
 ITALGAS	MANUALE TECNICO OPERATIVO		Edizione Dicembre 2015
	SALDATURA ACCIAIO		Sez. 18 Pag. 1 / 11

18. SALDATURA ACCIAIO

INDICE

18	ESECUZIONE DEI COLLEGAMENTI SALDATI SU TUBAZIONI ACCIAIO	2
18.1	PULIZIA E PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI	2
18.2	CONTROLLO E PREPARAZIONE DEI LEMBI	2
18.3	DISTANZA O LUCE FRA I LEMBI.....	2
18.4	DISTANZA O LUCE FRA LEMBO E PARETE DEL TUBO	2
18.5	PREPARAZIONE DELLA RASTREMATURA	3
18.6	PRERISCALDO	3
18.7	ACCOPPIAMENTO	3
18.8	ESECUZIONE DELLA SALDATURA ELETTRICA AD ARCO VOLTAICO	3
18.9	PROCEDIMENTI ESECUTIVI - SALDATURA DI TESTA DI TUBAZIONI	5
18.10	TUBISTERIA.....	9
18.11	SALDATURA OSSIACETILENICA	9
18.12	CONTROLLI DELLE SALDATURE	9
18.13	QUALIFICA DEI SALDATORI	10
18.14	VERIFICHE DA EFFETTUARE SUI GIUNTI SALDATI.....	11

 ITALGAS	MANUALE TECNICO OPERATIVO		Edizione Dicembre 2015
	SALDATURA ACCIAIO		Sez. 18 Pag. 2 / 11

18 ESECUZIONE DEI COLLEGAMENTI SALDATI SU TUBAZIONI ACCIAIO

18.1 PULIZIA E PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI

Le superfici da saldare devono essere pulite internamente ed esternamente, per una lunghezza di circa 10 cm dalle estremità, con spazzole metalliche, smerigliatrice, lima e solventi per eliminare ruggine, scorie, bave, catrame, sostanze grasse ed altre impurità.

18.2 CONTROLLO E PREPARAZIONE DEI LEMBI

Prima della saldatura deve essere eseguita l'ispezione visiva per accertare la corretta pulizia e l'assenza di difetti.

Ammaccature, fessurazioni, difetti di laminazione, incisioni o altri piccoli danni in prossimità dei lembi, se non possono essere eliminati mediante molatura, devono essere eliminati asportando il tratto di tubo contenente i difetti.

Il taglio può essere effettuato con tagliatubi o con apposito cannello da ossitaglio; per tutte le operazioni di taglio si deve eseguire una successiva molatura per la rettifica dei lembi.

I lembi delle tubazioni devono essere preparati, in funzione del diametro e dello spessore, nel modo seguente:


- Retti, per spessore inferiore o uguale a 3,2 mm;
- Smusso a V, per spessore superiore a 3,2 mm con angolazione di 30° o 35° con la spalla di spessore da (1.6 ± 0.8) mm;
- Smusso a 1/2 V, per innesto a T con angolazione di 50° con spalla di spessore 1 mm.

18.3 DISTANZA O LUCE FRA I LEMBI

Per la saldatura di testa, la distanza fra i lembi deve essere da 2 a 3 mm, a discrezione del saldatore, in funzione dello spessore dei materiali da saldare.

18.4 DISTANZA O LUCE FRA LEMBO E PARETE DEL TUBO

Per la saldatura ad angolo (innesto a T) la distanza fra lembo e parete del tubo deve essere di 2 mm.

 ITALGAS	MANUALE TECNICO OPERATIVO		Edizione Dicembre 2015
	SALDATURA ACCIAIO		Sez. 18 Pag. 3 / 11

18.5 PREPARAZIONE DELLA RASTREMATURA

In caso di testate di tubi o pezzi speciali con diametri interni diversi fra loro, deve essere eseguita un'operazione di rastremazione, asportando dall'interno della circonferenza la parte di materiale eccessiva in modo che la differenza interna fra lo spessore dei due lembi non superi 1,6 mm su tutta la circonferenza, l'angolo di rastrematura dovrà essere di 18°. Le operazioni devono essere eseguite con ossitaglio e smerigliatrice (o sola smerigliatrice).

