

**HARDOX®**  
WEAR PLATE

# SALDATURA HARDOX



**SSAB**



# SALDARE CON FACILITA'



# Saldatura della lamiera antirosa Hardox

La lamiera antirosa Hardox® abbina coerenza delle prestazioni all'eccezionale saldabilità. Possono essere saldate, infatti, con qualunque altro tipo di acciaio saldabile e utilizzando un qualsiasi metodo di saldatura.

Questa brochure contiene consigli utili e informazioni per chiunque intenda semplificare e potenziare l'efficienza dei propri processi di saldatura. Fornisce consigli utili sulla temperatura di preriscaldo e interpass, sull'apporto termico, sul materiale d'apporto e molto altro. Con queste pratiche informazioni, ogni utilizzatore può trarre pieno vantaggio dalle caratteristiche esclusive degli acciai Hardox.

## SOMMARIO

Ottenere i migliori risultati di saldatura	5
Materiale d'apporto	5
Tenore di idrogeno dei materiali d'apporto convenzionali	6
Materiali d'apporto austenitici	7
Gas di protezione	8
Apporto termico	9
Tempo di raffreddamento $t_{8/5}$	10
Sequenza di saldatura e dimensioni dell'intervallo fra i lembi	11
Cricche da idrogeno	11
Temperatura di preriscaldo e interpass	12
Raggiungimento e misurazione della temperatura di preriscaldo	14
Riporti duri	15
Consigli per ridurre la distorsione	16
Saldare la lamiera Hardox con il primer	19
Trattamento termico dopo la saldatura	19

# Hardox

Gli utenti di tutto il mondo ripongono la loro fiducia nella gamma di lamiera antiusura Hardox di SSAB quando bisogna combattere l'usura. Hardox aumenta le prestazioni e massimizza la reattività in applicazioni quali escavatori, pale gommate frontali, cassoni ribaltabili, dumper, trasportatori, scivoli, container, frantoi, frantumatori, miscelatori, setacci, strumenti di demolizione e chiatte. Le lamiere antiusura Hardox possono sopportare le sfide più ardue con avverse condizioni climatiche, ambientali e di suolo. Sia nel suo processo produttivo che in officina, Hardox riduce tempi e costi di produzione.

Hardox ha fatto molta strada fino ad oggi. La sua gamma si è ampliata e sono ora disponibili anche tubi antiusura, barre tonde e lamiere spianate. Per informazioni complete sulla gamma di prodotti Hardox, tra cui gradi, condizioni di fornitura, dati tecnici e casi di applicazione, si consiglia di visitare il sito [ssab.it](http://ssab.it).

Le informazioni contenute in questo opuscolo vengono fornite solo come informativa generale. SSAB AB declina qualsiasi responsabilità in merito all'idoneità o adeguatezza ad una qualsiasi applicazione specifica.

Pertanto, l'utente è responsabile per eventuali adattamenti e/o modifiche necessarie ad applicazioni specifiche.

# Ottenere i migliori risultati di saldatura

Prima di iniziare a saldare, è fondamentale pulire l'area di saldatura per rimuovere umidità, olio, corrosione o eventuali impurità. Oltre ad una scrupolosa pulizia è anche importante considerare i seguenti aspetti:

- ▶ Scelta dei materiali d'apporto per la saldatura
- ▶ Temperatura di preriscaldo e interpass
- ▶ Apporto termico
- ▶ Sequenza di saldatura e dimensioni dell'intervallo fra i lembi

## Materiale d'apporto

### Resistenza dei materiali d'apporto non legati e bassolegati

Generalmente, per la saldatura di acciai Hardox si consigliano materiali d'apporto non legati e bassolegati con una resistenza alla trazione di massimo 500 MPa. I materiali d'apporto con una resistenza più alta ( $R_e$  max 900 MPa) possono essere utilizzati per Hardox 400 e 450 nella gamma di spessori 0,7 – 6,0 mm. I materiali d'apporto bassolegati con una maggiore resistenza possono ridurre il tasso di usura del giunto saldato. Se le proprietà antiusura del giunto saldato sono essenziali, il coprigiunto superiore potrebbe essere saldato con materiali d'apporto per riporti duri; vedere il paragrafo "Riporti duri" a pagina 15. Inoltre, i materiali d'apporto per acciai Hardox e le loro denominazioni, conformi alle classificazioni AWS ed EN, si possono trovare nella tabella 1 a pagina 6.

**Tabella 1:** Materiali d'apporto consigliati per lamiera antiusura Hardox.

Metodo di saldatura	Classificazione AWS	Classificazione EN
MAG/ GMAW, filo pieno	AWS A5.28 ER70X-X	EN ISO 14341-A- G 38x
	AWS A5.28 ER80X-X	EN ISO 14341-A- G 42x
MAG/ MCAW, filo animato con polvere metallica	AWS A5.28 E7XC-X	EN ISO 17632-A- T 42xH5
	AWS A5.28 E8XC-X	EN ISO 17632-A- T 46xH5
MAG/ FCAW, elettrodo con flusso	AWS A5.29 E7XT-X	EN ISO 17632 -A- T 42xH5
	AWS A5.29 E8XT-X	EN ISO 17632 -A- T 46xH5
MMA (SMAW, stick)	AWS A5.5 E70X	EN ISO 2560-A- E 42xH5
	AWS A5.5 E80X	EN ISO 2560-A- E 46xH5
SAW	AWS A5.23 F49X	EN ISO 14171-A- S 42x
	AWS A5.23 F55X	EN ISO 14171-A- S 46x
TIG/ GTAW	AWS A5.18 ER70X	EN ISO 636-A- W 42x
	AWS A5.28 ER80X	EN ISO 636-A- W 46x

**Nota:** X sostituisce uno o più caratteri.

## Tenore di idrogeno dei materiali d'apporto convenzionali

I consumabili di saldatura non legati o bassolegati devono avere un tenore di idrogeno inferiore o uguale a 5 ml di idrogeno per 100g di filo di saldatura.

I fili pieni per saldatura MAG e TIG con basso tenore di idrogeno sono molto comuni. Per altri tipi di materiali d'apporto, il tenore di idrogeno è comunicato dal produttore.

È importante seguire i consigli di conservazione prescritti dal produttore affinché i fili non assorbano dell'idrogeno. Ciò vale soprattutto per i materiali d'apporto animati e rivestiti.

# Materiali d'apporto austenitici

I materiali consumabili in acciai inossidabili austenitici possono essere utilizzati per la saldatura di tutti i prodotti Hardox, come mostrato nella tabella 2. Ciò rende possibile una saldatura a temperatura ambiente 5 – 20°C senza preriscaldo, ad eccezione di Hardox 600 e Hardox Extreme.

