



Catalogo Tecnico Generale



INDICE:

Premessa Generale		118	7.1 Compensazioni a L, a Z e a Omega
03	Ecoline: la Storia	119	7.2 Curve con angolo compreso tra 80°-90° Compensazione a L
04	I nostri siti produttivi	126	7.3 Compensazione a Z
05	Qualità e certificazioni	129	7.4 Compensazione a Omega
06	Assistenza e servizio	131	7.5 Curve con angolo compreso tra 5°-80°
SISTEMA ECOTHERM		133	7.6 Tubi posati sfruttando il raggio elastico
08	Sistema Ecotherm	135	7.7 Gli stacchi di rete e di utenza
09	Campi di applicazione del sistema Ecotherm	139	7.8 Riduzioni
10	Il Teleriscaldamento	Dimensionamento fluidodinamico	
11	Caratteristiche Tubi	140	1. Premessa
16	Caratteristiche Tubi Curvi	140	2. Dimensionamento idraulico
17	Caratteristiche Curve	148	3. Perdite di calore in una rete di teleriscaldamento
20	Caratteristiche Tee	RETI DI TELERISCALDAMENTO BONDED	
21	Branch 45°, Paralleli e Diritti	<i>Posa e installazione</i>	
22	Tabella: Tee branch 45°	156	1. Premessa
28	Tabella: Tee paralleli	157	2. Operazioni preliminari alla posa
34	Tabella: Tee diritti	157	2.1 Scarico e movimentazione
40	Valvole	159	2.2 Stoccaggio
42	Valvole con n.1 sfiato	161	2.3 Accorgimenti nei periodi invernali
43	Valvole con n.2 sfiati	163	2.4 Attività di verifica preliminari alla posa dei componenti preisolati
44	Tee diritti per sfiato/scarico	163	3. Scavi
48	Riduzioni Preisolate	163	3.1 Premessa
52	Realizzazione Pezzi Speciali in Opera	164	3.2 Trincea di scavo
53	Compensatori Monouso	166	4. Predisposizione dei componenti nello scavo
54	Punti Fissi	167	4.1 Taglio delle tubazioni e preparazione delle testate
57	Muffole	169	4.2 Installazione nella trincea di scavo
65	Elementi Terminali	169	4.3 Installazione sopra la trincea di scavo
68	Isolamento Muffole	170	4.4 Installazione a piè d'opera
72	Accessori	170	4.5 Installazione tubazioni sfruttando il raggio elastico
75	Sistema di Teleallarme	172	4.6 Rinterro della trincea di scavo
RETI DI TELERISCALDAMENTO BONDED		173	5. Saldatura
<i>Progettazione</i>		174	6. Muffolatura
Premessa		175	7. Installazione di componenti specifici di rete
Dimensionamento meccanico		175	7.1 Compensatori monouso
79	1. Premessa	177	7.2 Posa dei materassini per l'assorbimento delle dilatazioni termiche
82	2. Forze d'attrito	180	7.3 Posa valvole di sezionamento e sfiati
84	3. Sforzo massimo nella tubazione, punto fisso naturale e tratta bloccata	181	8. Sistema di allarme
91	4. Determinazione dello sforzo massimo ammmissibile	181	8.1 Premessa
93	5. I metodi di posa	183	8.2 Il sistema di allarme nella vita della rete di teleriscaldamento
93	5.1 Installazione a freddo	183	8.3 Connessione dei cavi del sistema di allarme in corrispondenza delle giunzioni saldate
96	5.2 Compensazione naturale	185	8.4 Verifiche sul sistema di allarme
102	5.3 Preriscaldamento	187	8.5 Sistema di sorveglianza
104	5.4 Pretensionamento	188	Muffola a doppia tenuta
104	5.4.1 Pretensionamento con compensatori monouso	192	Muffola in PE reticolato
104	5.4.2 Pretensionamento elettrico	197	Muffola in PE reticolato con schiumatura ispezionale
105	5.4.3 Effetti meccanici del pretensionamento	206	Muffola elettrosaldata
112	5.5 Confronto tra le diverse metodologie di posa	214	Kit di estrazione cavi
113	6. Dilatazioni alle estremità		
118	7. Dimensionamento a fatica degli elementi di rete		

PREMESSA GENERALE

ECOLINE: LA STORIA

La storia di **ECOLINE** inizia nel 1980 a Lonato in provincia di Brescia, con la produzione di tubazioni preisolate.

Competenza e serietà accompagnano la crescita dell'azienda, dapprima in Italia e poi in Europa e nel mondo, permettendole di diventare uno dei produttori europei con la più elevata esperienza in sistemi di tubazioni preisolate e pezzi speciali, dei relativi sistemi di controllo, per impieghi sia civili che industriali.

Gli investimenti in ricerca e sviluppo, per garantire soluzioni sempre più innovative e personalizzate in grado di anticipare le esigenze del mercato, hanno offerto ai clienti **ECOLINE**, dalle aziende municipalizzate alle imprese di costruzione, agli studi di progettazione e agli installatori, opportunità competitive uniche.

Il rispetto dei tempi di consegna, la flessibilità, l'attenzione dello staff tecnico per fornire soluzioni progettuali adeguate per ogni occasione hanno rappresentato i punti di forza sui quali giorno dopo giorno l'azienda si è rafforzata ed è cresciuta.



Stabilimenti **ECOLINE** ed **ECOTECH**

PREMESSA GENERALE: I NOSTRI SITI PRODUTTIVI



Nell'attuale sito di Vescovato, in provincia di Cremona, a circa 100 km da Milano, su un'area di 60.000 m² (di cui 10.000, coperti), sono costruiti tutti i tipi di accessori necessari per la realizzazione delle reti di teleriscaldamento, producendo ogni anno più di 300.000 metri di tubazione rigida e 50.000 accessori.

Nel nuovo sito di Casalromano, in provincia di Mantova, sempre a circa 100 km da Milano, su un'area di 50.000 m² di cui 5.000 coperti, vengono prodotti i tubi preisolati flessibili in rotoli con PE, PEX, INOX, sia in UNO o DUO, con impianti di ultima generazione in grado di garantire le migliori performance richieste dai nostri Clienti.



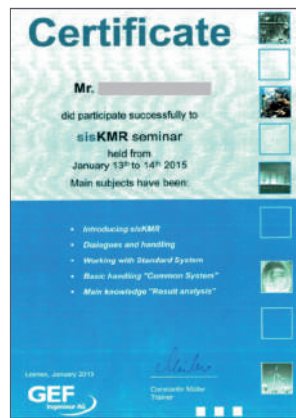
Magazzini **ECOLINE** ed **ECOTECH**

PREMESSA GENERALE: QUALITÀ E CERTIFICAZIONI

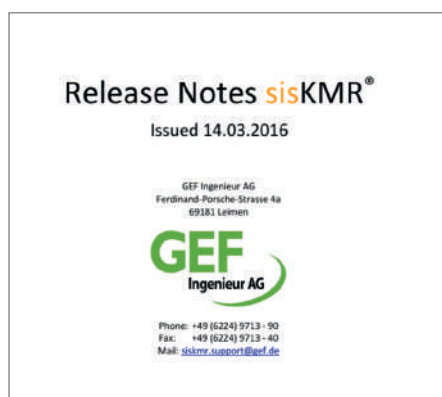
Nell'arco di questo periodo sono stati raggiunti livelli qualitativi tali da assicurare un prodotto finito conforme alle normative europee EN 253/448/488/489. Alle suddette normative, negli ultimi anni si sono aggiunte:

- la Norma EN 13941, relativa ai criteri per la progettazione ed installazione dei sistemi bloccati di tubazioni preisolate per teleriscaldamento;
- la Norma EN 14419, relativa ai sistemi di sorveglianza dei sistemi bloccati di tubazioni preisolate per teleriscaldamento.

Il riconoscimento di questo costante impegno giunge dalla certificazione da parte del TÜV: la produzione di tutti i materiali, gli studi di verifica degli impianti e l'assistenza presso il cantiere sono rispondenti ai requisiti della norma ISO 9001 (sistemi di qualità). Dal Gennaio 2012, si aggiunge la certificazione da parte di DET NORSKE VERITAS della conformità dei prodotti costruiti nello stabilimento **ECOLINE** di Vescovato (CR) alle linee guida EHP/001 di EUROHEAT & POWER e, dal Giugno 2012, la certificazione di conformità del sistema ambientale alla Norma UNI EN ISO 14001.



ASSISTENZA E SERVIZIO



ECOLINE è in grado di eseguire le verifiche di stress-analysis delle reti di tubazioni preisolate interrato in conformità alla Norma EN 13491 con lo specifico software sisKMR (sempre disponibile nell'ultima versione aggiornata) e con staff tecnico di comprovata esperienza.

Altri servizi che il nostro staff può proporre sono:

- verifica progettuale della rete;
- computazione materiali;
- addestramento del personale esecutore della posa e ripristino isolamento delle zone di giunzioni;
- addestramento del personale del Committente preposto al controllo della posa delle tubazioni;
- assistenza progettuale continua in caso di
- cambiamento dei percorsi;

- verifica dello stress-analysis a seguito delle dilatazioni termiche;
- progettazione del sistema di teleallarme;
- fornitura procedure per l'installazione;
- fornitura planimetria particolareggiata.

ECOLINE, oggi come 40 anni fa, ha principalmente fidelizzato i propri clienti sulla base di una serie di servizi di assistenza, primo tra tutti la possibilità di disporre di un magazzino completo di ogni componente da DN 20 a DN 500 (per DN superiori siamo in grado di disporre delle materie prime stoccate presso i ns. fornitori).

Oggi, come 40 anni fa, la reale distinta dei materiali che vengono ordinati può essere precisamente definita solo all'apertura degli scavi ed è proprio questo uno dei principali vantaggi che possiamo proporre: la disponibilità di sopperire a tali emergenze in tempi immediati e con componenti certificati EUROHEAT AND POWER.

È da diffidare l'utilizzo di prodotti improvvisati realizzati in cantiere e non conformi alle norme tecniche cogenti di riferimento.



SISTEMA ECOTHERM[®]



SISTEMA ECOTHERM®

Il Sistema **Ecotherm®** rappresenta l'insieme di tubazioni, pezzi speciali e accessori destinati alla realizzazione di reti di teleriscaldamento/teleraffrescamento. **ECOLINE** infatti produce tubazioni preisolate in grado di trasportare fluidi con temperature fra i -200°C e i $+300^{\circ}\text{C}$. I sistemi di tubazione preisolate per teleriscaldamento e teleraffrescamento sono utilizzati per temperature tra 0°C e 140°C . Il fluido trasportato è solitamente acqua fredda, calda, surriscaldata oppure vapore a bassa pressione. Le tubazioni sono adatte anche al

trasporto di altre tipologie di fluidi. L'isolamento è composto da schiuma di poliuretano con proprietà superiori. Le tubazioni sono disponibili come tubi rigidi o flessibili. Il materiale utilizzato è solitamente acciaio al carbonio. Le caratteristiche ed i limiti di utilizzo sono indicate nelle indicazioni sottostanti. È possibile fornire, su richiesta, altre tipologie di tubo di servizio: tubi in acciaio senza saldatura, acciai di qualità superiore, acciai inossidabili, acciai zincati, pex, rame, ecc.

TUBO DI SERVIZIO

Acciaio saldato conforme alle indicazioni della Norma UNI EN 10217 con carico di snervamento minimo 235N/mm^2 . Tutti i tubi di acciaio, durante la loro fabbricazione, sono provati idraulicamente (o con sistemi alternativi) per verificare la tenuta. Su richiesta possono essere fornite altre tipologie di tubi in acciaio.

ISOLAMENTO

Schiuma rigida di poliuretano conforme alla Norma EN 253. Il coefficiente di conducibilità termica è $\leq 0,027\text{ W/m}^{\circ}\text{K}$, alla temperatura media di 50°C .
 Densità: $\geq 60\text{ Kg/m}^3$
 Compressione PUR: $\geq 0,3\text{ MPa}$

TUBO GUAINA

Polietilene alta densità conforme alla Norma EN 253 (MONOBLOCCO).

TELEALLARME

Nell'isolamento sono inseriti n. 2 cavi in rame aventi sezione di $1,5\text{ mm}^2$ (uno in rame nudo, l'altro in rame stagnato) destinati alla realizzazione del sistema di rilevamento perdite. Su richiesta, in alternativa, è possibile dotare le tubazioni del sistema di rilevamento tipo Brandes.

TUBO ASSEMBLATO

In barre da 6 metri da DN 20 a DN 150 (compreso), ed in barre da 12 m a partire da DN 25 (compreso). Estremità libere dall'isolamento per 150/200 mm. Temperatura massima 155°C . Per temperature superiori, possiamo fornire gli altri sistemi fino al raggiungimento di temperature pari a 300°C .



CAMPI DI APPLICAZIONE DEL SISTEMA ECOTHERM®



RISCALDAMENTO



REFRIGERAZIONE



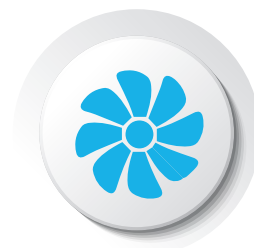
GEOTERMIA



ACQUA SANITARIA



ANTINCENDIO



CONDIZIONAMENTO



IMPIANTI
DI SERRA



IMPIANTI
TERMALI



IMPIANTI
DI PROCESSO



TRASPORTO
VAPORE

IL TELERISCALDAMENTO

Il teleriscaldamento rappresenta una forma di trasporto e distribuzione di calore a distanza, partendo da uno o più punti centralizzati di produzione (centrali).

Un sistema di teleriscaldamento si compone pertanto di tre elementi fondamentali:

1. il sistema di produzione del calore;
2. il sistema di vettoriamento del calore;
3. il sistema di consumo del calore.

Il calore prodotto nella centrale viene trasferito attraverso opportuni scambiatori al fluido vettore che, per mezzo di tubazioni interrato (dette di mandata), viene trasportato all'interno delle centrali termiche dei singoli edifici dove è utilizzato per scaldare i circuiti secondari degli edifici stessi. Il fluido, una volta raffreddato, viene trasportato attraverso le tubazioni di ritorno alla centrale di produzione, dove viene nuovamente scaldato per essere reimesso in rete.

La generazione di calore in un sistema di teleriscaldamento può avvenire sfruttando diverse fonti. In particolare, tra i motivi che hanno reso il teleriscaldamento/teleraffrescamento efficiente l'opzione preferita per il risparmio energetico nella nuova direttiva 27/2012 sull'efficienza energetica, vi è il fatto che esso consente di sfruttare in maniera integrata il calore prodotto in eccesso in alcuni processi produttivi come fonte di riscaldamento. Pertanto l'energia termica in un sistema di teleriscaldamento può provenire ad esempio:

- dalla termovalorizzazione dei rifiuti solidi urbani;
- dalla produzione termoelettrica; (cogenerazione di elettricità e calore);

- dai processi di raffinazione dei combustibili e bio-combustibili;
- dai diversi processi industriali produttivi.

Inoltre il teleriscaldamento può impiegare molti tipi di fonti rinnovabili:

1. biomasse;
1. geotermia ad alta e bassa entalpia (tramite l'uso di pompe di calore);
1. solare termico.

La possibilità di integrare numerose e diverse fonti di calore diffuse sul territorio è l'aspetto che rende il teleriscaldamento la soluzione ottimale per gestire il riscaldamento urbano in maniera efficace ed efficiente.

ECOLINE si occupa della fase di vettoriamento del calore, producendo le tubazioni che consentono il trasporto del calore alle utenze e di tutti gli accessori necessari a costruire il sistema distributivo. Come meglio approfondito nella sezione relativa ai prodotti del presente catalogo, le tubazioni sono realizzate con il sistema costruttivo "Bonded". In dettaglio, si tratta di un sistema di tubazioni preisolate costituite da:

- tubo di servizio: è il tubo in cui viene trasportato il fluido;
- tubo guaina: è il tubo in cui si inserisce il tubo di servizio;
- isolamento: realizzato tramite iniezione di una schiuma di poliuretano rigida tra il tubo di servizio ed il tubo guaina.

CARATTERISTICHE TUBI

METODO DI PRODUZIONE DELLE TUBAZIONI PREISOLATE

ECOLINE produce tubi preisolati conformi alla Norma EN 253, iniettando la schiuma poliuretana, destinata a costituire l'isolamento finale, all'interno dell'intercapedine creata dall'infilaggio del tubo di servizio in acciaio in una guaina esterna di polietilene alta densità.

CARATTERISTICHE PRINCIPALI MATERIALI UTILIZZATI

Tubo di servizio

- tubo acciaio saldato conforme a Norma 10217-1, 2, 3 o 5;
- classe acciaio = P235GH, P355NH (P235TR1 e P235TR2 fino a DN 50);
- resistenza a snervamento a temperatura ambiente:
min. 235 N/mm² (P235);
min. 355 N/mm² (P355);
- resistenza a rottura a temperatura ambiente:
360÷500 N/mm² (P235);
490÷650 N/mm² (P355);
- allungamento a rottura:
23-25% (P235);
20-22% (P355);
- fattore di saldatura = 1;
- certificazione disponibile conforme a EN 10204 3.1;
- estremità cianfrinate secondo UNI ISO 6761;
- superficie esterna sottoposta a sabbiatura metallica;

Isolamento

- schiuma rigida di poliuretano conforme alla Norma EN 253;
- CCOT : 160°C per 30 anni;
- espandente utilizzato = Ciclopentano;
- conducibilità termica $\leq 0,027$ W/mK (a 50°C);
- resistenza a compressione $\geq 0,3$ MPa.

Cavi Teleallarme ¹

- predisposizione per un sistema di sorveglianza; con nr. 2 cavi in rame (uno nudo, l'altro stagnato) di 1,5 mm², inseriti nell'isolamento in posizione ore 11,05 a circa 15 mm dal tubo di servizio;
- il sistema è conforme alla Norma EN 14419.

Guaina esterna

- costituita da tubo in polietilene alta densità, conforme alla Norma EN 253;
- qualità minima PE80 secondo ISO 12162;
- variazione di MFI $\leq 0,5$ g/10 m;
- effetto corona ("Corona treatment") sulla superficie interna.

Tubo assemblato


- tubo preisolato conforme a EN 253 disponibile in barre da 6 m fino a DN 150, (compreso), ed in barre da 12 m a partire da DN 25, (compreso);
- estremità libere dall'isolamento per:
- 150 (+/-20)mm, fino a DN 200/315 compreso.
- 200 (+/-20)mm per DN superiori.
- temperatura max. di esercizio = 155°C.

¹Per sistemi alternativi, contattare i ns. uffici

CARATTERISTICHE TUBI

METODO DI IDENTIFICAZIONE DEI MATERIALI

Tutti i tubi preisolati sono identificati tramite etichetta autoadesiva e specifico codice a barre.



PIPE Number: **P08893-Q**

Carrier Pipe: EN10217 – 2 / P235GH Welded

Insulation: Series 1 Wires: Nordic


Diameter steel pipe: 88,9 mm Wt: 3,2mm

Diameter casing: 160 mm


Lenght steel pipe: 6 m

Foam: PUR/CP Reference: EN 253


www.ecoline.it – Tel. +39 (030) 96 15 62 – FAX +39 (030) 96 15 99




**EUROHEAT
& POWER**
GUIDELINES: EHP/001
CERTIFICATE: 06 / 01



P08893-Q

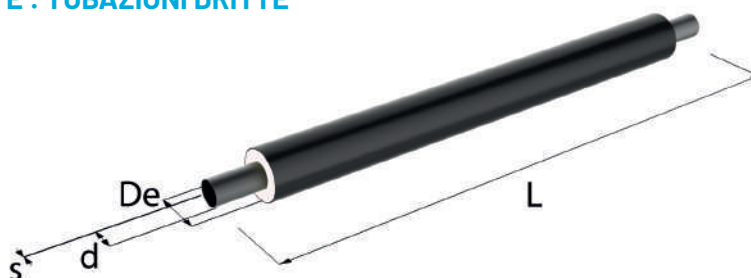


P08893-Q



P08893-Q

GLI ELEMENTI DI RETE : TUBAZIONI DRITTE



CARATTERISTICHE TUBI

SERIE 1

Tubo acciaio		Tubo PEAD	Peso tubo finito	Contenuto fluido	Peso tubo pieno	Lunghezze disponibili		
DN	De [mm]	Sp. [mm]	D [mm]	[kg/m]	[l/m]	[kg/m]	L=6 m.	L=12 m.
20	26,9	2,0	90	2,5	0,4	2,9	x	
25	33,7	2,3	90	3,0	0,7	3,7	x	x
32	42,4	2,6	110	4,1	1,1	5,2	x	x
40	48,3	2,6	110	4,5	1,5	6,0	x	x
50	60,3	2,9	125	6,0	2,4	8,4	x	x
65	76,1	2,9	140	8,0	3,9	11,8	x	x
80	88,9	3,2	160	10,0	5,5	15,4	x	x
100	114,3	3,6	200	13,0	9,0	21,8	x	x
125	139,7	3,6	225	17,0	14,0	30,7	x	x
150	168,3	4,0	250	21,0	20,0	40,6	x	x
200	219,1	4,5	315	31,0	34,7	65,0		x
250	273,0	5,0	400	44,0	54,4	97,3		x
300	323,9	5,6	450	57,0	77,0	132,5		x
350	355,6	5,6	500	64,0	93,2	155,4		x
400	406,4	6,3	560	81,0	122,0	200,6		x
450	457,0	6,3	630	94,0	155,3	246,3		x
500	508,0	6,3	710	108,0	193,0	297,3		x
600	610,0	7,1	800	140,0	278,5	413,1		x
700	711,0	8,0	900	180,0	380,0	552,6		x
800	813,0	8,8	1000	222,0	497,0	709,4		x

CARATTERISTICHE TUBI

SERIE 2

Tubo acciaio		Tubo PEAD	Peso tubo finito	Contenuto fluido	Peso tubo pieno	Lunghezze disponibili		
DN	De [mm]	Sp. [mm]	D [mm]	[kg/m]	[l/m]	[kg/m]	L=6 m.	L=12 m.
20	26,9	2,0	110	2,9	0,4	3,3	x	
25	33,7	2,3	110	3,4	0,7	4,1	x	x
32	42,4	2,6	125	4,4	1,1	5,5	x	x
40	48,3	2,6	125	4,8	1,5	6,3	x	x
50	60,3	2,9	140	6,5	2,4	8,9	x	x
65	76,1	2,9	160	8,0	3,9	11,8	x	x
80	88,9	3,2	180	10,0	5,5	15,4	x	x
100	114,3	3,6	225	14,5	9,0	23,3	x	x
125	139,7	3,6	250	17,5	14,0	31,2	x	x
150	168,3	4,0	280	22,5	20,0	42,1	x	x
200	219,1	4,5	355	33,0	34,7	67,0		x
250	273,0	5,0	450	47,5	54,4	100,8		x
300	323,9	5,6	500	61,0	77,0	136,5		x
350	355,6	5,6	560	69,2	93,2	160,6		x
400	406,4	6,3	630	88,0	122,0	207,6		x
450	457,0	6,3	710	103,0	155,3	255,3		x
500	508,0	6,3	800	120,0	193,0	309,3		x
600	610,0	7,1	900	155,0	278,5	428,1		x
700	711,0	8,0	1000	196,0	380,0	568,6		x
800	813,0	8,8	1100	240,0	497,0	727,4		x

CARATTERISTICHE TUBI

SERIE 3

Tubo acciaio			Tubo PEAD	Peso tubo finito	Contenuto fluido	Peso tubo pieno	Lunghezze disponibili	
DN	De [mm]	Sp. [mm]	D [mm]	[kg/m]	[l/m]	[kg/m]	L=6 m.	L=12 m.
20	26,9	2,0	125	3,2	0,4	3,6	x	
25	33,7	2,3	125	3,7	0,7	4,4	x	x
32	42,4	2,6	140	4,8	1,1	5,9	x	x
40	48,3	2,6	140	5,2	1,5	6,7	x	x
50	60,3	2,9	160	7,0	2,4	9,4	x	x
65	76,1	2,9	180	8,4	3,9	12,2	x	x
80	88,9	3,2	200	10,5	5,5	15,9	x	x
100	114,3	3,6	250	15,5	9,0	24,3	x	x
125	139,7	3,6	280	18,8	14,0	32,5	x	x
150	168,3	4,0	315	24,2	20,0	43,8	x	x
200	219,1	4,5	400	36,0	34,7	70,0		x
250	273,0	5,0	500	51,7	54,4	105,0		x
300	323,9	5,6	560	66,5	77,0	142,0		x
350	355,6	5,6	630	77,0	93,2	168,4		x
400	406,4	6,3	710	97,5	122,0	217,1		x
450	457,0	6,3	800	114,5	155,3	266,8		x
500	508,0	6,3	900	134,0	193,0	323,3		x
600	610,0	7,1	1000	171,0	278,5	444,1		x
700	711,0	8,0	1100	214,0	380,0	586,6		x
800	813,0	8,8	1200	260,0	497,0	747,4		x

CARATTERISTICHE TUBI CURVI

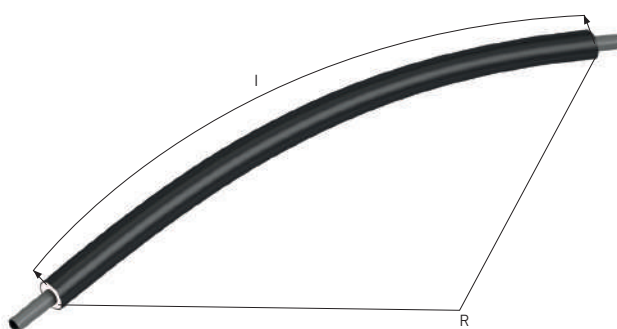
Tubi Curvi.

In alcuni casi specifici, al fine di ottimizzare le attività di posa, può essere necessario l'utilizzo di tubi curvi o piegati "in campo", in sostituzione delle curve prefabbricate. Curve e tubi curvati possono essere utilizzati anche in differenti condizioni di installazione, quali cambi di quota od altro, a condizione che siano osservate le relative prescrizioni specifiche. Tubi con diametro fino a DN 80, compreso, possono essere facilmente curvati in campo (vedere capitolo relativo ai sistemi di posa). Per diametri superiori a DN 80, **ECOLINE**, nei propri stabilimenti, può realizzare curvature ad angolo richiesto in multipli di 1° su barre da 12 m. I materiali utilizzati per la costruzione di tubi curvati sono gli stessi di quelli dei tubi dritti. I tubi curvati mantengono le caratteristiche di resistenza meccanica entro i limiti ammissibili per le verifiche

di stress analysis e quindi la possibilità di essere utilizzati anche per impianti PN 25.

Sono opportunamente identificati con l'aggiunta sull'etichetta dell'angolo di curvatura.

Il posizionamento dei cavi dell'eventuale sistema di teleallarme è deciso in funzione della posizione che assumerà il tubo curvato all'interno del tracciato di posa.



Tubo acciaio	Max. angolo di curvatura	Raggio del settore curvato	Raggio effettivo	Lunghezza delle estremità rettilinee	Tolleranza sull'angolo (±)
De x Sp. (mm)	(°)	(m)	(m)	(m)	(°)
114,3x3,6	38	16,4	18,1	0,56	3,8
139,7x3,6	43	14,3	16	0,63	3,1
168,3x4,0	45	13,4	15,3	0,67	2,6
219,1x4,5	41	14,3	16,8	0,89	2
273,0x5,0	36	15,7	19,2	1,02	1,6
323,9x5,6	29	18,9	23,8	1,21	1,4
355,6x5,6	25,5	21,7	27	1,16	1,2
406,4x6,3	19	27,4	36,2	1,47	1,1
457,2x6,3	14	37	49,1	1,48	0,9
508,0x6,3	9	58,9	76,4	1,38	0,8
609,6x7,1	4,8	100	143,3	1,81	0,7

CARATTERISTICHE CURVE

Curve.

Possono essere fornite due differenti tipologie di curve, in funzione di dimensione, tipo di progetto e requisiti richiesti dal Committente:

- ricavate da tubo acciaio della stessa qualità di quello utilizzato per i tubi preisolati, piegato a freddo con raggio di curvatura $R = 2,5D$
- ricavate da forgiato conforme a Norma EN 10253-2, con raggio di curvatura $R = 1,5D$.

Su richiesta, è comunque possibile realizzare curve con raggi di curvatura differenti.

Gli angoli disponibili per le curve di tipo standard sono 45° e 90° .

Su richiesta, possono essere realizzate curve con angoli differenti, in multipli di 15° oppure con angoli richiesti per casi specifici.

Nota: in caso di utilizzo di curve con angoli diversi da 90° , assicurarsi che siano state effettuate le dovute verifiche progettuali. In caso di dubbi, non esitate a contattare i ns. uffici per maggiori chiarimenti.

Isolamento.

- schiuma rigida di poliuretano conforme alla Norma EN 253;
- CCOT : 160°C per 30 anni;
- espandente utilizzato = Ciclopentano;
- conducibilità termica $\leq 0,027 \text{ W/mK}$ (a 50°C);
- resistenza a compressione $\geq 0,3 \text{ MPa}$;

Cavi Teleallarme.

- predisposizione per sistema di sorveglianza con nr. 2 cavi in rame (uno nudo, l'altro stagnato) di $1,5 \text{ mm}^2$, inseriti nell'isolamento in posizione ore 11,05 a circa 15 mm dal tubo di servizio;
- il sistema è conforme alla Norma EN 14419.
Per sistemi alternativi, contattare i ns. uffici

Guaina esterna.

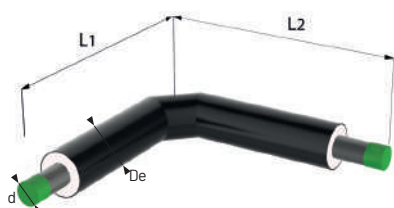
- costituita da tubo in polietilene alta densità, conforme alla EN 253;
- qualità minima è PE80 secondo ISO 12162;
- variazione di MFI $\leq 0,5 \text{ g/10 m}$;
- effetto corona ("Corona treatment") sulla superficie interna.

Curva assemblata.

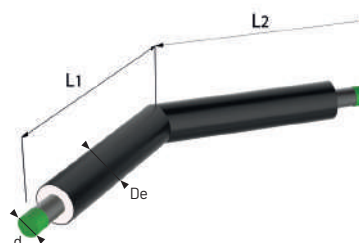
- curve preisolate conformi a EN 448 con angoli disponibili a 45° e 90° ;
- su richiesta, possono essere realizzate curve con angoli differenti, in multipli di 15° oppure con angoli richiesti per casi specifici;
- estremità libere dall'isolamento per 150/200 mm;
- effetto corona ("Corona treatment") sulla superficie interna della guaina in PE;
- temperatura max. di esercizio: 155°C .

AVVERTENZE: le dimensioni e le caratteristiche dei tubi curvi e delle curve possono subire delle modifiche dovute al miglioramento degli standard produttivi. Le tolleranze sono quelle previste dalle norme di riferimento. In caso di necessità contattare il nostro UFFICIO TECNICO per la conferma dei dati.

90°



45°



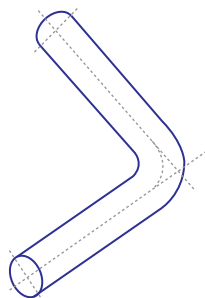
CARATTERISTICHE CURVE

CURVE PREISOLATE 90°

Tubo acciaio		SERIE 1 Tubo PEAD	SERIE 2 Tubo PEAD	SERIE 3 Tubo PEAD	Lunghezza standard	Lunghezza maggiorata	Asimmetriche	
DN	d [mm]	De [mm]	De [mm]	De [mm]	L1=L2 [mm]	L1=L2 [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]
20	26,9	90	110	125	440	1000	440	1500
25	33,7	90	110	125	440	1000	440	1500
32	42,4	110	125	140	495	1000	495	1500
40	48,3	110	125	140	495	1000	495	1500
50	60,3	125	140	160	530	1000	530	1500
65	76,1	140	160	180	550	1000	550	1500
80	88,9	160	180	200	580	1000	580	1500
100	114,3	200	225	250	680	1000	680	1500
125	139,7	225	250	280	690	1000	690	1500
150	168,3	250	280	315	840	1000	840	1500
200	219,1	315	355	400	860	1000	860	1500
250	273,0	400	450	500	1000	1500	1000	1500
300	323,9	450	500	560	1200	1500	1000	1500
350	355,6	500	560	630	880			
400	406,4	560	630	710	960			
450	457,0	630	710	800	1020			
500	508,0	710	800	900	1085			
600	610,0	800	900	1000	1210			
700	711,0	900	1000	1100	1500			
800	813,0	1000	1100	1200	2000			

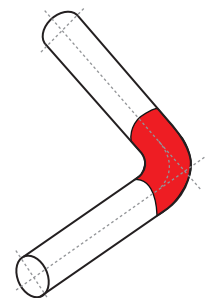
PIEGATE

Curve in acciaio della stessa qualità dei tubi e piegate a freddo per diametri fino a DN 200, compreso.



FORGIATE

Curve in acciaio forgiato conformi a Norma EN 10253-2 classe min. P235GH, allungate alle estremità con tronchetti in acciaio della stessa qualità dei tubi, per diametri superiori a DN 200.



