



Comune

**CASALGRANDE**

Provincia

**REGGIO EMILIA**

Titolo del progetto

**PERFORAZIONE E COMPLETAMENTO DI UN NUOVO POZZO  
(SAN DONNINO 3) ALL'INTERNO DEL CAMPO POZZI DI SAN DONNINO**

Livello di progettazione <b>E-ESECUTIVO</b>		Settore di business <b>I1-ACQUEDOTTO</b>	Disciplina <b>IMP-IMPIANTI</b>	
Numero <b>CA-03.3</b>	Titolo <b>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO TUBAZIONI INOX</b>			Scala
ID Progetto <b>2014REIA0019</b>		Titolo sintetico (nome file di stampa) <b>03-3_Tubazioni Inox.pdf</b>		Codifica WBS <b>C10I1-E022-01-0008-2</b>

00	15/06/2017	Emissione	PP / CV	PP	CC
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato

Redatto:

Ing. Pietro Pedrazzoli

Dott. Geol. Cristina Voltolini

Verificato:

Ing. Pietro Pedrazzoli

Approvato:

Ing. Claudio Casale



Funzione Ingegneria e Realizzazioni

IRETI.S.p.A. – Società con socio unico IREN S.p.A.

Sottoposta a direzione e coordinamento di IREN S.p.A.

Sede legale : S.P. 95 per Castelnuovo Scrivia – 15057 Tortona (AL)

Cod. fisc. E P.IVA n° 01791490343 pec: [ireti@pec.ireti.it](mailto:ireti@pec.ireti.it)

SPECIFICA TECNICA DI FORNITURA E POSA TUBAZIONI IN ACCIAIO INOX AISI 304 L (QUALITÀ  
1.4307 EN 10088 -1)

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE .....	2
2	FORNITURA .....	2
2.1	Tubi in acciaio .....	2
2.1.1	Riferimenti normativi .....	2
3	POSA IN OPERA .....	4
3.1	Movimentazione e accatastamento delle tubazioni .....	4
3.1.1	Carico, scarico e trasporto dei tubi .....	4
3.1.2	Accatastamento tubi .....	5
3.1.3	Sfilamento dei tubi .....	7
3.2	Esecuzione degli scavi e formazione del letto di posa. ....	8
3.3	Montaggio condotte .....	9
3.3.1	Pulizia dei tubi, verifica e preparazione delle testate .....	9
3.3.2	Allineamento e accoppiamento dei tubi .....	9
3.3.3	Saldatura delle tubazioni .....	11
3.3.4	Organizzazione del processo e procedura di saldatura .....	13
3.3.5	Qualifica dei saldatori .....	15
3.3.6	Controlli e verifiche .....	17

## 1 INTRODUZIONE

La presente specifica descrive le condizioni tecniche di fornitura e posa in opera di tubi saldati in acciaio inox che sono normalmente utilizzati per il trasporto di acqua potabile o da potabilizzare.

## 2 FORNITURA

### 2.1 TUBI IN ACCIAIO

Le tubazioni in acciaio saranno del tipo AISI 304 L (Qualità 1.4307 EN 10088 -1) saldate longitudinalmente e prodotte secondo la norma EN 10217 – 7.

Le caratteristiche di base del materiale saranno le seguenti:

Composizione chimica in % sulla massa

		C max	Si max	Mn max	P max	S max	N	Cr	Ni
X2CrNi18-9	1.4307	0.03	1.00	2.00	0.045	0.015	≤0.11	17.50-19.50	8.00-10.00

Proprietà meccaniche a temperatura ambiente

		Snervamento	Snervamento	Rottura	Allungamento	
		Rp0.2 min	Rp1.0 min	Rm	A min	
					Long.	Trasv.
		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(%)	(%)
X2CrNi18-9	1.4307	180	215	460-670	40	35

#### 2.1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le presenti specifiche riguardano la fornitura a piè d'opera di tubi saldati longitudinalmente in acciaio inox AISI 304 L (Qualità 1.4307 EN 10088 -1) con spessori pareti e diametri unificati secondo le seguenti norme:

