga Il Regolamento (Cee) N. 793/93 Del Consiglio E Il Regolamento (Ce) N. 1488/94 Della Commissione, Nonché La Direttiva 76/769/Cee Del Consiglio E Le Direttive Della Commissione 91/155/Cee, 93/67/Cee, 93/105/Ce E 2000/21/Ce, Pubbl. Nella G.U. Dell'unione Europea N.L.136 Del 29/5/2007.

22. Regolamento (Ue) N.1272/2008 (Clp), Del Parlamento Europeo E Del Consiglio Del 16 Dicembre 2008 Relativo Alla Classificazione, All'etichettatura E All'imballaggio Delle Sostanze E Delle Miscele Che Modifica E Abroga Le Direttive 67/548/Cee E 1999/45 E Che Reca Modifica Al Regolamento (Ce) N. 1907/2006, Pubbl. Nella G.U. Dell'unione Europea N.L. 353 Del 31/12/2008.
23. Decreto Legislativo N.81/2008, Attuazione Dell'articolo 1 Della Legge 3 Agosto 2007, N.123, In Materia Di Tutela Della Salute E Della Sicurezza Nei Luoghi Di Lavoro, Pubbl. Nel S.O. N.108/L Alla G.U. N.101 Del 30/4/2008.
24. Uni En Iso 10882-1:2002. "Salute E Sicurezza In Saldatura E Nelle Tecniche Connesse – Campionamento Delle Particelle In Sospensione E Dei Gas Nella Zona Respiratoria Del Saldatore – Parte 1: Campionamento Delle Particelle".
25. Uni En Iso 15012-4:2016."Salute E Sicurezza In Saldatura E Nelle Tecniche Affini - Attrezzatura Per La Captazione E La Separazione Dei Fumi Di Saldatura - Parte 4: Requisiti Generali".
26. Norma En 689:2019. "Esposizione Nei Luoghi Di Lavoro. Misurazione Dell'esposizione Per Inalazione Agli Agenti Chimici. Strategia Per La Verifica Della Conformità Con I Valori Limite Di Esposizione Occupazionale".
27. Coordinamento Tecnico Per La Sicurezza Nei Luoghi Di Lavoro Delle Regioni E Delle Province Autonome, "Linee Guida Sull'applicazione Del Titolo Vii-Bis Decreto Legislativo 626/94 In Relazione Al Decreto Legislativo 25/2002 "Protezione Da Agenti Chimici", In Govoni C., Monterastelli G., Spagnoli G., Prevenzione E Protezione Da Agenti Chimici Pericolosi, Atti Del Convegno Nazionale Risch'2002, 557-593, Modena, 27 Settembre 2002.
28. Coordinamento Tecnico Per La Sicurezza Nei Luoghi Di Lavoro Delle Regioni E Delle Province Autonome, "Aggiornamento 2002 Alle Linee Guida Sull'applicazione Del Titolo Vii Del D.Lgs. 626/94 – Protezione Da Agenti CancerogeniE/O Mutageni", In Govoni C., Monterastelli G., Spagnoli G., Prevenzione E Protezione Da Agenti Chimici Pericolosi, Atti Del Convegno Nazionale Risch'2002, Modena, 27 Settembre 2002, 595-705, 2002.
29. Documento Della Commissione Consultiva Permanente Per La Salute E Sicurezza Sul Lavoro Comitato 9 – Sottogruppo "Agenti Chimici", "Criteri E Strumenti Per La Valutazione Del Rischio Chimico In Ambiente Di Lavoro Ai Sensi Del D.Lgs. N.81/2008 S.M.I. (Titolo Ix, Capo I "Protezione Da Agenti Chimici"E Capo Ii "Protezione Da Agenti Cancerogeni E Mutageni"), Alla Luce Delle Ricadute Del Regolamento (Ce) N.1907/2006 (Registration Evaluation Authorisation Restriction Of Chemicals - Reach), Del Regolamento (Ce) N.1272/2008 (Classification Labelling Packaging - Clp) E Del Regolamento (Ue) N.453/2010 (Recante Modifiche All'allegato Ii Del Regolamento (Ce) N.1907/2006 E ConcernenteLe Disposizioni Sulle Schede Di Dati Di Sicurezza), 28/11/2012.
30. Ente Bilaterale Emilia Romagna, Ente Bilaterale Artigianato Marche, Regione Marche, Regione Emilia-Romagna, Inail, "Impresasicura | Metalmeccanica", Documento Inserito Nel Progetto "Impresasicura", Validato Dalla Commissione Consultiva Permanente Per La Salute E La Sicurezza Nella Seduta Del 27 Novembre 2013 Come Buona Prassi:
31. "Guida Per Gli Ispettori Nazionali Del Lavoro Su Come Affrontare I Rischi Per La Salute Derivanti Dai Fumi Di Saldatura", European Commission, Comitato Degli Alti Responsabili Dell'ispettorato Del Lavoro (Slic), Novembre 2018
32. Inedito (Novembre 2016). Bohs Occupational Lung Disease Initiative: Breathe Freely Phase 2 – Manufacturing (Welding) Summary Of Available Information On The Association Of Welding Fume And Ill-Health – Novembre 2016.