CARATTERISTICHE CURVE

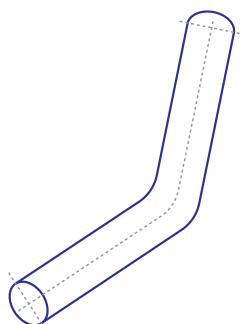
CURVE PREISOLATE 45°

Tubo acciaio	SERIE 1 Tubo PEAD	SERIE 2 Tubo PEAD	SERIE 3 Tubo PEAD	Lunghezza standard	Lunghezza maggiorata	Asimmetriche
--------------	----------------------	----------------------	----------------------	-----------------------	-------------------------	--------------

DN	d [mm]	De [mm]	De [mm]	De [mm]	L1=L2 [mm]	L1=L2 [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]
20	26,9	90	110	125	420	1000	420	1500
25	33,7	90	110	125	420	1000	420	1500
32	42,4	110	125	140	465	1000	465	1500
40	48,3	110	125	140	465	1000	465	1500
50	60,3	125	140	160	490	1000	490	1500
65	76,1	140	160	180	510	1000	510	1500
80	88,9	160	180	200	530	1000	530	1500
100	114,3	200	225	250	610	1000	610	1500
125	139,7	225	250	280	610	1000	610	1500
150	168,3	250	280	315	760	1000	760	1500
200	219,1	315	355	400	760	1000	760	1500
250	273,0	400	450	500	875	1000	600	1500
300	323,9	450	500	560	1050	1000	600	1500
350	355,6	500	560	630	585			
400	406,4	560	630	710	650			
450	457,0	630	710	800	670			
500	508,0	710	800	900	700			
600	610,0	800	900	1000	740			
700	711,0	900	1000	1100	1500			
800	813,0	1000	1100	1200	2000			

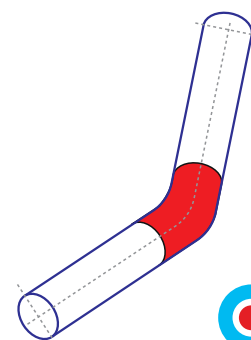
PIEGATE

Curve in acciaio della stessa qualità dei tubi e piegate per diametri fino a DN 200, compreso.



FORGIATE

Curve in acciaio forgiato conformi a Norma EN 10253-2 classe min. P235GH, allungate alle estremità con tronchetti in acciaio della stessa qualità dei tubi, per diametri superiori a DN 200.



CARATTERISTICHE TEE

Tee branch

Possono essere fornite in tre differenti tipologie di derivazioni a tee, in funzione di dimensione, tipo di progetto e requisiti richiesti dal Committente.

- 1 ricavate da tubo acciaio della stessa qualità di quello utilizzato per i tubi preisolati, con derivazione saldata direttamente sul tubo di linea;
- 2 ricavato dal tubo di acciaio e derivazioni saldate con piastra di rinforzo
- 3 ricavate da tee forgiato conforme a Norma EN 10253-2, con l'aggiunta di tronchetti in acciaio dello stesso tipo di quello usato per i tubi.

Su richiesta o se necessari a fronte delle verifiche di stress analisi, è comunque possibile realizzare derivazioni con materiali e spessori differenti.

Isolamento

- schiuma rigida di poliuretano conforme alla Norma EN 253;
- CCOT : 160°C per 30 anni;
- espandente utilizzato = Ciclopentano;
- conducibilità termica $\leq 0,027$ W/mK (a 50°C);
- resistenza a compressione $\geq 0,3$ MPa.

Cavi Teleallarme

- predisposizione per sistema di sorveglianza con nr. 2 cavi in rame (uno nudo, l'altro stagnato) di 1,5 mm², inseriti nell'isolamento in posizione ore 11,05 a circa 15 mm dal tubo di servizio;
- il sistema è conforme alla Norma EN 14419.

Guaina esterna

- costituita da tubo in polietilene alta densità, conforme alla Norma EN 253;
- qualità minima è PE80 secondo ISO 12162;
- variazione di MFI $\leq 0,5$ g/10 m;
- effetto corona ("Corona treatment") sulla superficie interna.

Tee assemblato

- tee preisolati conformi a EN 448 con diramazione:
 - branch 45°;
 - parallelo;
 - diritto;
- estremità libere dall'isolamento per 150/200 mm;
- temperatura max. di esercizio = 155°C.

AVVERTENZE: le dimensioni e le caratteristiche dei tee possono subire delle modifiche dovute al miglioramento degli standard produttivi. Le tolleranze sono quelle previste dalle norme di riferimento. In caso di necessità contattare il nostro UFFICIO TECNICO per la conferma dei dati.

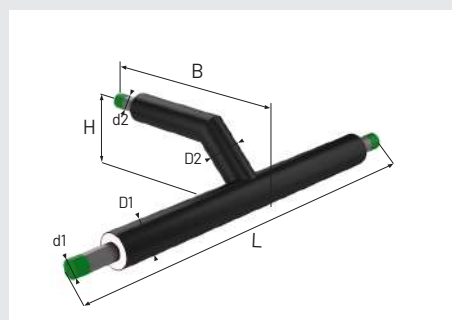
BRANCH 45°, PARALLELI E DIRITTI

SERIE 1-2-3

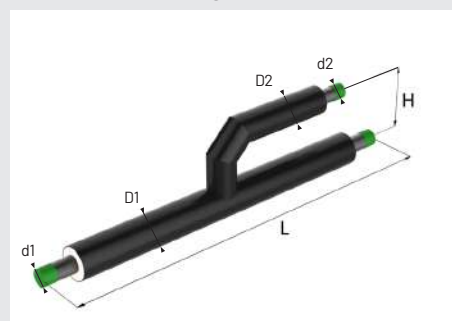
A) Derivazione a tee in acciaio della stessa qualità dei tubi, saldata con innesto diretto o rinforzato, per stacchi inferiori a quello principale di oltre due diametri. Per le curve 45° utilizzate per la derivazione valgono le indicazioni fornite per le curve preisololate.

B) Derivazioni a tee in acciaio forgiato conformi a Norma EN 10253-2, classe min. P235GH, allungate alle estremità con tronchetti in acciaio della stessa qualità dei tubi, per stacchi dello stesso diametro del tubo principale od inferiore di un diametro. Per le curve 45° utilizzate per la derivazione valgono le indicazioni fornite per le curve preisololate.

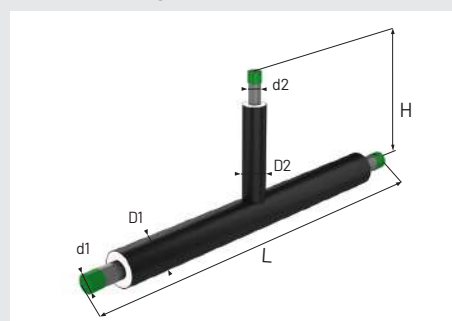
TEE BRANCH 45°



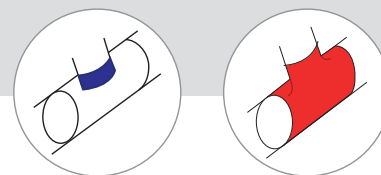
TEE PARALLELO



TEE DIRITTO



TEE BRANCH 45°



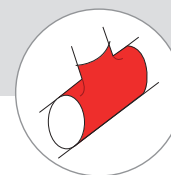
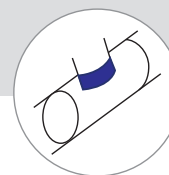
SERIE 1

TUBO DERIVAZIONE	d2	20	25	32	40	50	65	80	100
	D2	90	90	110	110	125	140	160	200

TUBO PRINCIPALE

d1	D1										
20	90	H	170								
		B	590								
25	90	H	170	170							
		B	590	590							
32	110	H	180	180	190						
		B	600	600	655						
40	110	H	185	185	190	190					
		B	605	605	655	655					
50	125	H	190	190	210	200	210				
		B	610	610	675	665	700				
65	140	H	200	200	215	220	210	220			
		B	620	620	680	685	700	725			
80	160	H	200	200	220	220	230	230	240		
		B	620	620	685	685	720	735	765	240	
100	200	H	230	230	230	230	240	260	260	280	
		B	650	650	695	695	730	765	785	890	
125	225	H	240	240	250	240	250	270	310	290	
		B	660	660	715	705	740	775	835	900	
150	250	H	250	250	260	270	260	280	320	330	
		B	670	670	725	735	750	785	845	940	
200	315	H	290	290	300	300	310	300	350	350	
		B	710	710	765	765	800	805	875	960	
250	400	H	350	350	350	350	360	370	380	400	
		B	770	770	815	815	850	875	905	1010	
300	450	H	370	370	380	380	390	400	400	430	
		B	790	790	845	845	880	905	925	1040	
350	500	H	400	400	400	400	400	410	420	440	
		B	822	822	865	865	890	915	945	1050	
400	560	H			430	430	430	440	450	480	
		B			895	895	920	945	975	1090	
450	630	H			470	470	470	480	490	520	
		B			935	935	960	985	1015	1130	
500	710	H									
		B									
600	800	H									
		B									

TEE BRANCH 45°

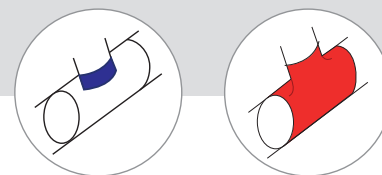


125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	L
225	250	315	400	450	500	560	630	710	800	

										900
										1000
										1100
	310									
	765									
	320	340								
	775	795								
	360	370	410							
	815	825	895							
	420	430	470	520						1400
	875	885	955	1070						
	440	460	490	540	570					
	895	915	975	1090	1145					1500
	450	470	500	550	580	590				
	905	925	985	1100	1155	1175				
	490	500	540	590	610	640	670			1600
	945	955	1025	1140	1185	1225	1315			
	530	540	580	630	650	680	720	750		1800
	985	995	1065	1180	1225	1265	1365	1420		
			630	680	700	730	770	810	850	1900
			1115	1230	1275	1315	1415	1480	1545	
				730	750	780	820	860	900	2000
				1280	1325	1365	1465	1530	1595	1685

Tutte le dimensioni indicate nella tabella hanno come unità di misura mm

TEE BRANCH 45°



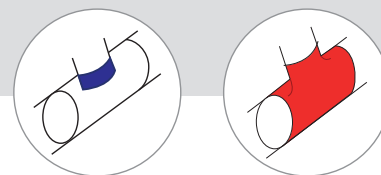
SERIE 2

TUBO DERIVAZIONE	d2	20	25	32	40	50	65	80	100
	D2	110	110	125	125	140	160	180	225

TUBO PRINCIPALE

d1	D1										
20	110	H	170								
		B	590								
25	110	H	170	170							
		B	590	590							
32	125	H	180	180	190						
		B	600	600	655						
40	125	H	185	185	190	190					
		B	605	605	655	655					
50	140	H	190	190	210	200	210				
		B	610	610	675	665	700				
65	160	H	200	200	215	220	210	220			
		B	620	620	680	685	700	725			
80	180	H	200	200	220	220	230	230	240		
		B	620	620	685	685	720	735	765		
100	225	H	230	230	230	230	240	260	260	280	
		B	650	650	695	695	730	765	785	890	
125	250	H	240	240	250	240	250	270	310	290	
		B	660	660	715	705	740	775	835	900	
150	280	H	250	250	260	270	260	280	320	330	
		B	670	670	725	735	750	785	845	940	
200	355	H	290	290	300	300	310	300	350	350	
		B	710	710	765	765	800	805	875	960	
250	450	H	350	350	350	350	360	370	380	400	
		B	770	770	815	815	850	875	905	1010	
300	500	H	370	370	380	380	390	400	400	430	
		B	790	790	845	845	880	905	925	1040	
350	560	H	400	400	400	400	400	410	420	440	
		B	822	822	865	865	890	915	945	1050	
400	630	H			430	430	430	440	450	480	
		B			895	895	920	945	975	1090	
450	710	H			470	470	470	480	490	520	
		B			935	935	960	985	1015	1130	
500	800	H									
		B									
600	900	H									
		B									

TEE BRANCH 45°



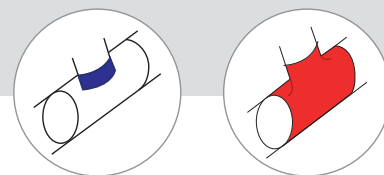
SERIE 3

TUBO DERIVAZIONE		d2	20	25	32	40	50	65	80	100
		D2	125	125	140	140	160	180	200	250

TUBO PRINCIPALE

d1	D1											
20	125	H	185									
		B	560									
25	125	H	185	185								
		B	560	560								
32	140	H	195	195	200							
		B	570	570	580							
40	140	H	195	195	200	200						
		B	570	570	580	580						
50	160	H	205	205	210	210	220					
		B	580	580	590	590	605					
65	180	H	215	215	220	220	230	240				
		B	590	590	600	600	615	710				
80	200	H	255	255	255	265	275	285	310			
		B	635	635	635	650	745	770	815			
100	250	H	230	230	230	230	240	260	260	280		
		B	650	650	695	695	730	765	785	890		
125	280	H	265	265	270	270	280	290	300	325		
		B	640	640	650	650	665	760	785	830		
150	315	H	285	285	290	290	300	310	320	345		
		B	660	660	670	670	685	780	805	850		
200	400	H	325	325	330	330	340	350	360	385		
		B	700	700	710	710	725	820	845	890		
250	500	H	375	375	380	380	390	400	410	435		
		B	750	750	760	760	775	870	895	940		
300	560	H			410	410	420	430	440	465		
		B			790	790	805	900	925	970		
350	630	H			445	445	455	465	475	500		
		B			825	825	840	935	960	1005		
400	710	H				425	435	445	515	540		
		B				805	820	915	1000	1045		
450	800	H				530	540	550	560	585		
		B				910	925	1020	1050	1090		
500	900	H										
		B										
600	1000	H										
		B										

TEE PARALLELI

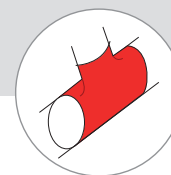


SERIE 1

TUBO DERIVAZIONE		d2	20	25	32	40	50	65	80	100
		D2	90	90	110	110	125	140	160	200

TUBO PRINCIPALE

d1	D1										
20	90	H									
25	90	H		270							
32	110	H		280	285						
40	110	H		280	285	285					
50	125	H		285	295	295	310				
65	140	H		265	270	270	315	335			
80	160	H		290	290	290	330	350	380		
100	200	H		305	310	310	345	365	395	350	
125	225	H		320	325	325	355	375	410	370	
150	250	H		340	335	335	370	390	425	390	
200	315	H		365	375	375	395	415	450	425	
250	400	H		420	425	425	435	445	475	470	
300	450	H		445	450	450	560	470	500	500	
350	500	H		475	480	480	490	500	520	530	
400	560	H									
450	630	H									
500	710	H									
600	800	H									

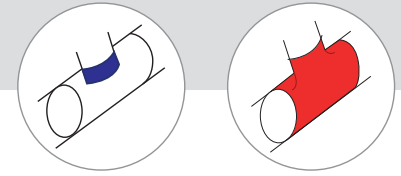
TEE PARALLELI


125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	L
225	250	315	400	450	500	560	630	710	800	

											900
											1000
											1100
											1200
											1400
											1500
											1600
											1800
											1900
											2000

Tutte le dimensioni indicate nella tabella hanno come unità di misura mm

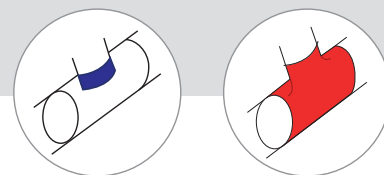
TEE PARALLELI



SERIE 2

		d2	TUBO DERIVAZIONE								
			20	25	32	40	50	65	80	100	
		D2	110	110	125	125	140	160	180	225	
		TUBO PRINCIPALE									
d1	D1										
20	110	H									
25	110	H		270							
32	125	H		280	285						
40	125	H		280	285	285					
50	140	H		285	295	295	310				
65	160	H		265	270	270	315	335			
80	180	H		290	290	290	330	350	380		
100	225	H		305	310	310	345	365	395	350	
125	250	H		320	325	325	355	375	410	370	
150	280	H		340	335	335	370	390	425	390	
200	355	H		365	375	375	395	415	450	425	
250	450	H		420	425	425	435	445	475	470	
300	500	H		445	450	450	560	470	500	500	
350	560	H		475	480	480	490	500	520	530	
400	630	H									
450	710	H									
500	800	H									
600	900	H									

TEE PARALLELI



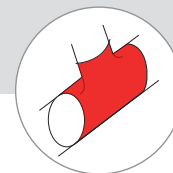
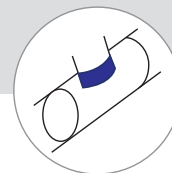
SERIE 3

TUBO DERIVAZIONE		d2	20	25	32	40	50	65	80	100
		D2	125	125	140	140	160	180	200	250

TUBO PRINCIPALE

d1	D1										
20	125	H									
25	125	H		310							
32	140	H		320	325						
40	140	H		320	325	325					
50	160	H		325	335	335	350				
65	180	H		305	310	310	355	375			
80	200	H		340	330	330	370	390	420		
100	250	H		345	350	350	385	405	435	390	
125	280	H		360	365	365	395	415	450	410	
150	315	H		380	375	375	410	440	465	430	
200	400	H		405	415	415	435	455	490	465	
250	500	H		460	465	465	475	485	515	510	
300	560	H		485	490	490	600	510	540	540	
350	630	H		515	520	520	530	540	560	570	
400	710	H									
450	800	H									
500	900	H									
600	1000	H									

TEE PARALLELI

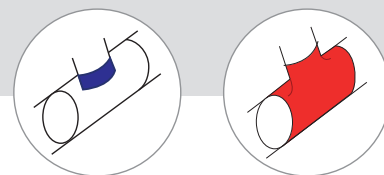


125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	L
280	315	400	500	560	630	710	800	900	1000	

											900
											1000
											1100
	425										1100
	435	450									1200
	470	485	525								1200
	540	560	600	635							1400
	555	565	620	660	750						1500
	585	600	640	680	770	850					1500
		660	700	750	780	840	915				1600
		710	750	800	830	860	960	1050			1800
			800	850	880	890	970	1060	1150		1900
				900	930	940	1020	1110	1200	1350	2000

Tutte le dimensioni indicate nella tabella hanno come unità di misura mm

TEE DIRITTI



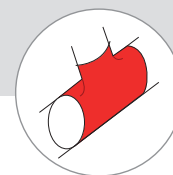
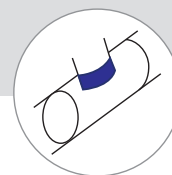
SERIE 1

TUBO DERIVAZIONE	d2	20	25	32	40	50	65	80	100
	D2	90	90	110	110	125	140	160	200

TUBO PRINCIPALE

d1	D1										
20	90	H	500								
25	90	H	500	500							
32	110	H	500	500	500						
40	110	H	500	500	500	500					
50	125	H	500	500	500	500	500				
65	140	H	500	500	500	500	500	500			
80	160	H	500	500	500	500	500	500	500		
100	200	H	600	600	600	600	600	600	600	600	
125	225	H	600	600	600	600	600	600	600	600	
150	250	H	600	600	600	600	600	600	600	600	
200	315	H	600	600	600	600	600	600	600	600	
250	400	H	700	700	700	700	700	700	700	700	
300	450	H	800	800	800	800	800	800	800	800	
350	500	H	800	800	800	800	800	800	800	800	
400	560	H	800	800	800	800	800	800	800	800	
450	630	H	900	900	900	900	900	900	900	900	
500	710	H	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
600	800	H	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	

TEE DIRITTI

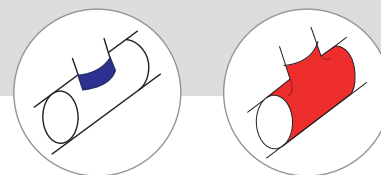


125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	L
225	250	315	400	450	500	560	630	710	800	

											900
											1000
											1100
	600										1200
	600	600									1400
	600	600	600								1500
	700	700	700	700							1600
	800	800	800	800	800						1800
	800	800	800	800	800	800					1900
	800	800	800	800	800	800	800				2000
	900	900	900	900	900	900	900	900			
	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000		
	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	

Tutte le dimensioni indicate nella tabella hanno come unità di misura mm

TEE DIRITTI



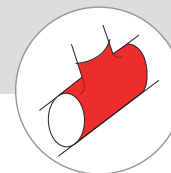
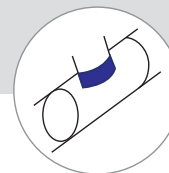
SERIE 2

TUBO DERIVAZIONE		d2	20	25	32	40	50	65	80	100
		D2	110	110	125	125	140	160	180	225

TUBO PRINCIPALE

d1	D1										
20	110	H	500								
25	110	H	500	500							
32	125	H	500	500	500						
40	125	H	500	500	500	500					
50	140	H	500	500	500	500	500				
65	160	H	500	500	500	500	500	500			
80	180	H	600	600	600	600	600	600	600		
100	225	H	600	600	600	600	600	600	600	600	
125	250	H	600	600	600	600	600	600	600	600	
150	280	H	600	600	600	600	600	600	600	600	
200	355	H	700	700	700	700	700	700	700	700	
250	450	H	800	800	800	800	800	800	800	800	
300	500	H	800	800	800	800	800	800	800	800	
350	560	H	800	800	800	800	800	800	800	800	
400	630	H	900	900	900	900	900	900	900	900	
450	710	H	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
500	800	H	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
600	900	H	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	

TEE DIRITTI

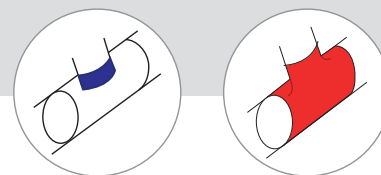


125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	L
250	280	355	450	500	560	630	710	800	900	

											900
											1000
600											1100
600	600										1200
700	700	700									1400
800	800	800	800								1500
800	800	800	800	800							1600
800	800	800	800	800	800						1800
900	900	900	900	900	900	900					1900
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000				2000
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000			
1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	

Tutte le dimensioni indicate nella tabella hanno come unità di misura mm

TEE DIRITTI



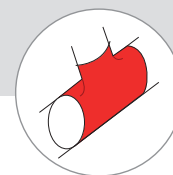
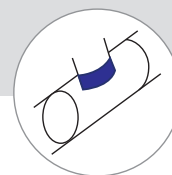
SERIE 3

TUBO DERIVAZIONE		d2	20	25	32	40	50	65	80	100
		D2	125	125	140	140	160	180	200	250

TUBO PRINCIPALE

d1	D1										
20	125	H	500								
25	125	H	500	500							
32	140	H	500	500	500						
40	140	H	500	500	500	500					
50	160	H	500	500	500	500	500				
65	180	H	500	500	500	500	500	500			
80	200	H	600	600	600	600	600	600	600		
100	250	H	600	600	600	600	600	600	600	600	
125	280	H	600	600	600	600	600	600	600	600	
150	315	H	600	600	600	600	600	600	600	600	
200	400	H	700	700	700	700	700	700	700	700	
250	500	H	800	800	800	800	800	800	800	800	
300	560	H	800	800	800	800	800	800	800	800	
350	630	H	800	800	800	800	800	800	800	800	
400	710	H	900	900	900	900	900	900	900	900	
450	800	H	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
500	900	H	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
600	1000	H	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	

TEE DIRITTI



125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	L
280	315	400	500	560	630	710	800	900	1000	

											900
											1000
600											1100
600	600										1200
700	700	700									1400
800	800	800	800								1500
800	800	800	800	800							1600
800	800	800	800	800	800						1800
900	900	900	900	900	900	900	900				1900
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000			2000
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000		
1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	

Tutte le dimensioni indicate nella tabella hanno come unità di misura mm

VALVOLE

Le valvole preisolate possono essere installate in qualsiasi punto della rete interrata e sono adatte ad ogni metodo di installazione.

Tutte le valvole proposte in questo catalogo sono a passaggio ridotto, con sfera flottante.

- **stelo:** acciaio inox rivestito;
- **corpo acciaio:** min. P235GH;
- **guarnizioni:**
 1. per lo stelo, PTFE rinforzato carbonio e FPM;
 2. per la sfera, PTFE rinforzato carbonio;
- **max. carico assiale** = 300 N/mm² (DN < 300 e condizioni di high axial stress);
- **pressione di esercizio** = PN 25;
- **disponibili da DN 25 a DN 300** (per dimensioni differenti, contattare il ns. ufficio commerciale);
- **isolamento**, cavi teleallarme e guaina esterna come per i precedenti prodotti.

Valvola assemblata.

- **valvole preisolate** conformi a EN 488, a passaggio ridotto con stelo di manovra. Riduttore di manovra con rinvio 90° per DN>150;
- **estremità libere dall'isolamento** per 150/200 mm;
- **temperatura max. di esercizio** = 155°C;
- possono essere anche dotate di nr. 1 o 2; sfiati/scarichi, equipaggiati di valvole con corpo in acciaio inox con water stop di chiusura.

AVVERTENZE: le dimensioni e le caratteristiche delle valvole possono subire delle modifiche dovute al miglioramento degli standard produttivi. Le tolleranze sono quelle previste dalle norme di riferimento. In caso di necessità contattare il nostro UFFICIO TECNICO per la conferma dei dati.



1.



2.



3.

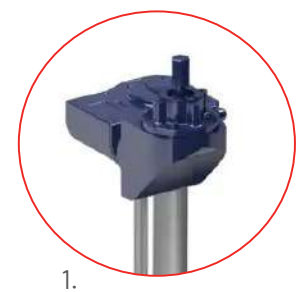
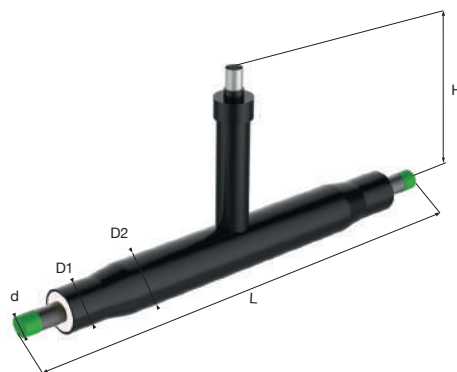
¹Valvola

²Valvola con n.1 Sfiato/Scarico

³Valvola con n.2 Sfiati/Scarichi

VALVOLE

		SERIE 1		SERIE 2		SERIE 3				
Tubo acciaio		Tubo PEAD	Tubo PEAD	Tubo PEAD	Tubo PEAD	Tubo PEAD	Tubo PEAD	Ø passaggio	H	L
DN	d [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	DN	[mm]	[mm]
25	33,7	90	90	110	110	125	125	20	620	1500
32	42,4	110	110	125	125	140	140	25	630	1500
40	48,3	110	110	125	125	140	140	32	650	1500
50	60,3	125	125	140	140	160	160	40	650	1500
65	76,1	140	160	160	160	180	180	50	650	1500
80	88,9	160	200	180	180	200	200	65	650	1500
100	114,3	200	250	200	200	250	250	80	650	1500
125	139,7	225	250	250	250	280	280	100	650	1500
150	168,3	250	280	280	280	315	315	125	700	1500
200	219,1	315	355	355	355	400	400	150	700	1500
250	273,0	400	500	450	450	500	500	200	700	1500
300	323,9	450	560	500	500	560	560	250	700	1800

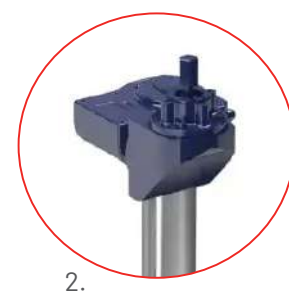
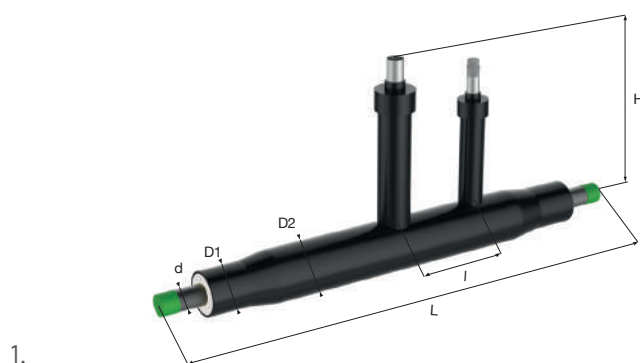


¹ da Ø200 valvole con riduttore di manovra

Per valvole di tipologia e/o dimensioni diverse contattare il nostro ufficio commerciale

VALVOLE CON n.1 SFIATO

		SERIE 1		SERIE 2		SERIE 3							
		Tubo acciaio	Tubo PEAD	Tubo PEAD	Tubo PEAD	Tubo PEAD	Tubo PEAD	Tubo PEAD	Ø passaggio sfera	Ø sfiato	I	H	L
DN	d [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	DN	DN	[mm]	[mm]	[mm]	
40	48,3	110	110	125	125	140	140	32	25	320	650	1500	
50	60,3	125	125	140	140	160	160	40	25	320	650	1500	
65	76,1	140	160	160	160	180	180	50	25	320	650	1500	
80	88,9	160	200	180	180	200	200	65	25	320	650	1500	
100	114,3	200	250	200	200	250	250	80	25	320	650	1500	
125	139,7	225	250	250	250	280	280	100	25	320	650	1500	
150	168,3	250	280	280	280	315	315	125	25	320	700	1500	
200	219,1	315	355	355	355	400	400	150	25	320	700	1500	
250	273,0	400	500	450	450	500	500	200	25	320	700	1500	
300	323,9	450	560	500	500	560	560	250	25	420	700	1800	



¹ Valvole con n.1 Sfiato (od eventuale scarico)

² da Ø200 valvole con riduttore di manovra

Per valvole di tipologia e/o dimensioni diverse contattare il nostro ufficio commerciale

VALVOLE CON n.2 SFIATI

SERIE 1

SERIE 2

SERIE 3

Tubo acciaio	Tubo PEAD	Tubo PEAD	Tubo PEAD	Tubo PEAD	Tubo PEAD	Tubo PEAD	Ø passaggio sfera	Ø sfiato	I	H	L	
DN	d [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	DN	DN	[mm]	[mm]	[mm]
40	48,3	110	110	125	125	140	140	32	25	320	650	1500
50	60,3	125	125	140	140	160	160	40	25	320	650	1500
65	76,1	140	160	160	160	180	180	50	25	320	650	1500
80	88,9	160	200	180	180	200	200	65	25	320	650	1500
100	114,3	200	250	200	200	250	250	80	25	320	650	1500
125	139,7	225	250	250	250	280	280	100	25	320	650	1500
150	168,3	250	280	280	280	315	315	125	25	320	700	1500
200	219,1	315	355	355	355	400	400	150	25	320	700	1500
250	273,0	400	500	450	450	500	500	200	25	320	700	1500
300	323,9	450	560	500	500	560	560	250	25	420	700	1800



Valvola di sfiato



Water Stop



1.



2.

¹Valvole con n.2 Sfiati (od eventuale scarico)

² da Ø200 valvole con riduttore di manovra

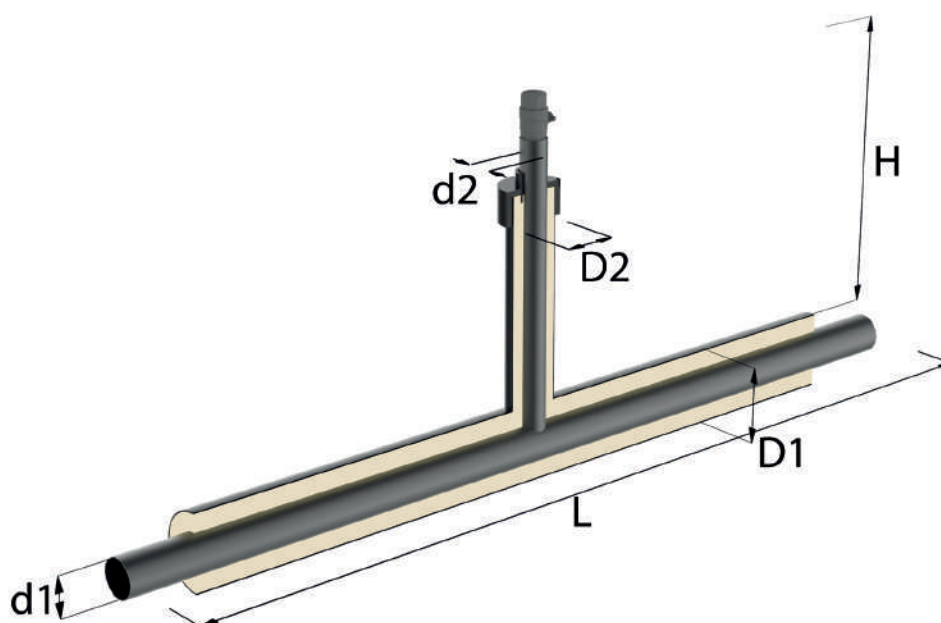
Per valvole di tipologia e/o dimensioni diverse contattare il nostro ufficio commerciale

TEE DIRITTI PER SFIATO/SCARICO

Ove richiesta la presenza di sfiati e/o scarichi, è possibile installare specifiche derivazioni a tee diritte dotate di valvola di sfogo in acciaio inox, adeguatamente sigillate con water-stop. Gli altri materiali utilizzati sono gli stessi delle derivazioni a tee di tipo standard.