- UNI EN 10217-7 Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 7: Tubi di acciaio inossidabile
- Decreto 6 aprile 2004, n. 174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al Consumo umano".
- Decreto Ministeriale del 21 Marzo 1973 "Disciplina igienica degli imballaggi, recipienti, utensili destinati a venire in contatto con le sostanze di uso alimentare o con le sostanze di uso personale".
- D.Lgs. 31 del 2 febbraio 2001 "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano".
- DECRETO 21 dicembre 2010 , n. 258 Regolamento recante aggiornamento del decreto ministeriale 21 marzo 1973, concernente la disciplina igienica degli imballaggi, recipienti, utensili destinati a venire a contatto con le sostanze alimentari o con sostanze d'uso personale, limitatamente agli acciai inossidabili.
- UNI CEI EN ISO/IEC 17050-1 "Valutazione della conformità. Dichiarazione di conformità rilasciata dal fornitore. Parte 1: requisiti generali".
- UNI CEI EN ISO/IEC 17050-2 "Valutazione della conformità. Dichiarazione di conformità rilasciata dal fornitore. Parte 2: documentazione di supporto".
- UNI CEI EN 45011:1999 "Requisiti generali relativi agli organismi che gestiscono sistemi di certificazione dei prodotti".
- UNI EN 910:1997 Prove distruttive sulle saldature di materiali metallici. Prove di piegamento. 6
- UNI EN 10002-1:2004 Materiali metallici - Prova di trazione - Parte 1: Metodo di prova a temperatura ambiente
- UNI EN 1435:2004 Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo radiografico dei giunti saldati
- UNI EN ISO 17637 Controllo non distruttivo delle saldature - Esame visivo di giunti saldati per fusione

Sono fatte salve diverse indicazioni o riferimenti normativi forniti negli elaborati progettuali o dalla D.L.

I tubi saranno forniti in lunghezze standard di 12 m o 6m in relazione alla tipologia del cantiere e delle esecuzioni; lunghezze superiori o inferiori potranno essere preventivamente autorizzate in ragione di particolari situazioni esecutive (ad esempio in prossimità di pezzi speciali aventi posizione fissa).

Tutti i tubi dovranno essere marcati indelebilmente sul lato esterno con codice derivato dalla designazione standard prevista dalla norma, in particolare dovrà essere riportato:

- nome o marchio del fabbricante del tubo
- diametro e spessore
- norma di riferimento del tubo: EN 10217-7
- il numero della colata o codice equivalente di rintracciabilità
- la designazione dell'acciaio numerica e/o alfanumerica
- codice identificativo che correli il prodotto ai certificati di fornitura
- condizioni di fornitura (finitura), a discrezione del produttore
- tipo di test condotto (TC1 o TC2)

I certificati di collaudo/colata dovranno fare espressamente riferimento ai dati riportati nella marcatura per consentire l'esatta identificazione di ogni singolo tubo.

Lo spessore delle pareti di acciaio dovrà corrispondere a quello nominale con tolleranza secondo UNI EN 10217-7, così come la tipologia della saldatura e i relativi controlli nonché la prova idraulica.

Le testate dei tubi saranno rese perfettamente piane e perpendicolari all'asse longitudinale del tubo con opportuno utensile e smussate a 30° (+5 toll) per essere predisposte alla saldatura di testa in cantiere.

Tutti i tubi saranno comunque sottoposti ad accurato esame visivo.

## 3 POSA IN OPERA

### 3.1 MOVIMENTAZIONE E ACCATASTAMENTO DELLE TUBAZIONI

#### 3.1.1 CARICO, SCARICO E TRASPORTO DEI TUBI

Tutte le movimentazioni dei tubi debbono essere effettuate secondo le indicazioni o raccomandazioni delle Ditte produttrici e comunque in modo da non provocare danni né ai tubi né ai loro rivestimenti interni ed esterni, qualora presenti, di qualsiasi natura.

Nelle operazioni di carico e scarico si dovranno evitare cadute od urti; in particolare è assolutamente vietato lo scarico per caduta libera dal mezzo di trasporto.

In nessun caso è ammesso il sollevamento dei tubi con corde, funi o catene agganciate o legate a diretto contatto del rivestimento o verniciatura. Preferibilmente si dovranno usare gru fornite di braghe da agganciare alle estremità dei tubi; i ganci di tali braghe dovranno essere adeguatamente protetti per evitare danni ai cianfrini.

Si potranno anche adottare particolari attrezzature che consentano di imbracare l'intero carico e di sollevarlo in una sola alzata.

In alternativa, per il carico, potranno essere usati:

- Fasce a superficie liscia avvolte sulla parte centrale dei tubi, purché questi vengano distanziati, sul mezzo di trasporto, con calaggi di almeno 5 cm. di altezza, se trattasi di tubi rivestiti o verniciati, e di almeno 3 cm. se trattasi di tubi grezzi; questo per consentire un agevole sfilamento della fascia a carico avvenuto.

