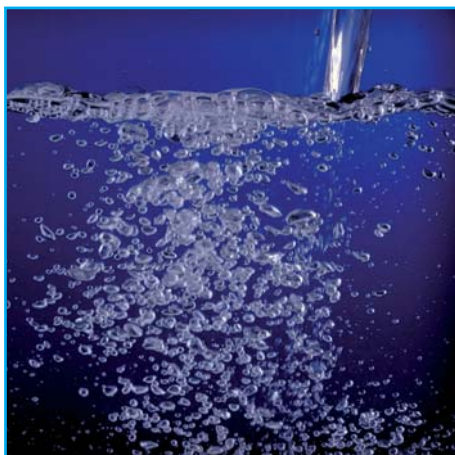




Tubi di polietilene
per scarichi civili
e industriali
interrati

Manuale tecnico
Gennaio 2010



Indice

Tubi di polietilene per scarichi fognari non in pressione	4
Caratteristiche generali	4
Impieghi	4
Caratteristiche fisico-meccaniche	4
Gamma	5
Tubi di polietilene alta densità (PE AD) per condotte di scarico interrate civili ed industriali non in pressione secondo UNI EN 12666	5
Lunghezze	5
Marchio di qualità	5
Calcolo e progettazione di condotte di PE di scarico	6
Resistenza all'abrasione del PE	6
Calcolo idraulico	8
Valori di deflusso	10
Rigidità anulare	13
Verifica e dimensionamento automatici di condotte di PE di scarico	14
Progetto GDW	14
Capitolato di acquisto di tubi di PE AD per scarico interrato non in pressione conformi alla norma UNI EN 12666	15
Raccomandazioni per la movimentazione e lo stoccaggio nei magazzini	16
Raccomandazioni per la movimentazione e lo stoccaggio in cantiere	16
Scarico e movimentazione	16
Accatastamento	16
Raccomandazioni per la corretta posa in cantiere	17
Prescrizioni per la posa	17
Compattazione	18
Classificazione dei terreni	19
Collaudo idraulico di condotte di scarico posate	20
Procedimento di prova	21

Tubi di polietilene per scarichi fognari non in pressione

Caratteristiche generali

- Ottima resistenza all'abrasione
- Leggerezza
- Ottima lavorabilità
- Impermeabilità
- Facilità nella posa
- Buona resilienza.

I tubi sono ottenuti per estrusione di materia prima (Polietilene) proveniente dalle più qualificate e certificate industrie europee.

Il polietilene impiegato è Polietilene Alta Densità idoneo a conferire alla tubazione le caratteristiche richieste dall'applicazione (elevata rigidità anulare, resistenza a liquidi aggressivi, ecc.).

Le loro principali caratteristiche sono riportate nella tabella 1 e costantemente confermate e completate dalle prove e dalle indagini svolte nei laboratori Dalmine resine.

Impieghi

Il tubo Dalmine resine è conforme alla norma UNI EN 12666 ed è idoneo ad essere impiegato negli scarichi fognari, collettori e derivazioni non in pressione nelle fognature civili ed industriali con rigidità fino a 2 KN/m² (SN).

Caratteristiche fisico-meccaniche

Descrizione	Unità	Valore PE AD	Metodi
Massa volumica PE/A (PE alta densità)	g/cm ³	0,950	ISO 1183
Indice di fluidità	g/10 min	0,40÷0,55	ISO 1133
Resistenza alla pressione interna di tubi a parete piena 1 ora 20 °C - sigma = 15 MPa 170 ore 80 °C - sigma = 3,0 MPa	ore	> 1 > 170	UNI EN ISO 1167
Contenuto nero fumo (PE nero)	% in peso	2÷2,5	UNI 9556
Grado di dispersione (PE nero)	-	≤ 3	UNI 9555
Grado di ripartizione (PE nero)	-	≤ C2	UNI 9555
Carico a snervamento	MPa	> 19	ISO 6259
Allungamento a rottura	%	> 350	ISO 6259
Coefficiente di dilatazione termica lineare	mm/m · °C	0,2	ISO 11359

Tab. 1

Tubi di polietilene alta densità (PE AD) per condotte di scarico interrate civili ed industriali non in pressione secondo UNI EN 12666

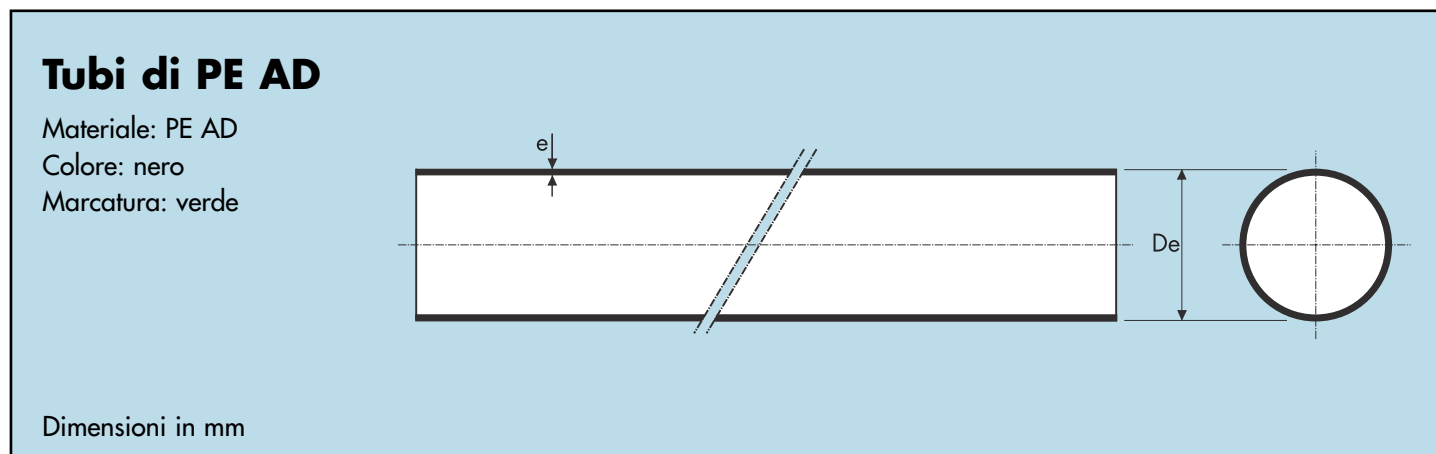


Fig. 1 - Tubo di PE AD

Diametro esterno De mm	e mm
250	7,7
315	9,7
355	10,9

Diametro esterno De mm	e mm
400	12,3
450	13,8
500	15,3

Diametro esterno De mm	e mm
630	19,3
800	24,5
1.000	30,6

Tab. 2 - Dimensioni serie SN2.

Prodotti conformi alla norma UNI EN 12666 SN2, per condotte di scarico interrate e a mare, industriali e civili.

La rigidità nominale SN è pari a 2 KN/m²; essa è calcolata secondo EN ISO 9969 e data dalla geometria del tubo e dalle caratteristiche del materiale impiegato.

Lunghezze

I tubi sono forniti con estremità lisce in barre di lunghezza commerciale da metri 6 e da metri 12.

Marchio di qualità

La qualità dei prodotti soddisfa le prescrizioni della norma UNI EN 12666, la conformità è certificata dall'IIP Istituto Italiano dei Plastici con marchio n° 103.



Calcolo e progettazione di condotte di PE di scarico

Resistenza all'abrasione del PE

Sono state condotte diverse esperienze, in comparazione con altri materiali tradizionali, per valutare la capacità del PE di resistere all'abrasione.

Gli eccellenti risultati ottenuti hanno mostrato che il PE possiede una maggior resistenza a tale fenomeno rispetto ad altri materiali, pertanto se ne è sviluppato l'impiego per il trasporto idraulico di prodotti solidi e l'inserimento in impianti di depurazione per l'eliminazione dei fanghi di risulta.

Le sostanze solide possono essere trasportate in tubazioni nei seguenti modi: pneumaticamente, con supporto gassoso, idraulicamente, con supporto liquido e idropneumaticamente, con supporto gassoso-liquido.

Il trasporto idraulico viene impiegato nella dragatura di sabbia e ghiaia, nello scavo idraulico e anche meccanico, nell'industria mineraria per trasportare minerali e carbone, negli eventi alluvionali per opere di difesa e bonifica del terreno, come anche per l'interramento provocato dalle acque nell'industria mineraria.

I materiali impiegati per tubazioni del genere devono essere resistenti alle abrasioni e alla corrosione.

Queste esigenze vengono soddisfatte soprattutto dalle materie plastiche, come il PE e il PVC, che hanno già dato buoni risultati.

In prove comparate di usura si è mostrato che, a seconda del metodo di prova scelto, si possono misurare diversi valori di usura.

I processi a secco si mostrano non soddisfacenti; fra i metodi di prova per via umida, il processo messo a punto dall'Università di Darmstadt è quello riconosciuto più attendibile.

In questo ultimo processo, il provino è composto da un semicuscinetto DN 300 di tubo lungo 1 m, che viene ribaltato alternativamente in lenti movimenti oscillanti, a una frequenza di 0,18 Hz (21,6 cicli/min).

Come mezzo si usa un miscuglio di sabbia quarzosa/ghiaia/acqua con una percentuale volumetrica di circa 46% di sabbia quarzosa/ghiaia di granulazione da 0 fino a 30 mm.

Il cambio del materiale d'abrasione avviene dopo 100.000 cicli.

La misura per l'abrasione è data dalla diminuzione locale dello spessore di parete dopo un determinato tempo di sollecitazione.

L'abrasione si può poi rappresentare per diversi materiali in funzione del numero di cicli, come mostrato in figura 2.

