

12 Prove di collaudo

Scopo del collaudo è quello di verificare l'efficienza e la funzionalità idraulica di un collettore posato in opera. In particolare si dovrà verificare:

- la deformazione diametrale;
- la perfetta tenuta idraulica della tubazione in accordo con quanto previsto dalla legge Merli n.319 del 10/05/76 (supplemento G.U. n. 48 del 21/2/77 punto 1) e dal D.M. 12.12.85.

Le prove suddette devono essere opportunamente programmate ed effettuate con il progredire dei lavori di posa della canalizzazione, a discrezione della direzione dei lavori.

Per quanto riguarda la costruzione e il collaudo delle condotte in PVC si ricordano le norme:

- UNI EN 805 del giugno 2002: 'Approvvigionamento di Acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici' che indica le linee guida per la progettazione delle reti idriche;
- UNI EN 1610: 'Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura' che definisce i criteri di costruzione e collaudo delle connessioni di scarico e dei collettori di fognatura interrati ed operanti a gravità.

12.1 Deformazione diametrale

La deformazione diametrale deve essere inferiore ai valori, consigliati dalla raccomandazione ISO/TR 7073, riportati in tabella 12.1:

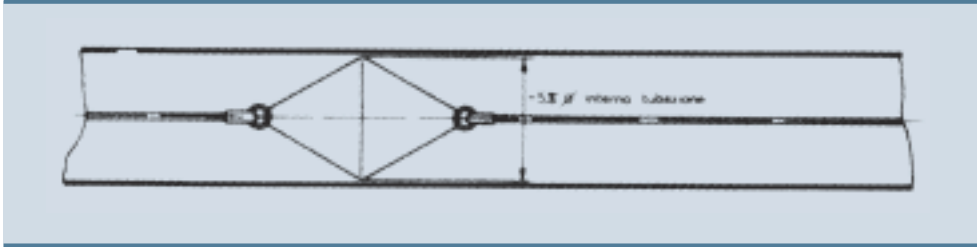
Tabella 12.1

<i>Serie</i>	<i>Deformazione iniziale</i>	<i>Deformazione a lungo termine</i>
■ SN 2-SDR 51	0,05DN	0,08DN
■ SN 4-SDR 41 ■ SN 8-SDR 34	0,08 DN	0,10 DN

Si osserva che deformazioni superiori a 0,15 DN causate da assestamenti o assestamenti del terreno non hanno nessun effetto sulle proprietà dei tubi e non alterano il funzionamento.

La verifica delle deformazioni può essere effettuata mediante strumenti meccanici (sfera o doppio cono) o mediante strumenti ottici (telecamere). Da questo collaudo sono escluse generalmente, per difficoltà di esecuzione, le tratte che comprendano pezzi speciali.

Figura 12.1 - Strumento per la misurazione delle deformazioni diametrali.



Nei casi in cui si presentano dei valori di deformazione superiori a quanto sopra stabilito, si raccomanda di ricercare l'eventuale causa. Essa potrebbe essere dovuta ad un sovraccarico locale o ad un assestamento diseguale determinato dalla diversa resistenza dei letti di posa (con una conseguente flessione longitudinale). Nei suddetti casi, in cui si può dimostrare che la durata dell'installazione non è intaccata, tale deformazione, misurata due anni dopo l'installazione, non deve superare 1,25 volte le deformazioni massime precedentemente indicate.

12.2 Tenuta idraulica: collaudi in opera

12.2.1 Acquedotti e impianti 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 la condotta, deve inoltre essere eseguito a scavo aperto per consentire l'ispezione visiva del tratto sottoposto a collaudo. Le metodologie previste per la verifica di tenuta idraulica in opera possono essere diverse, nel caso di condotte di PVC-U esse devono tener conto del comportamento visco-elastico del materiale (PVC-U).

Un procedimento particolare è descritto nella UNI EN 805.

