



Catalogo tecnico
Febbraio 2007



**Tubi di PVC per sistemi
di tubazioni di materia plastica
per fognature e scarichi interrati**

Gres Dalmineresine Wavin



Indice

Il PVC	Pag. 6
Cenni storici	8
Campi di applicazione	8
Condotte per fognature	8
Drenaggi per discariche	8
Pozzetti e camerette di ispezione	9
Condizioni di impiego	9
Caratteristiche chimico-fisiche	10
Caratteristiche meccaniche	10
Giunzioni	11
Sistema di giunzione FlexBlock	11
Giunto Sistema FlexBlock	12
I vantaggi del Sistema FlexBlock	12
Giunzione con guarnizione di tenuta tradizionale	12
Prescrizioni per il montaggio	13
Corretto accoppiamento delle estremità	13
Tubi di PVC per condotte fognarie civili ed industriali costruiti secondo UNI EN 1401	
SN 2 kN/m ²	14
SN 4 kN/m ²	15
SN 8 kN/m ²	16
Raccordi per fognature in PVC compatto	
Curve	17
Giunti 45°	18
Giunti ridotti 45°	19
Giunti 87°	20
Giunti ridotti 87°	21
Manicotti (bigiunti)	22
Pozzetti (sabbati)	22

Conici (aumenti)	23
Tappi	23
Innesti a sella 45°	24
Calcolo idraulico	25
Prestazione nel tempo e durabilità	26
Calcolo statico	28
Carico del terreno	28
Carichi mobili	30
Carico per acqua di falda	31
Effetto buckling	31
Geometria di posa	32
Parametri geotecnici	33
Condizione	33
Relazione di verifica statica	33
Comportamento delle tubazioni di PVC alle sollecitazioni meccaniche interne	34
Resistenza alla abrasione	34
Comportamento delle tubazioni di PVC agli agenti chimici	36
Fluidi che NON possono essere trasportati a mezzo di tubi di PVC rigido	41
Raccomandazioni per la movimentazione e lo stoccaggio nei magazzini	43
Raccomandazioni per la movimentazione e lo stoccaggio in cantiere	44
Scarico e movimentazione	44
Accatastamento	44
Raccomandazioni per la corretta posa in cantiere	45
Prescrizioni per la posa	45
Riempimento della trincea	47
Compattazione	48
Classificazione dei terreni	49

Collaudo idraulico	51
Procedimento di prova	52
L'ottimizzazione della miscela per la massimizzazione della qualità delle condutture in Polivinilcloruro	55
L'applicazione dello spettrofotometria XRF nella determinazione del contenuto di Cloro all'interno dei manufatti in PVC	59
Generalità sulla tecnica	59
La costruzione della curva di taratura	60
Pozzetto per allacciamenti utenze private realizzato in PVC strutturato ad alta resistenza ai carichi completo di sifone tipo Firenze a due ispezioni	63
Caditoia per acque di pioggia realizzata in PVC strutturato ad alta resistenza ai carichi completo di sistema per la sifonatura idraulica	63
Pozzetto d'ispezione di Polipropilene DN 600 mm per il controllo e la pulizia all'interno di condotte fognarie a gravità	64
Pozzetto d'ispezione di Polietilene DN 1000 mm per la pulizia all'interno di condotte fognarie a gravità	65
AquaCell per aree ad intenso traffico	66
Applicazioni tipiche	66
AquaCell Lite per aree verdi e non trafficate	67
Applicazioni tipiche	67

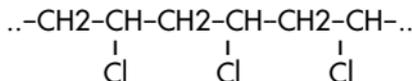
II PVC

Il polivinilcloruro (PVC) è una resina termoplastica, presenta cioè la proprietà di rammollire con il calore, e una volta raffreddato, conservare la forma impressagli nella fase di rammollimento.

È ottenuto per polimerizzazione del gas di cloruro di vinile monomero (CVM).

Le materie prime utilizzate sono l'etilene (prodotto derivante dal cracking del petrolio) e il cloro estratto dal sale (NaCl).

Il CVM, sottoposto al processo di polimerizzazione in autoclave, dà luogo alla formazione del polivinilcloruro PVC che si presenta sotto forma di polvere bianca, molto fine, a granulometria variabile e chimicamente rappresentata dalla seguente formula:



Il PVC commercializzato è generalmente inodore, insapore e atossico.

I processi di produzione del PVC possono essere così classificati:

- 1) massa
- 2) soluzione
- 3) emulsione
- 4) sospensione

Dal punto di vista applicativo, gli ultimi due, che si realizzano in ambiente acquoso, sono quelli maggiormente utilizzati perché consentono una migliore gestione della reazione di polimerizzazione ed un controllo più rigoroso del peso molecolare e della granulometria del polimero stesso.

Il processo in emulsione si effettua in autoclave emulsionando i monomeri sciolti in acqua.

Questo processo si è rivelato molto adatto per la produzione di polimeri con peso molecolare medio, comunemente definiti "resine sporche", perché contengono tracce di emulsionanti e catalizzatori.

Proprio per migliorare le caratteristiche di purezza, è stato scelto il procedimento in sospensione: disperdendo il monomero in acqua sotto forma di particelle di varia grandezza, si ottiene un prodotto regolare e pulito.

Alla fine di tutti i processi produttivi sopra citati, è comunque previsto il recupero delle parti che non hanno reagito e che quindi si trovano allo stato libero.

Tale operazione è finalizzata al recupero del monomero libero che in quantità considerevole è cancerogeno; per evitare tale rischio le norme internazionali tollerano la presenza di 1 ppm di CVM nella materia prima.

Le caratteristiche meccaniche e chimico-fisiche dei manufatti in PVC sono funzione del peso molecolare della resina.

Infatti ad un alto peso molecolare (catene polimeriche lunghe) corrisponde una resistenza meccanica alta e viceversa.

Nei bollettini tecnici del PVC non vengono però riportati i pesi molecolari, ma si usa specificare il valore "K" (viscosità) di una soluzione di PVC in cicloesano, perché è una grandezza proporzionale al peso molecolare medio.

Il PVC, per le sue caratteristiche fisico-chimiche e per la natura del processo di estrusione, deve essere lavorato con l'aggiunta di particolari additivi: stabilizzanti, lubrificanti e cariche inerti.

Mentre i primi neutralizzano e contrastano l'azione degradante del calore che si sviluppa durante la lavorazione i secondi facilitano l'operazione di estrusione con una vera e propria azione lubrificante sulle pareti calde della filiera. Le cariche inerti, in quantità minime controllate, conferiscono invece, rigidità al manufatto.

Aggiunte di carbonato superiori al necessario conferiscono, però, al tubo, pericolose fragilità soprattutto alle basse temperature.

Prima dell'estrusione si rende pertanto necessaria la preparazione di una idonea miscela (Dry-Blend) composta da PVC e da tutti gli altri additivi dosati in modo opportuno per ottenere un manufatto rispondente alle norme.

Gli stabilizzanti oggi più usati sono di due tipi:

- 1) al piombo (composto di sali di piombo);
- 2) al calcio-zinco (composto di sali calcio-zinco).

Gli stabilizzanti al piombo sono più economici e consentono alte produttività.

Cenni storici

Nel 1835 il chimico francese E. Regnault, durante una serie di esperimenti, ottenne una resina di alta rigidità (PVC) attraverso la polimerizzazione spontanea (a temperatura ambiente) del cloruro di vinile monomero.

Ma i primi veri esperimenti di laboratorio, con controllo delle temperature e delle altre variabili interessate, furono condotti in Germania nel 1925.

La produzione a livello industriale ebbe inizio nel 1939 presso la "Carbide & Carbon Company" (U.S.A.); in Italia, la "Montecatini" avviò il primo impianto per la produzione del PVC solo nel dopoguerra, commercializzando la resina con il nome *Vipla*.

Campi di applicazione

Condotte per fognature

I tubi prodotti dal diametro 110 mm al diametro 1200 mm con rigidità nominale SN (Stiffness nominal) più opportuna riescono a soddisfare ogni richiesta nel campo del drenaggio di acque meteoriche, fognarie e industriali, in modo particolare dove occorrono grandi diametri.

Drenaggi per scariche

Oltre alle caratteristiche già citate bisogna ricordare la notevole inerzia chimica del PVC.

Il risultato è un tubo ideale per il drenaggio nelle scariche dove si generano liquami di risulta particolarmente aggressivi.

Pozzetti e camerette di ispezione

Costituiscono, insieme alle tubazioni, un sistema integrato che assicura alla rete idraulica una omogeneità di comportamento statico con garanzia di assoluta impermeabilità.

Vengono prodotti in diverse dimensioni e rigidità anulari da mettere in relazione alle condizioni di posa ad esercizio.

Sono la soluzione valida quando si vuol essere sicuri di evitare la dispersione dei liquami dalla rete verso il terreno (inquinamento delle falde, smottamenti di terreno), o il drenaggio della falda all'interno della fognatura.

Condizioni di impiego

- Temperatura massima permanente dei liquidi trasportati **40°C**;
- minimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo **0,8 m**;
- massimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo da **3 m** a **6 m** a seconda della classe di rigidità SN;
- traffico stradale da **12 t/asse** a **18 t/asse** a seconda della classe di rigidità SN;
- trincea stretta;
- opera di posa corretta.

Al fine di dimensionare opportunamente e correttamente la condotta da realizzare si ricorda la necessità, in sede progettuale, di eseguire sempre le verifiche statiche e idrauliche previste (trattate a pag. 25 e 28 del presente catalogo tecnico).

Caratteristiche chimico-fisiche

Caratteristiche	Unità	Valore	Metodi
Contenuto di resina PVC	%	≥ 80	UNI-EN 1905
Tensioni longitudinali	%	≤ 5	UNI-EN 743
Temperatura di rammollimento (Vicat)	°C	> 80	UNI-EN ISO 727
Grado di gelificazione	-	senza sfaldature	UNI-EN 580
Peso specifico	gr/cm ³	1,39÷1,45	UNI EN ISO 1183
Durezza Shore D	-	80÷84	ASTM D676
Coefficiente di dilatazione termica lineare	mm/m°C	~ 0,07	UNI 6061/67
Conducibilità termica	kal/h m°C	~ 0,13	DIN 526/2
Calore specifico	kal/kg°C	~ 0,24	-
Resistività elettrica	Ohm cm	> 10 ¹²	UNI 4288
VCM contenuto	ppm	< 1	UNI EN ISO 6401
Opacità	%	≤ 2	UNI-EN 578

Tab. 1

Caratteristiche meccaniche

Caratteristiche	Unità	Valore	Metodi
Rigidità anulare	KN/m ²	≥ valore nominale	UNI-EN ISO 9969
Resistenza all'urto	%	≤ 10	UNI-EN 744
Flessibilità anulare	Flessione 30%	senza difetti o delaminazioni della parete	UNI-EN 1446
Resistenza alla pressione interna, in forma di tubo a parete compatta (caratteristica del materiale) 1.000 h a 60°C δ 10,0 MPa	ore	> 1.000	UNI-EN 921
Tenuta idraulica dei giunti alla pressione interna	ore	> 1	UNI-EN 921
Carico di snervamento	MPa	≥ 48	ASTM D638
Allungamento allo snervamento	%	≤ 10	ASTM D638
Modulo elastico	MPa	≈ 3.000	ASTM D790

Tab. 2

Giunzioni

Sistema di giunzione Flex Block

Il sistema di giunzione con anello FlexBlock preinserito per le tubazioni in PVC-U a parete compatta è certamente innovativo.

Esso è infatti composto da un anello elastomerico in gomma con anima in polipropilene rigida, preinserito nel bicchiere e difficilmente rimovibile.

Con il sistema FlexBlock, l'anello elastomerico risulta correttamente inserito e fisso in sede, di conseguenza le fasi di accoppiamento sono più rapide, efficaci e sicure.

L'installazione dell'anello di giunzione FlexBlock avviene direttamente in fabbrica durante il ciclo di produzione.

Questo assicura un corretto ed affidabile posizionamento della giunzione in sede.

Il sistema di giunzione così realizzato risulta pratico e semplice da utilizzare in cantiere, sicuro e garantito per tutta la durata di vita della condotta.

La sicurezza deriva dalla inamovibilità della guarnizione nella sede bicchiere e quindi dalla impossibilità di determinare involontariamente nelle fasi di accoppiamento in cantiere "erniature" interne alla tubazione e assai pericolose, così come mostrato dalle immagini fig. 2 e 3.

Inoltre il sistema di giunzione dei tubi è raccordabile e compatibile con l'intera gamma di raccordi e pezzi speciali facilmente reperibili sul mercato conformi a UNI EN 1401 e offre quindi la massima versatilità.



Fig. 1 - Schema guarnizioni.



Fig. 2 - Erniatura di una guarnizione "tradizionale" che provoca la fuoriuscita del liquido trasportato (pericolo di inquinamento dell'ambiente) e anomala sedimentazione dalla fase solida dei liquami con conseguente variazione delle condotte idrauliche.