Questo tipo di accessorio risponde ai requisiti della Norma EN 448.

- **Max. carico assiale** = 300 N/mm²; (DN < 300 e condizioni di high axial stress);
- **pressione di esercizio** = PN 25.



TEE DIRITTI PER SFIATO/SCARICO

SERIE 1

TUBO SFIATO			d2	25	32	40	50	L
			D2	90	110	110	125	
TUBO PRINCIPALE								
d1	D1							
32	110	H	500					900
40	110	H	500					
50	125	H	500	500	500			
65	140	H	500	500	500	550		1000
80	160	H	550	550	550	600		
100	200	H	550	550	550	600		1100
125	225	H	550	550	550	600		
150	250	H	550	550	550	600		1200
200	315	H	600	600	600	650		
250	400	H	600	600	600	650		1400
300	450	H	650	650	650	700		1500
350	500	H	650	650	650	700		
400	560	H	700	700	700	750		1600
450	630	H	700	700	700	750		1800
500	710	H	750	750	750	800		1900
600	800	H	750	750	750	800		2000

Tutte le dimensioni indicate nella tabella hanno come unità di misura mm

TEE DIRITTI PER SFIATO/SCARICO

SERIE 2

TUBO SFIATO		d2	25	32	40	50	L
		D2	110	125	125	140	
TUBO PRINCIPALE							
d1	D1						
32	125	H	500				900
40	125	H	500	500	500		
50	140	H	500	500	500	550	
65	160	H	500	500	500	550	1000
80	180	H	550	550	550	600	
100	225	H	550	550	550	600	1100
125	250	H	550	550	550	600	
150	280	H	550	550	550	600	1200
200	355	H	600	600	600	650	
250	450	H	600	600	600	650	1400
300	500	H	650	650	650	700	1500
350	560	H	650	650	650	700	
400	630	H	700	700	700	750	1600
450	710	H	700	700	700	750	1800
500	800	H	750	750	750	800	1900
600	900	H	750	750	750	800	2000

Tutte le dimensioni indicate nella tabella hanno come unità di misura mm

TEE DIRITTI PER SFIATO/SCARICO

SERIE 3

TUBO SFIATO			d2	25	32	40	50	L
			D2	125	140	140	160	
TUBO PRINCIPALE								
d1	D1							
25	125	H	500	500	500			900
32	140	H	500	500	500			
40	140	H	500	500	500			
50	160	H	500	500	500	550		
65	180	H	500	500	500	550		1000
80	200	H	550	550	550	600		
100	250	H	550	550	550	600		1100
125	280	H	550	550	550	600		
150	315	H	550	550	550	600		
200	400	H	600	600	600	650		1200
250	500	H	600	600	600	650		1400
300	560	H	650	650	650	700		1500
350	630	H	650	650	650	700		
400	710	H	700	700	700	750		1600
450	800	H	700	700	700	750		1800
500	900	H	750	750	750	800		1900
600	1000	H	750	750	750	800		2000

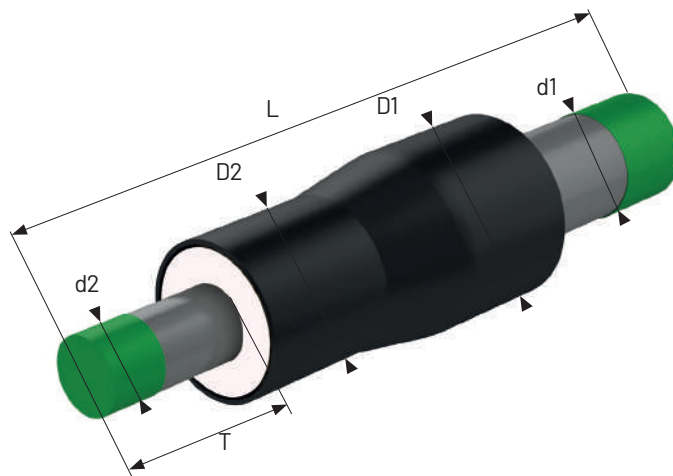
Tutte le dimensioni indicate nella tabella hanno come unità di misura mm

RIDUZIONI PREISOLATE

ECOLINE propone ai suoi clienti, la fornitura di riduzioni preisolate costruite con gli stessi criteri degli altri accessori preisolati (tubi, curve, tee, ecc.) e con la predisposizione per il collegamento al circuito di teleallarme. Generalmente le riduzioni sono fornite con un salto di max. 2 diametri. Il salto di un diametro garantisce un valore max. di resistenza assiale pari a 300 N/mm^2 (per $\text{DN} < 300$ e condizioni di high axial stress), mentre il limite per il salto di due diametri è 150 N/mm^2 .

È comunque possibile, su richiesta, realizzare salti maggiori, sempre a condizione che siano verificate le condizioni di progetto.

AVVERTENZE: le dimensioni e le caratteristiche delle riduzioni possono subire delle modifiche dovute al miglioramento degli standard produttivi. Le tolleranze sono quelle previste dalle norme di riferimento. In caso di necessità contattare il nostro UFFICIO TECNICO per la conferma dei dati.



RIDUZIONI PREISOLATE

SERIE 1

Acciaio		PEAD	x	Acciaio		PEAD	L [mm]
DN ₁	d ₁ [mm]	D ₁ [mm]	x	DN ₂	d ₂ [mm]	D ₂ [mm]	
25	33,7	90	x	20	26,9	90	1000
32	42,4	110	x	25	33,7	90	1000
32	42,4	110	x	20	26,9	90	1000
40	48,3	110	x	32	42,4	110	1000
40	48,3	110	x	25	33,7	90	1000
50	60,3	125	x	40	48,3	110	1000
50	60,3	125	x	32	42,4	110	1000
65	76,1	140	x	50	60,3	125	1000
65	76,1	140	x	40	48,3	110	1000
80	88,9	160	x	65	76,1	140	1000
80	88,9	160	x	50	60,3	125	1000
100	114,3	200	x	80	88,9	160	1000
100	114,3	200	x	65	76,1	140	1000
125	139,7	225	x	100	114,3	200	1000
125	139,7	225	x	80	88,9	160	1000
150	168,3	250	x	125	139,7	225	1000
150	168,3	250	x	100	114,3	200	1000
200	219,1	315	x	150	168,3	250	1000
200	219,1	315	x	125	139,7	225	1000
250	273,0	400	x	200	219,1	315	1200
250	273,0	400	x	150	168,3	250	1200
300	323,9	450	x	250	273,0	400	1200
300	323,9	450	x	200	219,1	315	1200
350	355,6	500	x	300	323,9	450	1400
350	355,6	500	x	250	273,0	400	1400
400	406,4	560	x	350	355,6	500	1400
400	406,4	560	x	300	323,9	450	1400
450	457,0	630	x	400	406,4	560	1400
450	457,0	630	x	350	355,6	500	1400
500	508,0	710	x	450	457,0	630	1600
500	508,0	710	x	400	406,4	560	1600
600	609,6	800	x	500	508,0	710	1600
600	609,6	800	x	450	457,0	630	1600

RIDUZIONI PREISOLATE

SERIE 2

Acciaio		PEAD	x	Acciaio		PEAD	L [mm]
DN ₁	d ₁ [mm]	D ₁ [mm]	x	DN ₂	d ₂ [mm]	D ₂ [mm]	
25	33,7	110	x	20	26,9	110	1000
32	42,4	125	x	25	33,7	110	1000
32	42,4	125	x	20	26,9	110	1000
40	48,3	125	x	32	42,4	125	1000
40	48,3	125	x	25	33,7	110	1000
50	60,3	140	x	40	48,3	125	1000
50	60,3	140	x	32	42,4	125	1000
65	76,1	160	x	50	60,3	140	1000
65	76,1	160	x	40	48,3	125	1000
80	88,9	180	x	65	76,1	160	1000
80	88,9	180	x	50	60,3	140	1000
100	114,3	225	x	80	88,9	180	1000
100	114,3	225	x	65	76,1	160	1000
125	139,7	250	x	100	114,3	225	1000
125	139,7	250	x	80	88,9	180	1000
150	168,3	280	x	125	139,7	250	1000
150	168,3	280	x	100	114,3	225	1000
200	219,1	355	x	150	168,3	280	1000
200	219,1	355	x	125	139,7	250	1000
250	273,0	450	x	200	219,1	355	1200
250	273,0	450	x	150	168,3	280	1200
300	323,9	500	x	250	273,0	450	1200
300	323,9	500	x	200	219,1	355	1200
350	355,6	560	x	300	323,9	500	1400
350	355,6	560	x	250	273,0	450	1400
400	406,4	630	x	350	355,6	560	1400
400	406,4	630	x	300	323,9	500	1400
450	457,0	710	x	400	406,4	630	1400
450	457,0	710	x	350	355,6	560	1400
500	508,0	800	x	450	457,0	710	1600
500	508,0	800	x	400	406,4	630	1600
600	609,6	900	x	500	508,0	800	1600
600	609,6	900	x	450	457,0	710	1600

RIDUZIONI PREISOLATE

SERIE 3

Acciaio		PEAD	x	Acciaio		PEAD	L [mm]
DN ₁	d ₁ [mm]	D ₁ [mm]	x	DN ₂	d ₂ [mm]	D ₂ [mm]	
25	33,7	125	x	20	26,9	125	1000
32	42,4	140	x	25	33,7	125	1000
32	42,4	140	x	20	26,9	125	1000
40	48,3	140	x	32	42,4	140	1000
40	48,3	140	x	25	33,7	125	1000
50	60,3	160	x	40	48,3	140	1000
50	60,3	160	x	32	42,4	140	1000
65	76,1	180	x	50	60,3	160	1000
65	76,1	180	x	40	48,3	140	1000
80	88,9	200	x	65	76,1	180	1000
80	88,9	200	x	50	60,3	160	1000
100	114,3	250	x	80	88,9	200	1000
100	114,3	250	x	65	76,1	180	1000
125	139,7	280	x	100	114,3	250	1000
125	139,7	280	x	80	88,9	200	1000
150	168,3	315	x	125	139,7	280	1000
150	168,3	315	x	100	114,3	250	1000
200	219,1	400	x	150	168,3	315	1000
200	219,1	400	x	125	139,7	280	1000
250	273,0	500	x	200	219,1	400	1200
250	273,0	500	x	150	168,3	315	1200
300	323,9	560	x	250	273,0	500	1200
300	323,9	560	x	200	219,1	400	1200
350	355,6	630	x	300	323,9	560	1400
350	355,6	630	x	250	273,0	500	1400
400	406,4	710	x	350	355,6	630	1400
400	406,4	710	x	300	323,9	560	1400
450	457,0	800	x	400	406,4	710	1400
450	457,0	800	x	350	355,6	630	1400
500	508,0	900	x	450	457,0	800	1600
500	508,0	900	x	400	406,4	710	1600
600	609,6	1000	x	500	508,0	900	1600
600	609,6	1000	x	450	457,0	800	1600

REALIZZAZIONE PEZZI SPECIALI IN OPERA

ECOLINE è inoltre in grado di fornire, a richiesta dei Clienti, i materiali necessari per la realizzazione in campo di alcuni pezzi speciali. Di seguito viene sommariamente indicata la composizione della fornitura consegnata per ciascun pezzo speciale da realizzare. Per maggiori dettagli, l'Ufficio Tecnico di **ECOLINE** è a disposizione dei propri Clienti per valutare le migliori modalità realizzative delle opere da eseguire.

In situazioni particolari, ad esempio per piccoli impianti e temperature di esercizio ridotte, può essere necessario realizzare una curva in opera. Il kit di realizzazione prevede la fornitura di:

Curve

- curva in acciaio, con le medesime caratteristiche delle curve preisolata;
- distanziali;
- muffola in PEAD a soffietto termorestringente;
- boccette per il ripristino dell'isolamento;
- tappi a saldare.

Qualora si voglia realizzare uno stacco in opera (ad esempio su una rete già posata, in esercizio o meno), è possibile utilizzare i seguenti elementi forniti da **ECOLINE**:

TEE branch

- kit composto da rinforzo in acciaio se previsto e curva in acciaio, con le medesime caratteristiche del tubo di linea;
- distanziali;

- sella in PEAD da estrarre e muffola in PEAD a soffietto termo restringente per la curva di stacco;
- boccette per il ripristino dell'isolamento.

Quando, normalmente per ragioni di spazio, non è possibile installare una riduzione preisolata è possibile effettuare la riduzione di diametro in opera (fino al DN 150), utilizzando i seguenti elementi di fornitura di **ECOLINE**:

Riduzioni

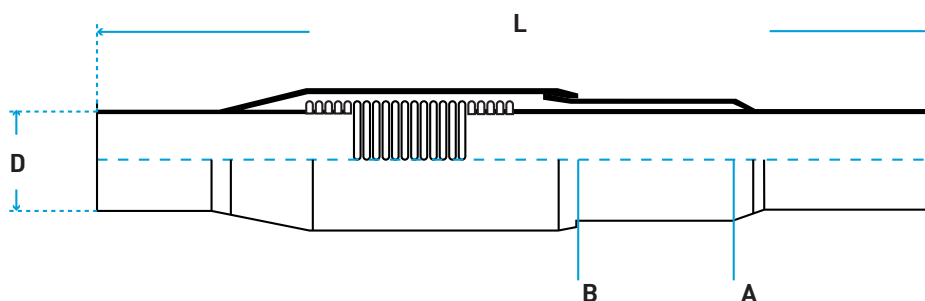
- riduzione in acciaio, conforme alla norma EN 10253-2;
- distanziali;
- muffola ridotta, termorestringente a doppia tenuta o reticolata;
- boccette per il ripristino dell'isolamento.

COMPENSATORI MONOUSO

Compensatori monouso

Il compensatore monouso è un compensatore assiale che “lavora” una sola volta ed è utilizzato come elemento per la limitazione degli sforzi assiali nella tubazione. Ad una temperatura intermedia fra quella di posa e quella di esercizio, il compensatore assorbe parte di quella che sarà la dilatazione totale in esercizio. Dopodiché, il compensatore viene bloccato definitivamente e solo la parte restante di dilatazione sarà trasformata in sollecitazione sulla tubazione di servizio. Il

compensatore monouso è progettato per funzionamenti a pressioni max. di esercizio pari a 16 bar (prova in pressione a 24 bar). Pressioni maggiori, sono possibili su richiesta. Le estremità a saldare del compensatore sono al carbonio, mentre il “soffietto” o molla di assorbimento della dilatazione è in acciaio inox AISI 321. L è la lunghezza del compensatore nello stato di fornitura. Il valore indicato della corsa (A-B) è la massima lunghezza comprimibile. Su richiesta, è possibile fornire il compensatore precaricato al valore voluto.



COMPENSATORI MONOUSO		
D (DN)	L [mm]	Corsa (A-B) [mm]
40	450	50
50	450	50
65	500	70
80	500	70
100	550	80
125	550	80
150	630	100
200	700	120

COMPENSATORI MONOUSO		
D (DN)	L [mm]	Corsa (A-B) [mm]
250	700	120
300	730	140
350	730	140
400	730	140
450	800	150
500	800	150
600	800	150

PUNTI FISSI

Punti fissi o ancoraggi

I punti fissi preisolati sono utilizzati per bloccare le tubazioni ed impedire le dilatazioni non ammissibili, assorbendo le relative sollecitazioni meccaniche.

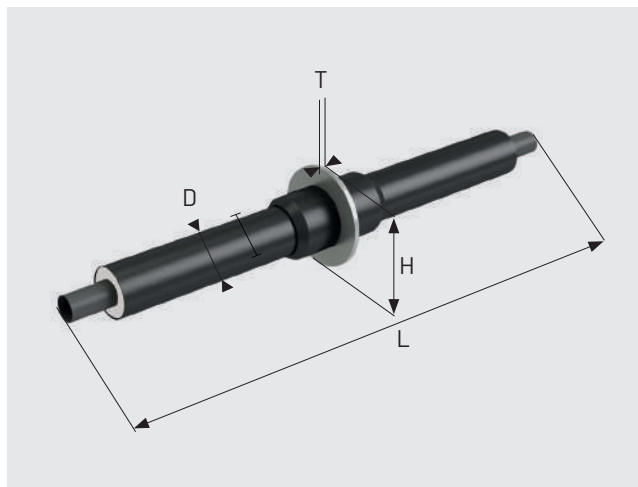
Dati applicativi

Max. pressione di esercizio: **25 bar**

Max. sollecitazione ammissibile sulla piastra:

150 N/mm².

Se previsto, i punti fissi sono dotati di cavi per il collegamento al circuito di teleallarme, della stessa tipologia dei tubi preisolati.



SERIE 1

PUNTI FISSI				
DN	D [mm]	L [mm]	H [mm]	T [mm]
20	90	2000	215	15
25	90	2000	215	15
32	110	2000	215	15
40	110	2000	215	15
50	125	2000	215	15
65	140	2000	245	15
80	160	2000	260	15
100	200	2000	300	15
125	225	2000	350	25
150	250	2000	380	25
200	315	2000	415	25
250	400	2400	500	30
300	450	2400	550	35
350	500	2400	600	35
400	560	2400	660	35
450	630	2400	730	45
500	710	2400	810	45
600	800	2400	900	50

PUNTI FISSI

Caratteristiche principali materiali utilizzati

Tubo di servizio:

- tubo acciaio saldato conforme a Norma 10217-1, 2, 3 o 5;
- classe acciaio = P235GH, P355NH;
- piastra in acciaio [S235JR].

Preisolamento: conforme a EN 448

Pezzo finito:

- protezione della piastra con apposita guaina termoretraibile sagomata;
- estremità libera dall'isolamento (testata) di 150÷200 mm.

AVVERTENZE: le dimensioni e le caratteristiche dei punti fissi possono subire delle modifiche dovute al miglioramento degli standard produttivi. Le tolleranze

sono quelle previste dalle norme di riferimento. In caso di necessità contattare il nostro UFFICIO TECNICO per la conferma dei dati.

SERIE 2

PUNTI FISSI				
DN	D [mm]	L [mm]	H [mm]	T [mm]
20	110	2000	215	15
25	110	2000	215	15
32	125	2000	215	15
40	125	2000	215	15
50	140	2000	245	15
65	160	2000	260	15
80	180	2000	280	15
100	225	2000	350	25
125	250	2000	350	25
150	280	2000	380	25
200	355	2000	500	30
250	450	2400	550	35
300	500	2400	600	35
350	560	2400	660	35
400	630	2400	730	45
450	710	2400	810	45
500	800	2400	900	50

PUNTI FISSI

SERIE 3

PUNTI FISSI				
DN	D[mm]	L[mm]	H[mm]	T[mm]
20	125	2000	215	15
25	125	2000	215	15
32	140	2000	245	15
40	140	2000	245	15
50	160	2000	260	15
65	180	2000	280	15
80	200	2000	300	15
100	250	2000	350	25
125	280	2000	380	25
150	315	2000	415	25
200	400	2000	500	30
250	500	2400	600	35
300	560	2400	660	35
350	630	2400	730	45
400	710	2400	810	45
450	800	2400	900	50
500	900	2400	1000	50

MUFFOLE

KIT DI RIPRISTINO ISOLAMENTO

ECOLINE può fornire quattro differenti sistemi di ripristino dell'isolamento delle zone di giunzione, tutti conformi alla Norma EN 489 (certificati con test a 100/1000 cicli):

1) Doppia tenuta

- disponibile per Øe PEAD = 90÷900 mm;
- preinstallazione di un manicotto cilindrico termoretraibile e fasce termoretraibili;
- controllo tenuta e successiva schiumatura "in loco".

2) Reticolato

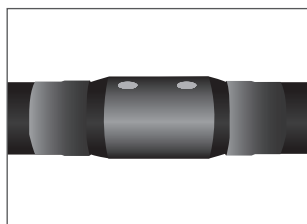
- disponibile per Øe PEAD = 90÷710 mm;
- preinstallazione di un manicotto cilindrico termoretraibile reticolato;
- controllo tenuta e successiva schiumatura "in loco".

3) Reticolato con schiumatura ispezionabile

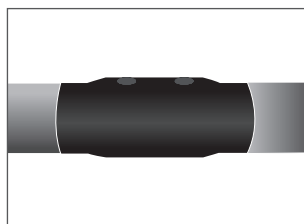
- disponibile per Øe PEAD = 90÷250 mm, con casero a perdere;
- disponibile per Øe PEAD = 280÷710 mm, con casero a rendere;
- predisposizione di un manicotto cilindrico termoretraibile reticolato e schiumatura "in loco" in cassaforma. Controllo difettosità e sigillatura finale con termorestrizione del manicotto.

4) Elettrosaldato

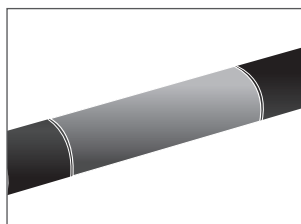
- disponibile per Øe PEAD = 90÷900 mm;
- preinstallazione di un manicotto cilindrico termoretraibile;
- controllo tenuta e successiva schiumatura "in loco".



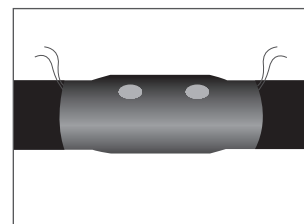
1.



2.



3.



4.

MUFFOLE

CARATTERISTICHE E VANTAGGI DELLE MUFFOLE DISPONIBILI

C'è un ampio numero di fattori che influenzano la scelta della tipologia di sistema da adottare:

- a) condizioni del terreno;
- b) esperienza/consuetudine del committente/progettista;
- c) analisi costi/benefici;
- d) ripetibilità della tenuta;
- e) esperienza dell'impresa esecutrice.

ECOLINE è in grado di accompagnarVi nella scelta, avendo l'esperienza sufficiente per esporVi, nello specifico, gli eventuali vantaggi di un sistema, piuttosto che un altro.

Caratteristiche specifiche / vantaggi

1) Doppia tenuta

- a) economicità;
- b) sistema consolidato.

2) Reticolato

- a) garanzia della tenuta in condizioni gravose (presenza di falda, etc.);
- b) semplicità di installazione.

3) Reticolato con schiumatura ispezionabile

- a) possibilità di verifica della schiumatura prima della sigillatura;
- b) assenza di rigonfiamenti sulla zona di ripristino;
- c) assenza di fori, quindi di tappi di chiusura.

4) Elettrosaldato

- a) garanzia della tenuta in presenza continua di acqua;
- b) tenuta garantita da saldatura elettrica e non da termorestrizione.

MUFFOLE

REQUISITI DI INSTALLAZIONE

I requisiti previsti per gli installatori e l'attrezzatura di cui disporre dipendono dalla tipologia di sistema di ripristino scelto:

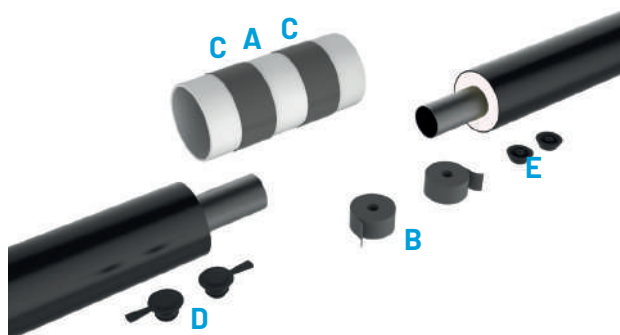
	REQUISITO PER L'INSTALLATORE	ATTREZZATURA
Giunti elettrosaldati:	Possono essere eseguiti solo da installatori certificati	Saldatrice
Giunti reticolati:	Possono essere eseguiti solo da installatori certificati	Normali utensili manuali (pinza crimp, spelafili, scalpello, martello, ecc.) + cannello gas + polifusore per la saldatura dei tappi di chiusura
Giunti doppia tenuta:	Possono essere eseguiti correttamente, con semplici e brevi istruzioni, ma una buona esecuzione richiede esperienza	Normali utensili manuali (pinza crimp, spelafili, scalpello, martello, ecc.) + cannello gas + polifusore per la saldatura dei tappi di chiusura

Nota per tutte le tipologie: conservare i materiali e le sostanze contenuti nei kit in luoghi asciutti e ventilati, nelle confezioni originali, evitando l'esposizione diretta ai raggi solari, pioggia, neve, polvere, od altri fenomeni ambientali avversi.

In particolare, per i componenti poliuretanic, mantenere lo stoccaggio a temperature comprese fra i 15°C ed i 25°C.

È raccomandabile prendere contatto con gli uffici **ECOLINE** per pianificare una adeguata attività formativa per gli installatori.

Specifiche tecniche di ciascuna tipologia disponibile
DOPPIA TENUTA: Contenuto del KIT



- A)** nr. 1 Overcasing termoretraibile in polietilene allargato meccanicamente;
- B)** mastice sigillante (può essere fornito già pre applicato all'interno dell'Overcasing);
- C)** nr. 2 anelli termoretraibili;
- D)** nr. 2 tappi di sfiato;
- E)** nr. 2 tappi a saldare*;
 - componenti poliuretanic predosati per la coibentazione "in campo";
 - kit elettrico (distanziatori, connettori, ecc.) per il collegamento al sistema di teleallarme, se previsto.

* In alternativa è possibile fornire nr. 2 pezzi di chiusura (FOPS) termoaderenti

MUFFOLE

Attrezzature principali da disporre in cantiere:

- attrezzatura per la saldatura dei tappi di chiusura o polifusore;
- bombola gas;
- torcia gas propano con bocca Ø 30÷50 mm;
- regolatore di pressione;
- trapano elettrico;
- fresa a tazza Ø24 mm;
- tela vetrata grana 60÷80 in rotoli di larghezza 50 mm;
- utensili manuali vari (martello, cacciavite, scalpello, ecc.);
- solvente per pulizia PE;
- attrezzatura per prova in pressione.

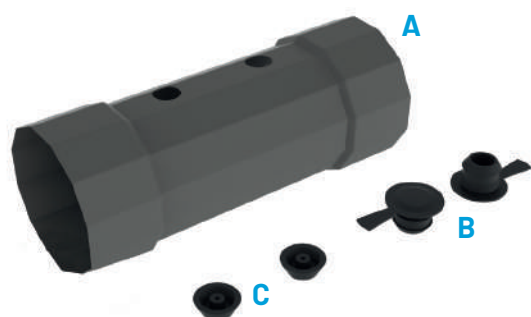
De PEAD [mm]	Lunghezza Overcasing kit STD [mm]	Lunghezza Overcasing kit compensatore monouso [mm]
90	500	1500
110	500	1500
125	500	1500
140	500	1500
160	500	1500
180	500	1500
200	500	1500
225	500	1500
250	500	1500
280	500	1500
315	500	1500
355	500	1500
400	600	1500
450	600	1500
500	600	1500
560	600	1500
630	600	1500
710	600	1500
800	600	1500
900	600	1500
1000	600	1500

AVVERTENZE: le dimensioni possono subire delle leggere modifiche dovute al miglioramento degli standard produttivi. Le tolleranze sono quelle previste dalle norme di riferimento. In caso di necessità contattare il nostro UFFICIO TECNICO per la conferma dei dati.

MUFFOLE

RETICOLATE

Contenuto del KIT



- A)** nr. 1 overcasing termoretraibile in polietilene reticolato (completo di mastice alle estremità)
- B)** nr. 2 tappi di sfiato;
- C)** nr. 2 tappi a saldare;
 - componenti poliuretanicis predosati per la coibentazione "in campo";
 - kit elettrico (distanziatori, connettori, ecc.) per il collegamento al sistema di teleallarme, se previsto.

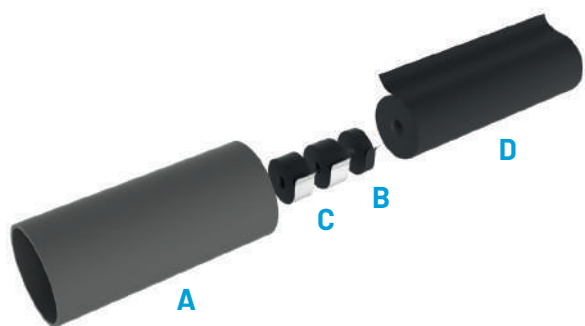
Attrezzature principali da disporre in cantiere:

- attrezzatura per la saldatura dei tappi di chiusura o polifusore;
- bombola gas;
- torcia gas propano con bocca \varnothing 30÷50 mm;
- regolatore di pressione;
- trapano elettrico;
- fresa conica \varnothing 27 mm;
- tela vetrata grana 60÷80 in rotoli di larghezza 50 mm;
- utensili manuali vari (martello, cacciavite, scalpello, ecc.);
- attrezzatura per prova in pressione;
- solvente per pulizia.

De PEAD [mm]	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	560	630	710
Lunghezza overcasing kit STD min [mm]	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	700	700	700	700	700	700

MUFFOLE

RETICOLATE CON SCHIUMATURA ISPEZIONABILE Contenuto del KIT



- A)** nr. 1 overcasing termoretraibile in polietilene reticolato
- B)** nastro tensionatore;
- C)** nr. 2 strisce adesive;
- D)** nr. 1 film termorestringente (necessario in caso di presenza di acqua di falda);
 - componenti poliuretanicici predosati per la coibentazione "in campo";
 - kit elettrico (distanziatori, connettori, ecc.) per il collegamento al sistema di teleallarme, se previsto;
 - cassaforma "a perdere" od "a rendere", in funzione delle dimensioni.

Attrezzature principali da disporre in cantiere:

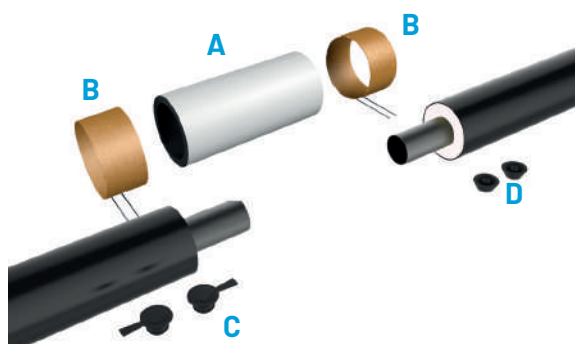
- termometro;
- bombola gas;
- torcia gas propano con bocca \varnothing 30÷50 mm;
- regolatore di pressione;
- rullino;
- solvente per pulizia;
- tela vetrata grana 60÷80 in rotoli di larghezza 50 mm;
- utensili manuali vari (martello, cacciavite, scalpello, ecc.);
- raschietto triangolare.

MUFFOLE

De PEAD [mm]	Lunghezza overcasing kit STD [mm]	Cassaforma
90	750	a perdere
110	750	a perdere
125	750	a perdere
140	750	a perdere
160	750	a perdere
180	750	a perdere
200	750	a perdere
225	750	a perdere
250	750	a perdere
280	750	a rendere
315	750	a rendere
355	750	a rendere
400	750	a rendere
450	750	a rendere
500	750	a rendere
560	750	a rendere
630	750	a rendere
710	750	a rendere

MUFFOLE

ELETTROSALDATO: Contenuto del KIT



- A)** nr. 1 Overcasing elettrosaldabile in polietilene;
- B)** nr. 2 Resistenze e sensori di temperatura;
- C)** nr. 2 tappi di sfiato;
- D)** nr. 2 tappi a saldare;
 - componenti poliuretanicis predosati per la coibentazione "in campo";
 - kit elettrico (distanziatori, connettori, ecc.) per il collegamento al sistema di teleallarme, se previsto.

Attrezzature principali da disporre in cantiere:

- attrezzatura per la saldatura dei tappi di chiusura o polifusore;
- saldatrice ed appositi "bracciali" per l'elettrosaldatura del manicotto;
- bombola gas;
- torcia gas propano con bocca $\varnothing 30\div 50$ mm;
- regolatore di pressione;
- trapano elettrico;
- fresa a tazza $\varnothing 24$ mm;
- tela vetrata grana 60÷80 in rotoli di larghezza 50 mm;
- utensili manuali vari (martello, cacciavite, scalpello, ecc.);
- solvente per pulizia PE;
- attrezzatura per prova in pressione.

De PEAD [mm]	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280
Lunghezza overcasing min [mm]	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600

De PEAD [mm]	315	355	400	450	500	560	630	710	800	900	1000
Lunghezza overcasing min [mm]	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700

AVVERTENZE: le dimensioni possono subire delle leggere modifiche dovute al miglioramento degli standard produttivi. Le tolleranze sono quelle previste dalle norme di riferimento. In caso di necessità contattare il nostro UFFICIO TECNICO per la conferma dei dati.

ELEMENTI TERMINALI

In corrispondenza dell'estremità di una linea o di un allacciamento possono essere installati particolari elementi terminali in funzione delle caratteristiche specifiche del limite di intervento.

1) Muffola terminale

- disponibile per Øe PEAD = 90÷900 mm;
- è utilizzato per proteggere le estremità "fondellate" delle tubazioni preisolata che devono restare interrate in attesa di eventuali future estensioni;
- installazione di un manicotto cilindrico cieco termoretraibile;
- controllo tenuta e successiva schiumatura "in loco".

