

ICS 25.160

Sostitutiva di [SN 200-4:2016-05](#)**Indice**

Pagina

<b>Introduzione.....</b>	<b>1</b>
<b>1 Campo di applicazione .....</b>	<b>2</b>
<b>2 Riferimenti normativi .....</b>	<b>2</b>
<b>3 Requisiti imposti all'officina di fabbricazione .....</b>	<b>4</b>
<b>4 Materiali di apporto .....</b>	<b>5</b>
4.1 Cenni generali.....	5
4.2 Giunti austeno-ferritici .....	5
<b>5 Esecuzione di saldature su componenti meccanici .....</b>	<b>5</b>
5.1 Preparazione dei lembi .....	5
5.2 Nervature e costole di irrigidimento.....	8
5.3 Esecuzione delle saldature .....	8
<b>6 Esecuzione di saldature su componenti fluidistici .....</b>	<b>10</b>
6.1 Preparazione dei lembi .....	10
6.2 Esecuzione delle saldature in generale .....	10
<b>7 Trattamento termico .....</b>	<b>11</b>
7.1 Cenni generali.....	11
7.2 Acciai da costruzione non legati.....	11
7.3 Acciai austenitici .....	11
7.4 Giunti misti .....	12
<b>8 Tolleranze generali .....</b>	<b>13</b>
8.1 Dimensioni lineari.....	13
8.2 Rettilinearità, planarità e parallelismo .....	13
8.3 Dimensioni angolari .....	13
<b>9 Controllo .....</b>	<b>14</b>
9.1 Cenni generali.....	14
9.2 Entità dei controlli su componenti meccanici.....	14
9.3 Entità dei controlli su componenti fluidistici .....	15
9.4 Entità dei controlli stabilita per le saldature portanti nei punti di attacco .....	15
9.5 Documentazione .....	15
<b>Appendice A (normativo) Valutazione delle imperfezioni.....</b>	<b>17</b>
<b>Appendice B (informativo) Rappresentazione grafica dei giunti saldati.....</b>	<b>28</b>
<b>Appendice C (informativo) Processi di saldatura .....</b>	<b>33</b>
<b>Normative tecniche citate.....</b>	<b>34</b>
<b>Modifiche .....</b>	<b>34</b>
<b>Edizioni precedenti .....</b>	<b>34</b>

**Introduzione**

I requisiti di produzione elencati in questa parte della SN 200 servono a ottenere la qualità soddisfacente qualità dei prodotti di SMS group. Questi requisiti devono quindi essere sempre rispettati, se non diversamente concordato nei disegni, nei documenti d'ordine e/o in altri documenti di produzione. L'obbligo della presente norma è indicato nei disegni (intestazione), contratti e/o documenti di ordinazione. Nel caso che tali requisiti non possano essere soddisfatti, va consultato il SMS group.

Numero di pagine 34

## 1 Campo di applicazione

La presente norma interna stabilisce i requisiti imposti da SMS group all'officina di fabbricazione per quanto riguarda l'impiego dei materiali di apporto, l'esecuzione delle saldature su componenti meccanici e fluidistici, il trattamento termico e il controllo dei pezzi ottenuti mediante procedimenti di saldatura e da impiegare quale materiale semilavorato e/o diretto per la fabbricazione dei prodotti di SMS group.

## 2 Riferimenti normativi

I seguenti documenti, citati in tutto o in parte nel presente documento, sono necessari per l'applicazione del documento stesso. In caso di riferimenti datati, vale soltanto l'edizione del documento a cui viene fatto riferimento. In caso di riferimenti senza data, è valida l'ultima edizione del documento a cui viene fatto riferimento (comprese tutte le modifiche).

DIN 2559-2:2007-09	Preparazione dei lembi - Parte 2: Adattamento dei diametri interni per saldature in tondo in tubi senza cordoni di saldature
DIN 2559-3:2007-09	Preparazione dei lembi - Parte 3: Adattamento dei diametri interni per saldature circonferenziali in tubi d'acciaio
DIN 2559-4:1994-07	Preparazione dei lembi - Parte 4: Adattamento dei diametri interni per saldature circonferenziali in tubi senza saldatura di acciai inossidabili
DIN 8555-1:1983-11	Materiali di apporto per la saldatura di riporto - Fili di apporto, bacchette di apporto, elettrodi a filo metallico, elettrodi a barra - Denominazione, condizioni tecniche di fornitura
DIN 50104:1983-11	Prova di pressione interna di corpi cavi - Prova di tenuta fino ad una determinata pressione interna - Principi generali
DIN EN 1011-1:2009-07	Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici - Parte 1: Guida generale per la saldatura ad arco
DIN EN 1011-2:2001-05	Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici - Parte 2: Saldatura ad arco di acciai ferritici
DIN EN 1090-2	Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio
DIN EN 10204:2005-01	Prodotti metallici - Tipi di documenti di controllo
DIN EN 12502-4:2005-03	Protezione di materiali metallici contro la corrosione - Raccomandazioni sulla valutazione della probabilità di corrosione in impianti di distribuzione e di deposito di acqua - Parte 4: Fattori che hanno influenza su acciai inossidabili
DIN EN 13480-5	Tubazioni industriali metalliche - Parte 5: Controllo
DIN EN 14700	Materiali d'apporto per la saldatura - Materiali d'apporto per riporti duri
DIN EN ISO 2553:2019-12	Saldatura e processi correlati - Rappresentazione simbolica sui disegni - Giunti saldati
DIN EN ISO 2560	Materiali di apporto per saldatura - Elettrodi rivestiti per saldatura ad arco manuale di acciai non legati e a grana fine - Classificazione
DIN EN ISO 3581	Materiali d'apporto per saldatura - Elettrodi rivestiti per la saldatura manuale ad arco di acciai inossidabili e resistenti ad alta temperatura - Classificazione
DIN EN ISO 3834-3:2021-08	Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 3: Requisiti di qualità normali
DIN EN ISO 4063:2011-03	Saldatura e tecniche affini - Nomenclatura e codificazione numerica dei processi
DIN EN ISO 5817:2014-06	Giunti saldati per fusione di acciaio, nichel, titanio e loro leghe (esclusa la saldatura a fascio di energia) - Livelli di qualità delle imperfezioni
DIN EN ISO 6520-1:2007-11	Saldatura e procedimenti connessi - Classificazione delle imperfezioni geometriche nei materiali metallici - Saldatura per fusione
DIN EN ISO 9606-1	Prove di qualificazione dei saldatori - Saldatura per fusione - Parte 1: Acciai
DIN EN ISO 9692-1:2013-12	Saldatura e procedimenti connessi - Tipologie di preparazione dei giunti - Parte 1: Saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco con elettrodo fusibile sotto protezione di gas, saldatura a gas, saldatura TIG e saldatura mediante fascio degli acciai
DIN EN ISO 9712	Prove non distruttive - Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive
DIN EN ISO 10675-1	Controlli non distruttivi delle saldature - Livelli di accettabilità per il controllo radiografico - Parte 1: Acciaio, nichel, titanio e loro leghe

DIN EN ISO 11666	Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante ultrasuoni - Livelli di accettabilità
DIN EN ISO 13588	Prove non distruttive delle saldature - Controllo mediante ultrasuoni - Utilizzo della tecnologia automatizzata multi-elemento
DIN EN ISO 13916:2018-03	Saldatura - Misurazione della temperatura di preriscaldamento, della temperatura tra le passate e della temperatura di mantenimento del preriscaldamento
DIN EN ISO 13920:1996-11	Saldatura - Tolleranze generali per le costruzioni saldate - Dimensioni lineari e angolari, forma e posizione
DIN EN ISO 14341	Materiali di apporto per saldatura - Elettrodi a filo e depositi di saldatura per saldatura ad arco di metallo con schermatura di gas di acciai non legati e a grana fine - Classificazione
DIN EN ISO 14731	Coordinamento delle attività di saldatura - Compiti e responsabilità
DIN EN ISO 15607	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Regole generali
DIN EN ISO 15609-1	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Parte 1: Saldatura ad arco
DIN EN ISO 15611	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Qualificazione sulla base dell'esperienza di saldatura acquisita
DIN EN ISO 15612	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Qualificazione mediante adozione di specifica procedura di saldatura unificata
DIN EN ISO 15614-1	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Prove di qualificazione della procedura di saldatura - Parte 1: Saldatura ad arco e a gas degli acciai e saldatura ad arco del nichel e sue leghe
DIN EN ISO 16826	Prove non distruttive - Esami ad ultrasuoni - Esame delle discontinuità perpendicolari alla superficie
DIN EN ISO 16828	Prove non distruttive - Esami ad ultrasuoni - Tecnica a diffrazione del tempo di volo come metodo di rilevamento e dimensionamento delle discontinuità
DIN EN ISO 17635	Controllo non distruttivo delle saldature - Regole generali per i materiali metallici
DIN EN ISO 17636-1	Prove non distruttive delle saldature - Controllo radiografico - Parte 1: Tecniche a raggi X e gamma mediante pellicola
DIN EN ISO 17636-2	Prove non distruttive delle saldature - Controllo radiografico - Parte 2: Tecniche a raggi X e gamma con rivelatore digitale
DIN EN ISO 17637	Controllo non distruttivo delle saldature - Esame visivo dei giunti saldati per fusione
DIN EN ISO 17638	Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo con particelle magnetiche
DIN EN ISO 17640	Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante ultrasuoni - Tecniche, livelli di prova e di valutazione
DIN EN ISO 19879	Raccordi per tubi metallici per trasmissioni oleoidrauliche e pneumatiche e applicazioni generali - Metodi di prova per raccordi per trasmissioni oleoidrauliche
DIN EN ISO 20378	Materiali di apporto per saldatura - Bacchette per la saldatura a gas di acciai non legati e di acciai resistenti allo scorrimento a caldo - Classificazione
DIN EN ISO 23277	Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante liquidi penetranti - Livelli di accettabilità
DIN EN ISO 23278	Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo con particelle magnetiche - Livelli di accettabilità
DIN EN ISO 23279	Prove non distruttive delle saldature - Prove a ultrasuoni - Caratterizzazione delle discontinuità nelle saldature
ISO 10474:2013-03	Acciaio e prodotti in acciaio - Documenti di ispezione
Scheda informativa DVS 3011	Saldatura di giunti austeno-ferritici
Scheda informativa DVS 0937	Protezione della radice nella saldatura ad arco in atmosfera protettiva
SN 200-1	Norme di produzione - Requisiti e principi
SN 200-8	Norme di produzione - Controllo
SN 402	Saldatura di riporto

### 3 Requisiti imposti all'officina di fabbricazione

In linea di principio, l'officina di fabbricazione che esegue le saldature deve soddisfare i requisiti della norma [DIN EN ISO 3834-3](#). Le associazioni fondamentali dei rispettivi requisiti sono riportate nella Tabella 1.

Qualora un'officina di fabbricazione non risponda ai requisiti indicati nella Tabella 1, si riconoscono anche altre normative/certificati nazionali o internazionali. Sarà l'officina di fabbricazione a dover fornire la prova di equivalenza prima di procedere alla fabbricazione. I lavori di fabbricazione non possono iniziare prima che sia fornita la prova di equivalenza e sia data approvazione scritta da un responsabile di SMS group.

I componenti disciplinati dal Regolamento sui prodotti da costruzione [305/2011/UE](#) sono contraddistinti con apposita indicazione nel disegno fatta in base alle classi di esecuzione (da EXC1 a 4) secondo [DIN EN 1090-2](#) o norma nazionale equivalente. Nel caso vi fossero requisiti diversi o aggiuntivi (ad es. Direttiva attrezzature a pressione [2014/68/UE](#) ecc.), ne viene fornita indicazione nei documenti di fabbricazione. In linea di principio, l'officina di fabbricazione deve soddisfare questi requisiti.

Tabella 1 - Qualificazione del fornitore secondo [DIN EN ISO 3834-3](#)

Attività di saldatura	
<b>Istruzioni di saldatura</b> ( <a href="#">DIN EN ISO 15609-1</a> )	R delle procedure di saldatura secondo <a href="#">DIN EN ISO 15609-1</a> . Devono essere disponibili istruzioni di saldatura / WPS valide.
<b>Qualificazione delle procedure di saldatura</b> ( <a href="#">DIN EN ISO 15607</a> , <a href="#">DIN EN ISO 15611</a> , <a href="#">DIN EN ISO 15612</a> , <a href="#">DIN EN ISO 15614-1</a> )	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura secondo <a href="#">DIN EN ISO 15607</a> - Regole generali
	Qualificazione sulla base dell'esperienza di saldatura acquisita secondo <a href="#">DIN EN ISO 15611</a>
	Qualificazione mediante adozione di specifica procedura di saldatura unificata secondo <a href="#">DIN EN ISO 15612</a>
	Dimostrazione della qualificazione basata su prove di qualificazione della procedura di saldatura / WPQR secondo <a href="#">DIN EN ISO 15614-1</a> . <b>Avviso:</b> La prova di un WPQR deve essere fornita solo su richiesta di SMS group.
Personale tecnico di saldatura	
<b>Personale di coordinamento delle attività di saldatura</b> ( <a href="#">DIN EN ISO 14731</a> )	Coordinamento delle attività di saldatura secondo <a href="#">DIN EN ISO 14731</a> . La designazione di un responsabile deve essere notificata a SMS group. Il coordinatore delle attività di saldatura deve controllare la qualità di esecuzione di ogni singolo saldatore senza preavviso. Il coordinatore delle attività di saldatura deve essere presente sul posto per l'intera durata del processo di saldatura. Il controllo deve essere eseguito su componenti della produzione in corso e deve essere documentato con la data del controllo, il nome del saldatore, il nome dell'addetto ai controlli, il tipo di saldatura, il tipo di controllo eseguito e l'esito del controllo.
<b>Saldatori e operatori</b> ( <a href="#">DIN EN ISO 9606-1</a> )	Devono essere disponibili prove di qualificazione dei saldatori valide secondo <a href="#">DIN EN ISO 9606-1</a> . Un saldatore deve eseguire solo lavori di saldatura che rientrano nel campo di applicazione dei suoi certificati. Un certificato deve essere rinnovato al massimo ogni tre anni. Affinché un certificato rimanga valido, il coordinatore delle attività di saldatura deve confermare che il saldatore ha lavorato con la qualità richiesta nell'ambito del campo di applicazione originale. Tale conferma va riportata ogni sei mesi nel documento di verifica dal coordinatore di competenza.
Personale di vigilanza e controllo	
<b>Personale addetto alle prove non distruttive</b> ( <a href="#">DIN EN ISO 9712</a> )	Deve essere presente personale qualificato secondo <a href="#">DIN EN ISO 9712</a> .