SSAB consiglia, come prima scelta, i materiali d'apporto conformi allo standard AWS 307 e, secondariamente, quelli conformi allo standard AWS 309. Questi tipi di materiali d'apporto hanno una resistenza allo snervamento fino a circa 500 MPa.

Il filo del tipo 307 resiste alle cricche a caldo meglio dell' AWS 309. Va notato che i produttori comunicano raramente il contenuto di idrogeno nei materiali d'apporto inossidabili perché non influisce sulle prestazioni di saldatura in modo così importante come avviene per i materiali d'apporto non legati o bassolegati. SSAB non impone alcuna restrizione sul contenuto massimo di idrogeno per questi tipi di materiali d'apporto.

**Tabella 2:** Materiali d'apporto inossidabili raccomandati per lamiere antiusura Hardox.

Metodo di saldatura	Classificazione AWS	Classificazione EN
MAG/ GMAW, filo pieno	AWS 5.9 ER307	<b>Raccomandazione:</b> EN ISO 14343-A: B 18 8 Mn/ EN ISO 14343-B: SS307 <b>Adatto:</b> EN ISO 14343-A: B 23 12 X/ EN ISO 14343-B: SS309X
MAG/ MCAW, filo animato con polvere metallica	AWS 5.9 EC307	<b>Raccomandazione:</b> EN ISO 17633-A: T 18 8 Mn/ EN ISO 17633-B: TS307 <b>Adatto:</b> EN ISO 17633-A: T 23 12 X/ EN ISO 17633-B: TS309X
MAG/ FCAW, elettrodo con flusso	AWS 5.22 E307T-X	<b>Raccomandazione:</b> EN ISO 17633-A: T 18 8 Mn/ EN ISO 17633-B: TS307 <b>Adatto:</b> EN ISO 17633-A: T 23 12 X/ EN ISO 17633-B: TS309X
MMA/ SMAW, stick	AWS 5.4 E307-X	<b>Raccomandazione:</b> EN ISO 3581-A: 18 18 Mn/ EN ISO 3581-B: 307 <b>Adatto:</b> EN ISO 3581-A: 22 12 X/ EN ISO 3581-B: 309X.
SAW	AWS 5.9 ER307	<b>Raccomandazione:</b> EN ISO 14343-A: B 18 8 Mn/ EN ISO 14343-B: SS307 <b>Adatto:</b> EN ISO 14343-A: S 23 12 X/ EN ISO 14343-B: SS309X
TIG/ GTAW	AWS 5.9 ER307	<b>Raccomandazione:</b> EN ISO 14343-A: W 18 8 Mn/ EN ISO 14343-B: SS307 <b>Adatto:</b> EN ISO 14343-A: W 23 12 X/ EN ISO 14343-B: SS309X

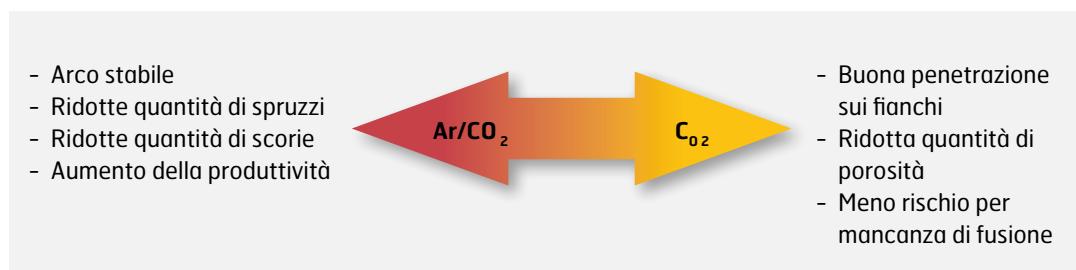
**Nota:**X sostituisce uno o più caratteri

# Gas di protezione

Normalmente, i gas di protezione per lamiere antiusura Hardox sono gli stessi che vengono impiegati con acciai non legati e bassolegati.

I gas di protezione utilizzati per saldatura MAG/GMA di acciai Hardox contengono solitamente una miscela di argon (Ar) e anidride carbonica (CO<sub>2</sub>). Una piccola quantità di ossigeno (O<sub>2</sub>) viene talvolta utilizzata insieme con Ar e CO<sub>2</sub> al fine di stabilizzare l'arco e ridurre la quantità di spruzzi. Per la saldatura manuale è consigliabile una miscela di gas di protezione di circa 18–20% di CO<sub>2</sub> per favorire la penetrazione con una quantità ragionevole di spruzzi. Se viene adottata la saldatura automatica o robotizzata, un gas di protezione contenente 8 – 10% CO<sub>2</sub> nell'argon potrebbe essere utilizzato al fine di ottimizzare il risultato di saldatura per quanto riguarda il livello di produttività e spruzzi. Gli effetti delle varie miscele di gas di protezione sono visibili nella figura 1. Le raccomandazioni sul gas di protezione per i diversi metodi di saldatura si possono trovare nella tabella 3. Le miscele di gas di protezione menzionate nella tabella 3 sono miscele generali che possono essere utilizzate per saldatura ad arco corto e saldatura ad arco spray.

**Figura 1:** Miscele di gas di protezione ed il loro effetto sull'operazione di saldatura



**Tabella 3:** Esempi di miscele di gas di protezione e consigli

Metodo di saldatura	Tipo di arco	Posizione	Gas di protezione
MAG/ GMAW, filo pieno	Arco corto	Tutte le posizioni	18 – 25% CO <sub>2</sub> in Ar
MAG/ MCAW, filo animato con polvere metallica	Arco corto	Tutte le posizioni	18 – 25% CO <sub>2</sub> in Ar
MAG/ GMAW, filo pieno	Arco spray	Orizzontale	15 – 20% CO <sub>2</sub> in Ar
MAG/ GMAW, FCAW	Arco spray	Tutte le posizioni	15 – 20% CO <sub>2</sub> in Ar
MAG/GMAW, MCAW	Arco spray	Orizzontale	15 – 20% CO <sub>2</sub> in Ar
MAG/GMAW automatizzata e robotizzata	Arco spray	Orizzontale	8 – 18% CO <sub>2</sub> in Ar
TIG/ GTAW		Tutte le posizioni	100% Ar

**Nota:** Miscele di gas tra cui tre componenti, ad es. O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, in Ar a volte vengono utilizzate per ottimizzare le proprietà di saldatura.

In tutti i metodi di saldatura basati sul gas di protezione, l'uscita del gas dipende dalla situazione contingente. Consigliamo di calcolare la portata di gas (l/min) pari al valore del diametro interno dell'ugello (mm).