Fig. 3 - Erniatura di una guarnizione "tradizionale" che provoca la possibile infiltrazione di radici con conseguente pericoloso danneggiamento della funzionalità idraulica della condotta.

Giunto Sistema FlexBlock

La giunzione Sistema FlexBlock con guarnizione preinserita per tubi di PVC rigido è il risultato di una nuova tecnologia di realizzazione dei giunti.

La particolare guarnizione del Sistema FlexBlock è realizzata integrando all'interno dell'anello in materiale elastomerico un'anima flessibile in polipropilene per assicurare il posizionamento stabile della guarnizione nella sede del bicchiere (vedi figura 4).

I vantaggi del Sistema FlexBlock

I vantaggi nell'uso di tubazioni con giunzioni del tipo FlexBlock sono:

- la guarnizione risulta inamovibile e solidale con il bicchiere;
- assenza in sede di montaggio di fenomeni di erniatura (fuoriuscita delle guarnizioni "tradizionali" dalla sede del bicchiere);
- assenza di infiltrazioni;
- minori sforzi nel montaggio
- praticità in cantiere (il tubo viene consegnato con la guarnizione preinserita);
- sicurezza del risultato sia durante la posa che a condotta in esercizio.

Giunzione con guarnizione di tenuta tradizionale

Il giunto è formato da una apposita guarnizione elastomerica che verrà posizionata nell'incavo previsto sul bicchiere dagli operatori in cantiere prima di effettuare le operazioni di accoppiamento dei tubi (vedi figura 5).

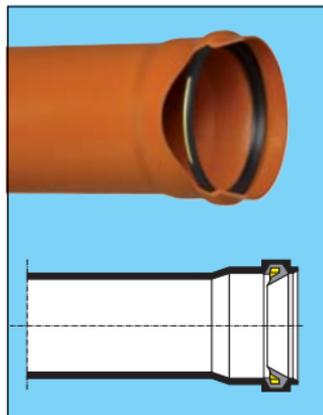


Fig. 4 - Giunto rapido con guarnizione Sistema FlexBlock.

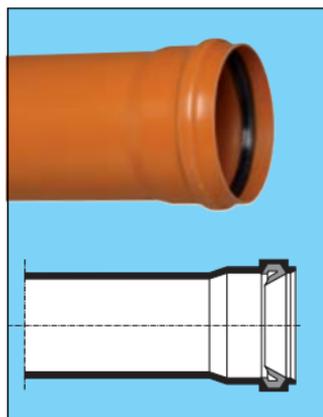


Fig. 5 - Giunto con guarnizione di tenuta tradizionale.

Prescrizioni per il montaggio

I tubi sono forniti nella estremità bicchiere (femmina) con guarnizione FlexBlock preinserita e sulla estremità liscia (maschio) con un indicatore di limite di inserimento.

In queste condizioni le operazioni di giunzione in cantiere risultano:

- facili;
- rapide;
- sicure;
- efficaci;

e il risultato nel complesso risulta affidabile e sicuro nel tempo.

Corretto accoppiamento delle estremità

a) provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che esse siano integre;

b) lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (acqua saponosa) evitando di usare olii o grassi minerali che danneggerebbero la guarnizione;

c) verificando e garantendo il massimo della assialità delle due estremità, infilare la punta del bicchiere fino alla scomparsa della linea di riferimento.



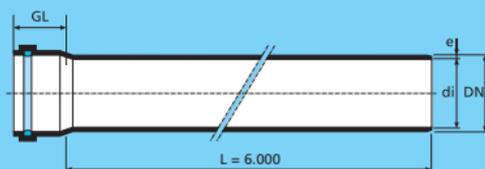
Fig. 6 - Particolare estremità maschio/femmina.

Tubi di PVC per condotte fognarie civili ed industriali costruiti secondo UNI EN 1401

Tubi SN 2 kN/m²

Materiale: PVC

Colori: RAL 8023



Dimensioni in mm

SN 2

DN	e	di*	GL
160	3,2	153,6	105
200	3,9	192,2	115
250	4,6	240,2	140
315	6,2	302,6	170
355	7,0	374	180
400	7,9	384,2	180
450	8,8	432,2	200
500	9,8	480,4	200
630	12,3	605,4	240
710	13,9	682	260
800	15,7	768,6	260
900	17,6	864,6	260
1000	19,6	960,8	260
1200**	23,6	1152,8	280

Tab. 3

* Valori teorici.

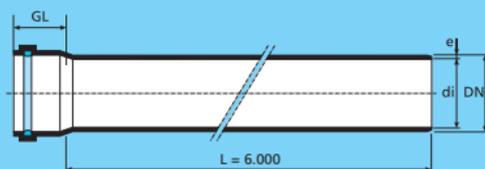
** Dimensione non prevista dalla norma UNI-EN 1401-1.

Tubi di PVC per condotte fognarie civili ed industriali costruiti secondo UNI EN 1401

Tubi SN 4 kN/m²

Materiale: PVC

Colori: RAL 8023



Dimensioni in mm

SN 4

DN	e	di*	GL
110	3,2	103,6	80
125	3,2	118,6	95
160	4,0	152	105
200	4,9	190,2	115
250	6,2	237,6	140
315	7,7	299,6	170
355	8,7	337,6	180
400	9,8	380,4	180
450	11,00	428	200
500	12,3	475,4	200
630	15,4	599,2	240
710	17,4	675,2	260
800	19,6	760,8	260
900	22,0	856	260
1000	24,5	951	260

Tab. 4

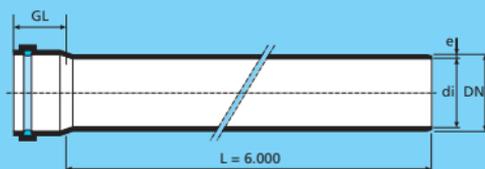
* Valori teorici.

Tubi di PVC per condotte fognarie civili ed industriali costruiti secondo UNI EN 1401

Tubi SN 8 kN/m²

Materiale: PVC

Colori: RAL 8023



Dimensioni in mm

SN 8

DN	e	di*	GL
110	3,2	103,6	80
125	3,7	117,6	95
160	4,7	150,6	105
200	5,9	188,2	115
250	7,3	235,4	140
315	9,2	296,6	170
355	10,4	334,2	180
400	11,7	376,6	180
450	13,2	423,6	200
500	14,6	470,8	200
630	18,4	593,2	240
710**	20,7	668,6	260
800**	23,3	753,4	260

Tab. 5

* Valori teorici.

** Dimensione non prevista dalla norma UNI-EN 1401-1.

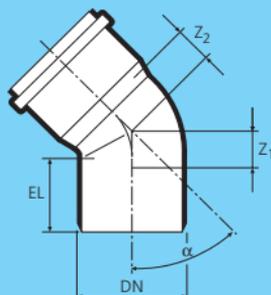
Raccordi per fognature in PVC compatto

Curve

Materiale: PVC

Colori: RAL 7037

RAL 8023



Dimensioni in mm

DN	EL	$\alpha = 15^\circ$		$\alpha = 30^\circ$		$\alpha = 45^\circ$		$\alpha = 87^\circ$	
		Z ₁	Z ₂						
110	58	9	15	17	21	26	29	59	65
125	65	10	16	19	23	29	33	66	72
160	81	13	19	24	30	37	42	84	91
200	98	15	23	30	38	46	54	105	113
250	145	19	30	37	49	57	69	132	143
315	170	23	38	47	61	72	86	166	180
400	210	29	48	59	78	92	110	211	229
500*	250	68	80	126	139	188	203	440	450
630*	250	150	150	250	250	285	285	450	450
710*	270	160	160	260	260	300	300	470	470
800*	300	180	180	280	280	320	320	550	550

Tab. 6

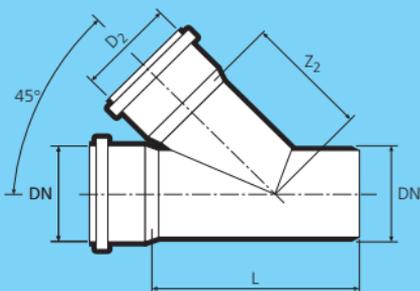
Curve 67° disponibili da DN 110 a DN 200.

* Realizzati a mano.

Altre dimensioni su domanda.

Giunti 45°

Materiale: PVC
Colori: RAL 7037
RAL 8023



Dimensioni in mm

DN x D2	L	Z ₂
110 x 110	218	134
125 x 125	246	152
160 x 160	313	194
200 x 200	427	245
250 x 250	500	301
315 x 315	600	378

DN x D2	L	Z ₂
400 x 400*	800	550
500 x 500*	1000	650
630 x 630*	1250	850
710 x 710*	1600	950
800 x 800*	1700	1100

* Realizzati a mano.

Altre dimensioni su domanda.

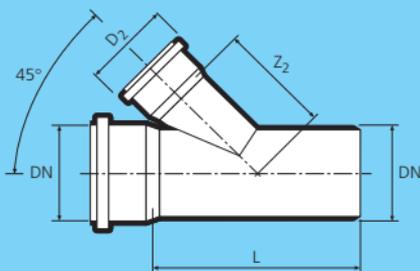
Tab. 7

Giunti ridotti 45°

Materiale: PVC

Colori: RAL 7037

RAL 8023



Dimensioni in mm

DN x D2	L	Z2
125 x 110	240	144
160 x 110	255	168
160 x 125	280	176
200 x 110	270	195
200 x 125	290	203
200 x 160	350	225
250 x 110	370	228
250 x 125	370	236
250 x 160	370	254
250 x 200	420	274
315 x 110	395	272
315 x 125	395	279
315 x 160	395	297
315 x 200	445	318
315 x 250	500	344
400 x 160*	500	420
400 x 200*	500	450
400 x 250*	750	480

Tab. 8

DN x D2	L	Z2
400 x 315*	750	500
500 x 200*	550	530
500 x 250*	750	560
500 x 315*	750	600
500 x 400*	850	630
630 x 200*	600	630
630 x 250*	800	660
630 x 315*	800	690
630 x 400*	800	730
630 x 500*	1000	780
710 x 315*	800	750
710 x 400*	900	800
710 x 500*	1000	850
710 x 630*	1250	900
800 x 315*	1000	850
800 x 400*	1000	900
800 x 500*	1200	950
800 x 630*	1400	1050

* Realizzati a mano.

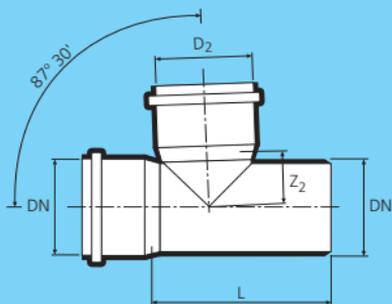
Altre dimensioni su domanda.

Giunti 87°

Materiale: PVC

Colori: RAL 7037

RAL 8023



Dimensioni in mm

DN x D ₂	L	Z ₂
110 x 110	180	55
125 x 125	203	63
160 x 160	283	103
200 x 200	390	153
250 x 250	420	153
315 x 315	500	178

Tab. 9

DN x D ₂	L	Z ₂
400 x 400*	750	270
500 x 500*	750	320
630 x 630*	1000	385
710 x 710*	1200	480
800 x 800*	1300	550

* Realizzati a mano.

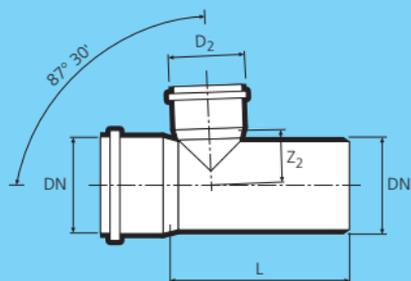
Altre dimensioni su domanda.

Giunti ridotti 87°

Materiale: PVC

Colori: RAL 7037

RAL 8023



Dimensioni in mm

DN x D2	L	Z2
125 x 110	209	81
160 x 110	233	103
160 x 125	247	103
200 x 110	230	106
200 x 125	245	106
200 x 160	265	108
250 x 110	300	132
250 x 125	300	132
250 x 160	300	134
250 x 200	370	136
315 x 110	330	162
315 x 125	330	162
315 x 160	330	164
315 x 200	400	170
315 x 250	450	174
400 x 160*	500	270
400 x 200*	500	270
400 x 250*	500	270

Tab. 10

DN x D2	L	Z2
400 x 315*	750	270
500 x 200*	500	320
500 x 250*	500	320
500 x 315*	750	320
500 x 400*	750	320
630 x 200*	500	385
630 x 250*	750	385
630 x 315*	750	385
630 x 400*	750	385
630 x 500*	750	385
710 x 315*	750	450
710 x 400*	800	450
710 x 500*	900	450
710 x 630*	1100	450
800 x 315*	800	550
800 x 400*	900	550
800 x 500*	1000	550
800 x 630*	1200	550

* Realizzati a mano.

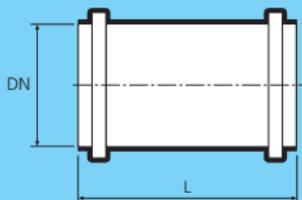
Altre dimensioni su domanda.

