



**Direzione Ingegneria
Area Tecnologia dei Materiali**

**DISCIPLINARE TECNICO
PER LA FORNITURA E POSA IN OPERA
DI TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI
IN GHISA SFEROIDALE
PER FOGNATURA**

A cura di

Ing. Giuseppe De Stefano

Ing. Massimo Pellegrini

Visto: Il Direttore Ingegneria
Ing. Andrea Volpe

EDIZIONE GENNAIO 2020

INDICE

1. GENERALITÀ.....	3
2. PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. MARCATURA CE E DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE	4
4. RIVESTIMENTI.....	5
5. GIUNZIONI.....	8
6. GUARNIZIONI ELASTOMERICHE	8
7. MARCATURE DI TUBI E RACCORDI.....	9
8. PRESSIONI	9
9. CONTROLLI EPROVE	10
10. COLLAUDO IN FABBRICA	15
11. ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI.....	15
12. RIPROVE E MOTIVI DI RIFIUTO.....	16
13. MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI	16
14. MODALITA' E PROCEDURE DI POSA IN OPERA	17
15. ESECUZIONE DELLE GIUNZIONI.....	19
16. COLLAUDO IDRAULICO IN OPERA	19

1. GENERALITÀ

Il presente disciplinare riporta le prescrizioni tecniche, le norme, le prove e le caratteristiche generali dei tubi e dei pezzi speciali di ghisa sferoidale conformi alla vigente norma UNI EN 598, da utilizzare per la realizzazione di condotte fognarie a gravità o condotte premententi.

I tubi ed i raccordi di ghisa sferoidale per fognatura devono possedere la marcatura CE, così come previsto dal Regolamento UE n. 305/2011 (CPR).

La Ditta produttrice, come meglio precisato in seguito, deve:

- possedere un Sistema di Qualità aziendale conforme alla vigente norma ISO 9001, approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN 17021;
- possedere la Certificazione di Prodotto, rilasciata da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17065, che attesti la conformità dei tubi e dei pezzi speciali alla norma UNI EN 598;
- redigere la Dichiarazione di Prestazione (DoP), in conformità al Regolamento Europeo n. 305/2001.

Per quanto non specificato nel presente disciplinare, si deve fare riferimento alla vigente norma UNI EN 598 ed a tutte le normative riportate nel successivo paragrafo.

2. PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO

UNI EN 598:	Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per fognatura - Prescrizioni e metodi di prova.
UNI 9163:	Giunto elastico automatico - Dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto.
DIN 28603:	Ductile iron pipes and fittings - Push-in joints - Survey, sockets and gaskets (N.B. Questa norma definisce le dimensioni del giunto Tyton).
UNI EN 681-1:	Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Gomma vulcanizzata.
UNI EN 1563:	Fonderia - Getti di ghisa a grafite sferoidale.
UNI EN 1092-2:	Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Flange di ghisa.
UNI ISO 8179:	Tubi di ghisa sferoidale - Rivestimento esterno di zinco.
UNI ISO 4179:	Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata - Prescrizioni generali.
UNI ISO 10802:	Tubazioni di ghisa a grafite sferoidale - Prove idrostatiche dopo posa.
UNI EN 1610:	Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori fognari.

Decr. Min. LL.PP. 12/12/85: Norme tecniche relative alle tubazioni.

Circ. n. 27291 Min. LL.PP. 20/3/86: Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni.

3. MARCATURA CE E DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE

3.1. Marcatura CE

La norma EN 598 è entrata in vigore, in quanto norma europea armonizzata, in data 01/04/2010 e il 01/04/2011 è terminato il periodo di coesistenza.

Pertanto l'immissione sul mercato e l'impiego di tubazioni in ghisa sferoidale coperti dalla EN 598 sono possibili soltanto se questi sono in possesso della Marcatura CE, in accordo con il Regolamento UE n. 305/2011 (CPR).

Ogni tubo e pezzo speciale in ghisa sferoidale per fognatura deve essere quindi obbligatoriamente marchiata "CE" con il riferimento alla UNI EN 598.

La marcatura CE deve essere apposta in modo visibile, leggibile e indelebile sul tubo/raccordo o su un'etichetta ad esso applicata oppure, se ciò fosse impossibile deve essere apposta sull'imballaggio o sui documenti di accompagnamento.

3.2. Dichiarazione di prestazione

Prima dell'immissione sul mercato dei tubi e raccordi in ghisa sferoidale, il fabbricante, una volta acquisito il certificato di controllo di produzione rilasciato dall'organismo notificato, deve redigere la Dichiarazione di Prestazione (DoP), redatta in conformità al Regolamento Europeo n.305/2001 (anche indicato con l'acronimo CPR), per attestare che il tubo/raccordo è conforme a un certo processo di verifica (vedi dichiarazione di conformità), ma anche la sua conformità alla prestazione dichiarata in relazione alle caratteristiche essenziali, definite nell'allegato ZA della relativa norma armonizzata di prodotto.

La DoP deve essere redatta usando il modello dato nell'allegato III del CPR ed in particolare deve contenere le informazioni elencate nell'articolo 6.2 del CPR.

Con tale dichiarazione il fabbricante si assume la responsabilità della conformità del prodotto da costruzione alla prestazione dichiarata.

Nel caso in cui il fabbricante non è stabilito nella Comunità Europea, la Dichiarazione di prestazione è redatta da un mandatario (rappresentante autorizzato), al quale il fabbricante, con mandato scritto ha delegato tale mansione.

3.3. Obblighi degli importatori e dei distributori

Quando i tubi/raccordi sono prodotti in paesi terzi e il fabbricante non ha una sede legale nell'area SEE (*European Economic Area*), il CPR attribuisce degli obblighi specifici all'importatore.

Tali obblighi sono definiti in dettaglio nell'articolo 13 del CPR.

In sintesi l'importatore, prima di introdurre sul mercato europeo un prodotto, è tenuto a verificare che il fabbricante, avente sede al di fuori dell'UE, abbia adempiuto agli obblighi definiti in dettaglio nell'articolo 11 del CPR, e cioè:

- il fabbricante abbia applicato la procedura di valutazione della conformità appropriata;
- il fabbricante abbia redatto il fascicolo tecnico;
- il prodotto abbia la marcatura di conformità richiesta
- il prodotto sia accompagnato dai documenti richiesti
- il fabbricante e il prodotto siano identificati.

Gli obblighi dei distributori sono definiti nell'articolo 14 del CPR.

In sintesi i distributori, prima di immettere un prodotto sul mercato, devono verificare che:

- il prodotto abbia la marcatura di conformità richiesta;
- sia accompagnato dai documenti richiesti;
- il fabbricante e il prodotto siano identificati.