# Apporto termico

L'apporto termico è la quantità di energia applicata sul materiale per unità di lunghezza.  
È possibile calcolarlo tramite la formula seguente:

$$Q = \frac{k \cdot U \cdot I \cdot 60}{v \cdot 1000} \text{ kJ/mm}$$

Q = Apporto termico kJ/mm

k = Efficienza dell'arco (adimensionale)

U = Voltaggio

I = Amperaggio

v = Velocità di avanzamento mm/min

I vari processi di saldatura hanno una diversa efficienza termica. La tabella 4 descrive i valori approssimativi per quelli più comuni.

**Tabella 4:** Efficienza termica dei diversi metodi di saldatura

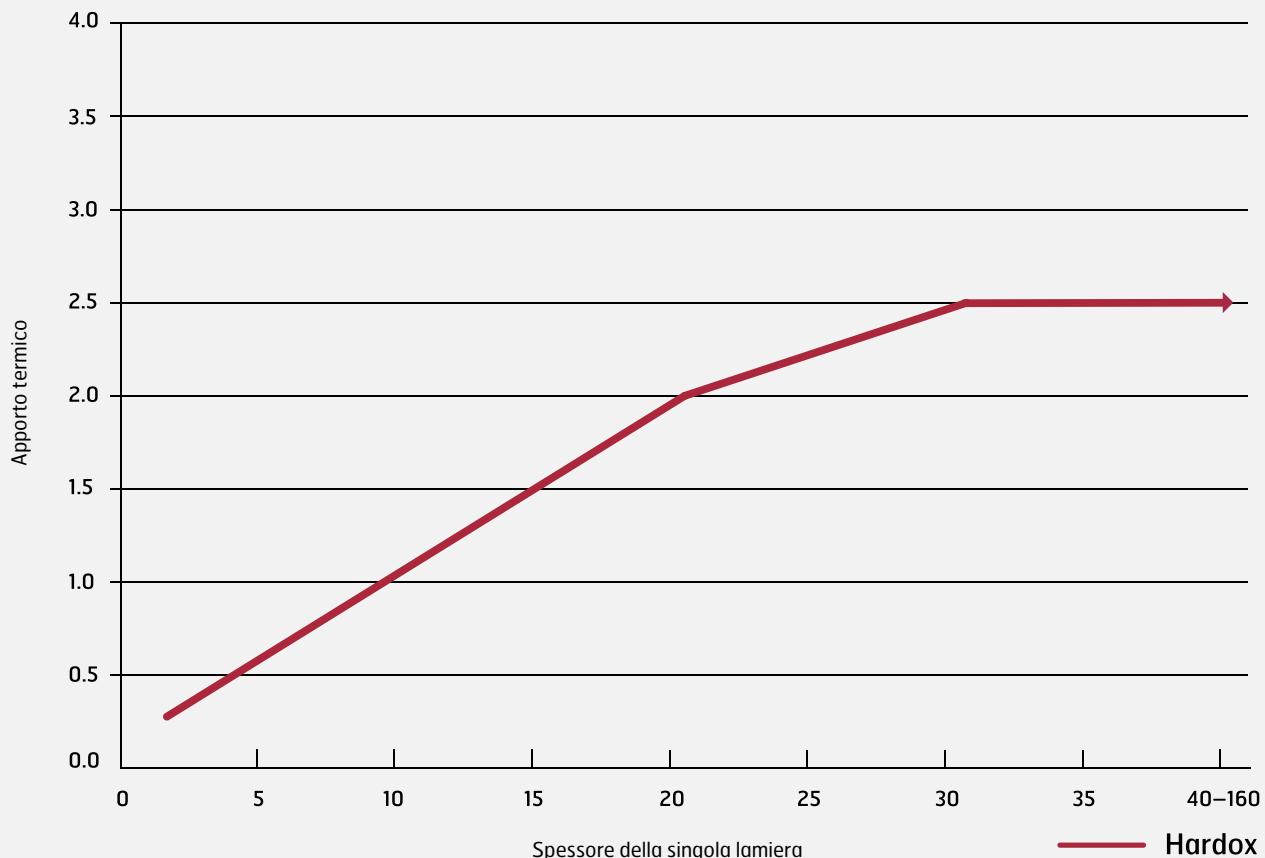
Metodo di saldatura	Efficienza termica (k)
MAG/ GMAW	0,8
MMA/ SMAW	0,8
SAW	1,0
TIG/ GTAW	0,6

L'eccessivo apporto termico aumenta la larghezza della zona termicamente alterata (ZTA), che a sua volta altera le proprietà meccaniche, così come la resistenza all'usura.  
La saldatura con ridotto apporto di calore offre vantaggi come questi:

- ▶ maggiore resistenza all'usura della ZTA
- ▶ distorsione ridotta (giunti saldati con singola passata)
- ▶ aumento di tenacità del giunto
- ▶ maggiore resistenza del giunto

Un apporto termico molto basso potrebbe, tuttavia, influenzare negativamente la resilienza ( $t_{8/5}$  valori sotto 3 secondi). La figura 2 indica il massimo apporto termico (Q) consigliato per Hardox.

**Figura 2:** Massimo apporto termico consigliato per le lamiere antiusura Hardox



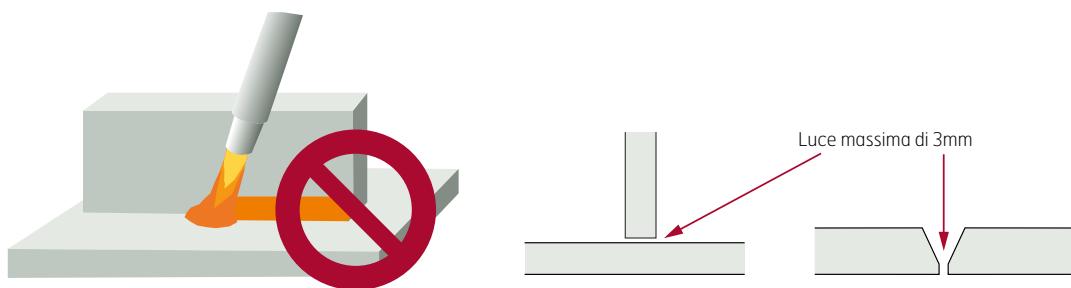
## Tempo di raffreddamento $t_{8/5}$

Il tempo di raffreddamento( $t_{8/5}$ ) è il tempo che occorre alla saldatura per raffreddarsi da 800 a 500°C, il quale stabilisce la microstruttura finale della saldatura. I tempi di raffreddamento per gli acciai strutturali sono spesso oggetto di normative che hanno l'obiettivo di ottimizzare il processo di saldatura per un determinato requisito, come la conformità alla resilienza minima. I tempi di raffreddamento massimi raccomandati per i diversi gradi Hardox sono disponibili nel software WeldCalc di SSAB. Contattare il venditore di zona SSAB per ricevere maggiori informazioni su WeldCalc.