Manicotti bigiunti

Materiale: PVC

Colori: RAL 7037

RAL 8023



Dimensioni in mm

DN	110	125	160	200	250	315	400	500*	630*	710*	800*
L	122	138	172	244	270	305	360	420	620	650	700

Tab. 11

* Realizzati a mano.

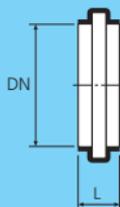
Altre dimensioni su domanda.

Raccordi per pozzetti (sabbati)

Materiale: PVC

Colori: RAL 7037

RAL 8023



Dimensioni in mm

DN	110	125	160	200	250	315	400	500*	630*	710*	800*
L	45	50	55	70	100	105	120	120	150	650	150

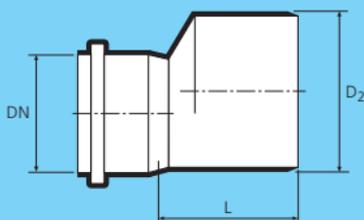
Tab. 12

* Realizzati a mano.

Altre dimensioni su domanda.

Conici (aumenti)

Materiale: PVC
Colori: RAL 7037
RAL 8023



Dimensioni in mm

DN x D2	L
110 x 125	81
110 x 160	154
125 x 160	147
125 x 200	212
160 x 200	197
160 x 250	315
200 x 250	250
200 x 315*	375

Tab. 13

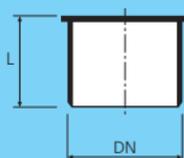
DN x D2	L
250 x 315	310
250 x 400*	455
315 x 400	340
315 x 500*	600
400 x 500*	400
400 x 630*	250
500 x 630*	470

* Realizzati a mano.

Altre dimensioni su domanda.

Tappi

Materiale: PVC
Colori: RAL 7037
RAL 8023



Dimensioni in mm

DN	110	125	160	200	250	315	400	500*	630*	710*	800*
L	45	50	55	70	100	105	120	120	150	650	150

Tab. 14

* Realizzati a mano.

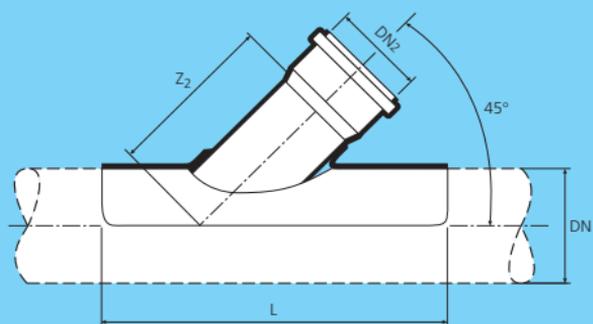
Altre dimensioni su domanda.

Innesti a sella 45°

Materiale: PVC

Colori: RAL 7037

RAL 8023



Dimensioni in mm

DN x D2	L	Z ₂
125 x 110*	260	200
160 x 110*	260	200
160 x 125*	300	210
200 x 125*	300	250
200 x 160*	400	260
250 x 125*	300	260
250 x 160*	400	290
250 x 200*	450	305
315 x 125*	300	280

Tab. 15

DN x D2	L	Z ₂
315 x 160*	400	330
315 x 200*	450	380
400 x 160*	400	420
400 x 200*	450	450
400 x 250*	550	480
500 x 160*	400	500
500 x 200*	450	530
500 x 250*	550	560
500 x 315*	650	600

* Realizzati a mano.

Altre dimensioni su domanda.

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 (espresse da diversi autori).

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

In questa viene introdotto, 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 possono essere calcolate le velocità medie della corrente e le portate per tutti i diametri della gamma.

Per le portate si ipotizza che il deflusso sia a sezione piena il che richiede di assumere la formula:

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

dove:

Q = portata [l/s].

** Valori prudenziali raccomandati dalla ATV (Associazione Tecnica delle Fognature - Abtrittsgrube Technische Vereinigung); il valore K così raccomandato è superiore di circa 35 volte il valore della scabrezza delle tubazioni appena prodotte e tiene conto di:*

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

Il valore μ così raccomandato è posto indipendentemente dalla eventuale variazione di temperatura del fluido.

Prestazione nel tempo e durabilità

Il dimensionamento statico dei tubi di PVC-U viene eseguito secondo codici di calcolo che tengono in debito conto il comportamento meccanico del manufatto e della natura del materiale con cui questo è costruito.

Anche se la geometria della parete contribuisce in maniera determinante alla rigidità anulare del tubo, il sistema può ancora essere definito "flessibile".

Gli studi eseguiti sulle condotte di scarico dimostrano ampiamente i vantaggi che le tubazioni interrate flessibili offrono nel sostenere i carichi sfruttando anche le reazioni laterali del terreno.

In relazione alle caratteristiche di flessibilità è necessario determinare le deformazioni della condotta posata oltre che verificare la resistenza al buckling (imbozzamento, vedere paragrafi seguenti).

Le caratteristiche di flessibilità dei tubi sono responsabili della deformazione diametrale (figura 7) che occorre sul tubo posato.

Studi condotti in altri paesi Europei, dimostrano che la deformazione diametrale evolve in due fasi principali

distinte: a breve termine, corrispondente al periodo della installazione e a lungo termine, corrispondente al periodo di vita utile in esercizio della tubazione.

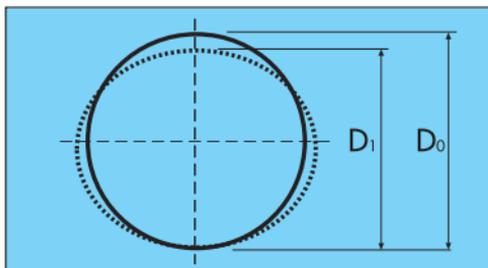


Fig. 7 - Deformazione diametrale dopo la messa in esercizio della condotta.

Il grafico in figura 8 mostra che la deformazione maggiore si manifesta durante l'installazione (breve termine), dopo questo periodo nella vita utile della tubazione si verifica un incremento minimo di deformazione diametrale dipendente dall'assetamento del terreno, dalle condizioni climatiche e dal tipo di carichi mobili presenti.

In capo al primo anno di vita della condotta, questo raggiunge la sua deformazione diametrale definitiva che non si modificherà in seguito.

La presenza del traffico influisce in modo determinante solo nel caso di ricoprimenti a partire dalla generatrice superiore del tubo, inferiori a 0,8 m (limite raccomandato).

In accordo con gli studi condotti e con prove eseguite secondo metodi fissati dal Comitato Europeo di Normazione, le tubazioni di PVC-U per fognatura conformi alle norme di riferimento, hanno un tempo di vita (durabilità) di oltre 100 anni in esercizio.

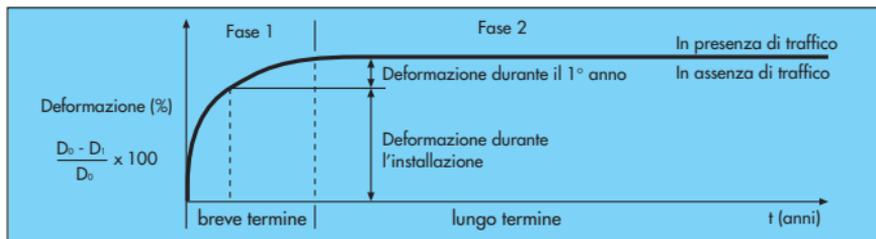


Fig. 8 - Deformazione diametrale a breve e a lungo termine.

Calcolo statico

La deformazione diametrale della condotta è determinata dai carichi esterni complessivi dati dalla somma di:

- carico del terreno sovrastante;
- carico di traffico o carichi mobili;
- acqua di falda.

Nella determinazione delle caratteristiche di resistenza del tubo è bene tenere presente il comportamento nel tempo del PVC-U.

Come tutte le resine termoplastiche (polietilene, polipropilene, etc.) anche il PVC-U subisce nel tempo una modifica del valore del modulo elastico E. In relazione alle condizioni di lavoro si dovrà scegliere una verifica a breve termine o a lungo termine scegliendo i corrispondenti valori E.

Carico del terreno

Il carico sul tubo determinato dal terreno dipende anche dalla tipologia di scavo dove la tubazione viene posata.

Gli scavi sono classificati secondo le condizioni riportate in tabella 16.

Tipo di trincea	B	
Trincea stretta	$\leq 3 D$	$< H/2$
Trincea larga	$> 3 D$ $< 10 D$	$< H/2$
Trincea infinita	$\geq 10 D$	$\geq H/2$

Tab. 16 - Classificazione degli scavi.

Il carico del terreno q_f in trincea stretta (condizione più favorevole) e in trincea larga, è dato dalla formula:

$$q_f = C \cdot \gamma \cdot B$$

dove:

$$C = \frac{1 - e^{-2 K \operatorname{tg} \theta \cdot H/B}}{2 \cdot K \operatorname{tg} \theta} \quad \text{coefficiente di carico per il riempimento in trincea stretta;}$$

γ = peso specifico del terreno [Kg/m^3];

$K = \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\Pi}{4} - \frac{\emptyset}{2} \right)$ rapporto tra pressione orizzontale e verticale del materiale di riempimento;

θ = angolo di attrito tra il materiale di riempimento e pareti della trincea [g°];

\emptyset = angolo di attrito interno del materiale di riempimento [g°];

H = altezza del riempimento a partire dalla generatrice superiore del tubo [m];

B = larghezza della trincea, misurata in corrispondenza della generatrice superiore del tubo [m].

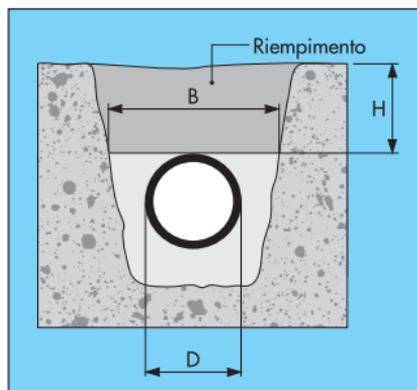


Fig. 9 - Trincea stretta.

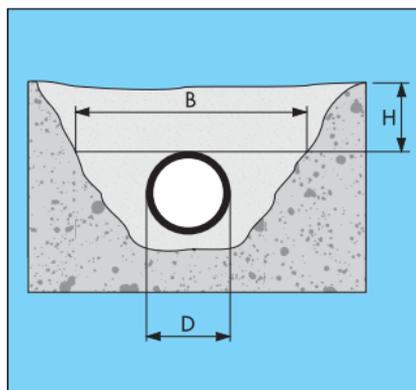


Fig. 10 - Trincea larga.

Il carico del terreno in trincea infinita è dato dalla formula:

$$q_t = C \cdot \gamma \cdot H$$

dove:

C = coefficiente del carico per il riempimento in trincea infinita assunto pari a 1;

γ = peso specifico del terreno [Kg/m³];

H = altezza del riempimento misurata a partire dalla generatrice superiore [m].

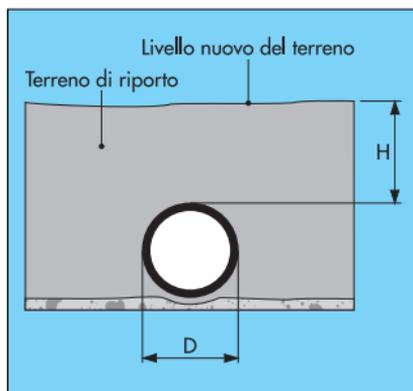


Fig. 11 - Trincea infinita. - Sistemazione in terrapieno (posizione positiva).

Carichi mobili

Come per il carico del terreno anche nel caso di carichi mobili derivanti da traffico stradale, agricolo o ferroviario, le pareti della trincea assorbono una parte del carico.

Assumiamo per il calcolo come condizione prudentiale quella meno favorevole e cioè il caso di trincea infinita, dove il carico mobile q_m può essere ricavato con la formula:

$$q_m = \frac{3}{2 \pi} \cdot \frac{P}{(H + D/2)^2} \varphi$$

dove:

P = carico concentrato rappresentato da una ruota o coppia di ruote [Kg];

D = diametro esterno nominale della tubazione [m];

H = altezza del riempimento misurato a partire dalla generatrice superiore del tubo [m];

φ = coefficiente correttivo che tiene conto dell'effetto dinamico dei carichi indicati con P, i cui valori sono indicati in Tabella 17.

Traffico	φ
Stradale	$1 + 0,3/H$
Ferroviario	$1 + 0,6/H$

Tab. 17 - Valori di φ .

Carico per acqua di falda

Il carico q_f derivante dalla presenza eventuale di acqua di falda si ricava dalla formula:

$$q_f = \gamma_{H_2O} (H - H_1 + D/2)$$

dove:

H = altezza di riempimento misurata a partire dalla generatrice superiore del tubo [m];

H_1 = altezza di riempimento misurata a partire dal livello dell'acqua di falda [m]

D = diametro esterno nominale del tubo [m];

γ = peso specifico dell'acqua di falda [Kg/m^3].

Effetto buckling

L'effetto buckling consiste nella perdita di forma per instabilità elastica.