La larghezza di tali fasce deve essere di almeno 10 cm., se i tubi hanno DN uguale o inferiore a 300 mm.; per tubi con DN superiore a 300 mm. la larghezza deve essere adeguatamente aumentata, impiegando anche più di due fasce.

- Carrelli elevatori o mezzi di tipo analogo, purché i tubi vengano distanziati, sul mezzo di trasporto, con calaggi di almeno 10 cm. di altezza, che consentano l'introduzione e lo sfilamento dei bracci, senza danneggiare il tubo o il suo rivestimento o verniciatura.

Inoltre, le superfici di possibile contatto tra tubo rivestito/verniciato o grezzo ed il mezzo di sollevamento dovranno essere ricoperte con strisce o guaine di gomma dura di almeno 5 mm. di spessore.

Durante gli spostamenti i tubi non dovranno essere fatti urtare contro ostacoli. Sui mezzi di trasporto i tubi dovranno essere stivati e fissati secondo le indicazioni delle Ditte produttrici; in particolare il distanziamento di tubi rivestiti o verniciati da eventuali prolunghe di sponda o da corde, funi o catene, usate per assicurare il carico, dovrà essere esclusivamente realizzato con strisce di gomma dura o con listelli o tavolette di legno al fine di evitare qualsiasi danneggiamento alle tubazioni stesse.

### 3.1.2 ACCATASTAMENTO TUBI

L'area delle piazzole dovrà essere scelta possibilmente in posizione pianeggiante, oppure dovrà essere spianata in modo da garantire la massima stabilità delle cataste e dovrà essere liberata da sassi o corpi estranei che possano danneggiare il rivestimento dei tubi.

Premessa l'opportunità che l'altezza della catasta sia la minima possibile, tale altezza, escluso lo spessore delle eventuali traversine, non dovrà mai superare i 2 metri.

Non sarà ammissibile che i tubi subiscano urti durante le operazioni di sistemazione; sarà inoltre indispensabile che fra un tubo e l'altro di uno stesso strato resti uno spazio di qualche millimetro.

Nel caso si dovesse regolare l'allineamento di un tubo con un piccolo spostamento, sarà ammesso l'impiego di leve, purchè lo sforzo sia applicato esclusivamente sulle testate non rivestite di esso e al di fuori del cianfrino.

#### Sistemazione del primo (o unico) strato di tubi.

I tubi non potranno essere posti a contatto diretto con il terreno, neppure parzialmente, ma dovranno essere distanziati da esso mediante traversine in legno, muri a secco o argini di terra. Quando la catasta sia stata collocata in terreno agricolo, il distanziamento dei tubi dal piano di campagna, realizzato con traversine o con altri mezzi, dovrà essere di almeno 20 cm. (all'atto di accatastamento). La distanza tra tubi e piano di campagna potrà essere ridotta fino ad un minimo di 3 cm., se la superficie del terreno, esente da sassi e priva di vegetazione, non è cedevole o è pavimentata.

Nel caso di sistemazione dei tubi su argini di terra è sufficiente un distanziamento mediante fogli di polietilene, aventi uno spessore totale di 0,2 mm. almeno. La larghezza delle strisce e dei fogli dovrà essere sufficiente ad evitare il contatto diretto fra sostegni e tubo.

Le traversine usate per l'accatastamento dovranno essere di buona qualità ed esenti da scaglie, da asperità o da chiodi che possano danneggiare il tubo, il suo rivestimento o verniciatura. Nell'accatastamento di tubi con DN uguale o inferiore a 400 mm, si dovranno prevedere tre soli punti di appoggio al terreno (al centro e alle due estremità dei tubi); negli altri casi gli appoggi dovranno essere posti in corrispondenza delle estremità dei tubi o, almeno, in corrispondenza di una di esse e nelle immediate vicinanze dell'altra. La larghezza delle traversine o di appoggi di qualsiasi altro tipo, dovrà essere di almeno 12 cm.; per impedire ogni movimento dei tubi, si potranno fissare sulle traversine dei cunei aventi la stessa larghezza.

Non è invece ammesso l'impiego di altri dispositivi di bloccaggio.

