

# Plastubi

S.R.L.

Manuale tecnico & Consigli d'uso  
per Tubi corrugati di Polietilene

***DOUBLE***

# Manuale tecnico & Consigli d'uso per Tubi corrugati di Polietilene ***DOUBLE***

## INDICE:

- <i>Premessa</i> .....	Pag.3
<b>1. PLASTUBI e <i>DOUBLE</i></b>	
1.1- L'azienda e il Marchio.....	4
1.2- Le Reti Fognarie.....	5
1.3- Il Polietilene.....	5
1.4- Il Prodotto.....	8
<b>2. DATI TECNICI</b>	
2.1- Norme di Riferimento.....	9
2.2- Test di Laboratorio.....	11
2.3- Calcoli Idraulici.....	12
2.3.1- calcolo delle portate.....	12
2.3.2- resistenza alla pressione interna.....	15
2.3.3- calcolo di deformazione e interazione tubo-terreno.....	15
<b>3. CONSIGLI d'USO</b>	
3.1- Posa in Opera.....	21
3.1.1- trasporto e accatastamento .....	21
3.1.2- scavo e letto di posa.....	21
3.1.3- sistema di giunzione.....	22
3.1.4- riempimento dello scavo.....	22
3.1.5- collaudo idraulico.....	23
3.2- Voci di Capitolato.....	24
<b>4. ALLEGATI</b>	
A- Tabella delle Portate.....	25



## *Premessa*

---

Senza una continua ricerca e un dinamico sviluppo di nuove soluzioni non c'è crescita, per questo l'innovazione è da sempre il motore propulsivo dell'industria, finalizzata allo sviluppo di nuovi prodotti con performance sempre maggiori, salvaguardando allo stesso tempo i costi.

Si tratta, insomma, di arrivare al quel giusto rapporto qualità/prezzo che consente al prodotto, da un lato, di possedere i requisiti che lo rendono utilizzabile per una data applicazione, dall'altro, di avere indubbi vantaggi economici.

Questa filosofia, base dello sviluppo delle tubazioni corrugate, è stata adottata dalla Plastubi s.r.l. con **DOUBLE**: un tubo corrugato di Polietilene ad alta densità, per sistemi di fognature e scarichi interrati non in pressione, frutto di oltre 25 anni di esperienza nel settore della trasformazione delle materie plastiche.

La qualità del materiale utilizzato, il rispetto dell'ambiente, il risparmio di materie prime che tale soluzione comporta, l'efficienza meccanica e chimica, la possibilità di ottenere tubazioni leggere e facili da installare sono i punti di forza di **DOUBLE**.

**DOUBLE** è la soluzione massima che porta alla giusta sintesi tra le prestazioni offerte del materiale ed il prezzo del prodotto finale.

Questa prima edizione, vuole evidenziare le qualità del nuovo prodotto, così come le necessità dei progettisti ed installatori, che sono chiamati ad informarsi con particolare attenzione sulle caratteristiche del tubo, prima di procedere al suo utilizzo.

L'obiettivo del manuale è soprattutto quello informativo e promozionale, a favore dei nuovi progettisti ed installatori, affinché utilizzino un prodotto innovativo ed efficiente.

**DOUBLE** dovrà convincere chi lo andrà ad utilizzare, che è proprio la soluzione della quale aveva bisogno.

*Non basta produrre innovazione, ma occorre promuoverla e renderla il più trasparente possibile.*

## 1. PLASTUBI e DOUBLE

### 1.1 L'azienda e il Marchio

La **PLASTUBI s.r.l.** é una giovane e moderna fabbrica, situata nella provincia di Vibo Valentia, nata da una forte esperienza nel campo di tubazioni in materiale plastico, nella quale vengono prodotti i tubi corrugati di Polietilene, utilizzati nei settori cavidottistici, drenaggi e per sistemi di fognature.

La PLASTUBI è riuscita ad emergere nel mercato grazie all'appartenenza al Gruppo Calafati, di cui fanno parte insieme ad essa:

la So. Pre. Ma. EDIL SUD s.n.c., in cui si realizzava la produzione di tubi in PVC;

e la RA. CAL. s.a.s., in cui viene realizzata la produzione di tubi e raccordi in PP-R e PE.



Il 30 Giugno 2006 la PLASTUBI ha introdotto un Sistema di Gestione Ambientale nell'ambito della produzione e vendita di tubi corrugati in polietilene, che soddisfa i requisiti della norma UNI EN ISO 14001:2004, e non tarderà ad ottenere il marchio di qualità del prodotto.



**DOUBLE** è il nome commerciale del tubo corrugato di Polietilene per fognature prodotto dalla PLASTUBI. Accanto al tubo **DOUBLE**, tra i prodotti realizzati si inseriscono:

**DOUBLECav** – tubi corrugati di Polietilene, utilizzati per il passaggio e la protezione di cavi elettrici e telefonici.



&



**DOUBLEDren** – tubi corrugati di Polietilene fessurati, utilizzati per sistemi di drenaggio.



### 1.2 Le Reti Fognarie

E' importante che progettisti e utenti sappiano che una rete fognaria, affinché risulti tecnicamente efficiente e soddisfacente necessita sì di un'attenzione particolare nel momento della installazione, ma è altrettanto vero che in fase di progettazione è necessario scegliere con accuratezza le tubazioni che meglio si adattano a tal fine.

Per fare ciò, vengono evidenziati alcuni requisiti che le tubazioni per fognature devono soddisfare :

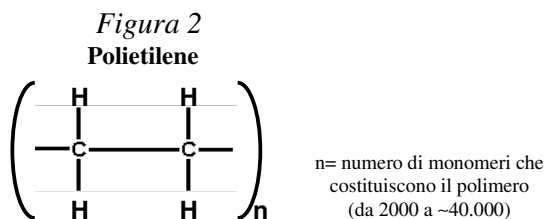
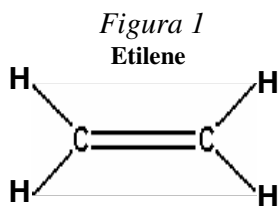
- caratteristiche idrauliche a breve e lungo termine;
- resistenza a carichi esterni;
- resistenza a possibili pressioni interne, in caso di eccezionali sovrappressioni;
- tenuta idraulica delle giunzioni;
- scarsa aderenza delle incrostazioni;
- resistenza all'abrasione;
- ridotta fragilità e notevole resistenza alle aggressioni in genere;
- facilità e rapidità di installazione.

Nel seguito del manuale verranno trattate tutte le caratteristiche possedute da *DOUBLE*, che gli permettono di soddisfare appieno i predetti requisiti.

### 1.3 Il Polietilene

E' da oltre trent'anni che il Polietilene, grazie alle sue ottime caratteristiche e vantaggi intrinseci, permette il suo utilizzo per la realizzazione di tubazioni in genere, quali reti di distribuzioni di acqua e di trasporto di gas, reti di scarico e fognarie.

Il Polietilene è un polimero termoplastico sintetizzato con prodotti ottenuti dal processo di cracking del petrolio grezzo, il quale nasce dalla polimerizzazione dell'etilene (*Fig.1*), cioè dal legame di un numero elevato di molecole di etilene che formano una catena polimerica, macromolecola o polimero (*Fig.2*).



Il materiale utilizzato dalla PLASTUBI è un prodotto della Polimeri Europa s.p.a., ossia PEHD ERACLENE BC 82, omologato IIP, di cui vengono elencate le proprietà meccaniche e chimico-fisiche:

Proprietà meccaniche:

- Modulo di elasticità a trazione pari a ~ 700 *Mpa*;
- Modulo di elasticità a flessione pari a ~ 1050 *Mpa*;
- Allungamento a rottura superiore al 680%;
- Carico di rottura a trazione (50 *mm/min*) pari a ~ 33 *Mpa*.