L'effetto "imbozzamento" è generalmente determinato dalla sommatoria dei carichi radiali esterni gravanti sulla condotta, ed è particolarmente presente in occasione della posa in falda o nella posa sommersa: in queste condizioni la condotta viene sollecitata da pressioni radiali che ne possono determinare la instabilità elastica.

Di norma la compattazione del terreno di rinfianco attenua l'effetto buckling.

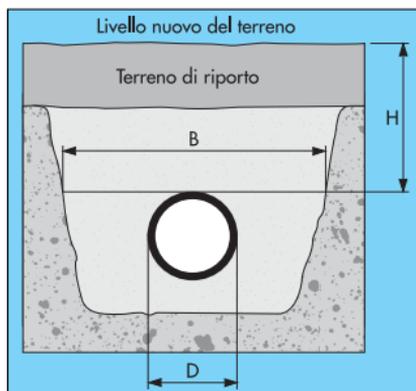


Fig. 12 - Sistemazione in terrapieno (posizione negativa).

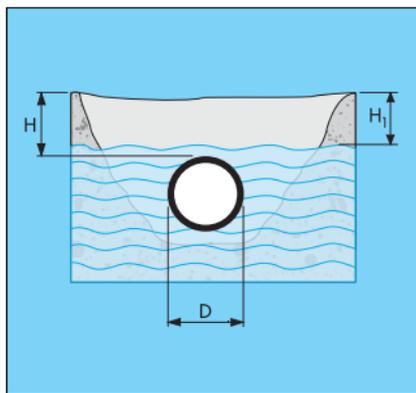


Fig. 13 - Trincea con presenza di acqua di falda - (posizione negativa).

La pressione critica di deformazione (effetto buckling) viene definita dalla relazione:

$$P_{cr} = \frac{2 \cdot E}{1 - \mu^2} \cdot (s/\varnothing)^3$$

dove:

E = modulo elastico del materiale;

s = spessore della parete del tubo (spessore equivalente nel caso di parete a profilo strutturato);

\varnothing = diametro condotta;

μ = modulo di Poisson.

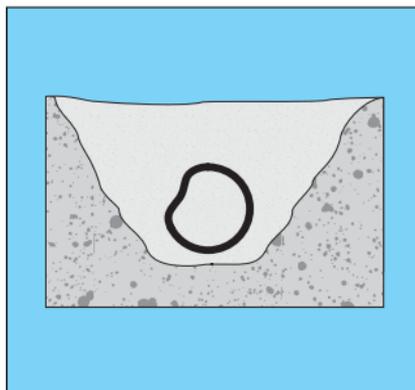


Fig. 14 - Effetto buckling.

L'instabilità si verifica quando la pressione critica viene superata dalla pressione esterna applicata al tubo.

La buona norma suggerisce di introdurre in questo tipo di verifica un coefficiente di sicurezza a lungo termine pari a 2 da applicare al modulo elastico E del materiale, in questo modo si tiene conto delle modifiche nel tempo di questo parametro.

Concludendo, il comportamento di un tubo flessibile interrato non può quindi essere disgiunto, nelle valutazioni delle deformazioni, dal comportamento del semispazio che lo circonda; per questo il metodo di calcolo da impiegare nelle verifiche dovrà tenere in giusta considerazione le seguenti variabili.

Geometria di posa:

- tipo di trincea e inclinazione pareti;
- larghezza dello scavo;
- profondità di posa;
- diametro del tubo.

Parametri geotecnici:

- tipo di terreno in sito;
- tipo di terreno di rinfianco e rinterro;
- grado di compattazione del rinfianco.

Condizione:

- carichi statici sul piano campagna;
- carichi mobili sul piano campagna;
- altezza dell'eventuale falda.

Relazione di verifica statica

La implementazione di tutte le variabili descritte può essere eseguita seguendo diversi metodi come ad esempio quello di Spangler o quello riportato nella norma ATV 127.

Il risultato della verifica è positivo se le deformazioni diametrali calcolate non superano quelle ammissibili (secondo la norma 2,5% a breve termine e 8% a lungo termine per i tubi SN 2 mentre 8% iniziale e 10% a lungo termine per i tubi SN 4, SN 8 e SN 16).

Prima del progetto esecutivo è comunque opportuno procedere a verifiche dettagliate e riferite a condizioni di posa precise.

Il Servizio Tecnico GDW può fornire il supporto per le verifiche ed i dimensionamenti; oppure utilizzare gli algoritmi di calcolo di Progetto GDW 2004.

Servizio Tecnico GDW
Tel. 035 4549080
Fax 035 337085
infotecno@gdw.it



Comportamento delle tubazioni di PVC alle sollecitazioni meccaniche interne

Resistenza alla abrasione

Il polivinilcloruro non plastificato resiste alla abrasione in maniera molto efficace.

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

Sottoposto ai test di laboratorio (metodo Kirschmer - Università di Darmstadt) risulta essere fra i materiali che sopportano meglio l'azione erosiva delle parti solide sospese in un liquame.

Gli eccellenti risultati ottenuti hanno mostrato che il PVC-U 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 e lo scarico in generale di qualsiasi liquame.

I materiali impiegati per condotte di scarico di liquidi con solidi in sospensione (liquami civili, industriali, ecc.) devono essere resistenti alle abrasioni e alla corrosione.

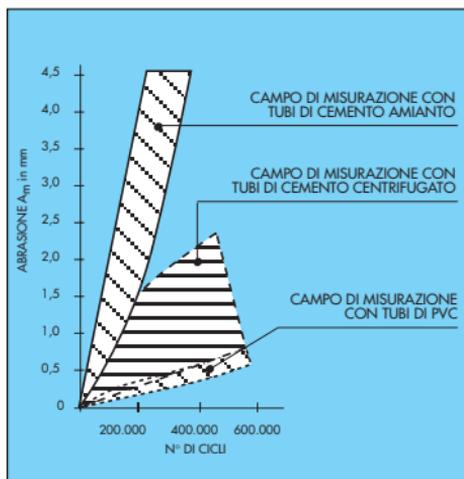


Fig. 15 - Valori medi di abrasione di tubi in diversi materiali secondo il processo messo a punto dal Politecnico di Darmstadt.

La figura 15 mostra i valori medi di abrasione di tubi di diverso materiale, misurati con i metodi di prova per via umida, il processo messo a punto dalla Università di Darmstadt (figura 16) 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 materiale per simulare l'abrasione si usa un miscuglio di sabbia quarzosa/ghiaia/acqua con una percentuale volumetrica di circa 46% di sabbia quarzosa e ghiaia di granulometria da 0 fino a 30 mm.

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

La valutazione dell'azione abrasiva è data dalla diminuzione locale dello spessore di parete, misurata in mm, 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 15.

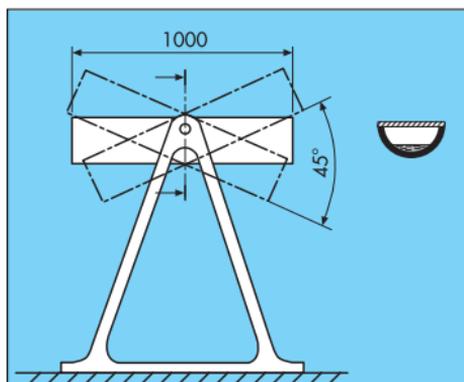


Fig. 16 - Macchina per prova ad abrasione secondo il processo messo a punto dal Politecnico di Darmstadt.

Comportamento delle tubazioni di PVC agli agenti chimici

Si riportano di seguito alcuni prospetti relativi la resistenza chimica del PVC rigido, basati su esperienze pratiche e di laboratorio eseguite in varie nazioni.

I simboli e le abbreviazioni adottate sono i seguenti:

- S = resistenza sufficiente;
- L = resistenza limitata;
- NS = resistenza non sufficiente;
- Sol. = soluzione acquosa di concentrazione superiore al 10% ma non satura;
- Sol. dil. = soluzione acquosa di concentrazione inferiore o uguale al 10%;
- Conc.lav. = concentrazione di lavoro, cioè la concentrazione abituale di soluzione acquosa per utilizzazione industriale.

Reattivi	Concentrazione	Temperature	
		20°C	60°C
Acetato (vedi al nome dell'acetato)			
Acetico, acido	glaciale	NS	NS
Acetico, acido	25%	S	L
Acetico, acido	60%	S	L
Acetico, acido monoclora	Sol.	S	L
Acetica, aldeide	40%	NS	–
Acetica, aldeide	100%	NS	–
Acetica, anidride	100%	NS	NS
Aceto	fino all'8% di acido acetico	S	S
Acetone	100%	NS	NS
Acido (vedi nome dell'acido)			
Acqua di mare	–	S	L
Acqua ossigenata	30%	S	S
Adipico, acido	Sol. sat.	S	L
Alcool (vedi al nome dell'alcool)			
Allilico, alcool	96%	L	NS
Alluminio cloruro	Sol. sat.	S	S
Alluminio solfato	Sol. sat.	S	S
Alluminio e potassio solfato	Sol. sat.	S	S

Reattivi	Concentrazione	Temperature	
		20°C	60°C
Amile acetato	100%	NS	NS
Amilico, alcool	100%	S	L
Ammoniaca (gas)	100%	S	S
Ammoniaca (liquefatta)	100%	L	NS
Ammoniacale, acqua	Sol. dil.	S	L
Ammonio cloruro	sol-sat	S	S
Ammonio fluoruro	20%	S	L
Ammonio nitrato	sol-sat	S	S
Ammonio solfato	sol-sat	S	S
Anilina	100%	NS	NS
Anilina	Sol. sat.	NS	NS
Anilina cloridrato	Sol. sat.	NS	NS
Antimonio (III) cloruro	90%	S	S
Antrachinonsolfonico, acido	Sol.	S	L
Argento nitrato	Sol. sat.	S	L
Arsenico, acido	Sol. dil.	S	-
Arsenico, acido	Sol. sat.	S	L
Anidride (vedi al nome dell'anidride)			
Benzaldeide	0,1%	NS	NS
Benzene	100%	NS	NS
Benzina (adrocarburi alifatici)	-	S	S
Benzina (idrocarburi alifatici/benzene)	80/20	NS	NS
Benzoico, acido	Sol. sat.	L	NS
Birra	-	S	S
Borace	Sol. sat.	S	L
Borico, acido	Sol. dil.	S	L
Bromo (liquido)	100%	NS	NS
Bromidrico acido	10%	S	L
Bromidrico acido	50%	S	L
Bromico acido	10%	S	-
Bromuro (vedi al nome del bromuro)			
Butadiene	100%	S	S
Butano	100%	S	-
Butanolo (vedi butilico - alcool)			
Butile acetato	100%	NS	NS
Butilico, alcool	fino al 100%	S	L
Butifenolo	100%	NS	NS
Butirrico, acido	20%	S	L
Butirrico, acido	98%	NS	NS
Calcio cloruro	Sol. sat.	S	S
Calcio nitrato	50%	S	S
Carbonica, anidride (secca)	100%	S	S
Carbonica, anidride (sol, acquosa)	Sol. sat.	S	L

Reattivi	Concentrazione	Temperature	
		20°C	60°C
Carbonica, anidride (umida)	-	S	S
Carbonio tetracloruro	100%	NS	NS
Carbonio solfuro	100%	NS	NS
Cicloesano	100%	NS	NS
Cicloesanone	100%	NS	NS
Citrico, acido	Sol. sat.	S	S
Cloridrato (vedi al nome del cloridrato)			
Cloridrico, acido	20%	S	L
Cloridrico, acido	Sup. a 30%	S	S
Cloro (gas) secco	100%	L	NS
Cloro (acqua di)	sol-sat	L	NS
Clorosolfonico, acido	100%	L	NS
Cresilici (metil - benzoici), acidi	sol-sat	NS	NS
Cresolo	sol-sat	-	NS
Cromico, acido	1 a 50%	S	L
Crotonica, aldeide	100%	NS	NS
Destrina	Sol. sat.	S	L
Dicloroetano	100%	NS	NS
Diclorometano (vedi mitilene cloruro)			
Diglicolico, acido	18%	S	L
Dimetilammina	30%	S	-
Esadecano	100%	S	S
Etanolo (vedi alcool etilico)			
Etandio (vedi glicole etilenico)			
Etile acetato	100%	NS	NS
Etile acrilato	100%	NS	NS
Etilico, alcool	95%	S	L
Etilico, etere	100%	NS	L
Fenolo	90%	NS	NS
Fenildrazina	100%	NS	NS
Fenildrazina cloridrato	97%	NS	NS
Ferro (III) cloruro	Sol. sat.	S	S
Fluoridrico, acido	40%	L	NS
Fluoridrico, acido	60%	L	NS
Fluoridrico, acido	100%	L	NS
Fluorosilicico, acido	32%	S	S
Formaldeide	Sol. dil.	S	L
Formaldeide	40%	S	S
Formico, acido	1 a 50%	S	L
Fosfina	100%	S	S
Fosforo, tricloruro	100%	NS	-
Fosforico orto, acido	30%	S	L