## 4 Materiali di apporto

### 4.1 Cenni generali

L'omologazione dei materiali di apporto deve essere dimostrata in apposite prove di idoneità. Tutti i materiali di apporto devono essere conservati e maneggiati con cura in conformità a quanto stabilito dalle norme [DIN EN 1011-1:2009-07](#), paragrafo 6.1 e [DIN EN 1011-2:2001-05](#), paragrafo 7.

Per informazioni dettagliate sulle proprietà di materiali di apporto idonei si rimanda alle seguenti norme: [DIN 8555-1:1983-11](#) (ancora valida per SMS group), [DIN EN ISO 3581](#), [DIN EN ISO 20378](#), [DIN EN 14700](#), [DIN EN ISO 2560](#) e [DIN EN ISO 14341](#).

### 4.2 Giunti austeno-ferritici

I giunti austeno-ferritici sono giunti misti che si ottengono dall'unione di acciai da costruzione legati o non legati e di acciai austenitici al cromo-nichel mediante saldatura con materiali di apporto in CrNi (Mn, Mo).

Tra i giunti austeno-ferritici si annoverano anche le unioni di acciai e nichel o leghe di nichel, in quanto realizzati con utilizzo di materiali di apporto a base di nichel. Nei giunti misti, la saldatura deve essere realizzata secondo le apposite prescrizioni specifiche (per es. scheda informativa [DVS 3011](#)) con materiali di apporto opportunamente omologati per tali combinazioni.

## 5 Esecuzione di saldature su componenti meccanici

### 5.1 Preparazione dei lembi

#### 5.1.1 Cenni generali

Il tipo di preparazione dei lembi (angolo di apertura del cianfrino, altezza della spalla ecc.) deve essere scelto dall'officina di fabbricazione secondo il procedimento da impiegare, vedi paragrafo 5.1.3. La realizzazione di un tipo di saldatura contrariamente a quanto prescritto nei disegni richiede la previa consultazione e approvazione scritta del SMS group. Prima di procedere all'assieme di componenti fluidistici, per es. tubazioni o serbatoi, si deve provvedere affinché le superfici nella zona di saldatura siano prive di scaglia, scoria, ruggine, pittura, olio, grasso, rivestimenti galvanici (per es. zincatura) e umidità. Il tipo di preparazione dei lembi deve essere controllato e assicurato in relazione allo spessore di saldatura richiesto sul disegno.

Per evitare correnti vaganti e loro effetti (per es. distruzione di conduttori di protezione elettrici), il conduttore di ritorno della corrente di saldatura deve essere connesso direttamente al pezzo da saldare o al supporto previsto per il medesimo pezzo (per es. tavola di saldatura, griglie di saldatura, banco di lavoro).

Strutture metalliche, rotaie, tubazioni, aste e altri elementi del genere non devono essere usati quali conduttori elettrici, a meno che non costituiscano essi stessi il pezzo da saldare.

I punti di saldatura devono essere lunghi almeno 40 mm. Prima di procedere alla sovrasaldatura, si deve eliminare ogni cricca, mancanza di penetrazione e nido di pori o di soffiature presente nei punti di saldatura. Le lamiere per vasche devono essere saldate a tenuta d'olio.

#### 5.1.2 Preriscaldamento dei lembi in acciaio saldabile

I lembi vanno preriscaldati in funzione dell'analisi del materiale utilizzato. La temperatura di preriscaldamento minima si determina in base al valore del carbonio equivalente CET secondo [DIN EN 1011-2:2001-05](#). Nelle saldature a passate multiple, il termine "temperatura di preriscaldamento minima" equivale alla temperatura minima interpassata. La misurazione della temperatura di preriscaldamento, della temperatura tra le passate e della temperatura di mantenimento del preriscaldamento si esegue in base a quanto specificato nella norma [DIN EN ISO 13916:2018-03](#).

**La seguente formula si applica fino ad un tenore di C ≤ 0,5**

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

5.1.3 Scelta del tipo di preparazione dei lembi

Il tipo di preparazione dei lembi si sceglie secondo [DIN EN ISO 9692-1:2013-12](#) in base alla Tabella 2.

Tabella 2 – Preparazione dei lembi per saldature di testa (estratto da [DIN EN ISO 9692-1:2013-12](#))

N. di rif.	Spessore pezzo $t$	Saldatura		Taglio	Forma del giunto			Processo di saldatura raccomandato (sec. ISO 4063) <small>b)</small>	Note	
		Denominazione	Segno grafico (sec. ISO 2553)		Angolo $\alpha, \beta$	Dimensioni Distanza tra i lembi $b$	Altezza spalla $c$			Altezza fianco $h$
1.2.1	$\leq 4$	Saldatura ad I			-	$b \approx t$	-	-	3 111 141	-
1.2.2	$3 < t \leq 8$					$6 \leq b \leq 8$			13 141	
	$\leq 15$					$\approx t$ $\leq 1$ 0			52	
1.2.3	$\leq 100$	Saldatura ad I con supporto del bagno di fusione	-		-	$30^{a)}$	-	-	51 72 <sup>a)</sup>	-
1.2.4		Saldatura ad I con labbro di centraggio	-							
1.3	$3 \leq t \leq 10$	Saldatura a V	V		$40^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	$\leq 4$	$\leq 2$	-	3 111 13 141	Con supporto del bagno di fusione, se necessario
	$8 < t \leq 12$								$6^\circ \leq \alpha \leq 8^\circ$	
1.5	$5 \leq t \leq 40$	Saldatura ad Y	Y		$\alpha \approx 60^\circ$	$1 \leq b \leq 4$	$2 \leq c \leq 4$	-	111 13 141	-
1.8	$> 12$	Saldatura ad U	U		$8^\circ \leq \beta \leq 12^\circ$	$\leq 4$	$\leq 3$	-	111 13 141	-
<sup>a)</sup> -	$10 \leq t \leq 25$	Saldatura a mezza V	∟		$35^\circ \leq \beta \leq 60^\circ$	$2 \leq b \leq 4$	$1 \leq c \leq 2$	-	-	-
1.9.1	$3 < t \leq 10$	Saldatura a mezza V	∟		$35^\circ \leq \beta \leq 60^\circ$	$2 \leq b \leq 4$	$1 \leq c \leq 2$	-	111 13 141	-
1.9.2										
1.10	$> 16$	Saldatura a mezza V a fianchi ripidi	∟		$15^\circ \leq \beta \leq 60^\circ$	$6 \leq b \leq 12$	-	-	111	Con supporto del bagno di fusione
						$\approx 12$			13 141	

Tabella 2 – Preparazione dei lembi per saldature di testa (estratto da [DIN EN ISO 9692-1:2013-12](#)) (continuazione)

N. di rif.	Saldatura			Forma del giunto					Processo di saldatura raccomandato (sec. ISO 4063) <sup>b)</sup>	Note
	Spessore pezzo t	Denominazione	Segno grafico (ISO 2553)	Taglio	Angolo $\alpha, \beta$	Dimensioni Distanza tra i lembi b	Altezza spalla c	Altezza fianco h		
1.11	> 16	Saldatura a mezza U			$10^\circ \leq \beta \leq 20^\circ$	$2 \leq b \leq 4$	$1 \leq c \leq 2$	-	111 13 141	-
2.1	$\leq 8$	Saldatura ad I			-	$\approx 2$	-	-	111 141	-
	$\leq 15$					$\frac{t}{\leq 2}$ 0	-	-	13 52	
2.5.1	> 10	Saldatura a doppia V (saldatura ad X)			$\alpha \approx 60^\circ$ $40^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	$1 \leq b \leq 3$	$\leq 2$	$\frac{t}{\approx 2}$	111 141 13	-
2.5.2	> 10	Saldatura a doppia V asimmetrica			$\alpha_1 \approx 60^\circ$ $\alpha_2 \approx 60^\circ$ $40^\circ \leq \alpha_1 \leq 60^\circ$ $40^\circ \leq \alpha_2 \leq 60^\circ$	$1 \leq b \leq 3$	$\leq 2$	$\frac{t}{\approx 3}$	111 141 13	-
2.7	$\geq 30$	Saldatura a U doppia			$8^\circ \leq \beta \leq 12^\circ$	$\leq 3$	$\approx 3$	$\frac{t-c}{\approx 2}$	111 13 141	-
2.9.1	> 10	Saldatura a mezza V doppia (saldatura a K)			$35^\circ \leq \beta \leq 60^\circ$	$1 \leq b \leq 4$	$\leq 2$	$\frac{t}{h = 2}$ oppure	111 13 141	-
2.9.2								$\frac{t}{h = 3}$		
2.11	> 30	Saldatura a mezza U doppia			$10^\circ \leq \beta \leq 20^\circ$	$\leq 3$	$\geq 2$	$\frac{t-c}{2}$	111 13 141	-
							$< 2$	$\frac{t}{\approx 2}$		

Questa saldatura può essere eseguita anche in modo asimmetrico, in analogia alla saldatura a doppia V asimmetrica

a) specifica di SMS group  
b) vedi Appendice C (informativo)

## 5.2 Nervature e costole di irrigidimento

Le nervature e costole di irrigidimento devono essere eseguite come da varianti illustrate nella Fig. 1 e nella Fig. 2. La misura R indicata nella Tabella 3 si è scelta in modo tale da poter saldare passando sotto la nervatura di irrigidimento. I tipi di rinforzi sono rappresentati sui disegni senza quotatura. Se i raggi e/o le larghezze delle piastre di irrigidimento sono inferiori a quanto riportato nella tabella 3 (per es. quando sono fissate a profili come travi IPB, profili a U ecc. o nel caso di giunzioni a più fogli), le piastre di irrigidimento devono essere adattate ai contorni dei profili in base ai requisiti previsti dalla norma [DIN EN ISO 12944-3:2018-04](#), paragrafo 5.8 e 5.9, in modo tale da consentire la saldatura completa del rinforzo.

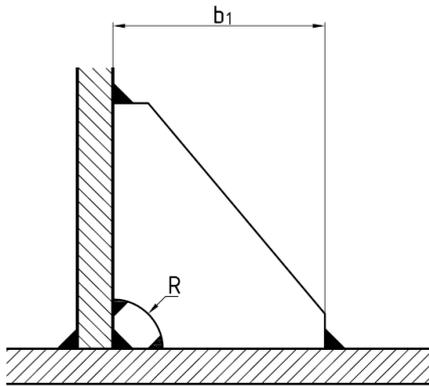


Fig. 1 - Rinforzo, variante 1

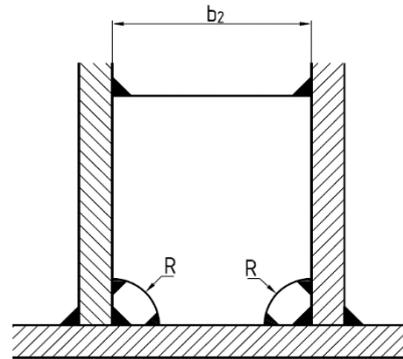


Fig. 2 - Rinforzo, variante 2

Tabella 3 - Dimensioni dei rinforzi (Dimensioni in mm)

Spessore della nervatura	R	b <sub>1</sub> min.	b <sub>2</sub> min.
≥ 10 fino a ≤ 40	50	100	200
> 40 fino a ≤ 70	60	125	250
> 70 fino a ≤ 150 <sup>a)</sup>	70		
<sup>a)</sup> Le dimensioni ≥ 150 mm sono indicate nei disegni.			

## 5.3 Esecuzione delle saldature

### 5.3.1 Cenni generali

Tutti i giunti saldati devono essere realizzati secondo [DIN EN ISO 5817:2014-06](#), livello di qualità D.

Le saldature sui dispositivi di attacco, invece, devono essere eseguite secondo il livello di qualità C o B, a seconda delle indicazioni fatte dal progettista sul disegno. La saldatura si esegue contornando completamente tutti gli spigoli. Le tensioni da ritiro dovute a parti saldate da un lato vanno compensate mediante controriscaudo.

Le giunzioni saldate su componenti portanti (per es. occhielli di sollevamento) non devono essere del tipo austeno-ferritico (vedi paragrafo 4.2). Ogni modifica all'esecuzione delle saldature richiede la previa consultazione e approvazione scritta dell'ufficio di progettazione del SMS group.

Le saldature ausiliarie per rinforzi, occhielli di sollevamento ecc. devono essere completamente rimosse. Tale asportazione deve essere eseguita tramite molatura in modo che le superfici interessate siano prive di intagli e lo spessore di parete non risulti inferiore ai valori necessari.

### 5.3.2 Saldature a piena penetrazione di geometria

Le saldature a penetrazione geometricamente piena si leggono dalla relativa indicazione (segno grafico e/o quotatura) riportata dal progettista sulle saldature stesse.