#### Sistemazione, in catasta, degli strati successivi di tubi.

Per la sistemazione dei tubi in catasta, negli strati successivi al primo, sono previste due soluzioni, la prima delle quali dovrà essere preferita per i tubi con DN superiore a 400 mm. Adottando la suddetta prima soluzione, i tubi dovranno essere appoggiati direttamente uno sull'altro; se però il rivestimento è a base di

bitume o di catrame, i diversi strati devono essere separati fra loro con un foglio di polietilene di almeno 1 mm. di spessore. Adottando invece la seconda soluzione, gli strati di tubi dovranno essere separati con traversine di legno aventi larghezza di almeno 12 cm. e fissati con cunei della stessa larghezza.

Nell'accatastamento di tubi con DN uguale o inferiore a 400 mm. dovranno essere previsti due punti di appoggio, posti a distanza di 2 - 3 m. dalle loro estremità, mentre con tubi di DN superiore a 400 mm. i punti di appoggio saranno disposti come prescritto per la sistemazione del primo strato di tubi. Le traversine dovranno avere caratteristiche uguali a quelle sopra descritte e un'altezza minima di 5 cm.

Qualora, per l'asportazione dei tubi dalle cataste fosse previsto l'impiego di carrelli elevatori o di mezzi di tipo analogo, le traversine utilizzate dovranno avere l'altezza minima di 10 cm. Al fine di proteggere il rivestimento esterno in polietilene dall'effetto dei raggi U.V. è richiesta la copertura delle tubazioni per periodi di esposizione superiore ai 2 mesi.

### 3.1.3 SFILAMENTO DEI TUBI

Lo sfilamento dei tubi rivestiti o non di grande diametro dovrà essere eseguito caricandoli, con le precauzioni indicate per il carico dei tubi, su slitte o carrelli forniti di appoggi. Ciascuno degli appoggi dovrà essere largo almeno 50 cm. o essere fornito di un piano di lamiera o di tavole di legno prive di chiodi, scaglie o asperità, e mantenuto sgombro di terra, fango o altri materiali estranei. Gli appoggi dovranno avere la minima distanza possibile dal piano di campagna; i bordi dovranno essere privi di asperità e, se metallici, essere curvati verso il basso.

Potranno anche essere utilizzate particolari attrezzature fornite di larghe selle di appoggio, di caratteristiche analoghe agli appoggi sopra descritti.

Per i tubi rivestiti o non, di piccolo diametro, lo sfilamento potrà essere eseguito anche con altri dispositivi, che siano però tali da assicurare la assoluta conservazione di integrità del tubo. Non è ammesso trasportare i tubi facendoli strisciare sul terreno, anche parzialmente e/o per brevi tratti. Il maneggio dei tubi rivestiti o verniciati nelle diverse fasi, dovrà essere eseguito con braghe agganciate alle loro testate o con fasce, di larghezza uguale o superiore al diametro del tubo stesso, avvolte sulla sua parte centrale. Si consente che vengano usati anche mezzi di altro tipo, dopo aver accertato però che il loro impiego non provochi alcun danno al rivestimento o alla verniciatura.

È assolutamente escluso l'impiego di corde o di funi legate intorno ai tubi, come pure lo scarico per la caduta libera dai mezzi di trasporto.

Per i tubi con diametro uguale o inferiore a 400 mm. è ammesso lo scarico dalle slitte o da dispositivi equivalenti per rotolamento su guide, purché il tubo possa essere frenato nella discesa, senza l'impiego di funi.

Qualora lo sfilamento di tubi rivestiti o verniciati di qualsiasi diametro dovesse essere eseguito con carrelli elevatori o con mezzi di tipo equivalente, dovranno essere anche rispettate le prescrizioni per il carico e lo scarico dei tubi.

Se il terreno in superficie risulterà molto aggressivo e ricoperto prevalentemente da erba, da stoppie, da ghiaietto, da sassi, da roccia o da asfalto o se, in ogni caso, esso presenterà costituzione tale da poter provocare corrosioni sui tubi o danni al loro rivestimento o alla verniciatura, le testate dei tubi sfilati dovranno essere fatte appoggiare su traversine o su sacchetti riempiti di terra o di paglia o di altro materiale equivalente.

Tali sostegni dovranno pertanto assicurare il distanziamento dal terreno dei tubi, per tutta la durata di questa fase.

Non sarà ammesso procedere all'allineamento dei tubi posati direttamente sul terreno, mediante leve; questo è consentito solo se essi saranno posati su sacchetti o traversine e se lo sforzo verrà applicato in corrispondenza delle testate, usando particolare attenzione per evitare danni ai cianfrini.

