



Finanziato
dall'UE



Mims

Ministero delle infrastrutture
e della mobilità sostenibili

**Piano Nazionale per la Ripresa e Resilienza
M2C4 - I4.2**

*"Riduzione delle perdite nelle reti di distribuzione
dell'acqua, compresa la digitalizzazione e il monitoraggio delle reti"*



Missione M2 - Rivoluzione verde e transizione ecologica

Componente C4 - Tutela e valorizzazione del territorio e della risorsa idrica

Misura 4 - Garantire la gestione sostenibile delle risorse idriche lungo l'intero ciclo e il miglioramento della qualità ambientale delle acque interne e marittime

Investimento I4.2 - Riduzione delle perdite nelle reti di distribuzione dell'acqua, compresa la digitalizzazione e il monitoraggio delle reti

Risanamento e ammodernamento delle reti di distribuzione del Cilento e Vallo di Diano tramite digitalizzazione delle reti e implementazione di un sistema centralizzato di monitoraggio, controllo, gestione della rete e Asset Management

**ED12 - DISCIPLINARE TECNICO DI DIAGNOSI
STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

R.U.P.

ing. Rossella Femiano

Consac gestioni idriche spa

DIRETTORE GENERALE

ing. Maurizio Desiderio

Consac gestioni idriche spa

MARZO 2024

via valiante 30
84078 vallo della lucania

tel 0974 75 616 / 622

fax 0974 75 623

info@consac.it

www.consac.it

codice fiscale e partita iva
00182790659

capitale sociale

9.387.351,00

registro imprese

00182790659

conto corrente postale

9845

segnalazione guasti

800 830 500

autolettura contatori

800 831 288

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

Sommario

1.	PREMESSA E DISPOSIZIONI GENERALI	3
1.1	OGGETTO E FINALITÀ DEL PROGETTO	3
2.	QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI	5
2.1.	GENERALITÀ	5
2.2.	ACCETTAZIONE DELLE TUBAZIONI.....	5
2.3.	RIVESTIMENTO INTERNO	6
2.4.	TIPI DI GIUNTI.....	6
2.5.	APPARECCHIATURE IDRAULICHE.....	7
2.6.	TUBAZIONI IN GHISA SFEROIDALE GENERALITÀ	7
2.7.	TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI IN ACCIAIO.....	17
2.8.	TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI IN ACCIAIO INOX	17
3.	COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN GENERE	19
3.1.	MOVIMENTAZIONE E POSA DELLE TUBAZIONI	19
3.2.	SCAVO PER LA TUBAZIONE.....	20
3.3.	POSA DELLA TUBAZIONE	21
3.4.	ATTRAVERSAMENTI E PARALLELISMI	24
3.5.	RINTERRO	26
4.	COSTRUZIONE DEI VARI TIPI DI CONDOTTA.....	27
4.1.	COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN GHISA	27
4.2.	TUBAZIONI IN PE100	32
5.	COLLAUDI DIMENSIONALI - COLLAUDI VISIVI - CRASH TEST - COLLAUDO DELLA OMOGENEITÀ DEL PRODOTTO, IN ACCORDO CON IL PROGRAMMA INTERNO DI VERIFICA DELLA QUALITÀ DEL FABBRICANTE.	51
5.1	COLLAUDO DELLE TUBAZIONI	57
6.	ACCESSORI	60
7.	INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEI FENOMENI DI MOTO VARIO.....	61
7.1	POSTAZIONI DI MISURA E REGOLAZIONE	63
7.1.1	Postazione di Misura delle Pressioni (PR).....	63
7.1.2	Postazione di Misura di Livelli e Portate (PQ).....	64
7.1.3	Postazione di Misura e Regolazione delle Pressioni (PRV)	65

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

1. PREMESSA E DISPOSIZIONI GENERALI

1.1 OGGETTO E FINALITÀ DEL PROGETTO

La soluzione progettuale proposta è finalizzata all’ammodernamento e al miglioramento della gestione dell’infrastruttura idropotabile condotta dalla società “Consac gestioni idriche S.p.A.” ai fini del miglioramento degli indicatori di qualità tecnica M1, M2 e M3, attraverso un approccio metodologico sostanzialmente basato sulla distrettualizzazione della rete, la gestione delle pressioni di rete, il controllo attivo delle perdite e la creazione di un sistema intelligente di digitalizzazione dell’infrastruttura idrica, compreso il monitoraggio dei parametri idraulici e operativi, nell’ambito di un performance measurement system.

Il progetto si concretizza con interventi sulle reti di distribuzione della risorsa idrica al fine di ridurre le perdite e implementando una completa digitalizzazione delle stesse, tale da permetterne un monitoraggio quanto più capillare e continuo.

La società “Consac gestioni idriche S.p.A.” è Gestore del Servizio Idrico Integrato nell’Ex Ambito Territoriale Ottimale n. 4 denominato “Sele” della Regione Campania per due macro-aree: una coincidente in larga misura con quella del Parco Nazionale del Cilento e del Vallo di Diano e l’altra comprendente la restante parte del territorio d’ambito.

La proposta progettuale si prefigge di concretizzare un’azione coordinata, su tutto il territorio gestito, che contempli il conseguimento di un approfondito livello di conoscenza e monitoraggio delle reti di distribuzione idrica, associato a lavorazioni di carattere infrastrutturale guidate dall’azione conoscitiva.

L’attività di conoscenza, associabile ad un servizio di ingegneria, è finalizzata alla raccolta ed alla sistematizzazione degli elementi geometrici e localizzativi delle reti, alla costruzione dei modelli di simulazione idraulica, nonché alla selezione degli interventi infrastrutturali (distrettualizzazione, gestione delle pressioni, ristrutturazione e/o manutenzione straordinaria) che nell’immediato consentono di massimizzare il risultato in termini di miglioramento degli indicatori di qualità tecnica M1, M2 e M3.

Il progetto riguarda la totalità della rete acquedottistica gestita da “Consac gestioni idriche S.p.A.”, consistente in 1.636 km di condotte di distribuzione che servono una popolazione di circa 144.000 abitanti, con una metodica di intervento omogenea, che consiste nella realizzazione delle seguenti attività:

- Rilievo e digitalizzazione GIS della rete, dei manufatti e delle utenze
- Installazione di strumenti di monitoraggio delle portate, delle pressioni, dei livelli dei serbatoi e di qualità dell’acqua
- Installazione di contatori di utenza di tipo smart meter nelle utenze a maggior consumo
- Mitigazione dei fenomeni di moto vario
- Installazione di un software di monitoraggio della rete e di gestione dei distretti
- Ricerca attiva delle perdite
- Implementazione di uno strumento di supporto alla decisione per l’identificazione di tratti di rete da sostituire o riabilitare
- Diagnosi strutturali di campioni rappresentativi di condotte
- Sostituzione mirata di tratti di rete ammalorati per la riduzione delle perdite di sottofondo

Si ritiene che la metodica proposta rifletta un’azione mirata a massimizzare l’efficienza del sistema idrico di distribuzione, con il minimo impegno economico e con caratteri di sostenibilità economico-finanziaria, tendendo ad assumere decisioni guidate da rigorose valutazioni tecniche.

Il primo obiettivo del progetto è quello di realizzare un dettagliato stato di fatto sia fisico che idraulico che costituisce il punto di partenza per la definizione dell’azione infrastrutturale

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

necessario a guidare nel tempo il risanamento delle reti di distribuzione. A questo scopo si prevedono sia attività di rilievo che l'implementazione di un sistema di monitoraggio dei parametri idraulici e operativi.

Il secondo obiettivo è quello di recuperare volumi idrici riducendo le perdite sia amministrative, mediante installazione di contatori di utenza di tipo smart meter nelle utenze a maggior consumo, che di rete, attraverso la ricerca attiva delle perdite e sostituzione mirata di alcuni tratti di condotta. Particolare attenzione è conferita alla mitigazione dei fenomeni di moto vario, con lo scopo di massimizzare i benefici in termini di recupero della risorsa e di conservazione delle infrastrutture esistenti.

Con la ricerca attiva delle perdite si otterranno molteplici benefici: il recupero della risorsa; il conseguente alleggerimento delle attività di manutenzione ordinaria; il miglioramento del macro-indicatore M2 mediante la riduzione delle interruzioni del servizio ottenute grazie alla riduzione dell'insufficienza idrica. Il sistema di monitoraggio prospettato permetterà di indirizzare al meglio le campagne di ricerca perdite, che non saranno realizzate genericamente in maniera sistematica ma, al contrario, guidate da analisi delle criticità e del livello di perdite per distretto e del relativo recupero idrico atteso.

La sostituzione mirata delle reti, eseguita a valle del percorso metodologico qui esposto e combinata con la gestione ottimale delle pressioni, permetterà di ridurre le perdite di sottofondo nei tronchi di rete più ammalorati, producendo un effetto continuativo nel tempo.

Infine, il sistema unitario di monitoraggio e controllo permanente delle perdite fisiche fornirà al gestore del Servizio Idrico Integrato uno strumento efficace per orientare le azioni di gestione future mirate a migliorare ulteriormente il servizio ai cittadini.

Come risultato della realizzazione della presente proposta progettuale si prevede di ottenere, al 30 novembre 2025, i seguenti risultati:

- Riduzione delle perdite idriche per un valore di circa 1,5 Mm³/anno
- Riduzione del 10% dell'indicatore M1a (perdite idriche lineari) rispetto al valore registrato nell'anno 2020.

Si presenta nel seguito una sintesi dell'intervento.

Attività	Unità	Quantità
Progettazione		
Verifica cartografie	km	48,0
Rilievo e digitalizzazione delle reti	km	1.483,0
Rilievo e digitalizzazione contatori	n	98.632,0
Rilievo e digitalizzazione manufatti e opere civili	n	272,0
Analisi funzionale con modello idraulico delle reti	km	48,0
Diagnosi fenomeni di moto vario e progettazione interventi di mitigazione	km	1.636,0
Sistema integrato di gestione; monitoraggio e controllo della rete idrica con implementazione di un plug-in DSS	n	1,0
Forniture e Lavori		
Fornitura e posa in opera misuratori Smart-Meter	n	20.000,0
Fornitura misuratori di portata	n	4,0

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

Lavori di costruzione camerette	n	160,0
Fornitura e posa misuratori pressione e moto vario	n	160,0
Fornitura; posa e manutenzione stazioni di analisi multiparametriche della qualità dell'acqua; compresa alimentazione elettrica; data logger e sistema di telecomunicazione	n	134,0
Ricerca perdite	km	2.000,0
Interventi di riparazione	n	2.000,0
Diagnosi strutturali condotte; compresi i lavori di prelievo dei campioni e le analisi di laboratorio	n	80,0
Interventi di mitigazione dei fenomeni di moto vario	n	10,0
Sostituzione reti	m	35.000,0

Con riferimento alle necessità tecniche su esplicitate, nel presente documento viene disciplinata, sia sul piano tecnico che delle prestazioni e degli obblighi dell'Appaltatore, le modalità di esecuzione delle RIPARAZIONI E SOSTITUZIONE DELLE TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI.

Il presente Disciplinare ha lo scopo, quindi, di precisare, sulla base delle caratteristiche e specifiche tecniche dei materiali, i contenuti prestazionali delle tubazioni e dei pezzi speciali previsti in progetto.

Per quanto riguarda i criteri da osservare nella costruzione, nel collaudo delle tubazioni e degli elementi che le costituiscono si fa riferimento alle norme tecniche emanate con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 12.12.1985, pubblicato sulla G.U. n.61 del 14.03.1986, circolare 27291 del 20/03/1986 e successive modificazioni od integrazioni, quando siano meno restrittive delle norme fissate nel presente Disciplinare.

Qualora gli esiti dei collaudi non fossero soddisfacenti, sarà in facoltà della D.L. ordinare ispezioni televisive delle tratte interessate a cura e spese dell'Appaltatore.

Il Disciplinare contiene, pertanto, la descrizione delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dei materiali e dei componenti previsti in progetto, nonché i riferimenti normativi, le prove, le norme di accettazione e le modalità di fornitura, approntamento, trasporto, stoccaggio e posa in opera. Tali procedure dovranno essere correttamente espletate secondo quanto disposto dal presente Disciplinare, non essendo ammessi materiali non espressamente previsti e soggetti a tali norme e regole.

2. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

2.1. GENERALITÀ

Per le tubazioni e i pezzi speciali valgono disposizioni equivalenti a quanto previsto e disciplinato per i "Materiali da costruzione".

Le prescrizioni di questo capitolo si applicano a tutte le tubazioni in generale; si applicano anche ad ogni tipo delle tubazioni di cui ai paragrafi (tubazioni di ghisa, acciaio, polietilene multistrato corazzato , ecc.) del capitolo III tranne per quanto risulti incompatibile con le specifiche norme di produzione delle stesse tubazioni.

2.2. ACCETTAZIONE DELLE TUBAZIONI

L'accettazione delle tubazioni è regolata dalle prescrizioni di questo disciplinare nel rispetto di

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

quanto indicato al punto 2.1.4. del D.M. 12 dicembre 1985, del D.M. 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”.

Nei riguardi delle pressioni e dei carichi applicati staticamente devono essere garantiti i requisiti limiti indicati nella tabella allegata al D.M. 12 dicembre 1985 per tubi di adduzione in pressione (acquadotti).

Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti la norma di riferimento, la ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale (o la classe d'impiego) e possibilmente l'anno di fabbricazione.

La Stazione Appaltante ha la facoltà di effettuare sulle tubazioni fornite in cantiere - oltre che presso la fabbrica - controlli e verifiche ogni qualvolta lo riterrà necessario, secondo le prescrizioni di questo capitolato e le disposizioni della Direzione dei Lavori.

Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere conformi, ove applicabili, alle norme:

- UNI EN 10311:2005 (Giunzioni per la connessione di tubi e raccordi di acciaio per il trasporto di acqua e altri liquidi acquosi),
- UNI EN 10312:2007 (Tubi saldati di acciaio inossidabile per il convogliamento dell'acqua e di altri liquidi acquosi - Condizioni tecniche di fornitura),
- UNI EN 1124-1:2005 (Tubi e raccordi di acciaio inossidabile con saldatura longitudinale con giunto a bicchiere per sistemi di acque reflue - Parte 1: Requisiti, prove e controllo della qualità),
- UNI EN 1124-2:2008 (Tubi e raccordi di acciaio inossidabile con saldatura longitudinale con giunto a bicchiere per sistemi di acque reflue - Parte 2: Sistema S – Dimensioni),
- UNI EN 1124-3:2008 (Tubi e raccordi di acciaio inossidabile con saldatura longitudinale con giunto a bicchiere per sistemi di acque reflue - Parte 3: Sistemi X – Dimensioni), UNI EN 10224:2006 (Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi - Condizioni tecniche di fornitura),
- UNI EN 13160-1:2004 (Sistemi di rivelazione delle perdite - Principi generali),
- UNI EN 12201-2 (Tubi in polietilene),
- UNI EN 545 (Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte)

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

2.3. RIVESTIMENTO INTERNO

Il rivestimento interno delle tubazioni non deve contenere alcun elemento solubile in acqua né alcun prodotto che possa dare sapore oppure odore all'acqua dopo un opportuno lavaggio della condotta.

Per le condotte di acqua potabile il rivestimento interno non deve contenere elementi tossici.

2.4. TIPI DI GIUNTI

Oltre ai giunti specificati per i vari tipi di tubazioni (acciaio, ghisa, ecc.), potranno adottarsi, in casi particolari (come l'allestimento di condotte esterne provvisorie), i seguenti altri tipi di giunti:

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

- Giunto a flange libere con anello di appoggio saldato a sovrapposizione, secondo la norma UNI EN 1092-1:2013.
- Giunto a flange saldate a sovrapposizione, secondo le norme UNI EN 1092-1:2013.
- Giunto a flange saldate di testa, secondo le norme UNI EN 1092-1:2013.
- Giunto Victaulic, automatico (che è di rapido montaggio e smontaggio, particolarmente indicato per condotte provvisorie e per tracciati accidentali).
- Giunto Gibault (o simili, come Dresser, Viking-Johnson), costituito da un manicotto (botticella) e da due flangie in ghisa, da bulloni di collegamento in ferro e da due anelli di gomma a sezione circolare, da impiegare per la giunzione di tubi con estremità lisce.

2.5. APPARECCHIATURE IDRAULICHE

Le apparecchiature idrauliche dovranno corrispondere alle caratteristiche e requisiti di accettazione delle vigenti norme UNI.

Su richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà esibire, entro un mese dalla data della consegna (o della prima consegna parziale) dei lavori e comunicando il nominativo della ditta costruttrice, i loro prototipi che la Direzione dei Lavori, se li ritenga idonei, potrà fare sottoporre a prove di fatica nello stabilimento di produzione od in un laboratorio di sua scelta; ogni onere e spesa per quanto sopra resta a carico dell'Appaltatore.

L'accettazione delle apparecchiature da parte della Direzione dei Lavori non esonera l'Appaltatore dall'obbligo di consegnare le apparecchiature stesse in opera perfettamente funzionanti.

2.6. TUBAZIONI IN GHISA SFEROIDALE GENERALITÀ

Il presente paragrafo specifica gli aspetti generali dei sistemi di tubazioni in ghisa sferoidale, nel campo della distribuzione dell'acqua per uso umano e si applica ai tubi in ghisa sferoidale, raccordi, valvole, loro giunzioni ed accessori e a raccordi con altri componenti di altri materiali e relativi accessori.

Le tubazioni ed i pezzi speciali in ghisa sferoidale centrifugata e ricotta dovranno essere prodotti esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 9002, e certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.

Normativa di riferimento

Fanno parte integrante del presente disciplinare, seppur non materialmente allegate, le seguenti norme richiamate e i relativi aggiornamenti:

- UNI EN 545:2010 - Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua. Requisiti e metodi di prova;
- UNI EN 681:2006 - Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico delle acque. Gomma vulcanizzata;
- UNI EN 196-1:2016 "Metodi di prova dei cementi – Parte 1: Determinazione delle resistenze meccaniche";

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

- UNI EN 197-1:2011 – Composizione, specificazioni e criteri di conformità cementi comuni;
- UNI EN 805-2002: Approvvigionamento di acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici;
- EN 1092-2: Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Flange di ghisa;
- EN 1333: Flanges and their joints - Pipework components - Definition and selection of PN;
- UNI EN 14901:2006 - Tubazioni, raccordi e accessori di ghisa duttile - Rivestimento epossidico (rinforzato) dei raccordi e degli accessori di ghisa duttile - Requisiti e metodi di prova;
- UNI EN 15189:2007 - Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - Rivestimento esterno di poliuretano dei tubi - Requisiti e metodi di prova;
- UNI EN 14628:2006 - Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale - Rivestimento esterno di polietilene per tubi - Requisiti e metodi di prova;
- UNI ISO 8180:1986 - Condotte di ghisa sferoidale. Manicotto di polietilene;
- UNI 9163:2010 - Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione - Giunto elastico automatico - Dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto;
- UNI EN 10204 :2005 Prodotti metallici – Tipi di documento di controllo;
- UNI ISO 10802 :1994 Prove idrostatiche dopo posa – Tubazioni di ghisa a grafite sferoidale;
- UNI EN ISO 4016: Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato - Categoria C;
- UNI EN ISO 4034: Dadi esagonali normali (tipo 1) - Categoria C;
- UNI EN ISO 6506-1: Materiali metallici - Prova di durezza Brinell - Parte 1: Metodo di prova;
- UNI EN ISO 6892-1: Materiali metallici - Prova di trazione - Parte 1: Metodo di prova a temperatura ambiente;
- UNI EN ISO 7091: Rondelle piane - Serie normale - Categoria C;
- D.M. n. 174 del 06/04/2004 Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, di trattamento, di adduzione e di distribuzione delle acque destinate al consumo umano.

Caratteristiche costruttive

I tubi, i raccordi e gli accessori in ghisa sferoidale potranno essere in getti ottenuti con qualsiasi procedimento di fonderia, oppure fabbricati a partire da componenti in getti.

I tubi, i raccordi e gli accessori in ghisa sferoidale dovranno rispettare le prescrizioni tecniche ed i prospetti dimensionali della norma UNI EN 545 – paragrafi 4.1, 4.2, 4.3 e 8.1, 8.2, 8.3, 8.4 – inerenti materiali, dimensioni, tolleranze, caratteristiche meccaniche, prestazioni, ecc.

Dovranno avere caratteristiche dimensionali e meccaniche conformi alla norma UNI EN 545 del 2010 ed in particolare dovranno corrispondere alla classe di spessore K9.

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

La ghisa sferoidale impiegata per la fabbricazione dei tubi dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- carico unitario di rottura a trazione: 42 daN/mm²
- allungamento minimo a rottura: 10%
- durezza Brinell: ≤ 230 HB

Internamente dovranno essere rivestite di malta cementizia d'altoforno applicata per centrifugazione, ed esternamente saranno rivestite con uno strato di zinco di 200 g/m² applicato per metallizzazione, ricoperto da uno strato di finitura di prodotto bituminoso o di resine sintetiche compatibile con lo zinco, secondo le norme UNI EN 545:2010 ed ISO 8179.

La lunghezza utile dovrà essere la seguente:

- per diametri nominali fino a 600 mm incluso: 6 m;
- per diametri nominali oltre i 600 mm: 6,7 o 8 m.

La giunzione delle tubazioni potrà avvenire con giunto elastico automatico rapido con guarnizioni a profilo divergente, conformi alla norma UNI 9163, o con giunto elastico meccanico "Express" o ancora del tipo automatico antisfilamento, secondo quanto indicato negli elaborati di progetto.

Le pressioni ammissibili dei tubi e dei raccordi devono essere quelle fornite nell'appendice A della UNI EN 545.

Tutti i tubi ed i raccordi devono essere sottoposti a prova secondo il paragrafo 6.5 della norma UNI EN 545, e non devono mostrare perdite visibili o trasudamenti, né alcun segno di cedimento.

I tubi potranno essere muniti dei seguenti tipi di giunti:

- giunti elastici;
- giunti elastici antisfilamento;
- giunti a flangia.

I materiali costituenti le guarnizioni in elastomero devono essere conformi ai requisiti della norma UNI EN 681-1, tipo WA per acqua potabile o grezza da potabilizzare. Per quanto riguarda i requisiti di prestazione dei giunti, dovranno essere rispettate le prescrizioni della già citata norma UNI EN 545 – capitolo 5.

Giunti elastici

I tubi ed i raccordi con giunti elastici devono essere conformi a quanto previsto nel paragrafo 4.2.2.1 della norma UNI EN 545, per quanto concerne il diametro esterno dell'estremità liscia e le tolleranze. Ciò comporta la possibilità di interconnessione tra componenti dotati di differenti tipi di giunti elastici.

I giunti elastici, in pratica giunti a bicchiere con guarnizione in gomma, debbono consentire piccoli spostamenti angolari e longitudinali del tubo senza che venga meno la perfetta tenuta.