33. Anno Di Pubblicazione: 2009. Combined Exposure To Noise And Ototoxic Substances (Eu-Osha, 2009,Pag.30manganesio):Www.Osha.Europa.Eu/En/Tools-And Publications/Publications/Literature_Reviews/Combined-Exposure-To-Noise-And-Ototoxic-

Substances.
34. Salute E Sicurezza Nella Saldatura E Nelle Tecniche Affini - Metodo Di Laboratorio Per Il Campionamento Di Fumi E Gas - Parte 4. Anno Di Pubblicazione: 2006. En Iso 15011-4:2006+A1: 2008
35. Hazardous Substances In Welding And Allied Processes Bgi 593, Spiegel, Ciobanu All'indirizzo Https://Docplayer.Net/100418094-Bgi-593-Hazardous-Substances-In-Welding-And-Allied-Processes-Vmbg-Vereinigung-Der-Metall-Berufsgenossenschaften-Bg-Information.Html Anno Di Pubblicazione: 2008.
36. Down With Welding Fume. Www.5xbeter.Nl. Anno Di Pubblicazione: 2013.
37. Health And Safety In Engineering Workshops Versione Web Disponibile All'indirizzo Http://Www.Hse.Gov.Uk/Pubns/Priced/Hsg129.Pdf Anno Di Pubblicazione: 1999.
38. Cadmium And You - Working With Cadmium: Are You At Risk? Isbn 978 0 7176 6397 2. Versione Web Disponibile All'indirizzo Http://Www.Hse.Gov.Uk/Pubns/Indg391.Pdf Anno Di Pubblicazione: 2010.
39. . Beryllium And You - Working With Beryllium: Are You At Risk? Versione Web Disponibile All'indirizzo Www.Hse.Gov.Uk/Pubns/Indg311.Pdf Anno Di Pubblicazione: 2011
40. Iso 4063:2023 "Welding, Brazing, Soldering And Cutting – Nomenclature Of Processes And Reference Numbers
41. Uni En 482:2021 Esposizione Nei Luoghi Di Lavoro - Procedure Per La Determinazione Della Concentrazione Degli Agenti Chimici - Requisiti Prestazionali Di Base
42. (Www.Ijoehy.It - Italian Journal Of Occupational And Environmental Hygiene -Valutazione Del Rischio Chimico In Ambienti Occupazionali: Uso Di Algoritmi Di Stima Del Rischio E Di Modelli Di Stima Dell'esposizione-Andrea Spinazzè1*, Francesca Borghi1, Andrea Cattaneo1, Domenico M. Cavallo1 *1* Dipartimento Di Scienza E Alta Tecnologia, Università Degli Studi Dell'insubria, Via Valleggio 11, 22100 Como.)
43. Ll Rapporto Tecnico - Uni/Tr 11707:2018 –, Pubblicato Il 26 Aprile Del 2018 Descrive La Struttura E Le Applicazioni Pratiche Di Alcuni Modelli (Al.Pi.Ris.Ch., Stoffenmanager®, Cheope Clp E Linea Guida Federchimica) Utilizzabili Per Effettuare La Valutazione Del Rischio Chimico Ai Sensi Del Decreto Legislativo 81.
44. (Monitoraggio Ambientale: Sostanze Da Determinare E Limiti Di Esposizione Alessandro Leone Pmp Rischio Chimico E Cancerogeno – Verduno 24 Novembre 2023).
45. (Guida Per Gli Ispettori Nazionali Del Lavoro Su Come Affrontare I Rischi Per La Salute Derivanti Dai Fumi Di Saldatura - Comitato Degli Alti Responsabili Dell'ispettorato Del Lavoro (Slic). Data Di Pubblicazione: Novembre 2018 - Pag. 9).
46. Antonini JM. Health effects of welding. Crit Rev Toxicol. 2003;33(1):61-103. doi: 10.1080/713611032. PMID: 12585507.
47. Honaryar MK, Lunn RM, Luce D, Ahrens W, 't Mannetje A, Hansen J, Bouaoun L, Loomis D, Byrnes G, Vilahur N, Stayner L, Guha N. Welding fumes and lung cancer: a meta-analysis of case-control and cohort studies. Occup Environ Med. 2019 Jun;76(6):422-431. doi: 10.1136/oemed-2018-105447. Epub 2019 Apr 4. PMID: 30948521.
48. Mortimer JA, Borenstein AR, Nelson LM. Associations of welding and manganese exposure with Parkinson disease: review and meta-analysis. Neurology. 2012 Sep 11;79(11):1174-80. doi: 10.1212/WNL.0b013e3182698ced. PMID: 22965675; PMCID: PMC3525308.
49. Sobaszek A, Boulenguez C, Frimat P, Robin H, Haguenoer JM, Edme JL. Acute respiratory effects of exposure to stainless steel and mild steel welding fumes. J Occup Environ Med. 2000 Sep;42(9):923-31. doi: 10.1097/00043764-200009000-00016. PMID: 10998769.
50. IARC Monographs, Vol. 118: Welding, Molybdenum Trioxide, and Indium Tin Oxide (2018).
51. HSE, Safety Alert STSU1-2019: Change in enforcement expectations for mild steel welding fume.
52. UNI EN 481:1994.
53. UNI EN ISO 21904:2020 (parti 1–4): Attrezzature per la captazione e separazione dei fumi di saldatura.