# Sequenza di saldatura e dimensioni dell'intervallo fra i lembi

Prima della puntatura è importante impostare una luce tra le lamiere di base non superiore a 3 mm; vedi figura 3. Essa deve essere il più omogenea possibile lungo il giunto. Inoltre, è opportuno evitare di iniziare e arrestare la saldatura in zone estremamente sollecitate. Se possibile, le procedure di inizio e arresto devono eseguirsi ad almeno 50-100 mm da un angolo, vedi figura 3. Nel caso in cui sia necessario iniziare il cordone sul bordo della lamiera, e transversalmente ad esso, si consiglia di aggiungere una piastra di sacrificio dove cominciare la sequenza di saldatura.

**Figura 3:** Evitare di iniziare e fermarsi nelle zone estremamente sollecitate come gli angoli. La luce tra i cianfrini non deve superare i 3 mm.



## Cricche da idrogeno

A causa di un basso contenuto di carbonio equivalente, Hardox resiste meglio alle cricche da idrogeno rispetto agli altri acciai resistenti all'usura.

### Come ridurre al minimo il rischio di cricche:

- ▶ preriscaldare la zona di saldatura alla temperatura minima consigliata.
- ▶ misurare la temperatura di preriscalo in base ai consigli di SSAB.
- ▶ utilizzare processi e materiali d'apporto che forniscano un tenore di idrogeno massimo di 5 ml/100 g.
- ▶ pulire il giunto da tutte le impurità come ruggine, grasso, olio o ghiaccio.
- ▶ utilizzare solo le classificazioni per materiali d'apporto di saldatura consigliate da SSAB.
- ▶ applicare una corretta sequenza di saldatura al fine di ridurre al minimo le tensioni residue.
- ▶ evitare una luce superiore ai 3 mm; vedi figura 3.

# Temperatura di preriscaldo e interpass

Per evitare le cricche da idrogeno è essenziale rispettare la temperatura minima di preriscaldo. Inoltre, è molto importante accertarsi della corretta temperatura del giunto e dell'area circostante tramite un'accurata procedura di misurazione.

## Influenza degli elementi di lega sulla scelta delle temperature di preriscaldo e interpass

Una combinazione unica di elementi di lega ottimizza le proprietà meccaniche di Hardox. Questa combinazione determina la temperatura di preriscaldo e interpass dell'acciaio durante la saldatura e può essere utilizzata per calcolare il valore di carbonio equivalente. Il valore del carbonio equivalente viene espresso solitamente dalla sigla CEV o CET, in accordo con le formule sottostanti.

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Mo+Cr+V)}{5} + \frac{(Ni+Cu)}{15} \quad (\%)$$

$$CET = C + \frac{(Mn + Mo)}{10} + \frac{(Cr+Cu)}{20} + \frac{Ni}{40} \quad (\%)$$

Gli elementi di lega sono specificati nel certificato dell'acciaieria e in queste due formule sono espressi come percentuale rispetto al peso. Un tenore di carbonio equivalente più elevato richiede, solitamente, una maggiore temperatura di preriscaldo e interpass. Il valore tipico di carbonio equivalente dell'acciaio Hardox è dichiarato nelle schede tecniche dei prodotti SSAB su [www.ssab.com](http://www.ssab.com) nella sezione Prodotti>Marchi>Hardox.

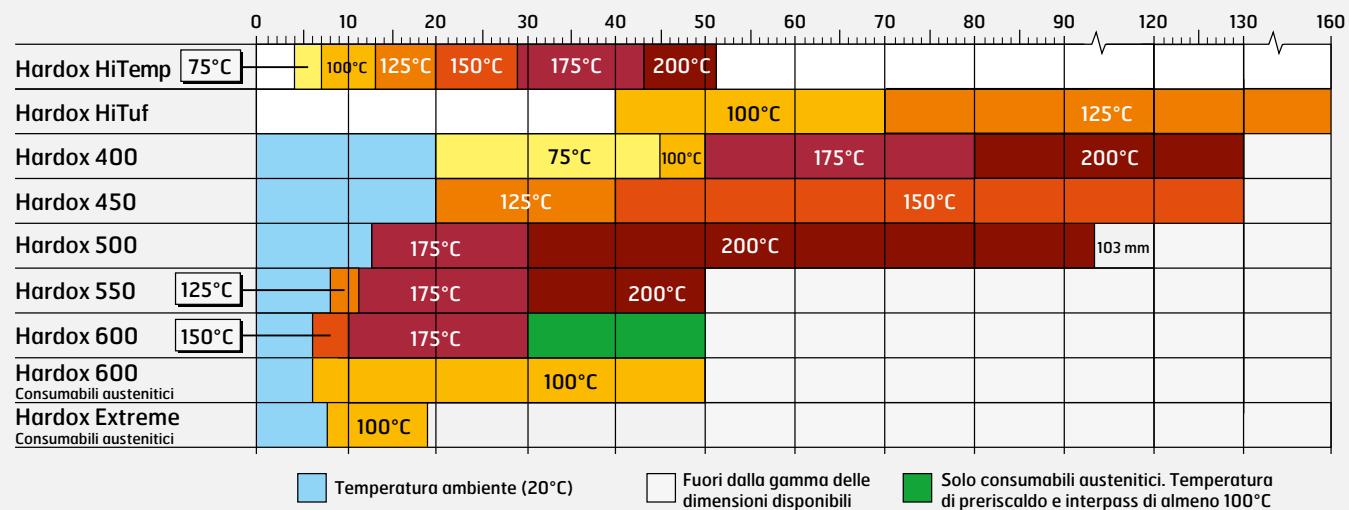
## Temperature di preriscaldo e interpass per Hardox

Le temperature minime di preriscaldo e interpass consigliate per la saldatura sono riportate nelle tabelle 5 e 6. Questi valori si riferiscono a saldature con materiali d'apporto non legati o bassolegati, se non diversamente specificato.