Reattivi	Concentrazione	Temperature	
		20°C	60°C
Fosforico orto, acido	Sup. a 30%	S	S
Furfurilico, alcool	100%	NS	NS
Glucosio	Sol. sat.	S	L
Glicerina	100%	S	S
Glicole etilenico	Conc. lav.	S	S
Glicolico, acido	30%	S	S
Idrogeno	100%	S	S
Idrogeno perossido (vedi acqua ossigenata)			
Idrogeno solforato	100%	S	S
Lattico, acido	10%	S	L
Lattico, acido	10 a 90%	L	NS
Latte	-	S	S
Lievito	Sol.	S	L
Magnesio cloruro	Sol. sat.	S	S
Magnesio solfato	Sol. sat.	S	S
Meleico, acido	Sol. sat.	S	L
Melassa	Conc. lav.	S	L
Metanolo (vedi metilico - alcool)			
Metile metacrilato	100%	NS	NS
Metilene cloruro	100%	NS	NS
Metilico, alcool	100%	S	L
Nichel solfato	Sol. sat.	S	S
Nicotinico, acido	Conc. lav.	S	S
Nitrico, acido	fino al 45%	S	L
Oleico, acido	50 a 98%	NS	NS
Oli e grassi	100%	S	S
Oli e grassi	-	S	S
Oleum	10% di SO ₃	NS	NS
Ossalico, acido	Sol. dil.	S	L
Ossalico, acido	Sol. dil.	S	S
Ossigeno	100%	S	S
Ozono	100%	S	S
Perclorico, acido	10%	S	L
Perclorico, acido	70%	L	NS
Picrico, acido	Sol. sat.	S	S
Piombo acetato	Sol. dil.	S	S
Piombo acetato	Sol. sat.	S	S
Piombo tetratetile	100%	S	-
Piridina	fino al 100%	NS	-
Potassa caustica	Sol.	S	S
Potassio bicromato	40%	S	S
Potassio bromuro	Sol. sat.	S	S

Reattivi	Concentrazione	Temperature	
		20°C	60°C
Potassio cloruro	Sol. sat.	S	S
Potassio cromato	40%	S	S
Potassio cianuro	Sol.	S	S
Potassio ferricianuro	Sol. sat.	S	S
Potassio ferrocianuro	Sol. sat.	S	S
Potassio idrossido (vedi Potassa caustica)			
Potassio nitrato	Sol. sat.	S	S
Potassio permanganato	20%	S	S
Potassio persolfato	Sol. sat.	S	R
Propano gas liquefatto	100%	S	-
Rame (II) cloruro	Sol. sat.	S	S
Rame (II) fluoruro	2%	S	S
Rame (II) solfato	Sol. sat.	S	S
Sapone	Sol.	S	L
Sodio benzoato	35%	S	L
Sodio bisolfito	Sol. sat.	S	S
Sodio clorato	Sol. sat.	S	S
Sodio cloruro	Sol. sat.	S	S
Sodio ferricianuro	Sol. sat.	S	S
Sodio ferrocianuro	Sol. sat.	S	S
Sodio idrossido (vedi Soda caustica)			
Sodio ipoclorito al 13% di cloro	100%	S	L
Sodio solfuro	Sol. sat.	S	L
Soda caustica	Sol.	S	S
Solforosa anidride (liquida)	100%	L	NS
Solforosa anidride (secca)	100%	S	S
Solforico acido	40 a 90%	S	L
Solforico acido	96%	L	NS
Solforosa acido	Sol.	S	S
Stagno (II) cloruro	Sol. sat.	S	S
Sviluppatore fotografico	Conc. lav.	S	S
Tannico acido	Sol.	S	S
Tartanico acido	Sol.	S	S
Toluene	100%	NS	NS
Tricloroetilene	100%	NS	NS
Trimetilolpropano	fino al 10%	S	L
Urea	10%	S	L
Urina	-	S	L
Vinile acetato	100%	NS	NS
Vino	-	S	S
Xilene	100%	NS	NS
Zinco cloruro	Sol. sat.	S	S
Zucchero	Sol. sat.	S	S

Fluidi che NON possono essere trasportati a mezzo di tubi di PVC rigido

Fluidi classificati "NS" a 20°C e a 60°C

Fluidi classificati "L" a 20°C e "NS" a 60°C.

Fluidi	Concentrazione
Acetico, acido	glaciale
Acetica, aldeide	40%
Acetica, aldeide	100%
Acetica, aldeide	100%
Acetone	100%
Allilico, alcool	96%
Amile, acetato	100%
Ammoniaca (liquefatta)	100%
Anilina	100%
Anilina	Sol. sat
Anilina cloridrato	Sol. sat
Benzaldeide	0,1%
Benzene	100%
Benzina (idrocarburi alifatici/benzene)	80/20
Benzoico, acido	Sol. sat.
Bromo	100%
Butile acetato	100%
Butilfenolo	100%
Butirrico, acido	98%
Carbonio solfuro	100%
Carbonio tetracloruro	100%
Cicloesano	100%
Cicloesanone	100%
Cloro (gas) secco	100%
Cloro (acqua di)	Sol. sat.
Clorosolfonico, acido	100%
Cresoli	Sol. sat.

Fluidi	Concentrazione
Cresilici (metil - benzoici), acidi	Sol. sat.
Crotonica, aldeide	100%
Dicloroetano	100%
Etile acetato	100%
Etile acrilato	100%
Etilico etere	100%
Fenolo	90%
Fenildrazina	100%
Fenildrazina cloridato	97%
Fosforo triclorigo	100%
Fluoridrico, acido	40%
Fluoridrico, acido	60%
Fluoridrico, acido	100%
Furfurilico, alcool	100%
Lattico, acido	50 a 90%
Metalcrlato di metile	100%
Metilene cloruro	100%
Nitrico, acido	50 a 98%
Oleum	10% di SO ₃
Perclorico, acido	70%
Piridina	fino al 100%
Solforico, acido	96%
Solforosa anidride, liquida	100%
Toluene	100%
Tricloroetilene	100%
Vinile acetato	100%
Xilene	100%

Raccomandazioni per la movimentazione e lo stoccaggio nei magazzini

I tubi in PVC rigido possono essere spediti e consegnati in imballi contenitivi in legno.

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

A partire dal diametro 630 mm compreso, i tubi non sono imballati.

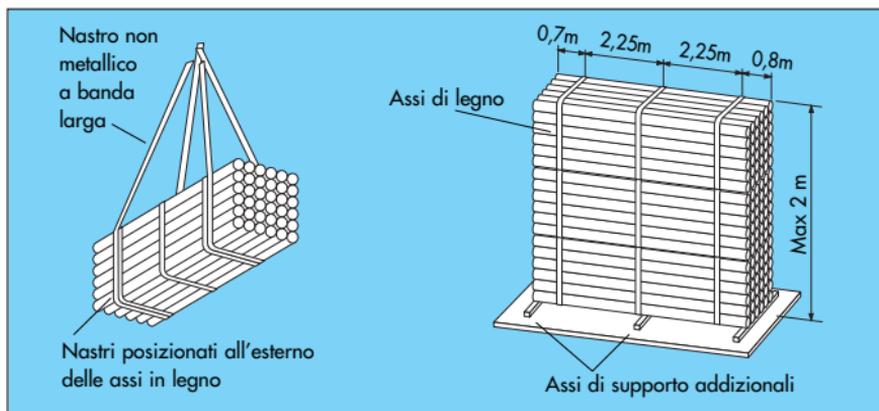


Fig. 17 - Movimentazione e stoccaggio.

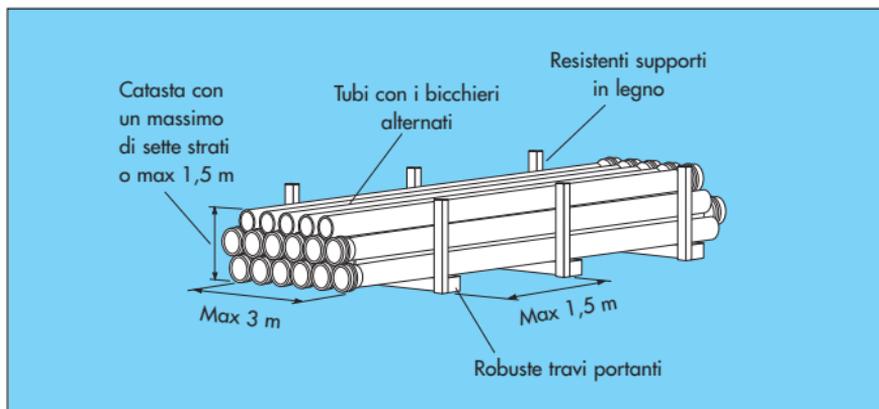


Fig. 18 - Accatastamento in magazzino.

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.

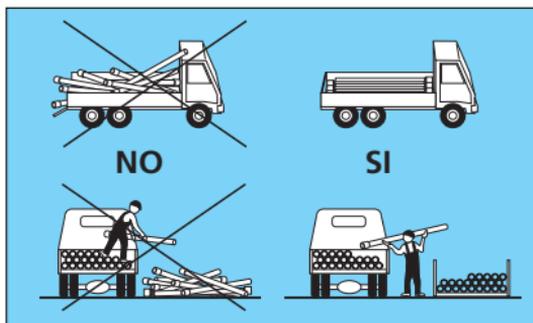


Fig. 19 - Trasporto e scarico.

Accatamento

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

L'altezza di accatamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 1 metro qualunque ne sia il diametro.

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

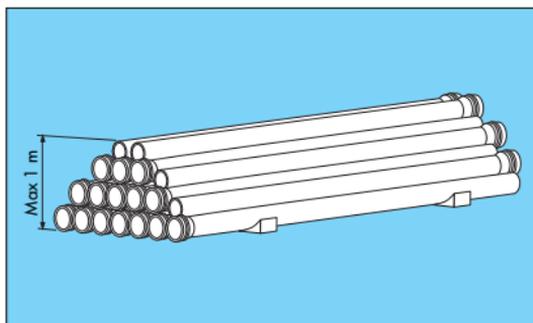


Fig. 20 - Accatamento dei tubi in cantiere.

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 EN 1610	Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura;
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

- a) Rinfianco effettuato manualmente fino a metà del diametro del tubo e compattato camminando con i piedi (fig. 21);
- b) riempimento fino alla generatrice superiore del tubo, effettuato manualmente e di nuovo compattato con i piedi (fig. 22);
- c) può essere aggiunto uno strato di 150 mm compattato a macchina, purché non direttamente sulla generatrice superiore del tubo (fig. 23);
- d) il rinfianco ed il reinterro fino a 200 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. 24);
- e) 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. 25);
- f) il rimanente reinterro può essere completato e compattato in strati a seconda dei requisiti di finitura della superficie (fig. 27).

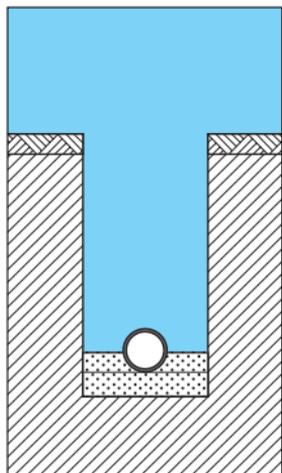


Fig. 21 - Strato di riempimento ben compattato a mano.

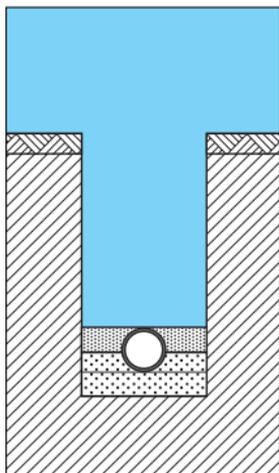


Fig. 22 - Strato di riempimento con materiale uguale o leggermente più costipabile.

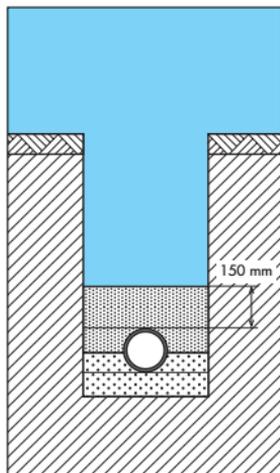


Fig. 23 - Riempimento a minima altezza necessaria per la costipazione meccanica.

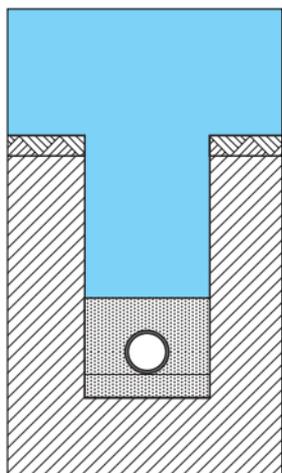


Fig. 24 - In presenza di reinterri granulari fini è possibile riempire immediatamente la zona fino a 200 mm oltre l'estradosso del tubo.