## PLASTUBI e DOUBLE

### Proprietà chimico-fisiche:

- Densità media a 25°C superiore a 930 kg/m<sup>3</sup>;
- Indice di fluidità a 190°C con carico di 50 N compreso nell'intervallo (0,3;1,6) g/10<sup>5</sup>;
- Punto di rammollimento Vicat a 127°C;
- Tenore in carbon black variabile da 2% a 2,5%;
- Stabilità termica a 200°C superiore a 20 minuti.

Grazie alle predette proprietà del materiale il tubo corrugato *DOUBLE* presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza ad agenti chimici:

il polietilene è in grado di conferire al tubo una elevata resistenza a diverse sostanze chimiche, permettendone l'utilizzo per il convogliamento di fluidi aggressivi. Nella tabella seguente (*Tab.1*) sono riportate alcune sostanze, tra le più corrosive, ed il comportamento del polietilene a diverse temperature:

*Tabella 1*

### Resistenza chimica del Polietilene

SOSTANZA	20°C	60°C	SOSTANZA	20°C	60°C
Acetato di etile	Poco Resist.	Non Resist.	Diclorobenzolo	Poco Resist.	Non Resist.
Acetone	Resistente	Resistente	Dicloroetilene	Non Resist.	Non Resist.
Acido citrico	Resistente	Resistente	Diisobutilchetone	Resistente	P/N Resist.
Acido clorosolfonico	Non Resist.	Non Resist.	Etere di petrolio	Resistente	Poco Resist.
Acido cromico	Resistente	Non Resist.	Etere isopropilico	Res./P.Res.	Non Resist.
Acido fluoridrico (70%)	Resistente	Poco Resist.	Fluoro	Non Resist.	Non Resist.
Acido nitrico (50%)	Poco Resist.	Non Resist.	Frigen	Poco Resist.	Non Resist.
Acido perclorico (70%)	Resistente	Non Resist.	Metanolo	Resistente	Resistente
Acido solforico (98%)	Resistente	Non Resist.	Metilbutanolo	Resistente	Poco Resist.
Acido tricloroacetico	Resistente	P/N Resist.	Metiletilchetone	Resistente	P/N Resist.
Acqua ossig. (100%)	Resistente	Non Resist.	Naftalina	Resistente	Poco Resist.
Acqua regia	Non Resist.	Non Resist.	Nitrato di potassio	Resistente	Resistente
Anidride solforica	Non Resist.	Non Resist.	Nitrobenzolo	Resistente	Poco Resist.
Amido	Resistente	Resistente	Oleum	Non Resist.	Non Resist.
Benzolo	Poco Resist.	Poco Resist.	Otticresolo	Poco Resist.	Non Resist.
Bromo	Resistente	Resistente	Ozono	Poco Resist.	Non Resist.
Butanolo	Resistente	Resistente	Petrolio	Resistente	Poco Resist.
Cera d'api	Resistente	P/N Resist.	Propanolo	Resistente	Resistente
Chetoni	Resistente	Res./P.Res.	Solfati	Resistente	Resistente
Cianuro di potassio	Resistente	Resistente	Tetrabromoetano	P/N Resist.	Non Resist.
Clorobenzolo	Poco Resist.	Non Resist.	Tetracloroetano	Res./P.Res.	Non Resist.
Cloroformio	P/N Resist.	Non Resist.	Tetraidrofurano	Res./P.Res.	Non Resist.
Cloro gassoso umido	Poco Resist.	Non Resist.	Tributtilsolfato	Resistente	Resistente
Cloro liquido	Non Resist.	Non Resist.	Tricloroetilene	P/N Resist.	Non Resist.
Cloro secco	Poco Resist.	Non Resist.	Trietanolammina	Resistente	Resistente
Cloruro di tionile	Non Resist.	Non Resist.	Zolfo	Resistente	Resistente

## PLASTUBI e DOUBLE

- Resistenza alle basse temperature:  
la temperatura di fragilità del Polietilene risulta inferiore a  $-110^{\circ}\text{C}$ , in base al metodo di calcolo ASTM D746.
- Resistenza alle radiazioni:  
i tubi *DOUBLE* riescono a sopportare radiazioni fino a  $8-9 \text{ KJ/kg}$ , per questo vengono anche utilizzati per lo smaltimento di acque di scarico radioattive.
- Resistenza agli agenti atmosferici e dilatazione termica:  
gli agenti atmosferici, ed in particolare i raggi UV non comportano alcuna alterazione e/o intaccamento dei tubi *DOUBLE*; anche se il Polietilene ha un elevato coefficiente di dilatazione lineare che può avere ripercussioni su condotte non interrate, soggette a maggiori e continue variazioni termiche, ciò viene limitato dalla struttura corrugata del tubo. Infatti la parete esterna con le sue corrugazioni limita la dilatazione lineare lungo l'asse, producendo un effetto misto di allungamento: assiale e radiale. Ne risulta quindi, che, rispetto al tubo liscio in PE si ha un allungamento ridotto del 50%.
- Assenza di rilascio di gas, vapore e/o residui:  
i tubi *DOUBLE* non rilasciano alcun residuo che possa alterare il fluido convogliato, ed inoltre pur essendo materiale infiammabile non sviluppa nessun gas o vapori corrosivi, infatti la sua combustione rilascia solo  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .
- Resistenza all'abrasione:  
il Polietilene grazie al suo basso modulo elastico, alla bassa scabrezza e alla idrofobia permette al tubo *DOUBLE* di ridurre l'interazione tra il liquido trasportato e la sua parete interna. Dagli studi di resistenza all'abrasione dei diversi materiali utilizzati nelle condotte di scarico si evince la superiorità del Polietilene rispetto ai suoi "concorrenti" (Tab.2), a parità di condizioni (sabbia in acqua, rapporto 15/85%, velocità 10 m/s):

Tabella 2

### Resistenza all'abrasione del Polietilene

Materiale utilizzato per condotte di scarico.	Tempo, in ore, di rimozione a parità di spessore.
CEMENTO	$\cong 20 \text{ h}$
PRFV	$\cong 25 \text{ h}$
ACCIAIO	$\cong 34 \text{ h}$
PVC	$\cong 50 \text{ h}$
GRES	$\cong 60 \text{ h}$
PE	$\cong 100 \text{ h}$



## PLASTUBI e DOUBLE

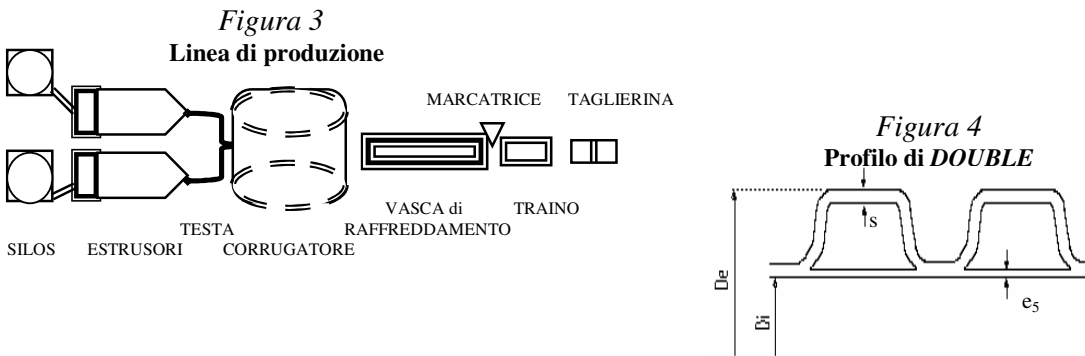
### 1.4 Il Prodotto

Il tubo corrugato *DOUBLE* viene prodotto (Fig.3) per coestrusione di due pareti, che attraverso il passaggio in un corrugatore si delinea il profilo della costolatura esterna con sommità piatta. La parete esterna (nera) aderisce sugli stampi del corrugatore attraverso un sistema di vuoti esterni e di aria interna, mentre la parete interna (arancione) scorre su un mandrino raffreddato ad acqua.