2) Water - Stop

- disponibile per Øe PEAD = 90÷900 mm;
- è utilizzato per proteggere l'isolamento poliuretano dall'ingresso di umidità ed è generalmente applicato al termine della linea preisolata, all'interno delle sottostazioni e/o centrali termiche;

- la protezione è realizzata con termoretrazione contemporanea, sulle superfici esterne del tubo in acciaio (cut-back) e della guaina esterna in PEAD;
- deve essere infilato nelle tubazioni, prima della saldatura;
- qualora le saldature siano già state eseguite prima del suo infilaggio, oppure per diametri superiori o diversi da quelli standard, su richiesta sono disponibili prodotti specifici differenti.

3) Anello passamuro

- disponibile per Øe PEAD = 90÷900 mm, è realizzato in gomma resistente ed è utilizzato per sigillare la superficie esterna dei tubi, all'interno dello spessore di parete dei muri di ingresso. Consente inoltre piccole dilatazioni del tubo senza possibilità di danneggiamento delle superfici a contatto.



1.



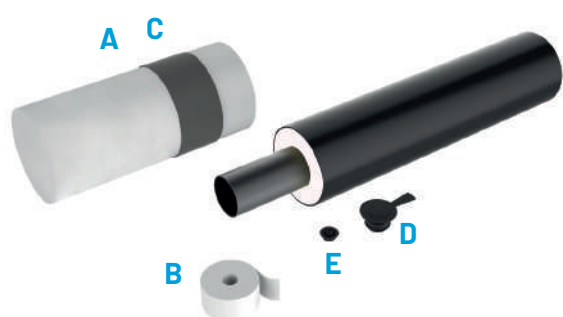
2.



3.

ELEMENTI TERMINALI

Descrizione generale con elementi disponibili ed
impiego MUFFOLA TERMINALE
Contenuto del KIT



- A)** nr. 1 Fondello termoretraibile in polietilene allargato meccanicamente;
- B)** mastice sigillante;
- C)** nr. 1 anello termoretraibile;
- D)** nr. 1 tappo di sfiato;
- E)** nr. 1 tappo a saldare*;
 - fondello in acciaio;
 - componenti poliuretanic predosati per la coibentazione "in campo";
 - kit elettrico (distanziatori, connettori, ecc.) per il collegamento al sistema di teleallarme, se previsto.

Attrezzature principali da disporre in cantiere:

- attrezzatura per la saldatura dei tappi di chiusura o polifusore;
- bombola gas;
- torcia gas propano con bocca \varnothing 30÷50 mm;
- regolatore di pressione;
- trapano elettrico;
- fresa a tazza \varnothing 24 mm;
- tela vetrata grana 60÷80 in rotoli di larghezza 50 mm;
- utensili manuali vari (martello, cacciavite, scalpello, ecc.);
- solvente per pulizia PE;
- attrezzatura per prova in pressione.

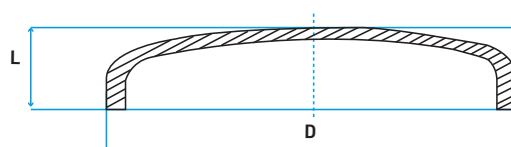
ELEMENTI TERMINALI

De PEAD mm	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280
Lunghezza overcasing kit STD mm	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500

De PEAD mm	315	355	400	450	500	560	630	710	800	900	1000
Lunghezza overcasing kit STD mm	600	600	600	700	700	700	700	700	700	700	700

DIMENSIONI FONDELLI BOMBATI IN ACCIAIO A SALDARE

D (DN)	L [mm]	D (DN)	L [mm]	D (DN)	L [mm]
20	25	80	51	300	152
25	25	100	64	350	165
32	38	125	76	400	178
40	38	150	89	450	203
50	38	200	102	500	229
65	38	250	127	600	267



ISOLAMENTO MUFFOLE

ISOLAMENTO MUFFOLE (BOCCETTE)

Il sistema per il ripristino dell'isolamento studiato da **ECOLINE** prevede la fornitura di due boccette contenenti i reagenti chimici da miscelare per la formazione della schiuma poliuretanic. I contenitori, se stoccati in accordo alle istruzioni fornite, hanno un tempo limite per l'utilizzo di 3 mesi, dalla data di confezionamento. Le caratteristiche del

materiale fornito nei contenitori rispondono ai requisiti della Norma EN 253.

I prodotti bicomponenti (A = poliolo+**ciclopentano** B= isocianato) sono predosati in relazione a ciascun diametro della tubazione, all'interno di appositi contenitori plastici che vengono inseriti in scatole di polistirolo al fine di limitare lo scambio termico con l'esterno.



ATTENZIONE!

Le boccette contenenti i componenti della schiuma poliuretanic devono essere stoccate a temperature comprese fra 15°C e 25°C ed hanno validità per la durata di 3 mesi dalla data di confezionamento, indicata sulla confezione.

Dopo aver eseguito la miscelazione dei componenti si raccomanda di versare una piccola parte del composto nella seconda boccetta, in modo da avere in entrambe del prodotto reagito. Questa operazione permette di non avere boccette contenenti prodotti nocivi, difficilmente smaltibili.

ISOLAMENTO MUFFOLE

SERIE 1

Componenti predosati schiuma poliuretanicca per kit di ripristino

DN tubo servizio	D _e PEAD [mm]	Poliolo [kg]	Isoscianato [kg]
20	90	0,10	0,14
25	90	0,10	0,14
32	110	0,14	0,19
40	110	0,14	0,19
50	125	0,17	0,23
65	140	0,19	0,26
80	160	0,24	0,33
100	200	0,37	0,5
125	225	0,42	0,57
150	250	0,47	0,64
200	315	0,68	0,92
250	400	1,42	1,92
300	450	1,73	2,34
350	500	2,19	2,96
400	560	2,6	3,52
450	630	2,57	3,47
500	710	4,17	5,63
600	800	4,56	6,16

AVVERTENZE: le quantità possono subire modifiche dovute al miglioramento degli standard produttivi.

ISOLAMENTO MUFFOLE

SERIE 2

Componenti predosati schiuma poliuretanicca per kit di ripristino

DN tubo servizio	D _e PEAD [mm]	Poliolo [kg]	Isoscianato [kg]
20	110	0,12	0,17
25	110	0,12	0,17
32	125	0,17	0,23
40	125	0,17	0,23
50	140	0,20	0,28
65	160	0,23	0,31
80	180	0,29	0,40
100	225	0,44	0,60
125	250	0,50	0,69
150	280	0,56	0,77
200	355	0,82	1,10
250	450	1,70	2,30
300	500	2,08	2,80
350	560	2,63	3,55
400	630	3,12	4,22
450	710	3,08	4,16
500	800	5,00	6,75
600	900	5,47	7,40

ISOLAMENTO MUFFOLE

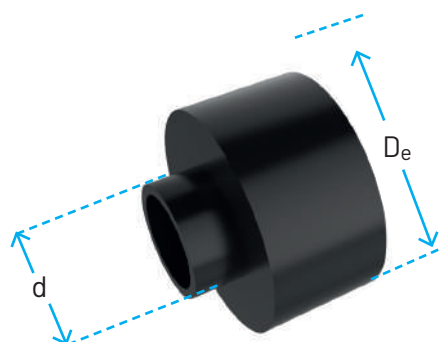
SERIE 3

Componenti predosati schiuma poliuretanic per kit di ripristino

DN tubo servizio	D _e PEAD [mm]	Poliolo [kg]	Isocianato [kg]
20	125	0,14	0,20
25	125	0,14	0,20
32	140	0,20	0,27
40	140	0,20	0,33
50	160	0,24	0,33
65	180	0,27	0,37
80	225	0,34	0,48
100	250	0,53	0,72
125	280	0,60	0,82
150	315	0,68	0,92
200	400	0,98	1,32
250	500	2,04	2,76
300	560	2,49	3,37
350	630	3,15	4,26
400	710	3,74	5,06
450	800	3,70	5,00
500	900	6,00	8,10
600	1000	6,56	8,90

ACCESSORI

WATER-STOP



TUBO SERVIZIO		PEAD
DN	d [mm]	De [mm]
20-25	26,9 - 33,7	90
25-32	33,7 - 42,4	110-125
32	42,4	140
40	48,3	110-140
50-65	60,3-76,1	125-140
50-80	60,3-88,9	160-180
80-100	88,9 - 114,3	200
100-125	114,3 - 139,7	225
125 - 150	139,7 - 168,3	250
150	168,3	280
200	219,1	315
200 - 250	219,1 - 273	355 - 400
300	323,9	450

ANELLO PASSAMURO

Gli anelli hanno uno spessore $T = \text{ca. } 18,5\text{mm}$ ed una lunghezza $L = \text{circa } 50\text{ mm}$



PEAD De [mm]	Anello Passamuro D [mm]
90	127
110	147
125	162
140	177
160	197
180	217
200	237
225	262
250	287
280	317
315	352
355	392
400	437
450	487
500	537
560	597
630	667
710	747
800	837
900	937
1000	1037

AVVERTENZE: le dimensioni possono subire delle leggere modifiche dovute al miglioramento degli standard produttivi. Le tolleranze sono quelle previste dalle norme di riferimento. In caso di necessità contattare il nostro UFFICIO TECNICO per la conferma dei dati.

ACCESSORI

ACCESSORI

Materassino reggispinta in conformità alla norma EN13941

Sono utilizzati per l'assorbimento degli allungamenti delle tubazioni dovuti alle dilatazioni termiche che si generano per effetto del riscaldamento del fluido trasportato. La lunghezza di tubazione da coprire con i materassini e il numero di strati da installare deve essere definita in funzione del movimento in espansione termica della rete.

Le modalità di installazione devono essere tali da non determinare temperature continue di esercizio superiori a 50°C sulla tubazione in PEAD.

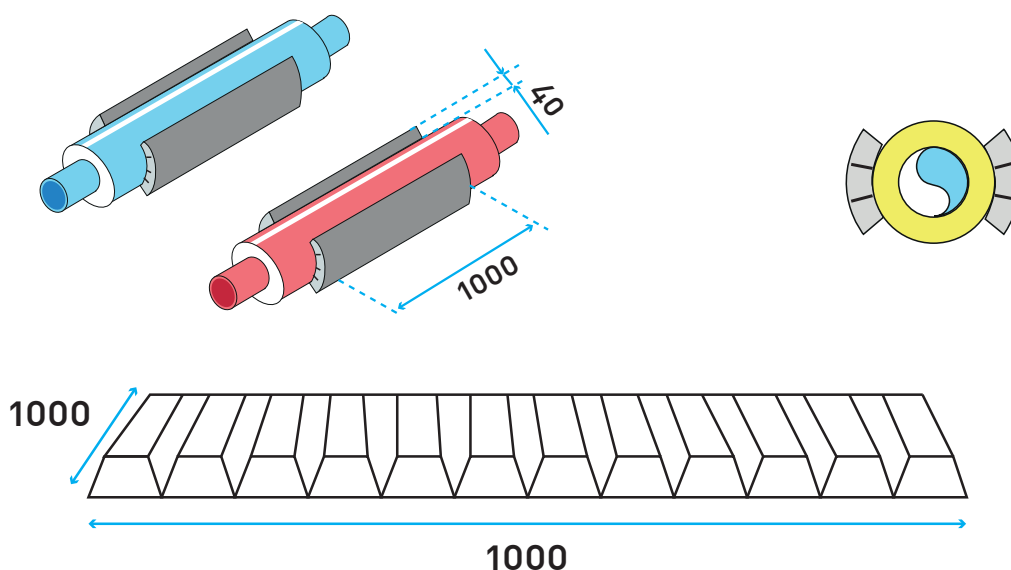
Sono costruiti in polietilene espanso a celle chiuse, sono immarcescibili ed hanno densità di ca. 30 kg/m³. Sono forniti in lastre di spessore = 40 mm ed in due differenti dimensioni:

- 1) 1000 x 1000 mm;
- 2) 2000 x 1000 mm.

Il diametro esterno delle tubazioni determina le dimensioni dei materassini da utilizzare e quindi il quantitativo necessario.

DISPOSIZIONE MATERASSINI E ZONA DI RICOPRIMENTO

N.B: la quantità di materassini necessari è riportata all'interno dello schema di posa



ACCESSORI

Nastro monitore

In fase di reinterro della tubazione, ad una distanza di circa 50 cm dal piano di campagna, o comunque secondo le specifiche indicazioni progettuali, è opportuno posizionare un nastro di avvertimento della presenza delle tubazioni del teleriscaldamento. Il nastro, in materiale plastico, fornito da **ECOLINE** riporta il testo: **"ATTENZIONE TUBO TELERISCALDAMENTO"**, è di colore rosso/viola ed è consegnato in rotoli di 200 m di lunghezza e di 100 mm di larghezza.



SISTEMA DI TELEALLARME

Principio ed importanza del sistema

Il sistema studiato per le tubazioni preisolate che permette un monitoraggio costante della rete posata, è costituito da una coppia di cavi nudi in rame inseriti nell'isolamento dei tubi. In questo modo, sia i danneggiamenti della guaina esterna in PEAD, sia le perdite dal tubo di servizio o dalle zone di giunzione, possono essere individuati prima di una diffusa corrosione delle tubazioni di servizio e di un evidente danneggiamento dell'isolamento poliuretano dovuto ad una massiccia presenza di umidità. Nella durata di una rete di tubazioni preisolate interrate, ci sono due fasi dove i vantaggi che si hanno dalla presenza di un sistema di teleallarme sono evidenti:

1) Fase di installazione

Il sistema può essere utilizzato come parte attiva delle procedure di assicurazione qualità sulle quali basare la consegna dell'impianto per l'avviamento (messa in esercizio).

2) Fase di esercizio

Il sistema debitamente monitorato è utile in questa fase per verificare l'eventuale presenza di danneggiamenti all'isolamento dovuti, ad esempio, a rotture in fase di scavo o ad ingresso di umidità dall'esterno/dall'interno. Ad ogni modo, una analisi tempestiva porta a minori inconvenienti ed a minori costi per la loro risoluzione.

Descrizione del sistema

Al fine del loro monitoraggio, i tubi e gli accessori preisolati sono dotati di due cavi in rame nudo aventi sezione di 1,5 mm² (uno stagnato, l'altro no), inseriti all'interno dell'isolamento poliuretano. Comunemente, questo sistema è detto "Sistema Nordico". Sono comunque disponibili altri sistemi di monitoraggio e localizzazione che prevedono l'utilizzo di cavi differenti, per i quali potete contattare i ns. uffici per i chiarimenti del caso.

Elementi per la realizzazione delle estrazioni

In funzione della lunghezza dei circuiti e del sistema di sorveglianza, può rendersi necessaria l'esecuzione di una o più "estrazioni". Dette estrazioni sono punti della rete ove i cavi sono portati all'esterno della tubazione per realizzare la separazione dei circuiti o un semplice punto di controllo. **ECOLINE** fornisce il materiale necessario per questo tipo di applicazione, come descritto di seguito.

Cavo

Per il collegamento fra i cavi all'interno delle tubazioni e la morsettiera di connessione, è generalmente utilizzato un cavo a 3/5 conduttori della stessa sezione dei cavi presenti nei tubi ed adatto all'interramento (doppio rivestimento) e resistente alle temperature. È fornito nelle lunghezze richieste.

SISTEMA DI TELEALLARME

Accessori per l'estrazione

Il cavo di cui sopra è collegato ai cavi interni alla tubazione per mezzo di appositi connettori (gli stessi che sono forniti nei kit "elettrici" in dotazione al kit di ripristino delle giunzioni) ed è fatto fuoriuscire dalla tubazione per mezzo di un gomito (o "pipetta") a 90° saldato direttamente sulla guaina esterna in PEAD con le stesse modalità di saldatura dei tappi di chiusura delle muffole. Per la sigillatura del cavo, all'uscita dalla pipetta, è fornito un tubolare termoretraibile.

Riepilogando:

- A)** connettori elettrici (CRIMP)
- B)** gomito in PEAD 90°
- C)** tubolare termoretraibile per sigillatura finale

Sistemi di sorveglianza

I cavi in uscita dalle estrazioni del sistema di allarme possono essere connessi ad opportuni strumenti in funzione della tipologia di verifiche che si intendono eseguire.

Per una sorveglianza di tipo passivo, in cui le verifiche sono condotte tramite misure in campo a cura di un operatore, i cavi possono essere semplicemente connessi ad una morsettiera installata all'interno di una scatola in vetroresina.

Per sistemi di sorveglianza di tipo attivo, in cui le verifiche sono eseguite in continuo dal sistema di supervisione installato, i cavi sono connessi a opportune centraline di teleallarme.

ECOLINE dispone di diverse soluzioni che consentono di garantire la sorveglianza in continuo o a consultazione del sistema di allarme installato e, tramite il proprio Ufficio Tecnico, è a disposizione dei propri Clienti per valutare il sistema di teleallarme che risulti più idoneo alle proprie esigenze.

**RETI DI TELERISCALDAMENTO
BONDED**
Progettazione



PREMESSA

La progettazione di un sistema di teleriscaldamento, può essere indicativamente suddivisa nelle seguenti macrofasi:

- progettazione del sistema di generazione del calore;
- progettazione della rete di distribuzione del calore;
- progettazione dei sistemi di trasferimento di calore all'utenza.

Lo scopo della presente sezione del catalogo di **ECOLINE** è quello di fornire ai progettisti le indicazioni necessarie per una corretta progettazione della rete di distribuzione di un sistema di teleriscaldamento.

La progettazione esecutiva di una rete di distribuzione del calore si articola a sua volta nelle seguenti macrofasi:

- definizione planoaltimetrica del tracciato;
- progettazione fluidodinamica;
- progettazione meccanica;
- progettazione elettrica;
- definizione delle caratteristiche dei materiali utilizzati nella costruzione della rete (Capitolato Speciale d'Appalto);
- computazione delle opere.

Nel seguito del manuale in particolare saranno fornite le indicazioni per la progettazione fluidodinamica e meccanica di una rete di distribuzione del teleriscaldamento, facendo riferimento a schemi semplificati e ricorrendo ad alcune assunzioni di base.

La progettazione di sistemi più articolati e complessi necessita di specifici approfondimenti eseguiti a cura del progettista incaricato delle opere.

L'Ufficio Tecnico di **ECOLINE** rimane a disposizione per offrire la propria competenza allo scopo di supportare i progettisti/Clienti nella valutazione di elementi di dettaglio specifici del sistema in fase di sviluppo.

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

1. Premessa.

I moderni sistemi di teleriscaldamento utilizzano tubazioni del tipo bonded, cioè preisolate, costituite da un insieme formato da:

- 1) tubo di servizio;
- 2) isolamento in schiuma poliuretanic;
- 3) rivestimento esterno in polietilene ad alta densità.



Nel presente manuale saranno considerate tubazioni in cui il tubo di servizio è in acciaio.

Le tubazioni interrate, per effetto della differenza tra la temperatura di posa e quella di esercizio, subiscono dilatazioni che sono parzialmente impedito dall'attrito tra il terreno ed il rivestimento in polietilene. Nei sistemi preisolati gli sforzi d'attrito sono trasferiti dal rivestimento al tubo di servizio attraverso la schiuma poliuretanic determinando sforzi assiali di compressione

sulla tubazione. Quando si progetta una rete di teleriscaldamento è pertanto necessario considerare tali sforzi ed effettuare il cosiddetto dimensionamento meccanico della dorsale, che consiste essenzialmente in:

- calcolare gli sforzi assiali di compressione/ trazione nelle tubazioni e verificarne la compatibilità con il livello tensionale ammesso;
- calcolare le dilatazioni in corrispondenza delle estremità delle tratte rettilinee o comunque dei punti di dilatazione e definire le modalità di assorbimento di tali dilatazioni per evitare danneggiamenti alla schiuma poliuretanic;
- effettuare la verifica a fatica dei componenti di rete (curve, TEE, etc.).

A livello Europeo, la norma che definisce i criteri da seguire per la progettazione meccanica di una rete di teleriscaldamento è la norma UNI EN 13941.

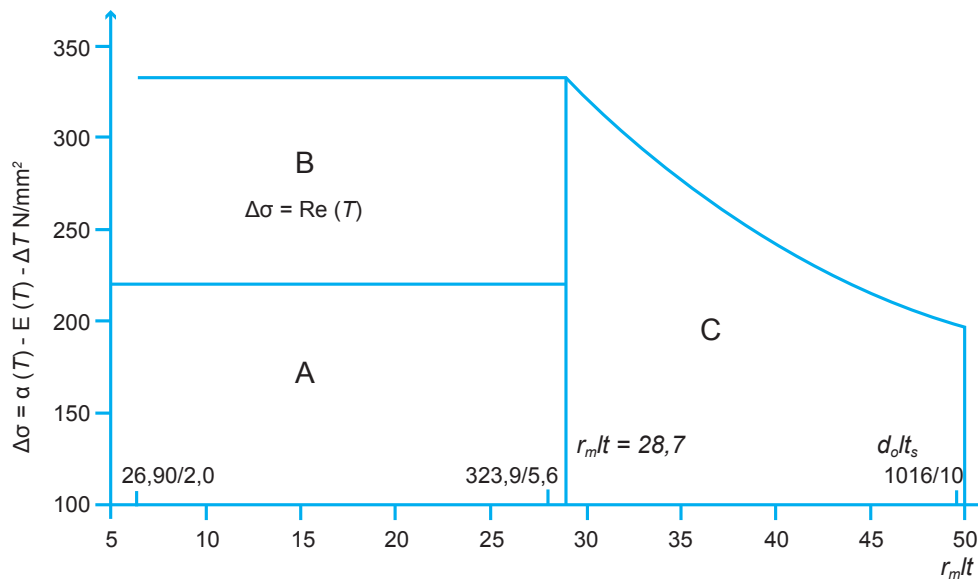
Tal normativa classifica le reti di teleriscaldamento in tre gruppi, in funzione del livello tensionale che può verificarsi nella dorsale.

In particolare è definita la seguente suddivisione:

- Classe A:** Piccoli e medi diametri con sforzi assiali limitati.
- Classe B:** Piccoli e medi diametri con sforzi assiali elevati.
- Classe C:** Grossi diametri o tubazioni sottoposte a elevate pressioni interne.

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

Nell'immagine che segue, estratta dalla norma, sono graficamente rappresentate le tre classi di progetto:



In funzione della classe di progetto la norma definisce alcuni elementi da rispettare nella progettazione e realizzazione della rete quali ad esempio:

- modalità di controllo delle saldature;
- coefficiente di sicurezza da adottare per l'analisi a fatica;
- grado di approfondimento dei calcoli da effettuare nell'ambito della progettazione meccanica.

In dettaglio, per quanto riguarda il grado di approfondimento dei calcoli da effettuare nell'ambito della progettazione meccanica, la norma definisce che per reti identificate nelle classi A e B, il progetto meccanico possa essere eseguito come dimensionamento "tabellare", utilizzando cioè le indicazioni riportate all'interno dei manuali dei produttori con riferimento ai parametri specifici della rete in corso di progettazione.

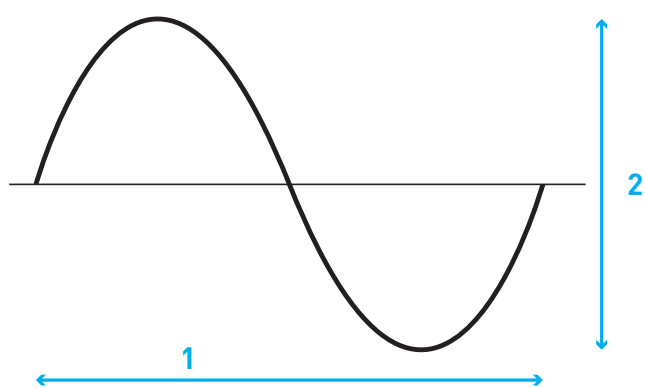
¹ tratta da UNI EN 13941

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

Per reti identificate nella classe C, la norma prevede che il progetto meccanico venga eseguito effettuando tutte le verifiche agli stati limite delle tubazioni, per le quali può risultare utile avvalersi di un programma di calcolo dedicato agli elementi finiti.

Per quanto attiene la verifica a fatica dei componenti di rete, la normativa classifica le tubazioni in

funzione delle caratteristiche del servizio da garantire a tali classi e associa il numero minimo di cicli termici completi che la tubazione deve essere in grado di sopportare. Per ciclo termico completo la norma intende un ciclo completo di riscaldamento e raffreddamento subito dalle tubazioni, come meglio individuato nell'immagine a lato, estratta dalla norma UNI EN 13941.



1.

Nel presente manuale, i calcoli sono stati condotti in maniera tale da rispettare i seguenti valori minimi, indicati dalla già citata norma:

TIPOLOGIA DI RETE	N. MINIMO DI CICLI A FATICA
Dorsali di trasporto	100
Linee principali di distribuzione	250
Allacciamenti di utenza	1000

¹tratta da UNI EN 13941

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

Nel seguito della presente sezione del catalogo di **ECOLINE**, saranno fornite le indicazioni necessarie per la progettazione di una rete di teleriscaldamento identificata in classe A o in classe B dalla normativa. Seguendo le indicazioni riportate in questo manuale di progettazione e prendendo in considerazione le condizioni specifiche della rete in corso di progettazione è assicurato il rispetto dei vincoli statici imposti dalla normativa. Il manuale rappresenta, inoltre, una linea guida per la progettazione di massima delle reti classificate in classe C, i cui dettagli di calcolo saranno da approfondire secondo le specifiche indicazioni della normativa.

ECOLINE, con il suo Ufficio Tecnico, è a disposizione dei Clienti per eseguire i necessari approfondimenti ai calcoli statici condotti direttamente dal Cliente, nonché per offrire la consulenza necessaria a eseguire calcoli che rispondano alle specifiche esigenze e caratteristiche della rete da progettare.

ECOLINE inoltre è a disposizione dei Clienti per l'esecuzione delle verifiche delle reti classificate in classe C di progetto, avvalendosi del software sisKMR, standard internazionale di riferimento per il calcolo meccanico delle reti di teleriscaldamento, sempre aggiornato all'ultima versione disponibile.

2. Forze d'attrito.

Le tubazioni interrate, per effetto della differenza tra la temperatura di posa e quella di esercizio, subiscono dilatazioni che sono parzialmente impediti dall'attrito tra il terreno ed il rivestimento in polietilene. Nei sistemi preisolati di tipo "bonded" le tubazioni si comportano come un corpo unico e gli sforzi d'attrito sono trasferiti dal rivestimento al tubo di servizio attraverso la schiuma poliuretana, determinando sforzi assiali sulla tubazione.

In particolare, tali sforzi risultano di compressione in fase di riscaldamento della tubazione e di trazione in fase di raffreddamento della stessa.

La forza d'attrito cresce all'aumentare della lunghezza del tratto rettilineo di rete posata ed è essenzialmente funzione di:

- caratteristiche del materiale di rinterro;
- profondità di rinterro;
- carichi superficiali;
- diametro esterno della tubazione preisolata;
- presenza di acqua nel terreno.

In dettaglio la forza di attrito assume la seguente espressione:

$$F = \mu \left(\frac{1+K_0}{2} \sigma_v \cdot \pi \cdot D + G - \gamma_s \cdot \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 \right); \left[\frac{N}{m} \right] \quad [\text{Eq. 2.1}]$$

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

in cui:

- μ : coefficiente di attrito tra sabbia e polietilene
(nel seguito posto pari a 0,4)
- K_0 : coefficiente di spinta a riposo del terreno, di
seguito posto pari a 0,5
- σ_v : tensione del terreno in corrispondenza del
baricentro della tubazione [N/m]
- D: diametro esterno della guaina di rivestimento
in PE [m]
- G: peso della tubazione piena di acqua [N/m]
- γ_s : peso specifico del terreno [N/m³]

Il valore della tensione σ_v del terreno assume espressioni diverse in funzione della quota della falda eventualmente presente (H_w).

Essendo H la profondità di interrimento della tubazione intesa come distanza tra il piano campagna e l'estradosso superiore della tubazione si ha che:

- se $H_w < Z$ $\sigma_v = \gamma_s \cdot H_w + \gamma_{sw} (Z - H_w)$
- se $H_w \geq Z$ $\sigma_v = \gamma_s \cdot Z$

in cui $Z = H + D/2$.

Nel seguito del manuale si considereranno situazioni in cui la falda è collocata a quota inferiore rispetto alla profondità di posa delle tubazioni, ovvero $H_w \geq Z$.

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

3. Sforzo massimo nella tubazione, punto fisso naturale e tratta bloccata

Gli sforzi a cui è sottoposta una tubazione preisolata percorsa da un fluido caldo in pressione sono dovuti a due tipi di cause: una meccanica ed una termica.

La prima è principalmente determinata dalla pressione del fluido nella tubazione, mentre la seconda è causata dalle dilatazioni determinate dalla differenza tra la temperatura di posa e quella di esercizio che, come già precedentemente indicato, sono parzialmente impediti dall'attrito del terreno.

La tensione longitudinale, cioè parallela all'asse della tubazione, risulta causata sia dal contributo meccanico, sia dal contributo termico.

La tensione longitudinale σ_p conseguente alla pressione interna è sempre di trazione e si ottiene attraverso la relazione:

$$\sigma_p = \frac{(d_i \cdot P)}{4t}$$

essendo:

d_i : diametro interno tubazione di servizio;

P : pressione di esercizio;

t : spessore tubazione di servizio.

In una linea aerea o in una linea interrata bloccata alle estremità, lo sforzo dovuto al contributo termico è costante e risulta direttamente proporzionale al salto termico ΔT ed è di compressione in fase di riscaldamento della linea e di trazione in fase di raffreddamento.

In una tubazione interrata con le estremità libere di dilatare lo sforzo è diverso in ogni sezione della tubazione ed aumenta all'aumentare della distanza da un'estremità libera, fino a raggiungere un valore massimo in corrispondenza della sezione bloccata o del punto fisso naturale, come di seguito descritto. In particolare, in fase di riscaldamento lo sforzo determinato dall'attrito, sempre di compressione, risulta pari a:

$$\sigma = \frac{F \cdot l}{A_s}$$

essendo:

F : forza di attrito;

l : distanza dall'estremità libera;

A_s : sezione trasversale tubazione di servizio.

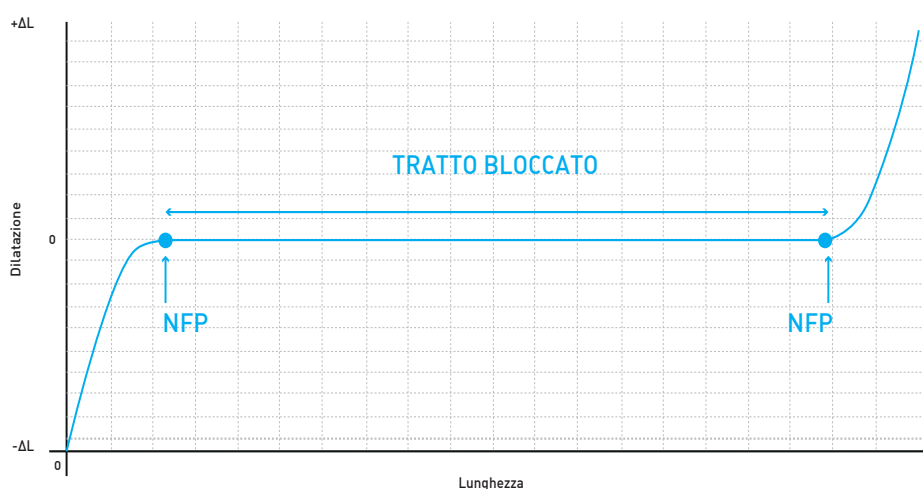
Gli effetti sulla tensione longitudinale determinati dal termine di pressione interna in fase di riscaldamento della tubazione riducono pertanto lo sforzo di compressione e pertanto, a favore di sicurezza, saranno trascurati nel seguito della trattazione.

In fase gestionale sarà comunque fondamentale evitare bruschi raffreddamenti delle linee con contestuale mantenimento di pressioni di rete elevate, dal momento che tale situazione comporta la sovrapposizione di sforzi di tensione sulla tubazione, che potrebbero generare criticità soprattutto in tratti di rete posati con tecniche di pretensionamento.

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

In presenza di un tratto rettilineo di tubazione preisolata interrata e riscaldata, le dilatazioni risultano quindi massime in corrispondenza dell'estremità libera in cui lo sforzo d'attrito è nullo e diminuiscono al crescere della lunghezza fino ad annullarsi completamente nella sezione in cui lo sforzo termico e lo sforzo di attrito si equivalgono, **determinando il valore massimo dello sforzo di compressione nella tubazione.**

Da tale punto in poi, chiamato **punto fisso naturale** o **natural fixed point (NFP)**, la tubazione risulta completamente bloccata e il valore di sforzo assiale raggiunge il valore massimo rimanendo poi costante. La lunghezza compresa tra l'estremità libera ed il punto fisso naturale si definisce **lunghezza libera** o **lunghezza di scorrimento**.



DIMENSIONAMENTO MECCANICO

In tale situazione lo sforzo assiale, che come già spiegato raggiunge il valore massimo nel punto fisso naturale e rimane costante lungo tutto il tratto bloccato, assume valore pari allo sforzo termico, ovvero:

$$\sigma_{\max} = E \alpha \Delta_T \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right] \quad [\text{Eq. 3.1}]$$

essendo:

E: modulo elastico acciaio;

α : coefficiente dilatazione termica acciaio.