Questo procedimento comprende le fasi:

1. Preliminare;
 2. Prova di perdita di carico integrata;
 3. Prova principale.
1. Durante la fase preliminare vengono create le condizioni per una esecuzione appropriata alla prova principale e una conseguente corretta lettura dei dati ottenuti:
 - la tubazione è sciacquata, è sfilata (la presenza di aria deve essere evitata) e riempita di acqua a pressione atmosferica. Segue un periodo di riposo di almeno 60 minuti;

- aumentare la pressione rapidamente (meno di 10 minuti) fino alla pressione di prova e mantenerla per 30 minuti mediante pompaggio continuo, in questo periodo deve essere ispezionato il tratto di condotta interessato al collaudo per l'eventuale individuazione di perdite evidenti;
- interrompere il pompaggio per 1 ora (durante questo periodo si verifica una perdita di pressione per effetto della deformazione plastica);
- misurare la pressione residua al termine di questo periodo.

L'esito della fase preliminare è considerato positivo se la perdita di pressione misurata è inferiore o uguale al 30% della pressione di prova.

2. Prova di perdita di carico integrata:

- diminuire rapidamente la pressione rimasta al termine della fase preliminare di un ulteriore 10%-15% della pressione di prova iniziale, mediante scarico dell'acqua;
- misurare il volume d'acqua rimosso ΔV con la massima precisione possibile;
- calcolare la perdita d'acqua ammissibile ΔV_{max} con la seguente formula:

$$\Delta V_{max} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta P \left(\frac{1}{E_w} + \frac{D}{e \cdot E_r} \right)$$

dove: ΔV_{max} è la perdita d'acqua ammissibile in litri, V è il volume in litri della sezione del tratto di tubazione sottoposto a prova, ΔP è la perdita di pressione misurata in kPa, D è il diametro interno dei tubi in metri, E_w è il modulo elastico dell'acqua pari a 2.000.000 kPa, e è lo spessore del tubo, E_r è il modulo elastico della parete del tubo in direzione circonferenziale in Kpa.

Controllare che $\Delta V \leq \Delta V_{max}$.

Se $\Delta V > \Delta V_{max}$ la condotta deve essere ispezionata e la prova ripetuta.

3. Prova principale:

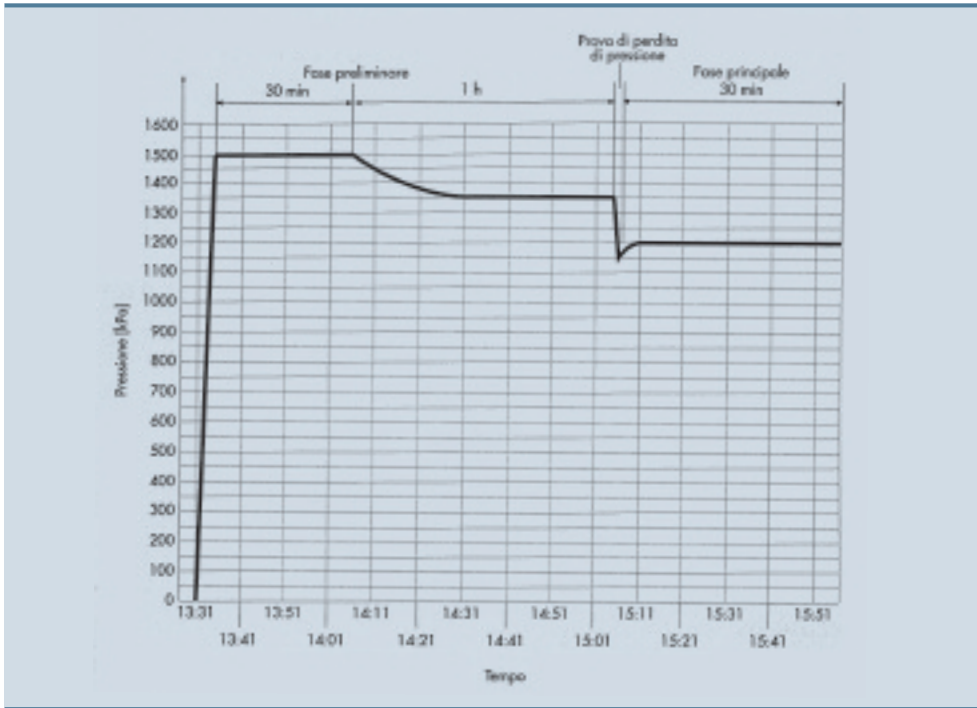
La rapida perdita di pressione provocata nella prova di perdita di carico produce una contrazione nella tubazione. Interrotto lo scarico dell'acqua, attraverso la chiusura delle valvole, la contrazione deve indurre un aumento della pressione che viene evidenziato ogni 30 minuti con la registrazione dei valori di pressione (vedi grafico seguente).