Uscite dal corrugatore le due pareti saldate tra loro (Fig.4), iniziano la fase di raffreddamento e, passano all'interno di una vasca dove viene spruzzata acqua a bassa temperatura in modo uniforme su tutta la superficie del tubo.

Il passaggio successivo al raffreddamento è la marcatura del tubo, su cui vengono riportati: l'azienda (PLASTUBI) e il marchio (*DOUBLE*), il diametro nominale (esterno), il riferimento normativo (prEN 13476-1), il materiale utilizzato (PEHD), la classe di rigidità (SN 4 o 8) e la data di produzione (gg/mm/aaaa).

Dopo essere stato marcato il tubo viene trascinato grazie al traino, fino a raggiungere la taglierina, ove il tubo viene tagliato all'altezza della gola della corrugazione. (Fig.3)



Vengono così prodotti i tubi corrugati *DOUBLE*, nelle lunghezze di 6 e/o 12 metri, nei diversi diametri, di seguito riportati (Tab.3) con i rispettivi valori dimensionali del profilo (Fig.4), secondo i valori minimi previsti dalla norma prEN 13476-1

Tabella 3

DN,est.	D <sub>e</sub> , min	D <sub>e</sub> , max	s, min	e <sub>s</sub> , min	D <sub>int.</sub> , min	D <sub>i</sub> , <i>DOUBLE</i>
125	124,3	125,4	1,1	1	105	107
160	159,1	160,5	1,2	1	134	138
200	198,8	200,6	1,4	1,1	167	178
250	248,5	250,8	1,7	1,4	209	217
315	313,2	316	1,9	1,6	263	275
400*	397,6	401,2	2,3	2	335	348
500*	497	501,5	2,8	2,8	418	433
630*	626,3	631,9	3,3	3,3	527	545
800*	795,2	802,4	4,1	4,1	669	678
1000*	994	1003	5	5	837	851
1200*	1192,8	1203,6	5	5	1005	1030

Le misure sono espresse in mm.

\*E' un prodotto Sirci

## DATI TECNICI

---

### 2. DATI TECNICI

#### 2.1 Norme di Riferimento

Le normative di riferimento per *DOUBLE* sono la prEN 13476-1 a livello europeo, e la UNI 10968-1 a livello nazionale, ove quest'ultima altro non è che la traduzione in italiano della prima.

La norma definisce i requisiti che tubi e raccordi in PVC-U, PP e/o PE a parete corrugata devono soddisfare nel campo della fognatura e degli scarichi interrati non in pressione.

Secondo tale normativa le tubazioni prevedono diverse classificazioni:

- In base alla serie nominale del diametro vi sono:
  - tubazioni normalizzate sulla base del diametro interno (DN/ID),
  - tubazioni normalizzate sulla base del diametro esterno (DN/OD).

*DOUBLE* è normalizzato sul diametro esterno.

- In base alla geometria del profilo esterno esistono 3 tipi di pareti:
  - tipo A1: costruzione a sandwich o a parete cava con cavità assiali, tipico dei tubi in PVC, ed è in ogni modo normalizzato solo sul diametro esterno;
  - tipo A2: costruzione a parete cava con cavità disposte a spirale, è utilizzato per tubi in PE e PP, con normalizzazione sul diametro interno, tipo tedesco;
  - tipo B: costruzione con costola a corrugazione elicoidale od anulare piena o cava, è il più generale e viene utilizzato per tubi in qualsiasi resina. Per PVC la sezione tipica è quella con costola piena, per PE e PP quella con costola cava coestrusa od applicata.

Il profilo di *DOUBLE* è di tipo B.

- In base al campo di utilizzo per cui possono essere destinati vengono distinti in:
  - tubi utilizzati all'esterno della struttura del fabbricato indicati con il codice U,
  - tubi utilizzati all'interno del fabbricato indicati dal codice D.

*DOUBLE* è indicato con il codice D.

- Tra le caratteristiche specificate dalla normativa vigente, di particolare importanza è la determinazione della rigidità anulare, parametro che indica la resistenza del tubo allo schiacciamento dovuto a carichi esterni. In base alla norma prEN 13476-1 si definiscono i seguenti valori di rigidità anulare:
  - per tubi di  $\varnothing \leq 500 \text{ mm}$  si hanno SN4, SN8, SN16;
  - per tubi di  $\varnothing > 500 \text{ mm}$  si hanno SN2, SN4, SN8, SN16.

\*(SN indica la rigidità anulare calcolata in  $\text{KN/m}^2$ )

*DOUBLE* è fornito per le classi di rigidità SN4 ed SN8.

Inoltre, in aggiunta alle proprietà meccaniche e chimico-fisiche che il materiale utilizzato deve possedere (§1.3), la normativa prevede alcuni requisiti di conformità del tubo, ossia

## DATI TECNICI

caratteristiche meccaniche e fisiche, che le tubazioni devono possedere, di seguito riportate (Tab.4 e 5), con i rispettivi parametri di prova in base alla norma di riferimento che ne definisce il metodo:

Tabella 4

### Requisiti meccanici

Caratteristiche meccaniche (tipo di prova)	Requisiti prescritti	Parametri di prova		Metodo di prova in riferimento alla norma:
		Caratteristiche	Valore	
Creep Ratio o Valore di creep	$\leq 4$ , per un'estrapolazione a due anni.	Conforme a EN ISO 9967		EN ISO 9967
Rigidezza circonferenziale	$\geq$ di quella di classificazione.	Conforme a EN ISO 9969		EN ISO 9969
Flessibilità anello	Curvatura regolare, con assenza di crepe a fine prova. (vedi prEN13476-1)	Deformazione =	30% del $D_{est}$	EN 1446
Resistenza all'urto (prova d'urto)	TIR $\leq 10\%$	Temperatura = Condizionamento = Tipo di Percussore = Massa del Percussore: $\varnothing 125 =$ $\varnothing 160 =$ $\varnothing 200 =$ $\varnothing 250 =$ $\varnothing \geq 315 =$ Altezza di caduta: $\varnothing \geq 125 =$	$(-1;+1)^{\circ}C$ Acqua/Aria d90 0,8 kg 1 kg 1,6 kg 2,5 kg 3,2 kg 2 m	EN 744
Tenuta idraulica del giunto		Temperatura = Deformazione tubo = Deformazione giunto =	$(21;25)^{\circ}C$ $10\% D_{est}$ $5\% D_{est}$	EN 1277 condizione B
	Nessuna perdita per 15 minuti Nessuna perdita per 15 minuti	Pressione acqua = Pressione acqua =	0,05 bar 0,5 bar	
	$\leq -0,27$ bar	Pressione aria =	-0,3 bar	
		Temperatura = Flessione angolare: $D_{est} \leq 315$ $315 < D_{est} \leq 630$ $630 < D_{est}$	$(21;25)^{\circ}C$ 2° 1,5° 1°	EN 1277 condizione C
	Nessuna perdita per 15 minuti Nessuna perdita per 15 minuti	Pressione acqua = Pressione acqua =	0,05 bar 0,5 bar	
	$\leq -0,27$ bar	Pressione aria =	-0,3 bar	

## DATI TECNICI

Tabella 5

### Requisiti fisici

Caratteristiche fisiche (tipo di prova)	Requisiti prescritti	Parametri di prova		Metodo di prova in riferimento alla norma:
		Caratteristiche	Valore	
Oven Test o Prova al forno	Il tubo non deve presentare crepe, rotture, delaminazioni o bolle. (max 3%)	Temperatura = Tempo di immersione: * $\leq 8\text{ mm}$ = * $> 8\text{ mm}$ =	(108;112) $^{\circ}\text{C}$  30 min. 60 min.	ISO 12091
Melt Index o Indice di fluidità	Massima differenza dal valore iniziale 0,25 g / 10 min. max	Temperatura = Carico =	190 $^{\circ}\text{C}$ 5 kg	ISO 1133

\* indica lo spessore massimo di parete del tubo

## 2.2 Test di Laboratorio

La produzione di *DOUBLE* viene controllata periodicamente, attraverso controlli campionari di processo e di prodotto, in modo tale da garantire ottime performances.

