



**Attenzione, rischio cancro:  
il nichel nei fumi di saldatura**  
Tutela della salute nella saldatura  
MIG/MAG e nella spruzzatura  
termica

La saldatura su nichel, acciaio al nichel-cromo e leghe a base di nichel genera particelle di fumo e polvere respirabili che possono contenere composti di nichel cancerogeni.

Questo opuscolo informa sulla possibile esposizione al nichel e sui rischi per la salute dei lavoratori che applicano le seguenti tecniche: saldatura ad arco con metallo sotto protezione di gas e spruzzatura termica. Nelle pagine che seguono è spiegato come ridurre al minimo l'esposizione.

# Indice

<b>1</b>	<b>Il fumo di saldatura può provocare tumori</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Saldatura ad arco con metallo sotto protezione di gas (MIG/MAG)</b>	<b>5</b>
2.1	I pericoli del nichel	5
2.2	Misure di protezione	6
<b>3</b>	<b>Spruzzatura termica</b>	<b>8</b>
3.1	I pericoli del nichel	8
3.2	Misure di protezione	8
<b>4</b>	<b>Prova di efficacia e profilassi nel quadro della medicina del lavoro</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Approfondimenti</b>	<b>11</b>

# 1 Il fumo di saldatura può provocare tumori

Il fumo di saldatura e la polvere di spruzzatura possono contenere nichel e composti di nichel insolubili. Il nichel metallico è considerato un «potenziale cancerogeno» (categoria C3), ma nel 2005 la Suva ha classificato i composti di nichel insolubili come «cancerogeni certi per l'uomo» (categoria C1). In seguito i valori limite ammissibili sul posto di lavoro per i composti di nichel sono stati abbassati. I valori massimi di esposizione professionale (valori MAC, relativi alla concentrazione delle sostanze nell'aria) e i valori limite di tolleranza biologica (valori BAT, relativi alla concentrazione delle sostanze nell'organismo) da allora in vigore sono indicati nella tabella 1 (vedi anche direttiva Suva «Valeurs limites d'exposition aux postes de travail», codice 1903, disponibile in francese e tedesco).

Sostanza	Valore MAC mg/m <sup>3</sup>	Valore BAT nmol/l	Categoria
Nichel (metallo), leghe di nichel	0,50	766,6	C3
Composti di nichel insolubili (ossido di nichel)	0,05	170,4	C1

Tabella 1: valori limite di esposizione professionale 2013 per il nichel e i composti di nichel.

## L'esposizione al nichel in Svizzera

Il rischio di esposizione professionale al nichel è presente soprattutto nell'industria metalmeccanica, in particolare nelle aziende in cui si eseguono lavori di saldatura con materiali di apporto e materiali di base ad alta lega. Per valutare l'entità del rischio, la Suva ha misurato le concentrazioni di nichel nella zona di respirazione dei saldatori, prelevando campioni di aria per quattro tecniche di saldatura diverse (i risultati delle misurazioni sono riportati nella tabella 2). I valori relativi alla spruzzatura termica e alla saldatura ad arco con metallo sotto protezione di gas (MIG/MAG) indicano che queste due tecniche comportano un rischio critico per la salute dei lavoratori. Entrambe, infatti, generano composti di nichel insolubili, perlopiù ossido di nichel. Nelle relative postazioni di lavoro la probabilità che il valore MAC venga superato è molto alta.

Tecnica di lavoro	Numero di valori misurati	Concentrazioni di nichel mg/m <sup>3</sup>			≥ valore MAC %
		50° percentile	90° percentile	95° percentile	
Polvere respirabile (polvere r), campioni prelevati in relazione alle persone					
Saldatura MIG/MAG	44	0,040	0,167	0,282	41,1
Saldatura WIG	58	0,009	0,031	0,056	6,2
Spruzzatura termica	27	0,051	0,406	1,048	50,3
Saldatura SMAW	16	0,012	0,037	0,045	0

Tabella 2: risultati delle misurazioni della concentrazione di composti di nichel insolubili in campioni d'aria relativi a quattro diverse tecniche di saldatura (periodo 2007-2010).