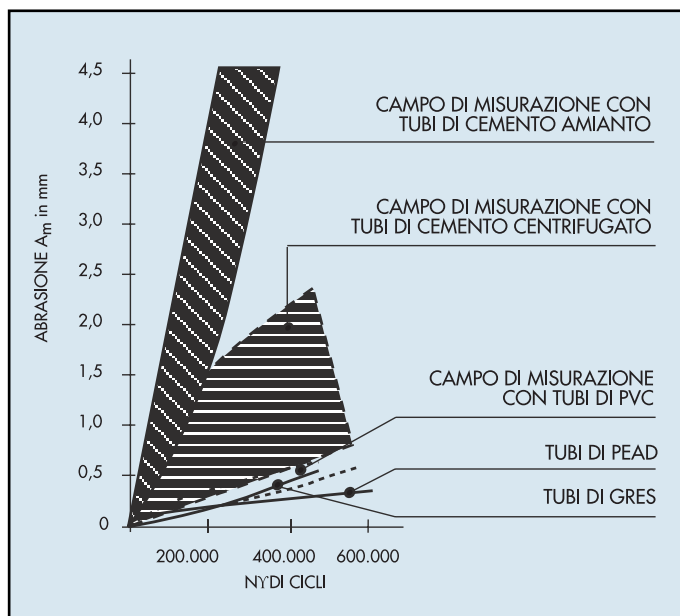


Fig. 2 - Valori medi di abrasione di tubi in diversi materiali secondo il processo messo a punto dal Politecnico di Darmstadt.

Ancora più vicine alla pratica sono le prove in cui il mezzo viene pompato in provini di tubo, che sono parte di una tubazione in esercizio.

L'abrasione può essere determinata dalla misura della diminuzione di peso del provino di tubo o dalla misura ultrasonica della diminuzione dello spessore di parete.

Un'altra possibilità di esaminare il comportamento di usura in tale impianto, consiste nel determinare il tempo trascorso fino alla formazione di un foro.

Con questo criterio sono state provate, per esempio, curve di acciaio e di PE, DN 50 (diametro esterno 63 mm), ottenendo i diagrammi della figura 3.

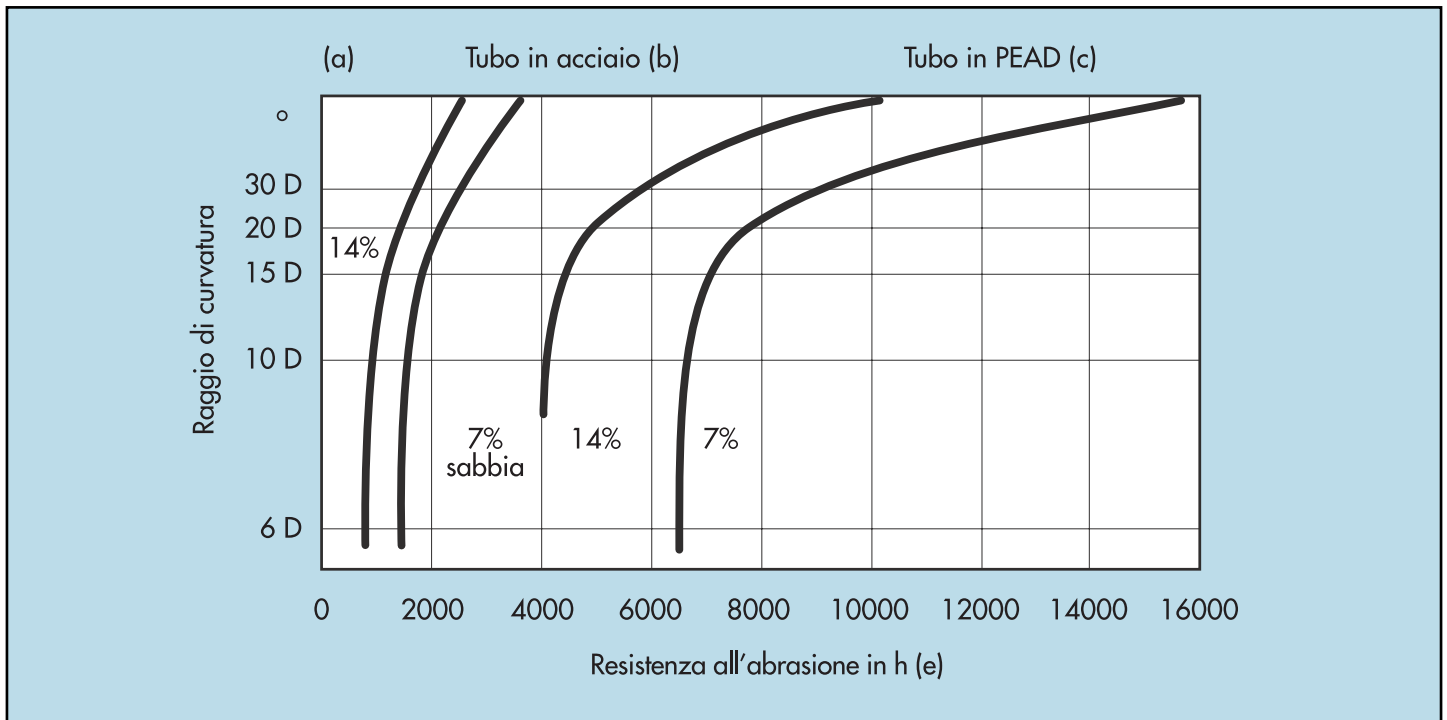


Fig. 3 - Tempo di usura di curve in PE AD e curve in acciaio, con raggi diversi di curvatura e in funzione dei contenuti in sabbia del fluido convogliato (d).

(a) = Tubo diritto

(b) = DN 50 ($\varnothing$ e 63 mm x sp. 6 mm)

(c) = DN 50 ($\varnothing$ e 63 mm x sp. 6 mm)

(d) = Mezzo di prova: flusso d'acqua con contenuti in sabbia del 7% e 14%;
densità del mezzo: 1,07 ÷ 1,15 kg/l;
temperatura del mezzo: 30 ÷ 35°C;
velocità di flusso: circa 7 m/s

(e) = Tempo di usura fino a foratura

I provini vengono pesati ogni 150 ore di prova, fino a 900 ore; successivamente ogni 300 ore. La parte di maggior usura si trova in corrispondenza delle curve a 75 e 90°.

Calcolo idraulico

La quantità d'acqua trasportata in un condotto nell'unità di tempo, cioè la portata, è determinata dalla nota relazione:

$$Q = A \cdot v$$

dove:

Q = portata [m³/s];

A = sezione idraulica [m²];

v = velocità di scorrimento del fluido [m/s].

La sezione A è data dalla geometria del condotto mentre la velocità può essere determinata con l'aiuto delle formule dell'idraulica (esprese da diversi autori).

Nell'ipotesi di corrente non in pressione in un condotto praticamente liscio come quello offerto da una superficie di polietilene può essere adottata la relazione di Prandtl-Colebrook derivata da quella più generale di Colebrook-White.

In questa viene introdotta, nella condizione di moto turbolento, la relativa espressione del numero di Reynolds.

L'equazione di dimensionamento può essere scritta nella forma:

$$V = -2 \cdot (2 \cdot g \cdot Di \cdot J)^{1/2} \cdot \log \left(\frac{K}{3,71 Di} + \frac{2,51 \cdot \mu}{Di (2 \cdot g \cdot Di \cdot J)^{1/2}} \right)$$

dove:

V = velocità media della corrente [m/s];

g = accelerazione di gravità [m/s²] (9,81);

Di = diametro interno del tubo [m];

J = pendenza del tubo [‰] rapporto tra dislivello e lunghezza;

K = scabrezza assoluta [m] (2,5·10⁻⁴)*;

μ = viscosità cinematica del fluido [m²/s] (1,31·10⁻⁶)*.

Utilizzando la formula di Prandtl-Colebrook sono state calcolate le velocità medie della corrente e le portate per tutti i diametri della gamma, tubi PE AD UNI EN 12666 SN2.

Per le portate è stato ipotizzato che il deflusso sia a sezione piena il che richiede di assumere la formula:

$$Q = \pi \cdot \frac{Di^2}{4} \cdot V \cdot 1000$$

dove:

Q = portata [l/s].

I valori ottenuti sono riportati nella tabella 3 per i diversi valori di pendenza.

Per la correzione in caso di riempimenti parziali si veda la tabella 4 a pagina 10.

* Valori prudenziali raccomandati dalla ATV (Associazione Tecnica delle Fognature - Abtrittsgrube Technische Vereinigung); il valore K così raccomandato tiene conto di:

- diminuzione della sezione per depositi e incrostazioni;
- effetti di giunzione;
- effetti di ovalizzazione;
- cambiamenti di direzione;
- immissioni laterali.