In caso di deroga dallo standard di SMS group, livello di qualità D secondo [DIN EN ISO 5817:2014-06](#) (per es. dispositivi di agganciamento), il livello di qualità è indicato sulla relativa saldatura.

Nei giunti saldati a penetrazione geometricamente piena da entrambi i lati, il radice, per quanto rilevante per il livello di qualità, deve essere valutato, controllato in merito alla presenza di cricche e saldato con ripresa al rovescio.

#### 5.3.2.1 Saldatura di testa

Nelle saldature di testa, le linee di forza presentano un andamento con distribuzione uniforme delle tensioni.

Nel caso le saldature di testa secondo [DIN EN ISO 2553:2019-12](#) siano prive di indicazioni delle dimensioni di sezione trasversale, esse devono sempre essere eseguite a piena penetrazione. Vale a dire che le saldature di testa si realizzano con penetrazione geometricamente piena del materiale.

### 5.3.2 Giunti a richiesta

Giunti a richiesta sono giunti saldati su lamiere e profilati di forma identica non indicati sui disegni, per la cui esecuzione occorrono la previa consultazione e l'approvazione scritta del progettista competente. I giunti a richiesta vanno sempre eseguiti a piena penetrazione di geometria secondo [DIN EN ISO 5817:2014-06](#), livello di qualità B.

### 5.3.3 Saldatura entro fori

La saldatura entro fori è ammessa solo per spessori di lamiera  $\leq 40$  mm. Il diametro del foro è pari allo spessore della lamiera, comunque almeno 20 mm.

### 5.3.4 Saldatura di riporto

Le saldature di riporto secondo [DIN EN ISO 5817:2014-06](#), livello di qualità D, devono essere eseguite limitatamente alle imperfezioni n. 1.1, 1.2, da 2.3 a 2.6 e 2.12 come da **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..** Sono ammessi pori superficiali  $< 2$  mm.

### 5.3.5 Saldatura entro intagli

La larghezza dell'intaglio  $b$ , vedi Fig. 3 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, è in funzione degli spessori di lamiera  $t_1$  e  $t_2$  nonché del tipo di giunto di saldatura richiesto:  
con  $t_1 \leq 15$  mm,  $b$  è almeno  $0,5 \times t_1$ , comunque almeno 4 mm  
con  $t_1 > 15$  mm,  $b$  è almeno 15 mm

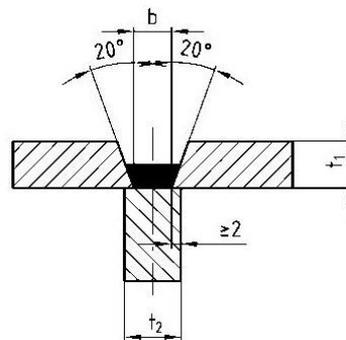


Fig. 3 - Saldatura entro intagli

### 5.3.6 Sovrametallo eccessivo

Il sovrmetalto eccessivo massimo ( $\ddot{u}$ ) saldatura, vedi Fig. 4 e Tabella 4.

è determinato dal livello di qualità della

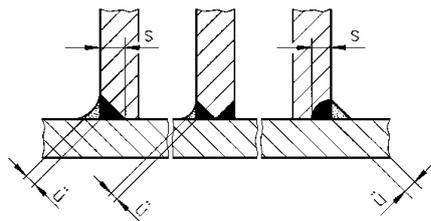


Fig. 4 – Sovrametalto eccessivo

Tabella 4 – Calcolo del sovrmetalto eccessivo

Livello di qualità <sup>a)</sup>	Calcolo sovrmetalto eccessivo
D	da 0,10 a 0,3 x profondità saldatura (s)
B e C	da 0,15 a 0,3 x profondità saldatura (s)
<sup>a)</sup> Livelli di qualità sec. <a href="#">DIN EN ISO 5817:2014-06</a>	

### 5.3.7 Altezza di gola delle saldature d'angolo

Nelle saldature d'angolo le linee di forza assumono un andamento deviato. La preconditione è una saldatura realizzata come da Fig. 5.

L'altezza di gola ( $a$ ) è definita dallo spessore più piccolo delle parti da congiungere e non deve superare i 12 mm. Contrariamente a quanto previsto dalla norma [DIN EN ISO 2553:2019-12](#), nei disegni di SMS group le altezze di gola non si indicano con la lettera ( $a$ ). Comunque, in caso di deroga, le altezze di gola sono indicate nei disegni.

Se in caso di saldatura su entrambi i lati non è possibile realizzare il giunto interno per difetto di accessibilità, va consultato l'ufficio di progettazione. L'esecuzione delle saldature d'angolo avviene in base alla seguente prescrizione (specifica di SMS group):

saldature d'angolo su entrambi i lati:  $a = 0,3 \times$  più piccolo spessore di lamiera, comunque al massimo 12 mm;  
saldature d'angolo su un solo lato:  $a = 0,6 \times$  più piccolo spessore di lamiera, comunque al massimo 12 mm.

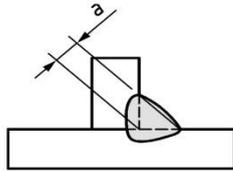


Fig. 5 – Altezza di gola

## 6 Esecuzione di saldature su componenti fluidistici

### 6.1 Preparazione dei lembi

Prima di procedere all'assieme di componenti fluidistici, per es. tubazioni o serbatoi, si deve provvedere affinché le superfici nella zona di saldatura siano prive di scaglia, scoria, ruggine, pittura, olio, grasso e umidità. Prima di iniziare la sovrasaldatura, si deve eliminare ogni cricca, mancanza di fusione e nido di pori presente nei punti di puntatura. Il tipo di preparazione dei lembi (angolo di apertura del cianfrino, altezza della spalla ecc.) può essere scelto dall'officina di fabbricazione secondo il procedimento da impiegare. Esso può differire dai dati indicati sui disegni soltanto mantenendo la profondità prescritta della saldatura e osservando i requisiti di qualità ad essa imposti.

La scelta del tipo di preparazione dei lembi da congiungere con cordone di testa o d'angolo avviene secondo la Tabella 5. Si tratta di una prescrizione specifica di SMS group.

Nelle giunzioni di tubi con pareti di spessore diverso, i valori applicabili per lo slivellamento dei lembi sono quelli del livello di qualità richiesto secondo [DIN EN ISO 5817:2014-06](#), imperfezione n. 3.1, riferiti allo spessore di parete minore. Se lo slivellamento dei lembi supera i valori ammessi, è necessario un raccordo conico  $\leq 10^\circ$ , vedi norma [DIN 2559-2](#) e [-3:2007-09](#) e norma [DIN 2559-4:1994-07](#).

Tabella 5 – Preparazione dei lembi per saldature di testa e d'angolo

Spessore di parete s	Denominazione	Segno grafico (ISO 2553:1992-10)	Forma del giunto in sezione	$\alpha$	$\beta$	Distanza tra i lembi <sup>a)</sup> b	Altezza spalla c	Altezza fianco h
				Grado				
Fino a 2	Saldatura ad I			-	-	da 0 fino a 3	-	-
Da oltre 2 fino a 25	Saldatura a V	V		$\approx 60$	-	da 2 a 4	Fino a 2	-
Oltre 25	Saldatura ad U su vertice a V	U		$\approx 60$	$\approx 15$	da 2 a 3	2	$\approx 4$
tutti	Saldatura a mezza V	∨		-	-	-	-	-
Tutti (ammessi solo fino a PN 25)	Saldatura d'angolo	∇		-	-	-	-	-

<sup>a)</sup> Le dimensioni indicate valgono per lo stato puntato.

## 6.2 Esecuzione delle saldature in generale

### 6.2.1 Cenni generali

Tutte le saldature di testa sono da realizzare come da paragrafo 5.3.2.1. Le saldature su componenti fluidistici devono essere eseguite in accordo con [DIN EN ISO 5817:2014-06](#) secondo il livello di qualità *D* per pressioni nominali  $\leq 2,5$  MPa, e secondo il livello di qualità *C* per pressioni nominali  $> 2,5$  MPa. Il livello di qualità *B* si applica invece per le saldature sottoposte a particolari requisiti come da specifica del progettista, indipendentemente dalla pressione nominale.

Sulle pareti interne delle tubazioni non sono ammessi spruzzi di saldatura. Conviene pertanto eseguire la passata di fondo col procedimento di saldatura sotto gas inerte con elettrodo di tungsteno (TIG).

Il restringimento della sezione trasversale del tubo per eccesso di penetrazione al vertice (osservare la Tabella 12, imperfezione n. 1.11) non deve essere maggiore del 20% per tubi di diametro esterno  $\leq 25$  mm e non deve essere maggiore del 15% per tubi di diametro esterno  $> 25$  mm, riferito alla sezione di portata del tubo.

Ciò va verificato mediante controllo visivo e, se necessario, sottoposto a rettifica di ripassatura.

Tutte le saldature interne dei serbatoi e camere vanno eseguite quali saldature continue.

Ove lo spessore della parete lo consente, tutte le saldature devono essere eseguite con più passate.

Per eseguire le passate intermedie e finali delle saldature manuali ad arco su tubazioni ad alta pressione, sono ammessi solo elettrodi di tipo basico (*b*).

Le saldature ausiliarie per rinforzi, occhielli di sollevamento ecc. devono essere completamente rimosse. Tale asportazione deve essere eseguita tramite molatura in modo che le superfici interessate siano prive di intagli e che lo spessore di parete non risulti inferiore ai valori richiesti. Le superfici vanno inoltre controllate, con adeguato procedimento, in merito all'assenza di incrinature.

### 6.2.2 Componenti fluidistici in acciaio

Tutte le giunzioni angolari devono essere eseguite, fino a pressioni massime di 2,5 MPa, almeno quali saldature d'angolo, mentre in presenza di una pressione oltre 2,5 MPa si esigono saldature a mezza V.

Nota:

Se per la saldatura della passata di fondo su tubazioni si impiega il procedimento ad arco con elettrodo infusibile di tungsteno (TIG), si raccomanda di utilizzare un gas attivo come protezione.

### 6.2.3 Componenti fluidistici in acciaio inossidabile e resistente agli acidi

Negli acciai inossidabili e resistenti agli acidi, la tendenza alla corrosione delle zone sottoposte all'acqua è poco importante, a condizione che la struttura e la lavorazione non presentino fessure, vedi [DIN EN 12502-4:2005-03](#). Una larghezza di fessura oltre gli 0,5 mm e una profondità di fessura inferiore alla mezza larghezza di fessura, si considerano in generale non pericolose.

Le tubazioni in acciaio inossidabile e resistente agli acidi vanno sottoposte, sia alla puntatura che alla saldatura della passata di fondo, all'azione di una miscela di idrogeno e azoto (per es. N = 90%, H = 10% o Ar = 90%) (vedi la [scheda informativa DVS n. 0937](#)).

## 7 Trattamento termico

### 7.1 Cenni generali

Eventuali distorsioni indotte da tensioni da ritiro devono essere compensate mediante controriscaldamento.

Un post-trattamento termico (per es. ricottura di distensione) deve essere indicato dal progettista sul disegno, se richiesto dalle condizioni di funzionamento. I post-trattamenti termici richiesti dal procedimento produttivo (per es. per l'eliminazione delle tensioni di lavorazione) devono essere eseguiti su iniziativa dell'officina incaricata della lavorazione stessa.

I post-trattamenti termici di acciai da bonifica devono avvenire ad una temperatura che sia inferiore di 20-30 K (Kelvin) a quella di rinvenimento. Sarà il compito dell'officina incaricata di tale operazione di informarsi sulla temperatura di rinvenimento da applicare. I trattamenti termici richiesti dalla tecnica di saldatura adoperata devono essere eseguiti a propria responsabilità dall'officina di fabbricazione. Tutti i trattamenti termici devono essere documentati con un diagramma di trattamento termico e un verbale. I procedimenti di distensione diversi dalla ricottura di distensione (per es. distensione a vibrazione) sono da concordare previamente con il SMS group.

#### Avvertenza di sicurezza:

Se in seguito ad una saldatura è richiesto un trattamento termico, tutte le cavità chiuse ermeticamente vanno aperte dai saldatori - anche in mancanza di apposita indicazione sul disegno - attraverso un foro rotondo di 10 mm di diametro da praticare in un punto appropriato nella fibra neutra, prima di procedere alla ricottura. Avvenuto il trattamento termico, tali fori rotondi vanno richiusi. Se si applicano delle piastre, la saldatura periferica viene interrotta per tempi brevi e completata a trattamento avvenuto.

### 7.2 Acciai da costruzione non legati

La temperatura di ricottura deve essere compresa tra 560 °C e 600 °C; per S355 essa non deve superare i 580 °C.

La velocità di riscaldamento non deve superare i 50 K (Kelvin) all'ora.

Il tempo di mantenimento per ogni 1 mm di spessore del pezzo deve essere almeno 1 minuto (per es. 120 mm di spessore pezzo = 120 minuti).

La velocità di raffreddamento non deve superare i 50 K all'ora.

### 7.3 Acciai austenitici

Gli acciai austenitici in linea di principio non devono essere sottoposti ai trattamenti termici.

Un post-trattamento termico è consentito solo in casi giustificati e previa consultazione e autorizzazione scritta di SMS group. I dati di un tale trattamento, quali la temperatura di ricottura, il tempo di mantenimento e la velocità di raffreddamento, devono essere concordati con SMS group.

#### **7.4 Giunti misti**

Per il trattamento termico dei giunti austeno-ferritici (vedi anche [Scheda informativa DVS 3011](#)) vale quanto esposto al paragrafo 7.3.

Se in un componente da sottoporre alla ricottura di distensione sono previsti elementi non staccabili in acciaio austenitico, gli stessi vanno saldati soltanto a ricottura avvenuta.