Se l'importatore o il distributore immettono sul mercato un prodotto avvalendosi del proprio nome e logo, essi si assumono automaticamente anche le responsabilità del fabbricante.

4. RIVESTIMENTI

4.1. Rivestimenti dei tubi

Rivestimenti standard

Si considera “rivestimento *standard*”, un rivestimento utilizzabile nei casi in cui ci si trovi in condizioni di posa *standard*. Come riportato nel documento aziendale denominato “*Disciplinare Tecnico sui rivestimenti interni ed esterni per condotte metalliche*”, tali condizioni si verificano quando i terreni non presentino criticità significative (come acidità, alta concentrazione di sostanze inquinanti, bassa resistività, presenza di acqua di falda o di mare, interferenze elettriche o elettromagnetiche, spray marino per tratte fuori terra..ecc.). Naturalmente, le suddette condizioni di posa *standard*, impattano solamente sulla scelta dei rivestimenti esterni. Per quanto riguarda, invece, i rivestimenti interni, le condizioni sono sempre da considerarsi di tipo *standard* (in quanto trattasi di trasporto di refluo domestico, che non pone particolari problemi in termini di aggressività chimica nei confronti del rivestimento cementizio-alluminoso *standard*), fatta eccezione per il caso specifico di trasporto “premente” di refluo non grigliato.

Ciò detto, se non altrimenti concordato, i tubi devono essere forniti con:

- **rivestimento esterno di lega Zinco-Alluminio**, omogenea, di tipo monofasico (percentuale di Zn: tra 80-90 %; percentuale di Al:10-20 %) avente massa minima pari a 400 g/m², con strato di finitura (resina sintetica compatibile con la lega di zinco) avente spessore medio non minore di 70 µm, con un minimo locale di 50 µm. Tale rivestimento può essere utilizzato a contatto con terreni aventi resistività superiori a 1000 ohmxc.m.
- **rivestimento interno di malta di cemento alluminoso**, conforme alla norma UNI ISO 4179. Tale rivestimento deve essere denso e omogeneo e deve, quindi, rendere uniforme e liscia l'intera superficie interna del tubo.

Non ammessi difetti locali che riducano lo spessore al di sotto dei valori di seguito riportati:

S = 4,0 mm	per DN da 40 a 300 mm	(tolleranza: -1,5);
S = 5,0 mm	per DN da 350 a 600 mm	(tolleranza: -2,0);
S = 6,0 mm	per DN da 700 a 1200 mm	(tolleranza: -2,5);
S = 9,0 mm	per DN da 1400 a 2000 mm	(tolleranza: -3,0).

Secondo la stessa tabella, per i rivestimenti asciutti sono ammesse crepe e spostamenti radiali delle dimensioni limite opportunamente specificate per fascia di diametro.

per DN da 40 a 300 mm	(tolleranza: 0,4);
per DN da 350 a 600 mm	(tolleranza: 0,5);
per DN da 700 a 1200 mm	(tolleranza: 0,6);
per DN da 1400 a 2000 mm	(tolleranza: 0,8).

Nota tecnica sui rivestimenti in corrispondenza delle giunzioni - Nei casi di giunzione elastica, la parte interna e frontale del bicchiere, in accordo con la UNI EN 598, devono essere rivestite con vernice epossidica (con eventuale sottofondo di zinco) secondo UNI EN 14901. Nei casi di giunzione flangiata, le flange dovranno essere rivestite con vernice epossidica di spessore minimo pari a 250 µm, secondo UNI EN 14901.

Rivestimenti non standard

Come indicato nel documento aziendale denominato “*Disciplinare Tecnico sui rivestimenti interni ed esterni per condotte metalliche*”, si considera “rivestimento non-standard” un rivestimento utilizzabile nei casi in cui ci si trovi in condizioni di posa *non-standard*, ossia condizioni in cui vi siano: aggressività dei terreni (per acidità, presenza di sostanze inquinanti, resistività al di sotto dei 1000 ohmxcm); interferenze elettromagnetiche (presenze di ferrovie o elettrodotti); presenza di acque marine o di falda; esposizione allo spray marino per le tratte fuori terra.

Naturalmente, le suddette condizioni di posa *non-standard*, come sopra definite, impattano solamente sulla scelta dei rivestimenti esterni.

Per quanto riguarda i rivestimenti interni, le condizioni da considerarsi non-standard sono soltanto quelle di trasporto in “premente” di refluo non grigliato.

Ciò detto, se non altrimenti concordato, i tubi devono essere forniti con:

- **rivestimento esterno di polietilene estruso**, secondo la norma UNI EN 14628. L'utilizzo di tale rivestimento è particolarmente indicato nei casi di presenza di interferenza elettromagnetica e per pose sottomarine. In tali casi, in corrispondenza delle giunzioni, devono essere posati in opera idonei manicotti termorestringenti in polietilene.

Gli spessori minimi da adottare sono gli “Increase thickness” prescritti dalla norma UNI EN 14628 ed indicati nella tabella seguente:

Nominal size DN	Minimum coating thickness mm	
	Standard thickness	Increased thickness
80 to 100	1,8	2,5
125 to 250	2,0	2,5
300 to 450	2,2	3,0
500 to 700	2,5	3,5
800 to 1 400	3,0	3,5
1 500 to 2 000	3,5	4,0

oppure:

- **rivestimento esterno di poliuretano**, conforme alla norma UNI EN 15189, con spessore minimo pari a 700 micron e valore di adesione minimo pari a 8 MPa (misurato su superficie curva e, per le parti applicabili, secondo i metodi di prova indicati nelle norme EN ISO 4624 e EN 15189).

- **rivestimento interno di poliuretano**, conforme alla norma UNI EN 15655, con spessore minimo pari a 1300 micron e valore di adesione minimo pari a 8 MPa (misurato su superficie curva e, per le parti applicabili, secondo i metodi di prova indicati nelle norme EN ISO 4624 e EN 15655). Tale tipologia di rivestimento trova giustificazione solo nei casi in cui siano richieste elevatissime *performance* di resistenza ad urto ed abrasione (es. condotte prementi per il trasporto di reflui non grigliati).

Il rivestimento di poliuretano può anche essere usato nei casi in cui il progettista desideri minimizzare, in fase di calcolo, i valori di perdita di carico in condotta, sfruttando la bassissima rugosità idraulica del poliuretano (γ di Bazin 0,06).

Si ribadisce che, nel caso non siano verificate le suddette due condizioni specifiche, il rivestimento interno da utilizzare deve essere quello di **cemento alluminoso**, di cui al punto 4.1. del presente documento.