### 3.2 ESECUZIONE DEGLI SCAVI E FORMAZIONE DEL LETTO DI POSA.

Ove non diversamente stabilito dalla D.L., gli scavi precederanno di norma i lavori di saldatura o giunzione delle tubazioni. La pendenza del fondo scavo verrà stabilita, se necessario, di volta in volta dalla D.L.. Solo dopo che sia stato verificato lo stato delle tubazioni si procederà alla posa delle stesse sul fondo dello scavo.

Il lavoro dovrà essere effettuato con sufficienti ed idonei mezzi d'opera, onde evitare deformazioni plastiche delle tubazioni e guasti al loro rivestimento o alla loro superficie. Non si dovrà procedere alla posa delle tubazioni se il fondo e le pareti dello scavo non rispondono a quanto prescritto o indicato negli elaborati di progetto. Non è assolutamente ammesso far cadere le tubazioni sul fondo dello scavo con l'impiego di leve o per spinta.

In deroga, su precisa indicazione della D.L., purché siano osservate le condizioni di cui al presente punto, si ammette una profondità minima di ricoprimento di 1 (uno) m., in zone soggette a traffico veicolare, e di 1,20 m. in terreno di campagna. Tale profondità minima, sempre su autorizzazione della D.L., sarà ammessa anche negli attraversamenti di terreni rocciosi.

Qualora non sia possibile mantenere la profondità di posa minima, (ad esempio per sovrappasso di un ostacolo) è necessario proteggere la condotta dalle sollecitazioni meccaniche e dal gelo con tubo guaina di acciaio o PVC (inglobato in trave di c.a.), oppure con piastra in c.a.

In vicinanza di altri servizi del sottosuolo, si inseriranno idonei setti separatori o guaine, secondo le istruzioni della D.L. e/o degli Enti competenti.

### 3.3 MONTAGGIO CONDOTTE

#### 3.3.1 PULIZIA DEI TUBI, VERIFICA E PREPARAZIONE DELLE TESTATE.

Prima dell'allineamento per la giunzione o per la saldatura, il tubo dovrà essere pulito internamente con scovoli, per rimuovere qualsiasi materiale estraneo. La medesima operazione di pulizia, dovrà essere fatta alle valvole ed agli altri pezzi speciali, anche mediante lavaggio con detergenti che non danneggino le guarnizioni.

Le testate dei tubi dovranno essere perfettamente ripulite, internamente ed esternamente, per una lunghezza di almeno 10 cm. dalle estremità con spazzole metalliche inox e con eventuali idonei solventi per eliminare ogni traccia di ruggine, grassi, bave, terra, ed altre impurità, in modo da evitare difetti nella esecuzione delle saldature o delle giunzioni. Sulle testate dei tubi da saldare, l'Appaltatore, prima del loro accoppiamento dovrà controllare:

- lo stato dei cianfrini ed eseguire eventuali aggiustaggi con lima o mola;
- l'assenza o la tollerabilità, secondo le norme, delle ovalizzazioni secondo i limiti stabiliti dalla D.L..

Ammaccature evidenti, fessurazioni difetti di laminazione in prossimità dei lembi, devono essere eliminati asportando il tratto di tubo nudo contenente i difetti.

Eventuali tagli saranno eseguiti a freddo con appositi tagliatubi con lama a guida fissa.

Tutti i tagli, che dovranno essere effettuati sui tubi in acciaio, saranno eseguiti secondo un piano normale all'asse del tubo.

I tubi non rispondenti alle specifiche od aventi difetti non riparabili, dovranno essere scartati.

#### 3.3.2 ALLINEAMENTO E ACCOPPIAMENTO DEI TUBI

I tubi saldati longitudinalmente dovranno essere allineati con la saldatura longitudinale posta nella parte superiore della condotta. All'atto dell'accoppiamento le saldature dovranno trovarsi sfalsate fra di loro con un angolo di almeno 30°.

L'allineamento tra le due estremità da saldare, dovrà essere esclusivamente fatto con appositi allineatori meccanici, così che i tubi saranno perfettamente in asse fra loro, e sarà ridotta al minimo la non planarità fra le superfici affacciate che in ogni caso non potrà superare il 10% degli spessori da unire con un max di mm 1.