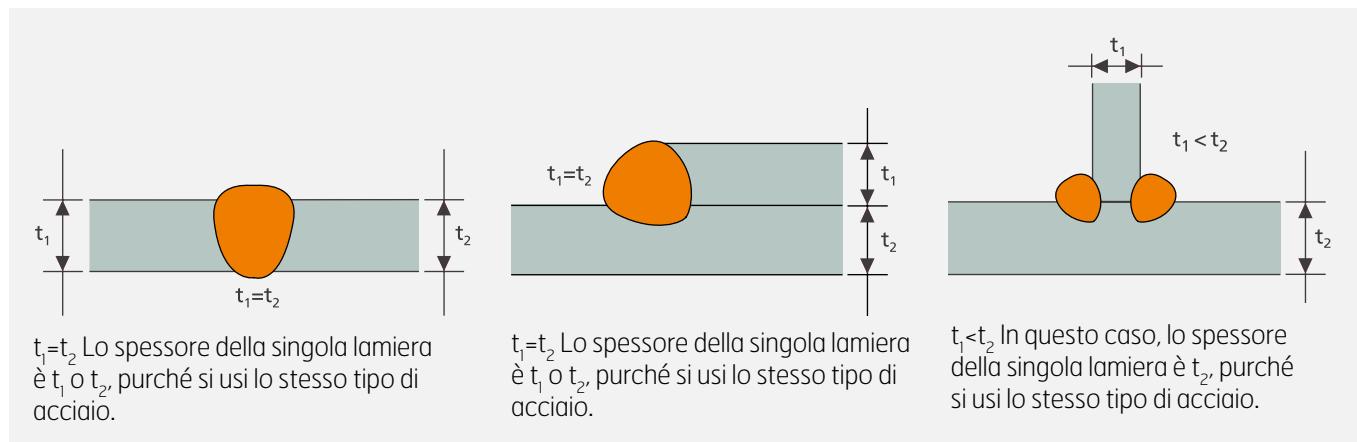
- ▶ Quando si saldano lamiere della stessa qualità ma di diverso spessore, la lamiera più spessa determina le temperature di preriscaldo e interpass necessarie; vedi figura 4.
- ▶ Quando si devono saldare lamiere di acciaio diverso, la necessità di preriscaldo viene determinata dal tipo di lamiera che ha le esigenze più elevate in termini di temperatura di preriscaldo e interpass.
- ▶ La tabella 5 è valida per un apporto termico di 1,7 kJ/mm o superiore. Se vengono utilizzati apporti termici di 1,0 – 1,69 kJ/mm, si consiglia di aumentare la temperatura di 25°C rispetto alla temperatura di preriscaldo consigliata.
- ▶ Se viene applicato un apporto di calore inferiore a 1,0 kJ/mm, si raccomanda di utilizzare il software WeldCalc di SSAB per calcolare la temperatura di preriscaldo minima raccomandata.
- ▶ Se l'umidità ambientale è alta o la temperatura è inferiore a 5°C, la temperatura minima di preriscaldo raccomandata riportata nella tabella 5 deve essere aumentata di 25°C.
- ▶ Per saldature a doppia V in spessori superiori a 30 mm, si consiglia di eseguire una cianfrinatura assimmetrica, in modo che la corrispondenza degli spigoli avvenga a circa 5 mm di distanza dalla linea di mezzeria dello spessore della lamiera.

**Tavella 5:** Temperature di preriscaldo consigliate. Lo spessore della singola lamiera (mm) è indicato sull'asse x.

**Temperature minime consigliate di preriscaldo e interpass per diversi spessori della singola lamiera (mm)**



**Figura 4:** Calcolo dello "spessore della singola lamiera".



La temperatura di interpass riportata nella tabella 6 è la temperatura massima consigliata nel giunto (sopra il metallo di saldatura) o immediatamente adiacente al giunto (posizione iniziale), prima dell'inizio della successiva passata di saldatura.

**Tabella 6:** Massima temperatura di interpass/temperatura di preriscaldo consigliata.

Hardox HiTemp	300°C
Hardox HiTuf**	300°C
Hardox 400	225°C
Hardox 450	225°C
Hardox 500	225°C
Hardox 550	225°C
Hardox 600	225°C
Hardox Extreme	100°C

\*\* Per l'Hardox HiTuf è concesso di arrivare, in certi casi, ad una temperatura di interpass di 400°C. In questi casi, usare il WeldCalc.

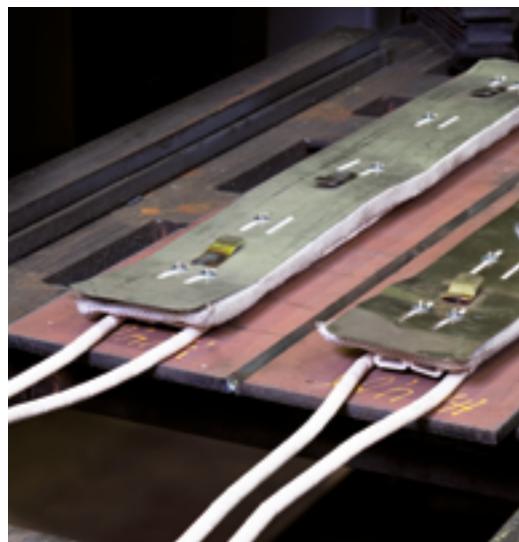
La temperatura minima di preriscaldo raccomandata e la temperatura massima di interpass indicate nelle tabelle 5 e 6 sono valide in caso di apporti termici superiori a 1,7 kJ/mm. Le informazioni presuppongono che il giunto saldato sia lasciato raffreddare a temperatura ambiente. Queste indicazioni valgono anche per la puntatura e la prima passata. In generale i punti di saldatura devono essere lunghi almeno 50 mm ciascuno. Per giunti con spessori di lamiera fino a 8 mm è consentito utilizzare lunghezze di puntatura più corte. La distanza fra un punto e l'altro può variare in base alla situazione.