L'esito del collaudo è considerato positivo quando la curva della pressione relativa alla prova principale mostra una tendenza all'aumento, in caso contrario esiste una perdita all'interno del sistema che deve essere cercata e riparata prima che il collaudo stesso sia ripetuto.

È importante che la prova sia eseguita, quanto possibile, in condizioni di temperatura controllata (normalmente tra i 12-15 °C) poiché la temperatura influenza considerevolmente i parametri coinvolti in questo collaudo.

12.2.2 Fognature non in pressione

La garanzia di tenuta idraulica di una condotta in tutte le sue parti (tubi, giunti, collegamenti con le camerette) è un importante fattore di sicurezza, in quanto, eventuali infiltrazioni di acqua possono determinare l'alterazione del regime idraulico del collettore, mentre fuoriuscite di liquame costituiscono un deleterio pericolo inquinante per l'ambiente.



È diritto/dovere del committente esigere di tutti gli elementi l'adeguatezza e la conformità affinché l'opera sia idonea agli usi per i quali è stata progettata e realizzata e sia un bene duraturo per la comunità interessata. Il Direttore Lavori ha la responsabilità di verificare che tutti gli elementi sopra indicati siano conformi al progetto approvato con la facoltà (dovere) di rifiutare i prodotti (tubi, raccordi, ...) e i servizi (scavo, reinterro, ecc.) non conformi alle norme e/o al capitolato. L'ordinamento in materia è contenuto nel Decreto del Ministro del LL.PP. 12/12/85, che elenca, tra l'altro, le responsabilità del Direttore dei Lavori e dettaglia i collaudi che egli deve effettuare in cantiere sugli elementi della condotta posata (compresi valvole e raccordi), prima della messa in esercizio dell'opera.

Il decreto indica di eseguire preferibilmente, quando le condizioni di scavo lo consentono, il collaudo idraulico a giunti scoperti in modo che essi possano essere ispezionati visivamente durante il collaudo. Inoltre esso deve essere condotto su tratti con una pendenza che non ecceda 0,5 metri circa.

Nel novembre 1999 è stata pubblicata dall'UNI la norma tecnica UNI EN 1610 che indica i requisiti per la costruzione ed il collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura.

La tubazione alle due estremità verrà chiusa con tappi a espansione o cuscinetti di tenuta e da una colonna piezometrica che consente di verificare il grado di riempimento e la pressione idraulica.

Ad esempio, nella tabella 12.2 sono riportati, per ogni diametro, il contenuto di acqua espresso in (l/m) e la spinta idraulica agente sui cuscinetti di tenuta. Nella tabella 12.3 sono riportati i valori relativi a tubi a parete alveolare.

Tabella 12.2 - Volume d'acqua e spinta idraulica per collettori fognari.