### 50° percentile (mg/m<sup>3</sup>):

Questo valore (50° percentile o mediano) significa che nel 50 per cento dei campioni le concentrazioni misurate erano inferiori ai valori indicati nella colonna corrispondente. Analogamente, il 90° percentile significa che nel 90 per cento dei campioni le concentrazioni misurate erano inferiori ai valori indicati.

≥ **Valore limite (%)**: percentuale di campionamenti relativi alla polvere r / all'urina che risultano superiori al valore MAC / BAT per il nichel e i suoi composti.

## 2 Saldatura ad arco con metallo sotto protezione di gas (MIG/MAG)

La saldatura GMAW con materiali di apporto a base di nichel o leghe di nichel genera soprattutto ossido di nichel. Le concentrazioni di questa sostanza nel fumo di saldatura possono variare dal cinque all'84 per cento.

Gli ossidi di nichel sono composti insolubili che possono avere un effetto cancerogeno sull'uomo. I valori limite relativi a queste sostanze (tabella 1) sono determinanti per valutare l'esposizione dei saldatori dovuta ai processi di lavoro e il carico interno dell'organismo.



Figura 1 Durante la saldatura MIG/MAG su acciaio legato si formano fumi e polveri contenenti nichel.

### 2.1 I pericoli del nichel

Per valutare le condizioni nei posti di lavoro la Suva ha avviato un programma di misurazioni dell'aria ambiente, ossia un monitoraggio dell'aria con rilevamento delle concentrazioni medie per turno di lavoro. Inoltre, nel quadro dei programmi di prevenzione della medicina del lavoro, è stato condotto un monitoraggio biologico dei lavoratori per esaminare le concentrazioni delle sostanze nel loro organismo. Per ogni persona sono stati prelevati campioni di aria e campioni di urina secondo una tempistica tale da poter mettere in relazione i risultati.

Tecnica di misurazione	Numero di saldatori	Concentrazioni di nichel			≥ valore limite
		50° percentile	90° percentile	95° percentile	
Campioni prelevati in relazione alle persone					
Monitoraggio dell'aria	16	0,050 mg/m <sup>3</sup>	0,291 mg/m <sup>3</sup>	0,332 mg/m <sup>3</sup>	50% (MAC)
Monitoraggio biologico	16	50,5 nmol/l	328,5 nmol/l	486,5 nmol/l	16% (BAT)

Tabella 3: risultati delle misurazioni di composti di nichel insolubili durante la saldatura MIG/MAG (periodo di misurazione: 2007-2010).

Come si può vedere nella tabella 3, durante il processo di saldatura MIG/MAG con materiali di apporto contenenti nichel si misurano concentrazioni superiori al valore MAC per il 50 per cento dei saldatori e concentrazioni superiori al valore BAT per il 16 per cento dei saldatori. In base a tali dati, questa tecnica comporta **un'esposizione relativamente alta** ai composti di nichel e quindi un elevato pericolo per i lavoratori.

## 2.2 Misure di protezione

### Misure generali

Indipendentemente dai materiali utilizzati, per la saldatura MIG/MAG devono sempre essere adottate delle misure di protezione. Le misure stabilite dalle disposizioni in materia (vedi capitolo 5) devono essere disposte nel seguente ordine di priorità:

#### 1. Sostituire la saldatura MIG/MAG con una tecnica a bassa emissione

- Saldatura ad arco con elettrodo di tungsteno (saldatura WIG)
- Saldatura MIG/MAG a bassa energia (saldatura ad arco corto)
- Saldatura MIG/MAG con tecnica ad arco pulsato.