Il modulo di elasticità dell'acciaio e il coefficiente di dilatazione termica variano al variare della temperatura secondo quanto indicato nella tabella che segue:

TEMPERATURA	E [N/mm ²]	α [1/C°]
20	212.857	1,16x10 ⁻⁵
50	211.143	1,18x10 ⁻⁵
70	210.000	1,19x10 ⁻⁵
90	208.857	1,21x10 ⁻⁵
100	208.286	1,22x10 ⁻⁵
110	207.714	1,23x10 ⁻⁵
120	207.143	1,23x10 ⁻⁵
130	206.571	1,24x10 ⁻⁵
140	206.000	1,25x10 ⁻⁵

Nel seguito del manuale saranno utilizzati sempre i seguenti valori per il modulo di elasticità e per il coefficiente di dilatazione termica:

E = 210 kN/mm²

$\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5}$

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

Come indicato, nella tratta bloccata lo sforzo termico e lo sforzo di attrito si equivalgono per cui, ricordando le espressioni introdotte precedentemente:

$$E \alpha \Delta_T = \frac{F \cdot L_F}{A_S} = \sigma_{\max} \quad [\text{Eq. 3.2}]$$

essendo:

L_F : distanza tra un'estremità libera della rete ed il punto fisso naturale, detta anche

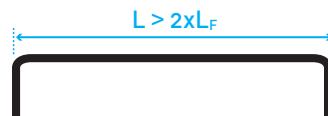
lunghezza di attrito (lunghezza di scorrimento);

A_S : Sezione della tubazione di acciaio.

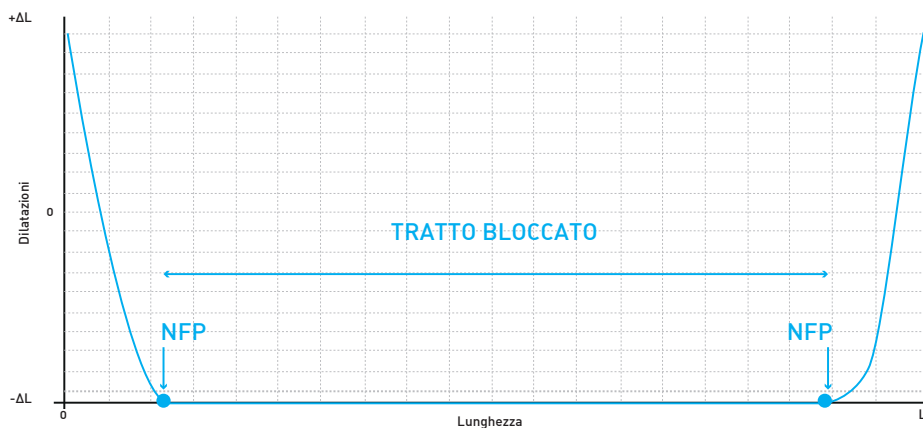
Possiamo pertanto determinare la cosiddetta lunghezza di attrito L_F attraverso la relazione:

$$L_F = \frac{\sigma_{\max} \cdot A_S}{F} \quad [\text{Eq. 3.3}]$$

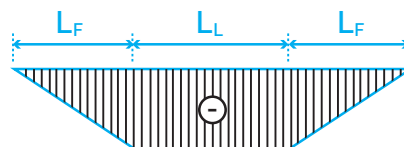
1.



2.



3.



⊖ Sforzo di compressione

¹ schema geometrico rete

² diagramma dilatazioni

³ diagramma tensioni

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

Qualora risulti che:

$$L \leq 2L_F$$

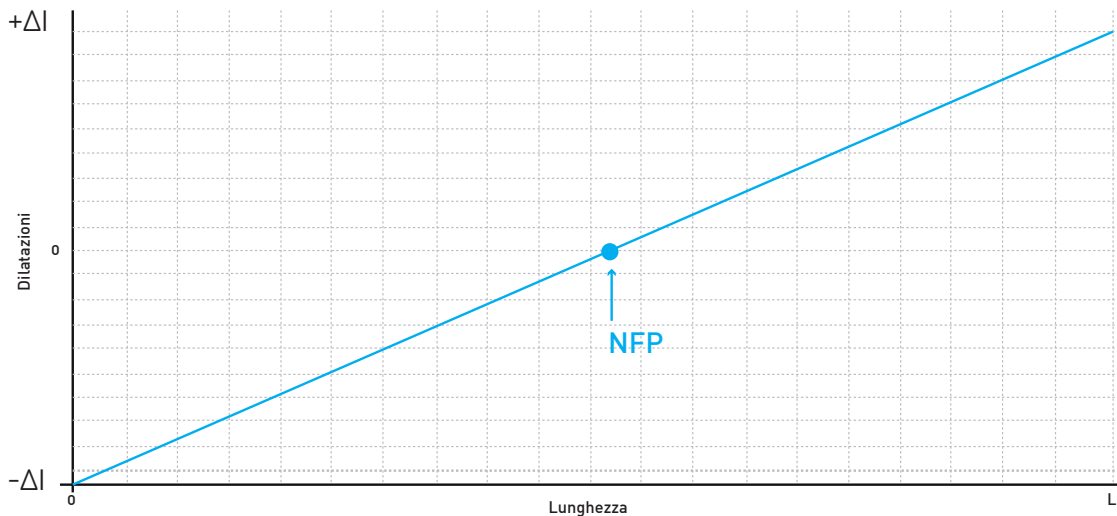
(dove L è la lunghezza di un tratto di tubazione rettilinea compresa tra due estremità libere) le dilatazioni, massime e di verso opposto in corrispondenza delle estremità libere, si annullano nel centro della tratta nel punto fisso naturale (NFP).

In questo caso nella tubazione non si sviluppa nessun tratto completamente bloccato, ma vi è solo un punto in cui le dilatazioni sono nulle. In tale punto lo sforzo di compressione assume il valore massimo

1.



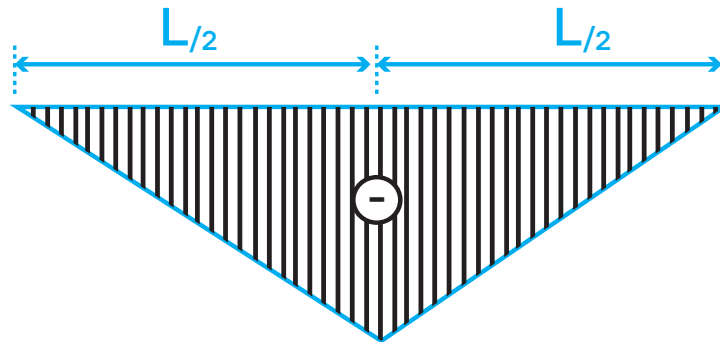
2.



¹ schema geometrico rete

² diagramma dilatazioni

DIMENSIONAMENTO MECCANICO



⊖ Sforzo di compressione

3.

In una situazione di questo tipo, ovvero quando:

$$L \leq 2L_f$$

la tensione massima nella tubazione di acciaio assume il valore pari a:

$$\sigma_{\max} = \frac{F \frac{L}{2}}{A_s} \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]; \quad [\text{Eq. 3.4}]$$

³diagramma sforzi

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

Esempi numerici

1. Segmento con formazione di tratta bloccata

- tubazione DN 200 - DE 315;
- ricoprimento all'estradosso pari a 1 m;
- temperatura di esercizio: 80°C;
- temperatura di posa: 10°C;
- lunghezza compresa tra estremità libere: 200 m.

Si determina dapprima la forza di attrito con l'espressione [2.1]:

$$F = \mu \left(\frac{1+K_0}{2} \sigma_v \pi D + G - \gamma_s \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 \right); \left[\frac{N}{m} \right]$$

avendo posto:

$$\begin{aligned} \sigma_v &: 18.000 \text{ N/m}^3; \\ G &: 644,25 \text{ N/m}; \end{aligned}$$

sostituendo si ottiene:

$$F = 5.882,10 \text{ N/m}.$$

Si calcola quindi la lunghezza di attrito L_F attraverso l'espressione [3.3] per cui essendo:

$$\begin{aligned} \sigma_{\max} &= E \alpha \Delta_T = 210.000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (80-10) = 176,40 \text{ N/mm}^2 \\ A_s &= 0,00303 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

si ottiene

$$L_F = \frac{\sigma_{\max} A_s}{F} = \frac{176,40 \cdot 3.033,84}{5.882,10} = 90,98 \text{ m}$$

Considerato quindi che si ha che $L_F < L/2$, nel segmento in esame si formerà un tratto bloccato.

In particolare, indicata con L la distanza da un'estremità libera, si ha che

- $0 \text{ m} < l < 90,98 \text{ m}$
tratto con sforzo crescente da 0 a σ_{\max} allontanandosi dall'estremità libera;
- $90,98 \text{ m} < l < 109,02 \text{ m}$
tratto bloccato con sforzo costante pari a σ_{\max} ;
- $109,02 \text{ m} < l < 200,00 \text{ m}$
tratto con sforzo decrescente da σ_{\max} a 0 avvicinandosi all'estremità libera.

2. Segmento con formazione punto fisso naturale

- tubazione DN 200 - DE 315;
- ricoprimento all'estradosso pari a 1 m;
- temperatura di esercizio: 120°C;
- temperatura di posa: 10°C;
- lunghezza compresa tra estremità libere: 180 m.

Come nell'esempio precedente la forza di attrito risulta pari a:

$$F = 5.882,10 \text{ N/m}$$

Lo sforzo termico massimo risulta pari a:

$$\sigma_{\max} = E \alpha \Delta_T = 210.000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (120 - 10) = 277,20 \text{ N/mm}^2$$

e quindi la lunghezza di attrito L_F risulta:

$$L_F = \frac{\sigma_{\max} A_s}{F} = \frac{277,20 \cdot 3.033,84}{5.882,10} = 142,97 \text{ m}$$

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

Considerato quindi che si ha che $L_F > L/2$, nel segmento in esame si formerà un punto fisso naturale in corrispondenza di $L/2$. In particolare, indicata con l la distanza da un'estremità libera, si ha che:

- $0 \text{ m} < l < 90 \text{ m}$
Tratto con sforzo crescente da 0 a $\sigma_{t,\max}$ allontanandosi dall'estremità libera.
- $90 \text{ m} < l < 180 \text{ m}$
Tratto con sforzo decrescente da $\sigma_{t,\max}$ a 0 avvicinandosi all'estremità libera.

Lo sforzo longitudinale massimo si ottiene in questo caso attraverso la relazione [3.4] ed è pari a:

$$\sigma_{t,\max} = \frac{F \frac{L}{2}}{A_s} = \frac{5.882,10 \cdot 90}{3.033,84} = 174,49 \text{ m} \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

4. Determinazione dello sforzo massimo ammissibile

Nella precedente sezione è stato indicato il valore massimo dello sforzo assiale che può verificarsi in una tubazione, che risulta pari a:

$$\sigma_{\max} = E \alpha \Delta_T [\text{N/mm}^2].$$

Tale sforzo deve risultare però compatibile con la stabilità della tubazione, sia a livello locale (stabilità propria della tubazione), sia a livello globale (stabilità della tubazione nei riguardi delle condizioni al contorno).

La stabilità locale è intesa come protezione contro il rischio che si verifichino nella tubazione

fenomeni di buckling o folding.

Tale rischio è presente in caso di elevati valori di sforzo assiale in combinazione con diametri elevati ed è funzione dello spessore della tubazione di acciaio.

Il rischio può essere completamente annullato operando in maniera tale da mantenere il valore massimo dello sforzo assiale al di sotto della curva limite per quello che la norma UNI EN 13941 definisce stato limite C1, come da diagramma riportato alla pagina 80.

Nel seguito del manuale saranno indicati nel dettaglio i valori limite che garantiscono il rispetto della condizione di stabilità locale della tubazione.

Per quanto riguarda la stabilità globale di una sezione rettilinea di tubazione, devono essere prese in considerazione svariate condizioni che determinano il massimo valore di sforzo assiale. Tale valore è determinato tanto dalle condizioni esistenti al momento della progettazione, quanto da possibili future condizioni, quali ad esempio:

- dilatazioni all'estremità;
- posizione, numero e caratteristiche geometriche degli stacchi;
- riduzioni di diametro lungo la linea;
- posizione di valvole o altri organi di manovra;
- presenza di ostacoli lungo il tracciato;
- stabilità di tubazioni curvate posate con ridotto ricoprimento;
- scavi in parallelismo o trasversali rispetto alla tubazione;
- distanza da sottoservizi esistenti o di futura posa.

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

La normativa UNI EN 13941 consente di utilizzare in ambito progettuale come massimo valore di tensione assiale, un valore tale da rispettare il limite indicato nella curva precedentemente illustrata.

Ciascun proprietario/gestore di rete può altresì stabilire un proprio valore limite della tensione assiale, che può essere più cautelativo.

Nel seguito del manuale saranno indicate le modalità per realizzare la posa di una rete di teleriscaldamento utilizzando il valore limite di snervamento come da norma, indicando inoltre le singole condizioni da rispettare relativamente alle verifiche a fatica.

Saranno inoltre illustrati i metodi di posa che invece consentono di installare una tubazione limitando la tensione assiale ad un valore massimo predefinito e posto pari a 190 N/mm².

Questo valore è largamente utilizzato nella progettazione di reti di teleriscaldamento ed è quello che consente di raggiungere valori di tensione

ammisibile inferiori alla tensione di snervamento con un fattore di sicurezza pari a 1,1, con riferimento ad una tubazione in acciaio tipo P235 GH in cui la tensione di snervamento è calcolata secondo l'espressione indicata nella norma UNI EN 253 e nella norma UNI EN 13941, ovvero:

$$R_e = 227 - 0,28(T - 50) \text{ [N/mm}^2\text{]} \text{ con } T = 114^\circ\text{C}$$

È importante evidenziare quindi che, qualora si utilizzino tubazioni con caratteristiche meccaniche diverse, nonché in caso di sistemi con temperatura di esercizio maggiore della temperatura sopra indicata, dovrà essere attentamente valutato il valore di tensione massima ammissibile, anche in relazione al coefficiente di sicurezza che si intende adottare.

Si faccia ad esempio riferimento ai valori di tensione di snervamento definiti per una tubazione P235 GH nella norma UNI EN 10217 di seguito riportata:

Steel grade		Minimum proof strength $P_{p0,2}$ MPa at temperature of °C						
Steel name	Steel number	100	150	200	250	300	350	400
P195GH	1.0348	175	165	150	130	113	102	94
P235GH	1.0345	198	187	170	150	132	120	112
P265GH	1.0425	226	213	192	171	154	141	134
16Mo3	1.5415	243	237	224	205	173	159	156

Altre tipologie potranno essere prese in esame su richiesta del cliente.

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

In corrispondenza della temperatura $T = 114^{\circ}\text{C}$ indicata precedentemente, interpolando linearmente i valori indicati nella tabella, si ottiene una tensione di snervamento di circa 195 N/mm^2 e conseguentemente, adottando un fattore di sicurezza pari a 1,1 si ottiene una tensione massima ammissibile di circa 177 N/mm^2 . Pertanto, in questo caso, utilizzare come valore di tensione massima ammissibile il valore consolidato di 190 N/mm^2 significherebbe adottare un coefficiente di sicurezza pari a 1,026.

In funzione allo stato tensionale massimo ritenuto ammissibile ed anche in relazione alla geometria del tracciato previsto, i principali metodi di posa utilizzati sono:

1. **installazione a freddo** (senza riduzione di sforzo);
2. **compensazione naturale;**
3. **preriscaldamento;**
4. **pretensionamento.**

5. I metodi di posa

Secondo quanto già indicato, i principali metodi utilizzati per la posa di tubazioni di teleriscaldamento sono:

1. **installazione a freddo** (senza riduzione di sforzo);
2. **compensazione naturale;**
3. **preriscaldamento;**
4. **pretensionamento.**

Nel seguito della presente sezioni tali possibili modalità di posa saranno analizzate nel dettaglio, indicando vantaggi e svantaggi di ciascuna con

particolare riferimento alla semplicità operativa ed agli aspetti economici.

5.1 Installazione a freddo

La tecnica di installazione a freddo consiste nel posare tratte rettilinee di lunghezza indefinita e di operare il riscaldamento diretto alla temperatura di esercizio dopo il rinterro.

Esistono due diverse condizioni che si possono determinare adottando tale metodologia di posa, in funzione della massima temperatura di esercizio. Infatti, come già ampiamente indicato in precedenza, il massimo valore di tensione assiale che si può verificare in una tubazione risulta pari a:

$$\sigma_{\max} = E \alpha \Delta_T [\text{N/mm}^2].$$

Si parla di posa in condizioni di **basso sforzo assiale ("low axial stress")** quando lo sforzo assiale massimo è inferiore alla tensione massima ammissibile, definita come la tensione massima di snervamento ridotta di un opportuno coefficiente di sicurezza, fissato pari a 1,1.

Sostituendo nell'espressione precedente i valori di E ed σ ed adottando per la tensione di snervamento l'espressione indicata nella norma UNI EN 253 e nella norma UNI EN 13941 e sopra riportata ovvero:

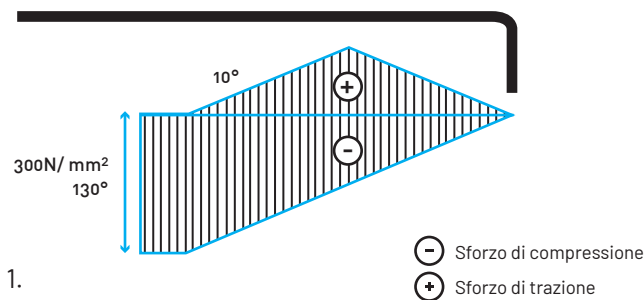
$$R_e = 227 - 0,28(T - 50) [\text{N/mm}^2]$$

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

si ricava il valore di ΔT che determina tale condizione ed in particolare, per una temperatura di posa pari a 10°C , si ottiene: $\Delta T \leq 78^\circ\text{C}$.

Si parla di posa in condizioni di alto sforzo assiale ("high axial stress") quando lo sforzo assiale massimo è superiore alla tensione di snervamento (pur rimanendo inferiore alla tensione di rottura, condizione che si ottiene garantendo il non superamento dei valori limite riportati nella curva della norma UNI EN 13941).

Nel grafico che segue è mostrato indicativamente il diagramma della tensione assiale in caso di posa senza riduzione degli sforzi, con installazione in condizione di elevato sforzo assiale. In particolare per una tubazione installata a 10°C e la cui massima temperatura di esercizio è pari a 130°C si determina uno sforzo assiale massimo di poco superiore a 300 N/mm^2 .



Il metodo di posa mediante installazione a freddo, nel caso di posa in condizioni di elevato sforzo assiale, può comportare il superamento della tensione di snervamento dell'acciaio, di cui viene sfruttato il comportamento plastico.

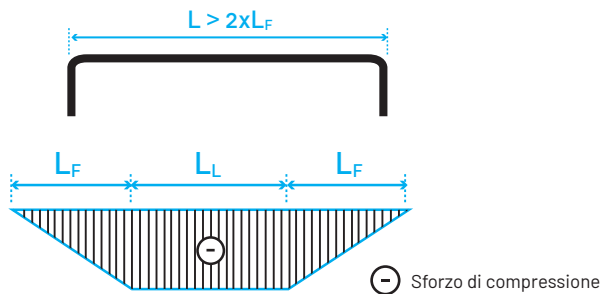
Nelle sezioni in cui ciò accade l'acciaio, sottoposto ad uno sforzo costante, si plasticizza per effetto delle dilatazioni impedito. La plasticizzazione comporta una deformazione che riduce lo stato tensionale nell'acciaio, inducendo un "autopretensionamento".

Se la lunghezza di una tratta rettilinea risulta superiore ad L_F (rif. eq. 3.2), come già precedentemente indicato, il valore della tensione assiale crescerà linearmente a partire dal valore nullo in corrispondenza dell'estremità libera fino a raggiungere il valore massimo (pari a $E\alpha\Delta_T$) in corrispondenza della distanza L_F dall'estremità libera.

Il diagramma della tensione assiale risulta simmetrico rispetto al punto medio del segmento rettilineo: alle due estremità si individua un diagramma triangolare di sforzo (nelle porzioni a distanza minore di L_F dall'estremità libera), nella porzione centrale (tratta bloccata) il valore dello sforzo è costante e pari al valore massimo.

¹diagramma sforzi

DIMENSIONAMENTO MECCANICO



1.

Nei punti a distanza inferiore a L_F dall'estremità libera lo sforzo assume valore pari a:

$$\sigma_x = \frac{L_x \cdot F}{A_s} \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right);$$

Ai fini della verifica di stabilità locale, si deve solo verificare che risulti:

$$E \alpha \Delta_T \leq \sigma_{lim}$$

essendo σ_{lim} il valore di sforzo assiale ricavabile dalla curva riportata nella norma UNI EN 13941 e i cui dati sono indicati nella tabella che segue:

DN	σ_{lim} [N/mm ²]
≤ 300	334
350	308
400	303
450	270
500	244
600	230
800	214
1000	214
1200	203

Per tubazioni aventi diametro $DN \leq 300$ realizzate con acciai di caratteristiche pari a quelle dell'acciaio P235GH, la stabilità locale è verificata quando si ha che:

$$E \alpha \Delta_T \leq 334 \text{ [N/mm}^2 \text{]};$$

ovvero quando:

$$\Delta_T \leq 130^\circ\text{C};$$

Pertanto, posando tubazioni preisolate il cui tubo di servizio sia in acciaio con caratteristiche pari a quelle dell'acciaio P235GH, il metodo di installazione a freddo è utilizzabile per tubazioni $DN \leq 300$ che subiscono un salto termico inferiore a 130°C .

Per diametri superiori il salto termico massimo si riduce a causa del minore valore di tensione di rottura e può essere calcolato, noto il valore massimo di tensione, a partire dall'espressione precedente. I valori di ΔT sono inoltre riportati nella tabella che segue:

DN	ΔT [°C]
≤ 300	130
350	120
400	118
450	105
500	95
600	90
800	84
1000	84
1200	76

¹diagramma sforzi

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

Quanto sopra esposto risulta valido con riferimento alla stabilità locale della tubazione; dovrà ovviamente sempre essere verificata la compatibilità con la stabilità globale del sistema ed essere effettuata la verifica a fatica degli elementi installati lungo la rete (curve, Tee, etc.).

5.2 Compensazione naturale

La tecnica di posa mediante compensazione naturale consiste nel posare tratti rettilinei di rete in cui la distanza tra le estremità libere è inferiore al doppio della lunghezza massima di posa.

La lunghezza massima di posa può essere calcolata in funzione del valore di tensione massima ammissibile fissato, considerato che deve risultare soddisfatta la seguente relazione:

$$\sigma_{amm} A_s \geq F \cdot L$$

Si ottiene pertanto che:

$$L_{max} = \frac{\sigma_{amm} \cdot A_s}{F}$$

essendo F la forza di attrito calcolata attraverso la relazione già riportata ai paragrafi precedenti, ovvero:

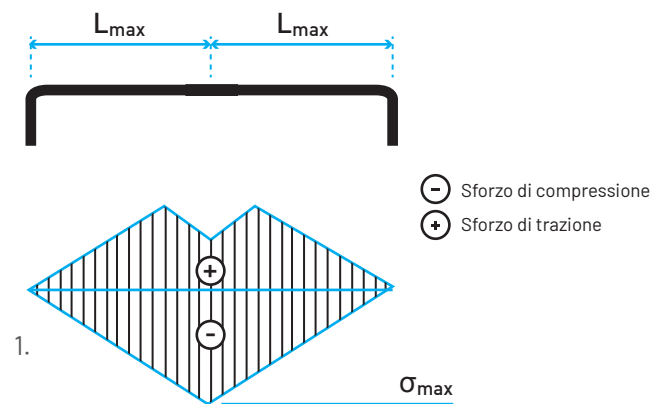
$$F = \mu \left(\frac{1 + K_0}{2} \sigma_v \pi D + G - \gamma_s \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 \right); \left(\frac{N}{m^2} \right)$$

La lunghezza L si definisce **lunghezza massima** e corrisponde alla distanza massima compresa tra l'estremità libera ed il punto fisso naturale affinché non si determinino sforzi assiali superiori al valore limite prefissato.

La massima lunghezza rettilinea compresa tra due estremità libere di una tubazione per cui sia rispettato tale limite di sforzo è pertanto pari al doppio della lunghezza massima, cioè:

$$L_{tot,max} = 2L_{max}$$

In un sistema che operi da una temperatura minima di posa ad una temperatura massima di esercizio, il diagramma degli sforzi risulta come indicato nella figura seguente. In particolare la figura è ottenuta nell'ipotesi di una Temperatura di posa di 10° C ed una temperatura di esercizio di 130°C:



¹diagramma sforzi

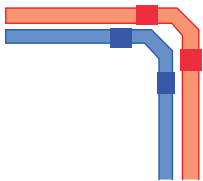
DIMENSIONAMENTO MECCANICO

In corrispondenza delle estremità libere, per consentire alla tubazione di dilatare, vengono realizzate delle compensazioni geometriche che possono essere:

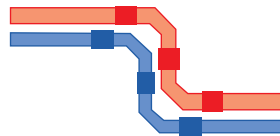
- a L;
- a Z;
- a Omega.

la cui lunghezza minima è calcolata in maniera tale che il valore dello sforzo risultante rispetti le verifiche a fatica sul componente di rete.

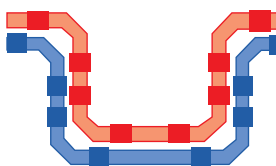
Compensazione a L



Compensazione a Z



Compensazione a Omega



Nelle tabelle che seguono sono indicati i valori della forza di attrito e di L_{max} in funzione del diametro della tubazione e della serie di isolamento.

Tutte le tabelle sono state costruite facendo riferimento ai seguenti parametri:

$$\begin{aligned}\sigma_{amm}: & 190 \text{ N/mm}^2; \\ \phi: & 32,5^\circ; \\ \gamma: & 18.000 \text{ [N/m}^3\text{]} \\ \mu: & 0,4\end{aligned}$$

Come già precedentemente indicato, il valore di tensione massima ammissibile di 190 N/mm² è largamente utilizzato nella progettazione meccanica delle reti di teleriscaldamento.

Questo valore consente di raggiungere valori di tensione ammissibile inferiori alla tensione di snervamento con un fattore di sicurezza pari a 1,1, con riferimento ad una tubazione in acciaio tipo P235GH in cui la tensione di snervamento è calcolata secondo l'espressione indicata nella norma UNI EN 253 e nella norma UNI EN 13941, ovvero:

$$R_e = 227 - 0,28(T - 50) \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

In dettaglio il valore di $\sigma_{amm} \leq 190 \text{ N/mm}^2$ si ottiene per $T \leq 114^\circ\text{C}$.

Per mantenere il coefficiente di sicurezza pari a 1,1 come previsto dalla norma UNI EN 13941, per temperature di esercizio superiori a $T = 114^\circ\text{C}$ dovranno essere usati i valori di tensione ammissibile indicati nella tabella della pagina seguente.

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

T_{es} [C°]	σ_{max} [N/mm ²]
115	189,82
116	189,56
117	189,31
118	189,05
119	188,80
120	188,55
121	188,29
122	188,04
123	187,78
124	187,53
125	187,27
126	187,02
127	186,76
128	186,51
129	186,25
130	186,00

Per calcolare la lunghezza massima in funzione di diversi valori della tensione ammissibile può essere usata la seguente relazione, facendo riferimento ai dati ricavabili dalle tabelle che saranno successivamente riportate:

$$L_{max,\sigma} = L_{max,tab} \cdot \sigma/190$$

Esempio numerico

- tubazione DN 200 - DE 315;
- ricoprimento all'estradosso pari a 1 m;
- temperatura di esercizio: 120°C;
- temperatura di posa: 10°C;
- lunghezza compresa tra estremità libere: 180 m.

Con l'espressione [2.1] si ricava la forza di attrito:

$$F = \mu \left(\frac{1+K_0}{2} \sigma_v \pi D + G - \gamma_s \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 \right); \left(\frac{N}{m^2} \right)$$

avendo posto:

$$\gamma_s: 18.000 \text{ N/m}^3$$

$$G: 644,25 \text{ N/m}$$

sostituendo si ottiene:

$$F = 5.882,10 \text{ N/m} = 5,88 \text{ kN/m}$$

La lunghezza massima di posa si calcola in funzione del valore di tensione massima ammissibile con la relazione:

$$L_{max} = \frac{\sigma_{amm} \cdot A_s}{F}$$

in cui, dalla tabella sopra riportata per una temperatura di esercizio di 120°C, $\sigma_{amm} = 188,55 \text{ N/mm}^2$.

Essendo $A_s = 3030 \text{ mm}^2$, si ottiene:

$$L_{max} = \frac{\sigma_{amm} \cdot A_s}{F} = \frac{188,55 \cdot 3.030}{5.882,10} = 97,13 \text{ m}$$

Pertanto, nell'esempio riportato, la massima lunghezza rettilinea compresa tra due estremità libere di una tubazione per cui sia rispettato il limite di sforzo ammissibile fissato è pari al doppio della lunghezza massima, ovvero

$$L_{tot,max} = 2 \cdot L_{max} = 2 \cdot 97,13 = 194,26 \text{ m}$$

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

FORZA D'ATTRITO E LUNGHEZZA MASSIMA DI POSA TUBAZIONI ISOLAMENTO SERIE 1

DN	D _E [mm]	H=0,8 m		H=1,0 m		H=1,2 m		H=1,5 m	
		F [kN/m]	L _{max} [m]	F [kN/m]	L _{max} [m]	F [kN/m]	L _{max} [m]	F [kN/m]	L _{max} [m]
20	90	1,26	23,67	1,56	19,04	1,87	15,93	2,32	12,79
25	90	1,26	34,24	1,56	27,56	1,87	23,06	2,33	18,52
32	110	1,55	39,91	1,92	32,16	2,29	26,93	2,85	21,64
40	110	1,55	45,74	1,92	36,87	2,30	30,88	2,86	24,83
50	125	1,77	56,02	2,20	45,21	2,62	37,90	3,26	30,50
65	140	2,00	63,29	2,48	51,15	2,95	42,92	3,66	34,58
80	160	2,30	71,03	2,85	57,49	3,39	48,28	4,20	38,93
100	200	2,91	81,64	3,59	66,22	4,27	55,70	5,29	44,98
125	225	3,32	88,13	4,08	71,65	4,85	60,36	5,99	48,82
150	250	3,73	105,16	4,58	85,68	5,43	72,28	6,70	58,56
200	315	4,81	119,76	5,88	98,00	6,95	82,93	8,55	67,39
250	400	6,27	127,63	7,62	104,91	8,98	89,06	11,02	72,60
300	450	7,21	147,66	8,73	121,84	10,26	103,71	12,55	84,76
400	560	9,28	162,08	11,18	134,54	13,08	115,00	15,93	94,43
500	710	12,24	154,11	14,65	128,77	17,06	110,59	20,67	91,26
600	800	14,31	178,57	17,02	150,10	19,74	129,46	23,81	107,32

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

FORZA D'ATTRITO E LUNGHEZZA MASSIMA DI POSA TUBAZIONI ISOLAMENTO SERIE 2

DN	D _E [mm]	H=0,8 m		H=1,0 m		H=1,2 m		H=1,5 m	
		F [kN/m]	L _{max} [m]	F [kN/m]	L _{max} [m]	F [kN/m]	L _{max} [m]	F [kN/m]	L _{max} [m]
20	110	1,54	19,30	1,91	15,54	2,29	13,00	2,85	10,44
25	110	1,54	27,93	1,92	22,49	2,29	18,83	2,85	15,13
32	125	1,76	35,05	2,19	28,25	2,61	23,66	3,25	19,013
40	125	1,77	40,18	2,19	32,29	2,61	27,14	3,25	21,82
50	140	1,99	49,92	2,47	40,30	2,94	33,79	3,65	27,20
65	160	2,29	55,32	2,83	44,72	3,38	37,53	4,19	30,24
80	180	2,60	63,07	3,21	51,06	3,82	42,89	4,73	34,59
100	225	3,29	72,33	4,05	58,70	4,82	49,40	5,96	39,91
125	250	3,69	79,19	4,54	64,40	5,39	54,26	6,66	43,90
150	280	4,19	93,66	5,14	76,34	6,09	64,43	7,51	52,21
200	355	5,44	105,96	6,64	86,76	7,85	73,44	9,66	59,70
250	450	7,08	112,98	8,61	92,94	10,13	78,93	12,42	64,38
300	500	8,03	132,43	9,73	109,34	11,43	93,11	13,97	76,15
400	630	10,50	143,35	12,63	119,09	14,77	101,86	17,98	83,69
500	800	13,89	135,78	16,61	113,59	19,32	97,64	23,39	80,64
600	900	16,21	157,67	19,26	132,67	22,31	114,51	26,89	95,01

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

FORZA D'ATTRITO E LUNGHEZZA MASSIMA DI POSA TUBAZIONI ISOLAMENTO SERIE 3

DN	D _E [mm]	H=0,8 m		H=1,0 m		H=1,2 m		H=1,5 m	
		F [kN/m]	L _{max} [m]	F [kN/m]	L _{max} [m]	F [kN/m]	L _{max} [m]	F [kN/m]	L _{max} [m]
20	125	1,75	16,94	2,18	13,64	2,60	11,42	3,24	9,18
25	125	1,76	24,52	2,18	19,76	2,61	16,54	3,24	13,30
32	140	1,98	31,22	2,45	25,17	2,93	21,09	3,64	16,96
40	140	1,98	35,79	2,46	28,87	2,93	24,19	3,64	19,46
50	160	2,28	43,57	2,82	35,19	3,37	29,51	4,18	23,77
65	180	2,58	49,06	3,19	39,68	3,80	33,31	4,72	26,84
80	200	2,89	56,64	3,57	45,87	4,25	38,54	5,27	31,09
100	250	3,67	64,89	4,51	52,70	5,36	44,36	6,63	35,85
125	280	4,15	70,47	5,10	57,34	6,05	48,34	7,48	39,12
150	315	4,73	82,95	5,80	67,66	6,87	57,13	8,47	46,32
200	400	6,16	93,60	7,52	76,70	8,87	64,97	10,91	52,84
250	500	7,91	101,13	9,61	83,27	11,30	70,77	13,85	57,77
300	560	9,05	117,57	10,95	97,17	12,85	82,80	15,70	67,77
400	710	11,92	126,20	14,33	104,99	16,74	89,88	20,35	73,92
500	900	15,79	119,50	18,84	100,13	21,89	86,17	26,48	71,26
600	1000	18,16	140,68	21,56	118,54	24,95	102,42	30,04	85,06

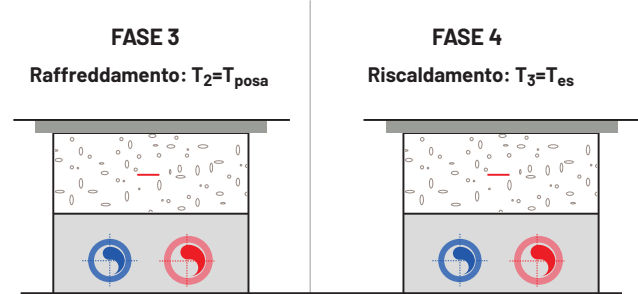
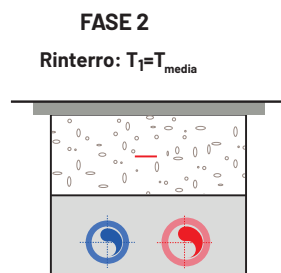
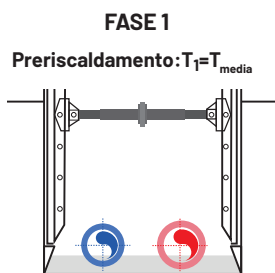
DIMENSIONAMENTO MECCANICO

5.3 Preriscaldamento

La tecnica di posa di preriscaldamento consiste nell'operare un riscaldamento preliminare della rete ad una temperatura normalmente posta pari alla media tra la temperatura di posa e quella di esercizio prima di effettuare il rinterro, lasciando la rete libera di dilatare senza che vi siano sollecitazioni. Si ha quindi:

$$T_1 = \left(\frac{T_{es} + T_{posa}}{2} \right)$$

Dopo il rinterro la tubazione viene nuovamente raffreddata ad una temperatura pari a quella di posa, in maniera tale da determinare uno stato tensionale di trazione nella tubazione d'acciaio che riduce a circa la metà del massimo valore teorico lo sforzo di compressione indotto dal successivo riscaldamento.