Attraverso i controlli di processo vengono monitorati periodicamente i parametri di produzione, quali temperature, velocità di estrusione e di raffreddamento, pressioni e anomalie di produzione che possono pervenire.

Per quanto riguarda i controlli di prodotto, questi avvengono in due distinte fasi:

i primi, immediati, vengono effettuati a bordo macchina e prevedono controlli dimensionali sul diametro interno, esterno e sugli spessori “ $e_5$ ” e “ $s$ ” (Fig.4), nonché controlli sui pesi e sulla lunghezza, e inoltre viene constatata l’assenza di difetti, crepe e/o fessurazioni;

gli altri, vengono effettuati in un secondo momento ed eseguiti attraverso laboratori esterni, che eseguono, a termine di ogni ciclo produttivo, alcune delle prove previste dalla normativa vigente.

*DOUBLE* è un prodotto testato presso i laboratori dell’università della Calabria, infatti la PLASTUBI ha iniziato una collaborazione con l’UNI.CAL., attraverso il dipartimento di strutture, con cui effettua periodicamente i test e le prove sui propri materiali e prodotti, grazie all’ausilio e alla disponibilità delle attrezzature e dei tecnici del “Laboratorio Ufficiale prove materiali e strutture”.

Inoltre la collaborazione con l’università prevede la formazione di personale specializzato, nell’ambito della gestione, della produzione e dell’installazione di *DOUBLE*, attraverso stages aziendali e tirocini.

### 2.3 Calcoli Idraulici

#### ↳ 2.3.1 Calcolo delle portate a tirante idraulico

Il tubo *DOUBLE* viene utilizzato per condotte fognarie, le quali, nella maggior parte dei casi, sono condotte non in pressione. Il flusso che le attraversa non occupa tutta la sezione interna del tubo, ma ne riempie solo una parte. Tale flusso resta in parte a contatto con l'aria e si trova dunque a pressione atmosferica, e si comporta come un canale a sezione circolare, ove il liquido convogliato bagna solo una parte di tubo. Un corso d'acqua sì fatto viene definito "corrente a pelo libero", la cui formula per calcolarne il moto uniforme è l'equazione di Chezy:

$$V = K \sqrt{R_h \cdot i}$$

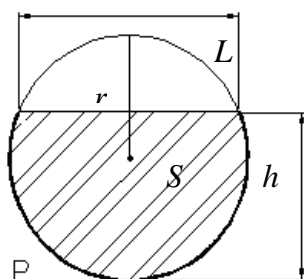
dove:

$V$  rappresenta la velocità media del fluido, espressa in *m/sec.*;

$i$  è la pendenza del fondo, in genere nelle fognature è compresa nell'intervallo (0,001;0,1);

$R_h$  è il raggio idraulico, espresso in *m*, pari al rapporto ( $S/P$ ), tra la superficie della sezione bagnata del tubo ( $S$ , espressa in  $m^2$ ) e il perimetro della stessa ( $P$ , espresso in *m*), (Fig.5);

Figura 5



$$S = \frac{1}{2} r^2 \left\{ \left[ \left( \frac{\pi}{90^\circ} \right) \arccos \left( 1 - \frac{h}{r} \right) \right] - \text{sen} \left[ 2 \cdot \arccos \left( 1 - \frac{h}{r} \right) \right] \right\}$$

$$P = r \left[ \left( \frac{\pi}{90^\circ} \right) \arccos \left( 1 - \frac{h}{r} \right) \right]$$

$$L = r \left[ 2 \cdot \text{sen} \cdot \arccos \left( 1 - \frac{h}{r} \right) \right]$$

$h$  = tirante idraulico, ossia l'affondamento del punto più depresso delle sezioni a pelo libero.

In caso di deformazione per schiacciamento, la superficie dell'elissoide che ne risulta tende a diminuire rispetto la superficie del cerchio, e poiché il perimetro resta inalterato, il raggio idraulico diminuisce in proporzione diretta. Comunque, una percentuale di deformazione entro i limiti del 5-6% risulterà poco influente sulle perdite di carico, per cui si possono approssimare i parametri di flusso anche in caso di piccole deformazioni.

$K$  rappresenta il coefficiente di conduttanza, ricavato, in genere, dalla formula di Colebrook-Marchi:

$$K = 5,7 \cdot \log \left[ \left( \frac{K}{C_f} \cdot R_e \right) + \left( \frac{S_e}{13,3} \cdot R_h \cdot C_f \right) \right]$$

## DATI TECNICI

che dipende a sua volta da:

$S_e$  = scabrezza omogenea equivalente;

$R_e$  = numero di Reynolds;

$C_f$  = coefficiente di forma del canale;

$R_h$  = raggio idraulico.

Nel caso di moto assolutamente turbolento, vi sono diverse formule empiriche per calcolare il coefficiente di conduttanza  $K$ , le più usate sono quelle di:

i) Bazin:

$$K = K_B = \frac{87}{1 + \frac{S_B}{\sqrt{R_h}}}$$

ii) Gauckler-Strickler:

$$K = K_{GS} = S_{GS} \cdot \sqrt[6]{R_h}$$

Dove  $S_B$  e  $S_{GS}$  sono dei parametri legati alla scabrezza della canalizzazione.

Per canali che convogliano acque bianche, si consigliano i valori riportati in *Tab.6*:

*Tabella 6*

### Parametri di scabrezza per canali e condotte di acque bianche

<b>Tipi di canalizzazione (pareti della condotta)</b>	<b>Bazin <math>S_B</math> (<math>\sqrt{m}</math>)</b>	<b>Gauckler-Strickler <math>S_{GS}</math> (<math>\sqrt[3]{m/s}</math>)</b>
Pareti di cemento perfettamente liscio. Pareti metalliche lisce. Pareti di legno piallato.	0,06	(100;90)
Pareti di cemento non perfettamente liscio. Muratura in mattoni molto regolare. Pareti metalliche con chiodatura ordinaria.	0,16	(85;75)
Pareti di cemento in cattive condizioni. Muratura più o meno curata. Pareti di legno grezzo.	(0,23;0,36)	(70;65)
Pareti di cemento in parte intaccate, con depositi sul fondo. Muratura irregolare (o a base di pietrame). Terra regolare senza vegetazione.	0,46	60

\*Fonte (Marchi e Rubatta 1981)

Le pareti di *DOUBLE* si inseriscono tra i primi due tipi di canalizzazione.