## Raggiungimento e misurazione della temperatura di preriscaldo

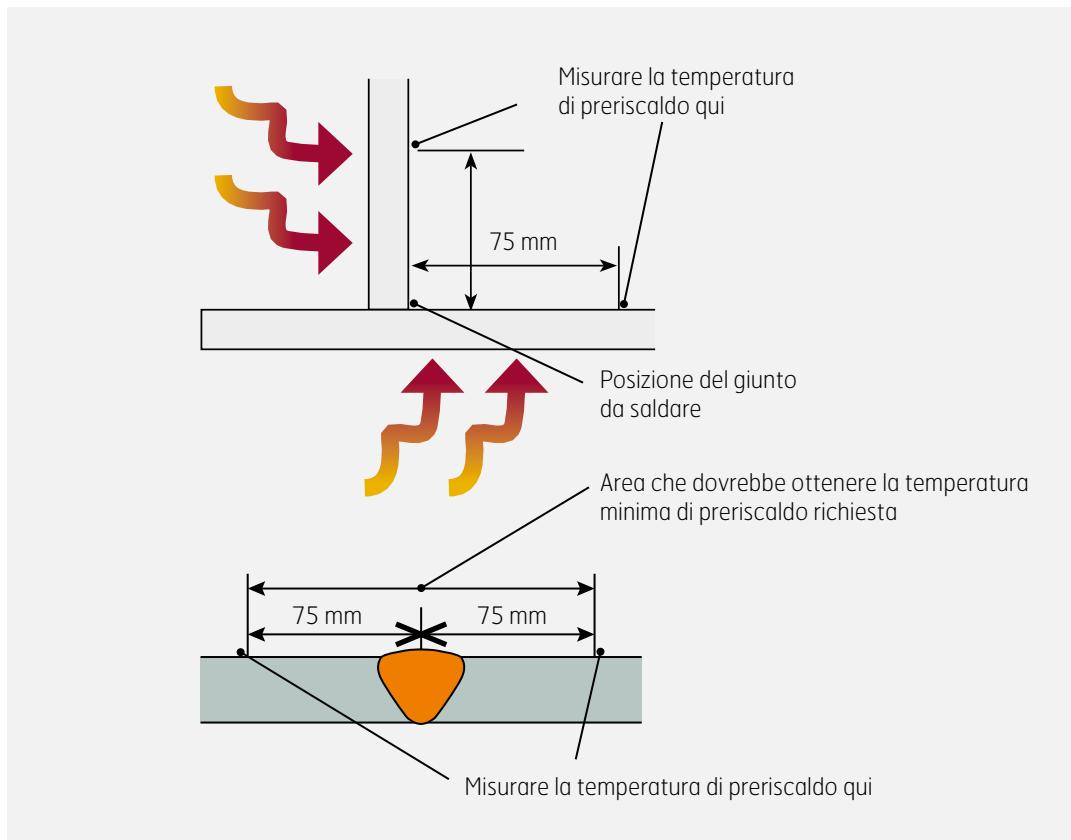
La temperatura di preriscaldo richiesta può essere raggiunta in vari modi. Le coperte di preriscaldo (figura 5) attorno al giunto preparato sono spesso il metodo migliore, in quanto forniscono un riscaldamento uniforme della superficie. La temperatura di saldatura può essere misurata, ad esempio, con termometri a contatto.

Consigliamo di misurare la temperatura di preriscaldo raccomandata sul lato opposto dell'operazione di riscaldo; vedi figura 6.

**Figura 5:** Esempio di coperte elettriche riscaldanti



**Figura 6:** Operazione di preriscaldo consigliata



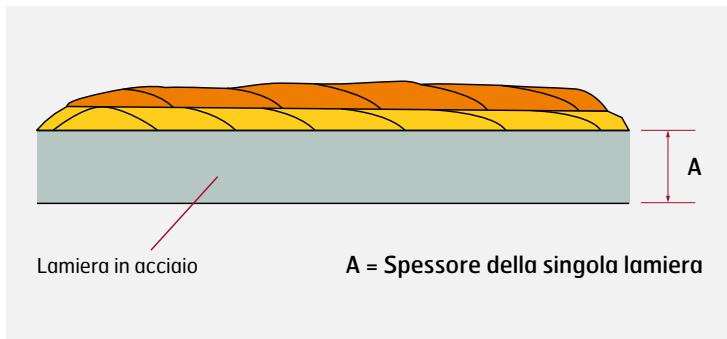
Un tempo minimo di attesa di 2 min/25 mm di spessore dovrebbe essere condotto prima di misurare la temperatura di preriscaldo. La temperatura minima di preriscaldo si dovrebbe ottenere in un'area di 75 + 75 mm intorno al giunto di saldatura previsto; vedi figura 6.

## Riporti duri

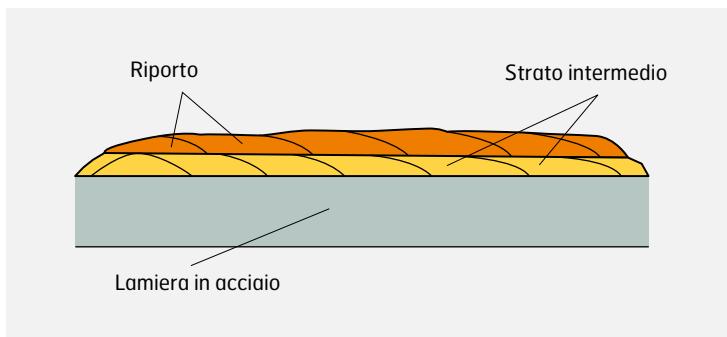
Se il giunto di saldatura è situato in una zona con elevata aspettativa di usura, è possibile impiegare riporti duri con materiali d'apporto speciali per aumentare la resistenza all'usura del metallo saldato. Si raccomanda di seguire sia le istruzioni sulla giunzione che quelle sui riporti duri per Hardox. Alcuni materiali d'apporto per riporti duri richiedono una temperatura di preriscaldo molto elevata che può superare la massima temperatura di interpass consigliata per l'acciaio Hardox. Vale la pena notare che l'uso di una temperatura di preriscaldo superiore alla temperatura massima di interpass consigliata per l'acciaio Hardox può ridurre la durezza della lamiera di base e determinare un deterioramento della resistenza all'usura della zona preriscaldata.

La temperatura minima e massima di preriscaldo è identica ai metodi convenzionali di saldatura; vedi tabella 5. Vedere la figura 7 per la definizione dello spessore della singola lamiera per situazioni con riporti duri.

**Figura 7:** Definizione dello spessore della singola lamiera



**Figura 8:** Esempio di sequenza di saldatura utilizzando materiali d'apporto per strato di materiale intermedio e riporti duri



Conviene saldare uno strato intermedio di alta tenacità fra la saldatura, la lamiera ordinaria e il materiale di riporto. La scelta dei materiali d'apporto per lo strato di materiale intermedio deve seguire le istruzioni di saldatura per lamiere antiusura Hardox. Per lo strato intermedio, dare preferenza ai materiali d'apporto inossidabili in conformità agli standard AWS 307 e AWS 309, vedi figura 8.