Il riscaldamento delle tubazioni alla temperatura di preriscaldamento viene solitamente effettuato elettricamente, sfruttando il principio dell'effetto Joule, per cui un conduttore attraversato da una corrente elettrica si riscalda proporzionalmente alla propria resistenza elettrica ed al quadrato della corrente che lo attraversa.

Questa metodologia di posa comporta la necessità di mantenere lunghe tratte rettilinee di scavo aperte contemporaneamente e tale aspetto determina forti limiti all'applicabilità ai percorsi in aree densamente urbanizzate, in particolare dove ciò implica gravi disagi alla viabilità ordinaria.

Inoltre, il limite di tale tecnologia deriva dal fatto che ciascun intervento di preriscaldamento può essere realizzato per tratti di rete di lunghezza limitata, al fine di limitare il rischio di elettrocuzione per gli operatori, in quanto la tensione elettrica generata è proporzionale alla lunghezza del tratto di rete oggetto di preriscaldamento.

Esistono comunque metodologie operative che consentono, mantenendo riscaldata la tratta oggetto di preriscaldamento, di operare rinterri

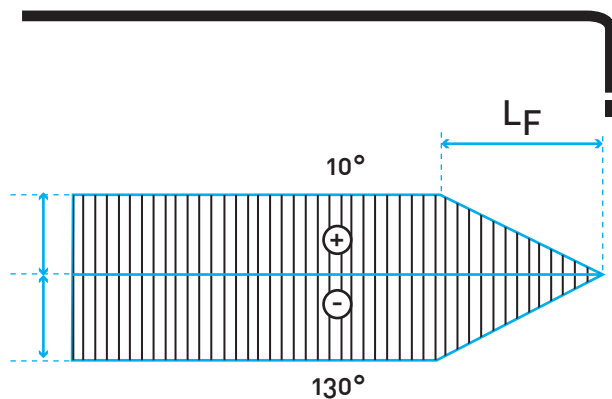
DIMENSIONAMENTO MECCANICO

parziali, diminuendo i disagi e la tensione elettrica generata, aumentando la possibilità di ricorrere a questa tecnologia.

ECOLINE rimane a disposizione dei Clienti per illustrare nel dettaglio le possibili modalità operative ed esecutive degli interventi, allo scopo di definire la tecnologia migliore con riferimento alle specifiche condizioni al contorno.

Come già indicato, il rinterro della trincea avviene ad una temperatura intermedia tra quella di esercizio e quella minima operativa, pertanto le dilatazioni all'estremità risultano sensibilmente ridotte e avvengono in entrambe le direzioni, in espansione in fase di riscaldamento ed in contrazione in fase di raffreddamento.

In un sistema in cui la massima temperatura di esercizio è pari a 130°C e la temperatura minima operativa dopo il rinterro è pari a 10°C, il massimo stress assiale risulta pari circa a 150 N/mm², se la temperatura di preriscaldamento è pari a 70°C. Il diagramma indicativo è riportato nella figura che segue:



1.

Le tensioni assiali che si generano in fase di preriscaldamento, che avviene in assenza di rinterro, sono nulle.

In fase di raffreddamento, a seguito del rinterro della trincea, si verificano delle tensioni assiali pari a:

$$\sigma_{pre} = E\alpha (T_{pre} - T_{min})$$

In fase di riscaldamento finale alla massima temperatura di esercizio si determinano tensioni assiali il cui valore è espresso dalla relazione:

$$\sigma_{max} = E\alpha (T_{max} - T_{pre})$$

Qualora la temperatura di preriscaldamento T_{pre} venga fissata pari alla media tra la temperatura massima di esercizio e la temperatura minima operativa, si ha che:

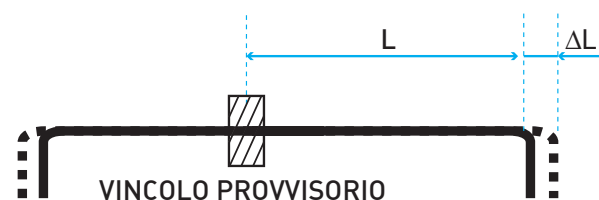
$$|\sigma_{pre}| = |\sigma_{max}|$$

Sarà importante verificare che in nessuna fase operativa venga superata la tensione massima ammissibile definita in fase di progetto.

In corrispondenza dell'estremità libera della tubazione, in fase di preriscaldamento, si determinerà un'espansione della tubazione pari a:

$$\Delta L = (T_{pre} - T_{min})\alpha L$$

essendo L la distanza tra l'estremità libera ed il punto medio della tratta o comunque il punto in cui si è localmente creato un vincolo alla dilatazione (ad esempio con un rinterro parziale con sabbia).



2.

¹ diagramma sforzi

² schema geometrico rete

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

5.4 Pretensionamento

La tecnica di posa di pretensionamento, analogamente a quella di preriscaldamento, sfrutta il principio di indurre nella tubazione uno stato tensionale preliminare di trazione così da limitare gli sforzi assiali di compressione durante la fase di esercizio.

A seconda della metodologia utilizzata per riscaldare la tubazione si definiscono due diverse tecniche di posa.

5.4.1 Pretensionamento con compensatori monouso

Questa speciale metodologia di pretensionamento permette il riscaldamento delle tubazioni mediante acqua a temperatura controllata circolante nei due circuiti.

Lungo i tratti rettilinei di rete (la cui lunghezza non è soggetta a vincoli di tipo meccanico qualora la tensione ammissibile sia posta pari a 190 N/mm^2 e $\Delta T \leq 78^\circ\text{C}$, rif. par. 5.1), in posizioni definite, vengono installati degli elementi detti **compensatori monouso** che sono liberi di scorrere sotto l'effetto della sollecitazione termica e che vengono precaricati, schiacciandoli, sulla base del calcolo di progetto del movimento che dovranno compiere in fase di preriscaldamento.

Applicando tale metodologia di posa la rete viene riscaldata preliminarmente dopo il rinterro ad una temperatura pari alla media tra la temperatura di posa e quella di esercizio, lasciando lo scavo aperto solo in corrispondenza dei compensatori.

Si ha quindi che:

$$T_1 = \left(\frac{T_{\text{es}} + T_{\text{posa}}}{2} \right)$$

Per effetto del riscaldamento i compensatori si muovono fino a chiudersi, andando in battuta e, mantenendo la temperatura costante nella rete, il compensatore viene saldato.

Il successivo raffreddamento induce uno stato tensionale di trazione nella tubazione d'acciaio che riduce circa della metà il massimo valore teorico di sforzo di compressione provocato dal successivo riscaldamento.

Tra i limiti di tale metodologia operativa vi è quello che l'operazione di messa in battuta dei compensatori deve essere effettuata al termine della posa della rete e quindi comporta solitamente la necessità di riaprire gli scavi a posa completata, con conseguente aggravio di costi, oltre agli eventuali problemi viabilistici indotti.

5.4.2 Pretensionamento elettrico

Questa speciale metodologia di pretensionamento permette, come già descritto per la procedura di preriscaldamento, il riscaldamento elettrico delle tubazioni sfruttando il principio dell'effetto Joule.

La tecnica di posa mediante pretensionamento elettrico è analoga a quella di pretensionamento con i compensatori monouso, con la differenza che in luogo dei compensatori vengono lasciati degli spazi vuoti tra i tratti di rete posati, creando i cosiddetti **gap**.

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

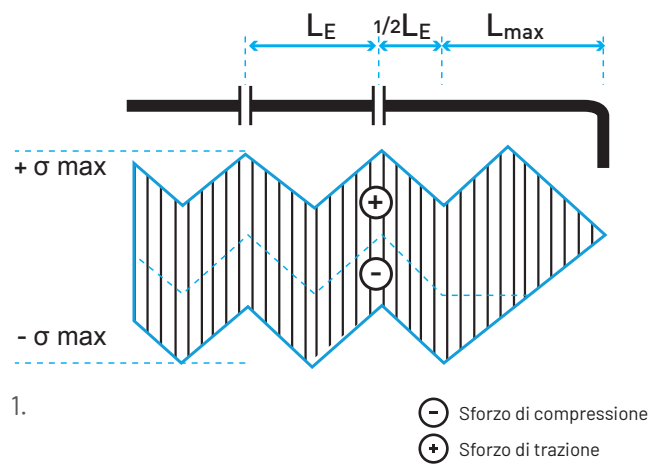
Rispetto al pretensionamento termico con acqua calda, questa metodologia ha il grande vantaggio di poter essere realizzata a cantiere aperto senza necessità di mettere in servizio, dal punto di vista idraulico, le tubazioni.

Durante il riscaldamento alla temperatura di pretensionamento la rete si dilata fino a quando le facce opposte delle tubazioni in corrispondenza dei gap vengono a contatto e si esegue la saldatura.

Ancora una volta il successivo raffreddamento induce uno stato tensionale di trazione nella tubazione d'acciaio che riduce circa della metà il massimo valore teorico di sforzo di compressione provocato dal successivo riscaldamento.

5.4.3 Effetti meccanici del pretensionamento (elettrico o con acqua calda)

Indipendentemente dalla tecnologia di pretensionamento adottata (elettrico o ad acqua calda, con gap o con compensatori), in un sistema in cui la massima temperatura di esercizio sia pari a 130°C e la minima temperatura dopo il rinterro sia pari a 10°C, avendo fissato la massima tensione assiale ammissibile pari a 190 N/mm², il diagramma degli sforzi risulta indicativamente come quello riportato nella figura che segue:



Nel grafico la linea tratteggiata rappresenta lo sforzo alla temperatura di pretensionamento.

Ciascun gap o compensatore deve essere posizionato avendo a monte e valle una tratta rettilinea di tubazione senza cambiamenti di direzione (spicchiature) di lunghezza minima pari a 12 metri.

Come già indicato, quando si progetta una rete in cui la limitazione delle tensioni viene realizzata mediante la tecnica del pretensionamento, le tratte rettilinee di tubazioni sono suddivise mediante inserimento dei compensatori/gap in posizioni predeterminate, in maniera tale da ridurre le tensioni nella tubazioni.

¹diagramma sforzi

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

Il numero dei gap/compensatori è definito in funzione di alcuni parametri quali ad esempio:

- massima tensione ammissibile fissata in fase di progetto;
- ricoprimento sulle tubazioni;
- temperatura massima di esercizio;
- temperatura di pretensionamento;
- temperatura minima operativa.

Per ridurre il numero di compensatori/gap, è possibile utilizzare l'accorgimento di avvolgere le tubazioni all'interno di un foglio di plastica (PE), che limita il valore dell'attrito di circa il 30%, aumentando pertanto la lunghezza di libera installazione e conseguentemente la distanza tra i compensatori.

Nel seguito del presente manuale, cautelativamente, **non sarà considerato** il contributo di tale accorgimento di installazione.

La temperatura di pretensionamento viene normalmente fissata pari alla media tra la temperatura massima di esercizio e la minima temperatura operativa.

$$T_{pre} = \frac{T_{max} + T_{min}}{2}$$

Fissato il valore di tensione ammissibile, affinché esso non venga superato né in fase di pretensionamento, né in fase di esercizio, la temperatura di pretensionamento deve comunque essere sempre scelta nell'intervallo definito dalla seguente relazione:

$$T_{max} - \frac{\sigma_{amm}}{\alpha(T_{es}) \cdot E(T_{es})} \leq T_{pre} \leq T_{ins} + \frac{\sigma_{amm}}{\alpha(T_{es}) \cdot E(T_{es})}$$

Essendo:

$\alpha(T_{es})$: coefficiente di dilatazione termica alla temperatura di esercizio;

$E(T_{es})$: modulo di elasticità dell'acciaio alla temperatura di esercizio.

Avendo definito:

L_E : distanza tra due compensatori successivi;

L_B : distanza tra il primo compensatore e l'estremità libera della tratta;

i valori massimi di tali lunghezze sono ricavabili attraverso le seguenti espressioni:

$$L_E = 2 \frac{(\sigma_{amm} - \alpha E (T_{max} - T_{pre})) A_s}{F}$$

$$L_B = L_{max} + \frac{L_E}{2}$$

essendo L_{max} la distanza massima compresa tra l'estremità libera ed il punto fisso naturale, ricavabile dalla equazione già precedentemente introdotta:

$$L_{max} = \frac{\sigma_{amm} A_s}{F}$$

Nelle tabelle che seguono sono indicati i valori di L_E e L_B in funzione del diametro della tubazione e della serie di isolamento nel caso in cui la temperatura di

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

pretensionamento sia fissata pari alla media tra la temperatura massima di esercizio e la temperatura minima operativa, cioè:

$$T_{pre} = \frac{T_{max} + T_{min}}{2}$$

Tutte le tabelle sono state ricavate utilizzando i seguenti parametri di riferimento:

σ_{amm} : 190 [N/mm²]
 φ : 32,5°
 γ : 18.000 [N/m³]
 μ : 0,4
 T_{es} : 130°
 T_{ins} : 10°

Come già più volte indicato, il valore di tensione massima ammissibile di 190 N/mm² consente di raggiungere valori di tensione ammissibile inferiori alla tensione di snervamento con un fattore di sicurezza maggiore o uguale a 1,1 in corrispondenza di una temperatura di esercizio minore o uguale a 114°C (per una tubazione in acciaio tipo P235 GH).

Per mantenere un coefficiente di sicurezza pari a 1,1 avendo temperature di esercizio superiori a T=114°C dovranno essere usati i valori di tensione ammissibile indicati nella tabella riportata nel paragrafo relativo alla limitazione degli sforzi mediante la tecnica della compensazione naturale.

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

DISTANZA TRA COMPENSATORI TUBAZIONI ISOLAMENTO SERIE 1 - $T_{\text{pre tensionamento}} = T_{\text{media}}$

DN	D_E [mm]	H=0,8 m		H=1,0 m		H=1,2 m		H=1,5 m	
		L_E [m]	L_B [m]	L_E [m]	L_B [m]	L_E [m]	L_B [m]	L_E [m]	L_B [m]
20	90	9,67	28,51	7,78	22,93	6,50	19,18	5,22	15,40
25	90	13,99	41,24	11,26	33,19	9,42	27,77	7,56	22,30
32	110	16,30	48,07	13,13	38,73	11,00	32,43	8,84	26,06
40	110	18,68	55,08	15,06	44,39	12,61	37,18	10,14	29,90
50	125	22,88	67,46	18,47	54,44	15,48	45,64	12,46	36,73
65	140	25,85	76,21	20,89	61,60	17,53	51,69	14,12	41,64
80	160	29,01	85,53	23,48	69,23	19,72	58,14	15,90	46,88
100	200	33,34	98,31	27,05	79,74	22,75	67,07	18,37	54,16
125	225	36,00	106,13	29,26	86,28	24,65	72,69	19,94	58,79
150	250	42,95	126,63	34,99	103,17	29,52	87,05	23,92	70,51
200	315	48,91	144,21	40,02	118,01	33,87	99,86	27,52	81,15
250	400	52,13	153,69	42,85	126,33	36,37	107,24	29,65	87,43
300	450	60,31	177,82	49,76	146,73	42,36	124,89	34,63	102,10
400	560	66,20	195,17	54,95	162,01	46,97	138,49	38,57	113,71
500	710	62,94	185,59	52,59	155,07	45,17	133,17	37,27	109,90
600	800	72,93	215,04	61,30	180,75	52,87	155,89	43,83	129,23

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

DISTANZA TRA COMPENSATORI TUBAZIONI ISOLAMENTO SERIE 2 - $T_{\text{pretensionamento}} = T_{\text{media}}$

DN	D_E [mm]	H=0,8 m		H=1,0 m		H=1,2 m		H=1,5 m	
		L_E [m]	L_B [m]	L_E [m]	L_B [m]	L_E [m]	L_B [m]	L_E [m]	L_B [m]
20	110	7,88	23,24	6,35	18,71	5,31	15,66	4,27	12,58
25	110	11,41	33,64	9,19	27,09	7,69	22,67	6,18	18,22
32	125	14,32	42,21	11,54	34,02	9,66	28,49	7,77	22,91
40	125	16,41	48,38	13,23	39,01	11,08	32,68	8,91	26,28
50	140	20,39	60,12	16,46	48,53	13,80	40,69	11,11	32,76
65	160	22,59	66,62	18,26	53,85	15,33	45,19	12,35	36,41
80	180	25,76	75,95	20,85	61,48	17,52	51,65	14,13	41,65
100	225	29,54	87,10	23,97	70,69	20,17	59,48	16,30	48,06
125	250	32,34	95,36	26,30	77,55	22,16	65,34	17,93	52,86
150	280	38,25	112,78	31,18	91,93	26,31	77,59	21,32	62,87
200	355	43,28	127,60	35,43	104,47	30,00	88,44	24,38	71,89
250	450	46,14	136,05	37,96	111,92	32,24	95,05	26,30	77,53
300	500	54,09	159,48	44,66	131,67	38,03	112,12	31,10	91,70
400	630	58,55	172,62	48,64	143,41	41,60	122,66	34,18	100,78
500	800	55,46	163,51	46,39	136,79	39,88	117,57	32,94	97,11
600	900	64,40	189,87	54,19	159,77	46,77	137,90	38,80	114,41

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

DISTANZA TRA COMPENSATORI TUBAZIONI ISOLAMENTO SERIE 3 - $T_{\text{pre tensionamento}} = T_{\text{media}}$

DN	D_E [mm]	H=0,8 m		H=1,0 m		H=1,2 m		H=1,5 m	
		L_E [m]	L_B [m]	L_E [m]	L_B [m]	L_E [m]	L_B [m]	L_E [m]	L_B [m]
20	125	6,92	20,40	5,57	16,43	4,66	13,75	3,75	11,05
25	125	10,02	29,53	8,07	23,79	6,76	19,92	5,43	16,01
32	140	12,75	37,59	10,28	30,32	8,61	25,40	6,93	20,43
40	140	14,62	43,10	11,79	34,76	9,88	29,13	7,95	23,44
50	160	17,79	52,46	14,37	42,38	12,05	35,54	9,71	28,62
65	180	20,04	59,08	16,21	47,78	13,60	40,11	10,96	32,33
80	200	23,13	68,20	18,73	55,24	15,74	46,41	12,70	37,44
100	250	26,50	78,14	21,52	63,46	18,12	53,42	14,64	43,18
125	280	28,78	84,85	23,42	69,05	19,74	58,21	15,98	47,11
150	315	33,88	99,89	27,63	81,48	23,33	68,80	18,92	55,77
200	400	38,23	112,72	31,33	92,36	26,53	78,23	21,58	63,63
250	500	41,30	121,79	34,01	100,28	28,90	85,22	23,59	69,56
300	560	48,02	141,58	39,69	117,01	33,82	99,71	27,68	81,61
400	710	51,54	151,97	42,88	126,43	36,71	108,23	30,19	89,02
500	900	48,81	143,91	40,90	120,58	35,19	103,77	29,10	85,81
600	1000	57,46	169,41	48,41	142,74	41,83	123,33	34,74	102,43

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

Nel caso di utilizzo della tecnologia del pretensionamento termico, i compensatori devono essere precaricati.

Tale operazione consiste in una limitazione della corsa del compensatore, da effettuarsi prima dell'installazione, calcolata pari allo spostamento che il compensatore subirà in fase di pretensionamento.

Lo spostamento della estremità della tubazione in corrispondenza di un gap o in analogia il movimento di un compensatore compreso tra altri compensatori può essere calcolato attraverso la seguente relazione, in cui si considera che i gap/compensatori siano posizionati a distanza costante tra loro.

$$\Delta L_E = 2(\alpha(T_{pre} - T_{inst}) \frac{1}{2} L_E - \frac{F \frac{1}{2} L_E^2}{2EA_S})$$

Nel caso in cui i gap o compensatori siano posizionati a distanze variabili, la formula assume la seguente espressione:

$$\Delta L_E = \alpha(T_{pre} - T_{inst}) \frac{1}{2} L'_E - \frac{F \frac{1}{2} L'^2_E}{2EA_S} + \alpha(T_{pre} - T_{inst}) \frac{1}{2} L''_E - \frac{F \frac{1}{2} L''^2_E}{2EA_S}$$

essendo L'_E e L''_E le distanze tra il gap/compensatore da calcolare e rispettivamente il gap/compensatore precedente e quello successivo.

Per i primi gap o compensatori dopo l'estremità libera della tratta la distanza tra le estremità delle tubazione o la corsa da lasciare in fase di pretensionamento del compensatore si calcola attraverso la relazione:

$$\Delta L_B = \alpha(T_{pre} - T_{inst}) \frac{1}{2} L_B - \frac{F \frac{1}{2} L_B^2}{2EA_S} + \frac{1}{2} \Delta L_E$$

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

5.5 Confronto tra le diverse metodologie di posa

Nella tabella che segue sono sommariamente riportati alcuni tra i principali vantaggi e svantaggi dei metodi di posa analizzati in precedenza.

ECOLINE, con il proprio Ufficio Tecnico e i

consulenti di cui si avvale, rimane a disposizione dei Clienti per valutare la migliore metodologia da adottare in funzione delle caratteristiche locali della rete oggetto di posa.

METODO DI POSA	VANTAGGI	SVANTAGGI
Installazione a freddo	<ul style="list-style-type: none"> • metodo di installazione estremamente semplice; • metodo di posa più economico; • lunghi tratti di rete bloccati. 	<p>Sforzo assiale elevato (High axial stress)</p> <ul style="list-style-type: none"> • elevata tensione assiale; • elevate dilatazioni all'estremità; • limitazione di impiego in caso di elevati diametri ed alte temperature di esercizio; • pericolo di buckling in caso di scavi paralleli.
Preriscaldamento	<ul style="list-style-type: none"> • metodo di installazione semplice; • metodo di posa economico; • lunghi tratti di rete bloccati; • $\sigma_{max} \leq \sigma_{amm}$ 	<ul style="list-style-type: none"> • applicazione limitata a situazioni in cui sia possibile mantenere lunghe trincee di scavo contemporaneamente aperte; • maggiori costi per esecuzione riscaldamento iniziale della tratta.
Pretensionamento	<ul style="list-style-type: none"> • lo scavo può essere completamente rinterrato, a meno delle buche in corrispondenza dei gap compensatori; • lunghi tratti di rete bloccati; • $\sigma_{max} \leq \sigma_{amm}$ 	<ul style="list-style-type: none"> • maggiori costi per approvvigionamento compensatori e per eventuale riapertura buche in corrispondenza dei gap compensatori; • maggiori costi per esecuzione riscaldamento iniziale della tratta.
Compensazione naturale	<ul style="list-style-type: none"> • lo scavo può essere completamente rinterrato; • metodologia di posa consolidata e con minori problematiche per inserimento stacchi in fasi successive alla messa in esercizio; • $\sigma_{max} \leq \sigma_{amm}$ 	<ul style="list-style-type: none"> • maggiori costi per approvvigionamento pezzi speciali e per opere civili di scavo; • aumento delle perdite di carico e conseguente aumento dei costi di pompaggio per la circolazione del fluido vettore.

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

6. Dilatazioni alle estremità

Indipendentemente dalla scelta del metodo di posa, lungo i cosiddetti tratti di scorrimento si determinano movimenti nella tubazione di dilatazione (in fase di riscaldamento) o di contrazione (in fase di raffreddamento), che assumono il valore massimo alle estremità delle tratte rettilinee, nei cosiddetti punti di dilatazione.

In corrispondenza dell'estremità di una tratta, la dilatazione può essere calcolata attraverso la seguente espressione:

$$\Delta L = \alpha(T_{es} - T_{inst})L_F - \frac{FL_F^2}{2EA_s}$$

In cui L_F è la lunghezza di attrito, da calcolare con l'espressione già indicata al paragrafo 3.

Dall'espressione sopra riportata si deduce che il movimento della tubazione è funzione di due componenti:

- la componente termica, che in fase di riscaldamento determina una dilatazione nella tubazione;
- la componente di attrito, che in fase di riscaldamento trattiene la dilatazione della tubazione.

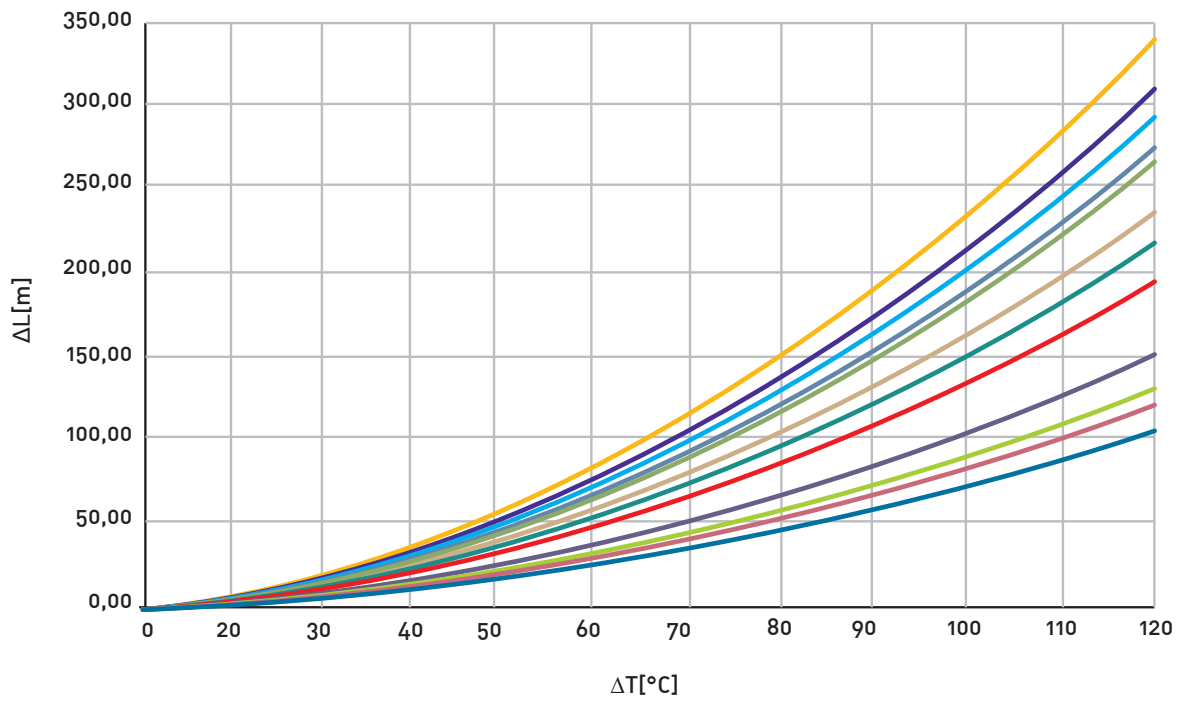
Nei diagrammi che seguono viene rappresentato il valore della dilatazione all'estremità di una tratta rettilinea alla temperatura massima di esercizio al variare del valore di ΔT , per effetto del solo contributo termico e per effetto di entrambi i contributi (termico e attrito).

I diagrammi sono ricavati nell'ipotesi che la lunghezza della tratta rettilinea sia maggiore o uguale al doppio della lunghezza di attrito e sono stati calcolati utilizzando i valori di seguito indicati:

φ : 32,5°;
 γ : 18.000 [N/m³];
 μ : 0,4;
 H: 1,0 m.