Nota tecnica sui rivestimenti in corrispondenza delle giunzioni - Nei casi di giunzione elastica, la parte interna e frontale del bicchiere, in accordo con le norme UNI EN 598 e UNI EN 15655, possono essere rivestite con vernice epossidica secondo UNI EN 14901 (con eventuale sottofondo di zinco) oppure con vernice poliuretanicave avente spessore minimo pari a 150 μm . Nei casi di giunzione flangiata, le flange dovranno essere rivestite con vernice epossidica di spessore minimo pari a 250 μm , secondo UNI EN 14901, oppure con vernice poliuretanicave avente spessore minimo pari a 700 μm .

4.2. Rivestimenti dei raccordi

Rivestimenti *standard*

Si considera “rivestimento *standard*”, un rivestimento adoperabile nei casi in cui ci si trovi in condizioni di posa *standard*, come definite nel *paragrafo 4.1* del presente documento.

Nei casi di condizioni *standard*, devono essere adottati i seguenti tipi di rivestimento:

- **rivestimento esterno di vernice epossidica**, avente spessore non inferiore a 150 μm e conforme alle norme UNI EN 598 e UNI EN 14901;
- **rivestimento interno di vernice epossidica**, avente spessore non inferiore a 150 μm e conforme alla norma UNI EN 598 e UNI EN 14901.

Rivestimenti *non standard*

Si considera “rivestimento *non-standard*”, un rivestimento adoperabile nei casi di posa in condizioni *non-standard*, come definite nel *paragrafo 4.1* del presente documento.

Nei casi di condizioni *non-standard*, devono essere adottati i seguenti tipi di rivestimento:

- **rivestimento esterno di vernice epossidica**, avente spessore non inferiore a 250 μm e conforme alle norme UNI EN 598-Annex B e UNI EN 14901;
- **rivestimento interno di vernice epossidica**, avente spessore non inferiore a 250 μm e conforme alle norme UNI EN 598-Annex B e UNI EN 14901.

Sono ammessi rivestimenti interni e/o esterni in poliuretano, conformi rispettivamente alle norme UNI EN 15189 e UNI EN 15655, solo nei casi particolari in cui anche i tubi siano rivestiti esternamente e/o internamente in poliuretano.

4.3. Accettazione dei rivestimenti

Il Direttore dei Lavori deve assicurarsi, pena il rifiuto della fornitura, che:

- la tipologia di rivestimenti interni ed esterni utilizzati sia attestata attraverso specifica menzione nella Certificazione di Prodotto (o suoi allegati), rilasciata da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17065, relativa ai tubi/raccordi sui quali tali rivestimenti vengono applicati;
- nella suddetta Certificazione siano esplicitamente richiamate, oltre alle tipologie di rivestimento, le relative, vigenti, norme di riferimento;
- i rivestimenti ricoprono le superfici del tubo con uno strato continuo ed uniforme, abbiano un aspetto liscio e regolare e siano esenti da difetti (es. zone di scarsa aderenza);
- eventuali prove chimico-fisiche, commissionate da AQP ed effettuate presso Laboratorio terzo accreditato secondo UNI EN ISO/IEC 17025, abbiano dimostrato l'assoluta conformità dei rivestimenti alle vigenti normative di riferimento.

5. GIUNZIONI

Il giunto generalmente utilizzato è quello di tipo elastico, realizzato secondo le prescrizioni stabilite dalla norma UNI EN 9163 (tipo elastico automatico) oppure secondo le prescrizioni indicate nella norma DIN 28603 (tipo *Tyton*).

Nei casi in cui le caratteristiche del territorio (es. zone soggetti a cedimenti) e di posa (es. pendenze elevate) oppure le pressioni previste in condotta (es. PFA>10 bar) possano far ipotizzare degli sfilamenti di giunto, può essere adoperato il giunto elastico del tipo “a serraggio meccanico”, realizzato secondo la norma UNI 9164. In alternativa, possono anche essere utilizzate giunzioni “anti-sfilamento” del tipo “Vi” (semplice) oppure “Ve” (con doppia camera).

Nei casi di condotte prementi (in particolare con PFA>10 bar), in alternativa al giunto “anti-sfilamento”, può essere adoperata la giunzione a flangia, con flange di ghisa sferoidale conformi alle norme UNI EN 1092-2 e UNI EN 598.

6. GUARNIZIONI ELASTOMERICHE

I requisiti dei materiali elastomerici e le prove di controllo sono prescritti dalla norma UNI EN 681-1 e successivi aggiornamenti.

Per il mantenimento delle proprietà chimico-fisiche, le guarnizioni devono essere immagazzinate in locali sufficientemente asciutti, freschi ed oscuri, evitando la vicinanza di fonti dirette di calore e la diretta incidenza di radiazioni solari.

Le guarnizioni devono riportare le seguenti marcature:

- il nome od il marchio del fabbricante;
- l'identificazione dell'anno di fabbricazione;
- la precisazione che si tratta di ghisa sferoidale;
- il diametro nominale;
- per le flange, la classificazione secondo la PN;
- il riferimento alla norma UNI EN 598;
- il marchio di conformità rilasciato da un Organismo di parte di terza.

7. MARCATURE DI TUBI E RACCORDI

I tubi e i raccordi devono riportare almeno le seguenti informazioni:

- il nome od il marchio del fabbricante;
- l'identificazione dell'anno di fabbricazione;
- la designazione della ghisa sferoidale;
- il diametro nominale;
- il riferimento alla norma UNI EN 598;
- il marchio di conformità rilasciato da un Organismo di parte terza;
- marchio CE (anche apposto su etichetta, come previsto dalla norma EN 598).

I primi cinque dati di marcatura sopra elencati devono essere ottenuti direttamente nella fase di fusione del getto, oppure stampati a freddo; gli altri due dati di marcatura possono essere applicati anche con verniciatura sul getto oppure fissati all'imballaggio.