La deviazione angolare ammissibile deve essere dichiarata dal fabbricante, e non deve essere minore di:

- 3° 30' da DN40 a DN300
- 2° 30' da DN350 a DN600
- 1° 30' da DN700 a DN2000.

Anche il gioco assiale ammissibile deve essere dichiarato dal fabbricante.

I giunti elastici potranno essere a serraggio meccanico o a serraggio automatico:

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

Giunto elastico a serraggio meccanico.

Il bicchiere termina con una flangia e la tenuta viene ottenuta con una guarnizione di gomma che viene stretta contro la sede nel bicchiere mediante una controflangia che dovrà proteggere i bulloni dal contatto diretto con il terreno di posa.

L'operatore dovrà pulire accuratamente il bicchiere e l'estremità liscia del tubo, passare all'interno del bicchiere e all'esterno dell'estremità liscia del tubo una pasta lubrificante, poi infilare dal lato dell'estremità liscia del tubo da installare prima la controflangia e poi la guarnizione, infine il tubo da installare viene spinto entro il bicchiere e tenendolo contratto si spinge la controflangia verso il bicchiere del tubo già installato; infilando poi i bulloni ed i relativi dadi nei fori costituiti alla bisogna nella controflangia e serrandoli a mezzo di una chiave dinamometrica in opportuna sequenza in croce secondo le coppie di serraggio indicate dal Fabbricante, si ottiene lo schiacciamento della guarnizione contro la sua sede nel bicchiere e contro la parete esterna del tubo.

In ogni caso l'estremità del tubo non dovrà toccare il fondo del bicchiere ma tenersene scostato per consentire eventuali deviazioni.

Giunto elastico a serraggio automatico

La tenuta è ottenuta automaticamente attraverso la forma della guarnizione che è bloccata in una sede apposita nel bicchiere.

La guarnizione quindi non viene infilata nel tubo da installare come nei casi del giunto a serraggio meccanico, ma nel bicchiere del tubo già posato avendo cura di cospargere il bicchiere, la guarnizione e l'estremità del tubo da installare con idonea pasta lubrificante.

Giunti elastici antisfilamento

Lo scostamento angolare ammissibile dichiarato dal fabbricante deve risultare non minore della metà di quello indicato per i giunti elastici al punto 4.1. Valgono le prescrizioni di cui al paragrafo 5.3 della UNI EN 545.

Giunti a flangia

Le flange dovranno essere fabbricate in modo da poter essere collegate con flange le cui dimensioni e tolleranze siano conformi alla norma EN 1092-2.

Ciò assicura l'interconnessione tra tutti i componenti flangiati (tubi, raccordi, valvole, ecc.) della stessa PN e dello stesso DN, nonché una adeguata prestazione del giunto. I bulloni ed i dadi devono essere almeno conformi alle prescrizioni della norma EN ISO 4016:2000 e della EN ISO 4034:2000, grado 4.6.

Quando applicabile, le rondelle devono essere conformi alla EN ISO 7091. Il fabbricante deve precisare nei suoi cataloghi se i suoi prodotti sono normalmente forniti con flange fisse o con flange orientabili, anche se tale elemento non ha influenza sull'interconnessione.

Le guarnizioni dei giunti a flangia possono essere fra quelle indicate nella norma EN 1514.

Qualora per le guarnizioni dovessero essere per necessità costituite da materiale diverso dalla gomma, tale materiale dovrà risultare conforme alla corrispondente norma europea oppure, in assenza di questa, alla corrispondente norma ISO.

Prescrizioni relative alla resistenza

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

Per quanto concerne le caratteristiche meccaniche del materiale, dovranno essere garantite le seguenti:

- Resistenza a trazione minima R_m 420 Mpa
- Allungamento minimo dopo rottura A:
 - Da DN40 a DN1000:
 - 10 % per tubi centrifugati
 - 5 % per tubi non centrifugati, raccordi, accessori
 - Da DN 1100 a DN 2000:
 - 7 % per tubi centrifugati
 - 5 % per tubi non centrifugati, raccordi, accessori
- Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità 0,2%:
 - ≥ 270 Mpa, con $A > 12\%$, per DN da 40 a 1000, con $A > 10\%$, per DN superiori a 1000
 - ≥ 300 Mpa, negli altri casi.
- Durezza Brinell [HB]:
 - ≤ 230 per i tubi
 - ≤ 250 per raccordi e accessori

I tubi potranno essere fabbricati con procedimento scelto dalla ditta fornitrice purché rispondano alle caratteristiche specificate nelle presenti istruzioni.

Prescrizioni relative alla qualità dei materiali

Rivestimenti interni ed esterni per tubi

Se non diversamente specificato tutti i tubi devono essere forniti:

- con un rivestimento esterno di zinco metallico con strato di finitura, conforme alle prescrizioni del paragrafo 4.4.2 della norma UNI EN 545;
- con un rivestimento interno in malta cementizia, conforme alle prescrizioni del paragrafo 4.4.3 della norma UNI EN 545.

In relazione alle condizioni di impiego esterne ed interne (Appendice D della UNI EN 545:2010), può altresì essere richiesta nel capitolato speciale d'appalto la fornitura di tubi con rivestimenti diversi da quelli sopraindicati e compresi tra quelli seguenti:

- 1) Rivestimenti esterni:
 - rivestimento di vernice ricca di zinco avente una massa non minore di 150g/mq con strato di finitura;
 - rivestimento rinforzato di zinco avente una massa non minore di 200g/mq con strato di finitura;
 - rivestimento con manicotto di polietilene (in aggiunta al rivestimento di zinco con strato di finitura); tale rivestimento dovrà essere conforme alla norma UNI ISO 8180:1986.
 - rivestimento di zinco-alluminio (85 Zn – 15 Al) avente una massa non minore di 400g/mq con strato di finitura;
 - rivestimento in polietilene estruso, applicato in conformità alla norma UNI EN 14628;
 - rivestimento in poliuretano, applicato in conformità alla norma UNI EN 15189;

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

- rivestimento in malta di cemento rinforzata in accordo con il prEN 15542;
- nastro adesivo.

2) Rivestimenti interni:

- vernice bituminosa;
- rivestimento di malta cementizia rinforzata;
- rivestimento di malta cementizia con strato di sigillatura (seal coat);
- rivestimento in poliuretano.

3) Rivestimento della zona di giunzione:

- resina epossidica;
- rivestimento in poliuretano.

Tali rivestimenti esterni ed interni devono essere conformi alle corrispondenti norme europee oppure, ove non esistano norme europee, a norme nazionali o a norme ISO, oppure ad una specifica tecnica concordata in assenza di norme generali.

Per i rivestimenti indicati in c), qualora sussista l'accordo tra stazione appaltante e, per il tramite dell'appaltatore, il fabbricante, lo scostamento superiore limite sul diametro esterno dell'estremità liscia rivestita può essere maggiore di quello indicato al paragrafo 8.1 della norma UNI EN 545, a condizione che sia assicurata l'interconnessione dei prodotti.

Tutti i rivestimenti interni devono essere conformi alle prescrizioni del paragrafo 4.1.4 della norma UNI EN 545, oltre che alle eventuali ulteriori prescrizioni di capitolato speciale d'appalto.

Rivestimenti interni ed esterni per i raccordi e gli accessori

Se non diversamente specificato, tutti gli accessori ed i raccordi dovranno essere forniti con un rivestimento interno ed esterno di vernice, conforme alle prescrizioni del paragrafo 4.5.2 della norma UNI EN 545.

In relazione alle condizioni di impiego esterne ed interne (Appendice D della UNI EN 545:2010), può altresì essere richiesta nel capitolato speciale d'appalto la fornitura di raccordi ed accessori con rivestimenti diversi da quelli sopraindicati e compresi tra quelli seguenti

1) Rivestimenti esterni:

- rivestimento di vernice ricca di zinco con strato di finitura;
- rivestimento con manicotto di polietilene (in aggiunta al rivestimento di zinco con strato di finitura) tale rivestimento dovrà essere conforme alla norma UNI ISO 8180:1986;
- rivestimento elettrodepositato rinforzato con uno spessore minimo di 50 µm, applicato su una superficie granigliata e fosfatata;
- nastro adesivo;
- rivestimento epossidico.

2) Rivestimenti interni:

- rivestimento di malta cementizia rinforzata;
- rivestimento di malta cementizia con mano di riempimento (seal coat);
- rivestimento elettrodepositato rinforzato con uno spessore minimo di 50 µm, applicato su una superficie granigliata e fosfatata;
- rivestimento in poliuretano;
- rivestimento in smalto;

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

- rivestimento epossidico.

Tali rivestimenti esterni ed interni devono essere conformi alle corrispondenti norme europee oppure, ove non esistano norme europee, a norme nazionali o a norme ISO, oppure ad una specifica tecnica concordata in assenza di norme generali.

Tutti i rivestimenti interni devono essere conformi alle prescrizioni del paragrafo 4.1.4 della norma UNI EN 545.

In ogni caso, qualora il rivestimento esterno dei tubi sia in zinco-alluminio avente massa minima di 400 gr/mq, i raccordi e gli accessori in ghisa sferoidale da utilizzare con detti tubi dovranno essere muniti di un rivestimento esterno di vernice epossidica conforme alla UNI EN 14901.

Qualora invece il rivestimento esterno dei tubi sia del tipo in polietilene estruso o del tipo poliuretano, i raccordi e gli accessori in ghisa sferoidale da utilizzare con detti tubi dovranno essere muniti di un rivestimento esterno di vernice epossidica avente spessore medio di almeno 250 µm e conforme alla UNI EN 14901.

Marcatura

Dovrà essere eseguita in conformità alla norma UNI EN 545 – paragrafo 4.7.

In particolare, tutti i tubi e i raccordi dovranno riportare, marcati in modo leggibile e durevole, almeno i seguenti dati:

- nome e marchio della ditta produttrice;
- anno di fabbricazione;
- designazione della ghisa sferoidale;
- diametro nominale DN;
- se del caso, la classificazione delle flange secondo la PN;
- il riferimento alla norma UNI EN 545;
- la designazione della classe di spessore dei tubi centrifugati, quando è diversa da K9;
- marcatura o etichettatura o stampigliatura attestante la conformità alle norme del Regolamento di cui al D.M. n. 174 del 06/04/2004. Laddove non possibile, la fornitura sarà accompagnata da idonea dichiarazione del produttore in merito.

Potranno essere concordate eventuali altre indicazioni delle caratteristiche principali, da riportare a vernice.

Certificazione e documentazione

La fornitura dovrà essere di norma accompagnata dai seguenti documenti:

1. Certificato, in originale o copia conforme, di conformità alla norma EN ISO 9001 del sistema di controllo della produzione del fabbricante (FPC) o del sistema di gestione della qualità del fabbricante di cui faccia parte il sistema di controllo della produzione, rilasciato da organismo accreditato secondo la EN 45012. Tale accreditamento deve essere stato effettuato dal SINCERT, o da altro organismo che abbia sottoscritto con il SINCERT l'accordo "European Cooperation for Accreditation" (EAC);
2. Dichiarazione di conformità all'ordine di tipo 2.1, ai sensi della UNI EN 10204:2005, dei tubi, dei raccordi, degli accessori e loro giunzioni, che attesti la rispondenza della fornitura alle prescrizioni della norma UNI EN 545 ed in generale al presente disciplinare, rilasciata dal fabbricante;

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

3. Dichiarazione di conformità delle guarnizioni in gomma e delle superfici interne a contatto con l'acqua alle prescrizioni del D.M. n. 174 del 06/04/2004, in originale o copia conforme, rilasciata dal fabbricante.

Qualora il capitolato speciale d'appalto lo richieda espressamente, in luogo della dichiarazione di cui al precedente punto 2) la fornitura dovrà essere accompagnata da uno dei seguenti documenti:

4. Dichiarazione di conformità all'ordine di tipo 2.2, ai sensi della UNI EN 10204:2005, dei tubi, dei raccordi, degli accessori e loro giunzioni, che attesti la rispondenza della fornitura alle prescrizioni della norma UNI EN 545 ed in generale al presente disciplinare, rilasciata dal fabbricante; tale dichiarazione dovrà riportare i risultati dei controlli non specifici svolti dal produttore, cioè delle prove effettuate in conformità alle proprie procedure per valutare la rispondenza dei prodotti ai requisiti richiesti, compresi i risultati delle prove di cui al paragrafo 5 e 7 della UNI EN 545;
5. Certificato di ispezione di tipo 3.1, ai sensi della UNI EN 10204:2005, dei tubi, dei raccordi, degli accessori e loro giunzioni, contenente la dichiarazione di conformità ai requisiti dell'ordine, che attesti la rispondenza della fornitura alle prescrizioni della norma UNI EN 545 ed in generale al presente disciplinare, rilasciata dal fabbricante; tale dichiarazione dovrà riportare i risultati dei controlli specifici svolti dal produttore, prima della consegna, sui prodotti oggetto di fornitura, ossia delle prove effettuate secondo la specifica di prodotto, per valutare la rispondenza dei prodotti ai requisiti richiesti;
6. Certificato di ispezione di tipo 3.2, ai sensi della UNI EN 10204:2005, dei tubi, dei raccordi, degli accessori e loro giunzioni, contenente la dichiarazione di conformità ai requisiti dell'ordine, che attesti la rispondenza della fornitura alle prescrizioni della norma UNI EN 545 ed in generale al presente disciplinare, rilasciata dal fabbricante e dal rappresentante incaricato dalla stazione appaltante; tale dichiarazione dovrà riportare i risultati dei controlli specifici svolti dal produttore, prima della consegna ed alla presenza del sopradetto rappresentante, sui prodotti oggetto di fornitura, ossia delle prove effettuate secondo la specifica di prodotto, per valutare la rispondenza dei prodotti ai requisiti richiesti.

Nel caso sia richiesto il certificato di ispezione di tipo 3.2, l'appaltatore dovrà avvertire con congruo preavviso la stazione appaltante dell'inizio della fabbricazione de materiali da fornire da parte del produttore, in maniera da poter garantire la presenza del proprio rappresentante incaricato.

Prove di accettazione dei tubi e dei pezzi speciali

Generalità

La stazione appaltante disporrà comunque sulla fornitura approvvigionata in cantiere, a cura di un proprio rappresentante o di un laboratorio qualificato di sua fiducia, tutti quei controlli e prove ritenute utili all'accertamento della rispondenza della fornitura alle prescrizioni del presente disciplinare.

A tal fine l'intera fornitura sarà suddivisa in singole partite di materiali il più possibile omogenee dal punto di vista sia della forma sia della fabbricazione. Dalle partite di materiali prodotti verranno prelevati, a discrezione della D.L., saggi per le prove in numero esuberante rispetto a quello strettamente necessario, per eventuali prove ripetute. I saggi dovranno essere prelevati

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

dalle testate lisce dei tubi stessi e dai raccordi.

Tutti i tubi, sui quali saranno stati prelevati saggi per le prove di accettazione, saranno accettati dalla stazione appaltante come se avessero la loro lunghezza normale.

Controllo dei difetti superficiali

Si eseguirà il controllo dei difetti superficiali sui tubi e sui pezzi speciali approvvigionati in cantiere. Le pareti interne ed esterne dovranno essere sbavate con cura e pulite. Il controllo sarà effettuato a vista, e cioè senza il soccorso di apparecchiature di ingrandimento. Al controllo i tubi ed i pezzi speciali dovranno risultare esenti da difetti superficiali tali da nuocere al loro impiego.

Controllo delle dimensioni

Si eseguirà il controllo delle dimensioni sarà eseguito sui tubi e sui pezzi speciali allo stato di fornitura, secondo quanto previsto dal paragrafo 6.1 della norma UNI EN 545.

Prova di trazione

Si eseguirà, presso laboratorio qualificato di fiducia della stazione appaltante, la prova di trazione su provette estratte da un saggio per ogni partita, prelevato a scelta del rappresentante della stazione appaltante. La prova di trazione sarà effettuata secondo quanto previsto dal paragrafo 6.3 della norma UNI EN 545.

Prova di durezza

Si eseguirà, presso laboratorio qualificato di fiducia della stazione appaltante, la prova di trazione su un campione per ogni partita, prelevato a scelta del rappresentante della stazione appaltante. La prova di trazione sarà effettuata secondo quanto previsto dal paragrafo 6.4 della norma UNI EN 545.

Prove sui rivestimenti

Si eseguiranno, presso laboratorio qualificato di fiducia della stazione appaltante, le prove sui rivestimenti relativamente a un campione per ogni partita, prelevato a scelta del rappresentante della stazione appaltante. Le prove sui rivestimenti saranno effettuate secondo quanto previsto dai paragrafi 6.6, 6.7 e 6.8 della norma UNI EN 545.

Prove sulle guarnizioni

Su un quantitativo non maggiore del 10% (dieci per cento) del numero di elementi approvvigionati saranno effettuati i controlli dei difetti superficiali ed eventualmente il controllo delle dimensioni.

Al controllo dei difetti superficiali le guarnizioni di gomma dovranno presentare omogeneità di materiale, assenze di bolle d'aria, vescichette, forellini e tagli. Saranno tollerati solamente segni, ridottissimi in numero e dimensioni, derivanti da eventuale stampaggio per iniezione. La superficie degli anelli deve essere liscia e perfettamente stampata, esente da difetti, impurità o particelle di materiale estraneo.

Sono escluse anche porosità o inclusioni d'aria nella massa. Le sbavature dovranno essere ridotte ad un minimo che non pregiudichi la tenuta dell'acqua. Eventualmente l'asportazione della bava può essere ottenuta mediante leggera molatura. Il controllo delle dimensioni consisterà nella verifica della rispondenza alle dimensioni prescritte nella eventuale norma tecnica relativa al tipo di giunto utilizzato.

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

Su un quantitativo non maggiore dell'1% (uno per cento) del numero di elementi costituenti le singole partite saranno effettuate le prove necessarie a verificare la rispondenza del materiale costitutivo alle prescrizioni della norma EN 681.1 tipo WA per acque potabili o grezze da potabilizzare.

Le prove chimiche, che potranno essere effettuate sui campioni di gomma, avranno lo scopo di accertare la presenza nella miscela di elementi non ammessi dalle presenti norme e di verificare, inoltre, che i tenori percentuali rientrino nei valori prescritti.

Effetto dei risultati ottenuti nelle prove di accettazione dei tubi, raccordi, accessori

Difetti superficiali

Qualora alcuni tubi o pezzi speciali presentassero leggere imperfezioni superficiali la ditta produttrice potrà rimediare sotto la propria responsabilità, nei modi che riterrà opportuno. Difetti, sempre di secondaria importanza, potranno essere riparati solamente con il consenso preventivo del rappresentante della stazione appaltante.

Nella riparazione la ditta produttrice potrà impiegare qualsiasi provvedimento precedentemente sperimentato, anche la saldatura, assumendosi comunque ogni responsabilità sulla riuscita del lavoro di riparazione.

I tubi ed i pezzi speciali che presentassero imperfezioni o difetti, ritenuti a giudizio del rappresentante della stazione appaltante di notevole importanza ai fini dell'impiego, saranno senz'altro rifiutati.

Controllo delle dimensioni

I tubi ed i pezzi speciali, le cui dimensioni presentassero al controllo differenze rispetto alle dimensioni normali oltrepassanti le tolleranze ammesse, saranno rifiutati.

Prova di trazione

Se i valori della resistenza a rottura, del limite elastico allo 0,2% e dell'allungamento percentuale a rottura risultassero, nella prova di trazione di una provetta, inferiori ai minimi prescritti in precedenza, la prova sarà ripetuta ancora su due provette ricavate dagli altri saggi della medesima partita dei materiali. I risultati di queste due riprove dovranno soddisfare alle prescrizioni altrimenti la partita dei materiali, cui le prove si riferiscono, sarà rifiutata. Nell'esame dei risultati della prova di trazione non si terrà conto dell'esito di prove eseguite su provette che presentassero evidenti difetti di natura accidentale.

Prove di durezza

Se il valore della durezza Brinell risultasse superiore ai massimi prescritti in precedenza, la prova sarà ripetuta ancora su due provette ricavate dagli altri saggi della medesima partita dei materiali. I risultati di queste due riprove dovranno soddisfare alle prescrizioni altrimenti la partita dei materiali, cui le prove si riferiscono, sarà rifiutata.

Effetto dei risultati ottenuti nelle prove di accettazione delle guarnizioni

Gli anelli di guarnizione, che presentassero difetti superficiali, ritenuti a giudizio del rappresentante della Stazione appaltante nocivi ai fini del loro impiego, saranno senz'altro

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

rifiutati. Gli anelli di guarnizione, le cui dimensioni presentassero, al controllo, differenze rispetto alle dimensioni normali oltrepassanti le tolleranze ammesse, saranno rifiutati.

Se le caratteristiche degli anelli di guarnizione risultassero, nelle prove fisiche sull'1% (uno per cento) del quantitativo fornito, non rispondenti alle prescrizioni, le prove saranno ripetute ancora su un altro quantitativo pari al 2% (due per cento). In caso di esito positivo gli anelli di guarnizione forniti verranno senz'altro accettati; in caso contrario saranno rifiutati

In ogni caso, qualora dalle analisi chimiche risulti la non idoneità all'impiego per fini potabili, gli anelli di guarnizione saranno senz'altro rifiutati.

2.7. TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI IN ACCIAIO

Le tubazioni ed i pezzi speciali in acciaio dovranno essere prodotti esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 9002, e certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.

Hanno valore le norme UNI EN 10224 del 2006 relative alle caratteristiche, tolleranze e spessori. I tubi in acciaio, tranne quelli zincati, saranno tutti bitumati a caldo; all'esterno saranno rivestiti con doppio strato compresso, compatto ed aderente, vetroflex e catrame dello spessore di mm 4.

2.8. TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI IN ACCIAIO INOX

Le tubazioni ed i pezzi speciali in acciaio inox dovranno essere prodotti esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 9002, e certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.

Le tubazioni in acciaio inox dovranno essere conformi alle norme AISI 304 e AISI 316/L.

I procedimenti di fabbricazione, di collaudo e di certificazione delle condotte dovranno rispettare le normative vigenti e comunque le Norme ASTM A312-A358-A409-A403-A530- A370.

Le tubazioni ed i pezzi speciali dovranno risultare scordonati esternamente e rifiniti mediante decapaggio e passivazione.

Il decapaggio, finalizzato ad evitare fenomeni corrosivi localizzati, può essere di tipo meccanico o chimico.

In entrambi i casi è necessario riuscire ad eliminare le scorie più o meno resistenti che si formano sulla superficie dell'acciaio. I sistemi meccanici possono eseguirsi con sabbia silicea, corindone oppure con sfere di vetro o di acciaio inossidabile.

Se la quantità di scaglia è di considerevole spessore e risulta molto aderente alla superficie metallica si procederà con due o più cicli di decapaggio anche con metodologie diverse (meccanici più energici e chimici).

Nel caso si volesse decapare solo una parte del componente, per esempio nel caso delle saldature, è possibile adottare delle paste decapanti applicate a freddo nella zona da decapare. la rimozione di tali paste avviene con un lavaggio in acqua dopo un tempo di applicazione che è funzione del tipo di pasta e del tipo di scaglia da asportare.