## DATI TECNICI

Per quanto riguarda le fognature, i valori di scabrezza del materiale nuovo, sono poco significativi poiché, con l'uso, si formano sul fondo depositi ed uno strato biologico, che influiscono sulla scabrezza della canalizzazione. Tale aumento di scabrezza dovuto all'uso, dipende principalmente dalla facilità con cui le varie sostanze organiche aderiscono alle pareti della condotta e, soprattutto, dalle velocità che caratterizzano le portate. In base a ciò i parametri di scabrezza consigliati per le fognature in base al materiale utilizzato, vengono riportati in *Tab.7*:

*Tabella 7*

### Parametri di scabrezza per canali e condotte di fognature

<b>Materiale delle condotte</b>	<b>Bazin</b> $S_B (\sqrt{m})$	<b>Gauckler-Strickler</b> $S_{GS} (\sqrt[3]{m/s})$
Calcestruzzo monolitico:		
- con casseforme lisce	(0,1; 0,23)	(90;70)
- con casseforme scabre	(0,23; 0,46)	(70; 60)
Muratura in mattoni	(0,23; 0,46)	(70; 60)
Tubi in calcestruzzo	(0,1; 0,40)	(90; 67)
Tubi in gres	(0,1; 0,40)	(90; 67)
Tubi in Tubi in materie plastiche	(0,1; 0,40)	(90; 67)
Tubi in ghisa	(0,1; 0,40)	(90; 67)
Tubi in fibrocemento	(0,1; 0,40)	(90; 67)

Per i tubi *DOUBLE* è consigliato usare valori prudenziali dei coefficienti di scabrezza, quali:

$$S_B = 0,1\sqrt{m} \quad \text{e} \quad S_{GS} = 80 \sqrt[3]{m/s}$$

Abbiamo quindi le seguenti formule per calcolare le velocità e le portate:

i) con il metodo di Bazin:

$$V_B = \frac{87 \cdot R_h \cdot \sqrt{i}}{\sqrt{R_h} + S_B} \quad \text{da cui segue che} \quad Q_B = \frac{87 \cdot S \cdot R_h \sqrt{i}}{\sqrt{R_h} + S_B}$$

ii) con il metodo di Gauckler-Strickler\*:

$$V_{GS} = S_{GS} \cdot \sqrt[6]{R_h} \cdot \sqrt{R_h \cdot i} \quad \text{da cui segue che} \quad Q_{GS} = S_{GS} \cdot S \cdot \sqrt[6]{R_h} \cdot \sqrt{R_h \cdot i}$$

\*Calcoli riportati in ALLEGATO A.

### 2.3 Calcoli Idraulici

#### ↳ 2.3.2 Resistenza alla pressione interna

Anche se la normativa prevede una certa pressione, pari a 0,5 bar, che i giunti devono sopportare, come è stato già accennato nel paragrafo precedente, le fognature non sono reti in pressione. Tuttavia per verificare la resistenza alla pressione interna si può effettuare il calcolo della pressione ammissibile sullo spessore della parete interna ( $e_1$  in Fig.4):

$$P_{amm} = \frac{2 \cdot e_5 \cdot T_{amm}}{D_i \cdot e_5}$$

dove:

$P_{amm}$  è la Pressione interna ammissibile, espressa in Pa.

$e_5$  è lo spessore della sola parete interna, espresso in m.

$D_i$  è il diametro interno, espresso in m.

$T_{amm}$  è la tensione ammissibile in parete, espressa in Pa e calcolata con la stessa formula utilizzata per il calcolo della tensione di parete che si applica ai tubi a parete piena.

E' bene considerare, che tale risultati sono solo approssimativi e sottostimati, non tenendo conto dell'irrigidimento delle costole e quindi di parte della pressione sopportata da esse.

### 2.3 Calcoli Idraulici

#### ↳ 2.3.3 Calcolo della deformazione e interazione tubo-terreno

L'installazione di un tubo flessibile non può prescindere dalle interazioni tra il tubo ed il terreno. Infatti le tubazioni interrate sono soggette a carichi esterni, quali peso del materiale di ricoprimento (carichi statici) e peso di carichi che vi transitano sopra o in prossimità (carichi dinamici), che producono possibili deformazioni sui tubi.

Tali deformazioni raggiungono valori sensibili, per tubi flessibili, limitate a loro volta dalla contropinta del materiale di rinfiacco. Le interazioni tubo-terreno prevedono quindi, che per diminuire le deformazioni, così come le tensioni, ed aumentare la resistenza della condotta alle sollecitazioni esterne, si necessita di maggiore stabilità del materiale di riempimento e della struttura intorno al tubo.

Elemento chiave risulta quindi la larghezza della trincea, a parità di altre condizioni, minore è la larghezza della trincea, maggiore sarà la resistenza alla deformazione sotto carico.

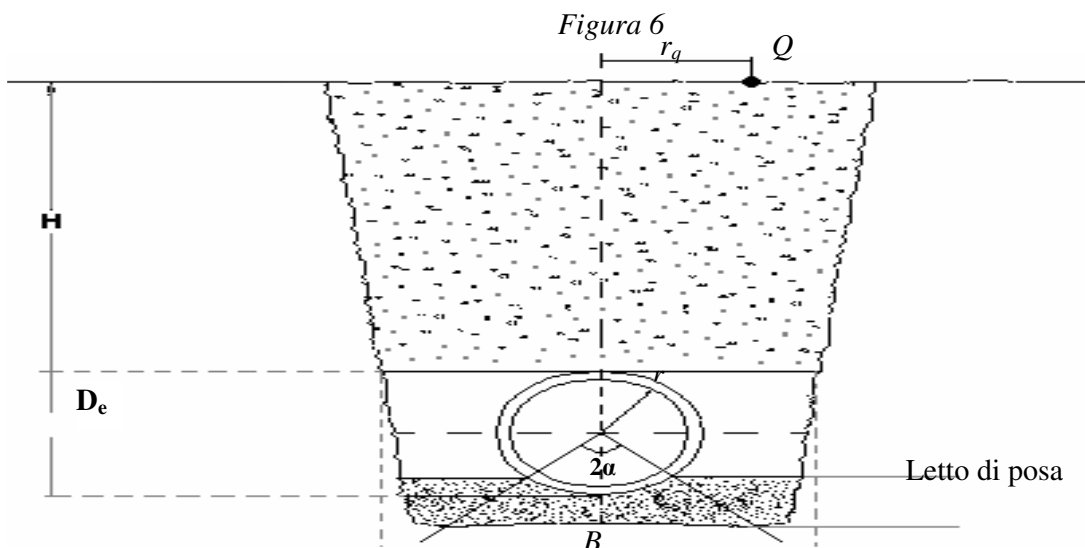
Le trincee, secondo ATV si classificano in 2 categorie : (B in Fig.6)

- 1) trincea stretta, con  $B \leq 4 D_{est}$ .
- 2) trincea larga o terrapieno, con  $B > 4 D_{est}$ .

In ogni modo, i dati relativi alle trincee, non compaiono direttamente nella formula per il calcolo della deformazione, influiscono invece sul calcolo del carico.



## DATI TECNICI



La formula che meglio ci permette di calcolare la deformazione dei tubi *DOUBLE* è l'equazione di Spangler, modificata ed integrata da Barnard ed altri, in cui le variabili utilizzate sono calcolate in base ai dati relativi a trincea, materiali di riempimento e compattazione, carichi in genere etc...

Tale formula si presenta come un rapporto, in cui al numeratore si ha il carico gravante sul tubo e al denominatore la somma tra la rigidezza del tubo e la rigidezza del terreno:

$$\Delta D_e = \frac{(a \cdot C_s + C_d) \cdot K_f}{(8 \cdot SN_i) + (0,061 \cdot E')}$$

in cui:

$\Delta D_e$  è la deformazione, pari alla variazione del diametro esterno espressa in *m*;

*a* è il fattore di autocompattazione o di incremento del carico, varia da 1,5 per compattazioni moderate, a 2 per compattazioni medie con limitata altezza di copertura;

$C_s$  è il carico statico del terreno, espresso in *N/m*;

$C_d$  è il carico dinamico dovuto al traffico, espresso in *N/m*;

$K_f$  è la costante di fondo, che dipende dall'angolo di supporto;

$SN_i$  è la rigidezza circonferenziale a lungo termine, riferita all'*i*-esimo diametro, *kN/m<sup>2</sup>*;

$E'$  è il modulo secante del terreno, espresso in *kN/m<sup>2</sup>*, e pari a (*e* × *r*);

*e* è il modulo elastico del terreno;

*r* è il raggio della condotta.

La deformazione così calcolata deve dare un risultato di schiacciamento relativo inferiore al 5% del diametro esterno.