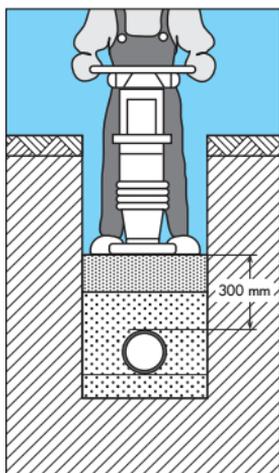


Fig. 25 - Riempimento con materiale in strati di 200 mm.

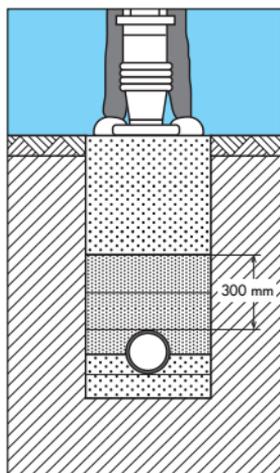


Fig. 26 - Riempimento totale con materiale di risulta (nativo) in strati di 200 mm.

Riempimento della trincea

Il corretto riempimento della trincea è indispensabile per garantire adeguate condizioni di esercizio ed affidabilità nel tempo della condotta.

Seguendo le prescrizioni di posa date dal progettista, si deve far raggiungere al materiale di rinfiacco il giusto grado di compattazione così da ottenere un modulo elastico totale Et di cantiere più prossimo possibile a quello usato nei calcoli.

Per ottenere buoni risultati, il rinfiacco deve essere realizzato a strati successivi (max altezza 30÷40 cm) ognuno dei quali costipato meccanicamente avendo cura di non provocare l'innalzamento della condotta durante tale operazione.

A titolo di riferimento viene riportato uno schema di trincea tipo e delle tabelle che pongono in correlazione il modulo di reazione del terreno Et con il grado di compattazione (coefficiente di Proctor).

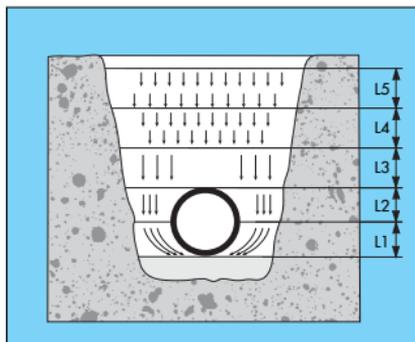


Fig. 27 - Riempimento a strati successivi della trincea (L1÷L5 altezza strato max 30÷40 cm cad).

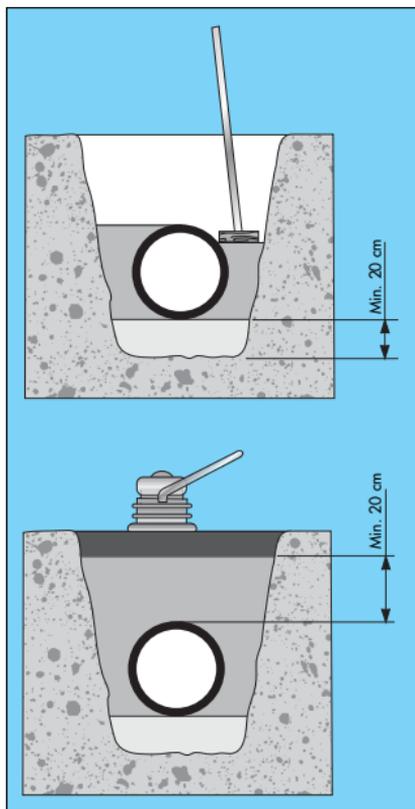


Fig. 28 - Rinfiacco e compattazione

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 18 - 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 29 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).

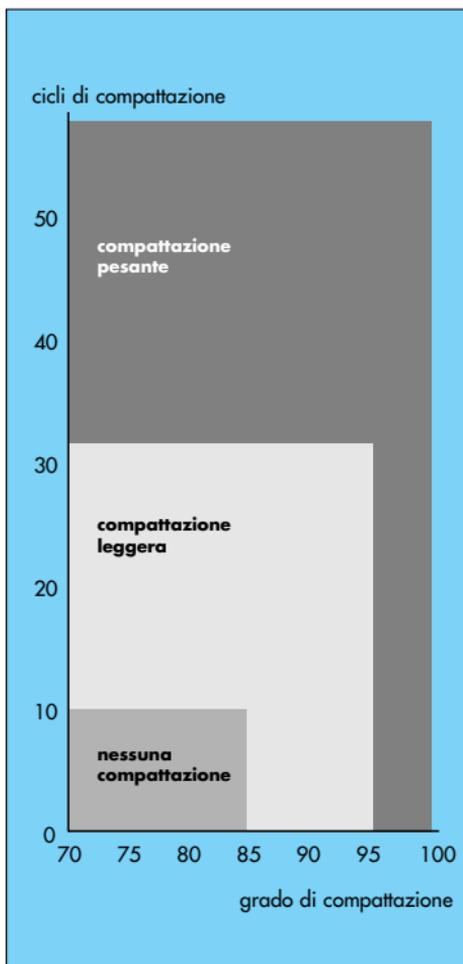


Fig. 29 - Cicli di compactazione/Grado di compactazione (Proctor).
Diagramma riferito a materiale arido non plastico a spigoli vivi e granulometricamente assortito.

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

Descrizione	Grado di consolidamento/compattazione			
	Proctor standard ¹⁾	≤ 80	da 81 a 90	da 91 a 94
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 compattazione	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. 18 - Terminologia delle classi di consolidamento/compattazione

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 19 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 singola	Roccia frantumata ghiaia di fiume o di costa, ghiaia morenica, cenere vulcaniche	SI
		Ghiaia ben vagliata, miscela di ghiaia e sabbia	[GW]	Linea di granulazione continua, pezzatura a più zone		
		Miscela di ghiaia e sabbia poco vagliata	(GI) [GP]	Linea di granulazione a scalini, una o più zone di pezzatura assenti		

Segue tabella

Tipo di terreno	Gruppo di terreno					Da usarsi come terreno da rinterro
	#	Nome tipico	Simbolo	Tratti caratteristici	Esempi	
Granulare	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, miscela di ghiaia e sabbia	[SW]	Linea di granulazione continua, pezzatura a più zone	Sabbia morenica, sabbia da terreni, sabbia da spiaggia	
		Miscela 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 ghiaia, limo e sabbia	[GM] (GU)	Linea di granulazione larga/intermittente con limo finemente assenti	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, miscela poco vagliata di sabbia e limo	[SM] (SU)	Linea di granulazione larga/intermittente con argilla finemente granulata		
		Sabbia con argilla, miscela poco vagliata di sabbia e limo	[SC] (ST)	Linea di granulazione larga/intermittente con argilla finemente granulata		
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 media plasticità	Marna alluvionale, argilla	
Organico	5	Terreno granulato misto con miscela 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	[OK] (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	
	5	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. 19 - 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

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 in questo capitolo 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 una colonna piezometrica, che consente di verificare il grado di riempimento e la pressione idraulica.

Nella tabella 20 si specifica, per ogni diametro, il contenuto di acqua espresso il l/m e la spinta idraulica agente sui cuscinetti di tenuta.

Richiedi il VADEMECUM DEL COLLAUDO IDRAULICO per controllare e verificare velocemente, in cantiere, i parametri del tuo collaudo idraulico.

Diametro esterno (mm)	Contenuto (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	111,4	579,7	568,3	557,0
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	464,0	454,6	-	2319,9	2273,0	-
900	587,4	575,5	-	2936,9	2877,4	-
1000	725,0	710,3	-	3625,1	3551,6	-
1200	1043,8	1037,6	-	5218,8	5188,0	-

Tab. 20 - Tabella contenuto di acqua espresso il l/m e la spinta idraulica agente sui cuscinetti di tenuta.

Procedimento di prova

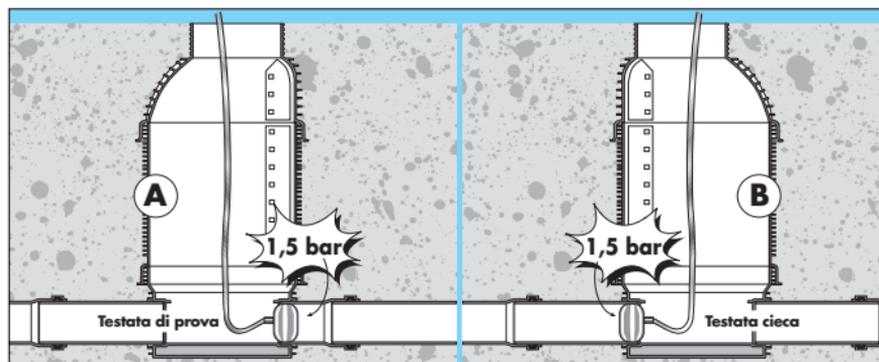


Fig. 30 - Inserimento e gonfiaggio delle testate di prova.

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

Pulire l'imbocco del tubo a monte (pozzetto B) quindi inserire la testata cieca gonfiandola sino alla pressione di 1,5 bar (figura 30).

Predisporre, sui due cuscinetti, l'opportuno sistema di contrasto della spinta idraulica (tabella 20) e collegare il tubo piezometrico alla testata di prova.

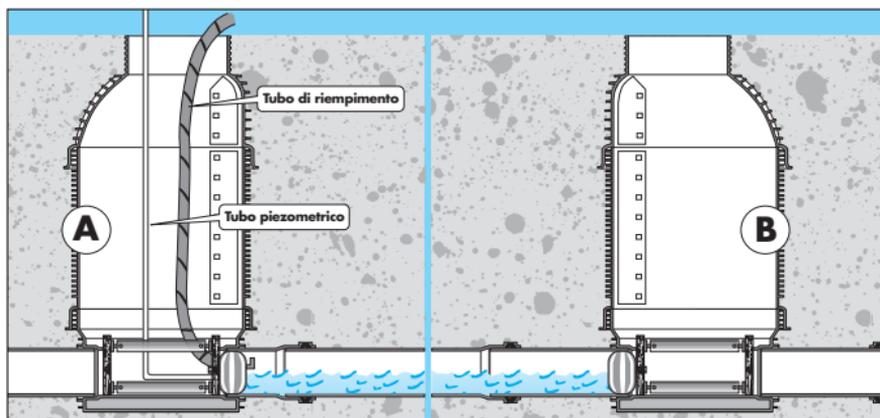


Fig. 31 - Riempimento della tratta.

Procedere al riempimento della tratta sino a superare di qualche centimetro il colmo della condotta (figura 31) per evitare la presenza di bolle d'aria nella tubazione.

Riempire la colonna piezometrica fino ad un'altezza di 5 m (0,5 bar) (fig. 32).

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

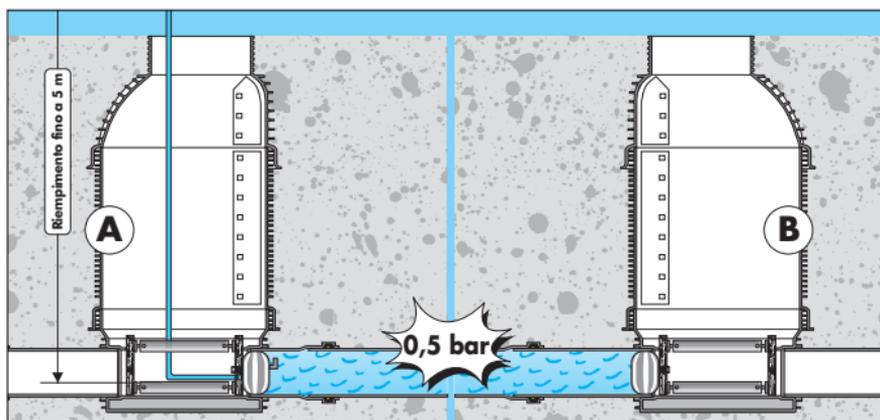


Fig. 32 - Riempimento della colonna piezometrica.

La pressione deve essere mantenuta rabboccando con acqua per 30 minuti \pm 1 minuto con variazione massima di pressione di \pm 1 KPa (0,01 bar) (fig. 33).

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

$V \leq 0,15 \text{ l/m}^2$ per le tubazioni;

$V \leq 0,20 \text{ l/m}^2$ per le tubazioni e i pozzetti;

$V \leq 0,40 \text{ l/m}^2$ per i pozzetti e le camere d'ispezione.

Dove i m^2 si riferiscono alla superficie interna bagnata.

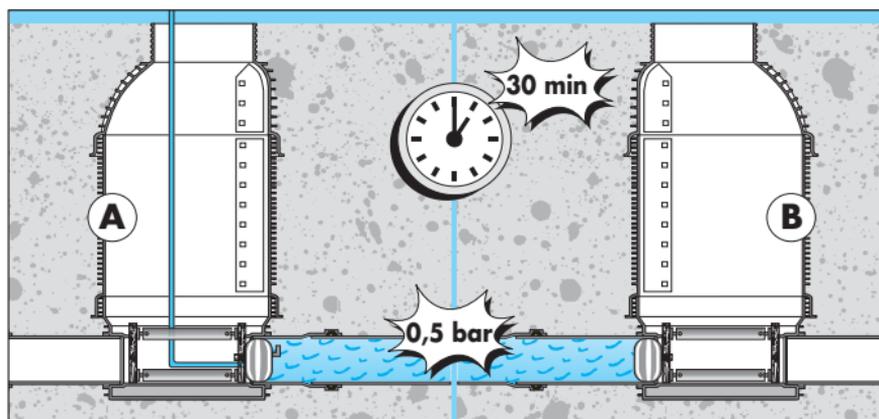


Fig. 33 - Controllo dell'assorbimento e rabbocco.