Diametro esterno (mm)	Contenuto d'acqua (l/m)			Spinta idraulica (kg)		
	SN2	SN4	SN8	SN2	SN4	SN8
■ 110		8.4	8.4		42.1	42.1
■ 125		11.0	10.9		55.2	54.3
■ 160	18.5	18.1	17.8	92.6	90.7	89.1
■ 200	29.0	28.4	27.8	145.1	142.1	139.1
■ 250	45.3	44.3	43.5	226.6	221.7	217.6
■ 315	71.9	70.5	69.1	359.6	352.5	345.5
■ 355	91.3	89.5	87.7	456.6	447.6	438.6
■ 400	115.9	113.7	114.4	579.7	568.3	557
■ 450	146.8	143.9	140.9	734.2	719.4	704.6
■ 500	181.3	177.5	174.1	906.3	887.5	870.4
■ 630	287.9	282.0	276.4	1439.3	1409.9	1381.9
■ 710	365.5	358.1		1827.6	1790.3	
■ 800	464	454.6		2319.9	2273.0	
■ 900	587.4	575.5		2936.9	2877.4	
■ 1000	725.0	710.3		3625.1	3551.6	

Tabella 12.3 - Volume d'acqua e spinta idraulica per tubazioni a parete strutturata.

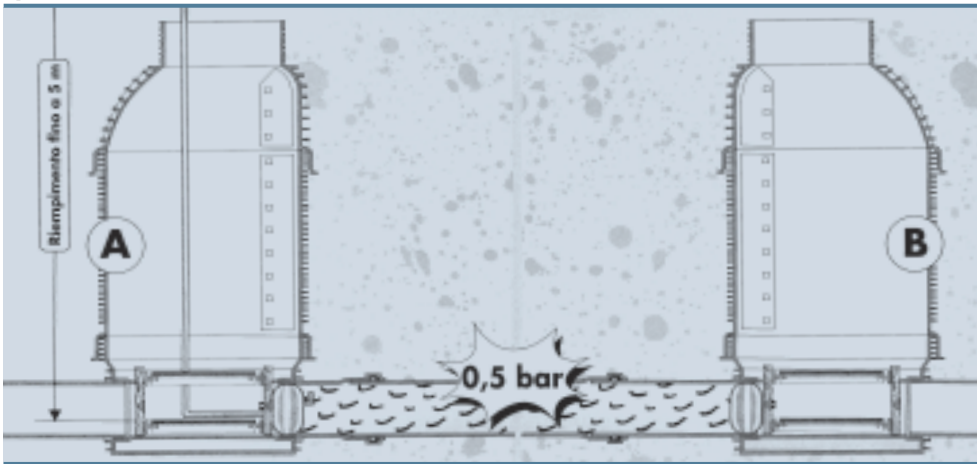
Diametro esterno (mm)	Contenuto (l/m)			Spinta idraulica (kg)		
	SN2	SN4	SN8	SN2	SN4	SN8
■ 160		17,9	17,7		89,3	88,4
■ 200		28,1	27,6		140,3	138,2
■ 250		44,0	43,2		219,8	215,8
■ 315		69,8	68,5		349,0	342,7
■ 400		112,4	110,4		562,0	552,2
■ 500	177,3	176,3	172,8	886,4	881,6	863,8
■ 630	279,2	277,8	274,5	1395,9	1388,9	1372,6
■ 710	356,8	350,5	342,1	1783,9	1752,3	1710,6
■ 800	451,3	447,7	443,1	2256,3	2238,5	2215,4
■ 900	578,2	570,1	559,5	2890,9	2850,6	2797,3
■ 1000	705,8	701,4	699,9	3529,2	3506,9	3499,5
■ 2000	1026,1	1018,9	1011,8	5130,4	5094,6	5058,8

La tubazione dovrà essere accuratamente ancorata per evitare qualsiasi movimento provocato dalla pressione idrostatica. La prova deve essere eseguita secondo quanto descritto ai punti 13 della norma UNI-EN 1610 e può essere effettuata sia con acqua che con aria.