## 8 Tolleranze generali

Le tolleranze generali da applicare sono indicate nella Tabella 6 e nella **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..** Si tratta delle tolleranze generali stabilite dalla norma [DIN EN ISO 13920:1996-11](#).

### 8.1 Dimensioni lineari

Le tolleranze della classe *B* indicate nella Tabella 6 si applicano per le dimensioni lineari (misure esterne, interne, di spallamento, di larghezza e mediane).

Tabella 6 - Tolleranze per dimensioni lineari

Classe di tolleranza	Campo delle dimensioni nominali										
	2 fino a 30	> 30 fino a 120	> 120 fino a 400	> 400 fino a 1000	> 1000 fino a 2000	> 2000 fino a 4000	> 4000 fino a 8000	> 8000 fino a 12000	> 12000 fino a 16000	> 16000 fino a 20000	> 20000
B	± 1	± 2	± 2	± 3	± 4	± 6	± 8	± 10	± 12	± 14	± 16

### 8.2 Rettilinearità, planarità e parallelismo

Le tolleranze della classe *F* indicate nella Tabella 7 si applicano sia per le dimensioni totali che per le lunghezze parziali di un pezzo saldato o di un gruppo saldato.

Tabella 7 – Tolleranze di rettilinearità, planarità e parallelismo

Classe di tolleranza	Campo delle dimensioni nominali (lunghezza del lato maggiore della superficie)									
	> 30 fino a 120	> 120 fino a 400	> 400 fino a 1000	> 1000 fino a 2000	> 2000 fino a 4000	> 4000 fino a 8000	> 8000 fino a 12000	> 12000 fino a 16000	> 16000 fino a 20000	> 20000
F	1	1,5	3	4,5	6	8	10	12	14	16

### 8.3 Dimensioni angolari

Per le tolleranze applicabili agli angoli, il lato più corto dell'angolo va preso come lato di riferimento. La lunghezza del lato può anche partire da un punto di riferimento che comunque deve essere riportato sul disegno, vedi gli esempi illustrati nella Fig. 6 Per il caso che, per scopi metrologici, si renda necessario convertire le dimensioni angolari in dimensioni lineari, le dimensioni limite degli angoli sono indicate in aggiunta in valori tangenziali, vedi **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..** Lo scostamento massimo ammesso in mm si calcola dal valore tangenziale  $x$  del lato più corto.

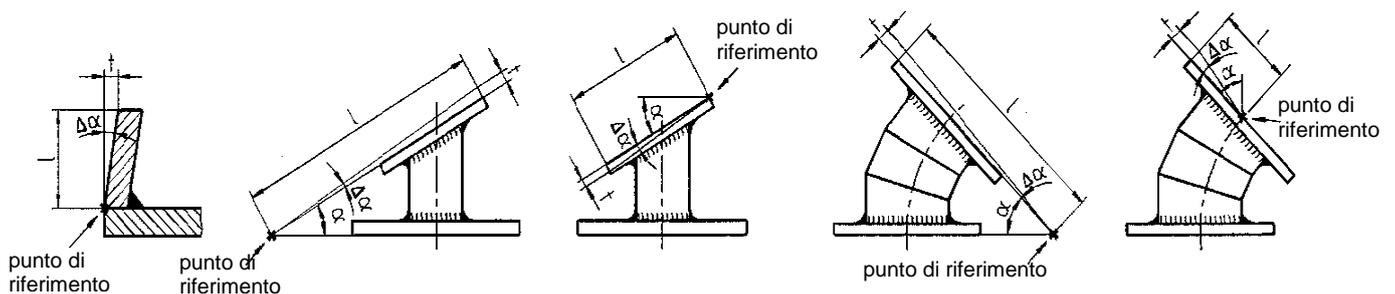


Fig. 6 – Esempi di tolleranze angolari

Tabella 8 – Tolleranze per dimensioni angolari

Classe di tolleranza	Campo delle dimensioni nominali (lunghezza del lato più corto)					
	Fino a 400			> 400		
	Fino a 1000			> 1000		
	Scostamenti ammessi in gradi e minuti			Scostamenti ammessi in valori tangenziali		
B	± 0°45'	± 0°30'	± 0°20'	0,013	0,009	0,006



## 9 Controllo

### 9.1 Cenni generali

I controlli riportati nei seguenti paragrafi devono essere eseguiti dall'officina di saldatura. Prima di eseguire un controllo sono da osservare le prescrizioni della norma [DIN EN ISO 17635](#). Se è prescritto un controllo intermedio, all'officina di saldatura incaricata è fatto obbligo di comunicazione all'ufficio di assicurazione qualità del SMS group. Per dimensioni che non rientrano nelle tolleranze generali indicate al paragrafo 8, occorre una documentazione del controllo con indicazione dei valori teorici ed effettivi. Nelle prove a pressione e prove di tenuta, tali dati devono essere completati, indicando il tipo di prova, la pressione di prova, il tempo di prova e il fluido in pressione. Per scopi di controllo, il collaudatore addetto all'assicurazione qualità del SMS group si riserva di separare in un punto idoneo le tubazioni con saldature interne non visibili, qualora non sia possibile garantire, mediante prova non distruttiva appropriata, la qualità delle saldature e il flusso nella tubazione richiesti.

Le imperfezioni interne estese in superficie e aventi orientamento perpendicolare alla superficie di prova sono difficilmente individuabili, usando le convenzionali testine rilevatrici semplici con incidenza inclinata. Per verificare tali imperfezioni si possono adoperare sistemi di controllo speciali (per esame in tandem sec. [DIN EN ISO 16826](#), tecnologia multielementi sec. [DIN EN ISO 13588](#), tecnica a diffrazione del tempo di volo TOFD sec. [DIN EN ISO 16828](#) ecc.). L'impiego di tali metodi di prova deve essere stabilito in una specifica. Ciò vale in particolare per le saldature interne su componenti a pareti di grande spessore. L'applicazione di queste tecnologie di controllo speciali è da fissare/definire separatamente tra SMS group e il fornitore.

Generalmente, i limiti di accettabilità secondo [DIN EN ISO 11666](#) si applicano anche alle saldature a piena penetrazione di geometria di uno spessore superiore a 100 mm.

Se non si evidenziano imperfezioni, l'entità dei controlli richiesta può essere ridotta, previa consultazione e approvazione scritta dell'ufficio di assicurazione qualità di SMS group. Se invece si evidenziano imperfezioni, il collaudatore del SMS group può aumentare l'entità dei controlli fino al 100%.

### 9.2 Entità dei controlli su componenti meccanici

Il livello di qualità standard di SMS group è quello D secondo [DIN EN ISO 5817:2014-06](#).

I valori limite di accettabilità delle imperfezioni sono fissati nell'0 (normativo), Tabella A.1 a seconda dei vari livelli di qualità. Sono da osservare le prescrizioni indicate nella Tabella 9 e nella Tabella 10.

**Tabella 9 – Entità dei controlli stabilita per le saldature a penetrazione geometricamente non piena**

Valori limite per imperfezioni sec. DIN EN ISO 5817		Controlli da eseguire <sup>a)</sup>		
Livello di qualità	N.	Controllo visivo (VT)	Controllo ad ultrasuoni (UT)	Incrinoscopia (MT / PT)
<b>B</b> (alto)	tutti	100%	--	≥ 25 %
<b>C</b> (medio)				≥ 10 %
<b>D</b> (basso)				--
	tutti <sup>b)</sup>			

<sup>a)</sup> L'indicazione percentuale dell'entità di controllo si riferisce alla lunghezza del cordone di ogni singola saldatura.  
<sup>b)</sup> Per le saldature di riporto valgono soltanto i nn. 1.1, 1.2, da 2.3 a 2.6 e 2.12, vedi Appendice A (normativo), Tabella A.1

**Tabella 10 – Entità dei controlli stabilita per le saldature a penetrazione geometricamente piena**

Valori limite per imperfezioni sec. DIN EN ISO 5817		Controlli da eseguire <sup>a)</sup>		
Livello di qualità	N.	Controllo visivo (VT)	Controllo ad ultrasuoni (UT)	Incrinoscopia (MT / PT)
<b>B</b> (alto)	tutti	100%	≥ 50 % <sup>c)</sup>	≥ 50 % <sup>c)</sup>
<b>C</b> (medio)			≥ 25 %	≥ 25 %
<b>D</b> (basso)			--	≥ 10 %
	tutti <sup>b)</sup>			

<sup>a)</sup> L'indicazione percentuale dell'entità di controllo si riferisce alla lunghezza del cordone di ogni singola saldatura.  
<sup>b)</sup> tranne N. 2.12 e N. 2.13 sec. il livello di qualità C, vedi Appendice A (normativo), Tabella A.1  
<sup>c)</sup> Il controllo con ultrasuoni, radiografico e l'incrinoscopia si praticano al 100% sul giunto saldato e sulla zona termicamente alterata.

### 9.3 Entità dei controlli su componenti fluidistici

Sono da osservare le prescrizioni indicate nella Tabella 11.

Tabella 11 – Entità dei controlli stabilita per le saldature su componenti fluidistici

Valori limite per imperfezioni sec. DIN EN ISO 5817		Esecuzione a pressione nominale	Controlli da eseguire <sup>a)</sup>			
Livello di qualità	N.		Controllo visivo (VT)	Controllo radiografico <sup>b)</sup> (RT)	Controllo a pressione	Controllo di tenuta
B (alto)	tutti	<sup>d)</sup>	100%	≥ 25 %	<sup>e)</sup>	
C (medio)		> 2,5 MPa		≥ 10 %		
D (basso)	tutti <sup>c)</sup>	≤ 2,5 MPa		--		

<sup>a)</sup> L'indicazione percentuale si riferisce al numero delle saldature sottoposte ai controlli al 100%.

<sup>b)</sup> I controlli radiografici possono essere sostituiti con procedimenti equivalenti di controllo della qualità interna. Tali controlli vanno effettuati soltanto se l'officina che esegue i lavori non ha garantito e documentato la qualifica del personale mediante metodi e procedimenti statistici idonei. A tale scopo è necessario chiedere l'approvazione di SMS group prima di iniziare i lavori.

<sup>c)</sup> N. 2.13 invece sec. il livello di qualità C, vedi Appendice A (normativo), Tabella A.1

<sup>d)</sup> Il livello di qualità B si applica invece per le saldature sottoposte a particolari requisiti, indipendentemente dalla pressione nominale.

<sup>e)</sup> Soltanto in casi eccezionali. Un controllo a pressione o di tenuta è prescritto se:

- i componenti comprendono più camere o cavità separate. Il controllo si esegue individualmente su ciascuna camera o cavità.
- le saldature sono state sottoposte ad una lavorazione con asportazione di truciolo. Invece dei controlli di tenuta possono essere eseguite delle incrinoscopie, previa consultazione e approvazione scritta dell'ufficio di assicurazione qualità del SMS group. È necessaria l'indicazione a disegno.

### 9.4 Entità dei controlli stabilita per le saldature portanti nei punti di attacco

Le specifiche indicate nella Tabella 12 si applicano alle saldature portanti nei punti di agganciamento, per es. occhielli di sollevamento, perni di aggancio ecc. Le saldature portanti si leggono dall'indicazione dei livelli di qualità B e C riportata dal progettista nel disegno in corrispondenza delle saldature stesse. Il controllo si esegue mediante rettifica prima della chiusura della faccia frontale del giunto; all'occorrenza, i giunti chiusi vanno aperti sulla faccia frontale.

Tabella 12 – Entità dei controlli stabilita per le saldature portanti nei punti di attacco

Valori limite per imperfezioni sec. DIN EN ISO 5817		Controlli da eseguire <sup>a)</sup>		
Livello di qualità	N.	Controllo visivo (VT)	Controllo ad ultrasuoni (UT)	Incrinoscopia (MT/PT)
B (alto)	tutti	100%	-	100% <sup>b)</sup>
C (medio)				

<sup>a)</sup> L'indicazione percentuale dell'entità di controllo si riferisce alla lunghezza del cordone di ogni singola saldatura.

<sup>b)</sup> I punti di attacco saldati (per es. occhielli di sollevamento, perni di aggancio ecc.) devono essere sottoposti ad un'incrinoscopia al 100%, da praticare sul giunto saldato e sulla zona termicamente alterata. È da sottoporre ad un controllo con particelle magnetiche almeno il 10% di tutte le saldature portanti, esaminando la faccia frontale del giunto in una profondità che equivalga alla profondità di saldatura più 5 mm (s + 5 mm).

### 9.5 Documentazione

Tutti i controlli eseguiti menzionati di seguito devono essere documentati, conformemente alle norme DIN ISO 17635 e DIN EN ISO 5817, con un certificato di ispezione 3.1 secondo DIN EN 10204:2005-01 o ISO 10474:2013-03:

- controlli visivi (VT) sec. [DIN EN ISO 17637](#)
- controlli con ultrasuoni (UT) sec. [DIN EN ISO 11666](#), [DIN EN ISO 23279](#) e [DIN EN ISO 17640](#)
- controlli radiografici (RT) sec. [DIN EN ISO 10675-1](#) e [DIN EN ISO 17636-1](#) e -2
- controlli con particelle magnetiche (MT) sec. [DIN EN ISO 17638](#) e [DIN EN ISO 23278](#)
- controlli con liquidi penetranti (PT) sec. [DIN EN ISO 23277](#)
- controlli a pressione sec. [DIN EN 13480-5](#)
- controlli di tenuta sec. [DIN 50104:1983-11](#) e [DIN EN ISO 19879](#)

## Appendice A (normativo) Valutazione delle imperfezioni

### A.1 Termini e definizioni

Per l'applicazione della tabella A.1 valgono i seguenti termini e loro definizioni secondo [DIN EN ISO 5817:2014-06](#):

#### Livello di qualità

Determina la qualità di una saldatura in base a tipo, estensione e numero di imperfezioni selezionate.