18.6 PRERISCALDO

Nel caso di acciai ordinari, se la temperatura esterna è compresa tra $0 \div 5^{\circ}\text{C}$ occorre "preriscaldare" i lembi a 50°C . Il preriscaldamento deve interessare, su ciascuna testata rispetto al punto di giunzione, una striscia larga 8 cm e deve essere eseguito con cannello da preriscaldamento a GPL.

Il preriscaldamento dei lembi a temperatura di circa $100^{\circ}\div 120^{\circ}\text{C}$ deve essere eseguito, nei seguenti casi:

- Per spessori > 12 mm, indipendentemente dalla temperatura esterna;
- Con temperatura esterna compresa fra $+10^{\circ}\text{C}$ e 0°C nel caso di tubi per Alta Pressione (UNI EN ISO 3183);
- Con temperatura esterna inferiore a 0°C e fino a -10°C , in ogni caso;
- Nel caso di saldature di collegamento, di valvole, di pezzi speciali, oppure quando si eseguono saldature di tubi con spessori molto diversi fra loro (differenza ≥ 3 mm);
- Quando tra una passata e l'altra trascorre un intervallo di tempo superiore ai 5 minuti.

Per ogni intervento di riparazione delle saldature, il preriscaldamento deve essere eseguito prima dell'inizio, durante e sino alla fine dell'operazione.


18.7 ACCOPPIAMENTO

L'accoppiamento deve essere eseguito per mezzo d'accoppiatore esterno per DN fino a 600. L'accoppiatore non deve essere rimosso prima di avere eseguito segmenti di saldatura equidistanti tra loro che coprano almeno il 50% della 1^a passata.

Per tubi con DN inferiore o uguale a 80 mm possono essere impiegati calastrelli saldati alle estremità, avendo l'accortezza d'asportare con molatura i punti di saldatura durante la prima passata.

18.8 ESECUZIONE DELLA SALDATURA ELETTRICA AD ARCO VOLTAICO

La corrente di saldatura deve sempre essere continua. La massa di contatto deve essere realizzata mediante pinze o morsetti metallici e va applicata sul metallo preventivamente pulito.


 ITALGAS	MANUALE TECNICO OPERATIVO		Edizione Dicembre 2015
	SALDATURA ACCIAIO		Sez. 18 Pag. 4 / 11

18.8.1 Conservazione degli Elettrodi

Gli elettrodi devono essere forniti in contenitori sigillati, i quali devono essere immagazzinati ancora chiusi in locali asciutti (umidità relativa non superiore al 50%) e ad una temperatura non inferiore a 20°C. Ogni elettrodo che presenti segni di danneggiamento o di deterioramento (es. rivestimento scheggiato od incrinato) o non sia contrassegnato deve essere scartato.


Gli elettrodi basici (a basso contenuto di idrogeno) prima del loro utilizzo devono essere essiccati in forno per almeno 2 ore alla temperatura di 400 ÷ 420°C. Dopo essiccamento, devono essere conservati in forno a 120 ÷ 150°C.

Dopo l'estrazione dai forni, gli elettrodi devono essere contenuti in fornelli portatili riscaldati alla temperatura 90 ÷ 120°C ed adoperati entro 8 ore. Gli elettrodi non utilizzati nella giornata lavorativa purché in buone condizioni, possono essere essiccati nuovamente fino ad un massimo di tre volte.