De	250		315		355		400		450		500		630		800		1000	
J ‰	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V
0,4	11,9	0,28	22,1	0,32	29,9	0,35	41,6	0,38	56,9	0,41	75,3	0,44	138,7	0,51	260,6	0,59	469,0	0,68
0,6	14,8	0,34	27,4	0,40	37,0	0,43	51,6	0,47	70,5	0,50	93,2	0,54	171,5	0,62	321,8	0,73	578,7	0,84
0,8	17,2	0,40	31,8	0,46	43,0	0,50	60,0	0,54	82,0	0,58	108,3	0,63	199,2	0,73	373,6	0,84	671,4	0,97
1,0	19,4	0,45	35,8	0,52	48,4	0,56	67,4	0,61	92,1	0,66	121,6	0,70	223,6	0,81	419,2	0,95	753,2	1,09
2,0	27,9	0,65	51,4	0,75	69,4	0,81	96,6	0,87	131,9	0,94	174,2	1,01	319,8	1,16	598,7	1,35	1074,4	1,55
3,0	34,4	0,80	63,4	0,92	85,6	0,99	119,1	1,08	162,5	1,16	214,5	1,24	393,7	1,43	736,6	1,66	1321,3	1,91
4,0	40,0	0,92	73,6	1,07	99,3	1,15	138,1	1,25	188,4	1,34	248,6	1,44	456,0	1,66	852,9	1,93	1529,5	2,21
5,0	44,8	1,04	82,5	1,20	111,4	1,29	154,9	1,40	211,2	1,51	278,7	1,61	511,0	1,86	955,4	2,16	1712,9	2,47
6,0	49,3	1,14	90,6	1,32	122,3	1,42	170,0	1,54	231,8	1,65	305,8	1,77	560,6	2,04	1048,1	2,37	1878,9	2,71
7,0	53,3	1,23	98,1	1,43	132,3	1,54	183,9	1,66	250,8	1,79	330,8	1,91	606,4	2,21	1133,4	2,56	2031,5	2,93
8,0	57,1	1,32	105,0	1,53	141,6	1,64	196,9	1,78	268,4	1,92	354,1	2,05	648,9	2,36	1212,8	2,74	2173,5	3,14
9,0	60,6	1,40	111,5	1,62	150,4	1,75	209,1	1,89	285,0	2,03	376,0	2,17	688,9	2,51	1287,4	2,91	2306,9	3,33
10,0	64,0	1,48	117,7	1,71	158,7	1,84	220,6	1,99	300,7	2,15	396,6	2,29	726,7	2,65	1357,9	3,07	2433,2	3,52
11,0	67,2	1,55	123,5	1,80	166,6	1,93	231,6	2,09	315,6	2,25	416,3	2,41	762,7	2,78	1425,0	3,22	2553,2	3,69
12,0	70,3	1,63	129,1	1,88	174,2	2,02	242,1	2,19	329,9	2,35	435,1	2,51	797,0	2,90	1489,1	3,36	2667,9	3,85
13,0	73,2	1,69	134,5	1,96	181,4	2,11	252,1	2,28	343,6	2,45	453,1	2,62	830,0	3,02	1550,6	3,50	2777,9	4,01
14,0	76,0	1,76	139,7	2,04	188,4	2,19	261,8	2,37	356,8	2,55	470,5	2,72	861,7	3,14	1609,8	3,63	2883,8	4,17
15,0	78,7	1,82	144,7	2,11	195,1	2,26	271,1	2,45	369,5	2,64	487,2	2,82	892,3	3,25	1666,9	3,76	2986,0	4,31
16,0	81,4	1,88	149,5	2,18	201,6	2,34	280,1	2,53	381,8	2,72	503,4	2,91	922,0	3,36	1722,1	3,89	3084,8	4,46
17,0	83,9	1,94	154,2	2,25	207,9	2,41	288,9	2,61	393,7	2,81	519,1	3,00	950,6	3,46	1775,6	4,01	3180,5	4,59
18,0	86,4	2,00	158,7	2,31	214,0	2,48	297,4	2,69	405,2	2,89	534,3	3,09	978,5	3,56	1827,6	4,13	3273,5	4,73
19,0	88,8	2,05	163,1	2,38	220,0	2,55	305,6	2,76	416,5	2,97	549,2	3,17	1005,6	3,66	1878,2	4,24	3364,0	4,86
20,0	91,2	2,11	167,5	2,44	225,8	2,62	313,7	2,83	427,4	3,05	563,6	3,26	1032,0	3,76	1927,4	4,35	3452,1	4,99
21,0	93,4	2,16	171,6	2,50	231,4	2,69	321,5	2,90	438,1	3,13	577,7	3,34	1057,8	3,85	1975,4	4,46	3538,0	5,11
22,0	95,7	2,21	175,7	2,56	236,9	2,75	329,2	2,97	448,6	3,20	591,4	3,42	1082,9	3,94	2022,3	4,57	3621,9	5,23
23,0	97,9	2,26	179,8	2,62	242,3	2,81	336,7	3,04	458,8	3,27	604,9	3,50	1107,5	4,03	2068,2	4,67	3703,9	5,35
24,0	100,0	2,31	183,7	2,68	247,6	2,87	344,0	3,11	468,7	3,34	618,0	3,57	1131,5	4,12	2113,0	4,77	3784,2	5,47
25,0	102,1	2,36	187,5	2,73	252,8	2,93	351,2	3,17	478,5	3,41	630,9	3,65	1155,1	4,20	2156,9	4,87	3862,8	5,58
26,0	104,2	2,41	191,3	2,79	257,9	2,99	358,2	3,24	488,1	3,48	643,5	3,72	1178,2	4,29	2200,0	4,97	3939,8	5,69
27,0	106,2	2,46	195,0	2,84	262,8	3,05	365,1	3,30	497,5	3,55	655,9	3,79	1200,8	4,37	2242,2	5,06	4015,4	5,80
28,0	108,1	2,50	198,6	2,89	267,7	3,11	371,9	3,36	506,7	3,62	668,1	3,86	1223,0	4,45	2283,7	5,16	4089,6	5,91
29,0	110,1	2,55	202,2	2,95	272,5	3,16	378,6	3,42	515,8	3,68	680,0	3,93	1244,9	4,53	2324,4	5,25	4162,4	6,01
30,0	112,0	2,59	205,7	3,00	277,2	3,22	385,1	3,48	524,7	3,74	691,8	4,00	1266,4	4,61	2364,5	5,34	4234,1	6,12
32,0	115,7	2,68	212,5	3,10	286,4	3,32	397,9	3,59	542,1	3,87	714,7	4,13	1308,2	4,76	2442,6	5,51	4373,8	6,32
34,0	119,3	2,76	219,1	3,19	295,4	3,43	410,3	3,71	558,9	3,99	736,9	4,26	1348,8	4,91	2518,3	5,69	4509,3	6,51
36,0	122,8	2,84	225,5	3,29	304,0	3,53	422,3	3,82	575,3	4,11	758,4	4,38	1388,2	5,05	2591,8	5,85	4640,8	6,70
38,0	126,3	2,92	231,8	3,38	312,4	3,63	434,0	3,92	591,2	4,22	779,4	4,50	1426,6	5,19	2663,3	6,01	4768,7	6,89
40,0	129,6	3,00	237,9	3,47	320,6	3,72	445,4	4,02	606,7	4,33	799,8	4,62	1463,9	5,33	2733,0	6,17	4893,3	7,07
44,0	136,0	3,15	249,6	3,64	336,4	3,91	467,3	4,22	636,6	4,54	839,2	4,85	1535,9	5,59	2867,2	6,47	5133,5	7,42
48,0	142,1	3,29	260,8	3,80	351,6	4,08	488,3	4,41	665,1	4,75	876,8	5,07	1604,7	5,84	2995,5	6,76	5363,0	7,75
52,0	148,0	3,42	271,6	3,96	366,1	4,25	508,4	4,59	692,5	4,94	912,9	5,28	1670,7	6,08	3118,6	7,04	5583,2	8,07
56,0	153,6	3,55	282,0	4,11	380,0	4,41	527,8	4,77	718,9	5,13	947,6	5,48	1734,1	6,31	3237,0	7,31	5795,0	8,37
60,0	159,1	3,68	291,9	4,25	393,5	4,57	546,4	4,94	744,3	5,31	981,1	5,67	1795,4	6,54	3351,2	7,57	5999,4	8,67
70,0	172,0	3,98	315,6	4,60	425,2	4,94	590,6	5,34	804,4	5,74	1060,3	6,13	1940,1	7,06	3621,1	8,17	6482,3	9,36
80,0	183,9	4,26	337,5	4,92	454,8	5,28	631,6	5,71	860,3	6,14	1134,0	6,55	2074,9	7,55	3872,4	8,74	6931,8	10,01
90,0	195,2	4,52	358,2	5,22	482,6	5,60	670,2	6,06	912,8	6,51	1203,2	6,95	2201,4	8,01	4108,4	9,27	7354,0	10,62
100,0	205,9	4,76	377,7	5,50	508,9	5,91	706,7	6,39	962,5	6,87	1268,6	7,33	2321,1	8,45	4331,6	9,78	7753,4	11,20
120,0	225,7	5,22	414,0	6,03	557,8	6,48	774,6	7,00	1054,9	7,53	1390,4	8,03	2543,7	9,26	4746,7	10,72	8496,1	12,27
140,0	243,9	5,64	447,4	6,52	602,8	7,00	837,0	7,56	1139,9	8,13	1502,3	8,68	2748,4	10,01	5128,5	11,58	9179,1	13,26
160,0	260,8	6,03	478,5	6,97	644,7	7,48	895,1	8,09	1219,0	8,70	1606,5	9,28	2938,9	10,70	5483,9	12,38	9814,8	14,18

Tab. 3 - Tabella delle velocità medie ($V = \text{m/s}$), delle portate ($Q = \text{l/s}$) in funzione della pendenza J (m/km) dell'acqua per tubi di **PE AD UNI EN 12666 SN2** (Formula di Prandtl-Colebrook).

Valori di deflusso

I valori riportati nella tabella 3 si riferiscono al deflusso a sezione piena e cioè relativo alla massima capacità di portata, ciò, tuttavia, non si verifica sempre.

Più spesso la sezione del tubo è occupata solo in parte dal liquido e pertanto le portate medie variano, al variare dell'altezza del fluido nel tubo, secondo la relazione graficamente riportata nella figura 4, essa viene numericamente riportata anche nella tabella 4.

Da notare che, quando il tubo è pieno solo a metà, la velocità media di flusso corrisponde a quella in atto a tubo pieno.

Tale caratteristica va tenuta presente nella autopulizia del tubo stesso: essa cioè è realizzabile facendo periodicamente scorrere il liquido nelle condizioni di h/D_i compreso tra 0,6 e 0,8.

Per la lettura del diagramma e della relativa tabella si riporta il significato dei simboli usati:
 Q_p = portata relativa a riempimento parziale [l/s];
 Q = portata relativa a riempimento completo [l/s];
 h = altezza del riempimento [m];
 D_i = diametro interno del tubo [m];
 V_p = velocità di flusso relativa a riempimento parziale [m/s];
 V = velocità relativa a riempimento totale [m/s].