Normalmente, la sola sostituzione della saldatura MIG/MAG con un'altra tecnica non è sufficiente. L'efficacia delle misure adottate deve essere comprovata (vedi capitolo 4).



Figura 2 Targhetta del tipo di una torcia aspirante con filtro per fumi di saldatura classe W3.

#### 2. Misure di ventilazione

- Il fumo di saldatura deve essere aspirato alla fonte ed evacuato con un sistema efficace, ad esempio con un dispositivo di aspirazione integrato nella torcia di saldatura o un braccio aspirante.
- Se non è possibile aspirare il fumo alla fonte oppure l'aspirazione non è abbastanza efficace, è necessario disporre un sistema di ventilazione artificiale che garantisca una sufficiente aerazione dei locali di lavoro. Si prestano particolarmente a questo scopo i sistemi di ventilazione con stratificazione del flusso<sup>1</sup>, detti anche sistemi di ventilazione a dislocamento.

#### 3. Ottimizzare le condizioni di lavoro

- Utilizzare materiali di apporto ottimali. Per valutare i materiali consultare la scheda di sicurezza e le schede di raccolta dati sui fumi (EN ISO 15011-4).
- Scegliere una posizione di saldatura comoda e stare il più lontano possibile dal fumo di saldatura in modo da non respirarlo (ad esempio non chinarsi sul punto di saldatura e posizionare il pezzo da lavorare in modo idoneo).
- Tirare verso di sé il braccio aspirante e posizionarlo correttamente.
- Istruire i lavoratori su come lavorare in modo sicuro.
- Mantenere in perfetto stato di funzionamento le attrezzature di lavoro: ispezionare regolarmente l'impianto di aspirazione (tubi, giunti, guarnizioni, filtri), ad esempio con un controllo visivo; revisionare una volta l'anno gli impianti di aspirazione e ventilazione misurando la portata volumetrica e la velocità di captazione<sup>2</sup>; effettuare la manutenzione e riparare i guasti.

#### 4. Protezione degli occhi e del viso

- Utilizzare un casco da saldatura auto-oscurante invece di una maschera manuale.

<sup>1</sup> Per indicazioni vedi direttiva VDI/DVS 6005

<sup>2</sup> Per indicazioni vedi norma EN ISO 15012-2



Figura 3 Protezione delle vie respiratorie durante la saldatura MIG/MAG: dispositivo filtrante a ventilazione assistita con casco di saldatura e filtro antiparticolato multiuso di classe TH3P R SL.

### Ulteriori misure

La saldatura MIG/MAG con materiali di base e materiali di apporto contenenti nichel richiede ulteriori misure di protezione per ridurre al minimo l'esposizione dei lavoratori in caso venga rilasciato nichel cancerogeno.

### 5. Ricircolo dell'aria

L'aria aspirata e filtrata non deve essere riconvogliata nei locali di lavoro, a meno che non siano in funzione degli impianti di aspirazione con certificato BGIA per fumi di saldatura classe W3<sup>3</sup> (figura 2). Se l'impianto è fisso, anche con il filtro di classe W3 la percentuale di aria riciclata nel flusso di mandata non deve superare il 70 per cento. Inoltre è necessario un dispositivo

di regolazione che permetta di passare rapidamente dal ricircolo dell'aria all'aria fresca.

### 6. Apparecchi di protezione delle vie respiratorie

Durante la saldatura con tecnica MIG/MAG su acciaio al cromo-nichel e leghe di nichel (contenuto di nichel  $\geq 5\%$ ) le vie respiratorie devono essere protette da dispositivi filtranti a ventilazione assistita<sup>4</sup> con casco di saldatura e filtro antiparticolato di classe TH2P o TH3P conforme alla norma EN 12941 (figura 3). Per i lavori in ambienti a basso ricambio di aria (ad esempio all'interno di caldaie e recipienti) sono necessari dei respiratori ad aria compressa conformi alla norma EN 14594. Il datore di lavoro deve verificare che i dispositivi di protezione delle vie respiratorie vengano usati correttamente.