8. PRESSIONI

I valori massimi, misurati in bar, di PFA, PMA e PEA per le fognature a pressione, riportati nella successiva tabella, sono calcolati come segue:

$$a) PFA = \frac{20xe_{\min}xR_m}{DxSF} \text{ (con un massimo di 40 bar)}$$

dove:

- e_{\min} è lo spessore minimo delle pareti dei tubi, in millimetri;
- D è il diametro medio dei tubi (DE - e_{\min}), in millimetri;
- DE è il diametro esterno nominale dei tubi, in millimetri;
- R_m è la resistenza di trazione minima del ferro duttile, in MPa;
- SF è un fattore di sicurezza.

$$b) PMA = 1,2 \times PFA.$$

$$c) PEA = PMA + 5 \text{ bar.}$$

DN	Tubi a pressione		
	PFA	PMA	PEA
80	40	48	53
100	40	48	53
125	40	48	53
150	40	48	53
200	40	48	53
250	38	46	51
300	35	42	47
350	32	39	44
400	30	36	41
450	29	35	40
500	28	33	38

600	26	31	36
700	29	35	40
800	28	33	38
900	27	32	37
1 000	26	31	36
1 100	29	35	40
1 200	29	35	40
1 400	28	33	38
1 500	27	32	37
1 600	27	32	37
1 800	27	32	37
2 000	26	31	36

9. CONTROLLI EPROVE

Per quanto non specificato di seguito, valgono le prescrizioni generali della norma UNI EN 598 e le condizioni tecniche generali di fornitura della norma UNI EN 1559-3.

9.1. Controllo del diam. interno, del diam. esterno e dello spessore

Per i valori dei diametri nominali interni dei tubi, espressi in millimetri, che coincidono con le dimensioni nominali DN, sono prescritte solo le seguenti tolleranze negative:

DN [mm]	Tolleranza [mm]
da 80 a 1000	- 10
da 1100 a 2000	- 0,01 DN

I valori del diametro esterno dei tubi, con le rispettive tolleranze, e degli spessori di parete sono riportati nella tabella seguente:

DN	Diametro esterno, DE mm		Spessore della ghisa, e mm			
			Tubi per pressione		Tubi per gravità	
	Nominale	Tolleranza limite	Nominale	Tolleranza limite ^a	Nominale	Tolleranza limite ^a
80	98	+ 1/ -2,7	4,8	-1,3	3,4	-1,0
100	118	+ 1/ -2,8	4,8	-1,3	3,4	-1,0
125	144	+ 1/ -2,8	4,8	-1,3	3,4	-1,0
150	170	+ 1/ -2,9	4,8	-1,3	3,4	-1,0
200	222	+ 1/ -3,0	4,9	-1,3	3,4	-1,0
250	274	+ 1/ -3,1	5,3	-1,6	4,1	-1,0
300	326	+ 1/ -3,3	5,6	-1,6	4,8	-1,0
350	378	+ 1/ -3,4	6,0	-1,7	5,5	-1,2

400	429	+ 1/ -3,5	6,3	-1,7		
450	480	+ 1/ -3,6	6,7	-1,8		
500	532	+ 1/ -3,8	7,0	-1,8		
600	635	+ 1/ -4,0	7,7	-1,9		
700	738	+ 1/ -4,3	9,6	-2,0		
800	842	+ 1/ -4,5	10,4	-2,1		
900	945	+ 1/ -4,8	11,2	-2,2		
1 000	1 048	+ 1/ -5,0	12,0	-2,3		
1 100	1 152	+ 1/ -6,0	14,4	-2,4		
1 200	1 255	+ 1/ -6,0	15,3	-2,5		
1 400	1 462	+ 1/ -6,6	17,1	-2,7		
1 500	1 565	+ 1/ -7,0	17,9	-2,8		
1 600	1 668	+ 1/ -7,4	18,9	-2,9		
1 800	1 875	+ 1/ -8,2	20,7	-3,1		
2 000	2 082	+ 1/ -9,0	22,5	-3,3		

^a Lo spessore minimo può apparire localmente solo in pochi punti distanti, non lungo la circonferenza del tubo

9.2. Lunghezze unificate

I tubi con bicchiere ed estremità liscia sono forniti nelle lunghezze unificate seguenti:

DN [mm]	Lunghezza unificata L _u [m]
da 80 a 600	5 - 5,5 - 6
700 e 800	5,5 - 6 - 7
da 900 a 1400	6 - 7 - 8,15
da 1600 a 2000	8,15

Le tolleranze ammesse rispetto alla lunghezza normalizzata L_u dei tubi sono le seguenti:

- per la lunghezza normalizzata 8,15 m ± 150 mm;
- per tutte le altre lunghezze normalizzate : ± 100 mm.

9.3. Dimensioni e tolleranze dei giunti

Le dimensioni e le tolleranze per i giunti elastici automatici sono prescritte dalla norma UNI 9163.

La norma per i giunti a serraggio meccanico è la UNI 9164.

Per le giunzioni flangiate, il riferimento alle dimensioni e alle dima di foratura delle flange è dato dalle norme UNI EN 1092-2 ed UNI EN 545.

9.4. Prova di durezza

La prova di durezza Brinell, eseguita secondo UNI EN 10003-1, utilizzando una sfera di acciaio di diametro 2,5 mm o 5 mm o 10 mm, deve fornire i valori seguenti:

- per tubi: $HB \leq 230$;
- per raccordi: $HB \leq 250$.

Le misure si eseguono sulle superfici esterne dei pezzi, dopo leggera molatura.

9.5. Prove di trazione

Devono fornire i seguenti risultati:

- carico unitario di rottura per i tubi: $R_m \geq 420$ MPa;
- carico unitario di rottura per i raccordi: $R_m \geq 420$ MPa;
- allungamento minimo dopo rottura per i tubi: $A \geq 10\%$, per DN fino a 1000 mm;
- allungamento minimo dopo rottura per i tubi: $A \geq 7\%$, per DN da 1200 a 2000 mm;
- allungamento minimo dopo rottura per i raccordi: $A \geq 5\%$, per tutti i DN;
- carico unitario di scostamento dalla proporzionalità:

$R_p 0,2 = 270$ MPa, se $A \geq 12\%$, per DN fino a 1000 mm oppure $A \geq 10\%$ per DN > 1000;

$R_p 0,2 = 300$ MPa negli altri casi.

Le caratteristiche dimensionali delle provette da adoperare nelle prove di trazione sono riportate nella norma UNI EN 598, punto 6.3 - tabella 8.

9.6. Prove di tenuta idraulica

I sistemi di fognatura costruiti con componenti di ghisa sferoidale conformi alla norma UNI EN 598, funzionanti con moto a pelo libero, devono risultare a tenuta idraulica a pressioni comprese tra 0 e 0,5 bar, in condizioni normali d'esercizio, fino a 2 bar, solo occasionalmente.

I sistemi funzionanti in pressione devono risultare a tenuta idraulica secondo quanto stabilito nel paragrafo 4.7 - tabella 5 - e comunque indicato nell'allegato A della norma EN 598.

La prova di tenuta in laboratorio deve essere eseguita su tutti i tubi e i raccordi prima dell'applicazione dei rivestimenti esterni ed interni, fatta eccezione per il rivestimento di zinco dei tubi, che può essere applicato prima della prova.