#### Idoneità all'impiego

Proprietà di un prodotto, processo o servizio di rispondere ad uno scopo determinato in condizioni speciali.

#### Imperfezione poco estesa

Le imperfezioni s'intendono poco estese, se in saldature di lunghezza uguale o maggiore di 100 mm, in una zona di 100 mm di lunghezza che presenta la maggiore quantità di imperfezioni la lunghezza totale delle stesse imperfezioni non è superiore a 25 mm. In saldature di lunghezza inferiore a 100 mm, le imperfezioni si considerano poco estese, se la lunghezza delle stesse non è superiore al 25% della lunghezza della saldatura.

#### Imperfezione sistematica

Sono dette sistematiche le imperfezioni che si susseguono ad intervalli ripetuti e regolari per tutta la lunghezza della saldatura in esame; le dimensioni delle singole imperfezioni rientrano nei limiti di accettabilità.

#### Superficie proiettata

Superficie su cui si proiettano bidimensionalmente le imperfezioni distribuite per tutto il volume della saldatura in esame.

#### NOTA 1 sulla definizione

Nella rappresentazione radiografica, a contrario di quella in sezione, il verificarsi delle imperfezioni è in funzione dello spessore della saldatura, vedi figura A.1.

#### Leggenda

- 1 Direzione dei raggi X
- 2 4 pori per unità volumetrica
- 3 Spessore a 6 passate
- 4 Spessore a 3 passate
- 5 Spessore a 2 passate
- 6 Spessore a 1 passata

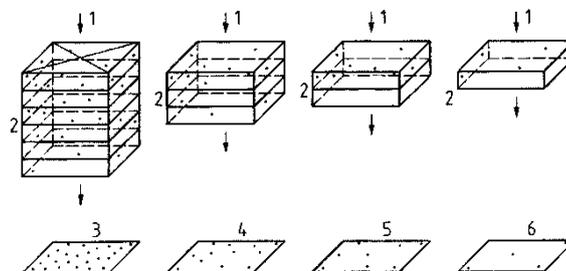


Figura A.1 – Radiografie di campioni aventi identica frequenza di pori per unità volumetrica

## A.2 Valutazione delle imperfezioni

Nella tabella A.1 sono esposti i valori limite di accettabilità delle imperfezioni secondo i livelli di qualità stabiliti dalla norma [DIN EN ISO 5817:2014-06](#).

Se per la verifica della presenza di imperfezioni si ricorre all'esame macrografico, si devono prendere in considerazione solo le imperfezioni che possono essere rilevate utilizzando un ingrandimento uguale o minore di dieci volte. Fanno eccezione le micro-mancanze di fusione del punto 1.5 e le microcricche del punto 2.2 come da tabella A.1.

Le imperfezioni sistematiche (vedi la relativa definizione nell'Appendice A, pagina 34) sono ammesse solo per il livello di qualità D, a condizione che siano soddisfatti gli altri requisiti di cui alla tabella A.1. Un giunto saldato dovrebbe essere valutato separatamente in base alle varie imperfezioni elencate nella tabella A.1, nn. da 1.1 a 3.2. Se in una sezione di saldatura si evidenziano imperfezioni di vari tipi, occorre una valutazione speciale, vedi tabella A.1, n. 4.1.

I limiti di accettabilità delle imperfezioni multiple sono da applicarsi esclusivamente in caso i requisiti per una imperfezione singola non siano superati.

Due imperfezioni adiacenti, separate tra di loro di una distanza inferiore alla dimensione principale dell'imperfezione più piccola si considerano come una imperfezione singola.

Nella tabella A.1 si utilizzano i seguenti segni alfanumerici:

- a Dimensione nominale dell'altezza di gola di una saldatura d'angolo (vedi anche [DIN EN ISO 2553](#))
- A Superficie circostante i pori
- b Larghezza del cordone di saldatura
- d Diametro di un poro
- d<sub>A</sub> Diametro della superficie circostante i pori
- h Altezza o larghezza dell'imperfezione
- l Lunghezza dell'imperfezione in senso longitudinale alla saldatura
- l<sub>p</sub> Lunghezza della superficie proiettata o superficie trasversale
- s Spessore nominale dell'altezza di gola della saldatura testa a testa (vedi anche [DIN EN ISO 2553](#))
- t Spessore della parete o della lamiera (dimensione nominale)
- w<sub>p</sub> Larghezza della saldatura o larghezza o altezza di una superficie trasversale
- z Lunghezza del lato della saldatura d'angolo (vedi anche [DIN EN ISO 2553](#))
- α Angolo di raccordo della saldatura
- β Angolo del dislivello della saldatura

Tabella A.1 – Valori limite per le imperfezioni

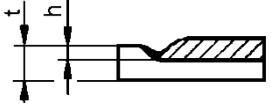
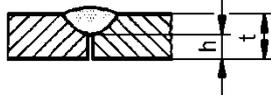
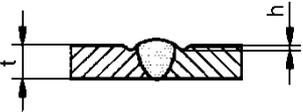
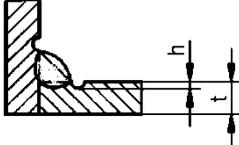
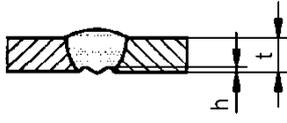
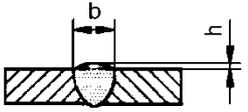
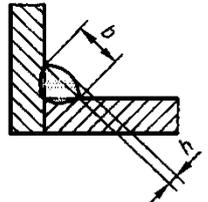
N.	N. prog. sec. ISO 6520-1	Imperfezione Designazione	Note	t mm	Valori limite delle imperfezioni per i livelli di qualità		
					D	C	B
<b>1 Imperfezioni esterne</b>							
1.1	100	Cricca	-	$\geq 0,5$	Non ammesso	Non ammesso	Non ammesso
1.2	104	Cricca di cratere	-	$\geq 0,5$	Non ammesso	Non ammesso	Non ammesso
1.3	2017	Poro superficiale	Misura massima di un poro singolo per: - saldature di testa - saldature d'angolo	da 0,5 fino a 3	$d \leq 0,3 s$ $d \leq 0,3 a$	Non ammesso	Non ammesso
			Misura massima di un poro singolo per: - saldature di testa - saldature d'angolo	$> 3$	$d \leq 0,3 s$ , comunque max. 3 mm $d \leq 0,3 a$ , comunque max. 3 mm	$d \leq 0,2 s$ , comunque max. 2 mm $d \leq 0,2 a$ , comunque max. 2 mm	Non ammesso
1.4	2025	Cavità di ritiro terminale		da 0,5 fino a 3	$h \leq 0,2 t$	Non ammesso	Non ammesso
				$> 3$	$h \leq 0,2 t$ , comunque max. 2 mm	$h \leq 0,1 t$ , comunque max. 1 mm	Non ammesso
1.5	401	Mancanza di fusione (incollatura)	-	$\geq 0,5$	Non ammesso	Non ammesso	Non ammesso
		Microdifetto di fusione	Rilevabile soltanto tramite esame microscopico		Ammesso	Ammesso	Non ammesso
1.6	4021	Mancanza di penetrazione al vertice	Solo per saldature di testa eseguite da un solo lato 	$\geq 0,5$	Imperfezioni corte: $h \leq 0,2 t$ , comunque max. 2 mm	Non ammesso	Non ammesso
1.7	5011 5012	Incisione marginale continua	Raccordo dolce richiesto. Non considerata imperfezione sistematica. 	da 0,5 fino a 3	Imperfezioni corte: $h \leq 0,2 t$	Imperfezioni corte: $h \leq 0,1 t$	Non ammesso
		Incisione marginale discontinua		$> 3$	$h \leq 0,2 t$ , comunque max. 1 mm	$h \leq 0,1 t$ , comunque max. 0,5 mm	$h \leq 0,05 t$ , comunque max. 0,5 mm
1.8	5013	Incisione al vertice	Raccordo dolce richiesto. 	da 0,5 fino a 3	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 t$	Imperfezioni corte: $h \leq 0,1 t$	Non ammesso
				$> 3$	Imperfezioni corte: $h \leq 0,2 t$ , comunque max. 2 mm	Imperfezioni corte: $h \leq 0,1 t$ , comunque max. 1 mm	Imperfezioni corte: $h \leq 0,05 t$ , comunque max. 0,5 mm
1.9	502	Sovrametallo eccessivo (saldatura testa a testa)	Raccordo dolce richiesto. 	$\geq 0,5$	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,25 b$ , comunque max. 10 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 b$ , comunque max. 7 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$ , comunque max. 5 mm
1.10	503	Convessità eccessiva (saldatura d'angolo)		$\geq 0,5$	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,25 b$ , comunque max. 5 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 b$ , comunque max. 4 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$ , comunque max. 3 mm

Tabella A.1 – (continuazione) Valori limite per le imperfezioni

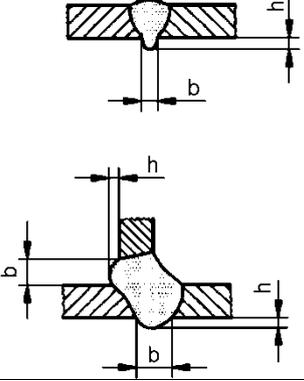
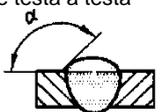
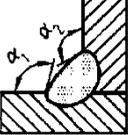
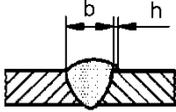
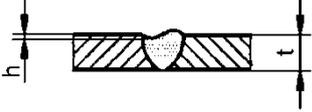
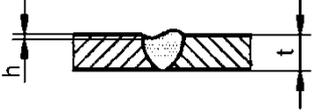
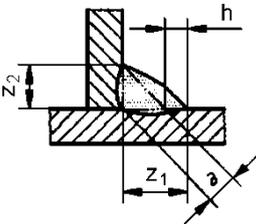
N.	N. prog. sec. ISO 6520-1	Imperfezione Designazione	Note	t mm	Valori limite delle imperfezioni per i livelli di qualità		
					D	C	B
1.11	504	Eccesso di penetrazione al vertice		da 0,5 fino a 3	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,6 b$	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,3 b$	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$
				> 3	$h \leq 1 \text{ mm} + 1,0 b$ , comunque max. 5 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,6 b$ , comunque max. 4 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,2 b$ , comunque max. 3 mm
1.12	505	Raccordo difettoso	- saldature testa a testa 	$\geq 0,5$	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha \geq 110^\circ$	$\alpha \geq 150^\circ$
			- saldature d'angolo  $a_1 \geq \alpha$ $a_2 \geq \alpha$	$\geq 0,5$	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha \geq 100^\circ$	$\alpha \geq 110^\circ$
1.13	506	Traboccamen- to		$\geq 0,5$	$h \leq 0,2 b$	Non ammesso	Non ammesso
1.14	509	Avvallamento	Raccordo dolce richiesto. 	da 0,5 fino a 3	Ammessa se poco estesa: $h \leq 0,25 t$	Ammessa se poco estesa: $h \leq 0,1 t$	Non ammesso
	511	Riempimento incompleto insellamento		> 3	Ammessa se poco estesa: $h \leq 0,25 t$ comunque max. 2 mm	Ammessa se poco estesa: $h \leq 0,1 t$ comunque max. 1 mm	Ammessa se poco estesa: $h \leq 0,05 t$ comunque max. 0,5 mm
1.15	510	Sfondamento	-	$\geq 0,5$	Non ammesso	Non ammesso	Non ammesso
1.16	512	Asimmetria eccessiva di una saldatura d'angolo (lati disuguali)	Nei casi in cui non sia stata prescritta una saldatura d'angolo asimmetrica. 	$\geq 0,5$	$h \leq 2 \text{ mm} + 0,2 a$	$h \leq 2 \text{ mm} + 0,15 a$	$h \leq 1,5 \text{ mm} + 0,15 a$

Tabella A.1 – (continuazione) Valori limite per le imperfezioni

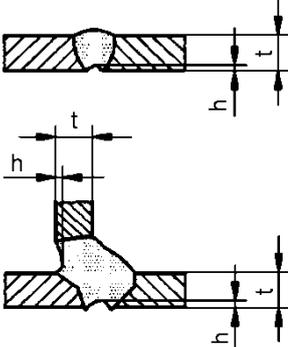
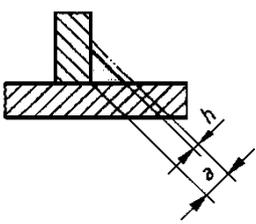
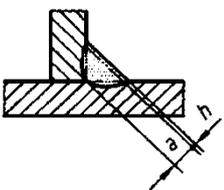
N.	N. prog. sec. ISO 6520-1	Imperfezione Designazione	Note	t mm	Valori limite delle imperfezioni per i livelli di qualità		
					D	C	B
1.17	515	Insellamento al vertice	Raccordo dolce richiesto. 	da 0,5 fino a 3	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 t$	Imperfezioni corte: $h \leq 0,1 t$	Non ammesso
				> 3	Imperfezioni corte: $h \leq 0,2 t$ , comunque max. 2 mm	Imperfezioni corte: $h \leq 0,1 t$ , comunque max. 1 mm	Imperfezioni corte: $h \leq 0,05 t$ , comunque max. 0,5 mm
1.18	516	Spugnosità al vertice	Conformazione spugnosa al vertice in seguito alla ribollimento del metallo fuso depositato in fase di solidificazione (per es. per mancanza di protezione di gas al rovescio)	$\geq 0,5$	Ammessa localmente	Non ammesso	Non ammesso
1.19	517	Difetto di ripresa	-	$\geq 0,5$	Ammesso. L'accettabilità è in funzione del tipo di imperfezione avvenuta a causa della ripresa.	Non ammesso	Non ammesso
1.20	5213	Altezza di gola insufficiente	Non applicabile ai processi con verifica di maggiore profondità di penetrazione 	da 0,5 fino a 3	Imperfezioni corte: $h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 a$	Imperfezioni corte: $h \leq 0,2 \text{ mm}$	Non ammesso
				> 3	Imperfezioni corte: $h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$ , comunque max. 2 mm	Imperfezioni corte: $h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$ , comunque max. 1 mm	Non ammesso
1.21	5214	Altezza di gola eccessiva	L'altezza di gola del cordone d'angolo è effettivamente troppo elevata. 	$\geq 0,5$	Ammesso	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,2 a$ , comunque max. 4 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 a$ , comunque max. 3 mm
1.22	601	Colpo d'arco	-	$\geq 0,5$	Ammesso a condizione che non incida sulle proprietà del metallo di base.	Non ammesso	Non ammesso
1.23	602	Spruzzi di saldatura	-	$\geq 0,5$	L'accettabilità dipende dall'applicazione, per es. tipo di materiale, protezione anticorrosione		