Di seguito vengono esplicate le variabili utilizzate nella formula per il calcolo della deformazione:

## DATI TECNICI

### Carico Statico ( $C_s$ ):

Il carico del terreno che grava sul tubo viene definito carico statico ed è rappresentato dal peso del terreno che ricopre il tubo, moltiplicato in modo specifico per un coefficiente che è funzione delle caratteristiche del terreno e dello scavo.

$$C_s = C_c \cdot \rho_t \cdot D_e \cdot B$$

in cui:

$C_s$  è il carico statico del terreno, espresso in  $N/m$ ;

$C_c$  è il coefficiente di carico del terreno;

$\rho_t$  è il peso specifico del materiale di riempimento, espresso in  $N/m^3$ ;

$D_e$  è il diametro esterno del tubo, espresso in  $m$ ;

$B$  è la larghezza dello scavo misurato in corrispondenza dell'estradosso superiore del tubo, espressa in  $m$ .

Il valore di  $C_c$ , che nel caso di trincea larga o terrapieno è pari ad 1, si ricava dalla seguente relazione:

$$C_c = \frac{1 - e^{\left(\frac{-2 \cdot K_R \cdot H \cdot \mu}{B}\right)}}{2 \cdot K_R \cdot \mu}$$

in cui:

$C_c$  è il coefficiente di carico del terreno;

$K_R$  è il coefficiente di Rankie, pari a  $(1 - \sin \varphi) / (1 + \sin \varphi)$ ;

$H$  è l'altezza dello scavo misurata dall'estradosso superiore del tubo, espressa in  $m$ ;

$\mu$  è il coefficiente d'attrito tra il fianco dello scavo e il materiale di riempimento;

$\varphi$  è l'angolo di attrito interno del materiale di riporto, espresso in  $rad$ ;

$B$  è la larghezza dello scavo misurato sull'estradosso superiore del tubo, espressa in  $m$ .

*Tabella 8.1*

### Dati sui tipi di materiale di riempimento

<b>Tipo di materiale</b>	<b>Peso Specifico del materiale: <math>\rho_t</math> (<math>N/m^3</math>)</b>	<b>Angolo di attrito del materiale: <math>\varphi^\circ</math></b>	<b>Coefficiente d'attrito tra materiale e trincea <math>\mu</math></b>	<b>Coefficiente di Rankie: <math>K_R</math></b>
Argilla secca	15.700	22	0,41	0,45
Argilla umida	19.600	12	0,21	0,66
Ciottoli	17.200	37	0,75	0,25
Fango	15.700	25	0,47	0,41
Gesso	19.600	18	0,33	0,53
Ghiaia	17.200	25	0,47	0,41
Ghiaia con sabbia	16.700	26	0,49	0,39

## DATI TECNICI

Tabella 8.2

### Dati sui tipi di terreno di riempimento

<b>Tipo di materiale</b>	<b>Peso Specifico del materiale:</b> $\rho_t$ ( $N/m^3$ )	<b>Angolo di attrito del materiale:</b> $\varphi^\circ$	<b>Coefficiente d'attrito tra materiale e trincea</b> $\mu$	<b>Coefficiente di Rankie:</b> $K_R$
Sabbia compatta	17.200	33	0,65	0,29
Sabbia secca	14.700	31	0,60	0,32
Sabbia umida	18.700	34	0,67	0,28
Sassi	15.700	37	0,75	0,25
Terra alla rinfusa	15.700	31	0,60	0,32
Terra compatta	18.150	32	0,62	0,31
Terra secca sciolta	12.750	12	0,21	0,66
Terra secca costipata	17.200	15	0,26	0,59
Terra umida costipata	19.600	33	0,65	0,29

### Carico Dinamico ( $C_d$ ):

Il carico dinamico, denominato tale per indicare il carico dovuto al traffico, va ad unirsi al carico statico nel calcolo della deformazione del tubo.

La notazione “dinamico”, non è del tutto appropriata, in quanto non comprende tutto il carico esterno che grava sulla trincea; risulta più opportuno definirlo carico superficiale, che comprende, oltre al carico dinamico, anche il carico statico esterno, dovuto alle strutture poste sulla trincea.

Attraverso la teoria di Boussinesq, si deriva la formula per il calcolo del carico superficiale, pari a:

$$C_d = \sigma \cdot D_e$$

dove:

$C_d$  è il carico dinamico (o superficiale), espresso in  $N/m$ ;

$D_e$  è il diametro esterno, espresso in  $m$ ;

$\sigma$  è la tensione verticale, espressa in  $N/m^2$ , ottenuta dalla seguente relazione:

$$\sigma = \frac{3 \cdot Q}{2 \cdot \pi \cdot H^2} \left( \frac{1}{1 + \left( \frac{r_q}{H} \right)^2} \right)^{\frac{5}{2}}$$

dove:

$Q$  è il carico superficiale totale che grava sulla trincea, espresso in  $N$ ;

$H$  è l'altezza di copertura misurata dall'estradosso superiore del tubo, espressa in  $m$ ;

$r_q$  è la distanza orizzontale dal centro del tubo al punto di carico  $Q$ , espressa in  $m$ .

## DATI TECNICI

Tale tensione si considera ugualmente distribuita su una lunghezza pari al diametro orizzontale del tubo e di lunghezza unitaria., per cui  $C_d$  indica il carico unitario per unità di lunghezza:

$$C_d = \frac{3 \cdot Q \cdot D_e}{2 \cdot \pi \cdot H^2} \left( \frac{1}{1 + \left( \frac{r_q}{H} \right)^2} \right)^{5/2}$$

Nel caso di carico puntuale applicato sulla verticale della tubazione, caso di tensione massima in cui  $r = 0$ , avremo che:

$$C_d = \frac{3 \cdot Q \cdot D_e}{2 \cdot \pi \cdot H^2}$$

Come si evince dalle formule,  $C_d$  diminuisce all'aumentare della profondità di copertura, difatti si consiglia di apportare particolari attenzioni nel caso di altezze inferiori a 2 metri.

In ogni caso, tale carico può risultare discontinuo, anche se in genere viene considerato stabile, il che ci consente di ottenere risultati conservativi nel calcolo della deformazione.

I carichi dovuti al traffico sono normalizzati come segue:

Tabella 9

### Carichi dovuti al traffico

Classe di carico	Carico totale (kN)	Carico per ruota (kN)
Traffico pesante	600	100
Traffico medio-alto	450	75
Traffico medio-basso	300	50
Traffico leggero-alto	120	20
Traffico leggero-basso	60	20
Autovetture	30	10

### Costante di Fondo ( $K_f$ ):

La costante di fondo è direttamente legata al valore dell'angolo di supporto  $2\alpha$  (Fig.6), detto anche angolo di sostegno (Tab. 10).

Il valore della costante è definito sperimentalmente, e rappresenta in pratica l'accuratezza della preparazione del letto di posa (§ 3.1.2).

È consigliato creare un letto di posa che consenta un angolo d'appoggio superiore a  $90^\circ$ , tendendo a raggiungere la migliore condizione d'appoggio ( $180^\circ$ ) con una accurata compattazione del materiale di rinfiacco, fino a 30 cm sopra l'estradosso del tubo.

Tabella 10

### Angolo di supporto

Angolo $2\alpha$	$0^\circ$	$90^\circ$	$120^\circ$	$180^\circ$
$K_f$	0,110	0,096	0,090	0,083

\*I valori sopra indicati sono interpolabili linearmente.

## DATI TECNICI

### Rigidità Circonferenziale a lungo termine ( $SN_i$ ):

La rigidità circonferenziale ( $SN_i$ ) del tubo è desunta, più che da calcoli teorici, da prove pratiche di schiacciamento.