La passivazione ha lo scopo di ripristinare lo strato passivo degli acciai inossidabili ed eliminare tracce di metalli meno nobili o di depositi vari onde evitare corrosioni da vaiolatura ("pitting") o interstiziali ("crevice").

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

Il trattamento di passivazione in cantiere dovrà essere attuato in tutti i casi in cui l'acciaio inossidabile sia stato lavorato con utensili che abbiano precedentemente lavorato metalli meno nobili oppure sia venuto a contatto con semilavorati o con strutture in acciaio al carbonio. Il trattamento può essere effettuato sull'intera superficie del manufatto per mezzo di opportuni bagni oppure localmente per mezzo di paste passivanti.

Dopo il trattamento di decontaminazione è necessario procedere ad un accurato lavaggio in acqua in modo tale da eliminare ogni traccia di soluzione acida.

Le caratteristiche dimensionali delle tubazioni dovranno essere in accordo con le norme ANSI B 36.19 e B 36.10.

Le curve a 90° (con raggio di curvatura $\geq 1.5 D$) e le riduzioni tronco coniche dovranno avere dimensioni conformi alle norme ANSI B 16.9.

I raccordi a "T" dovranno essere ricavati da tubi saldati ed avere dimensioni conformi alle norme ANSI B 31.

Il collegamento tra tubi in acciaio inox e raccordi, pezzi speciali ed accessori di altro materiale dovrà avvenire con giunzioni a serraggio meccanico tipo "STRAUB".

Per giunzioni "tipo STRAUB" sono da intendersi giunzioni a serraggio meccanico in acciaio inox AISI 304, dotate di guarnizioni in elastomero sintetico (EPDM, caratterizzate da una durezza di 60 Shore A), che lavorano per flessione e non per reazione elastica della gomma, e sono in grado quindi di garantire un effetto progressivo della tenuta nel tempo indipendentemente dalla possibile riduzione di elasticità della gomma per effetto dell'invecchiamento.

Queste giunzioni devono poter permettere deviazioni angolari fino a 5° in ogni direzione, e possono unire tubazioni di materiale diverso con terminali lisci, senza richiedere alcuna preparazione degli stessi.

Il collegamento fra tubazioni e pezzi speciali in acciaio inox può avvenire anche mediante saldatura o giunzioni a flange.

La giunzione saldata può essere eseguita tanto all'arco elettrico che ossiacetilenica per diametri minori di 100 mm, mentre deve essere solamente all'arco elettrico per diametri superiori ai 100 mm.

La giuntura dei tubi, a saldatura autogena con barrette di acciaio dolce cotto, dovrà essere eseguita da operatori particolarmente esperti ed in modo da evitare irregolarità e sbavature del metallo di riporto. Il cordone di saldatura deve avere uno spessore almeno uguale a quello del tubo, di larghezza costante, senza porosità ed altri difetti.

I cordoni di saldatura devono essere eseguiti in modo da compenetrarsi completamente nel metallo base lungo tutta la superficie di unione; la superficie di ogni passata, prima che sia eseguita la successiva, deve essere ben pulita e liberata da scorie mediante leggero martellamento ed accurata spazzolatura.

I saldatori dovranno essere patentati per saldature su acciaio inox con Enti riconosciuti a livello europeo (Lloyd Register's, RINA, Istituto Italiano Saldatura).

I processi di saldatura e le qualifiche del saldatore dovranno comunque essere conformi alle norme UNI 1307/1, UNI EN 287/1 del 1993, UNI EN ISO 9606/4 del 2001, UNI 7711, UNI 8032, UNI EN ISO

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

15607 del 2005, UNI EN ISO 15609-1/2006, UNI EN ISO 15614-1/2005. L'esecuzione della giunzione a flange avverrà mediante interposizione di guarnizioni di gomma telata o amiantite a forma di corona circolare di spessore non inferiore a 3 millimetri.

La guarnizione avrà dimensioni tali da risultare, una volta stretti i bulloni, delle stesse dimensioni delle facce di contatto delle flange, senza che la guarnizione abbia a sporgere nel lume del tubo. Nei riguardi della tecnica operativa, si procederà a pulire le facce delle flange e la guarnizione in modo da asportare ogni traccia di ossido, grassi o sostanze estranee.

Si provvederà quindi al serraggio dei bulloni per coppie opposte. Salvo diverse indicazioni i fori delle flange dovranno essere sfalsati secondo le tabelle UNI EN 1092-1 del 2013.

I tipi di flange da impiegarsi sono:

- flange cieche UNI EN 1092-1 del 2013
- flange da saldare a sovrapposizione, circolari secondo UNI EN 1092-1 del 2013
- flange da saldare di testa UNI EN 1092-1 del 2013.

Le flange saranno in acciaio tipo Aq 34 UNI 3986 e comunque conformi alla normativa vigente UNI EN 10250-1 del 2001 e UNI EN 10250/2 del 2001 con un carico di rottura a trazione minimo 33 kg/mm².

La superficie di tenuta sarà: a gradino secondo UNI EN 1092-1 del 2013 a faccia piana secondo UNI EN 1092-1 del 2013.

3. COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN GENERE

3.1. MOVIMENTAZIONE E POSA DELLE TUBAZIONI

Generalità

Nella costruzione delle condotte costituenti l'opera oggetto del presente appalto, saranno osservate le vigenti Norme tecniche:

- la normativa del Ministero dei lavori pubblici;
- le disposizioni in materia di sicurezza igienica e sanitaria di competenza del Ministero della sanità;
- le prescrizioni di legge e regolamentari in materia di tutela delle acque e dell'ambiente dall'inquinamento;
- le speciali prescrizioni in vigore per le costruzioni in zone classificate sismiche, allorché le tubazioni siano impiegate su tracciati che ricadano in dette zone;
- altre eventuali particolari prescrizioni, purché non siano in contrasto con la normativa vigente, in vigore per specifiche finalità di determinati settori come quelle disposte dalle Ferrovie dello Stato per l'esecuzione di tubazioni in parallelo con impianti ferroviari ovvero di attraversamento degli stessi.

Le prescrizioni di tutto il paragrafo "Movimentazione e Posa delle Tubazioni" si applicano a tutte le tubazioni in generale; si applicano anche ad ogni tipo delle tubazioni di cui ai paragrafi successivi, tranne per quanto sia incompatibile con le specifiche norme per esse indicate.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Movimentazione delle tubazioni

Carico, trasporto e scarico

Il carico, il trasporto con qualsiasi mezzo (ferrovia, nave, automezzo), lo scarico e tutte le manovre in genere, dovranno essere eseguiti con la maggiore cura possibile adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi e adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere ai materiali costituenti le tubazioni stesse ed al loro eventuale rivestimento.

Pertanto si dovranno evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, strisciamenti, contatti con corpi che possano comunque provocare deterioramento o deformazione dei tubi. Nel cantiere dovrà predisporre quanto occorre (mezzi idonei e piani di appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare.

Accatastamento e deposito

L'accatastamento dovrà essere effettuato disponendo i tubi a cataste in piazzole opportunamente dislocate lungo il tracciato su un'area piana e stabile protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparate dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche.

La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto di appoggio. L'altezza sarà contenuta entro i limiti adeguati ai materiali ed ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo.

I tubi accatastati dovranno essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione dovranno, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta. Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisori.

I giunti, le guarnizioni, le bullonerie ed i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere depositati, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con olii o grassi e non sottoposti a carichi.

Le guarnizioni in gomma (come quelle fornite a corredo dei tubi di ghisa sferoidale) devono essere immagazzinate in locali freschi ed in ogni caso riparate dalle radiazioni ultraviolette, da ozono. Saranno conservate nelle condizioni originali di forma, evitando cioè la piegatura ed ogni altro tipo di deformazione. Non potranno essere impiegate guarnizioni che abbiano subito, prima della posa, un immagazzinamento superiore a 36 mesi.

3.2. SCAVO PER LA TUBAZIONE

Lo scavo delle trincee per la posa delle tubazioni seguirà rigidamente gli assi e le livellate di progetto, adattando i vertici dell'asse in modo da avere tratte rettilinee di condotta costituite da multipli interi della lunghezza dei tubi evitando per quanto possibile la formazione di spezzoni di raccordo.

Il raccordo tra due tratte rettilinee avverrà con pezzo speciale opportunamente contrastato. La larghezza di scavo sul fondo sarà:

- per allacci idrici: L= 40 cm;

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

- per le condotte idriche: $L = D + 2 * 0,25$.

Larghezze diverse da quelle sopra indicate potranno essere prescritte per ragioni che devono essere chiaramente giustificate.

Lo scavo sarà eseguito al disotto della generatrice inferiore di appoggio del tubo per una profondità di 15 cm o maggiore se così indicato in progetto.

Le profondità di posa dei tubi sono indicate sui profili longitudinali delle condotte mediante "livellette" determinate in sede di progetto oppure prescritte dalla Direzione dei Lavori.

Le pareti di scavo andranno, se ritenuto necessario o comunque con un'altezza dello scavo maggiore di 1,50 m, assicurate da smottamenti o crolli, mediante opportune opere provvisorie, così come dovrà adottarsi ogni mezzo perché i cavi non vengano invasi da acque di falda o di corruzione. In corrispondenza delle giunzioni dei tubi o dei pezzi speciali lo scavo della trincea sarà opportunamente allargato a formare una nicchia.

Al termine delle operazioni di scavo il fondo della trincea dovrà risultare regolare e livellato e dalle pareti non dovranno essere elementi lapidei per una profondità eccedente il 5% della lunghezza del cavo.

Per tutto il tempo in cui i cavi dovranno rimanere aperti per la costruzione delle condotte, saranno ad esclusivo carico dell'Appaltatore tutti gli oneri per armature, esaurimenti di acqua, sgombero del materiale eventualmente franato e la perfetta manutenzione del cavo, indipendentemente dal tempo trascorso dall'apertura dello stesso e dagli eventi meteorici verificatisi, ancorché eccezionali.

L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento della fornitura dei tubi; pertanto, gli scavi per posa condotte potranno essere sospesi a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori qualora la costruzione della condotta già iniziata non venga sollecitamente completata in ogni sua fase, compresa la prova idraulica ed il rinterro.

3.3. POSA DELLA TUBAZIONE

Sfilamento dei tubi

Col termine "sfilamento" si definiscono le operazioni di trasporto dei tubi in cantiere, dalla catasta a piè d'opera lungo il tracciato, ed il loro deposito ai margini della trincea di scavo. In genere converrà effettuare lo sfilamento prima dell'apertura dello scavo sia per consentire un migliore accesso dei mezzi di trasporto e movimentazione sia per una più conveniente organizzazione della posa.

I tubi prelevati dalle cataste predisposte verranno sfilati lungo l'asse previsto per la condotta, allineati con le testate vicine l'una all'altra, sempre adottando tutte le precauzioni necessarie (con criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto) per evitare danni ai tubi ed al loro rivestimento.

I tubi saranno depositati lungo il tracciato sul ciglio dello scavo, dalla parte opposta a quella in cui si trova o si prevede di mettere la terra scavata, ponendo i bicchieri nella direzione prevista per il montaggio e curando che i tubi stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

Posa in opera dei tubi

Prima della posa in opera i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

controllati, con particolare riguardo alle estremità ed all'eventuale rivestimento, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati; quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti.

Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato l'eventuale rivestimento si dovrà procedere al suo ripristino.

Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni precedenti (di trasporto, ecc.) con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna; le estremità di ogni tratto di condotta in corso d'impianto devono essere comunque chiuse con tappo di legno, restando vietato effettuare tali chiusure in modo diverso.

La posa in opera dovrà essere effettuata da personale specializzato. I tubi con giunto a bicchiere saranno di norma collocati procedendo dal basso verso l'alto e con bicchieri rivolti verso l'alto per facilitare l'esecuzione delle giunzioni. Per tali tubi, le due estremità verranno pulite con una spazzola di acciaio ed un pennello, eliminando eventuali grumi di vernice ed ogni traccia di terra o altro materiale estraneo. La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

Il letto di posa consisterà in uno strato, disteso sul fondo dello scavo, di materiale incoerente – come sabbia o terra non argillosa sciolta e vagliata e che non contenga pietruzze - di spessore non inferiore a 15 cm misurati sotto la generatrice del tubo che vi verrà posato.

Se i tubi vanno appoggiati su un terreno roccioso e non è possibile togliere tutte le asperità, lo spessore del letto di posa dovrà essere convenientemente aumentato. Ove si renda necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui. Il piano di posa - che verrà livellato con appositi traguardi in funzione delle "livellette" di scavo (apponendo e quotando dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della condotta, sia in punti intermedi, in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 15 metri) dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole.

In quest'ultimo caso la discontinuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

Nel caso specifico di tubazioni metalliche dovranno essere inserite, ai fini della protezione catodica, in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

Nel caso di posa in terreni particolarmente aggressivi la tubazione di ghisa sferoidale sarà protetta esternamente con manicotto in polietilene, dello spessore di 20 ÷ 40 mm, applicato in

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

fase di posa della condotta.

Per i tubi costituiti da materiali plastici dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando le manovre di cui al paragrafo "Movimentazione delle Tubazioni" ed a questo dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0 °C, per evitare danneggiamenti.

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinare la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti.

Ogni tratto di condotta posata non deve presentare contropendenze in corrispondenza di punti ove non siano previsti organi di scarico e di sfiato.

La posizione esatta in cui devono essere posti i raccordi o pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche deve essere riconosciuta o approvata dalla Direzione dei Lavori. Quindi resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua, la quale deve essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture. È vietato l'impiego di spezzoni di tubo non strettamente necessari.

Durante l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati. Si impedirà quindi con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguata sorveglianza nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane e si eviterà parimenti, con rinterrati parziali eseguiti a tempo debito senza comunque interessare i giunti, che, verificandosi nonostante ogni precauzione la inondazione dei cavi, le condotte che siano vuote e chiuse agli estremi possano essere sollevate dalle acque.

Ogni danno di qualsiasi entità che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele è a carico dell'Appaltatore. Posa in opera dei pezzi speciali e delle apparecchiature idrauliche.

I pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche saranno collocati seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi. I pezzi speciali saranno in perfettamente coassiali con i tubi.

Gli organi di manovra (saracinesche di arresto e di scarico, sfiati, gruppi per la prova di pressione, ecc.) e i giunti isolanti - che è conveniente prima preparare fuori opera e poi montare nelle tubazioni - verranno installati, seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi, in pozzetti o camerette in muratura accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione in modo che non siano a contatto con acqua e fango.

Fra gli organi di manovra ed eventuali muretti di appoggio verranno interposte lastre di materiale isolante.

Nei casi in cui non è possibile mantenere le camerette sicuramente e costantemente asciutte, le apparecchiature suddette saranno opportunamente rivestite, operando su di esse prima della loro installazione e successivamente sulle flange in opera.

Parimenti saranno rivestiti, negli stessi casi o se si tratta di giunti isolanti interrati, i giunti medesimi. Le saracinesche di arresto avranno in genere lo stesso diametro della tubazione nella quale debbono essere inserite e saranno collocate nei punti indicati nei disegni di progetto o dalla Direzione dei Lavori.

Le saracinesche di scarico saranno collocate comunque - sulle diramazioni di pezzi a T o di pezzi a croce - nei punti più depressi della condotta tra due tronchi (discesa - salita), ovvero alla

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

estremità inferiore di un tronco isolato.

Gli sfiati automatici saranno collocati comunque - sulle diramazioni di pezzi a T, preceduti da una saracinesca e muniti di apposito rubinetto di spurgo - nei punti culminanti della condotta tra due tronchi (salita - discesa) o alla estremità superiore di un tronco isolato ovvero alla sommità dei sifoni.

Giunzioni dei pezzi speciali flangiati e delle apparecchiature idrauliche con la tubazione

Il collegamento dei pezzi speciali flangiati o delle apparecchiature idrauliche con la tubazione è normalmente eseguito con giunto a flangia piena consistente nella unione, mediante bulloni, di due flange poste alle estremità dei tubi o pezzi speciali o apparecchiature da collegare, tra le quali è stata interposta una guarnizione ricavata da piombo in lastra di spessore non minore di 5 mm o una guarnizione in gomma telata.

Le guarnizioni avranno la forma di un anello piatto il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale a quello esterno del "collarino" della flangia. È vietato l'impiego di due o più rondelle nello stesso giunto.

Quando, per particolari condizioni di posa della condotta, sia indispensabile l'impiego di ringrossi tra le flange, questi debbono essere di ghisa o di ferro e posti in opera con guarnizioni su entrambe le facce.

È vietato ingrassare le guarnizioni. I dadi dei bulloni saranno stretti gradualmente e successivamente per coppie di bulloni posti alle estremità di uno stesso diametro evitando di produrre anormali sollecitazioni della flangia, che potrebbero provocarne la rottura. Stretti i bulloni, la rondella in piombo sarà ribattuta energicamente tutto intorno con adatto calcatoio e col martello per ottenere una tenuta perfetta.

Giunzioni dei tubi

Verificati pendenza ed allineamento si procederà alla giunzione dei tubi, che dovrà essere effettuata da personale specializzato. Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni dovranno essere perfettamente pulite. La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione dipendenti dal tipo di tubo e giunto impiegati nonché dalla pressione di esercizio.

A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti dovranno, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici con modalità esecutive specificatamente riferite al tipo di giunto ed al tubo impiegato.

3.4. ATTRAVERSAMENTI E PARALLELISMI

Norme da osservare

Nei casi di interferenza (attraversamenti, parallelismi) di condotte di acqua potabile sotto pressione (acquedotti) con le ferrovie dello Stato ovvero con ferrovie, tramvie e filovie extraurbane, funicolari, funivie e impianti similari, concessi o in gestione governativa, eserciti sotto il controllo della Direzione generale della motorizzazione civile e trasporti in concessione, saranno osservate le Norme vigenti ed in particolare le prescrizioni del D.M. 23 febbraio 1971 come modificato dal D.M. 10 agosto 2004.

ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST, INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO

Attraversamenti di corsi d'acqua, ferrovie e strade

Si devono predisporre manufatti di attraversamento ogni volta che la condotta incontri:

- un corso d'acqua naturale o artificiale;
- una strada ferrata;
- una strada a traffico pesante.

Negli attraversamenti di corsi di acqua importanti, è in generale necessario effettuare il sovra passaggio mediante piccoli ponti progettati per il sostegno della tubazione, oppure servirsi come appoggio di un ponte esistente.

Nel caso di piccoli corsi d'acqua, come torrenti, sarà effettuato un sottopassaggio ricavato in una briglia del torrente, che abbia sufficiente robustezza.

In genere, in corrispondenza all'attraversamento di un corso d'acqua si ha un punto basso della condotta e in tale punto è conveniente sistemare un pozzetto di scarico.

Gli attraversamenti ferroviari vanno scrupolosamente osservate le prescrizioni del D.M. 04/04/2014.

Gli attraversamenti stradali saranno in genere posti in cunicolo, per non essere costretti, in caso di rottura del tubo, a manomettere la sede stradale per la riparazione; è in ogni caso necessario, quando non sia conveniente costruire un vero e proprio cunicolo, disporre la condotta in un tubo più grande (tubo guaina) od in un tombino, in modo da proteggerla dai sovraccarichi e dalle vibrazioni trasmesse dal traffico sul piano stradale e permettere l'eventuale sfilamento.

Le saracinesche di intercettazione verranno poste in pozzetti prima e dopo l'attraversamento per facilitare eventuali riparazioni della condotta.

Le condotte contenute in tubi-guaina (p.e., negli attraversamenti stradali e ferroviari) saranno isolate elettricamente inserendo zeppe e tasselli - rispettivamente alle estremità del tubo- guaina e nella intercapedine fra condotta e tubo-gomma - di materiale elettricamente isolante e meccanicamente resistente. I tasselli non dovranno occupare più di un quarto dell'area dell'intercapedine e saranno in numero tale che in nessun caso i tubi possano venire a contatto per flessione. I tubi-guaina saranno dotati di adeguato rivestimento esterno; i tubi di sfiato dei tubi-guaina saranno realizzati in modo da non avere contatti metallici con le condotte.

Distanze della condotta da esistenti tubazioni e cavi interrati

La condotta sarà mantenuta alla massima distanza possibile dalle altre tubazioni (acquedotti, gasdotti, ecc.) e cavi (elettrici, telefonici, ecc.) interrati.

Per le condotte urbane:

- nei parallelismi, se eccezionalmente si dovesse ridurre la distanza a meno di 30 cm, verrà controllato anzitutto il rivestimento con particolare cura mediante un rilevatore a scintilla per verificarne in ogni punto la continuità e sarà poi eseguito un rivestimento supplementare (come quello per la protezione dei giunti nei tubi di acciaio); nella eventualità che possano verificarsi contatti fra le parti metalliche, saranno inseriti tasselli di materiale isolante (p.e. tela bachelizzata, PVC, ecc.) dello spessore di almeno 1 cm;
- negli incroci verrà mantenuta una distanza di almeno 30 cm; se eccezionalmente si dovesse ridurre, sarà eseguito un rivestimento supplementare come sopra per una estensione di 10 m a monte e 10 m a valle; se esiste il pericolo di contatto fra le parti metalliche (p.e. per assestamenti del terreno), verrà interposta una lastra di materiale

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

isolante con spessore di almeno 1 cm, larghezza eguale a $2 \div 3$ volte il diametro del tubo maggiore e lunghezza a seconda della posizione della condotta rispetto alle altre tubazioni o cavi.

Analogamente si procederà per le condotte extraurbane, nei parallelismi e negli incroci, quando la distanza di cui sopra si riduca a meno di 75 cm.

Attraversamenti di pareti e blocchi in calcestruzzo

La tubazione, per la parte in cui attraversa pareti o blocchi di ancoraggio ecc., conserverà il rivestimento protettivo e verrà tenuta ad una distanza di almeno 10 cm dagli eventuali ferri di armatura.

Se in corrispondenza all'attraversamento deve essere realizzato l'ancoraggio, si ricorrerà a cerniere protette con idonee vernici isolanti (p.e. epossidiche) mentre il tubo sarà sempre dotato di rivestimento.

Sostegni per condotte aeree

Fra la tubazione e le sellette di appoggio saranno interposte lastre o guaine di materiale isolante (p.e. Polietilene, gomma telata, ecc.) sia nei punti in cui la condotta è semplicemente appoggiata che in quelli in cui la condotta è ancorata ai sostegni mediante collare di lamiera e zanche di ancoraggio.

3.5. RINTERRO

Rinfianco e rinterro parziale (cavallottamento)

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinfianco ed al rinterro parziale dei tubi - per circa 2/3 della lunghezza di ogni tubo, con un cumulo di terra (cavallotto) - sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando completamente scoperti i giunti.

Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi.

Il rinterro verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi, selezionato (privo di sassi, radici, corpi estranei, almeno fino a circa 30 cm sopra la generatrice superiore del tubo) o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito, con le precauzioni di cui al paragrafo "Posa della Tubazione" su sfilamento tubi.

Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore 20- 30 cm, abbondantemente inaffiato e accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali.

Per i tubi di grande diametro di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto dal materiale di rinterro, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori. Ove occorra, il rinfianco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro. Saranno in ogni caso osservate le normative UNI nonché le indicazioni del costruttore del tubo.

Rinterro a semichiusura del cavo

Eseguita la prima prova a giunti scoperti si procederà al rinterro dei tratti di condotta ancora scoperti, con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto, ed al rinterro completo di tutta la condotta del tronco sino a circa 80 cm sulla generatrice superiore della tubazione,

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

impiegando materiali idonei disposti per strati successivi, spianati ed accuratamente compattati dopo avere eliminato le pietre di maggiori dimensioni.

Rinterro definitivo

Eseguita la prova idraulica si completerà il rinterro con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto.

A rinterro ultimato, nei tronchi fuori strada verranno effettuati gli opportuni ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna - quale dovrà risultare all'atto del collaudo - dopo il naturale assestamento del rinterro.

Nei tronchi sotto strada si avrà cura di costipare il rinterro, procedendo alle necessarie innaffiature fino al livello del piano di posa della massicciata stradale, raggiungendo un grado di compattazione e di assestamento del rinterro tale per cui, una volta che sia stato effettuato il ripristino della struttura stradale, il piano di calpestio di questa non subisca col tempo e per effetto del traffico anche "pesante" alcuna modifica rispetto all'assetto altimetrico preesistente alle operazioni di posa.

Nel caso in cui dovessero verificarsi cedimenti, l'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà procedere alle opportune ed ulteriori opere di compattazione ed al ripristino della struttura stradale (massicciata, binder, strato di usura), fino all'ottenimento della condizione di stabilità.

4. COSTRUZIONE DEI VARI TIPI DI CONDOTTA

4.1. COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN GHISA

Trasporto

Per il trasporto dei tubi di ghisa saranno realizzati appoggi accurati e stabili, collocando appositi intercalari in legno sia sul piano di carico che fra i vari strati di tubi.

Le operazioni di carico e scarico devono essere effettuate sollevando i tubi o dalla parte centrale per mezzo di "braghe" o "tenaglie" rivestite o dalle estremità per mezzo di ganci ricoperti in gomma, atti a non danneggiare il rivestimento cementizio interno. Saranno evitate manovre brusche ed urti che possano provocare deformazioni delle estremità lisce dei tubi e conseguenti distacchi dei rivestimenti interni.

I tubi di ghisa possono essere accatastati:

- sulla stessa verticale con orientamento unico; essi poggiano su due intercalari in legno situati ad un metro circa dalle due estremità;
- a "testa-coda"; essi sono disposti in "quinconce": quelli dello strato inferiore poggiano su una generatrice e quelli degli strati superiori su due generatrici; questa disposizione richiede che i tubi dello strato inferiore siano posati su un intercalare in legno di altezza tale che i bicchieri non tocchino terra.

Con l'uno o l'altro sistema verranno limitate le altezze delle pile e, quindi, il numero degli strati in funzione inversa del diametro dei tubi, allo scopo di non sovraccaricare i tubi degli strati inferiori.

Posa in opera dei tubi in ghisa

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

Dopo che i tubi saranno stati trasportati a piè d'opera lungo il tratto di condotta da eseguire, l'Impresa farà posare e quotare, con adeguato numero di picchetti sia i punti del fondo dello scavo che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della condotta, sia i punti intermedi in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 15 m.

Con riferimento a detti picchetti verrà ritoccato e perfettamente livellato il fondo dello scavo predisponendo, ove sia stabilito dalla Direzione Lavori, l'eventuale letto di posa.

I tubi verranno calati nello scavo con mezzi adeguati a preservarne l'integrità e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni. Prima di essere calati negli scavi l'interno dei tubi dovrà essere pulito accuratamente dalle materie che eventualmente vi fossero depositate quindi saranno battuti piccoli colpi di martello per accertare che non vi siano rotture, né soffiature, né camere d'aria.

La posa in opera dei tubi a bicchiere si eseguirà nel modo seguente:

- pulire l'interno del bicchiere e l'anello di tenuta in gomma e cospargere di pasta lubrificante la parte interna del bicchiere destinata a sede della guarnizione;
- introdurre quest'ultima nel suo alloggiamento all'interno del bicchiere;
- cospargere di pasta lubrificante la superficie interna della guarnizione ed il tratto terminale di canna che verrà imboccato;
- tracciare sulla canna del tubo un segno ad una distanza dall'estremità pari alla profondità di imbocco del bicchiere, diminuito di 10 mm;
- assicurato il centraggio del tubo da imboccare con il bicchiere corrispondente, introdurre la canna nel bicchiere sino a che il segno tracciato non si trovi sul piano della superficie frontale del bicchiere. Questa posizione non dovrà essere oltrepassata per consentire le deviazioni angolari permesse dal giunto.

Salvo quanto riguarda in particolare la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta deve essere disposto e rettificato in modo che l'asse del tubo unisca con uniforme pendenza diversi punti che verranno fissati con appositi picchetti, in modo da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico e altimetrico stabilito nei profili e nelle planimetrie dei disegni di contratto e/o approvati dalla Direzione Lavori con le varianti che potranno essere disposte dalla stessa. In particolare non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza dei punti in cui sono stati previsti sfiati e scarichi.

Nel caso che nonostante tutto, queste si verificassero, l'Impresa dovrà sottostare a tutti quei maggiori oneri che, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, saranno ritenuti necessari per rettificare la tubazione, compreso quelle di rimuovere la tubatura già posata e ricostruirla nel modo prescritto.

Nessun tratto di tubazione deve essere posato in orizzontale. I bicchieri dovranno essere possibilmente rivolti verso la direzione in cui procede il montaggio, salvo prescrizioni diverse da parte della Direzione Lavori. Gli assi dei tubi consecutivi appartenenti a tratte di condotta rettilinea debbono essere rigorosamente disposti su una retta.

Sono ammesse deviazioni angolari nei limiti previsti dal fabbricante e secondo le modalità stabilite dalla Direzione Lavori, allo scopo di consentire la formazione di curve a grande raggio. I tubi debbono essere disposti in modo da appoggiare sul sottofondo per tutta la loro lunghezza.

Taglio dei tubi

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

Quando, nel corso delle operazioni di posa delle tubazioni, sia necessario tagliare - fuori o dentro gli scavi - tubi di ghisa normale o sferoidale di lunghezza standard per ricavarne tronchetti o spezzoni, vi si provvederà:

- per i tubi di ghisa normale, con i comuni attrezzi "tagliatubi" del tipo di quelli usati dalle aziende di gestione acqua e gas;
- per i tubi di ghisa sferoidale, con tagliatubi speciali indicati dalle case fornitrici dei tubi stessi.

Per il taglio dei tubi saranno seguite le seguenti istruzioni.

1. Nel caso di taglio fuori scavo disporre il tubo da tagliare su appoggi abbastanza alti da consentire la libera e completa rotazione del tagliatubi; bloccare il tubo con una chiave a catena, in modo da impedirne la rotazione sotto l'azione del tagliatubi. In caso di taglio di tubi già posti nello scavo, praticare una nicchia sufficientemente ampia al disotto del punto da tagliare.
2. Accertarsi che le rotelle predisposte sul tagliatubi siano adatte al taglio del materiale tubolare (ghisa sferoidale o ghisa grigia); altrimenti sostituirle.
3. Dopo aver segnato sul tubo la sezione da tagliare, disporvi il tagliatubi serrando moderatamente il vitone con l'apposita leva a testa dentata.
4. Ruotare più volte, alternativamente, in senso orario e antiorario il tagliatubi, in modo che le rotelle si dispongano in un unico solco su un piano perfettamente perpendicolare all'asse del tubo. Evitare accuratamente che le rotelle si "avvitino" intorno al tubo in diverse spire.
5. Serrare fortemente il vitone del tagliatubi in modo che le rotelle aderiscano al tubo con una giusta pressione, tale da consentire l'incisione della parete, senza che la rotazione del tagliatubi sia resa eccessivamente difficile, da poter provocare la rottura delle rotelle: in linea di massima deve essere sufficiente, per i diametri più grandi, l'azione contemporanea di due operai.
6. Ruotare di un giro completo il tagliatubi (o alternativamente, più volte, nel caso in cui la forma del tagliatubi non consenta la rotazione completa) fino a fare ridurre sensibilmente la resistenza di attrito delle rotelle sul tubo.
7. Stringere nuovamente il vitone del tagliatubi con le modalità indicate al punto 5) e ripetere le operazioni fino ad ottenere il taglio del tubo.

Nei tubi in ghisa sferoidale con rivestimento interno cementizio il taglio con tagliatubi deve essere limitato al solo spessore della parete metallica: ciò al fine di non danneggiare le rotelle o gli utensili in acciaio speciale.

Il taglio della parete interna cementizia potrà essere facilmente ottenuto percuotendo uno dei due monconi.

A seguito del taglio si effettueranno in cantiere, sulle estremità risultanti dal taglio stesso, le operazioni di spazzolatura dell'eventuale strato di ossidazione esterno, di arrotondamento del bordo esterno dell'estremità liscia da montare, di controllo della circolarità della sezione tagliata e di rettifica della eventuale ovalizzazione, con le modalità seguenti.

- a. **Spazzolatura:** sarà eliminato l'eventuale strato di ossido (ruggine) interposto fra la parete

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

metallica e la vernice esterna. Può essere impiegata allo scopo una normale spazzola metallica manuale o una spazzola circolare rotativa azionata elettricamente o ad aria compressa. La spazzolatura non deve assolutamente essere spinta in profondità ma deve interessare soltanto la sottile pellicola esterna di ossidazione senza intaccare la massa metallica della parete. La zona da spazzolare deve avere una larghezza pari alla profondità del bicchiere corrispondente. Verrà poi, ripristinato, con vernice a base di catrame o bitume, lo strato di rivestimento esterno.

- b. **Arrotondamento:** solo nel caso di spezzoni da montare in bicchieri di tubi con giunto RAPIDO è necessario procedere all'arrotondamento del bordo esterno dell'estremità tagliata. Ciò in quanto l'introduzione forzata dell'estremità a spigolo vivo sarebbe più difficile e potrebbe comportare il danneggiamento della guarnizione di gomma. Per tutti gli altri tipi di giunto l'operazione può essere limitata alla semplice eliminazione di eventuali "bave" di taglio. L'arrotondamento può essere fatto con una normale lima manuale adatta al materiale o, più rapidamente, con una mola rotativa.
- c. **Controllo della circolarità e rettifica della ovalizzazione:** servendosi di un compasso o di un comune metro millimetrato, verificare le dimensioni di alcuni diametri esterni della sezione risultante dal taglio, individuando e annotando, se vi sono differenze, il diametro esterno massimo e quello minimo. La differenza millimetrica fra i due diametri costituisce il "grado di ovalizzazione". Superato il massimo grado di ovalizzazione (cioè le differenze tra diametri massimo e minimo) verrà effettuata la RETTIFICA in cantiere della sezione ovalizzata, secondo le istruzioni della Ditta fornitrice dei tubi.

Posa in opera di raccordi ed accessori di ghisa sferoidale

L'impiego dei raccordi e degli apparecchi deve corrispondere a quello indicato in progetto o dalla Direzione Lavori.

Nella messa in opera dei raccordi deve essere assicurata la perfetta coassialità di questi con l'asse della condotta. Similmente per gli apparecchi dovrà essere usata ogni cura per evitare, durante i lavori e la messa in opera, danni alle parti delicate.

In particolare, poi, dovranno osservarsi le norme seguenti:

1. **I pezzi a T ed a croce** dovranno collocarsi in opera a perfetto squadra rispetto all'asse della condotta, con la diramazione orizzontale o verticale secondo quanto indicato sul progetto o richiesto dalla Direzione Lavori.
2. **Riduzioni** - Per passare da un diametro ad un altro si impiegheranno riduzioni tronco-coniche o "flange di riduzione".
3. **Saracinesche di arresto e di scarico** - Le saracinesche di arresto saranno collocate nei punti indicati dai disegni o dalla Direzione Lavori all'atto della loro esecuzione. Le saracinesche di scarico saranno collocate nei punti più bassi della condotta tra due rami di pendenza contrari, ovvero alle estremità di una condotta isolata. Le saracinesche saranno sempre posate verticalmente entro pozzetti o camere in muratura. In genere le saracinesche di arresto avranno lo stesso diametro di quello della tubazione nella quale debbono essere inserite.
4. **Sfiati automatici** - Gli sfiati automatici da collocarsi o nei punti più alti della condotta, quando ad un ramo ascendente ne succede uno discendente, o al termine di tronchi in ascesa ovvero alla sommità di sifoni, saranno messi in opera mediante appositi raccordi

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

con diramazioni verticali. Lo sfiato sarà sempre preceduto da una saracinesca e munito di apposito rubinetto di spurgo. Per la custodia dell'apparecchio e la sua manovra sarà costruito apposito pozzetto che racchiuderà anche la conduttura principale.

Giunzioni dei tubi di ghisa sferoidale

La deviazione angolare consentita, sia per i tubi con giunto automatico che meccanico, è di 5° per i tubi sino DN 150, 4° per DN 200 ÷ 300, 3° per DN 350 ÷ 500, 2° per DN 600 ÷ 700.

1) Con giunto automatico (RAPIDO)

Lubrificazione della sede della guarnizione

Pulito l'interno del bicchiere e l'anello di tenuta in gomma, si lubrifica, con l'apposita pasta fornita a corredo dei tubi, la parte interna del bicchiere destinata a sede della guarnizione, nella quantità strettamente necessaria a formare un leggero velo lubrificante. In sostituzione della apposita pasta si può usare solo vasellina industriale, con esclusione di altri lubrificanti quali grassi e oli minerali, vernici, ecc.

Inserimento e lubrificazione della guarnizione

Si introduce la guarnizione nel suo alloggiamento all'interno del bicchiere, con le "labbra" rivolte verso l'interno del tubo, curando in modo particolare che l'intradosso sia perfettamente circolare e non presenti rigonfiamenti o fuoriuscite. Si lubrifica, con le stesse modalità del paragrafo precedente, la superficie interna conica della guarnizione.

Misura della penetrazione e lubrificazione dell'estremità liscia del tubo

Servendosi di un apposito calibro, si traccia sull'estradosso della canna del tubo una linea di fede ad una distanza dall'estremità liscia del tubo pari alla profondità d'imbocco del bicchiere corrispondente, diminuita di 5 ÷ 10 mm. Si lubrifica con la pasta l'estremità liscia del tubo limitatamente al tratto da imboccare.

Centramento e controllo della coassialità

Si imbecca l'estremità liscia del tubo e si controlla il centramento mediante un righello metallico calibrato da introdurre nello spazio anulare fra l'interno del bicchiere e l'esterno della canna, fino a toccare la guarnizione. Si verifica la coassialità dei tubi contigui, correggendo eventuali irregolarità del fondo scavo; saranno ammesse deviazioni sino ad un massimo di 5° per consentire la formazione di curve a grande raggio.

Disposizione dell'attrezzo di trazione e degli accessori

Per tubi da DN 60 a DN 125 può essere impiegata una leva semplice. Per tubi da DN 150 a DN 600 viene normalmente impiegato un apparecchio da trazione tipo "TIRFORT" con relativi accessori o, in alternativa, macchine operatrici tipo escavatori, motopale, ecc.; in quest'ultimo caso, la successiva operazione di inserimento sarà effettuata con la cura e gradualità necessarie a mantenere la distanza al fondo del bicchiere, come precisato al paragrafo "Misura della penetrazione e lubrificazione dell'estremità liscia del tubo".

Messa in tiro e controllo penetrazione

Agendo sulla leva dell'apparecchio, si introduce il tubo fino a far coincidere la linea di fede di cui al punto "Misura della penetrazione e lubrificazione dell'estremità liscia del tubo" con il piano

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

frontale del bicchiere. All'atto della messa in tiro è normale che il tubo presenti una certa resistenza iniziale alla penetrazione; questa limitata resistenza coincide con la prima penetrazione in corrispondenza della guarnizione ed è, in genere, crescente col diametro dei tubi. Se si dovessero verificare resistenze eccessive, esse dovrebbero considerarsi anomale e dipendenti da un difettoso assetto della guarnizione nella sua sede o da una smussatura non appropriata dell'estremità liscia del tubo; in questo caso è necessario non insistere nella manovra; occorre invece estrarre il tubo e controllare l'assetto della guarnizione o migliorare, mediante mola o lima, la geometria della smussatura.

2) Con giunto meccanico (EXPRESS)

Pulito l'interno del bicchiere e l'estremità liscia con una spazzola d'acciaio ed un pennello, per eliminare, oltre che ogni traccia di terra o altro materiale estraneo, eventuali grumi di vernice, si procede come appresso.

Sistemazione della controflangia e della guarnizione - Nicchie

Si inserisce la controflangia sull'estremità liscia del tubo rivolgendolo al bicchiere corrispondente la parte concava della controflangia stessa. Si inserisce la guarnizione sull'estremità liscia del tubo tenendo lo smusso in direzione opposta rispetto alla controflangia. Si scava al di sotto del giunto una nicchia sufficientemente ampia da consentire l'avvitamento dei bulloni nella parte inferiore del giunto.

Introduzione del tubo, controllo coassialità e centramento - Controllo del grado di penetrazione

Si imbecca l'estremità liscia del tubo e si verifica la coassialità e il centramento dei tubi contigui correggendo eventuali irregolarità del fondo scavo. Si verifica che la linea di fede tracciata sulla canna coincida con il piano frontale del bicchiere; poichè, a giunzione effettuata, il segno di riferimento verrà a trovarsi coperto dalla controflangia, occorre che nel corso delle successive operazioni il tubo non subisca spostamenti longitudinali.

Introduzione della guarnizione e sistemazione della controflangia

Si fa scorrere la guarnizione sulla canna, sistemandola nella sua sede all'interno del bicchiere (se l'estremità liscia del tubo è ben centrata e i due tubi sono coassiali, questa operazione è molto facile da realizzare) e curando che la superficie frontale della guarnizione risulti ben assestata su tutta la circonferenza, senza rigonfiamenti nè fuoriuscite. Si fa scorrere la controflangia sulla canna fino a farla aderire alla guarnizione su tutta la circonferenza.

Sistemazione e serraggio bulloni

Si sistemano i bulloni ed avvitano i dadi a mano sino a portarli a contatto della controflangia e si verifica il corretto posizionamento di questa imprimendo due o tre piccoli spostamenti rotatori nei due sensi. Si serrano progressivamente i dadi per passate successive e su punti diametralmente opposti. Per le chiavi da usare: anche per il controllo delle coppie di serraggio, si seguiranno le istruzioni della ditta fornitrice delle tubazioni.

4.2. TUBAZIONI IN PE100

Il tipo di polietilene adoperabile è il PE100 nelle classi di pressione PN 10 (SDR 17), PN 16 (SDR 11) e PN 25.

Le tubazioni di polietilene non devono essere adoperate nelle seguenti circostanze:

- sopra il terreno e in altre posizioni raggiungibili dai raggi solari;

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

- dove possano essere presenti solventi e prodotti chimici pericolosi, anche in piccole quantità, come idrocarburi, soluzioni fotografiche, ecc.

Le tubazioni devono essere fornite sempre in barre, anche per i piccoli diametri. Le Ditte produttrici dei tubi e dei pezzi speciali devono possedere un Sistema Qualità aziendale conforme alla norma UNI EN ISO 9000:2000 approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN 45012.

I tubi ed i pezzi speciali devono portare il marchio di conformità alla norma UNI EN 12201 (certificazione di prodotto), rilasciato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo le norme UNI CEI EN 45011 e UNI CEI EN 45004.

Normativa di riferimento

- UNI EN 12201-1: Sistemi di tubazioni di materia plastica per distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE) - Generalità.
- UNI EN 12201-2 : Sistemi di tubazioni di materia plastica per distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE) - Tubi.
- UNI EN 12201-3 : Sistemi di tubazioni di materia plastica per distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE) - Raccordi.
- UNI EN 12201-5 : Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE) - Idoneità all'impiego del sistema.
- UNI 9737: Classificazione e qualificazione dei saldatori di materie plastiche. Saldatori con procedimenti ad elementi termici per contatto, con attrezzatura meccanica ed a elettrofusione per tubazioni e raccordi in polietilene per il convogliamento di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.
- UNI 10520: Saldatura di materie plastiche - Saldatura ad elementi termici per contatto. Saldatura di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.
- UNI 10521: Saldatura di materie plastiche - Saldatura per elettrofusione. Saldatura di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione.
- UNI 10565: Saldatrici da cantiere ad elementi termici per contatto impiegate per l'esecuzione di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione - Caratteristiche e requisiti, collaudo, manutenzione e documenti.
- UNI 10566: Saldatrici per elettrofusione ed attrezzature ausiliarie impiegate per l'esecuzione di giunzioni di tubi e/o raccordi in polietilene, mediante raccordi elettro saldabili, per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione - Caratteristiche e requisiti, collaudo, manutenzione e documenti.
- UNI EN 921: Sistemi di tubazioni in materia plastica. Tubi di materiale termoplastico.
- Determinazione della resistenza alla pressione interna a temperatura costante.
- UNI 9561: Raccordi a compressione mediante serraggio meccanico a base di materiali termoplastici per condotte di polietilene per liquidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti.

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

- UNI 9562: Raccordi a compressione mediante serraggio meccanico a base di materiali termoplastici per condotte di polietilene per liquidi in pressione. Metodi di prova.
- UNI-ISO 7/1: Filettatura di tubazioni per accoppiamento a tenuta sul filetto. Designazione, dimensione e tolleranze.
- UNI-ISO 7/2: Filettatura di tubazioni per accoppiamento a tenuta sul filetto. Verifica mediante calibri.
- UNI EN 728: Sistemi di tubazioni e canalizzazioni in materia plastica - Tubi e raccordi di poliolefine – Determinazione del tempo di induzione all'ossidazione.
- UNI EN ISO 1133: Materie plastiche - Determinazione dell'indice di fluidità di massa (MFR) e dell'indice di fluidità di volume (MVR) dei materiali termoplastici.
- UNI EN ISO 1183: Materie plastiche - Metodi per la determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari - Metodo del picnometro a gas.
- UNI EN ISO 6259 -1: Tubi di materiale termoplastico - Determinazione delle
- caratteristiche a trazione - Metodo generale di prova.
- ISO 6259-3: Thermoplastics pipes - Determination of tensile properties - Polyolefin pipes.
- UNI EN 12118: Sistemi di tubazioni di materiale plastico - Determinazione del contenuto di umidità nei materiali termoplastici per coulometria.
- EN ISO 3126: Plastics piping systems - Plastics piping components - Measurement and determination of dimensions.
- ISO 6964: Polyolefin pipes and fittings - Determination of carbon black content by calcination and pyrolysis - Test method and basic specification.
- ISO 18553: Method for the assessment of the degree of pigment or carbon black dispersion in polyolefin pipes, fittings and compounds
- CIR.MIN.DELLA SANITA' n. 102 del 02.12.78:
- Disciplina igienica per gomme e materie plastiche a contatto con acqua potabile o da potabilizzare.
- DM 12.12.85: Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle tubazioni.
- Raccomandazione IIP n. 10 (Maggio 1999):
- Installazione di acquedotti di PE.

Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei tubi

I tubi, nei diametri ed SDR previsti, devono essere prodotti con resine polietileniche di classe MRS 10,0 ($\sigma_c=8,0$ N/mm²) in conformità alle norme nazionali ed internazionali.

Nessun additivo potrà essere aggiunto alla resina dal fabbricante dei tubi all'atto della lavorazione, oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa.

Tutti gli additivi che sono necessari per la realizzazione dei tubi, in particolare gli stabilizzanti contro i raggi UV, devono essere già inglobati nei granuli (pre-masterizzazione). Non può in alcun modo essere impiegato materiale di riciclo.

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

Il fabbricante deve monitorare le proprietà della materia prima da impiegare nella produzione dei tubi prima del suo utilizzo, in particolare deve controllare almeno le seguenti proprietà, con i metodi di prova riportati nel prospetto 1 della norma UNI EN 12201-1, di seguito riportato:

Proprietà	Valori	Frequenza	Metodo di prova
Indice di fluidità di massa (MFR) 5 Kg; 190 °C; 10 min.	da 0,2 a 1,4 g/10 min	Ad ogni carico Silos	ISO 1133
Tempo di induzione all'ossigenoa 200 °C	T = 200°C; ≥ 20 min	Ad ogni carico Silos	EN 728
Massa volumica a 23 °C	≥ 930 Kg/m ³	Ad ogni carico Silos	ISO 1183
Contenuto di Carbon Black	2 ÷ 2,5 % in massa	Ad ogni carico Silos	ISO 6964
Dispersione del Carbon Black	≤ grado 3	Ad ogni carico Silos	ISO 18553
Contenuto di acqua	≤ 300 mg/Kg	Ad ogni carico Silos	UNI EN 12118

Aspetto

Le superfici interne ed esterne dei tubi, osservate senza ingrandimenti, devono essere lisce, pulite e libere da asperità, cavità o altri difetti di superficie che possano compromettere la funzionalità dei tubi stessi.

La parte terminale del tubo deve essere sezionata perfettamente e perpendicolarmente all'asse del tubo.

Colore

I tubi di PE100 per gli usi acquedottistici devono essere blu, neri, o neri con strisce blu.

Diametri e spessori

La dimensione convenzionale con cui sono designati i tubi e i pezzi speciali in PE100 (secondo la norma UNI EN 12201-1) è il "diametro nominale DN/OD", ossia la dimensione nominale relativa al diametro esterno.

Il suo valore coincide con quello del diametro esterno nominale DN e con il minimo valore del diametro esterno medio DEM,min.

Il diametro esterno medio DEM dei tubi deve avere un valore compreso tra DEM,min e DEM,max.

Per le opere relative ai sistemi idrici in generale, i diametri utilizzabili sono i seguenti:

40; 50; 63; 75; 90; 110; 125; 140; 160; 180; 200; 250; 280; 315; 400; 450; 500; 560; 630; 710; 800.

Ad ogni diametro e per ogni classe di pressione sono associati lo spessore di parete minimo $e_{y,min}$ e lo spessore di parete massimo $e_{y,max}$ delle tubazioni.

Nella tabella seguente si riportano i valori, espressi in millimetri, di $d_{em,min}$, $d_{em,max}$, $e_{y,min}$, $e_{y,max}$ e dell'ovalizzazione massima ammissibile, riferiti a tubi di PE100 con classi di pressione PN10 e PN16:

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

DN/OD	dn	dem,min	dem,max	PN 10 SDR 17		PN 16 SDR 11		Ovalizzazione massima ammissibile
				ey,min	ey,max	ey,min	ey,max	
40	40	40,0	40,4	2,4	2,8	3,7	4,2	1,4
50	50	50,0	50,4	3,0	3,4	4,6	5,2	1,4
63	63	63,0	63,4	3,8	4,3	5,8	6,5	1,5
75	75	75,0	75,5	4,5	5,1	6,8	7,6	1,6
90	90	90,0	90,6	5,4	6,1	8,2	9,2	1,8
110	110	110,0	110,7	6,6	7,4	10,0	11,1	2,2
125	125	125,0	125,8	7,4	8,3	11,4	12,7	2,5
140	140	140,0	140,9	8,3	9,3	12,7	14,1	2,8
160	160	160,0	161,0	9,5	10,6	14,6	16,2	3,2
180	180	180,0	181,1	10,7	11,9	16,4	18,2	3,6
200	200	200,0	201,2	11,9	13,2	18,2	20,2	4,0
225	225	225,0	226,4	13,4	14,9	20,5	22,7	4,5
250	250	250,0	251,5	14,8	16,4	22,7	25,1	5,0
280	280	280,0	281,7	16,6	18,4	25,4	28,1	9,8
315	315	315,0	316,9	18,7	20,7	28,6	31,6	11,1
355	355	355,0	357,2	21,1	23,4	32,3	35,6	12,5
400	400	400,0	402,4	23,7	26,2	36,3	40,1	14,0
450	450	450,0	452,7	26,7	29,5	40,9	45,1	15,6
500	500	500,0	503,0	29,7	32,8	45,4	50,1	17,5
560	560	560,0	563,4	33,2	36,7	50,8	56,0	19,6
630	630	630,0	633,8	37,4	41,3	57,2	63,1	22,1
710	710	710,0	716,4	42,1	46,5	-	-	(24,9)
800	800	800,0	807,2	47,4	52,3	-	-	(28,0)

Lunghezze

Le tubazioni di PE100 non devono essere fornite in rotoli, bensì solo in barre, generalmente di lunghezze da 6 o 12 metri.

Indice di fluidità

Il fabbricante dovrà garantire un MFI (Melt Flow Index) relativo al prodotto finito compreso tra i valori di 0,35 e 1,2 gr/10 min.

Requisiti prestazionali

Non devono essere inferiori ai valori del prospetto 3 della norma UNI 10910-2, ottenuti col metodo di prova della UNI EN 921:

Temperatura di collaudo [°C]	Hoop stress del tubo [Mpa]	Requisito [h]
20	12,4	>100
80	5,5	>165
80	5,0	>1000

Collaudi in produzione

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

Il procedimento di controllo e collaudo dei lotti produttivi deve essere identificato in procedure interne del fabbricante che deve garantire lo svolgimento delle seguenti prove minime:

Prova	Requisiti	Metodo di prova	Frequenza minima
Aspetto e dimensioni	Conformità alle norme UNI EN 12201	prEN ISO 3126	Una prova ogni 2 h perogni linea
Resistenza alla pressione interna; 100h - 20 °C - 12,4 Mpa	Nessun cedimento di tutti i provini durante le prove	UNI EN 921	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia prima su 3 provini
Resistenza alla pressione interna; 165 h - 80 °C - 5,5 Mpa	Nessun cedimento di tutti i provini durante le prove	UNI EN 921	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia prima su 3 provini
Resistenza alla pressione interna; 1000 h - 80 °C - 5,0 Mpa	Nessun cedimento di tutti i provini durante le prove	UNI EN 921	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia prima su 3 provini
Indice di fluidità (MFR) 190 °C - 5 Kg - 10 min	Variazione di MFR a seguito della lavorazione: $\pm 20\%$	UNI EN ISO 1133	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia
Tempo di induzione all'ossigeno a 200 °C	≥ 20 min	UNI EN 728	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia
Allungamento a rottura	$\geq 350\%$	UNI EN ISO 259-1; ISO 6259-3	Ad ogni avvio produzione ed al variare della materia

Certificazioni di prodotto – Marchio di conformità

I tubi devono essere prodotti con resine idonee per l'impiego in acquedotti, omologate dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le norme UNI CEI EN 45011 e UNI CEI EN 45004.

Sui tubi deve essere presente il relativo codice commerciale della materia prima adoperata. Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei tubi ai requisiti della norma UNI EN 12201, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN.

Marchature

La marcatura dei tubi deve riportare le seguenti indicazioni:

- nome o simbolo del produttore;
- dimensioni (diametro x spessore, in millimetri);

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

- serie SDR (17 o 11);
- materiale e designazione (PE100);
- classe di pressione in bar (PN 10 o PN16);
- periodo di produzione (data o codice);
- numero della norma (EN 12201);
- sigla identificativa della resina omologata;
- marchio di conformità dei tubi.

Esclusioni

Non è ammesso l'impiego anche se parziale e/o temporaneo di:

- compound e/o materia prima e/o materiale base ottenuto per rigenerazione di polimeri di recupero, anche se selezionati;
- compound e/o materia prima e/o materiale base ottenuto per rimasterizzazione di compound neutri e addizionati successivamente con additivi da parte del produttore dei tubi o aziende diverse dal produttore della materia prima indicato nella marcatura dei tubi;
- compound dichiarati di primo uso dal fabbricante ma non sottoponibili alla certificazione di origine;
- lotti di compound provenienti da primari produttori europei, ma dagli stessi indicati come lotti caratterizzati da parametri singoli (MFR, massa volumica, umidità residua, solventi inclusi, ecc.) non conformi al profilo standard del prodotto;
- miscele pre-estrusione tra compound chimicamente e fisicamente compatibili ma provenienti da produttori diversi o da materie prime diverse anche dello stesso produttore;
- l'impiego di materiale rigranulato di primo uso estruso, ottenuto cioè dalla molitura di tubi o raccordi già estrusi anche se aventi caratteristiche conformi al presente documento.

Garanzie

- Materia prima: il fabbricante, all'atto della definizione delle forniture e/o delle eventuali convenzioni con la committente, deve consegnare a quest'ultima una campionatura (specimen) del/dei compound che verranno utilizzati per l'estrusione dei tubi oggetto delle forniture stesse, nonché una scheda tecnica del produttore del/dei compound che certifichi i parametri di riferimento per l'analisi comparativa tra specimen e tubi.
- Tubi: il fabbricante deve mantenere a disposizione della committente la documentazione attestante i transiti di lotti di compound interessati ad ogni singolo lotto di produzione ordinato. All'atto della consegna, il fabbricante deve allegare ai documenti di trasporto una dichiarazione di conformità, nonché la copia dei certificati e delle registrazioni degli esiti dei test relativi alle materie prime impiegate ed ai tubi oggetto della fornitura, che ne attestino la rispondenza alle prescrizioni.
- Il fabbricante che effettua la fornitura sulla base del presente documento deve corredare la fornitura stessa di apposita certificazione dell'Organismo ufficialmente accreditato, attestante che tutti i tubi sono prodotti solo con la materia prima di cui al punto 3.1.
- Quale controgaranzia del produttore della materia prima/compound la CONSAC potrà trasmettere a sua cura un campione di un tubo, scelto a caso, al produttore della materia prima/compound dichiarato sulla marcatura tubo. Il produttore della materia prima/compound restituirà a CONSAC in forma riservata, senza coinvolgere il fabbricante dei tubi, i risultati delle analisi comparative.

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

Pressioni e spessori

Classi di pressioni

Le dimensioni dei tubi, come diametri e spessori in funzione della pressione nominale, devono essere conformi a quanto riportato nel prospetto 2 della norma UNI EN 12201

Calcolo degli spessori

Lo spessore viene utilizzato utilizzando la seguente formula:

$$e = \frac{PN \cdot D}{2\sigma + PN}$$

dove:

e = spessore (mm);

PN = pressione nominale (bar); D = diametro (mm);

Lo spessore dipende sia dalla pressione nominale sia dalle caratteristiche di progetto tramite il valore del sigma; quest'ultima, a sua volta, viene ricavata dall'MRS relativo alle curve di regressione a 20°C con un coefficiente di sicurezza solitamente posto pari a 1,25.

I valori degli spessori ricavati devono essere arrotondati al decimo superiore rispettando comunque i valori minimi indicati dalle tabelle dimensionali unificate.

All'aumentare della temperatura varia la resistenza del materiale e occorre ridurre opportunamente la pressione di esercizio utilizzando un apposito coefficiente riduttivo, come indicato nella tabella seguente:

$$T (^{\circ}\text{C}) = 20 \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow c = 1$$

$$T (^{\circ}\text{C}) = 30 \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow c = 0.87$$

$$T (^{\circ}\text{C}) = 40 \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow c = 0.74$$

Da cui si ricava che la pressione di esercizio OP è pari a: $OP = PN \times c$

Resistenza alla pressione esterna

Se durante l'esercizio la tubazione è soggetta ad una pressione esterna P_e maggiore della pressione interna P_i si generano all'interno della parete sollecitazioni di compressione che tendono a destabilizzarla. È opportuno, pertanto, effettuare una verifica all'instabilità elastica controllando che la differenza di pressione applicata non sia maggiore della differenza massima ammissibile.

Quest'ultima è data dal rapporto tra la pressione critica ed un coefficiente di sicurezza pari a 2 che tiene conto del fatto che la tubazione non è perfettamente circolare:

$$P_{cr} = \frac{2 * E}{1 - \nu^2} * \left(\frac{e}{D_m}\right)^3$$

dove:

Prc= pressione critica; E= modulo elastico; ν = modulo di Poisson= 0,4; e= spessore del tubo; Dm= diametro medio della tubazione;

Dovranno pertanto essere rispettate le condizioni: $P \leq P_{cr}$

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

Relazioni tra PN, MRS, S e SDR

Tipici esempi delle relazioni tra PN, MRS (tensione circonferenziale che assicura una durata di 50 anni a 20 °C), S ed SDR (rapporto tra il diametro e lo spessore) , basate sulla formula:

$$\sigma_s = \frac{[MRS]}{C}$$

sono dati nel prospetto seguente, in cui C (coeff. di sicurezza) = 1,25

Relazioni tra la pressione nominale PN, lo sforzo di progetto σS e le serie S/SDR sono rappresentate dalle seguenti equazioni:

$$[PN] = \frac{10 \sigma S}{[S]} \quad \text{o} \quad [PN] = \frac{20 \sigma S}{[SDR] - 1}$$

Esempi della relazione tra PN, MRS, S ed SDR a 20 °C con il valore di C = 1,25

SDR	S	Pressione nominale PN, in bar per la classe di materiale			
		PE 40	PE 63	PE 80	PE 100
41	20	-	2,5	3,2	4
33	16	-	3,2	4	5
27,6	13,3	-	-	-	6
26	12,5	2,5	4	5	-
22	10,5	-	-	6	-
21	10	3,2	5	-	8
17,6	8,3	-	6	-	-
17	8	4	-	8	10
13,6	6,3	5	8	10	12,5
11	5	-	10	12,5	16
9	4	8	-	16	20
7,4	3,2	10	-	20	25

NOTA : Se è richiesto un diverso fattore "C" i valori di PN sopra riportati, necessitano di esser ricalcolati in base allo sforzo di progetto impiegato per ciascuna classe di materiale. Un valore più alto di "C" può anche essere ottenuto scegliendo una classe più alta di PN.

Giunzioni

Sono possibili i seguenti tipi di giunzioni:

- a) giunzioni meccaniche realizzate con raccordi a compressione (plastici o metallici), anche con una estremità flangiata (per piccoli diametri, generalmente fino a 110 mm);
- b) giunzioni con raccordi elettrosaldabili (generalmente per diametri fino a 355 mm);
- c) giunzioni con elementi termici per contatto (saldatura testa a testa) per tubi e per raccordi "formati".

Giunzioni meccaniche

Le giunzioni meccaniche, impiegate negli allacciamenti di utenza ed in generale nei piccoli diametri, sono realizzate normalmente con raccordi in polipropilene, sia nel caso dell'unione di tubi di PE tra loro che nel caso di unione di tubi di PE con tubi di altri materiali.

ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST, INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO

I raccordi per la realizzazione delle giunzioni meccaniche sono indicati nel capitolo 5 del presente disciplinare. Le attrezzature necessarie alla realizzazione delle giunzioni meccaniche sono indicate nel capitolo 6 del presente disciplinare. Per il loro uso bisogna attenersi scrupolosamente alle istruzioni fornite dal fabbricante.

Nella giunzione meccanica per mezzo di raccordi filettati con filettature della serie UNI ISO 7/1:

- nel caso di unione tra loro di raccordi in materiale termoplastico (polipropilene), per la guarnitura sul filetto maschio è assolutamente vietato l'uso della canapa, della vernice o della biacca; il solo materiale ammesso è il nastro in politetrafluoroetilene PTFE (teflon);
- anche nel caso di unione di raccordi con filetto plastico e di raccordi con filetto metallico, si dovrà sempre usare sul filetto maschio il nastro in PTFE.

Nella giunzione meccanica flangiata occorre utilizzare una chiave dinamometrica per regolare il serraggio dei dadi e bulloni, al fine di prevenire danneggiamenti alle cartelle in polietilene e/o polipropilene. La forza con la quale si dovranno serrare i bulloni è in funzione delle caratteristiche costruttive dei raccordi flangiati, con valori di coppia di serraggio comunicati dal fornitore dei raccordi.

Nelle operazioni di montaggio, per il serraggio della ghiera del raccordo termoplastico ed allo scopo di ottenere una tenuta meccanica adeguata e idonea solamente a prevenire lo sfilamento del tubo dal raccordo, si dovranno usare le apposite chiavi di serraggio previste dal produttore dei raccordi.

Giunzioni saldate

La giunzione per saldatura deve essere sempre eseguita da personale qualificato, in ambiente atmosferico tranquillo (assenza di precipitazioni, di vento, di eccessiva polverosità), con apparecchiature tali da garantire la costanza nel tempo dei valori di temperatura e di pressione. Per la realizzazione di giunzioni saldate tra tubi in polietilene si possono usare:

- giunzioni mediante raccordi elettro saldabili;
- giunzioni mediante elementi termici per contatto (testa a testa).

Le prese di derivazione e gli stacchi si ottengono con collari elettro saldabili. La saldatura sarà eseguita esclusivamente con tubo perfettamente asciutto, con raccordi e attrezzature appositamente destinate allo scopo, secondo le indicazioni del paragrafo 5 del presente disciplinare.

La zona destinata alla saldatura non appena sia stata preparata, ossia spianata con la fresa (saldatura testa a testa) o raschiata (saldatura per elettrofusione), non dovrà più essere toccata con le mani e non deve venire a contatto con sostanze e/o materiali che potrebbero inquinare la saldatura.

I corretti procedimenti di saldatura sono indicati nelle norme UNI 10520 e UNI 10521 e devono essere rigorosamente rispettati.

Per le tubazioni in PE100 in particolare, si deve rispettare il processo di giunzione definito nella norma WIS 4-32-08 agosto 1994 Edizione n° 2, che informa sui corretti parametri e relativo processo di saldatura nel caso di utilizzo di tubazioni prodotte con le più moderne resine di polietilene.

Gli operatori destinati alla realizzazione delle saldature dovranno essere professionalmente qualificati sui metodi d'esecuzione delle saldature e sull'uso e gestione delle attrezzature

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

destinate alla saldatura.

Allo scopo gli operatori, in conformità alla norma UNI 9737, dovranno possedere la qualifica PE-2-D per le giunzioni saldate testa a testa e la qualifica PE-3 per le giunzioni con raccordi elettro saldabili; la Direzione dei Lavori dovrà acquisire, prima dell'inizio delle attività, i certificati di qualificazione dei saldatori impiegati dall'Impresa. Quando si adopera la tecnica della giunzione per elettrofusione, il responsabile di cantiere deve assicurarsi che l'attrezzatura impiegata sia sottoposta a regolare manutenzione.

Tutte le attrezzature dovranno essere soggette ad un programma di manutenzione in conformità alle prescrizioni della norma UNI 10566.

Quando le saldatrici sono sottoposte a revisione, la conformità ai requisiti delle rispettive norme di prodotto deve essere certificata per mezzo di un attestato firmato dal responsabile dei collaudi e dal legale rappresentante dell'ente che ha effettuato la revisione. Copia dell'attestato di verifica in corso di validità deve essere consegnata alla Direzione Lavori.

Le attrezzature che non hanno i requisiti minimi necessari a garantire la qualità dei giunti devono essere allontanate dai cantieri. Quando si adopera la tecnica della giunzione testa a testa, il responsabile di cantiere deve assicurarsi che l'attrezzatura impiegata sia sottoposta a regolare manutenzione con particolare riferimento alla lettura dei parametri della temperatura del termoelemento e del valore delle pressioni di saldatura.

Il termoelemento, inoltre, deve essere mantenuto pulito e la fresa deve essere nelle condizioni di asportare la quantità prevista di polietilene dalla testa dei tubi. Per la pulizia del termoelemento e della fresa devono essere prese tutte le precauzioni possibili per prevenire danni a persone.

Tutte le attrezzature dovranno essere soggette ad un programma di manutenzione in conformità alle prescrizioni della norma UNI 10565.

Saldatura per elettrofusione

Nella realizzazione di opere per la distribuzione di acqua potabile o da potabilizzare di questa Azienda potranno essere impiegati solamente raccordi costruiti in conformità a requisiti espressi nel presente disciplinare.

La saldatura deve essere realizzata collegando ad un generatore (minimo 5 KVA di potenza) una saldatrice costruita in conformità alla norma di prodotto UNI 10566.

Si dovrà utilizzare anche la seguente attrezzatura ausiliaria:

- tagliatubi, per tagliare i tubi in modo ortogonale al proprio asse;
- raschiatori, per eliminare lo strato ossidato di polietilene dalla superficie dei tubi;
- allineatori a quattro ganasce, per mantenere allineati i tubi durante la saldatura;
- posizionatori, per mantenere fisse le selle di presa durante le operazioni di saldatura.

Saldatura di manicotti

I raccordi saranno prelevati dai loro sacchetti di protezione solo al momento dell'uso. Si dovrà evitare di contaminare la superficie interna dei raccordi, ove sono presenti le spire elettriche, con qualsivoglia materiale, liquido o grasso. Prima di iniziare con la preparazione delle estremità, si devono pulire le superfici interne ed esterne dei tubi, secondo quanto previsto nella procedura riportata nella norma UNI 10521.

Le teste dei tubi da unire devono essere sempre tagliati in maniera ortogonale rispetto al loro

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

asse.

Esperienze diffuse dimostrano che la maggior parte dei fallimenti delle saldature sono dovute ad un taglio dei tubi irregolare.

Pioggia e acqua che possono essere presenti nello scavo devono essere eliminate nel corso dell'operazione di saldatura (nel caso della pioggia si può utilizzare allo scopo una protezione sotto la quale svolgere il ciclo di saldatura). Raschiare il tubo nella zona della saldatura come previsto nella norma UNI 10521. Se l'operazione di raschiatura è effettuata all'interno dello scavo si dovrà utilizzare uno specchio per controllare l'efficacia dell'operazione svolta sulla parte inferiore del tubo.