<sup>3</sup> Per indicazioni vedi norma EN ISO 15012-1

<sup>4</sup> Per indicazioni vedi norma EN 12941

# 3 Spruzzatura termica

Durante la spruzzatura termica, dal materiale di apporto si formano particelle di polvere e di fumo respirabili. A seconda del materiale utilizzato, queste particelle possono contenere composti cancerogeni di cromo, nichel e cobalto.

La spruzzatura termica con materiali di apporto a base di nichel o leghe di nichel produce soprattutto ossido di nichel. Perciò, anche in questo caso, la valutazione dei pericoli si basa sul valore limite per i composti di nichel insolubili (tabella 1).



Figura 4 La pulizia delle cabine di spruzzatura comporta un pericolo elevato a causa delle polveri di spruzzatura.

## 3.1 I pericoli del nichel

Per valutare le condizioni nei posti di lavoro la Suva ha effettuato delle misurazioni dell'aria ambiente anche per la spruzzatura termica. Oltre al monitoraggio dell'aria con rilevamento delle concentrazioni medie per turno di lavoro, ha misurato anche il carico interno dell'organismo dei lavoratori (monitoraggio biologico) nel quadro delle misure preventive di medicina del lavoro (tabella 3). I campioni di aria nella zona di respirazione dei saldatori e i campioni di urina delle stesse persone sono stati prelevati secondo una tempistica tale da poter mettere in relazione i risultati.

Le misurazioni hanno rivelato che, durante la spruzzatura termica con materiali di apporto contenenti nichel, il valore MAC per i composti di nichel insolubili è stato superato per il 53 per cento degli addetti, il valore BAT per il 19 per cento degli addetti. Questi dati fanno concludere che la spruzzatura termica con materiali di apporto contenenti nichel comporta **un'esposizione elevata** dei lavoratori ai composti di nichel.

Le valutazioni del rischio effettuate nell'ambito dell'igiene del lavoro hanno inoltre rivelato che le seguenti situazioni possono comportare un'esposizione elevata a polveri e quindi forte esposizione al nichel:

- quando l'operatore entra troppo presto nella cabina di saldatura per effettuare lavori di manutenzione e pulizia, per sostituire il pezzo di lavorazione o la torcia di saldatura, per controllare le misure, impostare l'impianto o eliminare un guasto
- durante la pulizia delle cabine di spruzzatura e di filtraggio
- durante gli interventi sui filtri (sostituzione dell'unità di raccolta delle polveri, manutenzione del filtro)
- nel riempire e pulire le tramogge di alimentazione della polvere
- durante i lavori di finitura (pulizia, levigatura) dei pezzi lavorati.

Metodo di misurazione	Numero di addetti	Concentrazioni di nichel			≥ valore limite
		50° percentile	90° percentile	95° percentile	
Campioni prelevati in relazione alle persone					
Monitoraggio dell'aria	22	0,052 mg/m <sup>3</sup>	0,491 mg/m <sup>3</sup>	1,233 mg/m <sup>3</sup>	53% (MAC)
Monitoraggio biologico	22	105,6 nmol/l	265,7 nmol/l	321,1 nmol/l	19% (BAT)

Tabella 4: risultati delle misurazioni relative ai composti di nichel insolubili durante la spruzzatura termica (periodo di misurazione: 2007-2010).

## 3.2 Misure di protezione

Per precauzione, bisogna sempre ridurre il più possibile l'esposizione ai composti di nichel cancerogeni. Oltre alle misure di sicurezza richieste dai processi di lavoro specifici<sup>5</sup> va tenuto conto dei seguenti punti:

**1.** Eseguire i lavori di spruzzatura in cabine chiuse dotate di un sistema di aspirazione o in locali di spruzzatura con una buona ventilazione.

