

**le condotte
in
PVC**

le condotte in PVC



progetto, posa in opera e verifica
di acquedotti, fognature ed impianti tecnici

La pubblicazione è realizzata con particolare attenzione alla scelta del supporto cartaceo ed ai processi di stampa per ridurre l'impatto ambientale.

Quest'opera è protetta dalla legge sul diritto d'autore. Tutti i diritti, in particolare quelli relativi alla traduzione, alla ristampa, all'uso di figure e tabelle, alla citazione orale, alla trasmissione radiofonica o televisiva, alla riproduzione su microfilm o in database, alla diversa riproduzione in qualsiasi altra forma (stampa o elettronica) rimangono riservati anche nel caso di utilizzo parziale. Una riproduzione di quest'opera, oppure di parte di questa, è anche nel caso specifico solo ammessa nei limiti stabiliti dalla legge sul diritto d'autore, ed è soggetta all'autorizzazione scritta dell'Editore. La violazione delle norme comporta le sanzioni previste dalla legge.

L'utilizzo di denominazioni generiche, nomi commerciali, marchi registrati, ecc, in quest'opera, anche in assenza di particolare indicazione, non consente di considerare tali denominazioni o marchi liberamente utilizzabili da chiunque ai sensi della legge sul marchio.

*Editing editoriale a cura di Ing. Marco Piana
Progetto grafico e stampa Jona srl, Paderno Dugnano (MI)*

Indice

Presentazione	XIII
Ringraziamenti	XIV
Il centro di Informazione sul PVC	XV

Capitolo 1: IL PVC

1.1 Policloruro di vinile	1
1.1.1 Cos'è il policloruro di vinile?	1
1.1.2 Quando è nato e come è cresciuto ai livelli attuali?.....	1
1.1.3 A che cosa serve?.....	2
1.1.4 Quali sono i consumi attuali e le motivazioni della crescita?	3

Capitolo 2: ACQUEDOTTI

2.1 Dotazione idropotabile	7
2.2 Condotta di adduzione e serbatoio di compenso	8
2.2.1 Condotta di adduzione	9
2.2.2 Serbatoio di compenso giornaliero	12
2.3 Rete di distribuzione	14
2.3.1 Progettazione della rete	14
2.4 Ancoraggi	19
2.5 Gamma prodotti	21
2.5.1 Tubazioni	21
2.6 Sistemi di tubazioni per l'adduzione d'acqua: Norma UNI EN 1452	21

Capitolo 3: FOGNATURE

3.1 Classificazione delle reti	27
3.2 Le portate pluviali	28
3.3 Portate reflue	29
3.4 Calcolo idraulico	30

3.5	Calcolo meccanico delle reti interrato	33
3.5.1	Carico del terreno	34
3.5.2	Carichi mobili	35
3.5.3	Carico per acqua di falda	36
3.5.4	Interazione tubo terreno	36
3.5.5	Pressione di collasso	38
3.6	Gamma prodotti	39
3.6.1	Tubazioni	39
3.7	Sistemi di tubazioni per fognatura e scarichi interrati non in pressione:	40
	Norma UNI EN1401	
3.8	Sistemi di tubazioni a parete strutturata per fognatura e scarichi	43
	interrati non in pressione: Tubazioni in PVC-U – PP – PE –	
	Progetto di Norma prEN 13476 (UNI 10968)	

Capitolo 4: IMPIANTI DI SCARICO

4.1	Impianti pluviali	45
4.1.1	Dimensionamento dei canali e dei pluviali	46
4.1.2	Criteri di progetto e installazione	47
4.1.3	Esempio	48
4.2	Impianti di scarico delle acque usate	49
4.2.1	Tipologia degli schemi	49
4.2.2	Dimensionamento	51
4.2.3	Il progetto d'installazione	54
4.3	Tubi ad elevato potere fonoassorbente	55
4.3.1	Prove di laboratorio	56
4.3.2	La classificazione al fuoco	56
4.3.3	Posa in opera	56
4.4	Gamma prodotti	57
4.4.1	Tubazioni	57
4.5	Sistemi di tubazioni per condotte di scarico all'interno dei fabbricati:	57
	Norma UNI EN 1329	
4.6	Sistemi di tubazioni con tubi a parete strutturata per condotte	60
	di scarico all'interno dei fabbricati: Norma UNI EN 1453	