Tabella A.1 – (continuazione) Valori limite per le imperfezioni

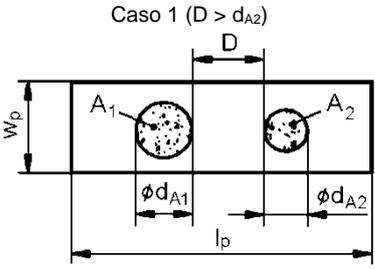
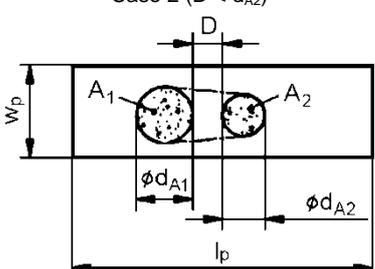
N.	N. prog. sec. ISO 6520-1	Imperfezione Designazione	Note	t mm	Valori limite delle imperfezioni per i livelli di qualità		
					D	C	B
<b>2 Imperfezioni interne</b>							
2.1	100	Cricca	Tutti i tipi di cricche, salvo microcricche e cricche di cratere terminale.	≥ 0,5	Non ammesso	Non ammesso	Non ammesso
2.2	1001	Microcricca	Cricca di solito individuabile soltanto al microscopio (ingrandimento 50x).	≥ 0,5	Ammesso	L'accettazione è in funzione del tipo di metallo base usato e soprattutto della sensibilità alla formazione di cricche	
2.3	2011 2012	Poro Porosità (distribuita uniformemente)	<p>Si devono rispettare le seguenti condizioni e valori limite imposti per le imperfezioni di saldatura; per informazioni vedi anche DIN EN ISO 5817:2014-06 Appendice B:</p> <p>a1) Dimensione massima della superficie dell'imperfezione (compresa l'imperfezione sistematica) riferita alla superficie proiettata</p> <p>NOTA: La porosità nella superficie proiettata dipende dal numero degli strati del metallo depositato (volume della saldatura)</p> <p>a2) Dimensione massima della superficie dell'imperfezione in sezione (compresa l'imperfezione sistematica) riferita alla superficie di frattura (da applicare soltanto dall'officina di fabbricazione, dai saldatori e dagli addetti alle prove di qualificazione delle procedure di saldatura).</p> <p>b) Dimensione massima di un poro singolo per</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- saldature testa a testa</li> <li>- saldature d'angolo</li> </ul>	≥ 0,5	Monopassata: ≤ 2,5%  Multipassata: ≤ 5%	Monopassata: ≤ 1,5%  Multipassata: ≤ 3%	Monopassata: ≤ 1%  Multipassata: ≤ 2%
				≥ 0,5	≤ 2,5 %	≤ 1,5 %	≤ 1 %
				≥ 0,5	d ≤ 0,4 s, comunque max. 5 mm d ≤ 0,4 a, comunque max. 5 mm	d ≤ 0,3 s, comunque max. 4 mm d ≤ 0,3 a, comunque max. 4 mm	d ≤ 0,2 s, comunque max. 3 mm d ≤ 0,2 a, comunque max. 3 mm
2.4	2013	Nido di soffiature	<p>Caso 1 (<math>D &gt; d_{A2}</math>)</p>  <p>Caso 2 (<math>D &lt; d_{A2}</math>)</p>  <p>La somma delle varie superfici di soffiatura (<math>A_1 + A_2 + \dots</math>) riferita alla superficie di valutazione <math>l_p \times w_p</math> (caso 1).</p> <p>La lunghezza di riferimento per <math>l_p</math> è di 100 mm.</p> <p>Se <math>D</math> è minore di <math>d_{A1}</math> o <math>d_{A2}</math>, essendo valido il valore minore, s'intende unica superficie dell'imperfezione l'involuppo che comprende le superfici dei nidi di soffiature <math>A_1 + A_2</math> (caso 2).</p>				

Tabella A.1 – (continuazione) Valori limite per le imperfezioni

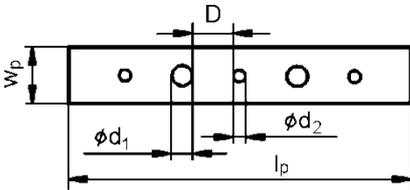
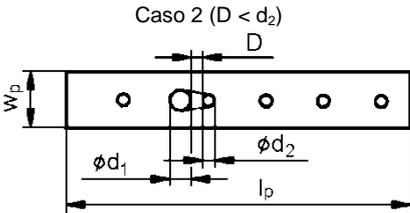
N.	N. prog. sec. ISO 6520-1	Imperfezione e Designazione	Note	t mm	Valori limite delle imperfezioni per i livelli di qualità		
					D	C	B
2.4	2013	Nido di soffiature	<p>Si devono rispettare le seguenti condizioni e valori limite imposti per le imperfezioni di saldatura; per informazioni vedi anche DIN EN ISO 5817:2014-06 Appendice A:</p> <p>a) Dimensione massima della somma della superficie proiettata dell'imperfezione (compresa l'imperfezione sistematica)</p> <p>b) Dimensione massima di un poro singolo per</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- saldature testa a testa</li> <li>- saldature d'angolo</li> </ul>	<p>≥ 0,5</p> <p>≥ 0,5</p>	<p>≤ 16 %</p> <p>d ≤ 0,4 s, comunque max. 4 mm d ≤ 0,4 a, comunque max. 4 mm</p>	<p>≤ 8 %</p> <p>d ≤ 0,3 s, comunque max. 3 mm d ≤ 0,3 a, comunque max. 3 mm</p>	<p>≤ 4 %</p> <p>d ≤ 0,2 s, comunque max. 2 mm d ≤ 0,2 a, comunque max. 2 mm</p>
2.5	2014	Pori allineati	<div style="text-align: center;"> <p>Caso 1 (D &gt; d<sub>2</sub>)</p>  <p>Caso 2 (D &lt; d<sub>2</sub>)</p>  </div> <p>La somma delle varie superfici di pori <math>\left( \frac{d_1^2 \cdot \pi}{4} + \frac{d_2^2 \cdot \pi}{4} + \dots \right)</math> riferita alla superficie di valutazione l<sub>p</sub> x w<sub>p</sub> (caso 1).</p> <p>Se D è minore del diametro più piccolo di un poro adiacente, l'involuppo di questi due pori è da intendersi quale somma delle imperfezioni (caso 2).</p> <p>Si devono rispettare le seguenti condizioni e valori limite imposti per le imperfezioni di saldatura; per informazioni vedi anche DIN EN ISO 5817:2014-06 Appendice A:</p> <p>a1) Dimensione massima della superficie dell'imperfezione (compresa l'imperfezione sistematica) riferita alla superficie proiettata</p> <p>NOTA: La porosità nella superficie proiettata dipende dal numero degli strati del metallo depositato (volume del giunto saldato)</p> <p>a2) Dimensione massima della superficie dell'imperfezione in sezione (compresa l'imperfezione sistematica) riferita alla superficie di frattura (da applicare soltanto nella produzione, per le prove di qualificazione dei saldatori o delle procedure di saldatura)</p> <p>b) Dimensione massima di un poro singolo per</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- saldature testa a testa</li> <li>- saldature d'angolo</li> </ul>	<p>≥ 0,5</p> <p>≥ 0,5</p> <p>≥ 0,5</p>	<p>Monopassata: ≤ 8 %</p> <p>Multipassata: ≤ 16 %</p> <p>≤ 8 %</p> <p>d ≤ 0,4 s, comunque max. 4 mm d ≤ 0,4 a, comunque max. 4 mm</p>	<p>Monopassata: ≤ 4 %</p> <p>Multipassata: ≤ 8 %</p> <p>≤ 4 %</p> <p>d ≤ 0,3 s, comunque max. 3 mm d ≤ 0,3 a, comunque max. 3 mm</p>	<p>Monopassata: ≤ 2 %</p> <p>Multipassata: ≤ 4 %</p> <p>≤ 2 %</p> <p>d ≤ 0,2 s, comunque max. 2 mm d ≤ 0,2 a, comunque max. 2 mm</p>

Tabella A.1 – (continuazione) Valori limite per le imperfezioni

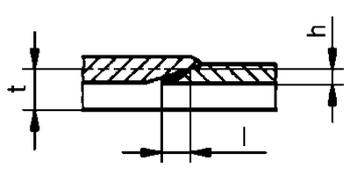
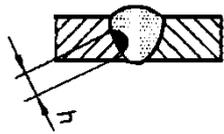
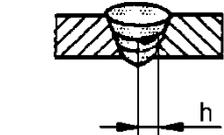
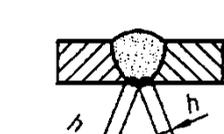
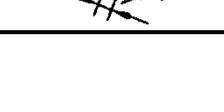
N.	N. prog. sec. ISO 6520-1	Imperfezione Designazione	Note	t mm	Valori limite delle imperfezioni per i livelli di qualità		
					D	C	B
2.6	2015 2016	Cavità allungata Tarlo	- saldature testa a testa	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 s$ , comunque max. 4 mm $l \leq s$ , comunque max. 75 mm	$h \leq 0,3 s$ , comunque max. 3 mm $l \leq s$ , comunque max. 50 mm	$h \leq 0,2 s$ , comunque max. 2 mm $l \leq s$ , comunque max. 25 mm
			- saldature d'angolo	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 a$ , comunque max. 4 mm $l \leq a$ , comunque max. 75 mm	$h \leq 0,3 a$ , comunque max. 3 mm $l \leq a$ , comunque max. 50 mm	$h \leq 0,2 a$ , comunque max. 2 mm $l \leq a$ , comunque max. 25 mm
2.7	202	Cavità di ritiro	-	$\geq 0,5$	Ammesse imperfezioni corte purché non affiorante alla superficie - saldature di testa: $h \leq 0,4 s$ , comunque max. 4 mm - saldature d'angolo: $h \leq 0,4 a$ , comunque max. 4 mm	Non ammesso	Non ammesso
2.8	2024	Cavità di cratere terminale	 Rilevare il valore più grande tra $h$ o $l$	da 0,5 fino a 3 $> 3$	$h$ o $l \leq 0,2 t$  $h$ o $l \leq 0,2 t$ , comunque max. 2 mm	Non ammesso	Non ammesso
2.9	300 301 302 303	Inclusione solida Inclusione di scoria Inclusione di flusso Inclusione di ossido	- saldature testa a testa	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 s$ , comunque max. 4 mm $l \leq s$ , comunque max. 75 mm	$h \leq 0,3 s$ , comunque max. 3 mm $l \leq s$ , comunque max. 50 mm	$h \leq 0,2 s$ , comunque max. 2 mm $l \leq s$ , comunque max. 25 mm
			- saldature d'angolo	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 a$ , comunque max. 4 mm $l \leq a$ , comunque max. 75 mm	$h \leq 0,3 a$ , comunque max. 3 mm $l \leq a$ , comunque max. 50 mm	$h \leq 0,2 a$ , comunque max. 2 mm $l \leq a$ , comunque max. 25 mm
2.1 0	304	Inclusione metallica, diversa dal rame	- saldature testa a testa	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 s$ , comunque max. 4 mm	$h \leq 0,3 s$ , comunque max. 3 mm	$h \leq 0,2 s$ , comunque max. 2 mm
			- saldature d'angolo	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 a$ , comunque max. 4 mm	$h \leq 0,3 a$ , comunque max. 3 mm	$h \leq 0,2 a$ , comunque max. 2 mm
2.1 1	3042	Inclusione di rame	-	$\geq 0,5$	Non ammesso	Non ammesso	Non ammesso
2.1 2	401 4011 4012 4013	Difetto di fusione (incollatura)		$\geq 0,5$	Ammesse imperfezioni corte:  - saldature testa a testa: $h \leq 0,4 s$ , comunque max. 4 mm  - saldature d'angolo: $h \leq 0,4 a$ , comunque max. 4 mm	Non ammesso	Non ammesso
		Mancanza di fusione laterale					
		Mancanza di fusione tra le passate					
		Mancanza di fusione al vertice					