L'ottimizzazione della miscela per la massimizzazione della qualità delle condotte in Polivinilcloruro

La destinazione del materiale PVC alle applicazioni inerenti alle tubazioni per lo scarico dei reflui fognari e dell'acquedottistica risulta essere la scelta ideale per ovviare a numerose problematiche relative a tali installazioni. Il PVC infatti è, per sua natura, un materiale leggero, non infiammabile, assolutamente indifferente agli attacchi di acidi (che caratterizzano ad esempio i reflui fognari, dove la degradazione anaerobica può portare alla formazione di acido solfidrico, metano ed altri agenti aggressivi) ed alcali nonché alla corrosione per abrasione ed elettrochimica.

I tubi in PVC-U sono realizzati a partire da mescole contenenti la resina polivinilica, gli stabilizzanti, i coadiuvanti del processo, e la carica inerte (carbonato di calcio, generalmente). Quest'ultima nella miscela di PVC-U è detta anche "filler" cioè riempitivo, ed è necessaria, entro limiti ben definiti, a seconda della destinazione d'uso dei tubi, per conferire opportuna rigidità al prodotto finito. Essa non reagisce (inerte) nel processo di trasformazione e di plastificazione con la resina, ma riempie gli spazi esistenti tra le catene del polimero aumentandone il modulo elastico risultante.

La sinergia che si viene a creare tra l'elasticità della matrice plastica e la rigidità di quella minerale permette di ottenere un manufatto sufficientemente elastico da poter assorbire senza problemi urti accidentali come quelli che inevitabilmente possono essere subiti in fase di posa in cantiere e da poter sopportare gli inevitabili eventuali piccoli assestamenti del terreno. Il manufatto risulta essere inoltre abbastanza rigido da sopportare il carico del terreno sovrastante senza deformarsi in maniera permanente.

Le percentuali dei componenti nella miscela vengono definite in base alle caratteristiche dei singoli manufatti in conformità a quanto prescritto nelle diverse norme. Ad esempio nei tubi di PVC-U per l'adduzione di fluidi (pressione) secondo UNI EN 1452, la percentuale di carica inerte è

intorno al 2,5 – 3,5% in massa, il prodotto realizzato e conforme alla norma, ha caratteristiche tali da garantire la resistenza alla pressione interna (da 6 a 25 bar, a seconda degli spessori) fino oltre 50 anni (convenzionalmente definito) in condizioni nominali di esercizio.

Nei tubi destinati allo scarico non è richiesta la resistenza alla pressione interna e le sollecitazioni in esercizio sono piuttosto quelle derivanti dai carichi sovrastanti (fissi e mobili, che portano il tubo a deformare elasticamente e a stabilire una interazione tubo terreno assai apprezzata rispetto al comportamento di tubi rigidi); in questo caso le norme prevedono una diversa formulazione con contenuto di carica inerte fino al 20% circa (fognature miste e nere) e in taluni casi (scarichi pluviali e ventilazione) fino a circa il 30%, con la quale si ottengono rigidità elevate anche con spessori inferiori rispetto a quelli della pressione.

La quantità di carbonato di calcio nella miscela influenza significativamente, quale componente a basso costo, anche il costo del prodotto finito.

L'eccessivo utilizzo di carbonato di calcio tuttavia penalizza notevolmente la qualità del manufatto. La parte minerale penalizza la caratteristica resistenza del materiale plastico agli attacchi di liquidi abrasivi ed aggressivi chimicamente con conseguente erosione dello spessore e danno al regime idraulico.

Non solo, infatti, se è vero che l'aumentare del tenore della carica inerte determina un innalzamento del Modulo Elastico, con essa si verifica anche un aumento della fragilità (fig. 34); fragilità che può essere corretta con opportuni additivi a base polietilenica, ad esempio; l'aggiunta di tali additivi può, però, rivelarsi non conveniente con perdita di competitività del prodotto.

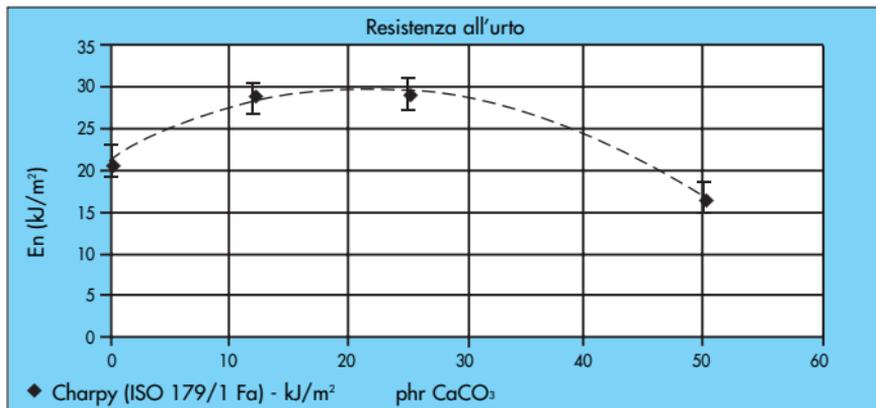


Fig. 34

Un aspetto molto significativo, sconosciuto ai più, che penalizza ulteriormente l'utilizzo sconsigliato di carbonato di calcio all'interno delle mescole delle tubazioni in PVC è il fatto che, se questa consuetudine garantisce ottime prestazioni in termini di rigidità a breve termine, queste decadano molto rapidamente nel tempo.

Recentemente, uno studio americano, ha messo in evidenza l'influenza della quantità di carica inerte sulla velocità con la quale "degradano" le caratteristiche meccaniche nel tempo in un tubo realizzato con mescole a elevato tenore di cariche inerti, rispetto tubi realizzati con mescole conformi alle norme di riferimento.

La degradazione delle caratteristiche meccaniche (invecchiamento) si rivela molto spesso tramite il fenomeno dello "scorrimento plastico".

Si può dire quindi che un tubo di PVC-U caricato oltre i valori previsti dalla norma, subisca una modifica delle caratteristiche meccaniche molto più veloce di un tubo opportunamente caricato (secondo norma).

Come si può facilmente notare dai grafici (fig. 34 e 35), infatti, il limite dell'80% di resina fissa l'ottimo prestazionale della mescola con l'inerte carbonato di calcio, sia per quanto riguarda la resistenza agli urti, sia per la resistenza elastica alle sollecitazioni del suolo sovrastante.

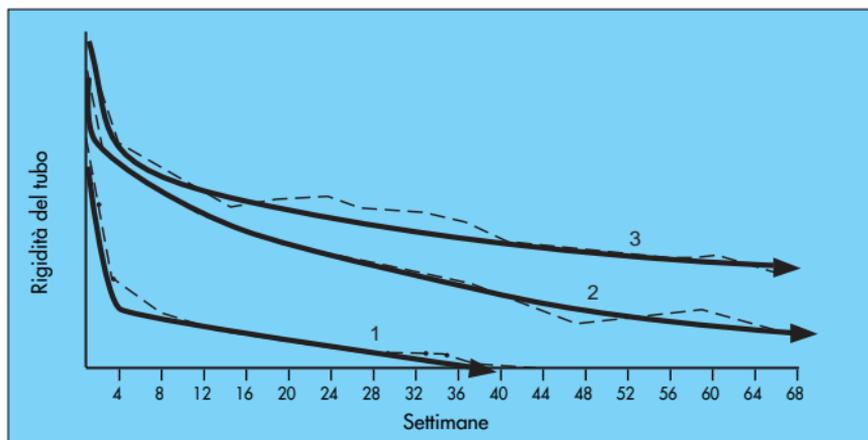


Fig. 35

N° provino	Carica percentuale	Rigidità Nominale (psi)		Riduzione della rigidità
		iniziale	finale	
1	37,4	46	0	100%
2	5,4	57	8,7	84,7%
3	14,3	62	19	69,4%

Tab. 21

Nell'ottica di completa trasparenza mirata al completo soddisfacimento del cliente viene sottoposta la tabella seguente, che può permettere a chiunque con una semplice misura di poter valutare a questo punto l'effettiva qualità del prodotto finito.

Mescole per tubi	% in massa di CaCO ₃ e altri additivi	Peso specifico
PVC-U pressione	≤ 4	1,36 ÷ 1,42 kg/dm ³
PVC-U fognatura	≤ 20	< 1,52 kg/dm ³
PVC ultra caricato	fino a 40	> 1,60 kg/dm ³

Tab. 22

L'applicazione della Spettrofotometria XRF nella determinazione del contenuto di Cloro all'interno dei manufatti in PVC

Generalità sulla tecnica

La spettrofotometria XRF è una tecnica analitica non distruttiva basata sull'emissione di luce di fluorescenza da un campione esposto ai raggi X (la sigla è l'acronimo dell'espressione inglese X-Ray Fluorescence).

Un qualsiasi atomo sottoposto a radiazione infatti, tende ad assorbirla ricombinando la propria morfologia (effetto fotoelettrico) e a riemetterla secondo una lunghezza d'onda che, dipendendo da questo cambiamento, è specifica dell'atomo in questione.

È, se vogliamo, lo stesso principio di funzionamento della percezione dei colori, per il quale un oggetto che ci appare ad esempio rosso assorbe tutto lo spettro della luce solare per riemettere esclusivamente la lunghezza d'onda specifica della luce rossa.

Sottoponendo un campione qualsiasi a questo tipo di analisi, e con un rivelatore opportuno è possibile quindi ottenere uno spettro di emissione, nel quale ad ogni picco corrisponde una specie atomica ben precisa.

L'analisi inoltre non è esclusivamente qualitativa: l'intensità dell'emissione (corrispondente all'altezza del picco nel grafico fig. 36) è direttamente proporzionale alla quantità di atomi presenti di quella specie, e quindi alla quantità relativa dell'atomo all'interno del campione.

La spettrofotometria XRF può essere utilizzata per ricevere e determinare il contenuto di cloro in campioni di manufatti in PVC-U; il contenuto di cloro serve per determinare il contenuto di resina polivinilica (PVC), cui è legato da semplice relazione.

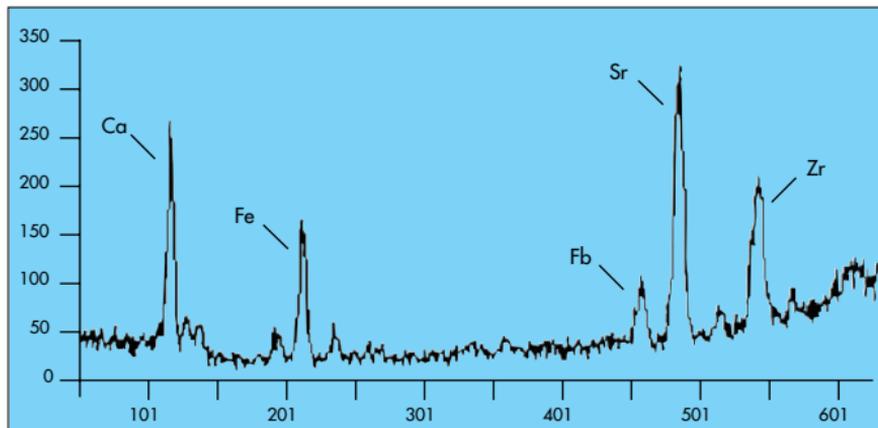


Fig. 36 - Spettro di emissione campione generico

La costruzione della curva di taratura

L'interesse per un'analisi più quantitativa che qualitativa ha richiesto la costruzione di una curva di taratura, in modo da verificare precisione e riproducibilità del metodo e di poter correlare in maniera immediata l'intensità dell'emissione alla quantità di cloro percentuale.

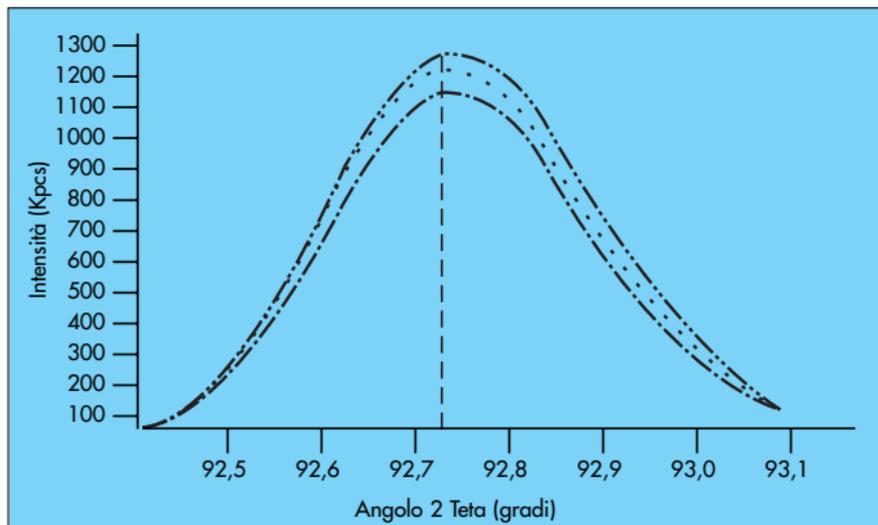


Fig. 37 - Picchi di emissione corrispondenti all'atomo cloro di tre campioni differenti di nostra produzione. La differente altezza è dovuta alla diversa quantità relativa dell'atomo CE.