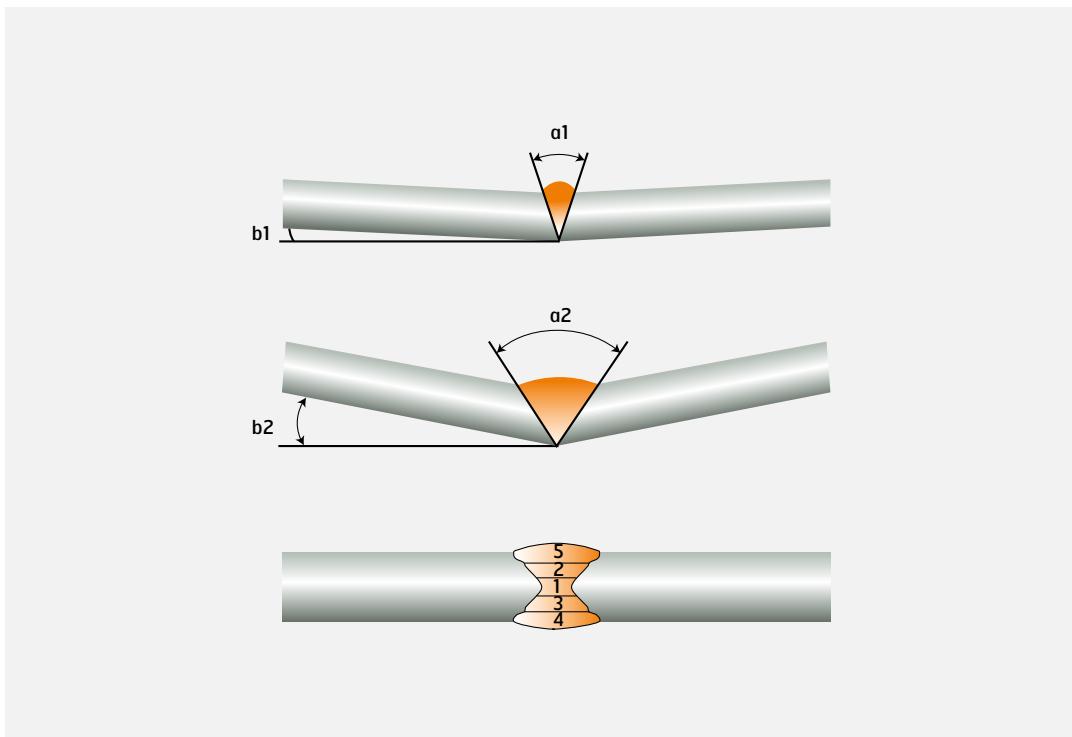
## Consigli per ridurre la distorsione

La quantità di distorsione durante e dopo la saldatura è relativa allo spessore della lamiera di base e alla procedura di saldatura. La distorsione diventa più evidente con calibri più sottili, mentre la deformazione pesante o persino la bruciatura può causare anche problemi e compromettere l'intera struttura.

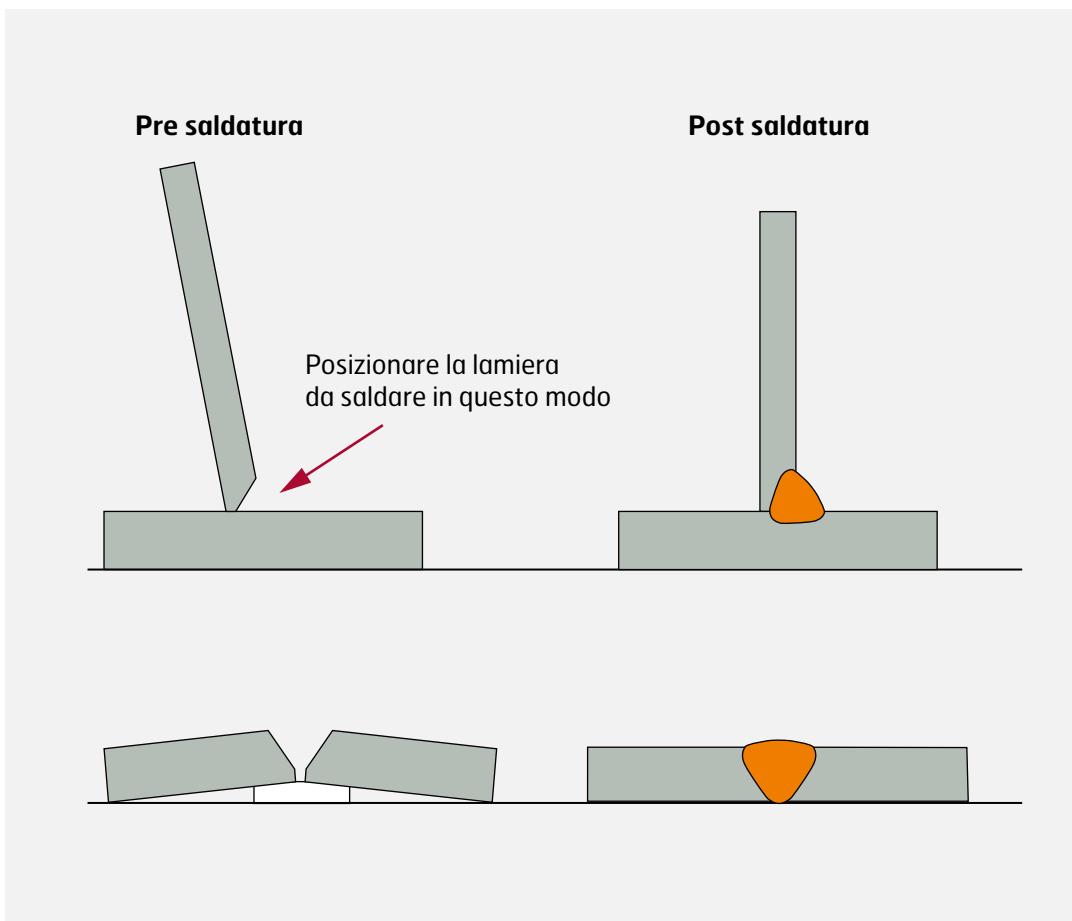
### Come ridurre al minimo la quantità di distorsione durante la saldatura:

- ▶ saldare con un apporto di calore più basso possibile (giunti saldati con singola passata).
- ▶ ridurre al minimo l'area della sezione trasversale; vedi figura 9.
- ▶ precaricare, serrare o angolare le parti prima di saldarle, al fine di compensare la deformazione; vedi figura 10.
- ▶ evitare una larghezza irregolare della luce della radice.
- ▶ utilizzare saldature simmetriche; vedi figura 9.
- ▶ ridurre al minimo le strutture di rinforzo e ottimizzare lo spessore di gola delle saldature.
- ▶ saldare dalle zone rigide alle estremità libere.
- ▶ diminuire lo spazio tra i punti di saldatura.
- ▶ utilizzare la tecnica di saldatura a passo del pellegrino; vedi figure 11-12.