Secondo il prEN 13476-1, per la determinazione del valore di  $SN$ , gli standard di riferimento sono contenuti nella EN ISO 9969, secondo cui il valore viene calcolato sulla base di uno schiacciamento a velocità costante fino al raggiungimento di una deformazione del diametro interno pari al 3% del valore iniziale.

Il tubo *DOUBLE* viene fornito nelle classi di rigidità SN4 ed SN8 (§2.1 e §2.2).

Il valore a lungo termine è in relazione con la rigidità a breve termine attraverso lo stesso rapporto che esiste tra i moduli elastici, ossia 0,395.

### Modulo Secante del terreno ( $E'$ ):

Il modulo secante del terreno non è altro che il modulo di resistenza dello stesso, ed è costante per tutti i tubi, essendo funzione della natura del terreno e del grado della sua compattazione.

Generalmente la classificazione più usata è quella riportata nell'ASTM 2487 (*Tab.11*), norma americana, in cui i tipi di terreno sono raggruppati in 5 classi:

*Tabella 11*

### Modulo secante del terreno, $E'$ ( $N/mm^2$ )

<b>Tipo di Terreno</b>	<b>Materiale alla rinfusa</b>	<b>Materiale compattato</b>		
		<b>Indice Proctor</b>		
		<b>&lt; 85%</b>	<b>85% &gt; x &lt; 90%</b>	<b>&gt; 90%</b>
		<b>Densità Relativa</b>		
		<b>&lt; 40%</b>	<b>40% &gt; x &lt; 70%</b>	<b>&gt; 70%</b>
Bassa granulometria, LL>50.	0	0	0	0,35
Coesivo a bassa granulometria, LL>50, e suoli con media e bassa plasticità con meno del 25% di particelle grossolane.	0,35	1,38	2,76	6,9
Bassa granulometria, LL>50, e suoli con media e bassa plasticità con più del 25% di particelle grossolane; Suoli con granulometria grossolana con più del 12% di particelle fine.	0,69	2,76	6,9	13,8
Granulometria grossolana, con meno del 12% di particelle fine.	0,69	6,9	13,8	20,7
Misto di cava.	6,9	20,7	20,7	20,7

\*Fonte (ASTM 2487)

Come si può notare, i valori aumentano al crescere della compattazione, la quale aumenta nel lungo periodo, sia per il passaggio sullo scavo, sia per l'autocompattazione del terreno.

Proprio per tale motivo è inserito il fattore ( $a$ ) di autocompattazione nella formula di deformazione.

## CONSIGLI D'USO

---

### 3. CONSIGLI D'USO

#### 3.1 *Posa in Opera*

##### ↳ 3.1.1 *Trasporto ed accatastamento*

Il carico, il trasporto e lo scarico, insieme a tutte le altre movimentazioni devono essere eseguite con la maggiore cura possibile e con tutti gli accorgimenti affinché si evitino rotture, lesioni o schiacciamenti della merce e si assicuri l'incolumità degli operatori.

Le manovre vanno eseguite adoperando mezzi idonei; è sconsigliato l'utilizzo di ganci per afferrare tubi dall'interno, mentre risulta più corretto l'utilizzo di fasce o funi.

Una volta scaricati, i tubi devono essere posti su piani stabili e protetti, e possono, altresì, essere disposti su cataste, fermate con apposite tavole opportunamente distanziate, evitando danni alla superficie esterna e flessioni longitudinali.

#### 3.1 *Posa in Opera*

##### ↳ 3.1.2 *Scavo e letto di posa*

Ai fini di una corretta ed efficiente installazione è bene seguire piccoli accorgimenti, riguardo lo scavo e il letto di posa, che consentono di ottenere un "grande" risultato.

Come è noto, la larghezza della trincea dipende dal tipo di installazione, dal diametro del tubo e dalle condizioni del terreno, ma comunque, ai fini di una buona compattazione, si consiglia una trincea il più stretta possibile, massimo 2-3 volte il diametro, almeno fino ad 1 m sopra la generatrice superiore del tubo.

Le pareti devono essere il più possibile verticali, almeno in tale zona, ed eventualmente stabilizzate con sbadacchiature o palancole, per la protezione del personale che lavora nello scavo.

Nel caso di terrapieno o trincea larga, sarebbe opportuno predisporre una zona di contrasto al materiale di copertura in modo da riportarsi verso la situazione di trincea stretta.

Per quanto riguarda la sua profondità, questa dipende soprattutto dai carichi cui sarà soggetta, per cui consigliamo una profondità minima non inferiore a 600 mm, in zone percorse da traffico stradale.

Il fondo dello scavo deve essere drenato da acque di falda o piovane, e deve risultare stabile ed uniforme, quindi è consigliato realizzare un letto di sabbia o altro materiale di granulometria abbastanza fine, spesso almeno due volte l'altezza del profilo del tubo.

Così facendo si tende ad evitare che le corrugazioni poggino su superfici spigolose e non adatte, in modo da realizzare un buon appoggio del tubo, il che risulta importante ai fini dell'influenza che l'angolo di supporto ha sulla deformazione.

Nel caso, particolare, in cui vi sia la presenza di falda, è necessario rimuovere l'acqua fino a che il tubo non sia stato installato e la trincea interrata fino ad un'altezza tale da prevenire la fluttuazione o il collasso della trincea.

Se si prevede che l'acqua di falda possa fluire, si deve provvedere a stazionare una barriera d'argilla o in calcestruzzo, prima di predisporre il letto di posa.

Se necessario, inoltre, le condotte andranno ancorate mediante fasce in acciaio inox e blocchi in calcestruzzo prefabbricato, i quali dovranno essere dimensionati per contrastare la spinta idrostatica dell'acqua.

### 3.1 Posa in Opera

#### ↳ 3.1.3 Sistema di giunzione

Il collegamento dei tubi *DOUBLE* avviene tramite un manicotto di giunzione e due guarnizioni elastomeriche.

Tale sistema di giunzione è preferito a quello a semplice bicchiere, in quanto consente una maggiore libertà nel corso dell'installazione, permettendo di utilizzare sezioni della lunghezza necessaria senza essere condizionati dalla presenza di un bicchiere fisso.

Il manicotto è conforme alle prescrizioni del prEN 13476-1, il cui elemento determinante è il diametro interno che deve essere congruente con il diametro esterno della tubazione.

Risulta liscio internamente con un anello di battuta nella parte centrale.

La sua lunghezza permette l'inserimento di più costole al suo interno da entrambe le parti, in modo da assicurare l'allineamento dei tubi ed evitare rischi di sfilamento.

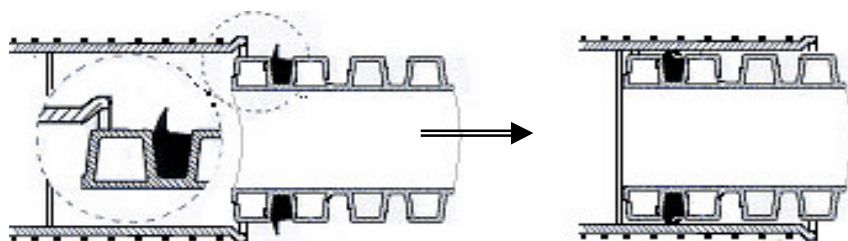
La guarnizione è realizzata su specifico disegno, sempre rispondente alle prescrizioni della normativa. La particolare forma e posizione della guarnizione e la lunghezza del manicotto garantiscono, in fase di infilaggio, che la guarnizione non venga danneggiata né si possa verificare una deviazione angolare tale da causare deformazioni differenziate e quindi perdite. Il materiale della guarnizione, presenta comunque un'adeguata resistenza alla eventuale abrasione che si potrebbe verificare in conseguenza di fenomeni vorticosi per difettoso avvicinamento delle testate del tubo.