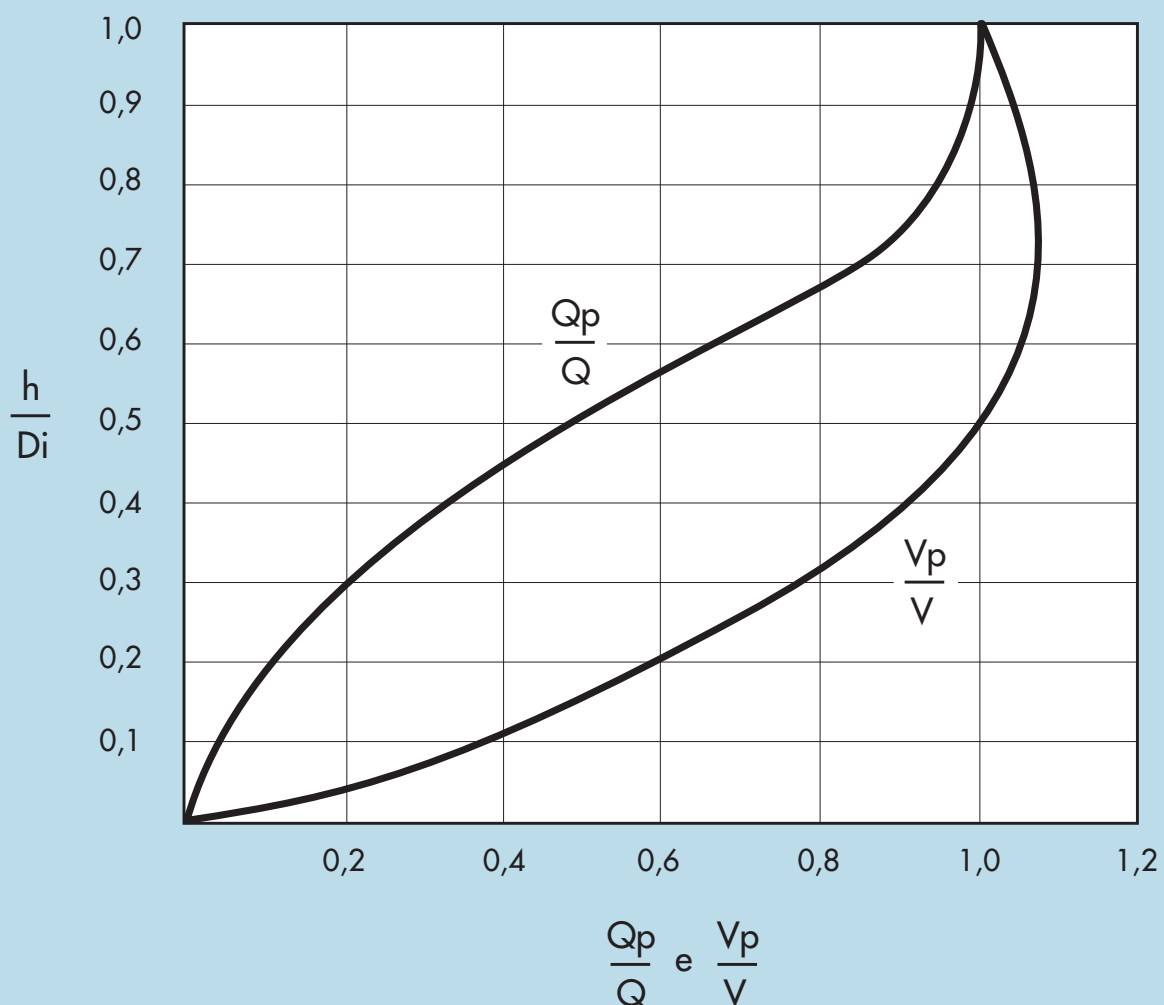


Fig. 4 - Coefficiente di adeguamento in caso di riempimenti parziali.

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,001	0,023	0,17
0,002	0,032	0,21
0,003	0,038	0,24
0,004	0,044	0,26
0,005	0,049	0,28
0,006	0,053	0,29
0,007	0,057	0,30
0,008	0,061	0,32
0,009	0,065	0,33
0,010	0,068	0,34
0,011	0,071	0,35
0,012	0,074	0,36
0,013	0,077	0,37
0,014	0,080	0,38
0,015	0,083	0,38
0,016	0,086	0,39
0,017	0,088	0,39
0,018	0,091	0,40
0,019	0,093	0,41
0,020	0,095	0,41
0,021	0,098	0,42
0,022	0,100	0,42
0,023	0,102	0,43
0,024	0,104	0,43
0,025	0,106	0,44
0,026	0,108	0,45
0,027	0,110	0,45
0,028	0,112	0,45
0,029	0,114	0,46
0,030	0,116	0,46
0,031	0,118	0,47
0,032	0,120	0,47
0,033	0,122	0,48
0,034	0,123	0,48
0,035	0,125	0,48
0,036	0,127	0,49
0,037	0,129	0,49
0,038	0,130	0,50
0,039	0,132	0,50
0,040	0,134	0,50
0,041	0,135	0,51
0,046	0,143	0,52
0,047	0,145	0,53
0,048	0,146	0,53
0,049	0,148	0,53
0,050	0,149	0,54
0,051	0,151	0,54
0,052	0,152	0,54
0,053	0,153	0,55
0,054	0,155	0,55
0,055	0,156	0,55
0,056	0,158	0,55
0,057	0,159	0,56
0,058	0,160	0,56
0,059	0,162	0,56

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,060	0,163	0,57
0,061	0,164	0,57
0,062	0,166	0,57
0,063	0,167	0,57
0,064	0,168	0,58
0,065	0,170	0,58
0,066	0,171	0,58
0,067	0,172	0,58
0,068	0,174	0,59
0,069	0,175	0,59
0,070	0,176	0,59
0,071	0,177	0,59
0,072	0,179	0,59
0,073	0,180	0,60
0,074	0,181	0,60
0,075	0,182	0,60
0,076	0,183	0,60
0,077	0,185	0,61
0,078	0,186	0,61
0,079	0,187	0,61
0,080	0,188	0,61
0,081	0,189	0,62
0,082	0,191	0,62
0,083	0,192	0,62
0,084	0,193	0,62
0,085	0,194	0,62
0,086	0,195	0,63
0,091	0,201	0,64
0,092	0,202	0,64
0,093	0,203	0,64
0,094	0,204	0,64
0,095	0,205	0,64
0,096	0,206	0,65
0,097	0,207	0,65
0,098	0,208	0,65
0,099	0,210	0,65
0,100	0,211	0,65
0,105	0,216	0,66
0,110	0,221	0,67
0,115	0,226	0,68
0,120	0,231	0,69
0,125	0,236	0,69
0,130	0,241	0,70
0,135	0,245	0,71
0,140	0,250	0,72
0,145	0,254	0,72
0,150	0,259	0,73
0,155	0,263	0,74
0,160	0,268	0,74
0,165	0,272	0,75
0,170	0,276	0,76
0,175	0,281	0,76
0,180	0,285	0,77
0,185	0,289	0,77
0,190	0,293	0,78

Tab. 4 - Coefficiente di adeguamento in caso di riempimenti parziali.

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,195	0,297	0,78
0,200	0,301	0,79
0,210	0,309	0,80
0,220	0,316	0,81
0,230	0,324	0,82
0,240	0,331	0,83
0,250	0,339	0,84
0,260	0,346	0,85
0,270	0,353	0,86
0,280	0,360	0,86
0,290	0,367	0,87
0,300	0,374	0,88
0,310	0,381	0,89
0,042	0,137	0,51
0,043	0,138	0,51
0,044	0,140	0,52
0,045	0,141	0,52
0,360	0,414	0,92
0,370	0,420	0,93
0,380	0,426	0,93
0,390	0,433	0,94
0,400	0,439	0,95
0,410	0,445	0,95
0,420	0,451	0,96
0,430	0,458	0,96
0,440	0,464	0,97
0,450	0,470	0,97
0,460	0,476	0,98
0,470	0,482	0,99
0,480	0,488	0,99
0,490	0,494	1,00
0,500	0,500	1,00
0,510	0,506	1,00
0,520	0,512	1,01
0,530	0,519	1,02
0,540	0,525	1,02
0,550	0,531	1,02
0,560	0,537	1,03
0,570	0,543	1,03
0,580	0,550	1,03
0,590	0,560	1,04
0,600	0,562	1,04
0,610	0,568	1,04
0,620	0,575	1,05
0,630	0,581	1,05
0,640	0,587	1,05
0,650	0,594	0,63
0,087	0,196	0,63
0,088	0,197	0,63
0,089	0,199	0,63
0,090	0,200	1,05
0,660	0,600	1,06
0,670	0,607	1,06
0,680	0,613	1,06
0,690	0,620	1,06

Qp/Q	h/Di	Vp/V
0,700	0,626	1,06
0,710	0,633	1,06
0,720	0,646	1,07
0,730	0,646	1,07
0,740	0,653	1,07
0,750	0,660	1,07
0,760	0,667	1,07
0,770	0,675	1,07
0,780	0,682	1,07
0,790	0,689	1,07
0,800	0,697	1,07
0,805	0,701	1,08
0,810	0,705	1,08
0,815	0,709	1,08
0,820	0,713	1,08
0,825	0,717	1,08
0,830	0,721	1,08
0,835	0,725	1,08
0,840	0,729	1,07
0,845	0,734	1,07
0,850	0,738	1,07
0,855	0,742	1,07
0,860	0,747	1,07
0,865	0,751	1,07
0,870	0,756	1,07
0,875	0,761	1,07
0,320	0,387	0,89
0,330	0,394	0,90
0,340	0,401	0,91
0,350	0,407	0,92
0,880	0,766	1,07
0,885	0,770	1,07
0,890	0,775	1,07
0,895	0,781	1,07
0,900	0,786	1,07
0,905	0,791	1,07
0,910	0,797	1,07
0,915	0,802	1,06
0,920	0,808	1,06
0,925	0,814	1,06
0,930	0,821	1,06
0,935	0,827	1,06
0,940	0,834	1,05
0,945	0,841	1,05
0,950	0,849	1,05
0,955	0,856	1,05
0,960	0,865	1,04
0,965	0,874	1,04
0,970	0,883	1,04
0,975	0,894	1,03
0,980	0,905	1,03
0,985	0,919	1,02
0,990	0,935	1,02
0,995	0,955	1,01
1,000	1,000	1,00

Rigidità anulare

Il calcolo della rigidità anulare teorica R espressa in KN/m^2 può essere fatto secondo la formula:

$$R = E \cdot \frac{I}{de^3}$$

dove:

$$I = \frac{s^3}{12} = \text{momento d'inerzia della parete del tubo [m}^3\text{];}$$

E = modulo di elasticità del PE in N/m^2 per un dato tempo (si utilizza a breve termine il valore $E \geq 800 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ (PEAD e PE 80) e $E \geq 1000 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ (PE 100) e a lungo termine si assume convenzionalmente che dimezzi);

de = diametro medio della tubazione [m];

s = spessore della tubazione [m].