Capitolo 5: TUBI DI DRENAGGIO

5.1	Sistemi di drenaggio	65
5.1.1	Drenaggi in opere civili e in aree sportive	65
5.1.2	Drenaggio di muri di sostegno e di contenimento	66
5.1.3	Drenaggio delle strade carreggiabili	66

5.1.4 Drenaggio di reti ferroviarie	66
5.1.5 Drenaggi di canali	67
5.1.6 Drenaggio realizzato mediante geotessuti	67
5.1.7 Drenaggi superficiali, di campi sportivi, piste ciclabili	67
5.2 Drenaggi agricoli	68
5.3 Tipologie di tubazioni per il drenaggio	69
5.4 Resistenza meccanica del tubo di drenaggio	70
5.5 Gamma prodotti	70
5.5.1 Tubazioni	70

Capitolo 6: IMPIANTI INDUSTRIALI

6.1 Impianti antincendio	71
6.1.1 Carico di incendio e la resistenza al fuoco	71
6.1.2 Impianti di rivelazione/segnalazione (UNI EN 54)	72
6.1.3 Impianti di spegnimento	72
6.2 Impianti di aria compressa	78
6.2.1 Cenni alla composizione dell'impianto di aria compressa	78
6.2.2 Rete di distribuzione	80
6.3 Impianti chimico-industriali	82
6.4 Iniezione per il consolidamento e l'impermeabilizzazione	82
6.5 Pozzi artesiani	82
6.6 Tubi preisolati	83
6.7 Irrigazione	83
6.8 Gamma prodotti	83
6.8.1 Tubazioni	83
6.9 Sistemi di tubazioni per condotte di fluidi industriali:	84
Norme UNI 10952 e UNI 10953 - Novembre 2002	

Capitolo 7: RACCORDI, VALVOLE E PEZZI SPECIALI PER REALIZZARE LE CONDOTTE

7.1 Raccordi	85
7.1.1 Acquedotto e irrigazione	87
7.1.2 Edilizia	97
7.1.3 Fognatura	98
7.2 Valvole	101
7.2.1 Valvole di ritenzione (antiriflusso)	101
7.2.2 Valvole a sfera	103

7.2.3	Valvole a farfalla	105
7.2.4	Valvole di fondo	106
7.2.5	Valvole di sfiato	107
7.2.6	Valvole a membrana	108
7.3	Sifoni	108
7.4	Pozzetti	110
7.4.1	Pozzetto di linea per ispezione e lavaggio	111
7.4.2	Pozzetto di linea con immissione di utenza, con o senza acqua di falda	111
7.4.3	Pozzetto di linea con immissione di utenza e cambio di diametro	112
7.4.4	Pozzetto di salto senza continuità di materiale	112
7.4.5	Pozzetto di salto con continuità di materiale	113
7.4.6	Pozzetto di linea di ispezione e di lavaggio totalmente realizzato in materiale plastico	113
7.4.7	Pozzetto in PVC DN 425 per allacciamento con sifone tipo Firenze	114
7.4.8	Caditoia sifonata in PVC DN 425 per acque piovane	115
7.4.9	Pozzetto DN 400 per acque nere - pozzetto in cemento e in PVC	116
7.5	Pezzi speciali per attacchi con reti esistenti	117
7.5.1	Innesto di nuove reti	117
7.5.2	Collegamenti con altri materiali	119