Le fasi di giunzione sono le seguenti:

1. Inizialmente è opportuno pulire accuratamente la parete esterna del tubo, quella interna del manicotto e le guarnizioni a corredo, eliminando lo sporco che ivi si è depositato.
2. Si inserisce la guarnizione nell'incavo tra la prima e la seconda costola, che seguono la testata del tubo, con il labbro rivolto nella direzione opposta a quello di infilaggio, assicurandosi che non resti attorcigliata. In questo modo si assicura una resistenza ottimale alle infiltrazioni dovute all'acqua di falda, che sono particolarmente pericolose per la gestione degli impianti di trattamento.
3. A questo punto avviene l'infilaggio del manicotto previa lubrificazione della parete esterna del tubo e di quella interna del manicotto. L'infilaggio deve essere effettuato con mezzi e/o tecniche che permettano una spinta costante ed uniforme o tiro assiale, fino al raggiungimento della battuta interna, evitando di dare martellate che possono danneggiare guarnizione e manicotto.

Figura 7

#### Infilaggio manicotto



### 3.1 Posa in Opera

#### ↳ 3.1.4 Riempimento dello scavo

La fase di riempimento risulta essere un'operazione abbastanza delicata ed importante, poiché un riempimento senza adeguata compattazione influisce negativamente sui tubi.

Indipendentemente dal tipo di tubo, il riempimento dello scavo va eseguito con una corretta compattazione a strati successivi, secondo la prEN 1295.

Affinché si realizzi un soddisfacente ricoprimento è necessario che il materiale sia arido, a bassa granulometria, privo di particelle a spigoli vivi, sassi e/o detriti, almeno nella parte a contatto col tubo e fino ad almeno 30 cm sopra di esso, dopo il quale si consiglia di utilizzare materiale con buon valore di compattamento per altri 70/80 cm e poi si può ultimare il ricoprimento, anche con il terreno dello scavo stesso.

La compattazione deve essere eseguita in strati successivi di circa 30 cm di spessore, in maniera continua, con mezzi leggeri fino ad 1 metro sopra il tubo, dopo di che con mezzi normali.

Attenzione a non esagerare eseguendo la compattazione con mezzi di tipo stradale senza calcolare l'effetto del carico dinamico sul tubo sottostante.

Un buon valore di compattazione si inserisce nell'intervallo (90;95)% di indice Proctor.

### 3.1 Posa in Opera

#### ↳ 3.1.5 Collaudo idraulico

Completata l'installazione è bene procedere ad effettuare un collaudo idraulico di tenuta della condotta.

Il collaudo può essere effettuato isolando, con tappi amovibili, singoli tratti di condotta, sottoposti successivamente a pressione statica applicata con piezometro o con pompa da collaudo a 0,5 bar.

Durante il collaudo, va considerato che si tratta di tubazioni elastiche, le quali prevedono una certa dilatazione, per cui si avrà una riduzione di pressione.

Andrà quindi ripristinato il valore della pressione iniziale attraverso una certa quantità d'acqua da reinserire all'interno della condotta.



### 3.2 Voci di Capitolato

Progettista, appaltatore, cliente pubblico o privato, o chiunque debba prescrivere o acquistare un tubo per fognatura deve emettere una precisa specifica atta ad individuare le caratteristiche del tubo desiderato, che comprenda, oltre alle prescrizioni sul materiale base, gli altri parametri tipici del tubo stesso.

Tali specifiche, per il tubo *DOUBLE*, sono elencate nelle seguenti voci di capitolato:

- Tubo idoneo per fognature e scarichi civili ed industriali interrati non in pressione, secondo prEN 13476-1, in Polietilene (PE), ad alta densità (HD)  $> 930 \text{ kg/m}^3$ .
- Diametro nominale esterno: DN/OD.....*mm*.  
Diametro interno: DI .....*mm*, pari o superiore al minimo definito dalla norma.
- Realizzato con granulo di prima qualità, che soddisfa i requisiti della normativa.
- Realizzato con processo di coestrusione, a doppia parete, tipo B secondo prEN 13476-1, con parete interna liscia ed esterna corrugata, con costole a sommità piatta.
- Classe di Rigidezza circonferenziale  $SN \geq (4-8) \text{ kN/m}^2$ , rivelata su campioni di prova secondo EN ISO 9969.
- Colore: nero esternamente, per garantire la protezione dai raggi UV, aragosta internamente, per agevolare le operazioni di ispezione.
- Marcatura secondo norma, contenente:
  - Produttore (PLASTUBI);
  - Marchio (*DOUBLE*);
  - Diametro Nominale Esterno ( $\emptyset$ .....), espresso in *mm*;
  - Classe di Rigidezza (SN 4-8);
  - Riferimento Normativo (prEN 13476-1);
  - Materiale (PEHD);
  - Data di produzione (giorno/mese/anno).
- Estremità tagliate perpendicolarmente sull'asse della gola tra due costole successive.
- Sistema di giunzione mediante manicotto e guarnizioni elastomeriche.

## Tabella delle Portate

DN $\varnothing_{est}$ mm	DI $\varnothing_{int}$ mm	Riempimento = 50%								Riempimento = 90%							
		i = 5‰		i = 1%		i = 3%		i = 5%		i = 5‰		i = 1%		i = 3%		i = 5%	
		V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s
125	107	0,51	2,27	0,72	3,22	1,24	5,57	1,60	7,19	0,57	4,85	0,8	6,86	1,39	11,88	1,8	15,33
160	138	0,60	4,48	0,85	6,34	1,47	10,98	1,90	14,18	0,67	9,56	0,95	13,52	1,65	23,41	2,13	30,22
200	178	0,71	8,84	1,00	12,50	1,74	21,65	2,25	27,95	0,80	18,84	1,13	26,64	1,96	46,15	2,53	59,58
250	217	0,81	14,99	1,15	21,20	1,99	36,72	2,56	47,40	0,91	31,95	1,29	45,19	2,23	78,27	2,88	101,05
315	275	0,95	28,19	1,34	39,87	2,33	69,06	3,00	89,16	1,07	60,10	1,51	84,99	2,61	147,21	3,38	190,04
400	348	1,11	52,82	1,57	74,70	2,72	129,38	3,51	167,03	1,25	112,59	1,77	159,23	3,06	275,80	3,95	356,05
500	433	1,28	94,60	1,82	133,79	3,15	231,72	4,06	299,15	1,44	201,65	2,04	285,18	3,54	493,94	4,57	637,68
630	545	1,50	174,7	2,12	247,08	3,67	427,95	4,78	552,48	1,68	372,41	2,38	526,67	4,13	912,22	5,33	1177,7
800	678	1,73	312,8	2,45	442,31	4,24	766,10	5,48	989,03	1,95	666,67	2,75	942,82	4,77	1633	6,16	2108,2
1000	851	2,02	573,3	2,85	810,82	4,94	1404,4	6,38	1813,1	2,27	1222,1	3,21	1728,3	5,55	2993,6	7,17	3864,7
1200	1030	2,29	953,9	3,24	1348,9	5,61	2336,5	7,24	3016,4	2,57	2033,3	3,64	2875,5	6,31	4980,5	8,14	6429,8

Calcolo eseguito con il metodo GAUCKLER-STRICKLER, con un parametro di scabrezza prudenziale assunto dall'ASTM:  $S_{GS} = 80 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$



*Aziende Certificate:*



*Associate:*



CONFINDUSTRIA  
Vibo Valentia

*Prodotto Certificato:*



UNI.CAL. Dipartimento di STRUTTURE

*Fornitore Ufficiale:*



# Plastubi S.R.L.

Stabilimento e Sede Amministrativa:

**Zona Industriale – Porto Salvo, 89811 Vibo Valentia – Italy**

**Tel.: 0963.567231 – Fax: 0963.567248**

**E-mail: [info@plastubi.it](mailto:info@plastubi.it) - [www.plastubi.it](http://www.plastubi.it)**