I passi da effettuare per condurre la prova sono i seguenti:

1. pulire l'imbocco del tubo a valle, quindi inserire la testata di prova gonfiandola fino alla pressione di 1,5 bar;
2. pulire l'imbocco del tubo a monte quindi inserire la testata cieca gonfiandola sino alla pressione di 1,5 bar;
3. predisporre, sui due cuscinetti, l'opportuno sistema di contrasto della spinta idraulica e collegare il tubo piezometrico alla testata di prova;
4. procedere al riempimento della tratta dal basso sino a superare di qualche centimetro il colmo della condotta per evitare la presenza di bolle d'aria nella condotta;
5. riempire la colonna piezometrica fino ad una altezza di 5 m (0,5 bar). L'altezza di riempimento da raggiungere nella colonna piezometrica deve tenere conto la lunghezza e la pendenza del tratto in esame.

Figura 12.2



I consumi di acqua e di aria sono stabiliti dalla Norma ENI-ENV 1401-3 descritta precedentemente. La pressione deve essere mantenuta rabboccando con acqua per 306 1 min, entro una variazione massima rispetto alla pressione di prova di 1 kPa pari a 0,01 bar. La quantità di acqua (V) utilizzata per il rabbocco deve essere misurata e soddisfare:

- $V \leq 0,15 \text{ l/m}^2$ per le tubazioni in 30 minuti;
- $V \leq 0,20 \text{ l/m}^2$ per tubazioni + pozzetti in 30 minuti;
- $V \leq 0,40 \text{ l/m}^2$ per i pozzetti e le camere di ispezione in 30 minuti.

dove m^2 si riferiscono alla superficie interna bagnata.

Nel caso si utilizzi aria:

- la caduta di pressione ammessa è di 5 mbar (0,5 kPa) con una pressione di prova di 100 mbar.

La durata della prova con aria sarà:

- 3 minuti per tubi con $DN \leq 400\text{mm}$;
- 0,01 minuti per tubi con $DN \geq 400\text{mm}$.

La verifica dell'esito del collaudo può essere effettuata per confronto tra i volumi di acqua di rabbocco misurata e i valori unitari (riferiti ad 1 metro di condotta collaudata) massimi ammissibili calcolati e riportati nella tabella 12.4. Nel calcolo è stata trascurata, perché non significativa nei tratti lunghi, la superficie bagnata alle estremità.

Tabella 12.4 - Volumi di rabbocco massimi ammissibili per metro di condotta PVC-U UNI EN 1401 e di tubazione alveolare sottoposto a collaudo.

<i>de (mm)</i>	<i>Tubazioni PVC-U UNI EN 1401</i>			<i>Tubazione alveolare</i>		
	<i>SN2</i>	<i>SN4</i>	<i>SN8</i>	<i>SN2</i>	<i>SN4</i>	<i>SN8</i>
■ 110		0.049	0.049			
■ 125		0.056	0.055			
■ 160	0.072	0.072	0.071	0.071	0.071	0.071
■ 200	0.091	0.090	0.089	0.089	0.089	0.088
■ 250	0.113	0.112	0.111	0.112	0.111	0.110
■ 315	0.143	0.141	0.140	0.141	0.140	0.139
■ 355	0.161	0.159	0.157			
■ 400	0.181	0.179	0.177	0.179	0.178	0.177
■ 450	0.204	0.202	0.200			
■ 500	0.226	0.224	0.222	0.224	0.223	0.221
■ 630	0.285	0.282	0.280	0.281	0.280	0.279
■ 710	0.321	0.318				
■ 800	0.362	0.359		0.357	0.356	0.354
■ 900	0.408	0.403				
■ 1000	0.453	0.448		0.447	0.445	0.445
■ 1200				0.539	0.537	0.535