L'accoppiatore non dovrà essere rimosso prima di aver eseguito almeno il 50% della saldatura di prima passata, ripartita in tratti di lunghezza uniforme ed equidistanti fra di loro.

Per permettere una corretta penetrazione del materiale d'apporto in fase di saldatura, le testate da congiungere con spessore superiore a mm 3 dovranno essere smussate a Y. Si dovrà controllare che non si siano presenti ovalizzazioni delle testate od ammaccature; in tal caso, prima dell'accoppiamento, tali difetti dovranno essere eliminati.

### 3.3.3 SALDATURA DELLE TUBAZIONI

Il collegamento delle tubazioni in acciaio inox sarà ottenuto con giunzioni per saldatura di testa, eseguite con metodo TIG (Tungsten Inert Gas) osservando le regole e le procedure che assicurino l'esecuzione a regola d'arte.

I componenti principali di tale procedimento sono il generatore di energia, la torcia (con relativo elettrodo infusibile) e il gas protettivo.

Per la saldatura dovrà essere utilizzato un generatore TIG erogante corrente continua, con polo negativo all'elettrodo di tungsteno; sarà preferibilmente utilizzato un elettrodo di tungsteno toriato (fascia di colore rosso) o in alternativa al lantanio (fascia di colore blu) di diametro appropriato al lavoro da eseguire.

La torcia TIG deve essere adeguata alle saldature da eseguire, in particolare deve essere idonea al gradiente termico del processo; l'ugello ceramico posizionato a cappello sopra l'elettrodo deve dirigere il flusso del gas protettivo sulla zona della saldatura in modo da proteggerla dalle intrusioni dei gas indesiderati (ossigeno). L'ulteriore effetto del gas protettivo è quello di stabilizzare il processo, aumentare la protezione dell'elettrodo, migliorare la stabilità dell'arco elettrico e la visibilità del bagno di saldatura. Il gas di protezione sarà l'argon puro, in alternativa potrà essere usata una miscela di argon arricchita di idrogeno.

La portata del flusso del gas di protezione è da impostare indicativamente erogando 1 litro al minuto per ogni millimetro di diametro del foro dell'ugello di ceramica della torcia, la calibrazione definitiva sarà ovviamente impostata sul campo in base alle effettive condizioni operative.

La zona di saldatura del metallo dovrà essere accuratamente pulita, in particolare non dovranno essere presenti oli, grassi e contaminazioni da ossido.

Prima della saldatura bisogna sottoporre ad idoneo lavaggio la zona di unione mediante insufflazione di gas inerte prolungata per un tempo idoneo al volume della zona stessa, in ogni caso per ridurre la percentuale di ossigeno all'1% si impongono almeno 9 lavaggi (intesi come altrettanti ricambi volumetrici).

Se non vengono adottati gli opportuni accorgimenti durante la saldatura delle tubazioni inox si può sviluppare superficialmente il cosiddetto “fioretto” e cioè un film ossidativo superficiale, causato dal riscaldamento indotto dalla saldatura, arricchito in cromo a danno dei sottostanti strati del metallo base.

Tale fenomeno è assolutamente da evitare in quanto:

- conduce ad un inaccettabile aspetto colorato del metallo
- può indurre contaminazione nel fluido convogliato durante la fase operativa (il film ossidato è anche poroso)
- il film ossidato, e quindi la tubazione, è altamente vulnerabile nei confronti delle più comuni forme di corrosione quali il pitting, la tensocorrosione, la corrosione interstiziale e la corrosione microbiologica indotta.

Pertanto per evitare la formazione del film ossidato e i problemi/difetti conseguenti, il procedimento TIG deve essere eseguito con la predisposizione della protezione della zona interna alla tubazione (protezione a rovescio) con azoto gassoso, o argon, del bagno di saldatura. A tale scopo il volume interno della tubazione interessato dalla saldatura (indicativamente di lunghezza pari a 2÷3 diametri a cavallo del giunto) deve essere isolato con apposite chiusure (fasce o tamponi) in modo da confinare un ambiente ad atmosfera controllata nel quale mantenere un appropriato e continuo flusso di gas.

Eseguiti i lavaggi iniziali, l'insufflazione del gas va mantenuta anche durante la saldatura in modo che all'interno del tubo si mantenga una sovrappressione di circa 20 Pa (2 mm colonna H<sub>2</sub>O) e durante il successivo raffreddamento fino ad almeno 250 °C. La portata del flusso di protezione dovrà essere adeguata alle dimensioni del foro di uscita dalle fasce/tamponi (e all'eventuale gap tra i lembi da unire) e al gas impiegato, in modo da evitare l'ingresso di aria e al contempo di non perturbare il bagno di saldatura.