Qualora non si raschi il tubo, la saldatura non potrà aver luogo. Terminata l'operazione di raschiatura, le estremità interessate dalla saldatura devono essere ripulite seguendo le modalità indicate nella norma UNI 10521.

Marcare la profondità di inserimento come previsto nella norma UNI 10521.

Inserire i tubi nel raccordo in modo da garantire la coassialità dei tubi da saldare; a tal scopo devono essere impiegati gli appositi collari allineatori a quattro ganasce. È preferibile che i connettori di collegamento siano rivolti verso l'alto. Collegare i terminali dei cavi della saldatrice con i terminali dei raccordi. Avviare il generatore e dopo collegarvi la saldatrice. Verificare che il tempo di saldatura indicato dal raccordo corrisponda con quanto indicato dal display della saldatrice. Quando la saldatrice indica che il tempo di saldatura è stato rispettato, la superficie del raccordo deve essere tiepida e con il passare del tempo deve diventare molto calda. Controllare la corretta fuoriuscita degli indicatori di fusione. Scollegare i terminali della saldatrice dai terminali dei raccordi. Prima di rimuovere i collari allineatori deve trascorrere il tempo di raffreddamento indicato sul raccordo.

Saldatura di collari e selle di presa

I raccordi saranno prelevati dai loro sacchetti di protezione solo al momento dell'uso. Si deve evitare di contaminare la superficie interna dei raccordi, ove sono presenti le spire elettriche, con qualsivoglia materiale, liquido o grasso. Pioggia e acqua che possono essere presenti nello scavo devono essere eliminate nel corso dell'operazione di saldatura (nel caso della pioggia si può utilizzare allo scopo una tenda sotto la quale svolgere il ciclo di saldatura).

- Pulire il tubo nella zona ove sarà effettuata la saldatura, secondo quanto previsto nella procedura riportata nella norma UNI 10521.
- Raschiare il tubo nella zona della saldatura.
- Posizionare il collare sul tubo utilizzando i metodi di fissaggio previsti dal produttore del raccordo. Nel caso di selle presa queste devono essere posizionate sul tubo utilizzando gli appositi posizionatori provvisti di dinamometro e indicatore di carico.
- Collegare i terminali dei cavi della saldatrice con i terminali dei raccordi.
- Avviare il generatore e dopo collegarvi la saldatrice.
- Verificare che il tempo di saldatura indicato dal raccordo corrisponda con quanto indicato dal display della saldatrice.
- Quando la saldatrice indica che il tempo di saldatura è stato rispettato, la superficie del raccordo deve essere tiepida e con il passare del tempo deve diventare molto calda.
- Controllare la corretta fuoriuscita degli indicatori di fusione.
- Scollegare i terminali della saldatrice dai terminali dei raccordi.
- Prima di rimuovere il posizionatore dalle selle di presa, attendere il tempo di

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

- raffreddamento indicato dal produttore del raccordo.
- Prima di forare il tubo, attendere almeno 20 minuti dopo il completo raffreddamento del raccordo; comunque non forare prima di aver effettuato una prova di tenuta in pressione per la derivazione.
 - Prima di iniziare a svolgere il secondo ciclo di saldatura, la superficie del raccordo deve essere ritornata a temperatura ambiente.

Il saldatore, per ogni saldatura effettuata, provvederà a riportarne i dati esecutivi sull'apposito verbale di saldatura. Il verbale di saldatura redatto in ogni sua parte sarà consegnato a fine lavori al Direttore dei Lavori.

Saldatura per elementi termici da contatto

Il termoelemento deve essere impostato sulla corretta temperatura di fusione in funzione del tipo di materiale scelto nella realizzazione dei tubi. Il responsabile di cantiere deve assicurarsi, per mezzo di un termometro digitale, della corretta temperatura del termoelemento controllandolo ogni qualvolta iniziano i lavori previsti di saldatura nella giornata; deve, inoltre, controllare che:

- le facce del termoelemento non siano danneggiate;
- lo strato di materiale antiaderente del termoelemento sia costante e non siano presenti zone prive di detto strato;
- il termometro indicante la temperatura non sia danneggiato;
- il termostato sia correttamente funzionante e che intervenga per evitare che il termoelemento possa raggiungere una temperatura che danneggi irrimediabilmente i tubi;
- i cavi elettrici non siano danneggiati;
- i cilindri di spinta del corpo macchina non presentino tracce di ruggine o danneggiamenti;
- il corpo macchina non sia distorto.

Se uno di questi controlli fornisce un risultato non soddisfacente, la saldatura non deve essere eseguita. Il termoelemento deve essere mantenuto pulito e libero da polvere o tracce di polietilene fuso.

Elementi che possono contaminare la saldatura quali fango, terra, o altri detriti che si possono trovare nello scavo, devono essere rimossi immediatamente per mezzo di un lavaggio con acqua.

Nel corso di questa operazione il termoelemento non deve essere collegato alla sorgente di energia. Le tracce di PE fuso devono essere rimosse usando un pezzo di legno; ciò non danneggia il termoelemento.

Se il termoelemento non può essere pulito con questo metodo, il responsabile di cantiere provvederà alla sua sostituzione con altro termoelemento idoneo.

Per proteggere da pioggia o da vento la zona ove verrà eseguita la saldatura, il responsabile di cantiere deve provvedere affinché sia disponibile un apposito riparo mobile sotto il quale si potrà saldare. Prima del primo giunto della giornata e dopo la pulizia del termoelemento, si deve preparare una saldatura fino al compimento della fase 1 descritta nella norma UNI 10520. Non si deve procedere oltre; bisogna attendere il raffreddamento della zona riscaldata e dopo provvedere alla sua rimozione dalle tubazioni.

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

Alla fine di questa operazione la normale procedura di saldatura potrà essere ripresa e continuata. La fresa della macchina saldatrice deve essere mantenuta in ordine e pulita. Il saldatore, per ogni saldatura effettuata, provvederà a riportarne i dati esecutivi sull'apposito verbale di saldatura. Il verbale di saldatura, redatto in ogni sua parte, sarà consegnato a fine lavori al Direttore dei Lavori.

[Saldatrici ad elementi termici per contatto](#)

Le macchine saldatrici ad elementi termici per contatto (testa a testa) devono possedere i seguenti requisiti:

- essere in grado di saldare tubi in barra o in rotoli;
- devono essere conformi alla norma UNI 10565.
- ogni tubo deve poter essere posizionato all'interno della macchina azionando non più di due ganasce per tubo; tali ganasce devono essere intercambiabili all'interno della medesima macchina;
- devono essere progettate e costruite in maniera tale da soddisfare tutte le esigenze legislative vigenti in materia di sicurezza sul lavoro;
- devono essere in grado di saldare i tubi prodotti con le più recenti resine di polietilene;
- devono essere dotate di un sistema, preferibilmente automatico, di riduzione della pressione di saldatura ad un terzo del valore di 0,15 n/mm² dopo i primi 10 secondi;
- devono poter eseguire saldature con una temperatura ambiente compresa tra i -5° e i +40° C e su tubi con lo spessore di parete definito nel prospetto 2 della norma UNI 10910-2;
- i requisiti devono essere mantenuti per tutto il tempo di durata dei lavori; a questo scopo, le saldatrici devono essere assoggettate al programma di manutenzione prescritto dal produttore;
- devono lavorare con una tensione in ingresso massima pari a 220 ± 10% Volts. Tutti i componenti devono essere protetti contro il rischio di elettrocuzione da parte degli operatori, pertanto la macchina saldatrice deve essere dotata di interruttore differenziale del tipo salvavita e di presa di terra;
- le prestazioni delle macchine saldatrici e le sicurezze elettriche e meccaniche, non devono subire dei cali se queste si trovano a lavorare in ambienti soggetti a cattive condizioni atmosferiche;
- tutte le saldatrici devono essere marcate dal produttore con numeri di serie e il logo caratteristico. Il produttore deve fornire le macchine saldatrici provviste di libretto di istruzione d'uso e scheda di manutenzione programmata. E' essenziale che le istruzioni relative alla giunzione dei tubi contengano una tavola che rappresenti le pressioni di saldatura da applicare in funzione del diametro, del SDR e tipo di polietilene con il quale il tubo è stato prodotto.

Devono essere garantite, inoltre, le seguenti prestazioni:

- il corpo macchina (ove sono presenti i pistoni oleodinamici) deve fornire una rigidità sufficiente per poter compiere con successo le saldature senza che si renda necessario l'aggiunta di altri pezzi;
- la macchina deve essere costruita in modo da alloggiare facilmente e con sicurezza i propri accessori, termoelemento e fresa, quando questi sono in azione. Inoltre, deve essere dotata di ricoveri per proteggere gli stessi quando non sono in uso;
- il sistema di bloccaggio dei tubi all'interno del corpo macchina deve garantire una

ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST, INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO

sufficiente forza di frizione sui tubi tale da contrastare la forza di spinta dei cilindri idraulici, calcolata per il tubo di maggior diametro e maggior spessore saldabile.

- la saldatrice deve essere capace di mantenere inalterata la forza idraulica all'interno del proprio circuito per tutto il tempo necessario allo svolgimento del ciclo di saldatura;
- i connettori idraulici devono essere del tipo ANSI (NFPA) T3.20.15;
- la fresa deve essere in grado di assicurare il suo funzionamento su tutta la gamma dei diametri dei tubi per la quale la saldatrice è stata progettata per funzionare. L'attrezzo deve permettere la rimozione di uno strato uniforme di polietilene dalle teste dei tubi. Il truciolo di fresatura ricavato deve essere asportato verso l'esterno dal movimento delle lame della fresa, in modo che l'operatore possa controllare il procedimento di fresatura;
- la fresa deve operare in posizione verticale, garantendo l'ortogonalità della sua azione rispetto agli assi dei tubi. Non deve funzionare se non collocata nella giusta posizione dall'operatore;
- il termoelemento deve essere in grado di assicurare il suo funzionamento su tutta la gamma dei diametri e degli SDR dei tubi per la quale la saldatrice è stata progettata per funzionare. Deve avere le due superfici piane con una variazione massima di spessore contenuta entro 0,2 mm. Non deve avere cavità o viti all'interno dell'area di lavoro;
- il termostato deve essere collocato in una posizione di facile accesso per l'operatore. Deve garantire il raggiungimento e il mantenimento della temperatura impostata (per le nuove resine la temperatura del termoelemento deve essere $230^{\circ} -5^{\circ} +10^{\circ}$ C) in tutte le condizioni ambientali per le quali è previsto il funzionamento della saldatrice ($-5^{\circ} + 40^{\circ}$ C);
- la saldatrice deve essere provvista di un sistema di segnalazione acustico-visivo che segnali agli operatori il movimento, sia in modo manuale che in modo automatico, di parti elettro-idrauliche per tutta la durata del ciclo di saldatura.

Attrezzature ausiliarie per la saldatura testa a testa

Per ogni macchina saldatrice per elementi termici per contatto (testa a testa) devono essere presenti ed utilizzate le seguenti attrezzature ausiliarie:

- rulli reggitubi, per facilitare le operazioni di saldatura ed evitare eccessive forze di trascinamento che potrebbero influire negativamente sulla saldatura, devono essere registrabili in altezza;
- tagliatubi, che permettano il taglio in squadra delle teste dei tubi; possono essere del tipo a rotella, a ghigliottina oppure a sega dotata di guide per il taglio ortogonale;
- sistema di protezione che metta la saldatura al riparo dagli eccessi atmosferici quali, bassa temperatura, vento, pioggia, irraggiamento solare, ecc.;
- tagliacordolo, per effettuare l'ispezione visiva della saldatura;
- generatore elettrico, per fornire l'energia necessaria alla saldatrice.

Scheda di manutenzione

L'impresa che esegue le operazioni di saldatura deve fornire al Committente, per ogni macchina saldatrice, una scheda di manutenzione che ne attesti la conformità ai presenti requisiti e a quanto richiesto al punto 8 della norma UNI 10565.

[Saldatrici per elettrofusione](#)

Le saldatrici per elettrofusione devono essere in grado di saldare i raccordi definiti nel paragrafo "raccordi elettro saldabili" del presente disciplinare. Devono essere costruite in conformità alla norma UNI 10566 e possedere i seguenti requisiti:

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

- devono essere progettate e costruite in maniera tale da soddisfare tutte le esigenze legislative vigenti in materia di sicurezza sul lavoro; a tal proposito si stabilisce che la massima tensione applicabile ai terminali della saldatrice collegabili ai terminali dei raccordi non potrà superare il valore di 40 Volts;
- devono essere in grado di lavorare e di garantire il risultato positivo della saldatura, in un campo di temperatura ambiente compreso tra i -5° e i +40°C, indipendentemente dai valori letti dalla sonda ambiente di cui possono essere dotate;
- devono lavorare con una tensione in ingresso massima pari a 220 ± 10 Volts; devono, inoltre, essere dotate di un sistema di isolamento tale da garantire gli operatori contro il rischio di elettrocuzione; per questo scopo il corpo macchina, ossia il contenitore del trasformatore primario, deve essere di metallo provvisto di doppio sistema di messa a terra;
- le prestazioni delle saldatrici, le sicurezze elettriche ed elettroniche, non devono subire dei cali se queste si troveranno a lavorare in ambienti soggetti a cattive condizioni atmosferiche;
- devono essere marcate dal produttore con numeri di serie e il logo caratteristico. Il produttore dovrà fornire le macchine saldatrici provviste di libretto di istruzione d'uso in italiano. Ad ogni macchina saldatrice deve essere allegata una tavola (in carta plastificata) che rappresenti il corretto processo di saldatura come è previsto nella norma UNI 10521.

Sono, inoltre, richieste le seguenti caratteristiche prestazionali:

- la macchina saldatrice deve essere protetta contro gli urti esterni o da una struttura tubolare o da una equivalente;
- il peso totale della saldatrice deve essere inferiore a 25 Kg. in modo da essere trasportabile da parte di un operatore singolo;
- deve essere dotata di un display che consenta all'operatore una facile lettura dei parametri di saldatura sia con la macchina posizionata all'interno che all'esterno dello scavo;
- deve essere dotata di un interruttore generale per lo spegnimento quando non in servizio;
- la saldatrice deve essere dotata di un sistema acustico che avvisi gli operatori di qualsiasi anomalia intervenga durante il ciclo di saldatura.

Attrezzature ausiliarie per la saldatura ad elettrofusione

Per ogni macchina saldatrice ad elettrofusione devono essere presenti ed utilizzate le seguenti attrezzature ausiliarie:

- tagliatubi, che permettano il taglio in squadra delle teste dei tubi, possono essere del tipo a rotella, a ghigliottina oppure una sega dotata di guide per il taglio ortogonale
- collari allineatori a quattro ganasce metalliche, per garantire il corretto allineamento dei tubi all'interno dei raccordi, per tutti i DN;(per tubi con diametri maggiori o uguali a 200 mm è possibile usare allineatori con sistema di bloccaggio a cinghia);
- raschiatori di tipo manuale per raschiare tubi fino al diametro 75 mm compreso, di tipo meccanico per tutti gli altri diametri ed SDR
- detergente per la pulizia delle zone raschiate dei tubi, a base di alcool isopropilico o normal-esano
- pennarello di vernice indelebile
- chiave per fresa.

I collari allineatori devono essere interamente realizzati in metallo ed essere provvisti di un

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

involucro di protezione per l'imballaggio ed il trasporto. L'allineatore per tubi di piccolo diametro (fino a 63 mm) è composto da due bracci in metallo di sezione quadra e uniti per mezzo di un sistema snodato che consente l'allineamento di tubi in linea, o con un angolo di 45° oppure di 90° tra loro.

Sui bracci in metallo sono libere di scorrere, una volta sbloccate, quattro morse metalliche.

Queste ultime per mezzo di un sistema di bloccaggio comandato da una vite senza fine consentono l'allineamento dei tubi e/o raccordi da saldare. L'allineatore per tubi e/o raccordi di diametro medio (da 63 a 180 mm) è composto da due travi in metallo di sezione quadra nelle quali è ricavata una scanalatura per il fissaggio dei doppi collari metallici per l'allineamento per ogni estremità; le due travi sono unite per mezzo di particolari raccordi metallici che consentono l'esecuzione di giunzioni di tubi in linea, a 45° oppure a 90°.

I collari consentono il bloccaggio di tubi di diverso diametro grazie all'assemblaggio di riduzioni metallo-plastiche. I collari devono poter avere la possibilità di essere posizionati sulla rispettiva parte di trave in maniera angolata rispetto all'asse della trave stessa, cosicché risulta possibile ottenere degli angoli, tra due collari, di 45° e 90°. L'allineatore per tubi di grande diametro (dal 200 al 400) è composto da una trave a sezione quadra in metallo sulla quale sono liberi di scorrere due telai, anch'essi in metallo, realizzati in modo da poter ospitare e bloccare i tubi per mezzo di un sistema a cinghia.

Un terzo telaio permette l'alloggiamento di tubi e/o raccordi per la realizzazione di tees. Quest'ultimo telaio deve essere completo di due piastre in metallo che consentono la giunzione di diametri ridotti rispetto alla linea principale.

I raschiatori per tubi in polietilene devono essere dotati di una lama fissa per l'asportazione dello strato di polietilene ossidato dalla superficie dei tubi.

Possono essere:

a) raschiatori "manuali" - rientrano in questa categoria i raschiatori che asportano una quantità di polietilene non determinabile poiché, in funzione della forza dell'operatore, la lama penetra nella superficie del tubo; con questi tipi di raschiatori si può lavorare solamente su tubi di piccolo diametro, più precisamente da 20 a 75 mm.

b) raschiatori "meccanici" - sono dotati di un sistema automatico che permette la rimozione dello strato di polietilene secondo una quantità predeterminata e conforme a quanto previsto nella norma UNI 10521.

Sono costruiti in metallo e si compongono di:

- un corpo centrale in metallo per posizionare l'asse filettato, che permette la rotazione e il movimento dell'attrezzo tagliente, in corrispondenza dell'asse del tubo;
- un braccio per la trasmissione del movimento di rotazione dell'asse filettato all'attrezzo tagliente;
- un sistema a cremagliera per poter determinare la forza con la quale la lama tagliente deve operare sulla superficie del tubo;
- un braccio a sbalzo, attaccato al braccio di trasmissione, sul quale, da un lato è attaccato il sistema dotato di precarica a molla che serve a far lavorare il tagliente, dall'altro lato una manopola per consentire all'operatore di far ruotare il tagliente attorno al tubo da raschiare;
- un attrezzo a lama tagliente dotato di un sistema di guida tale da permettere una

ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST, INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO

penetrazione della lama nel tubo di polietilene costante e continua per tutta la durata dell'operazione.

Chiavi metalliche per il serraggio di raccordi a compressione

Le chiavi per il serraggio delle ghiera dei raccordi a compressione sono realizzate in un'unica fusione d'alluminio. Devono essere costruite in maniera che un'unica chiave possa serrare i diametri dei raccordi fino a 40 mm, un'altra chiave possa serrare i diametri compresi tra 40 e 75 mm ed un'altra chiave possa serrare i diametri oltre i 75 mm.

Raccordi

Raccordi a compressione

I raccordi a compressione utilizzati per effettuare le giunzioni meccaniche devono essere idonei per congiungere tubi di polietilene tra di loro e con tubi di altri materiali, anche metallici. Le operazioni di giunzione devono poter avvenire senza il cambio di parti interne dei raccordi. I raccordi devono unire, garantendo la tenuta idraulica, tubi di PE con pressione nominale massima di 16 bar.

Devono essere dichiarati PN 16 dal produttore, in conformità alla norma UNI 9561. I raccordi da utilizzare per giunzioni miste (tra tubi di PE e tubi metallici) devono essere dichiarati PN 10 dal produttore. Le figure più ricorrenti sono: manicotti, gomiti a 90° e 45°, tee a 90° e 45°, raccordi maschi e femmine, gomiti a 90° con derivazioni filettate maschie e femmine, raccordi con flange metalliche, raccordi di transizione in ottone, staffe di presa in carico con uscita a compressione, filettata flangiata.

Materie prime utilizzate nella fabbricazione dei raccordi

Nella fabbricazione dei raccordi a compressione termoplastici si deve usare il copolimero di polipropilene per la ghiera e il corpo, la resina poliacetale bianca (omopolimero e copolimero) per gli anelli di aggraffaggio sul tubo, la gomma nitrilica NBR per gli anelli di tenuta O-Rings e per le guarnizioni, in conformità alle prescrizioni del Ministero della Sanità per quanto riguarda le sostanze destinate a venire a contatto con acqua potabile o da potabilizzare.

Nessun additivo potrà essere aggiunto alla resina dal fabbricante dei raccordi all'atto della lavorazione, oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa. Di norma non si devono impiegare materiali di riciclo. Sarà possibile impiegare materiale di riciclo solamente sotto la supervisione dell'Ufficio Assicurazione della Qualità del fabbricante e comunque la CONSAC deve esserne informata in anticipo in forma scritta.

L'uso del materiale di riciclo in produzione potrà avvenire solamente se risultano soddisfatte le seguenti condizioni:

- quando la fabbrica garantisce l'utilizzo del solo materiale precedentemente scartato in fase di iniezione;
- quando il suddetto materiale è raccolto, selezionato, rigranulato da un apposito apparecchio;
- quando l'inserimento nel processo di iniezione del materiale di riciclo è regolato da una valvola proporzionale;
- quando il materiale di riciclo non viene assolutamente a contatto con agenti inquinanti (per esempio manipolazioni manuali, ecc.).

La materia prima dovrà essere controllata e verificata prima del suo impiego in produzione. Il

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

fabbricante dei raccordi dovrà eseguire l'analisi del MFI (Melt Flow Index) e dovrà essere in grado di dimostrare l'esistenza di un metodo interno di controllo che permetta di garantire il rispetto del valore di MFI prescritto dalle specifiche reologiche del produttore della materia prima.

Raccordi in ottone ADZ

I raccordi in lega di ottone ADZ possono essere di due tipi:

- a stringere;
- a pressare (tali raccordi necessitano di una idonea pressa)

Entrambe le tipologie di raccordi devono presentano le seguenti caratteristiche:

- dimensionati e collaudati per lo specifico campo di impiego dei tubi corazzati;
- realizzati con materiale che presenta caratteristiche di resistenza alla corrosione delle acque aggressive e dei prodotti chimici.

Requisiti prestazionali - Prove di tipo

Collaudo sulla materia prima, realizzato su un tubo prodotto con il metodo ad iniezione, secondo la norma DIN 8076.3 punto 5.2.1.1

Norma di riferimento	Hoop stress [N/mm ²]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]
DIN 8076.3 Tabella 2 Punto 5.2.1.1	2,6	95	1000

$P_{test} = \sigma_T * 2s / (d-s)$ = pressione di collaudo in bar, con:

σ_T = tensione di lavoro in N/mm²;

s = spessore della parete del tubo;

d = diametro esterno del tubo in mm.