Tubo UNI EN 12666	SDR 33
PEAD fognatura	2

Tab. 5 - Rigidità di tubi di PE AD UNI EN 12666 SN2 a breve termine (R in kN/m^2) in funzione delle caratteristiche dimensionali ($\text{SDR} = \text{De}/s$).



Verifica e dimensionamento automatici di condotte di PE di scarico

Progetto GDW

Progetto GDW è un software studiato e realizzato per agevolare il lavoro di chi progetta condotte in pressione sia per il trasporto di acqua potabile e gas sia per usi industriali e condotte di scarico fognarie.

Progetto GDW può essere facilmente scaricato sul proprio PC dal sito www.gdw.it ed essere utilizzato agevolmente dal proprio terminale.

Progetto GDW è facile ed intuitivo, ed esegue in modo rapido ed efficace:

- calcoli idraulici;
 - calcoli statici;
 - dimensionamenti;
 - verifiche:
 - dilatazioni termiche;
 - sovrappressioni (colpo d'ariete);
- consentendo inoltre di scaricare i risultati ottenuti in file Excel all'occorrenza stampabili.

Sono scaricabili inoltre come allegati ai calcoli, i file delle rispettive relazioni tecniche.

Progetto GDW è anche una banca dati, infatti appartengono agli

allegati tecnici, all'occorrenza stampabili, i file relativi alle compatibilità chimiche dei materiali (PE o PVC) ad oltre 360 fluidi in diverse concentrazioni e temperature.

Esempio di verifica statica.

Esempio di calcolo idraulico.

File Modifica Visualizza Inserisci Formato Strumenti Dati Foglietta ?																
Arial 10 G C S 3																

Stampa del calcolo idraulico.

Capitolato di acquisto di tubi di PE AD per scarico interrato non in pressione conformi alla norma UNI EN 12666

Oggetto della fornitura

Fornitura di tubi di Polietilene Alta Densità, conformi ai requisiti della norma UNI EN 12666, destinati al convogliamento di reflui non in pressione per reti e/o fognature interrate e scarichi a mare. I reflui convogliati a pelo libero saranno considerati a 40 °C di temperatura massima permanente.

Il produttore di tubi deve dimostrare di essere iscritto e di aver versato il contributo al consorzio obbligatorio POLIECO (legge Ronchi DLgs 22/97 art. 48) per l'anno in corso.

Materia prima

La materia prima impiegata nella fabbricazione dei tubi della fornitura dovrà essere polietilene PE AD vergine derivato esclusivamente dalla polimerizzazione dell'etilene stabilizzato e addizionato dal produttore con additivi (antiossidanti, lubrificanti, stabilizzanti, carbon black) uniformemente dispersi nella massa granulare tali da consentire l'estrusione, garantendo comunque la stabilità delle caratteristiche del polimero sia in fase di lavorazione e sia durante la vita utile del manufatto.

Requisiti dei tubi

I tubi devono essere con superficie esterna ed interna liscia, avere una classe di rigidità SN 2 kN/m² e presentare in sezione uno spessore esente da bolle, cavità o difetti di sorta. I tubi devono riportare sulla marcatura visibile e indelebile almeno le diciture:

- nome commerciale;
- marchio di qualità;
- il diametro esterno del tubo;
- SN2;
- la norma di riferimento UNI EN 12666;
- la data di produzione;
- lotto e trafilatura.

Le tubazioni dovranno essere provate secondo i requisiti della norma di riferimento UNI EN 12666, in particolare superare le seguenti prove di resistenza alla pressione interna condotte secondo:

- 1 h 20 °C sigma 15 Mpa;
- 170 h 80 °C sigma 3 Mpa.

Voci di capitolato

Le voci di capitolato in formato Word possono essere scaricate dal sito www.gdw.it o, a richiesta, personalizzate, contattandoci a: **info@dalmineresine.it**



Word è un software di proprietà Microsoft.

Raccomandazioni per la movimentazione e lo stoccaggio nei magazzini

I tubi di PE possono essere spediti e consegnati in bancali di legno e/o fasci, per le barre, o in rotoli per diametri inferiori ai 110 mm.

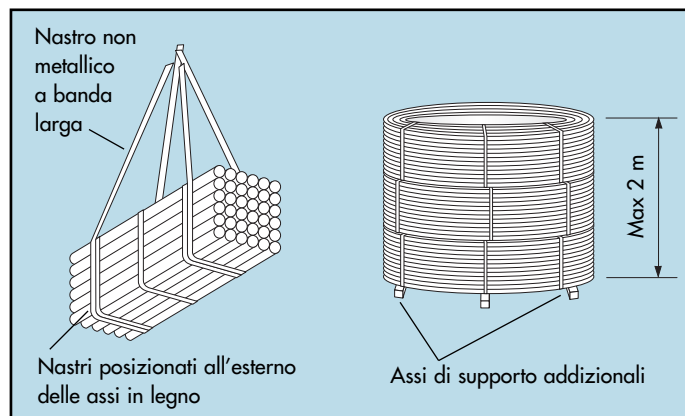


Fig. 5 - Movimentazione e stoccaggio.

Le singole dimensioni e tipologie degli imballi possono essere richieste ai nostri uffici spedizione.

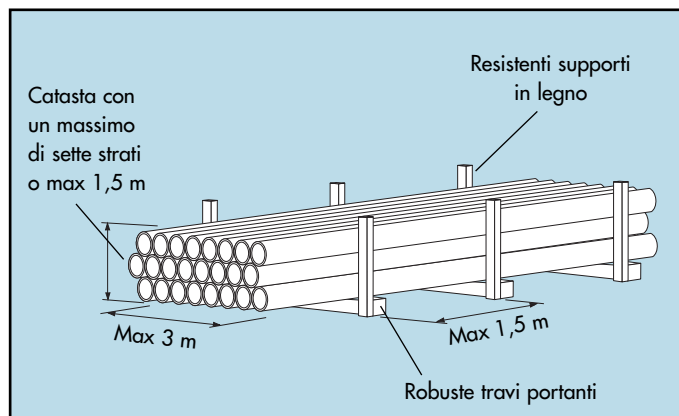


Fig. 6 - Accatastamento in magazzino.

Raccomandazioni per la movimentazione e lo stoccaggio in cantiere

Scarico e movimentazione

Per lo scarico dei mezzi di trasporto, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata.

Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, è necessario evitare di far strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o comunque su mezzi duri e aguzzi.

Si raccomanda di non trascinare i tubi sul terreno.

La movimentazione di tubi di PE per condotte in pressione deve avvenire avendo cura di non rimuovere i tappi di protezione delle testate.

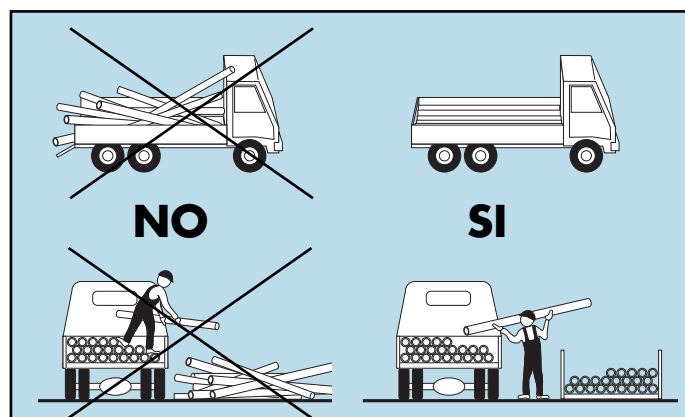


Fig. 7 - Trasporto e scarico.

Accatastamento

Il piano di appoggio dovrà essere livellato ed esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite.

L'altezza di accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 1,5 metri qualunque sia il diametro e lo spessore.

I tubi in rotoli vanno appoggiati orizzontalmente e l'altezza di accatastamento non deve superare 2 metri.

Nel caso i tubi di grossi diametri (oltre 500 mm) si consiglia di armare internamente le estremità dei tubi onde evitare eccessive ovalizzazioni.

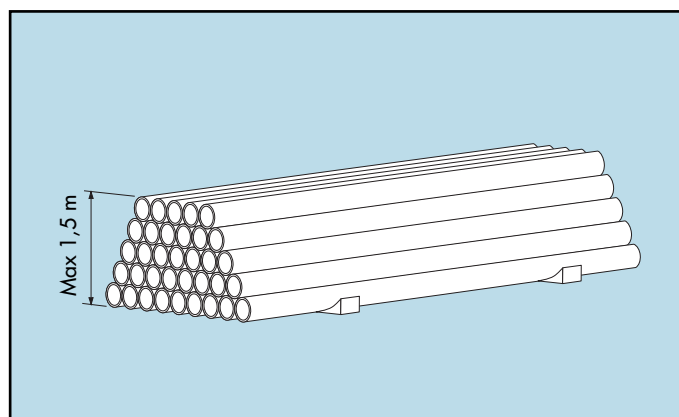


Fig. 8 - Accatastamento dei tubi in cantiere.

Raccomandazioni per la corretta posa in cantiere

Una posa corretta e l'uso di prodotti idonei e di accertata qualità garantiscono sicurezza e durata nel tempo dell'opera.

Le normative di riferimento oggi disponibili offrono ampie guide all'installazione di condotte in resina:

- UNI 11149 Posa in opera e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene per il trasporto di liquidi in pressione;
- ENV 1046 Condotte in resina Sistemi per il convogliamento di acqua o per lo scarico all'esterno dei fabbricati.
- Pratiche per l'installazione interrata o aerea.