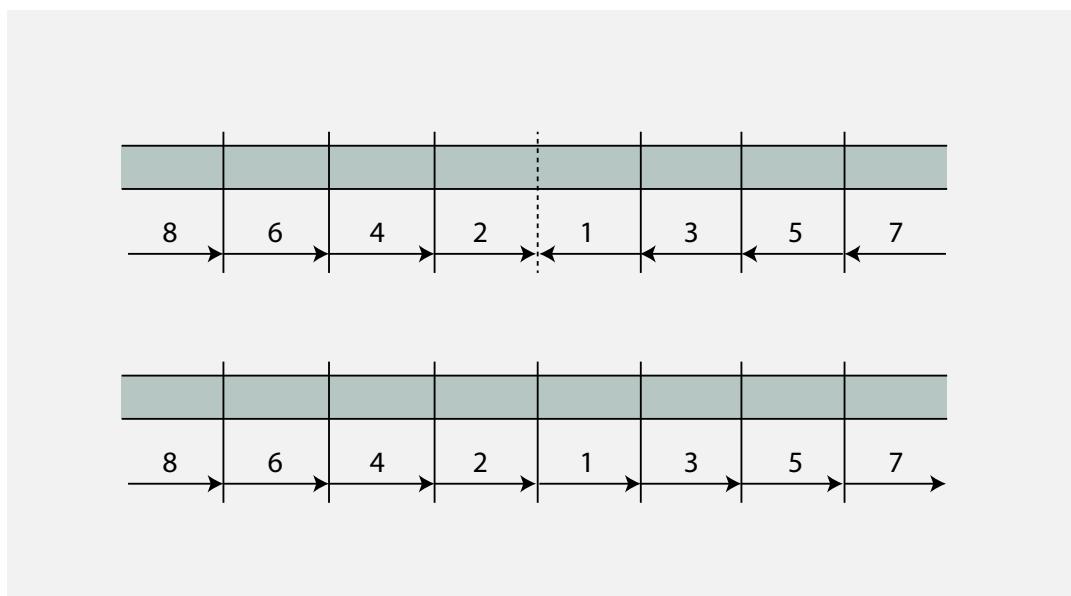
**Figura 9:** Sezione trasversale della saldatura e influenza sulla deviazione angolare



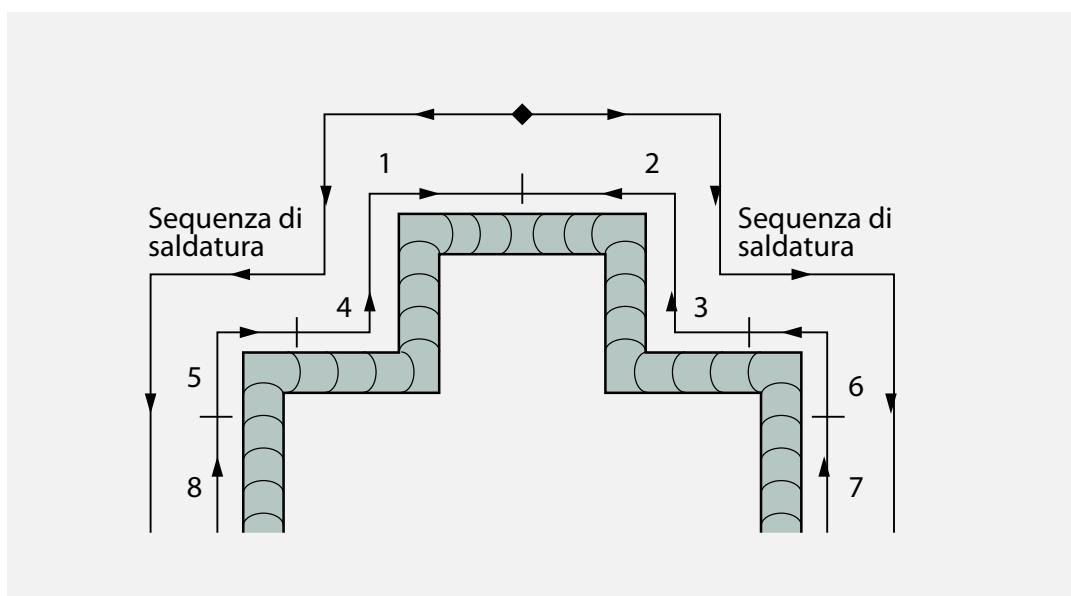
**Figura 10:** Predisposizione di una saldatura d'angolo e un giunto di testa a V singolo.



**Figura 11:** Utilizzare una sequenza di saldatura simmetrica



**Figura 12:** Esempio di tecnica di saldatura a passo del pellegrino



## Saldare la lamiera Hardox con il primer

È possibile saldare le lamiere Hardox con primer grazie al suo ridotto contenuto di zinco. Il primer può essere facilmente rimosso spazzolando l'area attorno al giunto, vedi figura 13. Rimuovere il primer prima della saldatura può risultare vantaggioso, in quanto può ridurre la porosità della saldatura e facilitare la saldatura fuori posizione. Se il primer rimane sulla superficie della saldatura, allora la porosità superficiale e sotto la superficie della saldatura potrebbe essere leggermente superiore. La saldatura MAG con filo animato basico offre la minima porosità. È importante mantenere una buona ventilazione in tutti i processi di saldatura per evitare l'effetto nocivo che il primer potrebbe avere sul saldatore e dintorni.

**Figura 13:** Il primer è facile da spazzolare



## Trattamento termico dopo la saldatura

È possibile eseguire trattamenti di distensione su Hardox HiTuf con un trattamento termico dopo la saldatura, sebbene ciò sia raramente necessario. Gli altri gradi Hardox non devono essere trattati perché ciò ne peggiora le caratteristiche meccaniche. Per maggiori informazioni, consultare il manuale di saldatura SSAB. Ordinabile sul sito [www.ssab.com](http://www.ssab.com).

SSAB è un'acciaieria con sede nei Paesi Nordici e negli Stati Uniti. SSAB offre prodotti e servizi ad alto valore aggiunto, sviluppati in stretta collaborazione con i propri clienti per un mondo più forte, più leggero e più sostenibile. SSAB ha dipendenti in oltre 50 Paesi. SSAB ha stabilimenti produttivi in Svezia, Finlandia e negli Stati Uniti. SSAB è quotata al Nasdaq OMX Nordic Exchange di Stoccolma e al Nasdaq OMX di Helsinki.

**SSAB Swedish Steel S.p.A.**

Via G. Di Vittorio, 6  
25016 Ghedi (BS)  
Italy  
T +39 030 9058811  
F +39 030 9058930  
E ssab.italia@ssab.com  
[www.ssab.it/hardox](http://www.ssab.it/hardox)