Resistenza alla pressione interna (a breve ed a lungo termine) dei raccordi assemblati, secondo la norma UNI 9561, prospetto XIII, punto 4

Norma	Tipo	Pressione [bar]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]
UNI 9561, prospetto XIII, punto 4	Comportamento a lungo termine	3 x PN (*)	20	1

Resistenza alla pressione interna dei corpi dei raccordi, secondo la norma DIN 8076.3, tabella 3, punto 5.2.1.2

Norma	Pressione [bar]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]
DIN 8076.3, tabella 3, punto 5.2.1.2	0,52 x PN (*)	95	1000
DIN 8076.3	3,2 X PN	20	1

Resistenza allo sfilamento, secondo la norma ISO 3501; Si calcola mediante la seguente formula:

ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST, INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO

$F = 1,5 \pi \sigma_T (d_e^2 - d^2)/4$ = forza di collaudo in N (a 23°C), con:

σ_T = tensione di lavoro ammissibile per tubi in Mpa;

d_e = diametro esterno del tubo (nominale, non misurato) in mm;

d = diametro interno del tubo (misurato) in mm.

Norma	per tubi \leq PN10 [raggio]	per tubi $>$ PN10 [raggio]	Temperatura [°C]	Pressione [bar]	Tempo [hr]
UNI 9561 Prospetto XIII punto 7	R = 15 d	R = 20 d	20	3 x PN	1

Resistenza alla pressione interna dei raccordi inseriti su tubi sottoposti a curvatura, secondo la norma UNI 9561, prospetto XIII, punto 7.

Resistenza alla pressione esterna, secondo la norma UNI 9561, prospetto XIII, punto 6;

Norma	Pressione [bar]	Temperatura [°C]	tempo [hr]
UNI 9561 Prospetto XIII, punto 6	0,1	20	1
UNI 9561 Prospetto XIII, punto 6	0,8	20	1

Collaudi dimensionali, secondo le norme UNI ISO 7/1 e UNI 9561, tabella XII, e conformi a quanto riportato nelle procedure interne del fabbricante.

Collaudi periodici

Resistenza alla pressione interna (a breve ed a lungo termine) dei raccordi assemblati, secondo la norma UNI 9561 Prospetto XIII, punto 4;

Norma	Tipo	Pressione [bar]	Temperatura [°C]	Tempo [hr]
UNI 9561 Prospetto XIII, punto 4	Comportamento a breve	3 x PN (*)	20	1

Resistenza allo sfilamento, secondo la norma UNI 9561, prospetto XIII, punto 5; Si calcola mediante la seguente formula:

$F = 1,5 \pi \sigma_T (d^2 - d_2^2)/4$ forza di collaudo in N (a 23°C), con:

σ_T = tensione di lavoro ammissibile per tubi in Mpa

d_e = diametro esterno del tubo (nominale, non misurato) in mm. d = diametro interno del tubo (misurato) in mm

5. COLLAUDI DIMENSIONALI - COLLAUDI VISIVI - CRASH TEST - COLLAUDO DELLA OMOGENEITÀ DEL PRODOTTO, IN ACCORDO CON IL PROGRAMMA INTERNO DI VERIFICA DELLA QUALITÀ DEL FABBRICANTE.

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

Controllo statistico

Requisiti prestazionali - Prove di tipo

Il fabbricante deve garantire per ognuno dei collaudi citati un campionamento su tre esemplari. Non devono essere rilevati fallimenti nei collaudi: solo con il rispetto di questa condizione la Stazione appaltante ammetterà i prodotti all'impiego.

Collaudi periodici

Il fabbricante deve dimostrare di avere e di rispettare un piano interno di campionamento per questi collaudi.

Altri requisiti generali

I raccordi devono garantire la tenuta idraulica alla pressione interna di esercizio, indipendentemente dall'azione meccanica svolta tra tubo e anello di aggraffaggio.

La guarnizione di tenuta idraulica, all'interno del raccordo, è alloggiata in una apposita sede ricavata nel corpo del raccordo. I raccordi, almeno nei diametri fino a 110 mm devono permettere l'inserimento del tubo senza che avvenga lo smontaggio completo della ghiera.

Inoltre, tutti i raccordi devono essere realizzati in maniera tale da garantire un loro facile smontaggio dall'impianto e il loro successivo riutilizzo senza che avvengano cali di prestazioni idrauliche e meccaniche.

I manicotti devono essere provvisti di fermo centrale di battuta che permetta di controllare l'arresto del tubo entro il bicchiere. I valori di accoppiamento filettato accettati sono: ¾" - 1" - 1"1/4 - 1"1/2 - 2" - 2"1/2 - 3".

Raccordi per collegamenti misti (o raccordi di transizione)

[Raccordi che permettono il passaggio tra componenti di impianto metallici e componenti di impianto plastici tramite filettatura in plastica.](#)

Da usare solo in casi eccezionali, questi raccordi devono garantire le seguenti prestazioni di tenuta sul filetto:

- PN 16 per filetti maschi fino a 2½";
- PN 10 per filetti maschi da 3" fino a 4";
- PN 16 per filetti femmina fino a 2½";
- PN 10 per filetti femmina fino a 3"

[Raccordi che permettono il passaggio tra componenti di impianto metallici e componenti di impianto plastici tramite filettatura in ottone.](#)

Questi raccordi, oltre a garantire le prestazioni di tenuta sul filetto, devono preferibilmente essere costruiti in modo da permettere al corpo del raccordo di ruotare rispetto alla parte metallica. Deve essere assicurato il requisito della prestazione PN 16.

[Raccordi flangiate che permettono di collegare tubazioni in polietilene con altre tubazioni metalliche.](#)

Devono soddisfare tutti i requisiti generali ed essere garantiti di classe PN10 o PN16 dal produttore.

Marchio di conformità

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei raccordi ai requisiti della norma UNI 9561, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN 45011 e UNI CEI EN 45004.

Raccordi pn 16 di presa in carico e non in carico

Rientrano in questa categoria i raccordi per giunzioni meccaniche costruiti secondo il punto 5.1 ed utilizzati per la costruzione di derivazioni di utenza da condotte stradali realizzate in polietilene.

Raccordi di presa in carico

Sono dotati di un sistema meccanico di posizionamento sulla condotta stradale. Per mezzo di una fresa in ottone consentono di forare il tubo principale e di effettuare il prelievo idrico senza interruzione dell'erogazione. Devono consentire il corretto orientamento della derivazione in funzione del posizionamento nello scavo del tubo per la derivazione.

Raccordi di presa non in carico

Sono dotati di un sistema meccanico di posizionamento sulla condotta stradale. Permettono il collegamento con altre parti dell'impianto per mezzo di filettature femmina, oppure con uscite dotate di raccordo a compressione, o con uscite dotate di flangia.

Marchio di conformità

Come riportato al punto 3.5.1.8.

Raccordi formati (o segmentati)

Generalità

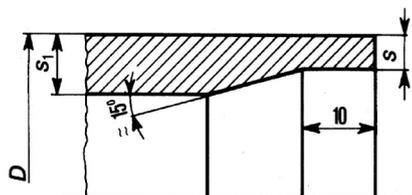
I raccordi ottenuti mediante saldatura tra loro di elementi di tubo fino al raggiungimento della forma desiderata, per essere accettati devono essere prodotti secondo i criteri generali descritti nel capitolo 11.4 della raccomandazione di posa n° 10 del maggio 1999 "Installazione di acquedotti di PE" dell'I.I.P.

Il fabbricante deve rispettare le formule riportate ai punti 11.4.1 e 11.4.2. per la produzione di curve e di tee a settore provvedendo, quando necessario, al rinforzo del raccordo nel modo indicato al punto 11.4.3.

I tubi utilizzati per prelevare i segmenti necessari per formare i raccordi devono essere in tutto conformi a quanto prescritto al cap.3 del presente documento.

Giunzione di raccordi formati con tubi

La giunzione può essere realizzata con i metodi descritti nel capitolo 4 del presente disciplinare, con l'avvertenza che nella tecnica testa a testa, per poter ottenere uno spessore di parete del raccordo uguale a quella del tubo sul quale deve essere unito, occorre che l'interno del raccordo sia rastremato per una profondità di 10 mm, come indicato nella seguente figura, in cui s è lo spessore del tubo, s_1 è lo spessore del raccordo e D è il diametro esterno del tubo:



**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

Raccordi elettro saldabili

Generalità

I raccordi elettro saldabili in PE devono soddisfare i requisiti del presente documento allo scopo di garantire la qualità dei prodotti acquistati dall'Azienda, secondo i riferimenti alle norme di prodotto nazionali e internazionali.

I produttori devono attenersi a quanto prescritto e devono essere in grado di dimostrare il soddisfacimento dei requisiti prescritti.

Tipi di raccordi

I raccordi devono essere prodotti con il processo di stampaggio per iniezione. Devono garantire la saldatura tra tubi di polietilene PE100 e PN16. I diametri più ricorrenti sono:

- manicotti, fino al DN 355;
- gomiti a 90°- 45°- 22,5°, fino al DN 180;
- tee a 90°, fino ai DN 180x180x180;
- collari di presa, fino ai DN 250x63.

Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei raccordi

Tutti i raccordi elettro saldabili devono essere prodotti con polietilene di classe PE100, in conformità a tutte le prescrizioni indicate per i tubi nel presente documento.

In particolare, si ribadisce che nessun additivo potrà essere aggiunto alla resina dal fabbricante dei raccordi all'atto della lavorazione, oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa e che non potrà in alcun modo essere impiegato materiale di riciclo.

Il fabbricante dovrà monitorare le proprietà della materia prima da impiegare nella produzione dei raccordi prima del suo utilizzo; in particolare dovrà controllare, almeno le seguenti proprietà:

- Indice di fluidità di massa (MFR), secondo la norma UNI EN 12201-3 - prospetto 6;
- Tempo di induzione all'ossidazione, nella zona di saldatura prima e dopo il processo di fabbricazione, secondo la norma UNI 12201-3 - prospetto 6;
- Densità, secondo la norma UNI 12201-1 - prospetto 1.

I criteri di accettazione o di rifiuto della materia prima sono basati sulla conformità ai requisiti previsti dalla norma UNI EN 12201-3.

Progettazione dei raccordi

I raccordi dovranno essere progettati secondo i requisiti indicati dalla norma UNI EN 12201-3.

Requisiti prestazionali - Prove di tipo

I raccordi devono essere PN16. Un raccordo è rispondente a questo requisito di tipo quando supera il collaudo descritto nel metodo indicato nella norma UNI EN 921. I campioni devono essere preparati in conformità a tale norma ad una temperatura minima di collaudo di -10°C ed a una temperatura massima di +45°C.

La pressione da superare nel collaudo è calcolata come indicato nella norma UNI EN 12201-3, prospetto 5. I raccordi devono soddisfare i requisiti prescritti dalle norme UNI EN 12201-1, UNI EN 12201-3 e UNI 7616.

Tipi di raccordi

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

I raccordi devono essere realizzati mediante il processo di stampaggio per iniezione. Devono garantire la tenuta idraulica fino a PN16. Le figure più ricorrenti (riduzioni, gomiti a 90° e 45°, tee a 90°) garantiscono generalmente la copertura dei diametri da 63 a 315.

Materia prima utilizzata nella fabbricazione dei raccordi

Tutti i raccordi, nelle figure previste, devono essere prodotti con polietilene avente un MRS minimo pari a 10 N/mm², in conformità alle norme nazionali ed internazionali per opere destinate al trasporto di acqua potabile o da potabilizzare.

Nessun additivo potrà essere aggiunto dal fabbricante dei raccordi alla resina all'atto della lavorazione oltre a quelli previsti dal produttore della resina stessa. Non potrà in alcun modo essere utilizzato materiale di riciclo.

Il fabbricante dovrà monitorare le proprietà della materia prima da impiegare nella produzione dei raccordi prima del suo utilizzo, in particolare dovrà controllare almeno le seguenti proprietà:

- Indice di fluidità di massa (MFR), secondo la norma UNI EN 12201-3 - prospetto 6;
- Tempo di induzione all'ossidazione, nella zona di saldatura prima e dopo il processo di fabbricazione, secondo la norma UNI 12201-3 - prospetto 6.

Requisiti prestazionali

I raccordi devono avere pressione nominale PN 16 o PN 10, con spessore di parete corrispondente al SDR dei tubi ai quali i raccordi stessi devono essere uniti.

Un raccordo si definisce rispondente a questi requisiti di tipo quando i campioni scelti superano i collaudi descritti nel prospetto 4 della norma UNI EN 12201-3.

Collaudi periodici

Il fabbricante deve garantire i seguenti controlli:

- Diametro esterno medio, con la frequenza di 1volta/h;
- Spessore, con la frequenza di 1volta/8h;
- Ovalizzazione, con la frequenza di 1volta/h;
- Angolo tra codoli, con la frequenza di 1volta/8h;
- Aspetto visivo, con la frequenza di 1volta/h;
- Verifica marcatura, con la frequenza di 1volta/h.

Collaudi finali - Esclusioni - Garanzie

Il fabbricante deve garantire la realizzazione delle seguenti prove su almeno un campione per ogni lotto di produzione:

- Resistenza alla pressione interna, secondo le norme UNI EN 12201-3 e UNI EN 921;
- Tempo di induzione all'ossidazione, secondo le norme UNI EN 12201-3 e UNI EN 728;
- Indice di fluidità in massa (MFR), secondo le norme UNI EN 12201-3 e ISO 1133.

Per la fabbricazione di tutti i raccordi valgono gli stessi divieti di utilizzo di materie prime non omologate, già prescritti per i tubi e valgono anche tutte le garanzie pure previste per i tubi.

Marchio di conformità

Il fabbricante deve possedere la concessione all'uso del marchio che attesti la conformità dei raccordi ai requisiti della norma UNI EN 12201-3, rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici o da altro Organismo accreditato secondo le suddette norme UNI CEI EN 45011 e UNI CEI EN 45004.

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

Marcatatura dei raccordi

I raccordi devono riportare, in accordo con la norma UNI EN 12201-3, punto 11, la seguente marcatatura minima:

- nome o codice del fabbricante;
- diametro nominale e serie dei tubi (DN/OD + SDR).

Sui raccordi stessi o su apposite etichette, devono essere riportate anche le seguenti indicazioni:

- numero della norma (UNI EN 12201);
- materiale e designazione (PE100);
- classe di pressione (PN10 o PN16);
- sigla identificativa della resina omologata;
- marchio di conformità dei raccordi. Accettazione di tubi e raccordi

Ai fini dei collaudi e delle accettazioni è considerato lotto singolo la fornitura di:

- 5000 m per tubi con $DN \leq 110$;
- 2000 m per tubi $110 < DN < 315$;
- 1000 m per tubi con $DN \geq 315$;
- 200 raccordi, comprensivi di figure e diametri diversi.

Il Direttore dei lavori o il Responsabile degli acquisti, alla ricezione di ciascun lotto di tubi e di raccordi dovrà accertarsi che:

- la Ditta produttrice possieda un Sistema aziendale di Garanzia della Qualità conforme alla norma UNI EN ISO 9000:2000, approvato dall'IIP o da altro Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN 45012;
- sui tubi e sui raccordi sia impresso il marchio di conformità alla norma UNI EN 12201, rilasciato dall'IIP o da altro Organismo terzo di certificazione accreditato in conformità alle norme UNI CEI EN 45011 e 45004 (Certificazione di prodotto);
- sia pervenuta, insieme ai documenti di trasporto, la dichiarazione di conformità del fabbricante che attesti che i prodotti finiti e le materie prime impiegate siano conformi alla norma UNI EN 12201, corredata della documentazione dei tests interni;
- sia pervenuta una campionatura (specimen) della resina utilizzata per la produzione dei materiali forniti, corredata da una scheda tecnica del produttore della resina che stabilisca i parametri di riferimento per l'eventuale analisi comparativa tra specimen e prodotti finiti forniti;
- la suddetta campionatura sia accompagnata da una apposita certificazione che le resine adoperate siano idonee per l'impiego in acquedotti e che siano omologate dall'IIP o da altro Organismo accreditato secondo le norme UNI CEI EN 45011 e 45004.

Qualora sia ritenuto opportuno approfondire la qualità dei prodotti consegnati, è facoltà della CONSAC dar corso ad una (o ad entrambe) delle seguenti procedure:

- ottenere la conferma del produttore della materia prima, trasmettendo un campione, scelto a caso, di tubo e/o di raccordo al produttore della resina il cui codice è riportato sui materiali forniti; quest'ultimo restituirà a CONSAC, in forma riservata e senza coinvolgere il fabbricante dei prodotti finiti, i risultati delle analisi comparative;
- procedere all'effettuazione delle verifiche ispettive secondo la procedura indicata al punto 11 del presente disciplinare.

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

5.1 COLLAUDO DELLE TUBAZIONI

Collaudo acquedotti e reti in pressione

Il collaudo idraulico deve essere eseguito sulle condotte posate per verificare l'integrità e la funzionalità dei tubi, dei giunti, dei raccordi e degli altri componenti della condotta.

Le operazioni di collaudo in campo possono essere ordinate, controllate e verbalizzate dal Direttore dei Lavori, il quale sottopone i relativi documenti al Collaudatore che, a sua volta, ha la facoltà di richiedere la ripetizione delle prove prescritte (DM 12/12/85).

Le operazioni di collaudo sono regolate dalla Norma UNI EN 805:2002 "Approvvigionamento di acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici" e dal D.M. 12/12/1985 "Normativa Tecnica per le Tubazioni" e successive modifiche e integrazioni.

Le pressioni di collaudo in campo, P_c , per le tubazioni con funzionamento a pressione sono riferite alla pressione di esercizio PE, e devono soddisfare i seguenti requisiti:

a) Nel punto più basso della condotta la pressione di prova non deve essere inferiore al più elevato dei valori sottostanti:

- per le pressioni di esercizio (senza colpo d'ariete) inferiori o uguali a 10 bar: 1,5 volte la pressione di esercizio;
- per le pressioni di esercizio (senza colpo d'ariete) superiori a 10 bar: la pressione di esercizio più 5 bar;
- la pressione massima di esercizio (pressione di esercizio più colpo d'ariete).

b) La pressione di prova non deve superare:

- la pressione massima di prova prescritta nelle norme applicabili ai tubi, raccordi e accessori;
- la pressione di calcolo dei dispositivi di ancoraggio.

c) Nel punto più alto del tronco in prova la pressione non deve essere inferiore alla pressione di esercizio in quel punto.

I tratti da sottoporre a collaudo non devono superare i 500 m di lunghezza, indipendentemente dal materiale, salvo diverse indicazioni dalla Direzione Lavori e devono essere compresi tra due saracinesche (almeno una saracinesca ogni 500 m).

Le operazioni di collaudo, secondo il DM 12/12/85, da eseguirsi dopo la posa delle condotte, consistono in una prima fase di lavaggio a cui segue il riempimento della condotta con acqua a pressione atmosferica.

L'immissione dell'acqua deve avvenire dal basso della condotta in modo da favorire la fuoriuscita dell'aria.

Successivamente, tramite pompaggio continuo, la pressione all'interno della condotta viene portata fino al valore di collaudo. Una volta stabilizzato il valore di pressione a quello di collaudo, è necessario monitorare eventuali variazioni tramite manografo tarato e/o strumenti elettronici per un intervallo di tempo abbastanza ampio da rilevare anche piccole perdite.

L'entità degli intervalli dipende dal materiale e dai diametri della tubazione.

Il collaudo secondo la Norma UNI EN 805 si articola in tre fasi successive:

- Fase preliminare;

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

- Prova di perdita di carico integrata;
- Prova principale.

Nella fase preliminare sono previsti il lavaggio, il riempimento della condotta a pressione atmosferica per la fuoriuscita dell'aria e, dopo 60 minuti, la messa in carico rapida (in meno di 10 minuti) alla pressione di collaudo pc da mantenere per 30 minuti mediante pompaggio continuo; in questo periodo deve essere monitorato il tratto sottoposto a collaudo per l'individuazione di eventuali perdite evidenti.

Successivamente, è necessario interrompere il pompaggio per 60 minuti e misurare la pressione residua al termine di questo periodo.

Questa prima fase è da considerarsi superata se la diminuzione di pressione è inferiore 0.5 bar.

La prova di perdita di carico integrata ha luogo a partire dal valore di pressione misurato al termine della fase preliminare diminuito di un ulteriore 10-15% della pressione di collaudo iniziale, mediante scarico dell'acqua.

Il volume di acqua rimosso, ΔV , deve essere confrontato con la perdita di acqua ammissibile, ΔV_{max} , pari a:

$$\Delta V_{max} = 1.2 \cdot V \cdot \Delta P \cdot (1/E_w + D/s \cdot E_r)$$

Dove:

- ΔV_{max} è la perdita di acqua ammissibile [l];
- V è il volume della sezione del tratto di tubazione sottoposto a prova [l];
- ΔP è perdita di pressione [kPa];
- D è il diametro interno dei tubi [m];
- E_w è il modulo di elasticità dell'acqua pari a $2 \cdot 10^6$ kPa
- s è lo spessore del tubo [m]
- E_r è il modulo elastico della parete del tubo in direzione circonferenziale [kPa]

La prova è da ritenersi superata quando $\Delta V \leq \Delta V_{max}$.

Nella prova principale, viene misurato l'incremento di pressione generato dalla contrazione della tubazione conseguente allo scarico rapido dell'acqua eseguito nella precedente fase.

Le misurazioni devono essere effettuate ogni 30 minuti.

Tale prova è da considerarsi superata se la pressione mostra una tendenza ad aumentare nel tempo.

Al termine del collaudo deve essere eseguita la sanificazione della condotta mediante clorificazione e analisi batteriologica dell'acqua.

La prova di collaudo deve essere eseguita sulla condotta installata comprensiva di tutti i raccordi e gli allacci che durante la fase di riempimento della condotta sono lasciati aperti per il tempo necessario alla fuoriuscita dell'aria presente in condotta.

La lunghezza di ogni tratta di condotta da collaudare può variare con il diametro ed il tipo di condotta, il tipo ed il numero dei giunti e delle apparecchiature installate, il tracciato e la natura del terreno attraversato, ma comunque sempre non superiore a 500 metri.

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

La condotta da collaudare dovrà essere chiusa all'estremità mediante flange imbullonate o mediante tappi saldati. È necessario sfiatare dell'aria nei punti più alti della condotta.

La presenza di aria residua influisce negativamente sul risultato del collaudo.

Il punto di pompaggio della pressione deve essere collocato, quando possibile, nella parte più bassa della condotta per favorire l'espulsione dell'aria durante il riempimento.

ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST, INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO

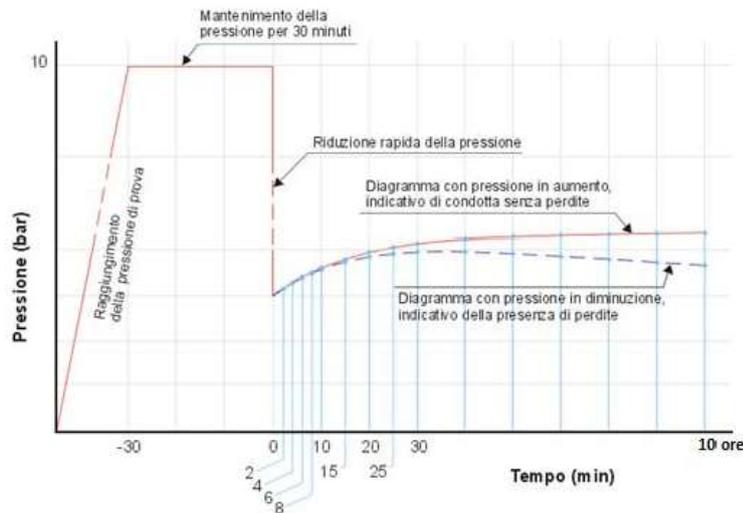


Diagramma tipo delle pressioni per collaudo su materiali plastici

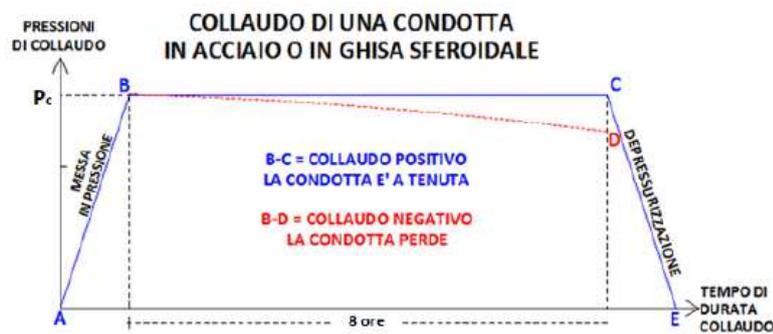


Diagramma tipo delle pressioni per collaudo su ghisa e acciaio

Questa posizione consente inoltre la lettura del massimo carico idrostatico e un maggior controllo durante l'esecuzione della prova. Il collaudo deve essere eseguito dopo il ricoprimento della condotta. Durante il collaudo la temperatura della tratta non deve subire variazioni significative.

Dopo aver effettuato il ricoprimento è quindi opportuno attendere almeno 24 ORE prima di effettuare il collaudo, affinché la temperatura dell'intera tratta si stabilizzi. Le parti eventualmente scoperte della condotta devono essere protette contro variazioni di temperatura dovute all'esposizione solare.

Tutte le guarnizioni e valvole di non ritorno devono essere controllate prima dell'esecuzione della prova.

6. ACCESSORI

Chiusini in ghisa sferoidale

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

I chiusini previsti nel presente progetto sono conformi alla norma UNI EN 124 dell'aprile 2015. Il chiusino deve essere di classe D 400 (carico di rottura 40 tonnellate) con telaio quadrato e guarnizione continua in polietilene anti odore, antirumore e anti basculamento, marchiato a rilievo con norme di riferimento (UNI EN 124), classe di resistenza (D 400), marchio fabbricante e sigla dell'ente di certificazione.

L'altezza del telaio deve essere maggiore o uguale a 100mm.

Il peso deve essere maggiore o uguale di 65 (± 3%) Kg per luce netta di 600 mm. Si riportano di seguito gli articoli 6.1 e 9 della norma sopra citata.

Prescrizioni relative alla qualità dei materiali

I materiali utilizzati per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, eccetto le griglie, possono essere i seguenti:

- ghisa a grafite sferoidale;
- acciaio;
- acciaio laminato;
- uno dei materiali precedenti in abbinamento con calcestruzzo;
- calcestruzzo armato (escluso il calcestruzzo non armato).

L'uso dell'acciaio laminato è ammesso solo se è assicurata una adeguata protezione contro la corrosione; il tipo di protezione richiesta contro la corrosione deve essere stabilito previo accordo fra committente e fornitore.

Le griglie devono essere fabbricate in:

- ghisa a grafite sferoidale;
- acciaio.

Il riempimento dei chiusini può essere realizzato con calcestruzzo oppure con altro materiale adeguato.

Marcatura

Tutti i chiusini, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:

- UNI EN 124 (come riferimento alla presente norma);
- la classe corrispondente (per esempio D 400) o le classi corrispondenti per i quadri utilizzati per più classi (per esempio D 400 - E 600);
- il nome e/o il marchio di identificazione del fabbricante e il luogo di fabbricazione che può essere in codice;
- il marchio di un ente di certificazione; e possono riportare:
- marcature aggiuntive relative all'applicazione o al proprietario;
- l'identificazione del prodotto (nome e/o numero di catalogo)

Le marcature di cui sopra devono essere riportate in maniera chiara e durevole e devono, dove possibile, essere visibili quando l'unità è installata.

7. INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEI FENOMENI DI MOTO VARIO

Le reti idriche gestite da CONSAC sono sistemi estremamente complessi, costituiti da condotte (con disposizione prevalentemente "a maglia"), apparecchiature idrauliche (valvole di

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

sezionamento, valvole di regolazione, etc) e opere in linea (scarichi, sfiati, camerette di manovra/ispezione), che devono garantire una corretta distribuzione della risorsa alle utenze, nel rispetto delle dotazioni idriche e delle pressioni minime previste negli strumenti normativi vigenti. La gestione efficiente di tali reti rende necessaria la loro suddivisione in zone e sottozone di rete (DMA), dedicando particolare attenzione alla gestione della pressione. La gestione della pressione in rete è difatti considerata l'attività di controllo delle perdite più favorevole, importante ed economicamente vantaggiosa. La moderna gestione delle reti idriche rappresenta per CONSAC uno dei suoi principali obiettivi, finalizzata al raggiungimento di determinati target di riduzione delle perdite ed efficientamento del sistema (target definiti dalle Autorità di governance della risorsa idrica), e questo sicuramente non può prescindere da un approccio integrato attraverso l'adozione delle seguenti strategie:

- ricerca sistematica delle perdite occulte e riparazione delle stesse;
- sostituzione di condotte ammalorate;
- gestione delle pressioni in rete;
- valutazione dei bilanci idrici (di comune, di distretto ecc.) attraverso la misura delle portate.

Nell'ambito delle misure da adottare per il raggiungimento dell'obiettivo prefisso, assume particolare importanza la corretta gestione ed il controllo dei parametri idraulici in rete, ossia il monitoraggio attraverso le misure in continuo di pressioni e portate e l'eventuale loro regolazione. La gestione ottimale del sistema di distribuzione attraverso il controllo delle pressioni e delle portate presuppone una accurata conoscenza della topologia della rete, delle caratteristiche fisiche delle sue componenti e delle apparecchiature idrauliche in essa presenti che consenta la costruzione e la taratura del modello idraulico. Sulla base dello sviluppo plano-altimetrico della porzione di territorio da servire e della distribuzione delle utenze potrà essere definita la migliore architettura di rete idrica di distribuzione e, confrontandola con i risultati numerici dei modelli idraulici, potrà essere valutata l'opportunità di realizzare dei "distretti" (per l'isolamento e controllo di zone "alte" e "basse", centri storici, ecc.) ed eventuali punti caratteristici nei quali installare postazioni di misura e regolazione dei parametri idraulici.

In generale, postazioni di misura e regolazione sono da prevedersi in corrispondenza dei seguenti punti della rete:

- origine della distribuzione urbana (cosiddette O.D.U.);
- a monte e a valle di "distretti" (cosiddetti DMAs: District Meater Area);
- altri punti caratteristici della rete idrica (es. punti in cui sia utile, da modello, il monitoraggio dei livelli di pressione, cosiddetti PMZs: Pression Management Zone).

Nell'ambito del progetto sono previste le seguenti tipologie di postazioni:

- Postazioni di Misura delle Pressioni (PR): postazioni nelle quali vengono installate apparecchiature manometriche, dotate di dispositivi per la misura sfruttando la tecnologia IoT (i punti caratteristici della rete di installazione saranno individuati mediante modellazione matematica della rete);
- Postazioni di Misura di Pressioni e Portate (PQ): postazioni nelle quali vengono installati manometri e misuratori di portata elettromagnetici o ad ultrasuoni, con segnali analogici e digitali disponibili per il telecontrollo (in corrispondenza di O.D.U. e a monte e valle dei "distretti", lì dove non si ritenga necessaria la regolazione);
- Postazioni di Misura di Pressioni e Portate e di Regolazione della Pressione (PVR): postazioni nelle quali vengono installati misuratori di pressioni e portate e idro-valvole per la regolazione e il controllo delle pressioni, tutti dotati di dispositivi per telecontrollo (generalmente in corrispondenza delle O.D.U. e a monte e valle dei

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

“distretti”);

- Stazioni di Misura e Regolazione delle Portate (PFR): postazioni nelle quali vengono installati misuratori di portata e valvole a fuso o valvola limitatrice e controllo di portata per la regolazione di queste ultime, tutti dotati di dispositivi per telecontrollo (da utilizzarsi solo in sezioni della rete nelle quali vi sia la necessità di veicolare in modo preciso predeterminati valori di portata verso sezioni di rete poste a valle).

Nel presente disciplinare vengono definite e illustrate le principali caratteristiche tecniche relative a ciascuna delle suddette tipologie di Postazioni di Misura, con particolare riferimento agli schemi idraulici ed alle apparecchiature idrauliche in dotazione ad ogni singola postazione.

Gli obiettivi che CONSAC si prefigge di raggiungere, attraverso l'utilizzo di sistemi di misura e regolazione dei principali parametri idraulici, sono i seguenti:

- ottimizzazione della distribuzione idrica (attraverso la gestione delle pressioni in rete, che determina una diminuzione delle perdite fisiche e migliora quindi l'efficienza della rete);
- ottimizzazione della gestione delle attività di regolazione, manovra e controllo dei parametri fisici, normalmente eseguita dal personale addetto;
- economie nella gestione, in termini di riduzione degli interventi di manutenzione non programmata, riduzione delle percorrenze chilometriche per il personale addetto alla gestione;
- ottimizzazione dei consumi di energia elettrica.

7.1 POSTAZIONI DI MISURA E REGOLAZIONE

Nel presente paragrafo vengono riportati:

- gli schemi idraulici e di montaggio delle singole Postazioni di Misura e Regolazione;
- le principali caratteristiche tecniche di tubi, raccordi ed apparecchiature da utilizzare in tutte le Postazioni di Misura e Regolazione;
- le principali prescrizioni tecniche relative all'impiantistica elettrica;
- le principali caratteristiche tecniche dei dispositivi per il Telecontrollo.

7.1.1 Postazione di Misura delle Pressioni (PR)

Tale Postazione è costituita un manometro, dotato di dispositivo per il telecontrollo, montato in derivazione dalla condotta stradale. Al manometro elettronico è associato un manometro analogico ad olio per consentire agli operatori in campo di avere immediata percezione della pressione manometrica della postazione.

Il Manometro deve essere ubicato in pozzetto prefabbricato in c.a., con dimensioni minime interne pari a 50x50cm e dotato di chiusino 50x50cm di g.s., classe D400. In alcuni casi (es. centri storici), il misuratore può essere ubicato nella nicchia di alloggiamento del contatore di utenza.

Nel dettaglio, la realizzazione della Postazione di Misura delle Pressioni prevede la posa dei seguenti elementi idraulici:

- manicotto in due o tre pezzi di ghisa sferoidale, con derivazione flangiata avente stesso DN della condotta stradale;
- valvola a saracinesca di ghisa sferoidale (interrata, quindi completa di asta di manovra e tubo protettore);
- imbocco di ghisa sferoidale;

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

- tubo di ghisa sferoidale;
- curva a 90° a due bicchieri di ghisa sferoidale, con controflangia;
- tronchetto di ghisa sferoidale;
- flangia DN 40 forata e filettata, generalmente 1½" (anche detto piatto forato di g.s.);
- manometro con attacco filettato maschio ½" (possono essere utilizzati attacchi diversi e in tal caso andranno adeguati i diametri della riduzione e del manicotto in ghisa malleabile), collegato al piatto forato mediante appositi raccordi di ghisa malleabile.

Per lo schema idraulico di montaggio si rimanda agli elaborati grafici. Questo tipo di Postazione, insieme ad altre Postazioni già presenti nella rete gestita da CONSAC, concorre al monitoraggio delle cosiddette PMZ, ossia zone per il management delle pressioni.

Le PMZ vengono utilizzate per la diagnosi dello stato di salute della rete, in quanto, attraverso il monitoraggio delle pressioni consentono di ottimizzare efficacemente la distribuzione alle utenze presenti all'interno della zona e, attraverso le variazioni di pressione, possono dare indicazioni sulla attivazione di nuove perdite fisiche occulte in rete.

7.1.2 Postazione di Misura di Livelli e Portate (PQ)

Tale Postazione è costituita da un piezometro e da un misuratore di portata elettromagnetico o a ultrasuoni in base alle esigenze tecniche, entrambi dotati di dispositivi per il telecontrollo.

Il piezometro è a immersione o montato sopra un apposito pezzo a T flangiato con derivazione dn40, posta in verticale; alla flangia dn 40 viene accoppiata una flangia forata e filettata ½" (piatto forato), alla quale viene collegato, mediante interposizione di idonei raccordi di ghisa malleabile, il piezometro.

Il misuratore di portata è montato lungo la condotta, indifferentemente a monte o a valle del misuratore di pressione.

Anche per questa tipologia di postazione al manometro elettronico è associato un manometro analogico ad olio per consentire agli operatori in campo di avere immediata percezione della pressione manometrica della postazione.

Il sistema è alloggiato in apposito pozzetto in c.a., prefabbricato o gettato in opera, con dimensioni variabili, dipendenti dal DN della condotta stradale, e dotato di chiusino di ghisa sferoidale, ø600, classe D400.

Nel dettaglio, la realizzazione della Postazione di Misura di Livelli e Portate prevede, da monte verso valle (da sinistra a destra in figura) la posa dei seguenti elementi:

- pezzo a T flangiato in g.s., con derivazione flangiata, per connessione del by-pass a monte;
- valvola a saracinesca in g.s., per l'intercettazione a monte del sistema di misura;
- tronchetto flangiato di acciaio inossidabile AISI 304 (o AISI 316L in ambienti aggressivi) di lunghezza pari a circa 3D (a garanzia di opportuno tratto rettilineo a monte del misuratore);
- misuratore di portata elettromagnetico o a ultrasuoni. Nel caso di misuratore di portata elettromagnetico di diametro inferiore a quello della condotta, devono essere previste due riduzioni e due tronchetti a garanzia di tratti rettilinei pari a 3D, a monte e valle, tra misuratore e riduzioni;
- tronchetto flangiato di acciaio inossidabile AISI 304 (o AISI 316L in ambienti aggressivi) di lunghezza pari a circa 3D (a garanzia di opportuno tratto rettilineo

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

a valle del misuratore);

- misuratore di livello (montato, in verticale, su pezzo a T flangiato, previa interposizione di piatto forato filettato ½” e idoneo nipplo/riduzione in ghisa malleabile);
- giunto di smontaggio a tre flange in g.s. o a soffietto in acciaio inossidabile;
- valvola a saracinesca in g.s., per l’intercettazione a valle del sistema di misura;
- pezzo a T flangiato in g.s., per la connessione di valle del circuito di by-pass.

Il sistema di by-pass deve avere avente DN pari a quello della condotta principale e deve essere così costituito: saracinesca di monte collegata col pezzo a T di monte; curva flangiata di g.s. o in acciaio inossidabile AISI 304 (o AISI 316L); tubo di acciaio inossidabile AISI 304 (o AISI 316L); curva flangiata di g.s. o in acciaio inossidabile AISI 304 (o AISI 316L); saracinesca di valle collegata col pezzo a T a valle.

Di seguito, si riporta lo schema idraulico di montaggio si rimanda agli elaborati grafici. Questo tipo di Postazione viene utilizzata, anche in sinergia con altre Postazioni dello stesso tipo, a monte di reti idriche (O.D.U.), a monte e valle di “distretti”, nei casi in cui non sia ritenuta necessaria la regolazione di portate o pressioni.

Le postazioni di misura sono impiegate per la diagnosi dello stato di salute di una rete. Infatti, ad esempio:

- diminuzioni anomale di valori di pressione o un bilancio idrico anomalo monte-valle possono dare utili indicazioni circa l’eventuale presenza di perdite fisiche occulte in rete;
- la diminuzione dei valori di portata, non accompagnata da segnalazioni di disservizi, all’ingresso di una rete o di un distretto possono essere indicatore di utile risparmio della risorsa idrica dopo interventi di risanamento.

7.1.3 Postazione di Misura e Regolazione delle Pressioni (PRV)

Tale Postazione è dotata normalmente di una idrovalvola per la regolazione ed il sostegno della pressione di valle (mantenimento di una pressione di valle costante pur al variare della pressione a monte della idrovalvola), da due manometri posti a monte e a valle dell’idrovalvola e da un misuratore di portata posto a valle della idrovalvola.

Il sistema è alloggiato in apposito pozzetto in c.a., prefabbricato o gettato in opera, avente dimensioni variabili, dipendenti dal DN della condotta stradale, e dotato di chiusino di ghisa sferoidale, ø600, classe D400.

Lo schema di montaggio della parte idraulica prevede, da monte verso valle (da sinistra a destra in figura) la posa dei seguenti elementi idraulici:

- pezzo a T flangiato in ghisa sferoidale, con derivazione flangiata, per connessione del by-pass a monte;
- valvola a saracinesca in ghisa sferoidale, per l’intercettazione a monte del sistema di misura/regolazione;
- tronchetto flangiato di acciaio inossidabile del tipo AISI 304 (o AISI 316L in ambienti aggressivi) di lunghezza pari a circa 3D (a garanzia di opportuno tratto rettilineo a monte del misuratore);
- misuratore di portata elettromagnetico. Nel caso sia previsto un misuratore di portata elettromagnetico di diametro inferiore a quello della condotta, devono essere previste due riduzioni e due tronchetti a garanzia di tratti rettilinei pari a 3D, a monte e valle, tra misuratore e riduzioni;
- tronchetto flangiato di acciaio inossidabile del tipo AISI 304 (o AISI 316L in ambienti aggressivi) di lunghezza pari a circa 3D (a garanzia di opportuno tratto

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

- rettilineo a valle del misuratore);
- idrovalvola per la regolazione e stabilizzazione della pressione di valle, dotata di manometri per il rilievo della pressione di monte e valle della valvola;
- giunto di smontaggio a tre flange in ghisa sferoidale oppure del tipo a soffiutto in acciaio inossidabile;
- valvola a saracinesca in ghisa sferoidale, per l'intercettazione a valle del sistema di misura/regolazione;
- pezzo a T flangiato in ghisa sferoidale, per la connessione di valle del circuito di by-pass.

Il sistema di by-pass deve avere DN pari a quello della condotta e deve essere così fatto: saracinesca di monte collegata col pezzo a T di monte; curva flangiata di g.s. o acciaio inossidabile AISI 304 (o AISI 316L); tubo di acciaio inossidabile AISI 304 (o AISI 316L); curva flangiata di g.s. o in acciaio inossidabile AISI 304 (o AISI 316L); saracinesca di valle collegata col pezzo a T a valle.

A monte del circuito è consigliato l'inserimento di un apposito filtro a Y per evitare che eventuali solidi possano incastrarsi all'interno delle parti in movimento della idrovalvola.

Questo tipo di Postazione, insieme ad altre Postazioni analoghe già presenti in rete, oltre a costituire di fatto delle PMZs, ossia zone per il management delle pressioni, contribuisce alla reale ed efficace costruzione dei cosiddetti District Metering Areas, indispensabili per ottenere una reale diagnostica dello stato di salute di un rete e un reale controllo e gestione delle pressioni, finalizzato all'ottimizzazione dei valori di pressione ai nodi e, di conseguenza, ad una diminuzione delle perdite fisiche per via della diminuzione degli stati tensoriali sulle giunzioni elastiche vetuste.

In caso di variazioni delle condizioni d'esercizio particolarmente variabili, come ad esempio il caso di postazioni PRV di regolazione di una località a vocazione turistica, potrà prevedersi l'adozione di uno schema con due valvole in parallelo, su un apposito by-pass, una da attivare nel periodo con portate basse o nulle e una da attivare nel periodo con le portate maggiori.

7.1.4 Postazione di Misura e Regolazione delle Portate (PFR)

Tale Postazione è dotata di una valvola a fuso o limitatrice e controllo per la regolazione della portata e un misuratore di portata posto a monte della valvola di regolazione.

Il sistema è alloggiato in apposito pozzetto in c.a., prefabbricato o gettato in opera, avente dimensioni variabili, dipendenti dal DN della condotta stradale, e dotato di chiusino di ghisa sferoidale, $\varnothing 600$, classe D400.

Lo schema di montaggio della parte idraulica prevede, da monte verso valle (da sinistra a destra in figura) la posa dei seguenti elementi idraulici:

- pezzo a T flangiato in ghisa sferoidale, con derivazione flangiata, per connessione del by-pass a monte;
- valvola a saracinesca di ghisa sferoidale, per l'intercettazione a monte del sistema di misura e regolazione;
- tronchetto flangiato di acciaio inossidabile del tipo AISI 304 (o AISI 316L in ambienti aggressivi) di lunghezza pari a circa 3D (a garanzia di opportuno tratto rettilineo a monte del misuratore);

**ED 12 - DISCIPLINARE TECNICO E PRESTAZIONALE – DIAGNOSI STRUTTURALE CONDOTTE, COLLAUDI E TEST,
INTERVENTI DI MITIGAZIONE MOTO VARIO**

- misuratore di portata elettromagnetico. Nel caso sia previsto un misuratore di portata elettromagnetico di diametro inferiore a quello della condotta, devono essere previste due riduzioni e due tronchetti a garanzia di tratti rettilinei pari a 3D, a monte e valle, tra misuratore e riduzioni;
- tronchetto flangiato di acciaio inossidabile del tipo AISI 304 (o AISI 316L in ambienti aggressivi) di lunghezza pari a circa 3D (a garanzia di opportuno tratto rettilineo a valle del misuratore);
- valvola a fuso motorizzata per la regolazione della portata, con eventuale diffusore di ghisa sferoidale;
- giunto di smontaggio a tre flange in ghisa sferoidale oppure del tipo a soffiutto in acciaio inossidabile;
- valvola a saracinesca in ghisa sferoidale, per l'intercettazione a valle del sistema di misura e regolazione;
- pezzo a T flangiato in ghisa sferoidale, per la connessione di valle del circuito di by-pass.

Il sistema di by-pass deve avere DN pari a quello della condotta principale e deve essere così costituito: saracinesca di monte collegata col pezzo a T di monte; curva flangiata di g.s. o in acciaio inossidabile AISI 304 (o AISI 316L); tubo di acciaio inossidabile AISI 304 (o AISI 316L); curva flangiata di g.s. o in acciaio inossidabile AISI 304 (o AISI 316L); saracinesca di valle collegata col pezzo a T a valle.

Per lo schema idraulico si rimanda agli elaborati grafici.

Tali Postazioni sono utili nei casi in cui, in presenza di diramazioni, si voglia far confluire nelle condotte poste a valle della Postazione prestabiliti valori di portata, mantenendo un buon grado di precisione nella regolazione di valle, al variare dei parametri idraulici a monte.