 ITALGAS	MANUALE TECNICO OPERATIVO	Edizione Dicembre 2015
	SALDATURA ACCIAIO	Sez. 18 Pag. 5 / 11

18.9 PROCEDIMENTI ESECUTIVI - SALDATURA DI TESTA DI TUBAZIONI

De [mm]	Spessore s [mm]	Tecnica di Saldatura	Tipo di Elettrodo (*)	Ø elettrodo [mm]	
				1 ^a	2 ^a e riemp.
De ≤ 60,3	s ≤ 3,2	PF C	E 38 2 C 21	2,5	2,5
		PC C			
60,3 < De ≤ 114,3	s ≤ 3,2	PF C	E 38 2 C 21	2,5	2,5
		PC C		3,25	3,25
	3,2 < s ≤ 4,8	PF C	E 38 2 C 21	3,25	3,25
		PC C			
114,3 < De ≤ 323,9	3,2 < s ≤ 4,8	PF C	E 38 2 C 21	3,25	3,25
		PC C			
	4,8 < s ≤ 19	PF C	E 38 2 C 21	3,25	3,25
		PF C + PG C			
		PC C			
De > 323,9	4,8 < s ≤ 19	PF C + PF B (**)	E 38 2 C 21 E 51 5B 120 26H	3,25 -	- 3,25
		PF C	E 38 2 C 21	3,25	3,25
		PF C + PG C			
		PC C			
De > 323,9	4,8 < s ≤ 19	PF C + PF B (**)	E 38 2 C 21 E 51 5B 120 26H	3,25 -	- 3,25

 ITALGAS	MANUALE TECNICO OPERATIVO	Edizione Dicembre 2015
	SALDATURA ACCIAIO	Sez. 18 Pag. 6 / 11


Saldatura di testa tra tubo e raccordo

De [mm]	Spessore [mm]	Tecnica di saldatura	Tipo di elettrodo ^(*)	Ø elettrodo [mm]	
				1 ^a	2 ^a e riemp.
De ≤ 60,3	s ≤ 3,2	PF C	E 38 2 C 21	2,5	2,5
		PC C			
60,3 < De ≤ 114,3	s ≤ 3,2	PF C	E 38 2 C 21	2,5	2,5
		PC C		3,25	3,25
	3,2 < s ≤ 4,8	PF C	E 38 2 C 21	3,25	3,25
		PC C			
114,3 < De ≤ 323,8	> 3,2 ÷ ≤ 19	PF C + PF B	E 38 0 C 11	3,25	-
		PC C + PF B	E 42 4 C 3 2 H5	-	3,25
> 323,8	> 4,8 ÷ ≤ 19	PF C + PF B	E 38 0 C 11	3,25	-
		PC C + PF B	E 42 4 B 3 2 H5	-	3,25

Note:


^(*) Ove sono previsti due diversi tipi di elettrodi, l'utilizzo del tipo cellulosico si intende per la 1^a passata.

^(**) Da utilizzare per casi particolari come attraversamenti FS, ponti.

 ITALGAS	MANUALE TECNICO OPERATIVO		Edizione Dicembre 2015
	SALDATURA ACCIAIO		Sez. 18 Pag. 7 / 11

SIMBOLOGIA:

PF	asse orizzontale fisso, saldatura con tecnica ascendente;
PG	asse orizzontale fisso, saldatura con tecnica discendente;
PC	asse verticale fisso;
C	elettrodo cellulosico;
B	elettrodo basico;
PF C	asse orizzontale fisso, saldatura con tecnica ascendente, elettrodo cellulosico;
PC C	asse verticale fisso, saldatura con elettrodo cellulosico;
PG C	asse orizzontale fisso, saldatura con tecnica discendente ed elettrodo cellulosico;
PF B	asse orizzontale fisso, saldatura con tecnica ascendente elettrodo basico;
PF C + PF B	saldatura con prima passata con elettrodo cellulosico, tecnica ascendente e riempimento con elettrodo basico;
PF C + PG C	saldatura con prima passata con elettrodo cellulosico, tecnica ascendente e riempimento con elettrodo cellulosico e tecnica discendente; in nessun punto il cordone di saldatura deve essere sotto la superficie esterna del tubo, ne deve superare tale superficie di 1,6 mm; la superficie di saldatura finita deve essere circa 3,2 mm (1,6 mm per parte) superiore alla larghezza della scanalatura originale.

 ITALGAS	MANUALE TECNICO OPERATIVO		Edizione Dicembre 2015
	SALDATURA ACCIAIO		Sez. 18 Pag. 8 / 11

NUMERO MINIMO DELLE PASSATE DI SALDATURA

Sono stabilite in funzione del diametro, dello spessore e della tecnica di saldatura.