Tabella A.1 – (continuazione) Valori limite per le imperfezioni

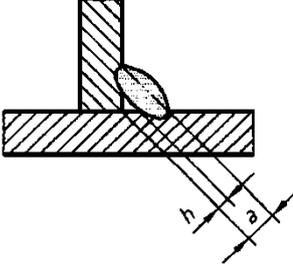
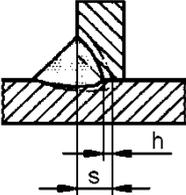
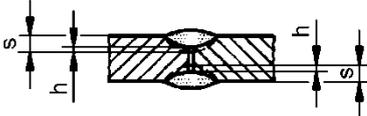
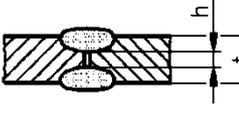
N.	N. prog. sec. ISO 6520-1	Imperfezione Designazione	Note	t mm	Valori limite delle imperfezioni per i livelli di qualità		
					D	C	B
2.13	402	Mancanza di penetrazione	 <p>Giunto a T (saldatura d'angolo)</p>	> 0,5	Imperfezioni corte: $h \leq 0,2 a$ , comunque max. 2 mm	Non ammesso	Non ammesso
			 <p>Giunto a T (a penetrazione parziale)</p>	$\geq 0,5$	Imperfezioni corte: - giunto di testa: $h \leq 0,2 s$ , comunque max. 2 mm - giunto a T: $h \leq 0,2 a$ , comunque max. 2 mm	Imperfezioni corte: - giunto di testa: $h \leq 0,1 s$ , comunque max. 1,5 mm - giunto d'angolo: $h \leq 0,1 a$ , comunque max. 1,5 mm	Non ammesso
			 <p>Giunto testa a testa (a penetrazione parziale)</p>				
 <p>Giunto testa a testa (a penetrazione completa)</p>	$\geq 0,5$	Imperfezioni corte: $h \leq 0,2 t$ , comunque max. 2 mm	Non ammesso	Non ammesso			

Tabella A.1 – (continuazione) Valori limite per le imperfezioni

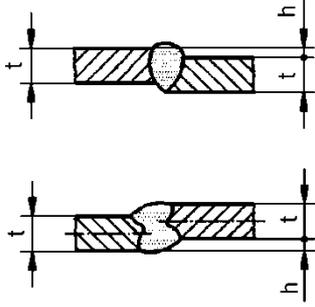
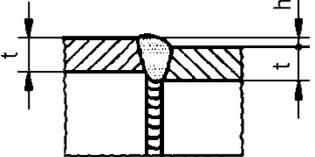
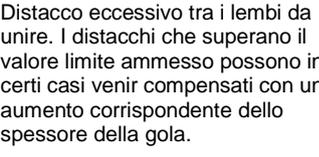
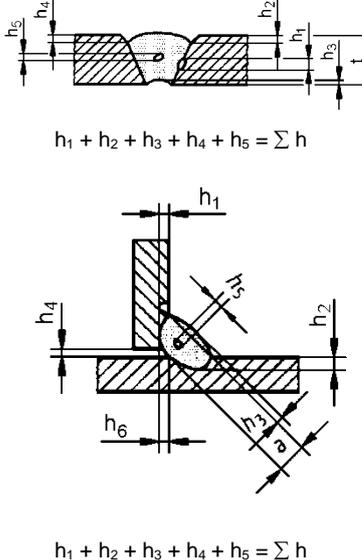
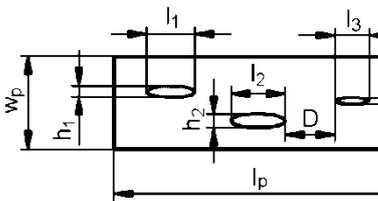
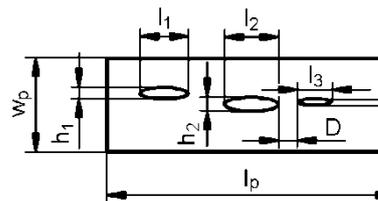
N.	N. prog. sec. ISO 6520-1	Imperfezione Designazione	Note	t mm	Valori limite delle imperfezioni per i livelli di qualità		
					D	C	B
<b>3 Imperfezioni geometriche</b>							
3.1	507	Slivellamento	I valori limite di slivellamento si riferiscono alla posizione perfetta. Ove non prescritto altrove, si ha la posizione perfetta, quando gli assi mediani coincidono. t si riferisce allo spessore minore.   <p>Figura A: Lamiere con saldature longitudinali</p>	da 0,5 fino a 3	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,25 t$	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,15 t$	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 t$
				> 3	$h \leq 0,25 t$ , comunque max. 5 mm	$h \leq 0,15 t$ , comunque max. 4 mm	$h \leq 0,1 t$ , comunque max. 3 mm
			 <p>Figura B: Saldature circolari</p>	$\geq 0,5$	$h \leq 0,5 t$ , comunque max. 4 mm	$h \leq 0,5 t$ , comunque max. 3 mm	$h \leq 0,5 t$ , comunque max. 2 mm
3.2	617	Distacco non corretto in saldatura d'angolo	Distacco eccessivo tra i lembi da unire. I distacchi che superano il valore limite ammesso possono in certi casi venir compensati con un aumento corrispondente dello spessore della gola.  	da 0,5 fino a 3	$h \leq 0,5 \text{ mm} + 0,1 a$	$h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 a$
				> 3	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,3 a$ , comunque max. 4 mm	$h \leq 0,5 \text{ mm} + 0,2 a$ , comunque max. 3 mm	$h \leq 0,5 \text{ mm} + 0,1 a$ , comunque max. 2 mm

Tabella A.1 – (continuazione) Valori limite per le imperfezioni

N.	N. prog. sec. ISO 6520-1	Imperfezione Designazione	Note	t mm	Valori limite delle imperfezioni per i livelli di qualità		
					D	C	B
<b>4 Imperfezioni multiple</b>							
4.1	Nessuna	Imperfezioni multiple in una sezione trasversale qualsiasi <sup>a)</sup>	 <p><math>h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = \Sigma h</math></p> <p><math>h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = \Sigma h</math></p>	0,5 Fino a 3	Non ammesso	Non ammesso	Non ammesso
				> 3	Altezza totale massima delle imperfezioni $\Sigma h \leq 0,4 t$ $\leq 0,25 a$	Altezza totale massima delle imperfezioni $\Sigma h \leq 0,3 t$ $\leq 0,2 a$	Altezza totale massima delle imperfezioni $\Sigma h \leq 0,2 t$ $\leq 0,15 a$
4.2	Nessuna	Superficie proiettata o superficie di sezione trasversale in senso longitudinale	<p>Caso 1 (<math>D &gt; l_3</math>)</p>  <p><math>h_1 \times l_1 + h_2 \times l_2 + h_3 \times l_3 = \Sigma h \times l</math></p> <p>Caso 2 (<math>D &lt; l_3</math>)</p>  <p><math>h_1 \times l_1 + h_2 \times l_2 + \left( \frac{h_2 + h_3}{2} \right) \times l_3 =</math></p> <p>La somma delle superfici <math>\Sigma h \times l</math> deve essere calcolata come percentuale, riferita alla superficie di valutazione <math>l_p \times w_p</math> (caso 1).</p> <p>Se D è minore della lunghezza più piccola di una delle imperfezioni adiacenti, nella somma di queste due imperfezioni si deve considerare la completa connessione delle due imperfezioni (caso 2).</p> <p>NOTA: Per informazioni vedi anche DIN EN ISO 5817:2014-06, Appendice A</p>	$\geq 0,5$	$\Sigma h \times l \leq 16\%$	$\Sigma h \times l \leq 8\%$	$\Sigma h \times l \leq 4\%$

<sup>a)</sup> vedi Appendice A (normativo)

## Appendice B (informativo) Rappresentazione grafica dei giunti saldati

### B.1 Indicazione sui disegni dei segni grafici per saldature

I segni grafici di saldatura di seguito rappresentati sono conformi alla norma [DIN EN ISO 2553:2019-12](#).

#### B.1.1 Segni grafici elementari per saldature

I vari tipi di saldature sono indicati da un rispettivo segno grafico che generalmente è simile al giunto saldato da realizzare. I segni grafici rappresentano la forma, la preparazione e l'esecuzione della saldatura, vedi Tabella B. 1. Tuttavia, essi non indicano il procedimento da adottare. Ove necessario, si usano segni grafici combinati. Esempi tipici sono indicati in Tabella B. 2.

Tabella B. 1 – Segni grafici elementari (estratto da [DIN EN ISO 2553:2019-12](#))

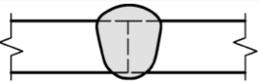
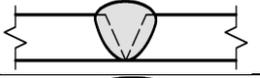
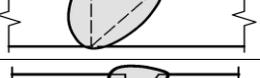
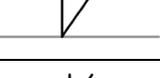
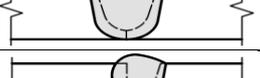
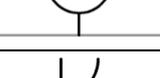
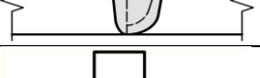
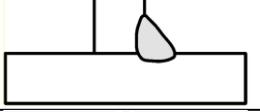
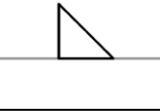
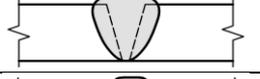
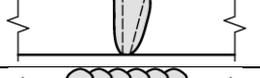
N.	Denominazione (tipo di saldatura)	Disegno illustrativo (le linee a tratti indicano la preparazione dei lembi)	Segno grafico <sup>a)</sup>
1	Saldatura ad I <sup>b)</sup>		
2	Saldatura a V <sup>b)</sup>		
3	Saldatura ad Y <sup>b)</sup>		
4	Saldatura a mezza V <sup>b)</sup>		
5	Saldatura a mezza Y <sup>b)</sup>		
6	Saldatura ad U <sup>b)</sup>		
7	Saldatura a mezza U; saldatura a J <sup>b)</sup>		
10	Saldatura ad angolo		
17	Saldatura a V a fianchi ripidi <sup>b)</sup>		
18	Saldatura a mezza V a fianchi ripidi <sup>b)</sup>		
21	Saldatura con riporto		
<sup>a)</sup> La linea grigia non fa parte del segno grafico. Essa indica la posizione della linea di riferimento. <sup>b)</sup> Se non diversamente indicato sul segno grafico o richiamo di indicazioni riportate altrove, per es. WPS, le saldature testa a testa devono essere a piena penetrazione.			

Tabella B. 2 – Combinazioni di segni grafici elementari (estratto da [DIN EN ISO 2553:2019-12](#))

N.	Denominazione (tipo di saldatura)	Disegno illustrativo <sup>a)</sup>	Segno grafico <sup>b)</sup>
1	Saldatura a doppia V (saldatura a X)		
2	Saldatura a doppio smusso (saldatura a K)		
3	Saldatura ad doppia U		
4	Saldatura a doppio smusso (saldatura a K con ampia spalla)		

<sup>a)</sup> Le saldature possono essere a piena o a parziale penetrazione, a seconda della relativa quotatura sul segno grafico o del richiamo di indicazioni riportate altrove (per es. WPS).  
<sup>b)</sup> La linea grigia non fa parte del segno grafico. Essa indica la posizione della linea di riferimento.

### B.1.2 Segni grafici supplementari

I segni grafici elementari possono essere completati da segni grafici supplementari che ricordano l'aspetto esterno del cordone o l'esecuzione della saldatura. La mancanza di un segno grafico supplementare significa che il profilo del cordone deve rientrare entro i limiti del livello della qualità di saldatura indicata. Una combinazione comprendente più di due segni grafici supplementari non è ammessa. I segni grafici supplementari e i segni grafici complementari e loro esempi di applicazione sono illustrati in Tabella B. 3.

Tabella B. 3 – Segni grafici supplementari (estratto da [DIN EN ISO 2553:2019-12](#))

N.	Denominazione	Segno grafico <sup>a)</sup>	Esempio di applicazione <sup>a)</sup>	Disegno illustrativo
1	Piana (spianata di macchina) <sup>b)</sup>			
2	Convessa <sup>b)</sup>			
3	Concava <sup>b)</sup>			
4	Con bordi ben raccordati <sup>c)</sup>			Nessun esempio
5	a) Con ripresa al rovescio <sup>d)</sup> (eseguita dopo la saldatura a V)			
	b) Con ripresa al rovescio <sup>d)</sup> (eseguita prima della saldatura a V)			
7a	Con impiego di sostegno (non specificato)			
7b	Con impiego di sostegno/ strato permanente <sup>e)</sup>			
7c	Con impiego di sostegno/ strato rimovibile/ non permanente <sup>e)</sup>			

**Tabella B.3** (continuazione) – Segni grafici supplementari (estratto da **DIN EN ISO 2553:2019-12**)

N.	Denominazione	Segno grafico <sup>a)</sup>	Esempio di applicazione <sup>a)</sup>	Disegno illustrativo
10	Saldatura periferica			
12	Saldatura da eseguire in cantiere			Nessun esempio
-	Saldatura di montaggio in officina <sup>f)</sup>			Nessun esempio

<sup>a)</sup> La linea grigia non fa parte del segno grafico; essa va tracciata per indicare la posizione del segno grafico rispetto alla linea di riferimento e alla linea di freccia o rispetto alla sola linea di freccia.  
<sup>b)</sup> Le saldature che richiedono lembi da saldare approssimativamente a filo, convessi o concave senza finitura di post-saldatura sono specificate mediante l'utilizzo del segno grafico del contorno a filo, convesso o concavo. Le saldature a finire a filo, convesse o concave mediante finitura post-saldatura o che richiedono una superficie piana ma non a filo richiedono informazioni supplementari, per esempio l'aggiunta di una nota nella forcella del segno grafico di saldatura  
Per definire la finitura superficiale si possono utilizzare altri segni grafici secondo **ISO 1302**.  
<sup>c)</sup> La saldatura o la finitura delle superfici devono essere eseguite in modo che i bordi risultino ben raccordati. Precisioni sull'esecuzione di tali attività possono essere fornite nelle istruzioni di lavoro o nella WPS.  
<sup>d)</sup> Si può riportare sul disegno la sequenza dei cordoni, per es. tracciando più linee di riferimento, inserendo una nota nella forcella del segno grafico o richiamando una specifica di procedimento di saldatura.  
<sup>e)</sup> M = il materiale rimane parte del giunto saldato finale; MR = il materiale deve essere rimosso dopo la saldatura. Maggiori dettagli sul materiale possono essere specificati nella forcella o altrove.  
<sup>f)</sup> Determinazione specifica di SMS group in aggiunta alla norma **DIN EN ISO 2553**. Si tratta di una saldatura da eseguire al montaggio in officina.