Tubi e raccordi per sistemi con funzionamento a pelo libero: la prova viene effettuata mantenendo, per almeno 2 ore, una pressione interna di 2 bar, verificando l'eventuale presenza di perdite.

Tubi per sistemi con funzionamento in pressione interna dinamica: la pressione deve essere aumentata a ritmo costante fino alla PMA, pressione massima di esercizio ammissibile per il giunto, poi sottoposta a monitoraggio automatico secondo il seguente ciclo di pressione:

- a) riduzione della pressione a ritmo costante fino a (PMA - 5) bar;
- b) mantenimento di (PMA - 5) bar per almeno 5 s;
- c) aumento della pressione a ritmo costante fino alla PMA;
- d) mantenimento della PMA per almeno 5 s.

Raccordi per sistemi con funzionamento in pressione: si deve aumentare la pressione idrostatica interna, in modo uniforme, fino a raggiungere una pressione di almeno 1 bar, mantenuta per almeno 10 secondi, per consentire l'esame visivo.

9.7. Rigidezza diametrale e ovalizzazione ammissibile

La rigidezza diametrale S è la caratteristica che consente ad un tubo di resistere all'ovalizzazione sotto carico dopo l'installazione; si calcola mediante la seguente relazione:

$$S = 1000 \frac{E \cdot I}{D^3} = 1000 \cdot \frac{E}{12} \left(\frac{e}{D} \right)^3$$

dove:

- S = rigidezza diametrale [kN/m²];
- E = modulo di elasticità del materiale [17000 Mpa];
- I = modulo di resistenza della parete del tubo per unità di lunghezza [mm³];
- e = spessore di parete del tubo [mm];
- D = diametro medio del tubo [mm];
- DE = diametro esterno nominale del tubo [mm].

In fase di collaudo, conoscendo il carico applicato F applicato al tubo, in kN/m, e la deformazione in senso verticale Y , in metri, è possibile verificare il valore della rigidezza diametrale, applicando la seguente relazione:

$$S = 0,019 \frac{F}{Y}$$

Nella tabella di seguito riportata sono indicati, per tutti i diametri, i valori della rigidezza diametrale e dell'ovalizzazione ammissibile del tubo, tenendo presente che quest'ultima è calcolata nel seguente modo:

$$Ovalizz.amm = 100 \frac{Y}{d_e}$$

dove:

- Y = deformazione in senso verticale [m];
- d_e = diametro esterno misurato [mm].

TUBO A GRAVITA'

Dimensione nominale DN [mm]	Rigidezza diametrale minima S_{min} [kN/m²]	Carico di prova F [kN/m]	Ovalizzazione ammissibile Δ_{amm} (%)
80	400	30,9	1,5
100	227	25,3	1,8
125	123	21,4	2,3
150	74	17,8	2,7
200	32	13,4	2,8 (3,6)
250	32	17,1	2,9 (3,7)
300	32	20,6	3,0 (3,75)
350	32	24,2	3,1 (3,8)

TUBO A PRESSIONE

Dimensione nominale DN [mm]	Rigidezza diametricale minima S_{min} [kN/m²]	Carico di prova F [kN/m]	Ovalizzazione ammmissibile Δ_{amm} (%)
80	1270	62,4	1,1
100	710	49,2	1,3
125	380	40,0	1,6
150	230	34,0	1,9
200	105	30,7	2,5
250	66	26,6	2,8
300	47	24,2	3,0
350	38	22,8	3,1
400	31	22,2	3,2
450	26	22,2	3,3
500	22	21,5	3,4
600	18	22,2	3,6
700	23	36,4	3,8
800	20	36,4	4,0
900	18	36,8	4,0
1000	16	36,2	4,0
1200	20	54,3	4,0
1400	18	56,9	4,0
1600	17	61,3	4,0
1800	16	64,6	4,0

I valori di ovalizzazione ammissibile costituiscono i limiti da non superare nei progetti basati sul metodo di calcolo dell'ovalizzazione Δ, secondo la formula dell'appendice C della norma UNI EN 598:

$$\Delta = \frac{100 \cdot K \cdot (P_e + P_t)}{8 \cdot S + f \cdot E'}$$

dove:

- Δ = ovalizzazione del tubo;
- K = coefficiente di appoggio;
- P_e = pressione derivante dal carico dovuto al terreno [kN/m²];
- P_t = pressione derivante dal carico dovuto al traffico [kN/m²];
- S = rigidezza diametricale del tubo [kN/m²];
- f = fattore di pressione laterale = 0,061;
- E' = modulo di reazione del terreno [kN/m²].

10. COLLAUDO IN FABBRICA

Il collaudo è di regola eseguito in fase di produzione e prima del rivestimento dei materiali; esso deve essere effettuato presso la fabbrica del produttore che deve fornire le macchine di prova, il materiale, gli strumenti di controllo ed il personale necessari.

Il collaudatore designato deve essere avvisato in tempo utile dell'inizio delle operazioni di collaudo; può assistere al prelievo, alla preparazione delle provette ed alle relative prove idrauliche.

Se il collaudatore non è presente per assistere a tali operazioni al momento convenuto, il fabbricante può procedere al collaudo senza la presenza del collaudatore.

In tal caso, il fabbricante deve rilasciare il certificato di collaudo della fornitura contenente i risultati delle prove prescritte dalla norma UNI EN 598.

Tale certificato deve pervenire alla Direzione Lavori prima della spedizione dei materiali.

Il numero di pezzi da prelevare e le prove da eseguire sono così stabiliti:

- verifica dimensioni: n.3 pezzi per ogni lotto o frazione di lotto;
- prova idraulica: n. 3 pezzi per ogni lotto o frazione di lotto;
- prova di durezza Brinell: n.3 pezzi per ogni lotto o frazione di lotto;
- prova di trazione: n.1 pezzo per ogni lotto o frazione di lotto.

Salvo diversi accordi all'ordine, i lotti si intendono costituiti da:

- n. 1000 tubi per $DN \leq 100$;
- n. 500 tubi per $DN 125 \div 300$;
- n. 200 tubi per $DN \geq 350$;
- n. 5000 pezzi speciali per figura.

11. ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI

Ai fini delle accettazioni dei prodotti, il D.L., oltre ad eseguire tutte le prove atte a verificare la rispondenza dei prodotti alle normative di riferimento ed al presente disciplinare, dovrà accertarsi che:

- la Ditta produttrice possieda un Sistema Qualità aziendale conforme alla vigente norma ISO 9001, approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN 17021;
- esista la Certificazione di conformità del prodotto alla norma UNI EN 598, rilasciata da un Organismo terzo europeo di certificazione accreditato in conformità alle norme UNI CEI EN 17065 e 17020, nella quale ci sia evidenza di quanto prescritto al punto 4.3 del presente disciplinare;
- i materiali siano marcati CE e le forniture siano accompagnate da Dichiarazione di prestazione a firma del produttore, redatta in accordo con il regolamento europeo n. 305/2011;
- esista il certificato di collaudo, attestante i risultati delle prove in fabbrica.