Tubazione acciaio		Numero delle passate di saldatura			
De mm	s mm	PFC	PF C + PG C	PF C + PF B	PC C
48,3	2,9	2	---	2	2
60,3	2,9	2	---	2	2
88,9	3,2	2	---	2	2
114,3	3,2	2	---	2	2
168,3	4,0	2	2	2	3
219,1	5	3	3	2	4
273,-	5,6	3	3	3	4
323,9	5,6	3	3	3	4
355,6	6,3	3	3	3	3
406,4	6,3	4	4	3	4
508	6,3	4	3	3	3
610	6,3	4	3	3	4

- **PER I PEZZI SPECIALI (VALVOLE, GIUNTI DIELETTRICI, TI, RIDUZIONI, FLANGE E CURVE):**

La prima passata va eseguita con elettrodo cellulosico e con tecnica ascendente (**PFC+ PFB**), mentre le passate di riempimento devono essere eseguite con elettrodi basici; i **pezzi speciali inferiori o uguali al DN 80** devono essere saldati con elettrodo cellulosico e tecnica ascendente (**PFC**).

- **PER GLI INNESTI A "T" ESEGUITI SIA IN POSIZIONE VERTICALE CHE ORIZZONTALE RISPETTO ALLA CONDOTTA:**

Si deve eseguire la prima passata di saldatura con elettrodi cellulosici mentre le altre passate si eseguono con elettrodi basici per tutte le passate, con tecnica ascendente (PF C + PF B).

 ITALGAS	MANUALE TECNICO OPERATIVO		Edizione Dicembre 2015
	SALDATURA ACCIAIO		Sez. 18 Pag. 9 / 11

18.10 TUBISTERIA

Le principali prescrizioni riguardanti la preparazione degli elementi da saldare sono:

- Le curve si possono sezionare;
- I tubi si possono "spicchiare" 6° per testata (max. 12° su due testate);
- E' ammessa la saldatura di tasca limitatamente a giunzioni di valvole d'acciaio UNI 9734 con $DN \leq 50$.

18.11 SALDATURA OSSIACETILENICA

Le saldature di tubi con $DN \leq 80$ mm, per reti esercite in B.P. e in M.P.A e con $DN \leq 50$, per reti esercite in M.P.B, possono essere eseguite, in alternativa alla saldatura elettrica, con saldatura ossiacetilenica secondo le prescrizioni della Committente.

La prima passata di saldatura deve essere eseguita con idonee bacchette conformi alla UNI EN 12536 diametri 2 mm e 3 mm, d'acciaio dolce, con % di manganese compresa tra 0,35% e 0,65%; la seconda passata ed il riempimento devono essere eseguite con bacchette dello stesso tipo di acciaio di diametro 2 e 3 mm; tutte le passate devono essere eseguite con tecnica ascendente. I collegamenti degli innesti e dei Ti di presa sulla tubazione devono essere eseguiti esclusivamente con saldatura elettrica ad arco.

18.12 CONTROLLI DELLE SALDATURE

Hanno lo scopo di verificare il conseguimento delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei giunti saldati. Possono essere di tipo distruttivo o non distruttivo.

18.12.1 Controlli distruttivi

Possono essere eseguiti su produzioni abbastanza consistenti, in quanto prevedono il prelievo di campioni di saldatura ed il loro esame secondo prove di piegamento, come previsto dalla norma EN 15614-1.

La Committente può effettuare controlli distruttivi, prelevando campioni di saldatura, nella misura massima di uno ogni 500 m di tubazione saldata.


18.12.2 Controlli non distruttivi (gammagrafie e ultrasuoni)

Consistono in:

- **Esame visivo secondo le prescrizioni della norma UNI EN ISO 5817;**
- **Esame radiografico secondo la norma UNI EN ISO 17636-1;**
- **Esame ad ultrasuoni secondo la norma UNI EN ISO 17640.**

La scelta dei giunti da controllare deve essere fatta in modo da verificare l'operato di tutti i saldatori. **Al punto 18.14** è descritto il numero in percentuale delle verifiche dei giunti saldati da effettuare.