**2.** Aspettare un tempo sufficiente prima di entrare nella cabina. Si consiglia di installare un sistema di controllo elettronico degli accessi e di sostituire i pezzi e la torcia di saldatura soltanto con l'impianto di aspirazione in funzione. È necessario indossare un dispositivo di protezione delle vie respiratorie con filtro antiparticolato di categoria P3.

**3.** Le cabine di spruzzatura, i locali di spruzzatura e di filtraggio devono essere puliti secondo un piano pre-stabilito e solo con aspirapolveri industriali tipo 22 certificati per la classe H<sup>6</sup> (figura 5).

**4.** Pulire le cabine, i pezzi di lavorazione e di dispositivi di spruzzatura con ugelli per aria compressa o scope soltanto se, per motivi tecnici, non è possibile fare altrimenti (figura 6).

**5.** Eseguire i lavori di pulizia e manutenzione soltanto con il sistema di aspirazione in funzione e con i dispositivi di protezione individuale (tuta di protezione anti-statica e antipolvere di categoria 3, tipo 5; apparecchio di protezione delle vie respiratorie con filtro antiparticolato di classe P3; guanti di protezione di categoria 3; occhiali di protezione aderenti al viso a tenuta stagna).

**6.** Gli indumenti di lavoro e i DPI devono essere lavati/puliti a intervalli regolari (ad esempio con lavaggio in acqua, doccia d'aria ecc.) oppure gettati via.

**7.** Riempire/svuotare le tramogge di alimentazione della polvere e rifinire i pezzi di lavorazione soltanto in locali con sistema di aspirazione.



**Figura 5** Pulire le cabine di spruzzatura con aspiratori industriali omologati e dispositivi di protezione individuale.



**Figura 6** L'aria compressa può essere utilizzata per la pulizia soltanto se, per motivi tecnici, non ci sono altre possibilità e se il sistema di aspirazione della cabina è in funzione.

<sup>5</sup> Per indicazioni vedi FrpCEN/TR 15339-6

<sup>6</sup> Per indicazioni vedi norma EN 60335-2-69

## 4 Prova di efficacia e profilassi nel quadro della medicina del lavoro

L'efficacia delle misure di protezione, in particolare delle misure tecniche di ventilazione, deve essere comprovata. Contattare la Suva per la necessaria valutazione dei rischi (igiene del lavoro) e per le misurazioni delle sostanze presenti nei posti di lavoro.

Se le concentrazioni di nichel sono tali da esporre i lavoratori a possibili rischi per la salute, possono rendersi necessarie delle visite mediche preventive con monitoraggio biologico. La decisione in merito spetta alla Suva.

# 5 Approfondimenti

## 5.1 Pubblicazioni DFI, CFSL, Suva

- Ordinanza del Dipartimento federale dell'interno sulle misure tecniche per la prevenzione delle malattie professionali cagionate da sostanze chimiche (RS 832.321.11). Codice Suva 1521.i
- Direttiva CFSL: Saldatura, taglio e procedimenti affini per la lavorazione dei metalli. Codice Suva 6509.i
- Direttiva Suva: Valeurs limites d'exposition aux postes de travail (disponibile in francese e tedesco). Codice Suva 1903
- Opuscolo Suva: Saldatura e taglio. Protezione da fumi, polveri, gas e vapori. Codice Suva: 44053.i
- Factsheet della Medicina del lavoro Suva: Rischi sanitari della saldatura. Download: [www.suva.ch/medicina-del-lavoro-factsheets](http://www.suva.ch/medicina-del-lavoro-factsheets)
- Suva Medical 2013: Risques pour la santé dus au soudage (disponibile in francese e tedesco). Codice Suva 2869/84

Salvo diversa indicazione, tutte le pubblicazioni sopra riportate possono essere ordinate presso la Suva alla pagina [www.suva.ch/waswo-i](http://www.suva.ch/waswo-i). La maggior parte dei documenti possono essere scaricati in formato PDF.