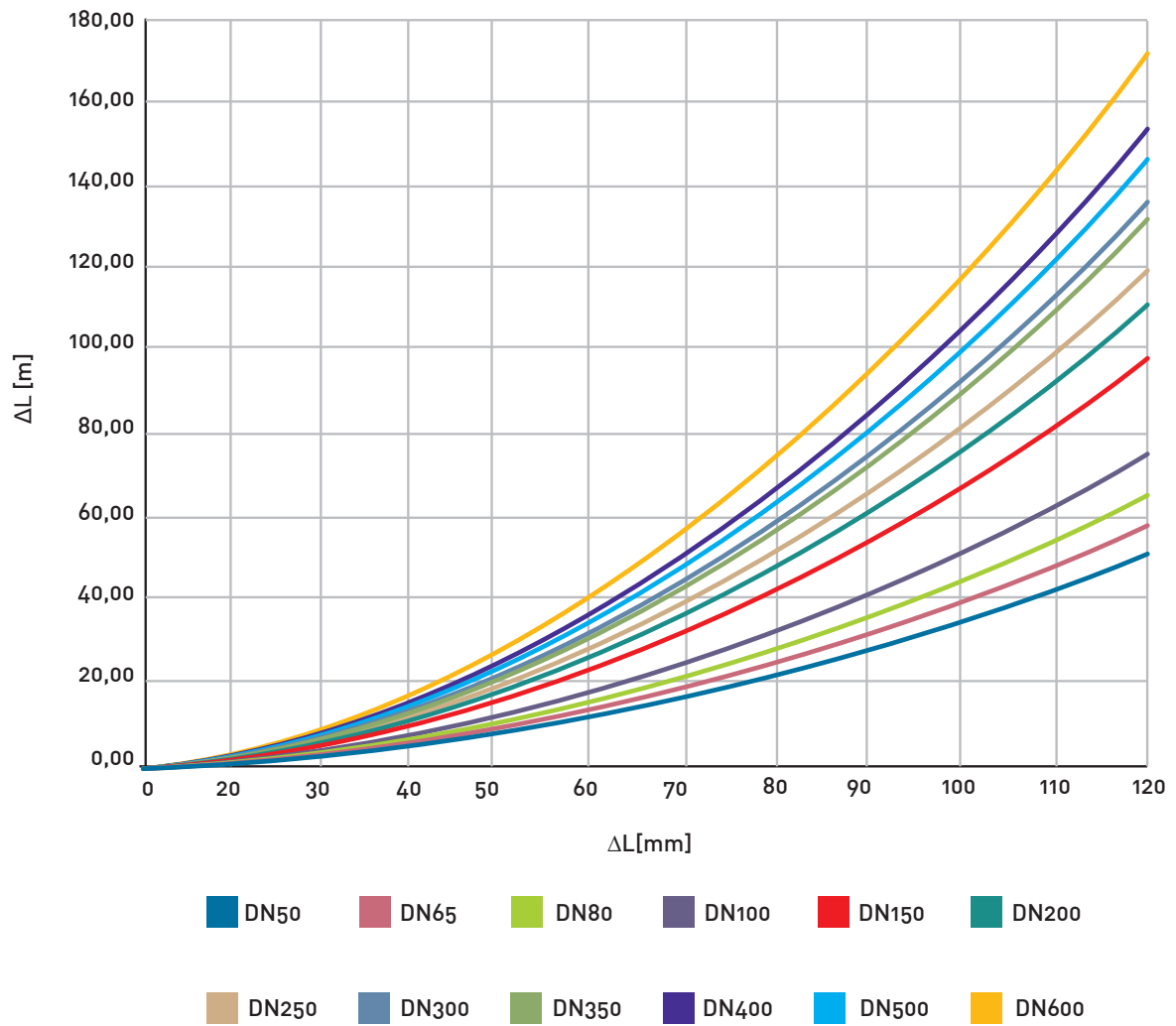
DIMENSIONAMENTO MECCANICO

Espansione all'estremità (solo componente termica) - H = 1,0 m



DIMENSIONAMENTO MECCANICO

Espansione all'estremità -H=1,0 m



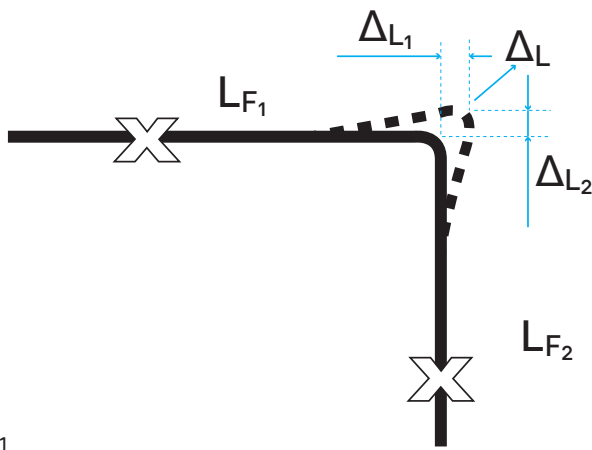
DIMENSIONAMENTO MECCANICO

Qualora la lunghezza totale L_{TOT} della tratta sia minore del doppio della lunghezza di attrito, si ha che:

$$\Delta L = \alpha(T_{es} - T_{inst}) \frac{L_{TOT}}{2} - F \frac{\left(\frac{L_{TOT}}{2}\right)^2}{2EA_s}$$

In corrispondenza di una curva, la tubazione dilata per effetto dei movimenti che derivano da entrambe le tratte rettilinee che convergono nella curva, per cui combinando gli effetti si ottiene un movimento radiale della tubazione, la cui risultante è pari a:

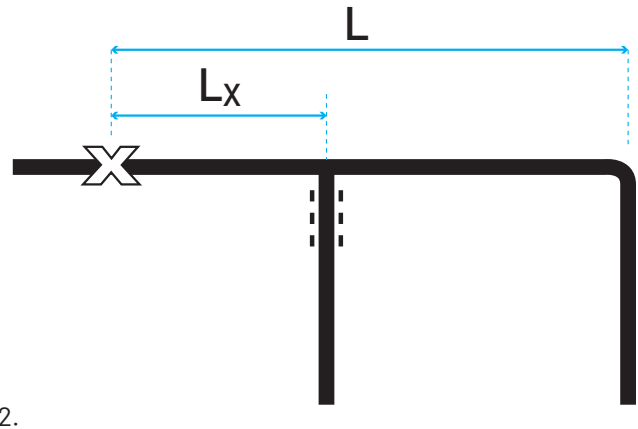
$$\Delta L = \sqrt{\Delta L_1^2 + \Delta L_2^2}$$



In corrispondenza di un punto intermedio della linea, ad esempio in corrispondenza di un Tee di derivazione, posizionato lungo la tratta di scorrimento e quindi a distanza da un'estremità libera inferiore alla lunghezza di attrito L_F , la dilatazione può essere calcolata attraverso la seguente relazione:

$$\Delta L_x = \alpha(T_{es} - T_{inst}) L_x - \frac{F(2L - L_x)L_x}{2EA_s}$$

in cui L è la distanza tra l'estremità libera e il punto fisso naturale, che al massimo risulterà pari alla lunghezza di attrito L_F .



^{1/2} schema geometrico rete

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

Esempi numerici

Si mostrano di seguito due esempi numerici di calcolo della dilatazione in corrispondenza di un'estremità rettilinea, nel caso in cui la lunghezza del segmento compreso tra due estremità rettilinee sia maggiore del doppio della lunghezza di attrito e nel caso in cui tale lunghezza sia minore della lunghezza di attrito.

Per semplicità si utilizzeranno i dati degli esempi numerici riportati nel paragrafo 3

1. Segmento con formazione di tratta bloccata

- tubazione DN 200 - DE 315;
- ricoprimento all'estradosso pari a 1 m;
- temperatura di esercizio: 80°C;
- temperatura di posa: 10°C;
- lunghezza compresa tra estremità libere: 200 m.

La lunghezza di attrito L_F calcolata attraverso l'espressione [3.3] risulta:

$$L_F = \frac{(\sigma_{\max} A_s)}{F} = \frac{176,40 \cdot 3.033,84}{5.882,10} = 90,98 \text{ m}$$

Considerato quindi che si ha che $L_F < L/2$, la dilatazione all'estremità della tratta andrà calcolata con l'espressione:

$$\Delta L = \alpha(T_{\max} - T_{\text{inst}})L_F - \frac{(FL_F^2)}{2EA_s} = \left(1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (80 - 10) \cdot 90,98 - \frac{5.882,10 \cdot 90,98^2}{2 \cdot 210.000 \cdot 3.033,8} \right) \cdot 1000 = 38,21 \text{ mm}$$

2. Segmento con formazione punto fisso naturale

- tubazione DN 200 - DE 315;
- ricoprimento all'estradosso pari a 1 m;
- temperatura di esercizio: 120°C;
- temperatura di posa: 10°C;
- lunghezza compresa tra estremità libere: 180 m

La lunghezza di attrito L_F calcolata attraverso l'espressione [3.3] risulta pari a:

$$L_F = \frac{\sigma_{\max} A_s}{F} = \frac{277,20 \cdot 3.033,84}{5882,10} = 142,97 \text{ m}$$

In questo caso $L_F > L/2$, pertanto la dilatazione all'estremità della tratta andrà calcolata con l'espressione:

$$\Delta L = \alpha(T_{\max} - T_{\text{inst}}) \frac{L}{2} - \frac{F \left(\frac{L}{2} \right)^2}{2EA_s} = \left(1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (120 - 10) \cdot \frac{180}{2} - \frac{5.882,10 \cdot \left(\frac{180}{2} \right)^2}{2 \cdot 210.000 \cdot 3.033,8} \right) \cdot 1000 =$$

risultato = 81,41 mm

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

7. Dimensionamento a fatica degli elementi di rete

7.1 Compensazioni a L, a Z e a Omega

Per effetto delle variazioni di temperatura del fluido vettore e di conseguenza del tubo di servizio, le tubazioni del teleriscaldamento in un sistema di teleriscaldamento si muovono.

Tali movimenti risultano di dilatazione in fase di riscaldamento e di contrazione in fase di raffreddamento e comportano sforzi di compressione e di taglio sull'isolamento poliuretano, nonché sforzi a fatica in corrispondenza dei punti di dilatazione (curve, Tee, etc.).

I cambi di direzione in una rete di teleriscaldamento devono essere accuratamente progettati affinché gli sforzi sull'isolamento poliuretano e gli sforzi a fatica degli elementi di compensazione siano compatibili con i limiti indicati dalla norma UNI EN 13941.

Nel seguito del manuale saranno fornite le indicazioni necessarie affinché i vincoli imposti della norma UNI EN 13941 siano rispettati.

I movimenti in corrispondenza dei punti di dilatazione di una tratta rettilinea (curve, stacchi, etc.) determinano sforzi di compressione e di taglio sull'isolamento di poliuretano, che possono essere parzialmente assorbiti disponendo dei materassini elastici sulla tubazione nella zona di espansione.

In generale si può considerare che uno strato di materassini di spessore pari a 40 mm (nella fase

indisturbata) assorba circa 30 mm di dilatazione; nel seguito del manuale saranno fornite indicazioni di dettaglio sulle modalità di disposizione ottimale di tali materassini sulle curve.

La normativa UNI EN 13941 definisce, in funzione della tipologia di tubazione e della classe di progetto, il numero minimo di cicli a fatica che un componente deve sopportare, secondo quanto già indicato al paragrafo 1 del presente manuale.

Nel seguito del manuale saranno fornite indicazioni che, se correttamente seguite ed applicate, consentono di progettare reti di teleriscaldamento che rispettino i vincoli della normativa UNI EN 13941.

In particolare, le indicazioni contenute nel presente catalogo consentono di rispettare le condizioni necessarie a soddisfare le verifiche a fatica dei componenti installati lungo le reti classificate in classe B o in classe C, come definite nella norma UNI EN 13941.

Pertanto, le tubazioni classificabili in classe A secondo quanto previsto dalla già citata norma, per le quali la normativa prevede l'utilizzo di coefficienti di sicurezza inferiori, risulteranno sicuramente verificate a fatica seguendo le indicazioni progettuali contenute nel presente manuale.

Al fine di eseguire una corretta progettazione degli elementi di rete e rispettare i vincoli della norma UNI

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

EN 13941 dovranno essere definiti i seguenti elementi:

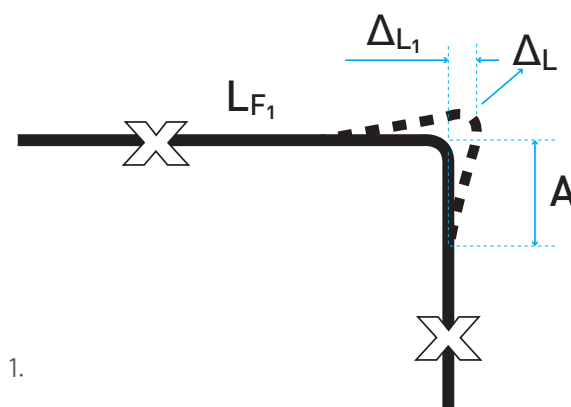
- lunghezza minima degli elementi di compensazione;
- lunghezza minima di tubazione in corrispondenza degli elementi di compensazione da ricoprire con i materassini.

7.2 Curve con angolo compreso tra 80°-90° - Compensazione a L

Per definire la lunghezza minima di rete da proteggere con i materassini in corrispondenza di una curva a L con angolo compreso tra 80° e 90° dovrà dapprima essere calcolata la dilatazione in corrispondenza dell'estremità della tratta rettilinea, utilizzando le formule indicate al paragrafo 6.

Nota la dilatazione, utilizzando i diagrammi riportati nel seguito del presente manuale, sarà possibile ricavare, in funzione del diametro della tubazione di servizio in acciaio, la lunghezza A, intesa come lunghezza a partire dalla curva da proteggere con i materassini per prevenire danneggiamenti all'isolamento poliuretano.

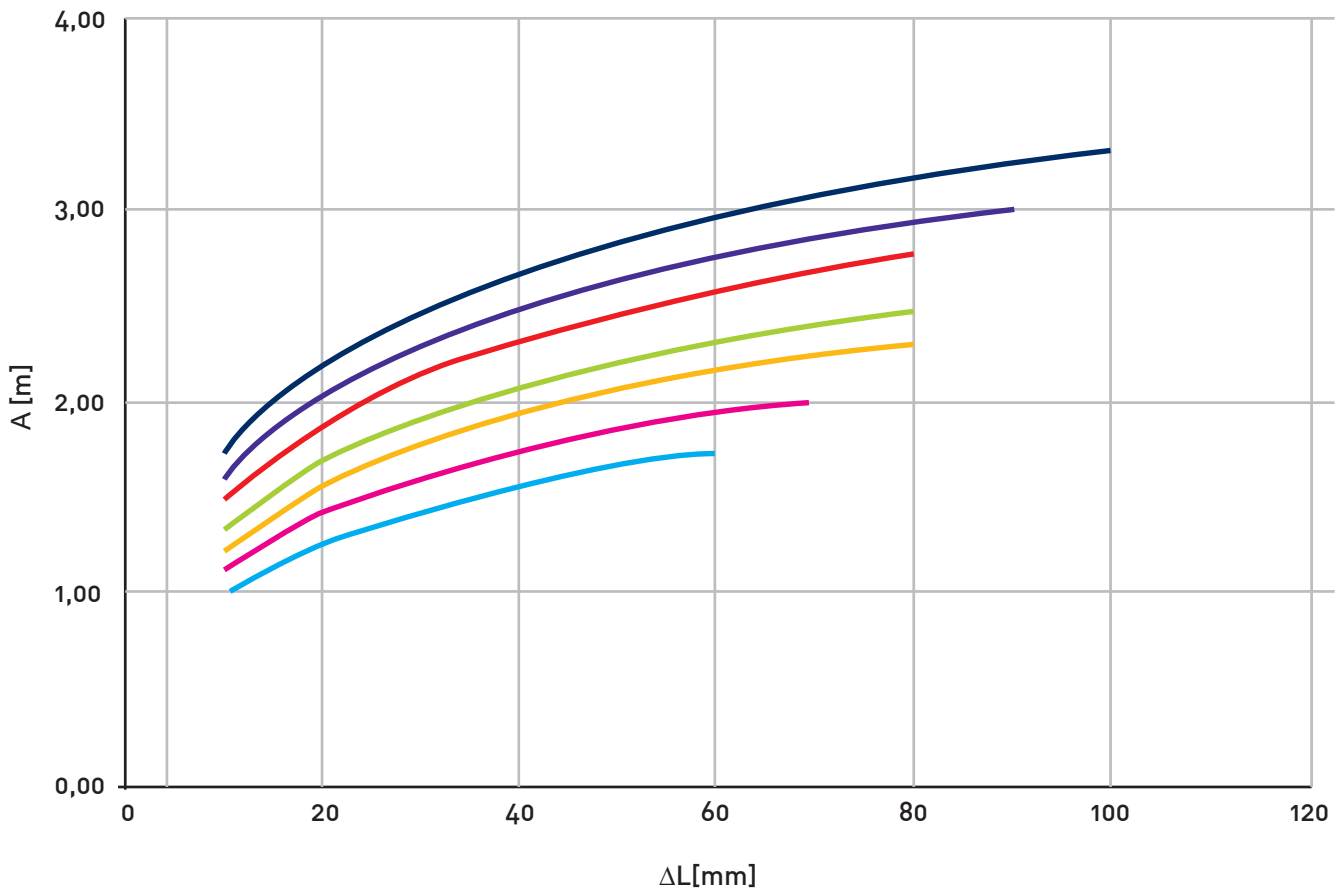
Entrando nel diagramma in ascissa con il valore di ΔL calcolato in funzione anche della serie di isolamento della tubazione e dell'altezza del terreno di ricoprimento, sarà possibile ottenere in ordinata, utilizzando la curva specifica per il diametro di tubazione oggetto di progettazione, la lunghezza A sopra descritta.



¹schema geometrico rete

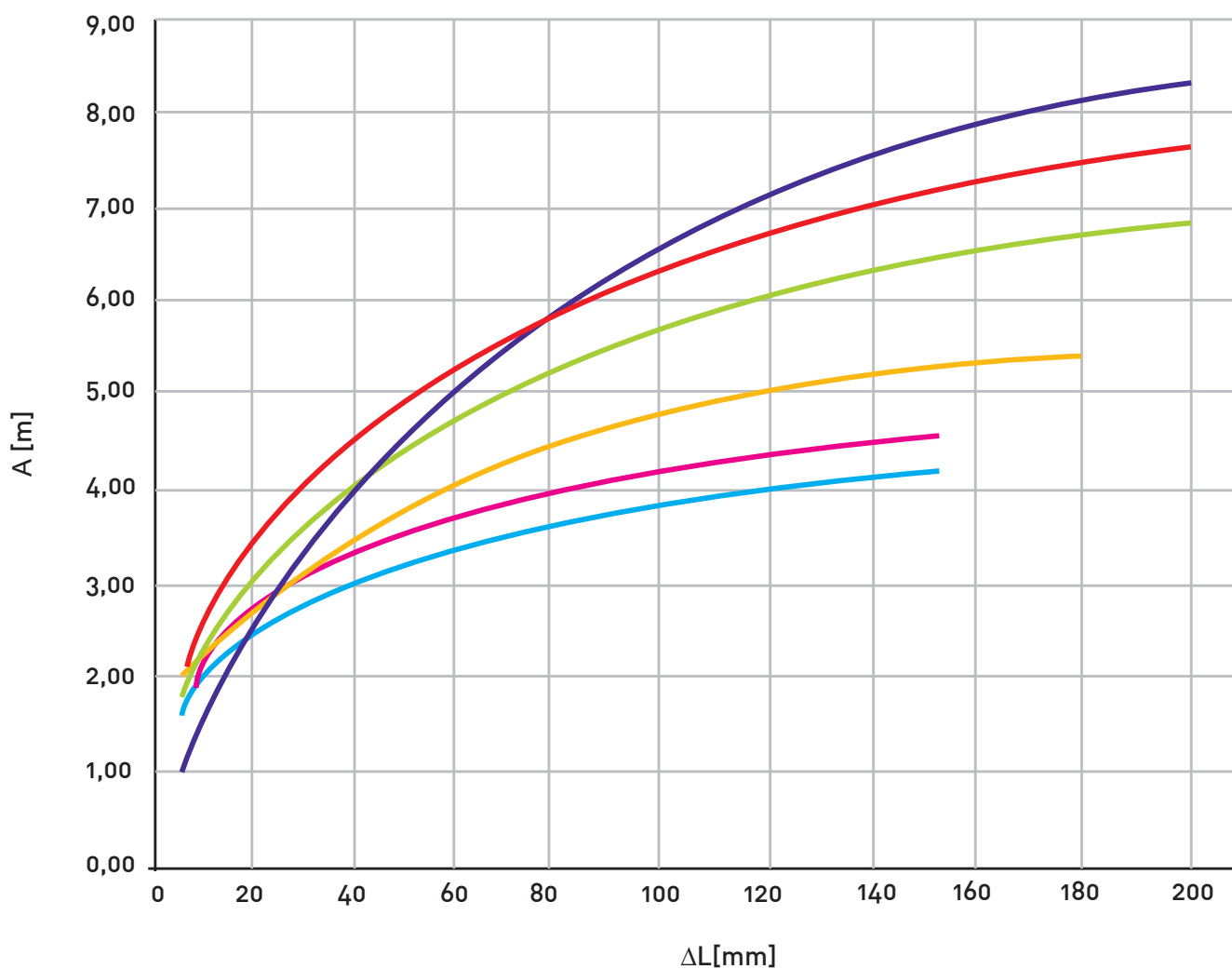
DIMENSIONAMENTO MECCANICO

lunghezza di espansione DN 20- DN 80



DIMENSIONAMENTO MECCANICO

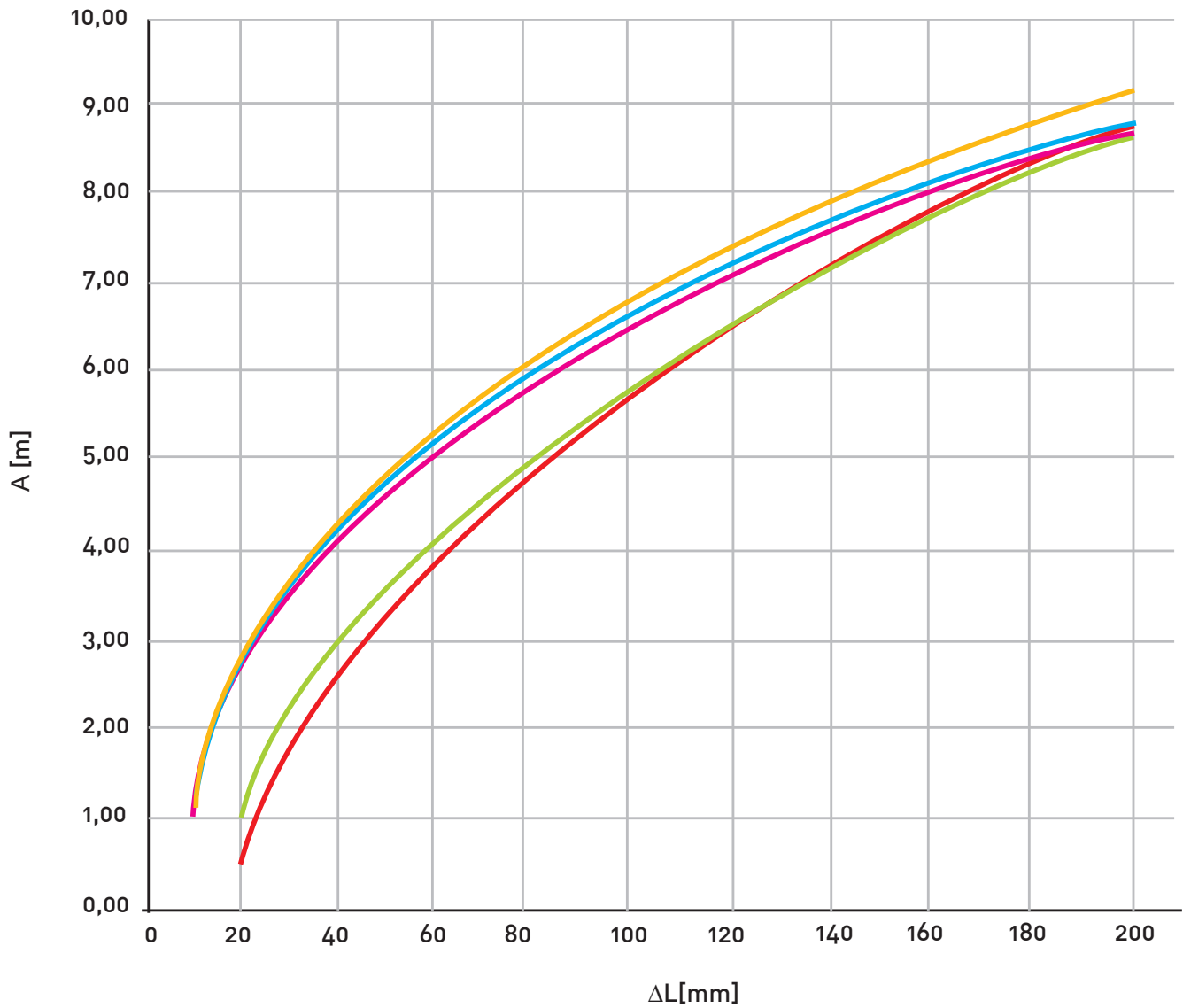
lunghezza di espansione DN 100 - DN 300



■ DN 100
 ■ DN 125
 ■ DN 150
 ■ DN 200
 ■ DN 250
 ■ DN 300

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

lunghezza di espansione DN 350 - DN 600



■ DN 350
 ■ DN 400
 ■ DN 450
 ■ DN 500
 ■ DN 600

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

Nota la lunghezza minima di espansione, si determina il numero di materassini da disporre lungo tale tratto di tubazione e la relativa modalità di disposizione.

Per definire il massimo numero di strati di materassini necessario si deve dapprima calcolare la deformazione risultante con la relazione già introdotta precedentemente, ovvero:

$$\Delta L_{TOT} = \sqrt{\Delta L_1^2 + \Delta L_2^2} \quad [\text{mm}]$$

Lo spessore minimo di materassini necessario ad assorbire la dilatazione si ottiene tenendo conto del fatto che i materassini possono essere compressi del 75% (un materassino di spessore 40 mm assorbe una dilatazione di 30 mm), pertanto si ottiene che:

$$s_{mat} = \frac{\Delta L_{TOT}}{0,75} \quad [\text{mm}]$$

I materassini forniti da **ECOLINE** sono disponibili in spessori da 40 mm e possono essere sovrapposti tra loro in più strati per assorbire le dilatazioni maggiori.

Noto lo spessore minimo dei materassini s_{mat} necessari per assorbire le dilatazioni, il numero di strati si ottiene arrotondando per eccesso il risultato della seguente relazione:

$$n_{mat} = \frac{s_{mat}}{40}$$

I materassini, necessari per evitare danneggiamenti

all'isolamento poliuretano in fase di dilatazione della tubazione, hanno l'inconveniente di determinare un aumento della temperatura sulla superficie della guaina in PEAD.

La normativa UNI EN 13941 suggerisce di limitare tale valore di temperatura al valore massimo di 50 °C (in esercizio continuo), al fine di non creare possibili danneggiamenti alla guaina stessa (per effetto del fenomeno di rammollimento indotto dalla temperatura troppo elevata), consentendo di raggiungere temperature di 60 °C per un limitato numero di ore all'anno.

Al fine di limitare il valore della temperatura al massimo valore di 50 °C, è necessario che non siano disposti sulla tubazione più di tre strati di materassini, pur essendo consigliato limitare il valore massimo a due strati di materassini.

Considerato quanto sopra, la massima dilatazione che può essere pertanto assorbita attraverso i materassini è pari a circa 90 mm.

Il valore di temperatura che si genera sul rivestimento in polietilene in corrispondenza della zona di espansione coperta dai materassini, fissato il numero di materassini da installare, è funzione comunque di molteplici fattori tra cui:

- temperatura massima di esercizio della rete;
- conducibilità termica del terreno;
- profondità di interrimento;
- distanza tra le tubazioni di mandata e ritorno;
- modalità di disposizione dei materassini (solo laterali o avvolti intorno alla tubazione).

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

L'Ufficio Tecnico di Ecoline è a disposizione dei propri clienti per effettuare le necessarie verifiche di dettaglio in funzione delle specifiche condizioni al contorno della rete da progettare.

Al fine di disporre i materassini lungo la tratta di espansione A , si dovrà fare infine riferimento alla seguente regola pratica:

- disporre 1 strato di materassini lungo tutta la lunghezza A ;
- disporre l'eventuale secondo strato di materassini per una lunghezza pari ad $A/2$;
- disporre l'eventuale terzo ed ultimo strato di materassini per una lunghezza pari ad $A/4$.

Ai fini pratici, considerate le dimensioni commerciali dei materassini, si è soliti arrotondare per eccesso al valore intero le lunghezze ricavate come sopra descritto (in metri).

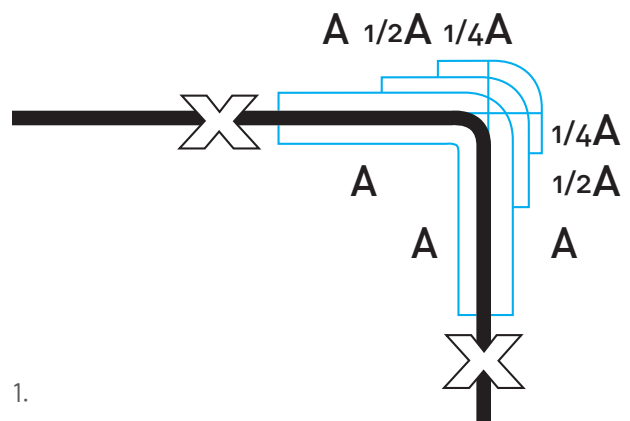
I materassini calcolati devono essere disposti in maniera tale da essere in grado di assorbire la dilatazione e pertanto sul lato esterno della tubazione.

Sul lato interno sarà in genere sufficiente disporre uno strato di materassini per tutta la lunghezza di espansione, considerato che il movimento di contrazione della tubazione in fase di raffreddamento è inferiore di quello di prima espansione in quanto limitato dalla forza di attrito. Nei tratti di rete di teleriscaldamento in cui si

è optato per la limitazione delle tensioni assiali mediante preriscaldamento, i materassini dovranno essere disposti in maniera simmetrica sia sul lato interno, sia sul lato esterno.

A meno di specifiche condizioni locali, è opportuno disporre i materassini solo sul lato esterno e sul lato interno della tubazioni e non avvolgerli attorno alla tubazione, dato che tale modalità di posa determinerebbe un aggravio alla problematica dell'aumento di temperatura in corrispondenza della guaina in PEa.d.

Le modalità di distribuzione dei materassini sulla tubazione secondo quanto esposto sono illustrate nella figura che segue:



¹schema disposizione materassini

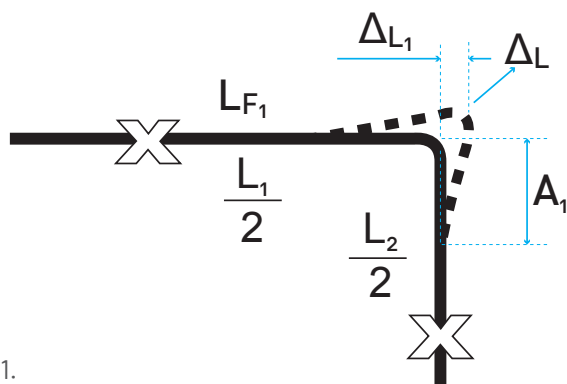
DIMENSIONAMENTO MECCANICO

Esempio numerico

Viene di seguito presentato un esempio numerico con il calcolo della modalità di posa dei materassini in corrispondenza di una curva a 90°. Per semplicità, si riutilizzano i valori del secondo esempio numerico illustrato al paragrafo 6:

- tubazione DN 200 - DE 315;
- ricoprimento all'estradosso pari a 1 m;
- temperatura di esercizio: 120°C;
- temperatura di posa: 10°C;
- lunghezza tratta 1 (compresa tra estremità libere): 120 m;
- lunghezza tratta 2 (compresa tra estremità libere): 54 m.

Ricordando quanto visto nei paragrafi precedenti, in questo caso risulta $L_F > L/2$, pertanto la dilatazione all'estremità della tratta andrà calcolata con l'espressione:



1.

¹schema geometrico rete

$$\Delta L_1 = \alpha(T_{\max} - T_{\text{inst}}) \frac{L_1}{2} - \frac{F \left(\frac{L_1}{2} \right)^2}{2EA_s} =$$

$$= \left(1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (120 - 10) \cdot \frac{120}{2} - \frac{5,882 \cdot 10 \cdot \left(\frac{180}{2} \right)^2}{2 \cdot 210.000 \cdot 3.033,8} \right) \cdot 1.000 = 62,58 \text{ mm}$$

e

$$\Delta L_2 = \alpha(T_{\max} - T_{\text{inst}}) \frac{L_2}{2} - \frac{F \left(\frac{L_2}{2} \right)^2}{2EA_s} =$$

$$= \left(1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (120 - 10) \cdot \frac{54}{2} - \frac{5,882 \cdot 10 \cdot \left(\frac{54}{2} \right)^2}{2 \cdot 210.000 \cdot 3.033,8} \right) \cdot 1.000 = 32,27 \text{ mm}$$

Utilizzando il diagramma precedente per il diametro DN 200 si ricava la lunghezza di tubazione da coprire con materassini in corrispondenza della curva a 90°:

$$A_1 \sim 4,90 \text{ m}$$

$$A_2 \sim 3,85 \text{ m}$$

Lo spessore massimo di materassini viene definito in funzione dello spostamento risultante per cui:

$$\Delta L_{\text{tot}} = \sqrt{\Delta L_1^2 + \Delta L_2^2} = \sqrt{62,58^2 + 32,27^2} = 70,41 \text{ mm}$$

In dettaglio lo spessore minimo di materassini necessario ad assorbire la dilatazione si ricava dall'espressione:

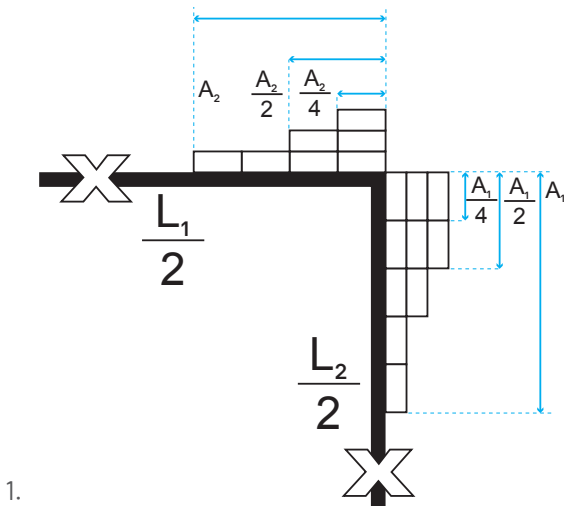
DIMENSIONAMENTO MECCANICO

$$s_{\text{mat}} = \frac{\Delta L_{\text{tot}}}{0,75} = \frac{70,41}{0,75} = 93,88$$

I materassini forniti da Ecoline hanno spessore pari a 40 mm (avendo già tenuto conto con l'espressione precedente delle capacità di assorbimento di un singolo materassino); il numero di strati si ottiene arrotondando per eccesso il risultato della seguente relazione:

$$n_{\text{mat}} = \frac{s_{\text{mat}}}{40} = 3$$

Pertanto, utilizzando la regola pratica per la distribuzione dei materassini precedentemente descritta, i materassini in corrispondenza della curva andranno posizionati come rappresentato nella figura seguente:



¹ schema geometrico rete

² schema geometrico rete

7.3 Compensazione a Z

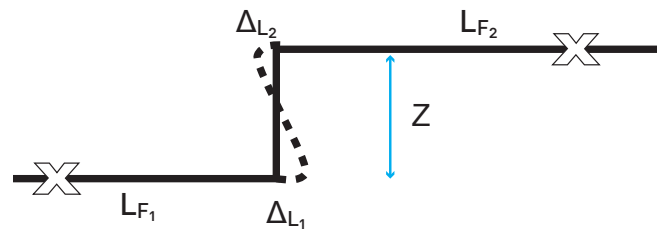
Le compensazioni a Z, grazie alla maggior flessibilità che offrono, consentono di assorbire dilatazioni maggiori rispetto alle compensazioni a L. La lunghezza minima del braccio della compensazione a Z può essere ricavata attraverso la relazione:

$$Z = 0,45 (A_1 + A_2)$$

essendo:

A_1 : lunghezza minima di espansione per la tratta rettilinea di lunghezza L_1 ;

A_2 : lunghezza minima di espansione per la tratta rettilinea di lunghezza L_2 .