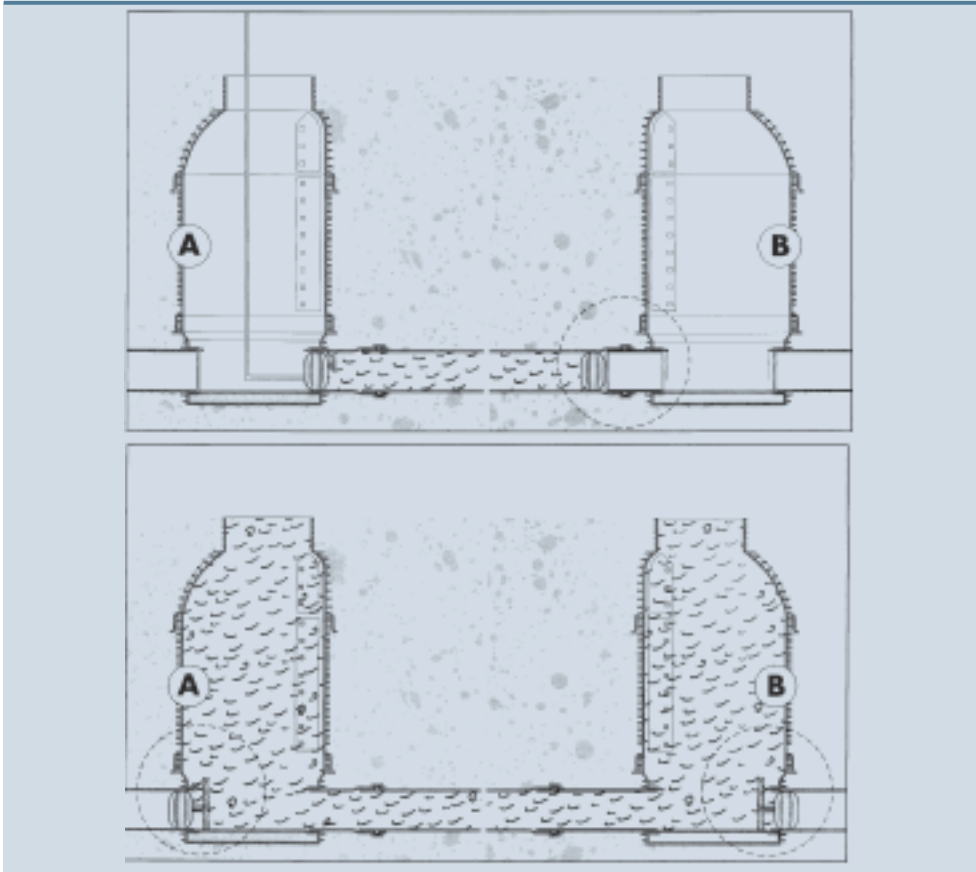
12.2.2.1 Prove di tenuta per le tubazioni alveolari: il fenomeno del by-pass

Le tubazioni alveolari sono prodotte in fabbrica con cavità longitudinali (alveoli) nella parete il cui disegno e tipo conferisce la rigidità richiesta.

Gli alveoli sono chiusi all'estremità della barra con opportuno procedimento a caldo di chiusura ermetica, eseguito in fabbrica.

La tubazione presenta così perfetta tenuta idraulica e il PVC costituisce una barrie-

Figura 12.3



ra impermeabile alle infiltrazioni dall'esterno e alle fuoriuscite del liquido dall'interno.

In cantiere può verificarsi la necessità di un taglio doppio della barra con conseguente produzione di un tronco con alveoli aperti ad entrambe le estremità. Il tronco così ottenuto, se utilizzato come elemento di raccordo di un pozzetto dove viene posto l'otturatore per l'effettuazione di prove di collaudo in opera, genera al momento della messa in pressione del tratto di condotta un fenomeno denominato by-pass.

In modo facile e veloce si può evitare che il fenomeno del by-pass influenzi i risultati del collaudo in opera posizionando il cuscinetto di tenuta più all'interno del collettore così come mostrato nella figura, o posizionando il cuscinetto di tenuta completamente a destra o a sinistra del tronco di tubo con fenomeno by-pass collaudando insieme ai tubi le camere di ispezione o il pozzetto come schematicamente mostrato in figura.

12.2.2.2 Prove di tenuta per pozzetti

In questo caso la prova di tenuta si limita al riempimento del pozzetto con acqua ed alla verifica della stazionarietà del livello per un tempo non inferiore a 45 minuti. La variazione di livello non deve essere superiore al 5%.