Prescrizioni per la posa

- Rinfianco effettuato manualmente fino a metà del diametro del tubo e compattato camminando con i piedi (fig. 9);
- riempimento fino alla generatrice superiore del tubo, effettuato manualmente e di nuovo compattato con i piedi (fig. 10);
- può essere aggiunto uno strato di 150 mm compattato a macchina, purché non direttamente sulla generatrice superiore del tubo (fig. 11);
- il rinfianco ed il reinterro fino a 150 mm sopra la generatrice superiore del tubo, possono essere effettuati in un'unica soluzione quando viene usato materiale come sabbia o terra sciolta e vagliata (fig. 12);
- il materiale di risulta per il restante reinterro può essere utilizzato compattato in strati di spessore non maggiore di 250 mm, purché non compattati direttamente sopra il tubo fino al raggiungimento di 300 mm di altezza dalla generatrice superiore del tubo (fig. 13);
- il rimanente reinterro può essere completato e compattato in strati a seconda dei requisiti di finitura della superficie (fig. 14).

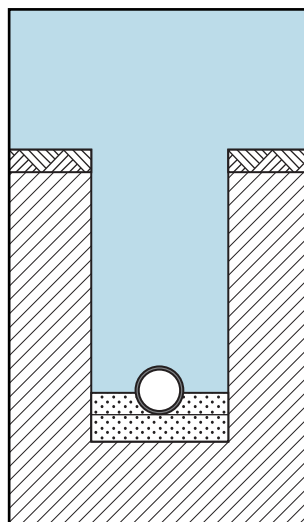


Fig. 9 - Strato di riempimento ben compattato a mano.

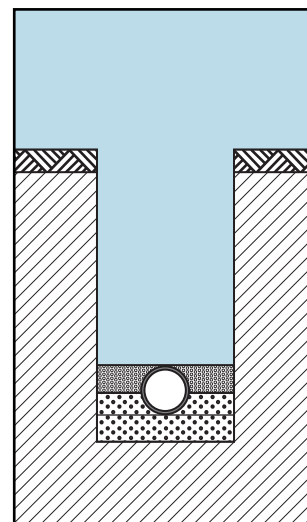


Fig. 10 - Strato di riempimento con materiale uguale o leggermente più costipabile

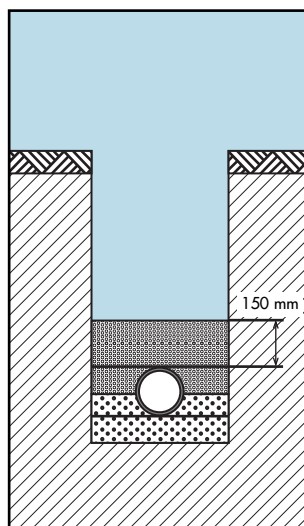


Fig. 11 - Riempimento a minima altezza necessaria per la costipazione meccanica

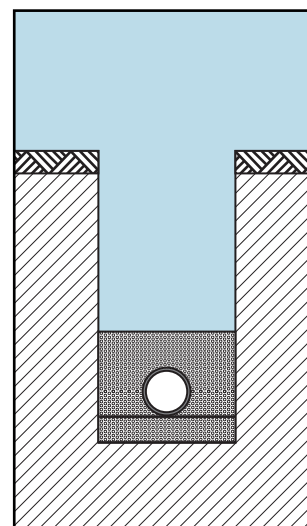


Fig. 12 - In presenza di reinterri granulari fini è possibile riempire immediatamente la zona fino a 200 mm oltre l'estradosso del tubo.

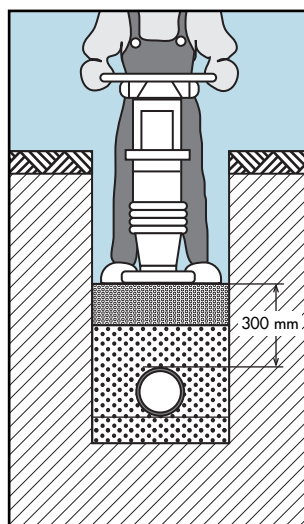


Fig. 13 - Riempimento con materiale in strati di 200 mm.

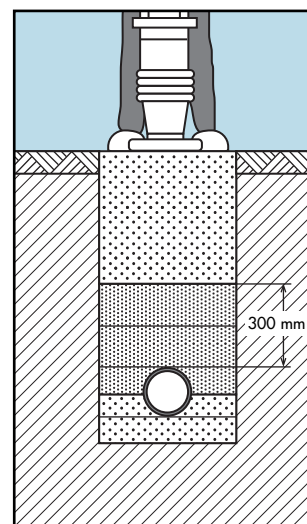


Fig. 14 - Riempimento totale con materiale di risulta (nativo) in strati di 200 mm.

Compattazione

La compactazione viene eseguita generalmente con mezzi meccanici azionati a mano.

Il grado di compactazione dipende dall'energia meccanica applicata, dal grado di umidità del materiale da compactare, dalla sua natura (vedi tabella 6 - Classificazione dei terreni).

La misura del grado di compactazione viene fatta convenzionalmente come percentuale del grado di compactazione ottenuto in laboratorio sullo stesso materiale con una assegnata energia meccanica.

Questo grado è chiamato grado Proctor, dal nome della prova, e viene determinato secondo la DIN 18127.

Nella figura 15 vengono riportati, in via approssimativa, i gradi di compactazione in relazione ai cicli di lavorazione e alla natura geologica del materiale.

È da sottolineare come alcuni materiali come il ghiaietto di frantoio con pezzatura assortita (0,5÷1,5 cm) raggiunga naturalmente senza nessun intervento valori di compactazione leggera (85%÷90% di Proctor).

Allo scopo di facilitare l'interpretazione delle varie descrizioni utilizzate per i gradi di compactazione, forniamo di seguito una sintesi della terminologia utilizzata nelle compactazioni del terreno.

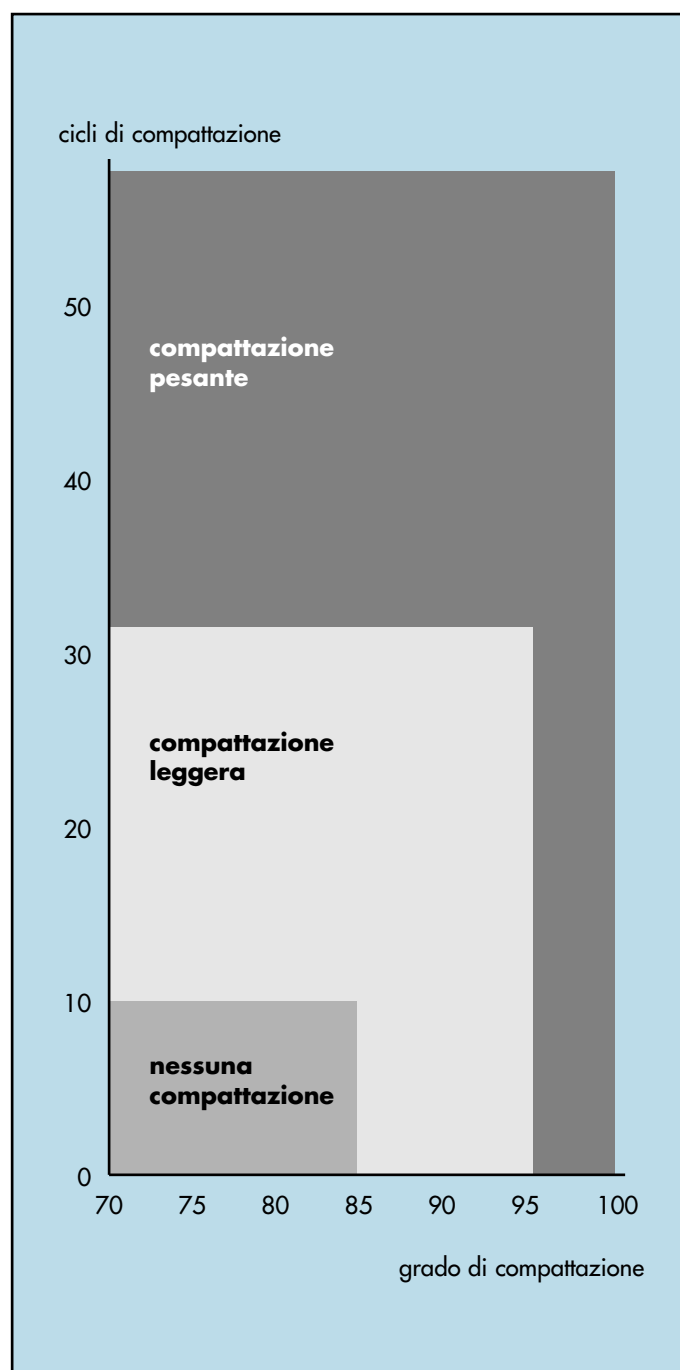


Fig. 15 - Cicli di compactazione/Grado di compactazione (Proctor).
Diagramma riferito a materiale arido non plastico a spigoli vivi e granulometricamente assortito.

Descrizione	Grado di consolidamento/compactazione			
Proctor standard ¹⁾	≤ 80	da 81 a 90	da 91 a 94	da 95 a 100
Conto dei colpi	da 0 a 10	da 11 a 30	da 31 a 50	> 50
Valore atteso del grado di consolidamento raggiunto dalla classe di compactazione	NO (N)			
		MODERATO (M)		
			BUONO (W)	
Terreno granulare	sciolto	mediamente denso	denso	molo denso
Terreno coesivo e organico	morbido	fermo	rigido	duro

¹⁾ Determinato secondo la DIN 18127.

Tab. 6 - Terminologia delle classi di consolidamento/compactazione

Classificazione dei terreni

Con riferimento alla norma ENV 1046, riportiamo la classificazione in gruppi per tre tipi di terreno cioè granulare, coesivo, e organico.

Ciascun gruppo si divide in sottogruppi basati sulla dimensione delle particelle e della

granulometria per i terreni granulari e sul livello di plasticità per il materiale coesivo.

La tabella 7 mostra il criterio di valutazione dell'idoneità all'uso come materiale di rinterro.