## B.2 Rappresentazione grafica sui disegni

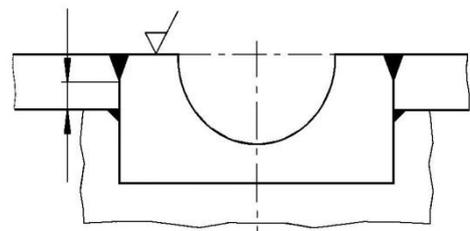
La rappresentazione delle saldature sui disegni deve essere conforme alla norma **DIN EN ISO 2553:2019-12**.  
La rappresentazione simbolica è da preferire a quella in sezione.

### B.2.2 Saldature con lavorazione susseguente ad asportazione di truciolo

Se il pezzo richiede una lavorazione susseguente ad asportazione di truciolo,

la profondità del cordone di saldatura deve essere quotata dal lato opposto alla superficie da lavorare, vedi la figura B.3. In tal modo si garantisce che, ad avvenuta lavorazione, il cordone abbia la profondità richiesta.

Se i cordoni di saldatura sono contrassegnati dai segni grafici della norma **DIN EN ISO 2553**, a lavorazione avvenuta deve essere garantita la profondità del cordone specificata.



**Figura B.3 - Indicazione a disegno**

### B.2.3 Saldatura di riporto

Per la saldatura di riporto si rimanda alla **SN 402**.

### B.2.4 Saldature d'angolo

Le saldature d'angolo devono essere indicate da un triangolo annerito oppure da un segno grafico di saldatura (vedi i paragrafi B.1.1 e B.1.2) tracciato nella sezione o nella vista del pezzo in corrispondenza dei giunti saldati. Tutte le saldature d'angolo sono da intendersi continue senza interruzioni.

### B.2.5 Saldature testa a testa, saldature a piena o parziale penetrazione

Le saldature di testa e le saldature a piena o parziale penetrazione sono indicate da segni grafici di saldatura (vedi i paragrafi B.1.1 e B.1.2), tracciati nella sezione o nella vista del pezzo con indicazione della profondità del cordone di saldatura s.

### B.2.6 Saldature su tubazioni

È indicata sui disegni la pressione d'esercizio della tubazione. I segni grafici (vedi i paragrafi B.1.1 e B.1.2) o le indicazioni come da tabella 5 sono riportati solo in casi eccezionali.

### B.3 Indicazione sui disegni dei segni grafici di riferimento

#### B.3.1 Segni grafici di riferimento

La composizione del segno grafico di riferimento (sistema A secondo DIN EN ISO 2553:2019-12) e le indicazioni che lo accompagnano sono illustrate nella Figura B.4.

Composizione del segno grafico di riferimento: Indicazioni sul segno grafico di riferimento:

- 1 = Giunto saldato
- 2 = Linea di freccia
- 3a = Linea di riferimento (continua)
- 3b = Linea di riferimento (a tratti)
- 4 = Forcella per indicazioni complementari (da tracciare solo in presenza di indicazioni)

- ① = Dimensioni principali dello spessore del cordone
- ② = Segno grafico
- ③ = Dimensioni lineari della saldatura
- ④ = Indicazioni su processo di saldatura, livello di qualità, posizione di saldatura, materiale di apporto

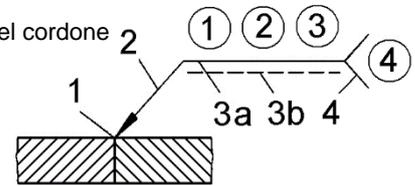


Figura B.4 – Segno grafico di riferimento

#### B.3.2 Posizione del segno grafico rispetto alla linea di riferimento

Il segno grafico deve essere disposto o sopra o sotto la linea di riferimento:

- se il segno grafico è disposto dal lato della linea di riferimento continua, il cordone di saldatura si trova dal lato individuato dalla freccia, vedi figura B.5; se invece il suddetto segno grafico si trova dalla parte della linea di riferimento a tratti, il cordone di saldatura si presenta verso il lato opposto del giunto, vedi figura B.6
- in caso di saldature simmetriche, la linea a tratti è soppressa, vedi figura B.7.

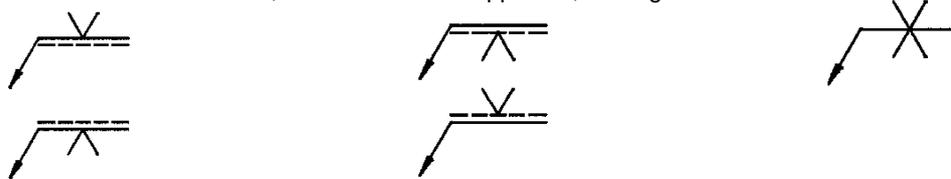


Figura B.5 – Saldatura lato freccia    Figura B.6 – Saldatura lato opposto    Figura B.7 – Saldatura simmetrica

#### B.3.3 Posizione e rapporto tra linea di freccia e giunto

Il lato del giunto indicato dalla linea di freccia è il lato freccia. L'altro lato del giunto è il lato opposto. La linea di freccia è di preferenza diretta verso la "superficie superiore del pezzo". Gli esempi nelle figure B.8 e B.9 spiegano i termini utilizzati. Se si tratta di saldature di testa asimmetriche, la linea di freccia deve essere diretta sempre sul bordo non perpendicolare del giunto, quindi sul pezzo il cui bordo è da preparare. Esempio: vedi figura B.12b.

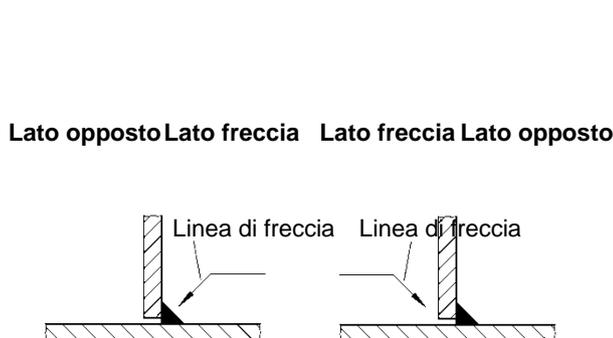


Figura B.8 – Giunto a T con saldatura d'angolo

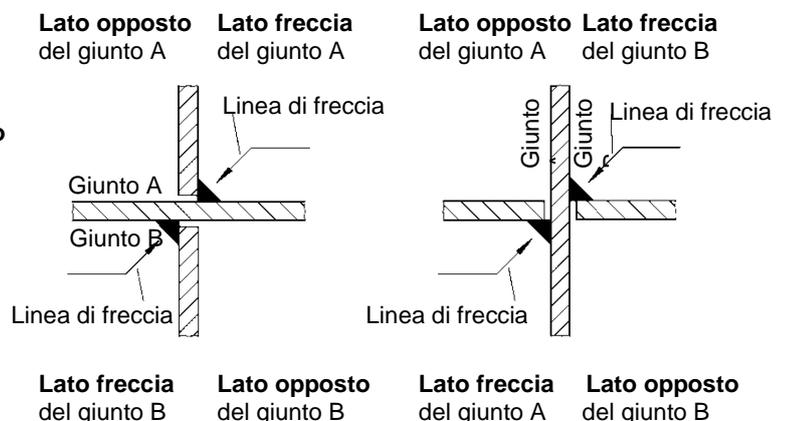


Figura B.9 – Giunto a croce con due saldature d'angolo

### B.3.4 Esempi di applicazione

Le saldature d'angolo sono illustrate nelle figure B.10 e B.11, mentre le figure B.12a e B.12b riportano le saldature di testa. Per altri esempi di applicazione si rimanda alla norma [DIN EN ISO 2553:2019-12](#).

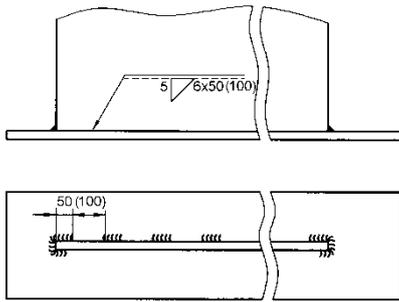


Figura B.10 – Saldatura d'angolo discontinua

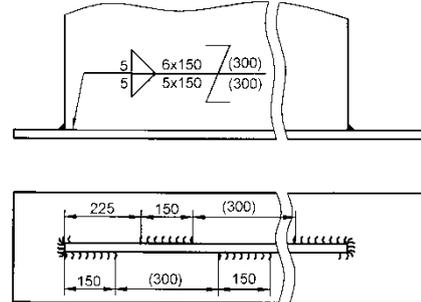


Figura B.11 – Saldatura d'angolo discontinua a tratti sfalsati

Rappresentazione grafica



Rappresentazione simbolica

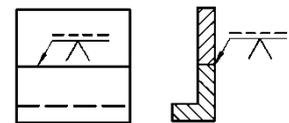
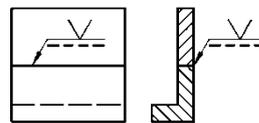


Figura B.12a - Saldatura testa a testa, esempio 1

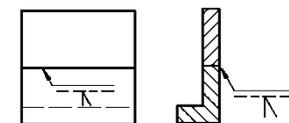
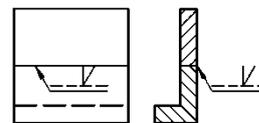
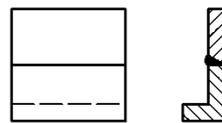


Figura B.12b - Saldatura testa a testa, esempio 2

## Appendice C (informativo) Processi di saldatura

Qui di seguito i processi di saldatura e relativi processi singoli connessi secondo [DIN EN ISO 4063:2011-03](#):

- 11 Saldatura ad arco senza gas protettivo;
  - 111 Saldatura ad arco con elettrodi rivestiti  $\hat{=}$  E;
- 12 Saldatura ad arco sommerso;
- 13 Saldatura ad arco con filo elettrodo fusibile in gas protettivo;
  - 135 Saldatura ad arco con filo pieno in atmosfera di gas attivo  $\hat{=}$  MAG;
  - 136 Saldatura ad arco con filo animato in atmosfera di gas attivo;
- 14 Saldatura ad arco con elettrodo infusibile di tungsteno sotto protezione di gas inerte;
  - 141 Saldatura ad arco con elettrodo infusibile di tungsteno, materiale d'apporto pieno (filo/bacchetta), sotto protezione di gas inerte; saldatura TIG;
- 15 Saldatura al plasma;
- 31 Saldatura ad ossigas (solo per acciaio);
- 72 Saldatura ad elettroscoria.

## Normative tecniche citate

<a href="#">DIN EN 1090-1</a>	Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali
<a href="#">DIN EN ISO 3834-1:2006-03</a>	Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 1: Criteri per la scelta del livello appropriato dei requisiti di qualità
<a href="#">DIN EN ISO 3834-2:2006-03</a>	Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 2: Requisiti di qualità estesi
<a href="#">DIN EN ISO 3834-4:2006-03</a>	Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 4: Requisiti di qualità elementari
<a href="#">305/11/UE</a>	Regolamento che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio
<a href="#">2014/68/UE</a>	Direttiva 2014/68/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 15 maggio 2014 concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato di attrezzature a pressione
<a href="#">WHG</a>	Wasserhaushaltsgesetz (Legge sul regime delle acque)

## Modifiche

Rispetto alla [SN 200-4:2016-05](#) sono state apportate le seguenti modifiche:

Modifiche redazionali	Aggiunta dell'introduzione Aggiornamento dei riferimenti normativi;
Paragrafo 3	Revisione completa. Requisito per l'officina di saldatura conforme ai requisiti della norma <a href="#">DIN EN ISO 3834-3</a>
Paragrafo 5.2	Aggiunta della frase: "Se i raggi delle piastre di irrigidimento sono inferiori a quanto riportato nella tabella 3, le piastre di irrigidimento devono essere adattate"
Paragrafo 7.1	Eliminato certificato di ispezione 3.1, sostituito da diagramma di trattamento termico e verbale
Paragrafo 9.1	Aggiunta della frase: "Prima di eseguire un controllo sono da osservare le prescrizioni della norma <a href="#">DIN EN ISO 17635</a> "; Inserimento del testo dal paragrafo 9.4 "...Se non si evidenziano imperfezioni, l'entità dei controlli richiesta può essere ridotta, previa consultazione e approvazione scritta dell'ufficio di assicurazione qualità di SMS group. Se invece si evidenziano imperfezioni, il collaudatore del SMS group può aumentare l'entità dei controlli fino al 100%.";
Paragrafo 9.2	Soppressione dell'entità del controllo con ultrasuoni per il livello di qualità D nella tabella 10;
Paragrafo 9.4.	Aggiunta dei punti di agganciamento, creazione ex novo della tabella 12;
Paragrafo 9.5	Aggiunta delle norme <a href="#">ISO 10474:2013</a> , <a href="#">DIN EN ISO 17636</a> e <a href="#">DIN EN ISO 19879</a> ;

## Edizioni precedenti

SN 200:1971-09, 1975-11, 1978-01, 1981-01, 1985-01, 1992-03, 1996-03, 1999-09, 2003-09, 2007-02, 2010-09  
SN 200-4:2016-05