Capitolo 8: CALCOLO IDRAULICO

8.1	Definizione di idraulica	121
8.1.1	Idrostatica	121
8.1.2	Idrodinamica	121
8.2	Proprietà dell'acqua	121
8.2.1	Densità	121
8.2.2	Peso specifico	122
8.2.3	Coesione	122
8.2.4	Compressibilità	122
8.2.5	Fluidità	122
8.2.6	Viscosità	122
8.2.7	Tensione superficiale	122
8.2.8	Celerità di propagazione delle perturbazioni	123
8.2.9	Coefficiente di attrito	123
8.3	Idrostatica e idrodinamica	124
8.3.1	Principi dell'idrostatica	124
8.3.2	Regime di funzionamento	124
8.3.3	Definizione dei parametri	125
8.3.4	Il teorema di Bernoulli	126
8.4	Tipi di moto	127
8.4.1	Moto a pelo libero	127
8.4.2	Moto in pressione	127

Capitolo 9: CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO

9.1 Canali	129
9.1.1 Calcolo idraulico	129
9.1.2 Dati necessari al calcolo del canale	129
9.2 Tubazioni in pressione per dislivello topografico	130
9.2.1 Calcolo idraulico	130
9.2.2 Dati utili per il dimensionamento della condotta	135
9.2.3 Esempio	135
9.3 Moto in pressione per la presenza di una pompa idraulica	135
9.3.1 Calcolo idraulico	136
9.3.2 Dati utili per il dimensionamento della condotta	137

Capitolo 10: PRESSIONI NELLE CONDOTTE

10.1 Sovrappressioni accidentali	139
10.1.1 Pressioni variabili e velocità dell'onda d'urto	139
10.1.2 Calcolo della celerità della perturbazione	140
10.1.3 Colpo d'ariete	142
10.1.4 Introduzione al metodo di Bergeron	144
10.1.5 Altri metodi di calcolo	145
10.2 L'aria nelle tubazioni	145

Capitolo 11: POSA IN OPERA

11.1 Posa in opera delle tubazioni	147
11.2 Raccomandazioni	147
11.2.1 Trasporto e accatastamento	147
11.3 Installazione interrata	149
11.3.1 Classifica degli scavi	149
11.3.2 Profondità della trincea	150
11.3.3 Larghezza della trincea	151
11.3.4 Fondo della trincea	151
11.3.5 Letto di posa	151
11.3.6 Posa del tubo	152
11.3.7 Riempimento	152
11.4 Installazione aerea	154
11.4.1 Distanza tra i supporti	154
11.4.2 Installazione aerea di tubazioni di evacuazione acque nere domestiche	157
11.5 Giunzione delle tubazioni	157
11.5.1 Giunzioni di tipo rigido	159

11.5.2 Giunzioni di tipo elastico	159
11.5.3 Giunzione con manicotto a vite	160
11.5.4 Giunzione rapida con bigiunto e guarnizioni elastomeriche	160
11.5.5 Giunti a serraggio meccanico	161
11.5.6 Giunto a flangia libera con collare di appoggio o fissa	162
11.5.7 Giunzione mediante guarnizioni elastometriche integrate	162
nella tubazione di PVC	
11.5.8 Esecuzione delle giunzioni	164
11.6 Riparazione delle tubazioni in PVC	164

Capitolo 12: PROVE DI COLLAUDO

12.1 Deformazione diametrale	165
12.2 Tenuta idraulica: collaudi in opera	166
12.2.1 Acquedotti e impianti in pressione	166
12.2.2 Fognature non in pressione	167
12.2.2.1 Prove di tenuta per le tubazioni alveolari: il fenomeno del by-pass	171
12.2.2.2 Prove di tenuta per pozzetti	172

Capitolo 13: QUALITÀ E CERTIFICAZIONI

13.1 La certificazione di qualità	173
13.2 La certificazione di prodotto	174
13.2.1 La certificazione obbligatoria: la marcatura CE	174
13.2.2 La certificazione volontaria di prodotto	177
13.3 La certificazione di sistema	178
13.4 La certificazione ambientale	180