Italsintex ha quindi analizzato i quattro campioni, nelle fig. 37 e 38 sono riportati i risultati ottenuti di propria produzione, e a tenore di cloro quindi noto, poiché nota le mescole e la quantità di resina PVC, è stata effettuata l'interpolazione dei risultati, ed è stato calcolato l'errore quadratico medio associato a tale misura.

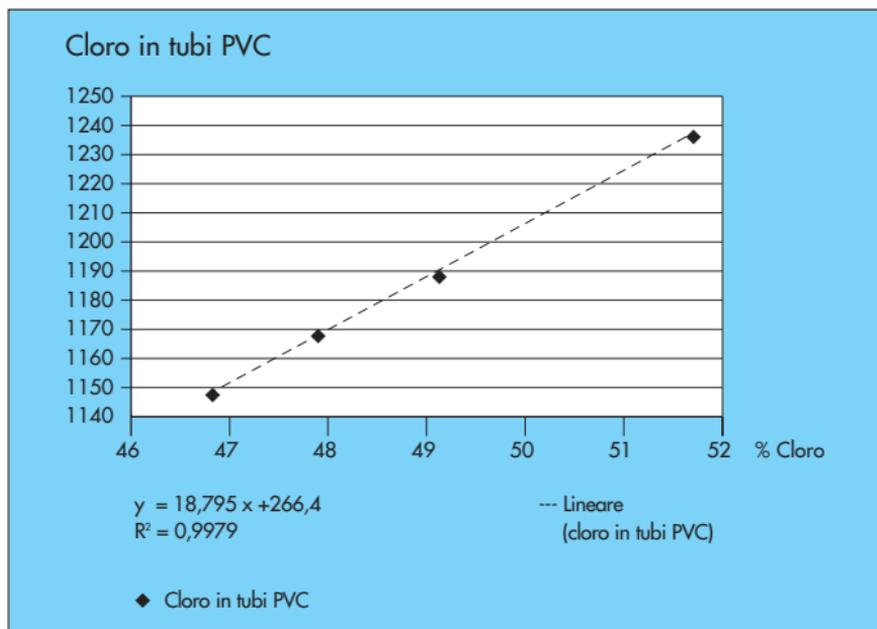


Fig. 38 - Risultati sperimentali analisi campioni a tenore noto di PVC. Da sottolineare il valore del parametro R2, molto prossimo all'unità, sintomo di misura precisa ed accurata.

Il metodo di analisi risulta essere quindi estremamente preciso e riproducibile.

Una volta ottenuto il valore percentuale del cloro, è sufficiente un semplice calcolo per ottenere quello della resina polivinilica (PVC) (secondo la norma di riferimento UNI EN 1905) sapendo appunto che questa specie rappresenta il 56,8% in peso del polimero nel suo complesso.

La norma UNI EN 1401 "sistemi di tubazione di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema". Per la verifica delle caratteristiche della miscela PVC-U impiegata (misura delle % dei singoli componenti, resina e additivi), prescrive i metodi della norma UNI EN 1905.

La tecnica della spettrofotometria ai raggi X è espressamente ammessa nella norma di riferimento UNI EN 1905 "Sistemi di tubi in materiale plastico - Tubi, raccordi e materiali in cloruro di polivinile non plastificato (PVC-U). Metodi per la determinazione del contenuto di PVC sulla base del contenuto totale di cloro".

Pozzetto per allacciamenti utenze private realizzato in PVC strutturato ad alta resistenza ai carichi completo di sifone tipo Firenze a due ispezioni

	Diametro interno mm	Diametro esterno mm	Diametro tubazioni mm	Altezza totale mm	Altezza scorrimento mm
Pozzetto DN 315					
315	354	110	850/1000/1200	600	
315	354	125	850/1000/1200	600	
Pozzetto DN 425					
425	480	110	850/1000/1200	600	
425	480	125	850/1000/1200	600	
425	480	160	850/1000/1200	500	
Pozzetto DN 600					
600	670	110	850/1000/1200	600	
600	670	125	850/1000/1200	600	
600	670	160	850/1000/1200	500	
600	670	200	850/1000/1200	500	

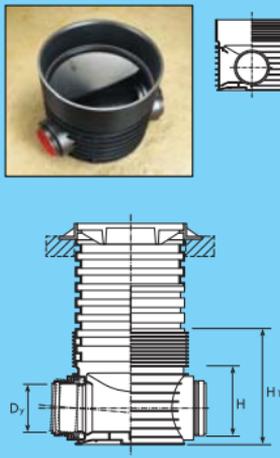
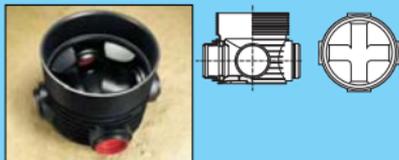
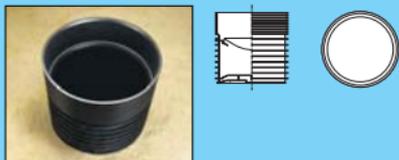
Tab. 23

Caditoia per acque di pioggia realizzata in PVC strutturato ad alta resistenza ai carichi completo di sistema per la sifonatura idraulica

	Diametro interno mm	Diametro esterno mm	Diametro tubazioni mm	Altezza totale mm	Altezza scorrimento mm
Pozzetto DN 315					
315	354	110	850/1000/1200	600	
315	354	125	850/1000/1200	600	
Pozzetto DN 425					
425	480	110	850/1000/1200	600	
425	480	125	850/1000/1200	600	
425	480	160	850/1000/1200	500	
425	480	200	850/1000/1200	500	
Pozzetto DN 600					
600	670	110	850/1000/1200	600	
600	670	125	850/1000/1200	600	
600	670	160	850/1000/1200	500	
600	670	200	850/1000/1200	500	

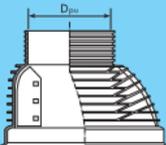
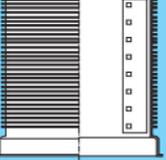
Tab. 24

Pozzetto d'ispezione di Polipropilene DN 600 mm per il controllo e la pulizia all'interno di condotte fognarie a gravità

Tipologia delle basi		Diametro tubazione D ₇ mm	Direzione Flusso	Altezza totale H ₁ mm	Altezza da scorcimento H mm	Peso totale kg
		160		646	560	21
		200		646	545	22
		250		705	600	24
		315		705	635	25
		160	30°	646	560	21
		200	30°	646	545	22
		250	30°	705	600	24
		315	30°	705	635	25
		160	60°	646	560	21
		200	60°	646	545	22
		250	60°	705	600	24
		315	60°	705	635	25
		160	90°	646	560	21
		200	90°	646	545	22
		250	90°	705	600	24
		315	90°	705	635	25
	160	⊥	646	560	21	
	200	⊥	646	545	23	
	250	⊥	705	600	28	
	315	⊥	705	635	29	
	160	+	646	560	22	
	200	+	646	545	24	
	250	+	705	600	28	
	315	+	705	635	32	
	-	-	715	60	20	

Tab. 25

Pozzetto d'ispezione di Polietilene DN 1000 mm per la pulizia all'interno di condotte fognarie a gravità

Tipologia delle basi		Diametro tubazione D_T mm	Angolazione flusso	Altezza totale H_1 mm	Altezza da scorrimento H mm	Peso totale kg
 	Altezza cono mm	Diametro esterno mm	Diametro interno mm	Passo d'uomo D_{po} - mm	Peso totale kg	
	700	1100	1000	638	40	
Guarnizione di tenuta prolunga cono						
Guarnizione di tenuta cono calcestruzzo						
 	Lunghezza prolunga mm	Diametro esterno mm	Diametro interno mm	Passo gradini mm	Peso totale kg	
	125	1100	1000	250	12	
	250	1100	1000	250	21	
	375	1100	1000	250	29	
	500	1100	1000	250	38	
	625	1100	1000	250	46	
	750	1100	1000	250	54	
	875	1100	1000	250	62	
	1000	1100	1000	250	71	
	1000-2 bicc	1100	1000	250	75	
Guarnizione di tenuta base prolunga						
  	160			412	360	51
	200			450	380	53
	250			500	422	60
	315			553	473	67
	400			604	520	72
	500*			950	900	130
	630*			950	900	155
	160*	15° - 30°		412	360	51
	200*	15° - 30°		450	380	53
	250*	15° - 30°		500	422	60
	315	15° - 30°		553	473	67
	400*	15° - 30°		604	520	72
	160*	45°		412	360	51
	200*	45°		450	380	53
	250*	45°		500	422	60
	315	45°		553	473	67
	400*	45°		604	520	72
	160*	90°		412	360	51
	200*	90°		450	380	53
	250*	90°		500	422	60
315*	90°		553	473	67	
400*	90°		604	520	72	

Tab. 26

AquaCell per aree ad intenso traffico

Il sistema AquaCell (colore blu) è stato ideato e progettato per essere posato in aree soggette ad un tipo di traffico pesante e soprattutto per i progetti di grandi dimensioni.

Oltre alle caratteristiche ed ai vantaggi relativi ad entrambi i sistemi, quelli specificamente applicabili ad AquaCell trafficabile comprendono:

- Capacità di carico verticale testato: 56 tonnellate/m².
- Capacità di carico laterale testato: 7,75 tonnellate/m².
- Colore blu, facile da identificare.
- Progettato per tutte le configurazioni ed applicazioni, incluse le installazioni superficiali e molto profonde e progetti di qualsiasi dimensione.

Applicazioni tipiche

- Aree industriali/commerciali
- Valorizzazione residenziale
- Strade

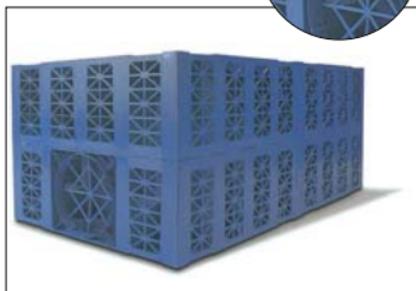
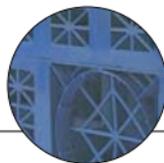


Fig. 39 - AquaCell per aree ad intenso traffico.



Fig. 40 - Aree industriali/commerciali.

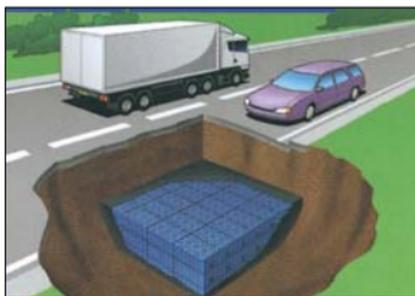


Fig. 41 - Strade.

AquaCell Lite per aree verdi e non trafficate

Il sistema AquaCell Lite (colore verde) è stato ideato e progettato per essere posato principalmente in aree verdi, oppure più in generale in tutte quelle aree dove non è previsto traffico veicolare e di conseguenza non è richiesta una specifica resistenza al carico.

Il nuovo AquaCell Lite offre tutti i vantaggi e la versatilità già sottolineata per AquaCell, ma è stato ideato per offrire una soluzione tecnica più economica.

Le caratteristiche ed i vantaggi di AquaCell Lite non trafficabile comprendono:

- Capacità di carico verticale testata: 17,5 tonnellate/m².
- Capacità di carico laterale testata: 4,0 tonnellate/m².
- Profondità massima di interramento (fondo scavo) 1,5 metri.
- Pratica impugnatura per facilitare il trasporto e la movimentazione.
- Colore verde, facile da identificare.
- Specificatamente progettato per aree verdi a basso carico e profondità limitata, ideale per i progetti di piccole dimensioni.

Applicazioni tipiche

- Giardini privati
- Aree verdi e ricreative
- Rotatorie e svincoli stradali



Fig. 42 - Aree verdi e non trafficate.



Fig. 43 - Aree verdi e ricreative.



Fig. 44 - Rotatorie e svincoli stradali.



Gres Dalmineresine Wavin S.c. a r.l.

DIREZIONE

24040 LEVATE (BG) - Via Dossi

Tel. 035 4549759 - 035 4549773

Fax 035 337085

E-mail info@gdw.it

www.gdw.it



Italsintex
Italcementi Group

Info Tecnico Commerciali

24126 BERGAMO - Via S. Bernardino, 141

Tel. 035 3231730

Fax 035 312213

E-mail infogresintex@italsintex.it



www.tubipvc.it