Tipo di terreno	Gruppo di terreno					Da usarsi come terreno da rinterro
	#	Nome tipico	Simbolo	Tratti caratteristici	Esempi	
Granulare	1	Ghiaia a singola pezzatura	(GE) [GU]	Linea di granulazione stretta, predominanza di una zona a singola pezzatura	Roccia frantumata, ghiaia di fiume o di costa, ghiaia morenica, ceneri vulcaniche	SI
		Ghiaia ben vagliata, miscola di ghiaia e sabbia	[GW]	Linea di granulazione continua, pezzatura a più zone		
		Miscola di ghiaia e sabbia poco vagliata	(GI) [GP]	Linea di granulazione a scalini, una o più zone di pezzatura assenti		
	2	Sabbia mono dispersa	(SE) [SU]	Linea di granulazione stretta, predominanza di una zona a singola pezzatura	Sabbia da dune e depositi alluvionali, sabbia di vallata, sabbia di bacino	SI
		Ghiaia ben vagliata, miscola di ghiaia e sabbia	[SW]	Linea di granulazione continua, pezzatura a più zone	Sabbia morenica, sabbia da terrapieni, sabbia da spiaggia	
		Miscola di ghiaia e sabbia poco vagliata	[SI] [SP]	Linea di granulazione a scalini, una o più zone di pezzatura assenti		
	3	Ghiaia con limo, miscela poco vagliata di limo, ghiaia e sabbia	[GM] [GU]	Linea di granulazione larga/intermittente con limo finemente granulato	Ghiaia degradata, detriti da riporto, ghiaia con argilla	SI
		Ghiaia con argilla, miscela poco vagliata di ghiaia, limo e sabbia	[GC] [GT]	Linea di granulazione larga/intermittente con argilla finemente granulata		
		Sabbia con limo, miscele poco vagliate di sabbia e limo	[SM] [SU]	Linea di granulazione larga/intermittente con argilla finemente granulata	Sabbia liquida, terriccio, sabbia di loess	
		Sabbia con argilla, miscele poco vagliate di sabbia e limo	[SC] [ST]	Linea di granulazione larga/intermittente con argilla finemente granulata	Sabbia con terriccio, argilla alluvionale, marna alluvionale	
Coesivo	4	Limo inorganico, sabbia molto fine, farina di roccia, sabbia fine con limo o argilla	[ML] [UL]	Poca stabilità, reazione rapida, da poco a niente plasticità	Loess, terriccio	SI
		Argilla inorganica, argilla particolarmente plastica	[CL] [TA] [TL] [TM]	Da media a molto alta stabilità, da bassa a nulla reazione, da bassa a media plasticità	Marna alluvionale, argilla	
Organico	5	Terreno granulato misto con mistura di humus e calcare	[OK]	Miscelanza di vegetali e non vegetali, odore di putrefatto, basso peso, molta porosità	Strato superficiale, sabbia calcarea, sabbia da tufo	NO
		Limo organico e limo organico argilloso	[OL] [OU]	Stabilità media, reazione da lenta a molto veloce, plasticità da bassa a media	Calcare marino, terreno superficiale	
		Argilla organica, argilla con mescolanze organiche	[OH] [OT]	Alta stabilità, senza reazione, plasticità da media ad alta	Fango, terriccio	
	6	Torba, altri terreni altamente organici	[Pt] [HN] [HZ]	Torba decomposta, fibre, colore da marrone a nero	Torba	NO
		Fanghi	[F]	Fanghiglie depositate sotto acqua spesso con dispersione di sabbia/argilla/calcare, molto leggere	Fanghi	

Tab. 7 - Classificazione dei terreni. - I simboli usati provengono da due fonti. Quelli tra parentesi quadre [...] dalla norma inglese BS 5930. Quelli tra parentesi tonde (...) dalla norma tedesca DIN 18196.

Collaudo idraulico di condotte di scarico posate

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

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 d'acqua possono determinare l'alterazione del regime idraulico del collettore, mentre fuoriuscite di liquame costituiscono un deleterio pericolo inquinante per l'ambiente.

Il Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 12.12.85 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 14.3.86 n. 61 impone, anche per le opere di fognatura, l'esecuzione di collaudi in opera a 0,5 bar per verificare sia la qualità dei materiali che la buona esecuzione dei lavori di posa in 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 fognatura.

Le modalità di esecuzione del collaudo idraulico descritte nel capitolo seguente sono basate sulle indicazioni prescritte nella norma UNI EN 1610.

L'attrezzatura per la realizzazione pratica del test è costituita da tappi a espansione o cuscinetti di tenuta, che assicurano la chiusura del tratto di condotta, e da un tubo piezometrico, che consente di verificare il grado di riempimento e la pressione idraulica.

Nella tabella 8 si specifica, per ogni diametro, il contenuto di acqua espresso il l/m e la spinta idraulica agente sui cuscinetti di tenuta.

Tubi PE AD UNI EN 12666 SN2		
Diametro (mm)	Contenuto (l/m)	Spinta idraulica (Kg)
250	43,2	215,8
315	68,5	342,7
355	87,1	435,5
400	110,6	552,8
450	139,9	699,3
500	172,8	863,8
630	274,1	1370,7
800	442,0	2210,1
1000	691,0	3455,1

Tab. 8 - Tabella contenuto di acqua espresso il l/m e la spinta idraulica agente sui cuscinetti di tenuta per tubi di PE AD UNI EN 12666 SN2.

**Richiedi o scarica dal sito
www.gdw.it il
VADEMECUM
DEL COLLAUDO IDRAULICO
per controllare e verificare
velocemente, in cantiere,
i parametri del tuo
collaudo idraulico.**

Procedimento di prova

Pulire l'imbocco del tubo a valle (pozzetto A) quindi inserire la testata cieca gonfiandola sino alla pressione di 1,5 bar.

Pulire l'imbocco del tubo a monte (pozzetto B) quindi inserire la testata di prova gonfiandola sino alla pressione di 1,5 bar (figura 16).

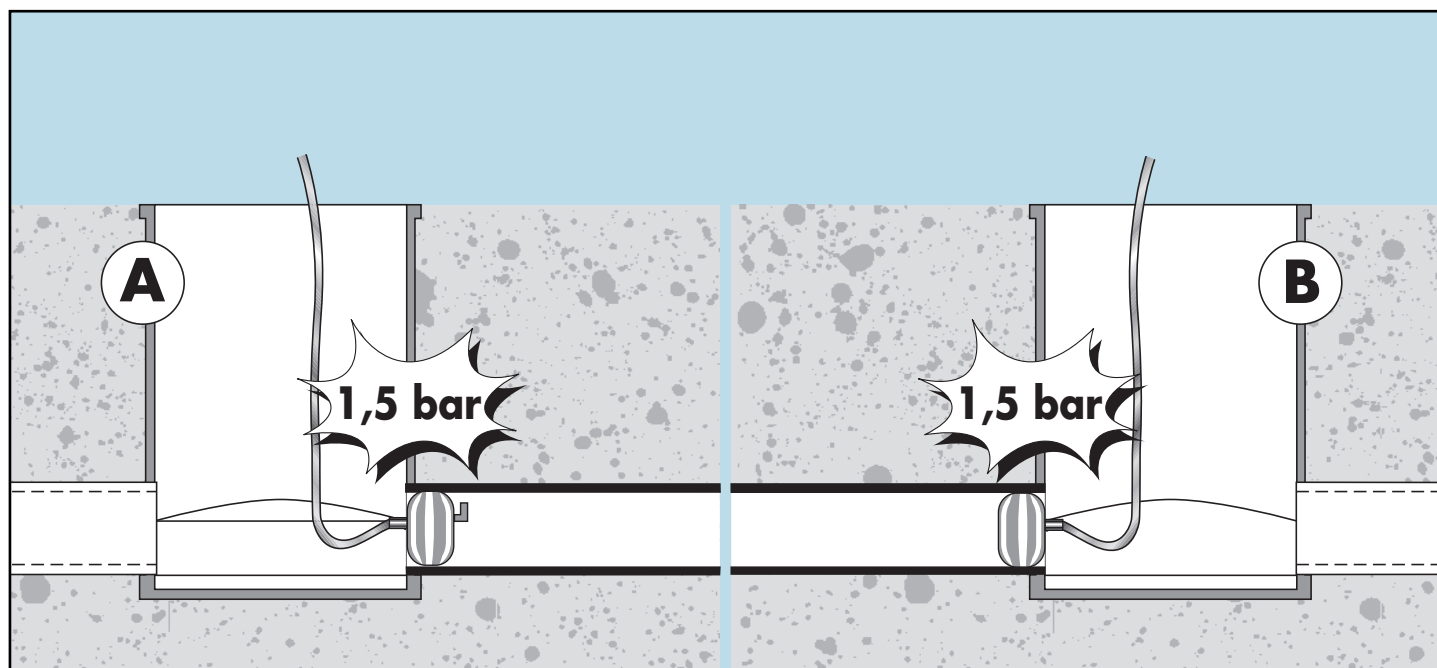


Fig. 16 - Inserimento e gonfiaggio delle testate di prova.

Predisporre, sui due cuscinetti, l'opportuno sistema di contrasto della spinta idraulica (tabella 8) e collegare il tubo piezometrico alla testata di prova.

Procedere al riempimento della tratta sino a superare di qualche centimetro il colmo della condotta (figura 17) per evitare la presenza di bolle d'aria nella tubazione.