I bordi dei giunti da collegare dovranno essere opportunamente smussati in modo da presentare cianfrino a Y con svasatura a 60°, gli elettrodi e le bacchette d'apporto da utilizzare nel procedimento di saldatura dovranno avere le caratteristiche tecniche non inferiori a quelle del materiale saldato.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011:2005 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1:2005.

Le saldature dovranno essere fatte a riprese successive con 2 o più passate in funzione dello spessore dei tubi da unire e conformemente alla specifica di saldatura approvata. La seconda passata dovrà essere eseguita subito dopo la prima previa accurata asportazione delle eventuali scorie a mezzo spazzole inox.

Durante la saldatura e fino al suo completo raffreddamento (50° C) le parti unite non dovranno essere sollecitate meccanicamente.

La sezione dei cordoni dovrà essere uniforme, la loro superficie regolare, con larghezza costante, senza porosità e difetti apparenti.

Le saldature non potranno essere eseguite in caso di avverse condizioni meteoriche (freddo, pioggia, vento ecc.) a meno di predisporre opportuni ripari per i saldatori e per i giunti da saldare ritenuti idonei dalla Direzione Lavori.

In caso di saldature eseguite fuori dallo scavo, le tubazioni dovranno essere sostenute da appositi cavalletti o simili, posizionati al massimo ad 1 mt dal punto da unire, onde evitare tensioni al giunto e deflessioni.

L'altezza da terra dei tubi dovrà essere sufficiente a permettere agevolmente le lavorazioni. I sostegni dovranno essere sempre mantenuti efficienti e potranno essere tolti solo all'atto della posa nello scavo.

E' ammesso eseguire giunzioni sopra lo scavo. In questo caso le tubazioni saranno appoggiate su appositi legni a sezione circolare e perfettamente a livello tra loro.

La saldatura eseguita all'interno dello scavo è ammessa solo per particolari esigenze tecniche, e comunque limitata allo stretto necessario e previa autorizzazione della D.L.

Solo nel caso di particolari condizioni d'opera e previa autorizzazione della D.L., la tubazione potrà essere sostenuta da mezzi d'opera o approntamenti predisposti allo scopo che, durante le fasi di saldatura, dovranno essere assolutamente robuste, ferme e sicure onde evitare tensioni e movimenti durante la fase di saldatura e raffreddamento.

Quando il lavoro sarà sospeso e/o al termine di ogni giornata di lavoro, le estremità della linea in costruzione dovranno essere chiuse con un fondello metallico saldato o con apposito tappo ad espansione per evitare che nella condotta entri acqua, terriccio od altro.

### 3.3.4 ORGANIZZAZIONE DEL PROCESSO E PROCEDURA DI SALDATURA

La saldatura è un processo articolato il cui risultato finale dipende da molteplici fattori tra loro concomitanti e dove i risultati non possono essere verificati completamente con l'ispezione e il controllo finale del

manufatto. Una corretta gestione della qualità esecutiva prevede che le diverse sequenze di lavoro per ottenere il prodotto finito siano tutte evidenziate in specifiche procedure preventivamente approvate.

Le fasi del processo di saldatura complessivo devono essere organizzate necessariamente attraverso i seguenti punti:

- Il progetto/progettista definisce i requisiti di base della saldatura dei giunti
- I materiali e le apparecchiature impiegati nella saldatura devono essere qualificati e certificati
- Deve essere osservata la procedura di saldatura approvata dal Committente
- Il personale addetto alla saldatura deve essere qualificato (patentato) e presente nell'elenco fornito dall'Appaltatore
- Al termine delle saldatura devono essere effettuati i controlli sui particolari saldati

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà consegnare al Comittente per approvazione, una procedura di saldatura (WPS - Welding Procedure Specification) dove, per ogni diametro saldato e per ogni tipologia di giunto, vengono descritti in dettaglio i procedimenti di giunzione che il saldatore qualificato deve attuare, in particolare:

- Processo di saldatura
- Indicazioni sul materiale d'apporto
- Posizione di saldatura
- Preriscaldamento
- Indicazione sull'eventuale tipo di gas utilizzato ed i relativi flussi di portata
- Caratteristiche elettriche
- Tecnica di saldatura
- Trattamento termico
- Velocità di saldatura

La documentazione dovrà essere completata dai risultati delle prove, distruttive e non distruttive, effettuate su giunti campione, e superate con esito positivo.