Qualora sia ritenuto opportuno approfondire la qualità dei prodotti consegnati, è facoltà dell'AQP di procedere all'effettuazione di verifiche ispettive e/o sottoporre a prove uno o più campioni di tubo, presso un Laboratorio indipendente e accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025, per attestarne la conformità alla norma di prodotto UNI EN 598.

12. RIPROVE E MOTIVI DI RIFIUTO

Non sono accettati:

- i materiali privi di tutte o di alcune delle marcature prevista dalla norma EN 598;
- i materiali non accompagnati da tutti i documenti richiesti al precedente punto 11;
- i materiali che non superano anche uno solo dei controlli e prove atti a verificarne la rispondenza alle norme di riferimento ed al presente disciplinare.

Nel caso di effettuazione da parte di AQP di prove presso un Laboratorio accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025, qualora i risultati delle prove si discostino, anche per una sola caratteristica, dai requisiti richiesti dalle norme tecniche di riferimento, la fornitura sarà rifiutata.

13. MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI

13.1. Trasporto

I veicoli o i rimorchi devono presentare un'attrezzatura laterale adeguata per rendere stabile il carico trasportato; devono, cioè, essere dotati di sponde sufficientemente dimensionate su ciascun lato del fondo.

Sui veicoli deve essere impedito il contatto tra elementi di condotta e superfici metalliche, onde evitare il danneggiamento dei rivestimenti; deve essere impedito ogni contatto diretto dei tubi con il fondo del rimorchio e, per ricercare l'orizzontalità dei tubi, possono essere sistemate due file parallele di assi di legno di buona qualità fissate al fondo stesso.

Durante il trasporto deve essere garantita la sicurezza del carico, che deve essere stivato mediante cinghie tessili e sistemi tenditori a leva.

13.2. Carico e scarico

Durante queste fasi è necessario:

- utilizzare apparecchiature di sollevamento di potenza sufficiente;
- accompagnare il carico alla partenza e all'arrivo;
- evitare le oscillazioni, i colpi o lo sfregamento dei tubi contro le pareti, il suolo e le fiancate dell'automezzo.

I pacchi di tubi con diametri da 100 a 300 mm devono essere sollevati uno alla volta; il sollevamento si effettua mediante cinghie tessili e non mediante ganci o ventose.

I tubi con diametro maggiore di 300 mm possono essere sollevati dalle estremità, mediante dei ganci di forma appropriata e rivestiti di una protezione in gomma

Possono essere, inoltre, sollevati dalla canna, mediante utilizzo di cinghie piatte e larghe mantenute strette attorno al tubo da un a fibbia, al fine di impedirne il possibile scorrimento.

In quest'ultimo caso, non si devono utilizzare cinghie metalliche che rischiano di danneggiare i rivestimenti. Salvo prescrizioni contrarie, i tubi devono essere disposti lungo lo scavo dalla parte opposta al materiale di risulta, con i bicchieri rivolti nella direzione del montaggio.

E' necessario evitare di:

- trascinare i tubi per terra, in quanto potrebbero danneggiarsi i rivestimenti esterni;
- posare i tubi su grosse pietre; far cadere i tubi a terra senza interporre pneumatici o sabbia;
- sfilare i tubi in luoghi a rischio, come quelli molto trafficati o quelli in cui si debba usare l'esplosivo.

13.3. Accatastamento e immagazzinamento

Tubi e raccordi

L'area di immagazzinamento deve essere piana.

Devono essere evitati i terreni paludosi, i terreni instabili e i terreni corrosivi.

Al loro arrivo sul luogo di immagazzinamento le forniture devono essere controllate e riparate in caso di danni.

I pacchi possono essere immagazzinati in cataste, omogenee e stabili, utilizzando intercalari in legno (tavole e cunei) sufficientemente resistenti e di buona qualità, aventi le dimensioni di 80x80x2600 mm con tre o quattro pacchi per fila e non oltrepassando l'altezza di 2,50 m.

E' necessario verificare periodicamente lo stato dei carichi e, in particolare, lo stato e la tensione della moietta, nonché la stabilità generale delle cataste.

I tubi possono essere anche immagazzinati a catasta continua, mediante l'uso di ganci per il sollevamento dei tubi alle estremità. Una serie di ganci sostenuti dallo stesso cavo permette il sollevamento simultaneo di più tubi.

Gli stessi criteri valgono per raccordi ed accessori.

E' sempre auspicabile ridurre al minimo la durata del tempo di immagazzinamento.

Guarnizioni

La temperatura di immagazzinamento deve essere inferiore a 25°C.

Le guarnizioni non devono essere deformate a bassa temperatura.

Prima di utilizzarle la loro temperatura deve essere riportata a circa 20°C per qualche ora (immergendole, ad esempio, in acqua tiepida), affinché esse riacquistino la loro morbidezza originale.

Occorre immagazzinare le guarnizioni in un ambiente di media umidità e al riparo dalla luce, sia solare che artificiale, vista la sensibilità degli elastomeri ai raggi ultravioletti all'azione dell'ozono.

Le guarnizioni, immagazzinate secondo le prescrizioni della norma ISO 2230, devono essere utilizzate entro un termine massimo di sei anni dalla data di fabbricazione.

14. MODALITA' E PROCEDURE DI POSA IN OPERA

14.1. Scavo

Lo scavo deve essere effettuato a sezione obbligata.

Deve essere eseguito con mezzi idonei, avendo la massima cura di:

- rispettare scrupolosamente le quote di progetto;
- impedire con ogni mezzo il franamento delle pareti, sia per evitare incidenti al personale, sia per non avere modifiche alla sezione di scavo;
- eliminare, sia all'interno dello scavo sia negli immediati dintorni, eventuali radici il cui successivo sviluppo potrebbe danneggiare le condotte;
- provvedere alla raccolta e all'allontanamento delle acque meteoriche, nonché di quelle di falda e sorgive eventualmente incontrate;
- accumulare il materiale di scavo ad una distanza tale da consentire il libero movimento del personale e delle tubazioni onde evitare il pericolo di caduta di tale materiale ed in particolare di pietre sui manufatti già posati.