Le saldature da controllare sono scelte di volta in volta a discrezione della Committente.

 ITALGAS	MANUALE TECNICO OPERATIVO		Edizione Dicembre 2015
	SALDATURA ACCIAIO		Sez. 18 Pag. 10 / 11

Ciascuna saldatura controllata deve essere opportunamente identificata con numero o lettera alfabetica. Questo riferimento deve essere riportato sullo schizzo (libretto delle misure) in modo che risulti univoca la localizzazione, sulla tubazione, della saldatura.

I controlli con ultrasuoni possono essere impiegati nei casi in cui, per insufficiente distanza di sicurezza fra sorgente radioattiva e aree popolate, non fosse possibile impiegare il controllo gammagrafico.

18.13 QUALIFICA DEI SALDATORI

Le operazioni di saldatura devono essere effettuate unicamente da personale qualificato in conformità alla norma UNI EN ISO 9606-1 per saldatura elettrica e ossiacetilenica.

La qualifica dei saldatori viene effettuata presso i Centri di addestramento riconosciuti.

Sono riconosciute le qualifiche rilasciate dai seguenti Enti:


- Istituto Italiano della Saldatura (I.I.S.);
- INAIL (EX-ISPEL);
- Registro Navale Italiano (RINA)
- Bureau Veritas
- De Norske Veritas (DNV)
- TÜV

Possono, inoltre, essere prese in considerazione le qualifiche rilasciate da altre società o Enti purché le prove di qualifica per il loro rilascio siano analoghe a quella prevista dalla succitata norma.

Il saldatore qualificato, per essere ammesso ad eseguire interventi su reti ITALGAS, deve comunque essere sottoposto ad una prova di qualifica prima dell'inizio dei lavori (in cantiere, presso CFP, etc.).

La qualifica del saldatore è valida per un periodo di 2 anni purché il datore di lavoro confermi alla Committente, ogni 6 mesi, la continuità di impiego del saldatore nell'ambito della classe di qualificazione conseguita.

Il prolungamento della qualifica del saldatore è consentito solamente se, prima della scadenza, viene formalizzata la richiesta all'Organismo di Certificazione.

 ITALGAS	MANUALE TECNICO OPERATIVO		Edizione Dicembre 2015
	SALDATURA ACCIAIO		Sez. 18 Pag. 11 / 11

18.14 VERIFICHE DA EFFETTUARE SUI GIUNTI SALDATI

La verifica viene effettuata mediante controlli non distruttivi, (gammagrafia o ultrasuoni, ove la gammagrafia non fosse consentita) durante il corso dei lavori, nelle quantità seguenti:

- Su reti BP o MPA in quantità compresa tra 2 e 4 ogni 1.000 m di tubazione posata;
- Su reti in M.P.B in quantità compresa tra 5 e 8 ogni 1.000 m di tubazione.

Per le singole tratte inferiori a 1.000 m si devono sommare le lunghezze delle medesime; in caso di lunghezza totale ancora inferiore a 1.000 m, si deve comunque effettuare un numero di controlli pari alla quantità minima sopra riportata, riferita alla tratta totale (n.2 per la BP e M.P.A, n.5 per la M.P.B).

La scelta delle saldature su cui effettuare il controllo è totalmente a discrezione della Committente, che, qualora lo ritenesse opportuno per la particolarità e l'importanza delle opere, può effettuare controlli in misura superiore alle suddette quantità.

Inoltre, su tubazioni esercite in M.P.B, devono essere effettuati controlli non distruttivi in tutti i casi di:

- Collegamento di tronchi di tubazione già sottoposti a prova idraulica di tenuta con esito positivo;
- Inserimento d'accessori, organi d'intercettazione e di sezionamento elettrico su tubazioni di nuova costruzione, già sottoposte a prova di tenuta con esito positivo;
- Collegamento tubazioni d'entrata e uscita di IPRM;
- Collegamento di tubazioni posate in subalveo e sublagunare.