La definizione e la gestione delle procedure sarà condotta secondo le seguenti norme di riferimento principali:

- UNI EN ISO 15607 - Specificazione e qualificazione delle procedure di saldature per materiali metallici - Regole generali;
- UNI EN ISO 15609-1 - Specificazione e qualificazione delle procedure di saldature per materiali metallici - Specificazione della procedura di saldatura Parte 1 - saldatura ad arco;
- UNI EN ISO 15614-1 - Specificazione e qualificazione delle procedure di saldature per materiali metallici - Prove di qualificazione della procedura di saldatura. Parte 1 – saldatura ad arco di acciai.
- UNI EN 1011:2005 parte 3 - Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici - Saldatura ad arco di acciai inossidabili

### 3.3.5 QUALIFICA DEI SALDATORI

Le giunzioni potranno essere eseguite esclusivamente da saldatori qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9606-1.

I certificati di qualificazione dei saldatori devono essere rilasciati da un organismo di certificazione accreditato dall'ente nazionale di accreditamento (Accredia), in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17024, per l'attività descritta dalla norma UNI EN 9606-1. (Durante il periodo transitorio di due anni a partire dal 21 Novembre 2013 è comunque possibile presentare certificati di qualifica in accordo alla UNI EN 287-1:2011, tali certificati scadranno comunque il giorno 20 Novembre 2015),

Ogni saldatore dovrà essere dotato di apposito punzone atto al riconoscimento di ogni singola saldatura da lui effettuata.

Il certificato di qualifica in corso di validità riporta anche la WPS del saldatore che deve riportare:

- le generalità del saldatore
- le variabili essenziali del processo per le quali la qualifica è valida (tipo di procedimento materiali d'apporto spessori diametri etc).

L'Impresa appaltatrice, prima dell'inizio dei lavori, dovrà comunicare al Committente l'elenco dei saldatori (che dovrà essere mantenuto aggiornato) e delle relative qualificazioni con fotocopia dei certificati.

Il Committente provvederà a far allontanare dal cantiere eventuali saldatori sprovvisti di idonea qualificazione. L'Appaltatore dichiara di accettare fin d'ora il giudizio del Committente o di persona dallo stesso incaricata, in merito alla bontà delle saldature conformemente alle norme UNI sopracitate.

Il Committente si riserva di allontanare dal cantiere il saldatore o i saldatori responsabili delle esecuzioni difettose ed in questo caso l'Appaltatore è obbligato a provvedere alla riparazione a suo completo carico, compresi tutti gli oneri, diretti ed indiretti, derivanti da un'eventuale ed ulteriore prova sulle saldature rifatte.

### 3.3.6 CONTROLLI E VERIFICHE

I controlli si articoleranno in indiretti, volti al controllo degli schemi delle procedure e delle qualifiche degli operatori, e diretti con la verifica e l'ispezione finale per accertare la qualità del giunto saldato.

Prima dell'inizio dei lavori la Direzione Lavori potrà richiedere l'esecuzione di saldature test e/o prototipi di prova per verificare preliminarmente l'idoneità degli operatori e la qualità esecutiva. In aggiunta vi saranno regolari ed apposite ispezioni in cantiere per la verifica dell'esecuzione delle saldature durante lo svolgimento dei lavori.

I controlli finali sulle giunzioni saldate, di tipo non distruttivo, saranno principalmente di tipo visivo, UNI EN ISO 17637 Controllo non distruttivo delle saldature - Esame visivo di giunti saldati per fusione, con particolare attenzione a:

- crateri
- eccesso di penetrazione
- incisioni marginali
- insellamento
- maglie irregolari
- mancanza di penetrazione esterna
- modalità di esecuzione
- livellamento dei lembi
- solchi trasversali di ripresa
- sovrasspessore di metallo d'apporto
- spruzzi di metallo d'apporto
- sputi di innesco
- aree ossidate

A garanzia di una esecuzione a regola d'arte, la Direzione Lavori potrà richiedere all'Appaltatore specifiche ed appropriate prove non distruttive sui giunti (magnetoscopiche, liquidi penetranti, radiografie, ultrasuoni) e prove di tipo distruttivo su appositi giunti di prova realizzati allo scopo.