Durante l'apertura di trincee in terreni eterogenei, collinari o montagnosi occorre premunirsi da eventuali smottamenti o slittamenti mediante opportune opere di sostegno e di ancoraggio. Se si ha motivo di ritenere che l'acqua di falda eventualmente presente nello scavo possa determinare una instabilità nel terreno di posa e dei manufatti in muratura, occorre consolidare il terreno circostante mediante idonee opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo o mediante utilizzo di sistemi del tipo *wel-point* (se necessario anche su entrambi i lati dello scavo), in modo da evitare che l'acqua di tale falda possa provocare spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo.

La larghezza minima sul fondo dello scavo deve essere pari a $DN + 70$ cm.

La profondità minima di interrimento deve essere di 120 cm, misurata dalla generatrice superiore del tubo e, in ogni caso, deve essere valutata in funzione dei carichi stradali e del pericolo di gelo; ogni eventuale deroga deve essere espressamente autorizzata dalla Direzione dei Lavori.

Qualora non possa essere rispettato il valore minimo di profondità richiesta, la tubazione deve essere protetta mediante posa di tubi-guaina in acciaio o manufatti in cemento armato o solette in c.a. da interporre in fondazione stradale.

14.2. Letto di posa

Le tubazioni posate nello scavo devono trovare appoggio continuo sul fondo dello stesso lungo tutta la generatrice inferiore e per tutta la loro lunghezza.

A questo scopo il fondo dello scavo deve essere piano, costituito da materiale uniforme, privo di trovanti, per evitare che il tubo subisca sollecitazioni meccaniche.

In presenza di terreni rocciosi, ghiaiosi o di riporto in cui sul fondo dello scavo non sia possibile realizzare condizioni adatte per l'appoggio ed il mantenimento dell'integrità del tubo, il fondo stesso deve essere livellato con sabbia o altro materiale di equivalenti caratteristiche granulometriche.

In ogni caso le tubazioni devono essere sempre posate su un letto di materiale incoerente e costipabile quale sabbia, ghiaietto, o misto, ben compattato, con particelle aventi diametro massimo di 20 mm.

Il letto di posa così costituito deve avere uno spessore di almeno 20 cm.

14.3. Posa in opera

Le operazioni di posa in opera devono essere eseguite da operatori esperti.

I tubi devono essere collocati, sia altimetricamente che planimetricamente, nella precisa posizione risultante dai disegni di progetto, salvo diverse disposizioni della D.L.

Prima di essere calati nello scavo tutti gli elementi di tubazione devono essere accuratamente esaminati per accertare che nel trasporto e nelle operazioni di carico e scarico non siano state deteriorate; a tale scopo è indispensabile che essi vengano ripuliti da polvere, fango, ecc., che ricoprendo i tubi possano aver nascosto eventuali danni. Si deve anche verificare che nell'interno di tubi e raccordi non si siano introdotti animali o materie estranee.

14.4. Riempimento dello scavo

Ultimata la posa dei tubi nello scavo, si dispone sopra di essi uno strato di materiale arido di cava o sabbia, che giunga ad una altezza di almeno 20 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo, al fine di assicurarne le funzioni di protezione e mantenimento.

Il successivo rinterro viene effettuato mediante materiali di apporto compattati, nel caso di

posa di condotte in sede stradale, oppure con terreno presente sul posto non compattato, nei casi di posa al di fuori di carreggiate.

Nel caso di posa in opera di altri servizi, il nuovo scavo non deve mai mettere in luce la sabbia che ricopre la condotta.

15. ESECUZIONE DELLE GIUNZIONI

Per realizzare il montaggio dei tubi con giunto elastico automatico, occorre:

- pulire il bicchiere e la punta con una spazzola d'acciaio e un pennello, eliminando ogni traccia di materiale estraneo;
- lubrificare l'estremità liscia del tubo da imboccare, con la pasta lubrificante a corredo dei tubi, nella quantità necessaria a formare un sottile velo lubrificante, evitando accumuli; non usare mai altri lubrificanti quali grassi, oli minerali, ecc.; se non si dispone della pasta, può essere eventualmente adoperata solo la vaselina industriale;
- introdurre la guarnizione nella sua sede con le labbra rivolte verso l'interno del tubo, utilizzando appositi utensili; verificare che l'intradosso della guarnizione non presenti rigonfiamenti.
- lubrificare la superficie interna conica della guarnizione con gli stessi criteri di cui al secondo punto; la sede della guarnizione nel bicchiere non deve essere lubrificata, tranne che per i tubi di piccolo diametro;
- tracciare sull'esterno del tubo una linea di fede distante dal bordo di una lunghezza pari alla profondità del bicchiere diminuita di circa 10 mm;
- imboccare la punta del tubo e verificare il centraggio, adoperando un righello metallico calibrato nello spazio tra l'interno del bicchiere e la punta del tubo, fino a toccare la guarnizione;
- mettere in tiro il tubo da imboccare mediante gli appositi apparecchi di trazione (leve, tirfort) o macchine operatrici; introdurre il tubo fino a far coincidere la linea di fede con il piano frontale del bicchiere. Se si verificano forti resistenze alla penetrazione occorre interrompere la manovra e controllare l'assetto della guarnizione oppure migliorare la smussatura della punta del tubo.

16. COLLAUDO IDRAULICO IN OPERA

16.1. Condotte funzionanti a pelo libero

Lunghezza delle condotte da esaminare

La valutazione della lunghezza delle condotte da collaudare dipende da condizioni locali, dalla disponibilità di acqua, dal numero di giunti ed accessori, dal dislivello tra i punti di estremità del tratto considerato.

Il tratto da esaminare è normalmente compreso tra due pozzetti d'ispezione.

Chiusure ed ancoraggi

Il sezionamento deve essere realizzato con tappi o altre apparecchiature.

Non sono da prevedere ancoraggi, date le basse pressioni di prova.

Giunti

I giunti devono essere lasciati scoperti fin dopo la prova.
Deve essere riportato una quantità sufficiente di materiale su ogni tubo, per circa 2/3 della sua lunghezza, per impedire movimenti orizzontali o verticali della condotta durante la prova.

Riempimento e messa in pressione

La portata durante il riempimento non deve superare il 10% della portata di esercizio.
Le tubazioni rivestite internamente in malta di cemento richiedono, dopo il riempimento, un certo intervallo di tempo, pari a circa 24 ore, affinché avvenga l'assorbimento.
Prima dell'applicazione della pressione di prova, si deve effettuare un'accurata ispezione visiva di tutti i giunti, raccordi e tappi in vista, correggendo eventuali difetti ed eliminando eventuali perdite.
Si applica, quindi, la pressione di prova, riempiendo il pozzetto a monte; non si deve superare il valore di 0,4 bar, rispetto alla generatrice superiore del tubo adiacente al pozzetto.
La pressione di prova non deve superare, generalmente il valore di 1 bar, rispetto alla generatrice superiore del tubo adiacente al pozzetto a valle.
Dopo un periodo di prova di 2 ore, si misura la perdita nel tratto in esame, ristabilendo il livello iniziale nel pozzetto a monte.