Capitolo 14: LA PRODUZIONE E LA TRASFORMAZIONE DEL PVC

14.1 Produzione industriale del PVC	181
14.1.1 Polimerizzazione del CVM	181
14.1.2 Processo industriale di polimerizzazione del CVM	182
in sospensione acquosa	
14.1.2.1 Processo e prodotto	182
14.1.2.2 Cinetica di polimerizzazione, peso molecolare e tatticità	186
14.1.2.3 Distribuzione dimensionale delle particelle-granuli di PVC	189
sospensione e loro morfologia interna	
14.1.2.4 Aspetti ambientali e di sicurezza del processo di polimerizzazione	194
in sospensione del CVM e dei corrispondenti prodotti PVC	
14.2 Prodotti PVC sospensione, trasformazione in manufatti e settori applicativi	195
14.2.1 Prodotti PVC sospensione	195
14.2.2 Processi di trasformazione	196
14.2.3 Settori applicativi dei manufatti a base di PVC sospensione	199

14.3	Compatibilità e sostenibilità ambientale dei manufatti a base di PVC	202
14.3.1	Valutazione del ciclo di vita LCA di manufatti in PVC	204
14.3.2	Recupero e riciclo dei manufatti a fine vita in esercizio	206
14.3.3	Considerazioni conclusive	207
14.4	Caratteristiche della resina PVC	207
14.4.1	Materiale termoplastico	207
14.4.2	Stabilità termica	208
14.4.3	Peso molecolare	208
14.4.4	Indice di viscosità e valore K	209
14.4.5	Cristallinità	211
14.5	Proprietà del PVC	211
14.6	Qualità del PVC rigido	214
14.7	Trasformazione del PVC	214
14.7.1	Trasformazione del PVC	214
14.7.2	Gelificazione	215
14.7.3	Stabilità termica	215
14.7.4	Lubrificanti	215
14.7.5	Pigmenti	215
14.7.6	Altri additivi	216
Capitolo 15: LE CONDOTTE IN PVC RIGIDO		
15.1	Processi di trasformazione per tubi in PVC	219
15.1.1	Tipologia delle tubazioni	219
15.1.2	Descrizione dei processi di trasformazione	221
15.1.3	Caratteristiche generali dei tubi in PVC	222
15.1.4	Applicazioni principali dei tubi in PVC rigido	224
15.2	Requisiti delle tubazioni in PVC	226
15.2.1	Resistenza alla pressione interna	226
15.2.2	Resistenza allo schiacciamento	227
15.2.3	Resistenza alla flessione	228
15.2.4	Resistenza all'impatto	228
15.2.5	Resistenza all'abrasione	229
15.2.6	Resistenza ai prodotti chimici	230
15.3	Comportamento funzionale delle tubazioni in PVC	231
15.3.1	Durata nel tempo di utilizzo	231
15.3.2	I cicli di funzionamento	231
15.3.3	Resistenza alla temperature	233
15.4	Grandezze dimensionali e meccaniche	233
15.4.1	Le basi delle classificazione	233
15.4.2	Caratteristiche geometriche e funzionali	233
15.4.3	Diametri delle tubazioni	235

15.4.4 Momento di inerzia	235
15.4.5 Rigidità specifica	235
15.5 Innovazione nelle tubazioni in PVC	236
15.5.1 Tubi alveolari	236
15.5.2 Tubi a parete espansa	237
15.5.3 Tubi in lega polimerica PVC-A	238
15.5.4 Tubi a doppia orientazione di molecole PVC-O	239

Capitolo 16: I PERCORSI DELLA SCELTA

16.1 Reti in pressione: percorso di scelta corretta	243
16.2 Reti a pelo libero: percorso di scelta corretta	246
16.3 Programmi di calcolo	248
16.4 Check-list di cantiere	249