## 5.2 Altre pubblicazioni, norme

**BGI 855** BG-Information: Schweisstechnische Arbeiten mit chrom- und nickellegierten Zusatz- und Grundwerkstoffen. Editore: Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM), Magonza 2011.

**INRS FT 68** Fiche Toxicologique: Nickel et ses oxydes. Editore: Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS), Parigi 2009.

**VDI/DVS 6005** VDI/DVS-Richtlinien: Lüftungstechnik beim Schweißen und bei den verwandten Verfahren. Beuth, Berlino 2005.

**DVS/GTS 2307** DVS/GTS-Merkblatt: Arbeits- und Umweltschutz beim thermischen Spritzen. DVS, Düsseldorf 2011.

**FprCEN/TR 15339-6** Technischer Bericht: Thermisches Spritzen – Sicherheitsanforderungen für Einrichtungen für das thermische Spritzen – Teil 6: Spritzkabinen, Handhabungssystem, Staubsammlung, Abluftsystem, Filter. CEN, Bruxelles 2012.

**Norma EN ISO 15012-1:** Salute e sicurezza in saldatura e nelle tecniche affini – Attrezzatura per la captazione e la separazione dei fumi di saldatura – Parte 1: Requisiti per le prove e la marcatura dell'efficacia della separazione.

**Norma EN ISO 15012-2:** Salute e sicurezza in saldatura e nelle tecniche affini – Requisiti, prove e marcatura delle attrezzature per il filtraggio dell'aria – Parte 2: Determinazione della minima portata in volume d'aria necessaria per le bocche di captazione.

**Norma EN ISO 15011-4:** Salute e sicurezza nella saldatura e nelle tecniche affini – Metodo di laboratorio per il campionamento di fumi e gas – Parte 4: Schede di raccolta dati sui fumi.

**Norma EN 12941:** Dispositivi di protezione delle vie respiratorie – Elettrorespiratori a filtro completi di elmetto o cappuccio – Requisiti, prove, marcatura.

**Norma EN 60335-2-69:** Sicurezza elettrica di apparecchiature per il uso domestico e simili – Parte 2-69: Particolari requisiti per apparecchiature per aspirare polvere e acqua – Particolari requisiti per aspiratori a motore elettrico per uso domestico e simili. SNV, Zurigo 2009.

### Fonti fotografiche

Si ringraziano le seguenti aziende per avere acconsentito alle riprese fotografiche o per avere fornito le foto che illustrano questa pubblicazione:  
- Alstom Schweiz AG, Birr  
- Optrel AG, Wattwil

### Suva

Tutela della salute  
Casella postale, 6002 Lucerna

### Informazioni

Tel. 041 419 61 32

### Download

[www.suva.ch/waswo-i/66130](http://www.suva.ch/waswo-i/66130)

Attenzione, rischio cancro: il nichel nei fumi di saldatura  
Tutela della salute nella saldatura ad arco con metallo sotto protezione di gas e nella spruzzatura termica

### Autore

Markus A. Blättler, Suva, Settore chimica

Riproduzione autorizzata, salvo a fini commerciali, con citazione della fonte.

Prima edizione: gennaio 2014

**Codice** (disponibile solo come file PDF)  
66130.i

## Il modello Suva

### I quattro pilastri della Suva

- La Suva è più che un'assicurazione perché coniuga prevenzione, assicurazione e riabilitazione.
- La Suva è gestita dalle parti sociali. La composizione paritetica del Consiglio di amministrazione, in cui siedono i rappresentanti dei datori di lavoro, dei lavoratori e della Confederazione, permette di trovare soluzioni ampiamente condivise e sostenibili per tutte le parti.
- Gli utili della Suva vengono ridistribuiti agli assicurati sotto forma di riduzione dei premi.
- La Suva si autofinanzia e non gode di sussidi