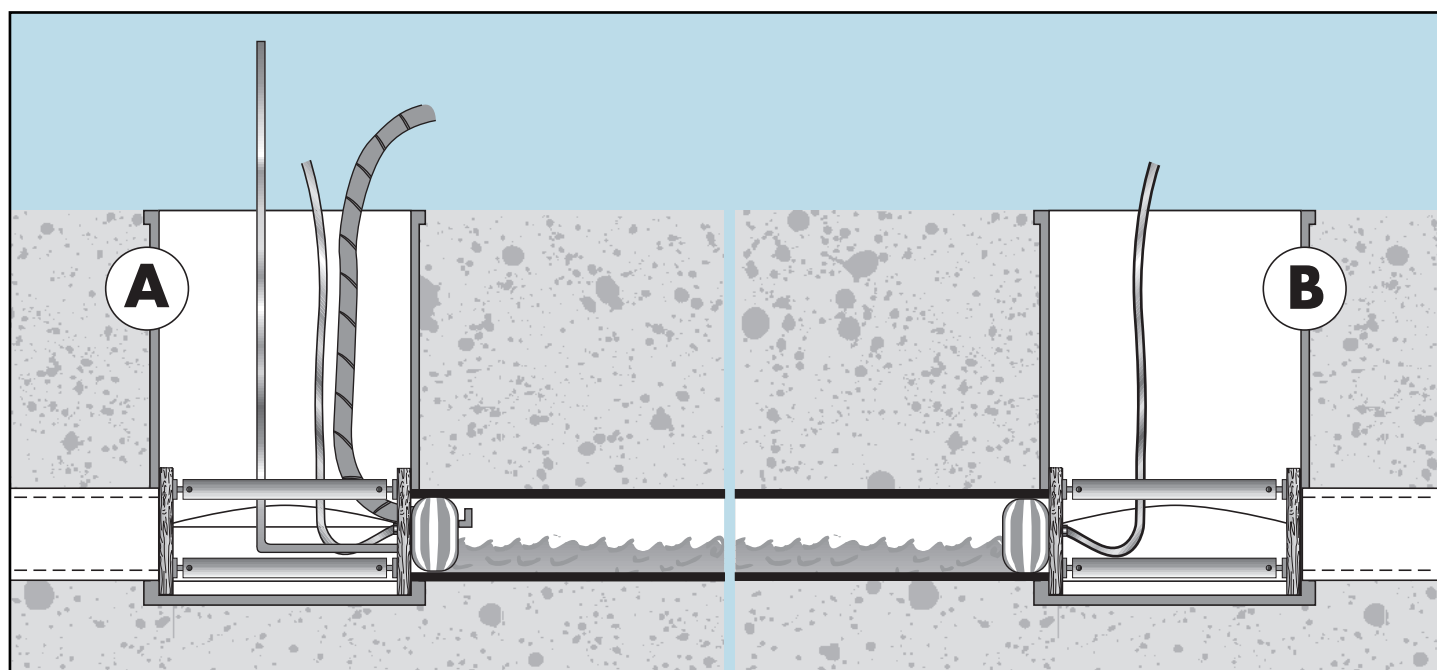


Fig. 17 - Riempimento della tratta.

Riempire la colonna piezometrica fino ad un'altezza di 5 m (0,5 bar) (figura 18).

L'altezza di riempimento da raggiungere nella colonna piezometrica deve tenere in considerazione la lunghezza e la pendenza del tratto in esame.

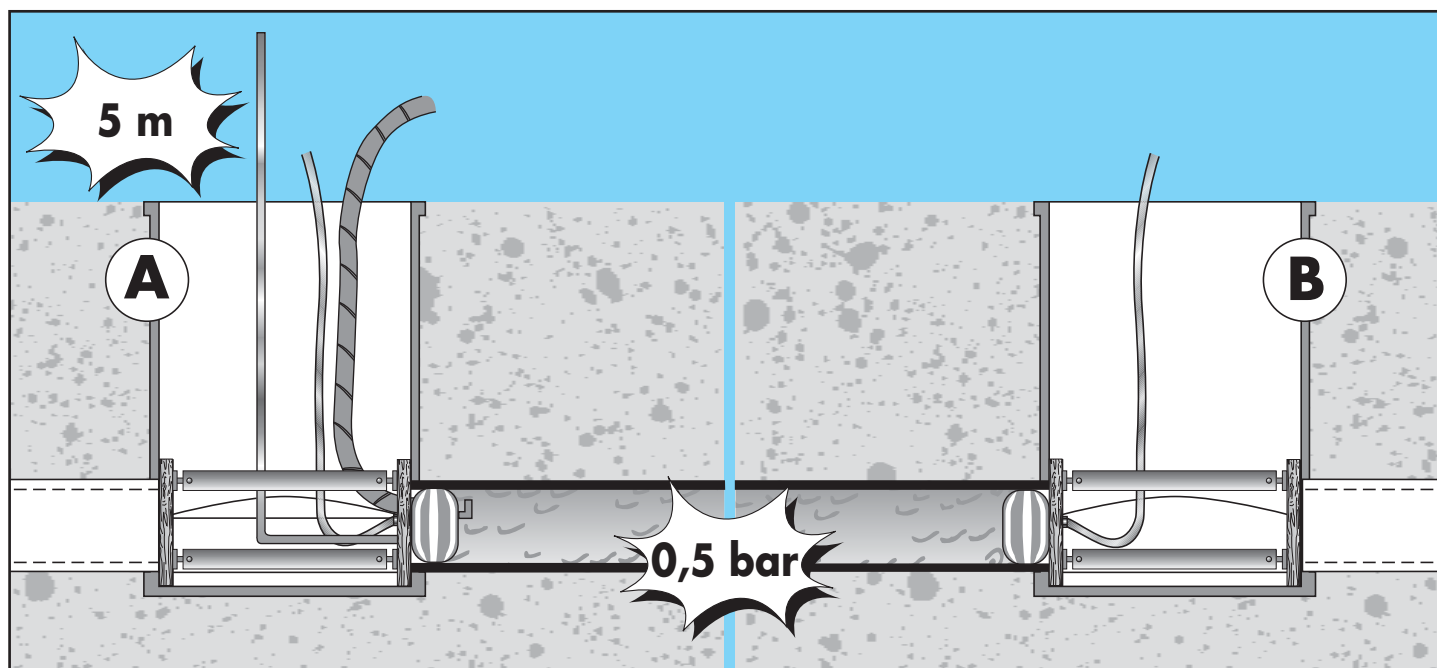


Fig. 18 - Riempimento della colonna piezometrica.

La pressione deve essere mantenuta rabboccando con acqua per 30 minuti ± 1 minuto con variazione massima di ± 1 KPa (0,01 bar) (figura 19).

$V \leq 0,15$ l/m² per le tubazioni;
 $V \leq 0,20$ l/m² per le tubazioni e i pozzetti;
 $V \leq 0,40$ l/m² per i pozzetti e le camere d'ispezione.

La quantità d'acqua (V) utilizzata per il rabbocco deve essere misurata e soddisfare:

Dove i m² si riferiscono alla superficie interna bagnata.

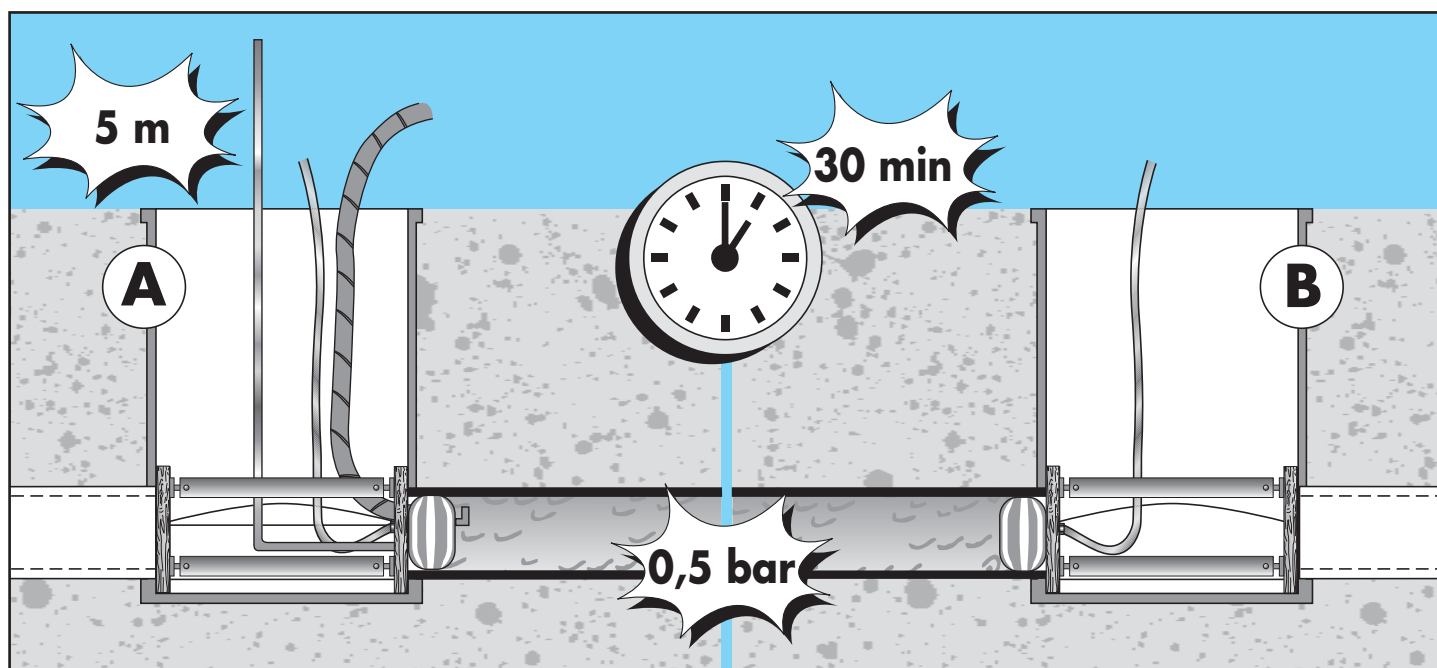


Fig. 19 - Controllo della variazione di pressione dovuta alla deformazione diametrale e rabbocco.



4 unità produttive



oltre 40 depositi





Info Tecnico Commerciali

info@dalmineresine.it

UFFICIO VENDITA NORD
E STABILIMENTO
24040 LEVATE (BG)
TEL. 035 594848
FAX 035 594832

UFFICIO VENDITA SUD
E STABILIMENTO
66050 FRESAGRANDINARIA (CH)
TEL. 0873 321720
FAX 0873 321719

UFFICIO VENDITA CENTRO
E STABILIMENTO
41056 SAVIGNANO s.P. (MO)
TEL. 059 772573
FAX 059 763541

UFFICIO VENDITA SICILIA
E STABILIMENTO
94017 REGALBUTO (EN)
TEL. 0935 72770
FAX 0935 77677

UFFICIO LEGALE
E AMMINISTRATIVO
41100 MODENA
TEL. 059 826307
FAX 059 827090

I tubi sono prodotti in stabilimenti che operano
in regime di assicurazione qualità secondo la
norma UNI-EN-ISO 9001:2008 e certificati da:



certificato
n. 705