APPENDICI

<i>1 - Comportamento delle tubazioni interrato in caso di terremoto</i>	<i>251</i>
<i>2 - Il problema di verifica</i>	<i>253</i>
<i>3 - Il problema di progetto</i>	<i>255</i>
<i>4 - Formulario</i>	<i>257</i>
<i>5 - Diametri normalizzati/spessori</i>	<i>264</i>
<i>6 - Comportamento delle tubazioni di PVC agli agenti chimici</i>	<i>266</i>
<i>7 - Abachi e tabelle di dimensionamento acquedotti e tubi in pressione</i>	<i>270</i>
<i>8 - Abachi e tabelle di dimensionamento fognature e condotte a pelo libero</i>	<i>275</i>
<i>9 - Stoccaggio e posa in opera</i>	<i>281</i>
<i>10 - Raccordi, ancoraggi, sforzi sulle curve</i>	<i>284</i>
<i>11 - Riparazione e innesto nuove linee</i>	<i>287</i>
<i>12 - Riferimenti alle caratteristiche dei materiali alternativi</i>	<i>291</i>
<i>(polietilene e polipropilene)</i>	
<i>13 - Norme correlate ai materiali alternativi</i>	<i>296</i>

Bibliografia	323
---------------------------	------------

Presentazione

Le condotte costituite dalla materia plastica PVC, ora conosciute e diffuse nel trasporto di acqua potabile, di acque fognarie e nello scarico di acque negli edifici, sono entrate nel settore circa 50 anni fa mostrando rispondenza alle esigenze applicative, competitività e complementarietà rispetto alle condotte costituite dai materiali tradizionali.

Le caratteristiche chimico-fisiche-meccaniche dei tubi, raccordi e valvole che compongono le condotte in PVC sono ora dettagliatamente definite nelle specifiche normative italiane ed europee; il rispetto di queste normative garantisce gli utenti che, una volta messe in opera correttamente, esse hanno prestazioni adeguate alle esigenze applicative per tutto il periodo, più decenni, di loro vita in esercizio. Di fatto le condotte in PVC per il trasporto di acque hanno attualmente il collaudo di decenni di vita in opera in molteplici condizioni senza problemi e con completa affidabilità. Cinquanta anni di vita industriale della materia plastica PVC e decenni di vita in esercizio delle condotte da esso ottenute indicano comunque che sia la materia plastica PVC che le condotte sono relativamente giovani ed hanno margini di ottimizzazione complessiva e potenzialità di crescita, anche a causa delle innovazioni e sviluppi realizzati recentemente nella tipologia delle tubazioni.

Su queste basi, il Manuale sulle condotte in PVC intende essere uno strumento di conoscenza per tutti coloro che si occupano di trasporto di acque, scelgono i materiali da adottare per le condotte e progettano e realizzano opere idriche; le conoscenze, i dati, i metodi e le raccomandazioni in esso contenuti possono costituire un supporto nella progettazione, posa ed esercizio delle condotte idrauliche in PVC.

Il Manuale “Le condotte in PVC” è stato realizzato da un team di professionisti esperti nel trasporto di acque ed esperti nel materiale PVC; a ciascuno di essi ed al team, il Centro di Informazione sul PVC, che è l’associazione italiana dell’industria del PVC, esprime apprezzamento e riconoscenza. A tutti gli utenti del Manuale, il Centro di Informazione sul PVC assicura disponibilità per esame e discussione e possibilmente supporto per risolvere problemi applicativi riguardanti le condotte in PVC nel trasporto di acque.

Centro di Informazione sul PVC

Il Centro di Informazione sul PVC

*Il Centro di Informazione sul PVC
è l'associazione che, in Italia, riunisce le principali aziende
di produzione, compoundazione e trasformazione del PVC,
i produttori di additivi e di macchine trasformatrici.*

*Il Centro, costituito il 1° Aprile del 1996,
ha l'obiettivo di promuovere la conoscenza del PVC
e dei suoi vantaggi applicativi e ambientali
tenendo conto anche dell'importanza socio –
economica dell'industria del PVC.*



Centro di Informazione sul PVC

Via M.A. Colonna, 46 - 20149 MILANO
Tel. +39-02-33604020 - Fax +39-02-33604284
E-mail info@pvcforum.it
<http://www.pvcforum.it>