Valutazione della prova

Durante la prova non devono verificarsi fughe o trasudamenti e, salvo prescrizioni diverse, la perdita di acqua deve essere inferiore al valore ammissibile pari a:

$$V_1 \leq 0,1 \times DN$$

dove:

- V_1 = volume di acqua reintegrata, espressa in litri/chilometro.
- DN = diametro nominale, espresso in millimetri.

Il valore di V_1 , da porre nella relazione matematica sopra riportata, è così calcolato:

$$V_1 = V_T / L$$

dove:

- V_T = volume totale di acqua reintegrata, espresso in litri;
- L = lunghezza della condotta provata, espressa in chilometri.

Se la perdita è superiore al valore ammissibile, il procedimento di prova sopra descritto deve essere ripetuto, dopo la localizzazione e l'eliminazione delle anomalie.

16.2. Condotte funzionanti con pressioni interne positive

Lunghezza delle condotte da esaminare

La valutazione della lunghezza delle condotte da collaudare dipende da condizioni locali, dalla disponibilità di acqua, dal numero di giunti ed accessori, dal dislivello tra i punti di estremità del tratto considerato.

Comunque, se non diversamente specificato, tale lunghezza non deve superare i 1500 m.

Preparazione della prova

Tutti i punti singolari della condotta, come curve, pezzi a T, tappi di chiusura, ecc., devono essere saldamente ancorati prima della prova, per mezzo di blocchi di calcestruzzo o giunti antisfilamento, in modo da evitare spostamenti della condotta stessa.

Il dimensionamento dei dispositivi di ancoraggio dipende dalla pressione di prova.

Il sezionamento deve essere realizzato con flange cieche o altre apparecchiature.

Se le valvole vengono usate come sistemi di chiusura, la pressione della prova non deve superare la pressione di esercizio delle valvole, e la misura della perdita ammessa per le valvole deve essere presa in considerazione quando si stabilisce la perdita complessiva ammessa per la sezione provata.

Nei punti più alti della condotta devono essere posti opportuni sfiati, per l'evacuazione dell'aria.

I giunti devono essere lasciati scoperti fin dopo la prova.

Deve essere riportata una quantità sufficiente di materiale su ogni tubo, per circa 2/3 della sua lunghezza, per impedire movimenti orizzontali o verticali della condotta durante la prova.

Riempimento della condotta

Il riempimento, normalmente, deve essere effettuato dal punto più basso della sezione da esaminare, con velocità sufficientemente basse, in modo tale da permettere una completa uscita dell'aria dagli sfiati.

La portata durante il riempimento non deve superare il 10% della portata di esercizio.

Tempo di assorbimento

Le tubazioni rivestite internamente in malta di cemento richiedono, dopo il riempimento, un certo intervallo di tempo affinché avvenga l'assorbimento.

Generalmente, 24 ore sono più che sufficienti per permettere la saturazione del rivestimento interno.

Messa in pressione

Quando la pressione nella sezione che si sta esaminando si è stabilizzata al valore di esercizio, tutti i giunti esposti, i raccordi, ecc., devono essere ispezionati visivamente.

Qualsiasi difetto (giunti che perdono, supporti o ancoraggi insufficienti, ecc.) deve essere eliminato prima di proseguire la prova.

Se necessario, la sezione in esame deve essere prosciugata in modo da facilitare le eventuali riparazioni.

Allorché l'ispezione visiva risulti soddisfacente, la pressione può essere aumentata fino a raggiungere la pressione di prova.

La pressione di prova, nel punto più basso del tratto da esaminare, non deve essere inferiore a:

- 1,5 volte la pressione di esercizio;
- la pressione massima, in condizioni di sovrappressione.

La pressione di prova non deve superare la pressione massima di prova indicata nella norma, in base alla quale i tubi, i raccordi e le flange sono stati costruiti, né la pressione di calcolo dei dispositivi di ancoraggio.

La pressione di prova minima nel punto più alto del tratto esaminato non deve essere inferiore alla pressione di esercizio in tale punto.

Mediante idonee attrezzature (pompe di prova, misuratori di pressione di tipo elettronico) si mantiene costante la pressione di prova, con tolleranza ± 1 bar, per almeno un'ora.

Effettuata questa operazione, la pompa viene esclusa e non viene effettuata alcuna immissione di acqua per un tempo di prova di almeno:

- 1 h per $DN \leq 600$
- 3 h per $600 < DN \leq 1400$
- 6 h per $DN > 1400$

La perdita d'acqua viene determinata misurando la quantità d'acqua pompata a reintegro per ristabilire la pressione di prova oppure, dopo aver ristabilito la pressione di prova, misurando la quantità d'acqua da far fuoriuscire per provocare una equivalente caduta di pressione.

Allo scopo, si prescrive l'impiego di registratori di pressione elettronici, sia per la loro buona sensibilità, che per la possibilità di produrre un documento cartaceo relativo alla prova stessa. Per l'intera durata della prova deve essere curata scrupolosamente l'eliminazione dell'aria in tutto il tratto di condotta in esame.

Valutazione della prova

Durante la prova non devono verificarsi fughe o trasudamenti e, salvo prescrizioni diverse, la perdita di acqua deve essere inferiore al valore ammissibile pari a:

$$V_1 \leq 0,001 \times DN \times PP$$

dove:

- V_1 = volume di acqua reintegrata, espresso in litri/(chilometro x ora).
- DN = diametro nominale, espresso in millimetri;
- PP = pressione statica media di prova, espressa in bar.

Il valore di V_1 , da porre nella relazione matematica sopra riportata, è così calcolato:

$$V_1 = V_T / L \times T$$

dove:

- V_T = volume totale di acqua reintegrata nell'intera prova, espresso in litri;
- L = lunghezza della condotta provata, in chilometri;
- T = durata della prova, in ore, dopo la stabilizzazione della pressione e l'esclusione della pompa.

Se la perdita è superiore al valore ammissibile, il procedimento di prova sopra descritto deve essere ripetuto, dopo la localizzazione e la riparazione delle fughe.

Allorché più tronchi, provati singolarmente con esito positivo, vengono collegati tra loro, si raccomanda l'effettuazione della prova idraulica sull'intera condotta, con le stesse modalità operative descritte in precedenza e con particolare attenzione alle opere che non sono state sottoposte a prova con i singoli tronchi.