DIMENSIONAMENTO MECCANICO

I valori di A_1 e A_2 possono essere ricavati, noti i rispettivi valori di dilatazione ΔL_1 e ΔL_2 , attraverso i diagrammi precedentemente riportati.

Analogamente, sfruttando le relazioni riportate al paragrafo precedente, si potrà calcolare lo spessore dei materassini necessari ed il numero di strati da disporre lungo il braccio della Z.

La disposizione dei materassini sul braccio della Z segue la regola pratica già illustrata al paragrafo precedente, avendo cura di coprire con i materassini tutto il braccio di compensazione.

Sulle tratte rettilinee che convergono nella compensazione sarà sufficiente disporre un tratto di materassini di lunghezza pari ad 1 metro con spessore pari allo spessore massimo posizionato sul braccio di compensazione, facendolo seguire da uno strato di materassini con la seguente lunghezza, funzione del diametro:

- $DN \leq 50 \rightarrow 1 \text{ m};$
- $50 < DN < 100 \rightarrow 2 \text{ m};$
- $DN \geq 125 \rightarrow 3 \text{ m};$

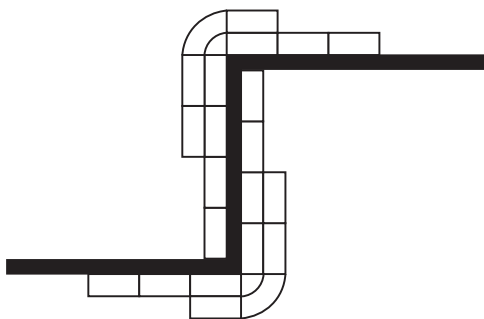
I materassini così indicati vanno disposti sul lato esterno della tubazione.

Sul lato interno si posizionerà un solo strato di materassini si lunghezza uguale a quelli posizionati sul lato esterno.

Esempio numerico

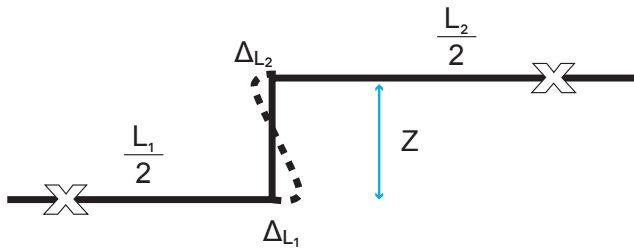
Viene di seguito presentato un esempio numerico con il calcolo della modalità di posa dei materassini in corrispondenza di una compensazione a Z. Si utilizzano per semplificare il confronto i valori dell'esempio numerico utilizzato per le curve a 90° .

- tubazione DN 200 - DE 315;
- ricoprimento all'estradosso pari a 1 m;
- temperatura di esercizio: 120°C ;
- temperatura di posa: 10°C ;
- lunghezza tratta 1 (compresa tra estremità libere): 120 m;
- lunghezza tratta 2 (compresa tra estremità libere): 54 m.



¹ schema disposizione materassini

DIMENSIONAMENTO MECCANICO



1.

Le dilatazioni alle estremità calcolate sono pari a :
 $\Delta L_1 = 62,58 \text{ mm}$ e $\Delta L_2 = 32,27 \text{ mm}$

Come già visto, utilizzando i diagrammi necessari alla determinazione dell'estensione della zona di espansione, si ottiene

$$A_1 \sim 4,90 \text{ m}$$

$$A_2 \sim 3,85 \text{ m}$$

e quindi utilizzando la relazione precedentemente introdotta, la lunghezza minima della compensazione a Z sarà pari a:

$$Z = 0,45(A_1 + A_2) = 0,45(4,90 + 3,85) = 3,94 \text{ m}$$

Lo spessore massimo dei materassini su ciascuna curva viene definito in funzione dello specifico spostamento, per cui

$$s_{\text{mat},1} = \frac{\Delta L_1}{0,75} = \frac{62,58}{0,75} = 83,44$$

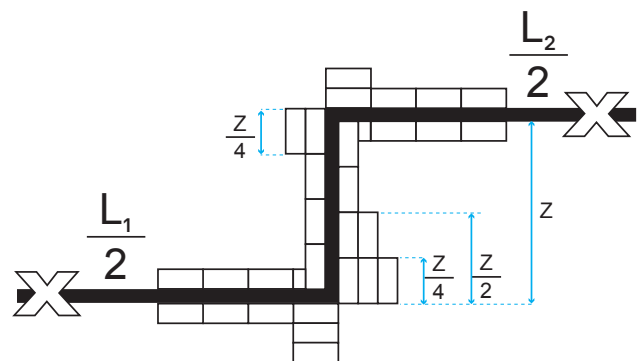
$$s_{\text{mat},2} = \frac{\Delta L_2}{0,75} = \frac{32,57}{0,75} = 43,43$$

Il numero di strati si ottiene quindi arrotondando per eccesso il risultato della seguente relazione:

$$n_{\text{mat},1} = \frac{s_{\text{mat},1}}{40} = 3$$

$$n_{\text{mat},2} = \frac{s_{\text{mat},2}}{40} = 2$$

Pertanto, utilizzando la regola pratica per la distribuzione dei materassini precedentemente descritta, i materassini in corrispondenza della curva andranno posizionati come rappresentato nella figura seguente:



2.

¹ schema geometrico rete

² schema disposizione materassini

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

7.4 Compensazione a Omega

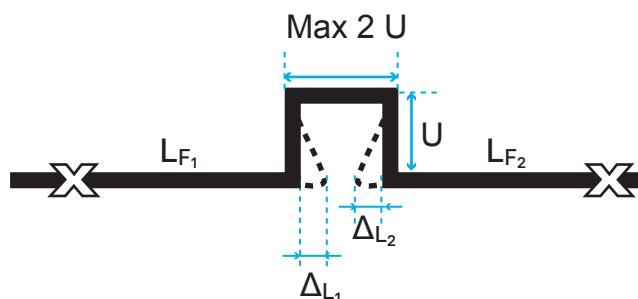
Una compensazione a Omega risulta ulteriormente flessibile rispetto ad una compensazione a Z ed è quindi in grado di assorbire dilatazioni superiori, a parità di lunghezza delle tratte rettilinee che convergono nella compensazione.

La lunghezza minima del braccio dell'omega, U , può essere calcolata attraverso la seguente relazione:

$$U = 0,8 A_{\max}$$

essendo A_{\max} la lunghezza massima di espansione tra quelle di ciascuno dei due bracci rettilinei che convergono nell'omega.

La lunghezza del braccio interno dell'omega è pari almeno al doppio della lunghezza del braccio della curva preisolata (per evidenti ragioni di installazione dei componenti) ed al massimo pari al doppio di U . Qualora il braccio interno ecceda tale lunghezza la compensazione deve essere calcolata come compensazione a Z e non come compensazione a Omega.



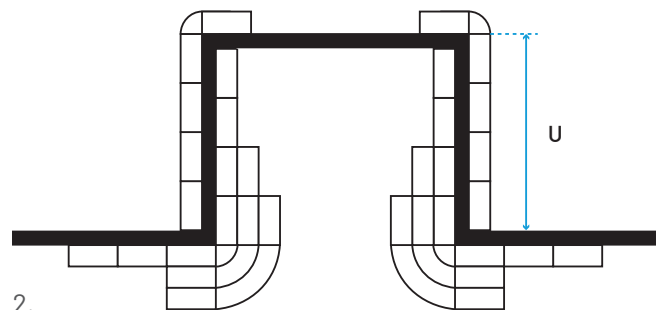
1.

¹schema geometrico rete

²schema disposizione materassini

Per quanto riguarda lo spessore minimo di materassini, il numero di strati e le modalità di disposizione si seguono le indicazioni già riportate con riferimento alla posa dei materassini sul braccio di una compensazione a Z.

Sul braccio interno dell'omega è solitamente sufficiente disporre uno strato di materassini per un'estensione di due metri dalla curva.



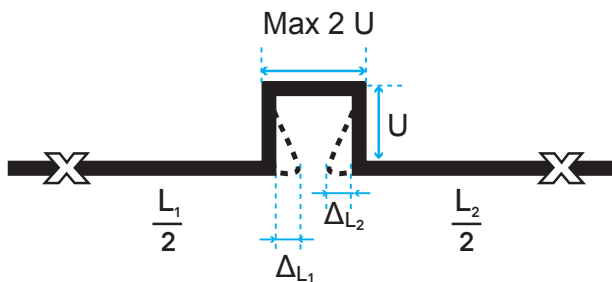
2.

Esempio numerico

Anche in questo caso si presenta un esempio numerico con il calcolo della modalità di posa dei materassini in corrispondenza di una compensazione a Omega, utilizzando i valori degli esempi numerici precedenti.

- tubazione DN 200 - DE 315;
- ricoprimento all'estradosso pari a 1 m;
- temperatura di esercizio: 120°C;
- temperatura di posa: 10°C;
- lunghezza tratta 1 (compresa tra estremità libere): 120 m;
- Lunghezza tratta 2 (compresa tra estremità libere): 54 m.

DIMENSIONAMENTO MECCANICO



1.

Le dilatazioni alle estremità calcolate sono pari a:

$$\Delta L_1 = 62,58 \text{ mm e } \Delta L_2 = 32,27 \text{ mm}$$

Come già visto, utilizzando i diagrammi necessari alla determinazione dell'estensione della zona di espansione, si ottiene

$$A_1 \sim 4,90 \text{ m}$$

$$A_2 \sim 3,85 \text{ m}$$

e quindi utilizzando la relazione precedentemente introdotta, la lunghezza minima del braccio dell'omega, U , può essere calcolata attraverso la seguente relazione:

$$U = 0,8 A_{\text{max}} = 0,8 * 4,90 = 3,92$$

Lo spessore massimo dei materassini su ciascuna

curva viene definito in funzione dello specifico spostamento, per cui

$$s_{\text{mat},1} = \frac{\Delta L_1}{0,75} = \frac{62,58}{0,75} = 83,44$$

e

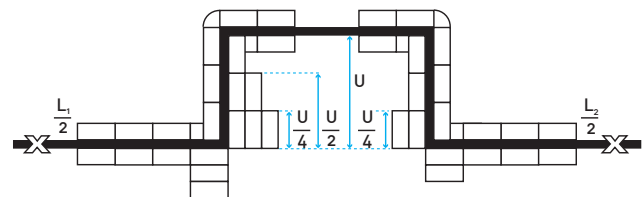
$$s_{\text{mat},2} = \frac{\Delta L_2}{0,75} = \frac{32,57}{0,75} = 43,43$$

Il numero di strati si ottiene quindi arrotondando per eccesso il risultato della seguente relazione:

$$n_{\text{mat},1} = \frac{s_{\text{mat},1}}{40} = 3$$

$$n_{\text{mat},2} = \frac{s_{\text{mat},2}}{40} = 2$$

Pertanto, utilizzando la regola pratica per la distribuzione dei materassini precedentemente descritta, i materassini in corrispondenza della curva andranno posizionati come rappresentato nella figura seguente:



2.

¹ schema geometrico rete

² schema disposizione materassini

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

7.5 Curve con angolo compreso tra 5°-80°

In alcune situazioni, a causa della specificità del tracciato della rete oggetto di progettazione, può risultare necessario inserire lungo il percorso curve con angolo compreso tra 5° e 80°.

Lo spostamento in corrispondenza di una curva con angolo inferiore a 80° può essere calcolato attraverso la seguente relazione:

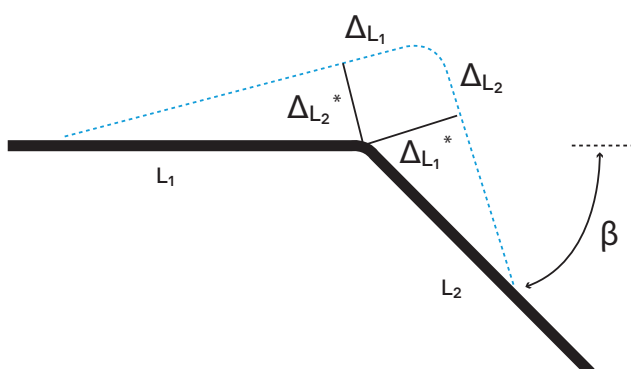
$$\Delta L_2^* = \frac{\Delta L_1}{\tan(\beta)} + \frac{\Delta L_2}{\sin(\beta)}$$

e

$$\Delta L_1^* = \frac{\Delta L_1}{\tan(\beta)} + \frac{\Delta L_2}{\sin(\beta)}$$

essendo ΔL_1 e ΔL_2 gli spostamenti assiali che derivano dalla dilatazione delle tratte rettilinee aventi lunghezza L_1 e L_2 e che possono essere calcolati attraverso la già nota relazione:

$$\Delta L_{1,2} = \alpha(T_{es} - T_{inst}) \frac{L_{1,2}}{2} - \frac{F(L_{1,2}/2)^2}{2EA_s}$$



1.

¹ schema geometrico rete

In generale per piccoli valori dell'angolo β , il movimento trasversale della tubazione assume valori talmente elevati da non essere più facilmente controllabile; inoltre al diminuire dell'angolo di deviazione angolare, aumenta anche la distanza dal vertice della curva dove si annulla lo spostamento laterale della tubazione.

L'impiego di curve preisolate con angoli inferiori o uguali ai 45° deve essere limitato, per la difficoltà che si incontra nella compensazione delle dilatazioni; infatti, a fronte di modeste dilatazioni in direzione assiale, si manifestano significativi spostamenti laterali della tubazione che impongono inevitabilmente l'utilizzo di più di uno strato di materassini, con il rischio di avere sulla superficie del tubo guaina una temperatura superiore al valore limite di 50°C.

Per contro, una riduzione dello spessore complessivo dello strato di materassini comporta valori eccessivamente elevati delle tensioni di compressione e di taglio agenti sulla schiuma rigida di poliuretano, con il pericolo di compromettere la funzionalità della coibentazione.

Questi fenomeni si manifestano, seppure in modo minore, anche nelle curve preisolate con angolo pari a 60°.

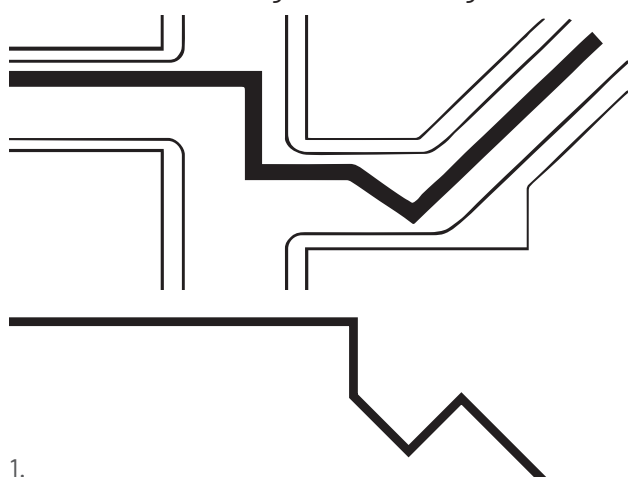
Alla luce delle considerazioni sopra riportate, solo le curve con angolo maggiore o uguale a 80° sono ritenute elementi idonei per la compensazione naturale.

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

È quindi conveniente usare curve a gradazione inferiore soltanto per adattamenti di percorso molto brevi.

Per le curve con angoli di deviazione angolare inferiore a 80° , **ECOLINE** resta a disposizione dei propri Clienti per i necessari approfondimenti di dettaglio atti a verificare la compatibilità della curva con i limiti imposti dalla normativa.

In alternativa si può eventualmente procedere compensando mediante l'utilizzo di curve a 90° come illustrato negli schemi di seguito.



In corrispondenza dei cambiamenti di direzione altimetrici, le considerazioni a livello progettuale sono le medesime, tenendo conto che per valori di ricoprimento limitati deve essere verificato, in caso di curve rivolte verso l'alto, che il peso del terreno sovrastante sia sufficiente a contenere la spinta della tubazione.

¹ cambiamento di direzione angoli $< 90^\circ$

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

7.6 Tubi posati sfruttando il raggio elastico.

Se il raggio della trincea e quella dei tubi curvi a disposizione sono differenti, è possibile

effettuare un adattamento "elastico" seguendo le indicazioni della tabella seguente (raggio/angolo per tubi L=12 m).

Tubo acciaio d [mm]	ANGOLO/RAGGIO ELASTICO	
	Angolo [°]	Raggio [m]
114.3	11	57
139.7	9	70
168.3	7	84
219.1	6	110
273.0	5	137
323.9	4	162
355.6	3,5	178
406.4	3	203
457.2	3	229
508.0	3	254
609.6	2	305

I tubi possono essere installati come curve elastiche su tratti stradali con grandi raggi di curvatura, in conformità con i valori della seguente tabella (stress = max. 210 N / mm²)

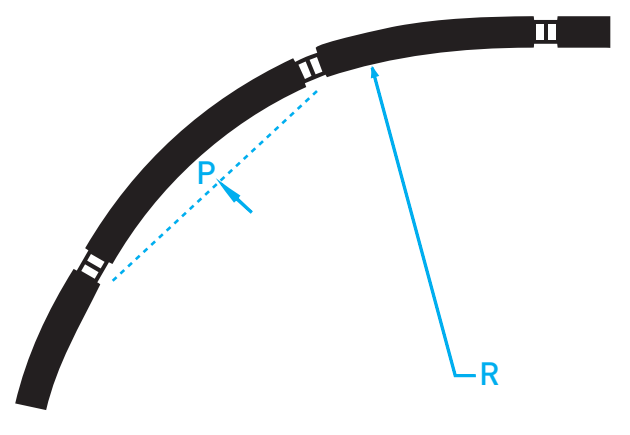
$R_{\text{min ammissibile}} = 500 \times \text{diametro esterno del tubo di acciaio.}$

Saldare i tubi in un unico tratto rettilineo e poi installarli in uno scavo curvo.

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

Tubo acciaio d [mm]	Raggio minimo ammissibile R [m]	Variazione angolare v° ogni 12 m [°]	Altezza P dell'arco risultante per distanza circa 12 m [mm]
26,9	13	51	1320
33,7	17	41	1060
42,4	21	32	840
48,3	24	28	740
60,3	30	23	600
76,1	38	18	470
88,9	44	15	400
114,3	57	11	310
139,7	70	9	260
168,3	84	8	210
219,1	110	7	160
273,0	137	5	130
323,9	162	4	110
355,6	178	3,5	100
406,4	203	3	90
457,2	229	3	80
508,0	254	3	70
609,6	305	2	60

¹tubo curvo



1.

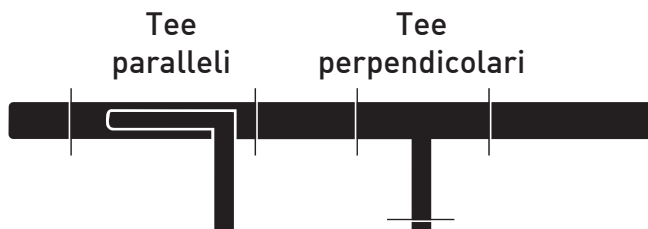
DIMENSIONAMENTO MECCANICO

7.7 Gli stacchi di rete e di utenza

In corrispondenza dei punti in cui devono essere realizzati degli stacchi dalla rete principali per creare delle reti secondarie o degli allacciamenti di utenza, vengono solitamente installati degli elementi prefabbricati, i Tee, che consentono tale derivazione.

I Tee prefabbricati preisolati sono di due tipi:

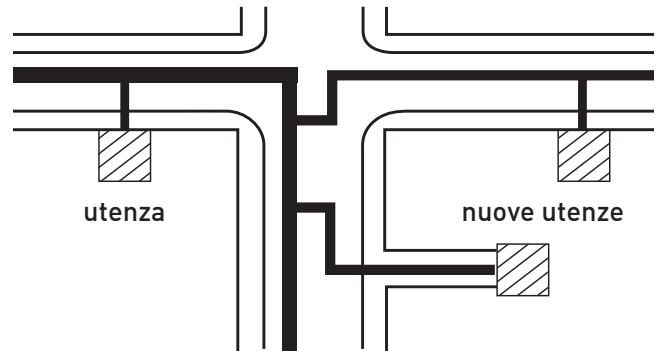
- Tee branch perpendicolari preisolati;
- Tee branch paralleli preisolati.



1.

Esiste un'ulteriore tipologia di Tee preisolato prefabbricato, i Tee dritti, il cui utilizzo è però piuttosto limitato.

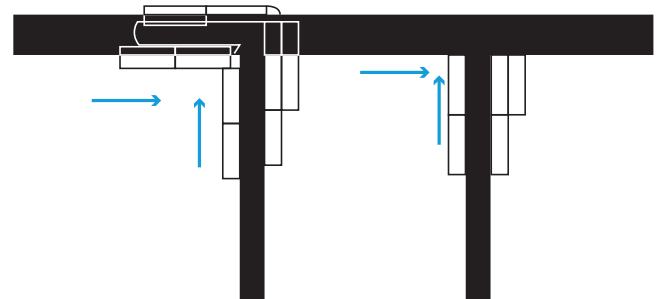
Nella realizzazione dello scavo della linea principale si deve tenere conto che gli stacchi dovranno alzarsi di quota per scavalcare il tubo di linea. È anche possibile posizionare gli stacchi verso il basso; va tenuto però presente che ciò potrebbe richiedere uno scarico di linea, che rappresenta sempre un punto critico della rete, per l'eventuale spurgo della tratta.



2.

I Tee devono essere accuratamente progettati da un punto di vista meccanico perché risultano tra gli elementi di rete maggiormente sottoposti agli sforzi a fatica.

Essi infatti devono resistere agli sforzi e ai movimenti di dilatazione sia della tubazione principale, sia della tubazione derivata, per cui entrambi i contributi devono essere presi in considerazione in fase di progettazione.



3.

¹ tipologia Tee di stacco

² schema geometrico rete

³ schema disposizione materassini

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

La progettazione meccanica di tali elementi di rete consiste in:

- scelta dell'adeguata tipologia di Tee da installare;
- definizione delle lunghezze dei bracci del Tee;
- definizione del numero e della posizione dei materassini sui bracci del Tee;
- definizione di eventuali sovrappessori sia del tubo di linea sia del tubo derivato in corrispondenza del Tee per il soddisfacimento delle verifiche meccaniche.

La progettazione meccanica dei Tee è sicuramente una delle attività più delicate in fase di dimensionamento meccanico in quanto tali elementi, per via degli stress a cui sono sottoposti, sono tra i più fragili dell'intero sistema.

È inoltre piuttosto complesso definire in maniera univoca delle indicazioni tabellari che consentano di verificare a fatica il Tee con gli opportuni margini di sicurezza.

ECOLINE rimane pertanto a disposizione, tramite il proprio Ufficio Tecnico, per i necessari approfondimenti di verifica sui Tee da installare lungo la rete, in maniera tale da individuare la corretta tipologia di Tee da posizionare e le sue dimensioni minime in funzione delle specificità del tracciato in corso di progettazione.

È possibile comunque indicare alcuni accorgimenti utili in fase di progettazione degli stacchi di utenza, in funzione della tipologia di Tee adottato.

Tee branch perpendicolare

Questa tipologia di Tee risulta sollecitato lateralmente dai movimenti provenienti dalla tubazione principale.

Nota la dilatazione ΔL_x della tubazione principale in corrispondenza dello stacco, la lunghezza L_b del braccio del Tee deve essere calcolata in analogia alla modalità di determinazione della lunghezza di espansione vista per le compensazioni a L.

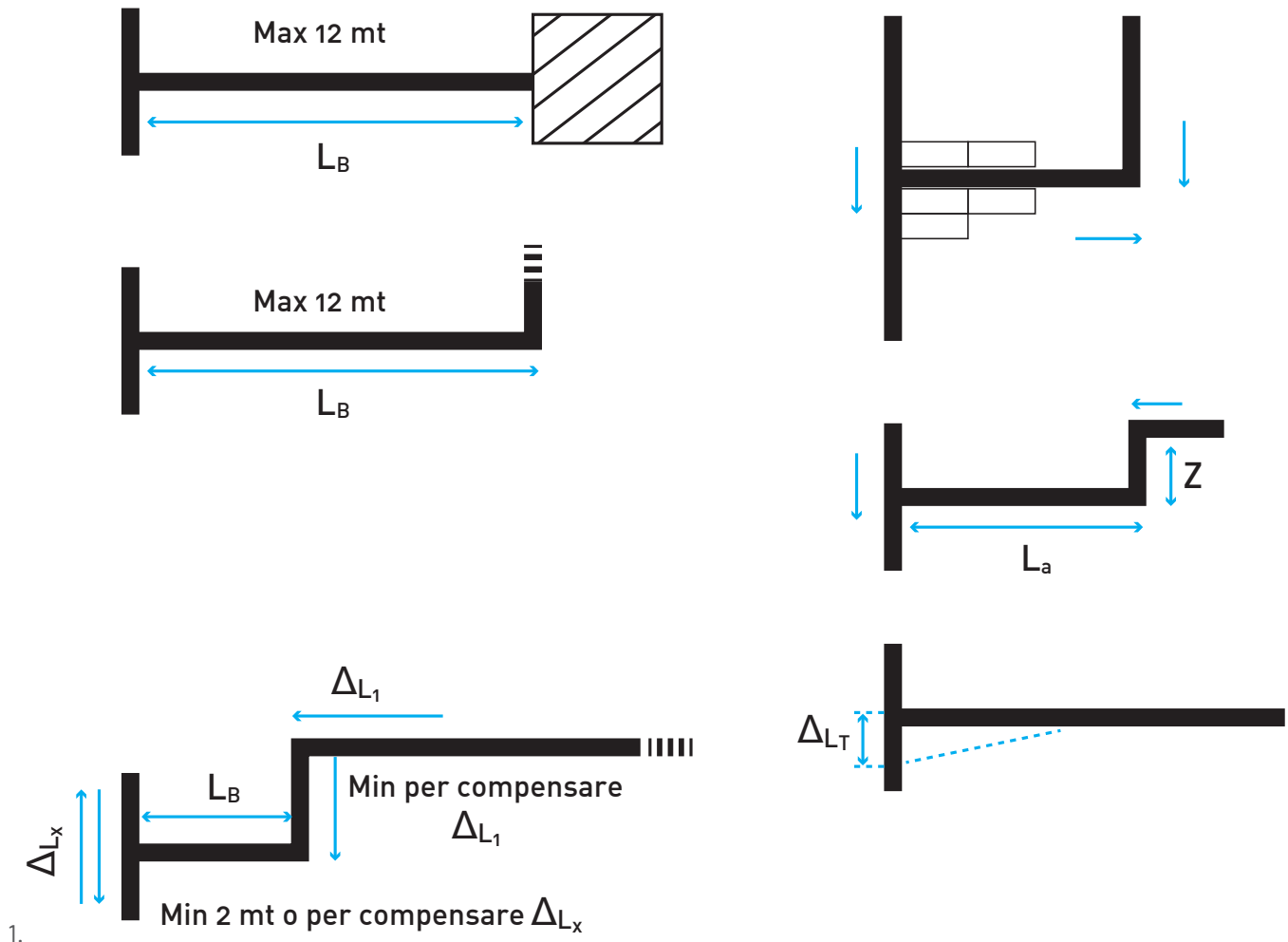
La lunghezza L_b del braccio del Tee inoltre non deve eccedere determinati valori di lunghezza per evitare che le dilatazioni provenienti dal tubo derivato comportino sforzi eccessivi sul Tee.

In linea di principio si assume che la massima lunghezza del Tee di stacco sia pari a 12 metri.

Qualora la lunghezza dello stacco da realizzare ecceda tale dimensione, raggiunto il valore di 12 metri si inserirà un elemento di compensazione (es. a Z, adeguatamente dimensionato secondo quanto già illustrato nello specifico paragrafo del presente manuale).

Anche per quanto riguarda le modalità di disposizione dei materassini in corrispondenza del braccio del TEE si seguono le indicazioni di posa fornite nel paragrafo relativo alle curve con angolo compreso tra 80° e 90°.

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

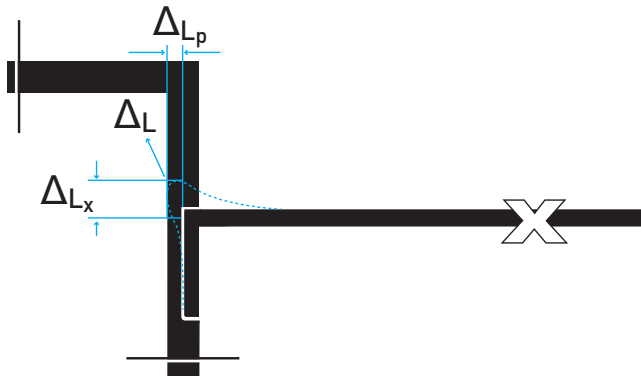


¹schema geometrico rete

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

Tee branch parallelo

Il Tee branch parallelo ed in particolare il braccio parallelo del Tee di lunghezza L_p , deve essere dimensionato in funzione dei movimenti di dilatazione sia della linea principale, sia dello stacco. La somma dei due movimenti determina in corrispondenza della curva a 90° dello stacco un movimento radiale, composizione dei due spostamenti indicati in precedenza.



1.

Il valore del movimento di dilatazione della linea principale in corrispondenza dello stacco può essere calcolato attraverso la relazione che si utilizza per determinare lo spostamento in corrispondenza di un punto qualunque della linea:

$$\Delta L_x = \alpha(T_{es} - T_{inst}) L_x - \frac{F(2L - L_x)L_x}{2EA_s}$$

Il valore del movimento di dilatazione dello stacco può essere invece calcolato attraverso la relazione

che si utilizza per determinare lo spostamento in corrispondenza dell'estremità della tratta:

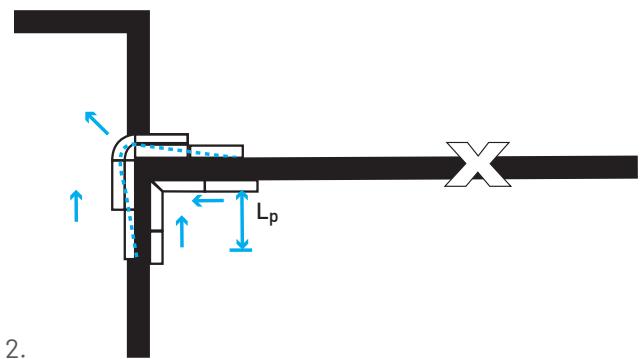
$$\Delta L_p = \alpha(T_{es} - T_{inst}) \frac{L_p}{2} - \frac{F\left(\frac{L_p}{2}\right)^2}{2EA_{s, \text{stacco}}}$$

Il movimento risultante è pertanto pari a:

$$\Delta L = \sqrt{\Delta L_x^2 + \Delta L_p^2}$$

La lunghezza del braccio L_p deve essere calcolata analogamente a quanto fatto per determinare la lunghezza minima di espansione di una curva a 90° (compensazione a L), in funzione della dilatazione ΔL_p . È possibile inoltre verificare che per limitare gli sforzi sul Tee di stacco, la lunghezza di L_p non deve eccedere determinati valori ed in particolare deve essere indicativamente compresa nell'intervallo:

$$1,5 \text{ m} \leq L_p \leq 4 \text{ m}$$



2.

¹ schema geometrico rete

² schema disposizione materassini

DIMENSIONAMENTO MECCANICO

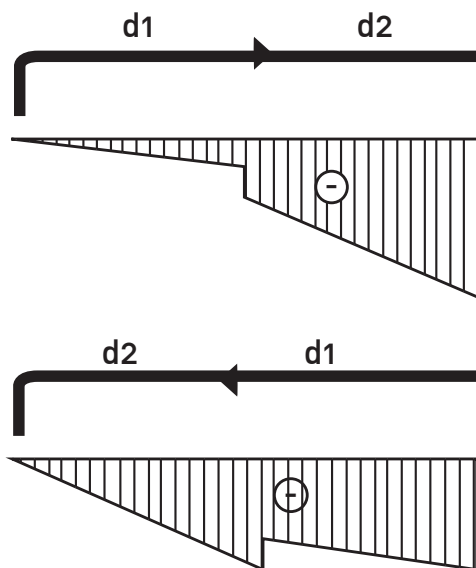
7.8 Riduzioni

Quando si installa una riduzione, si determina una modifica della tensione assiale legata alla variazione della sezione trasversale di acciaio.

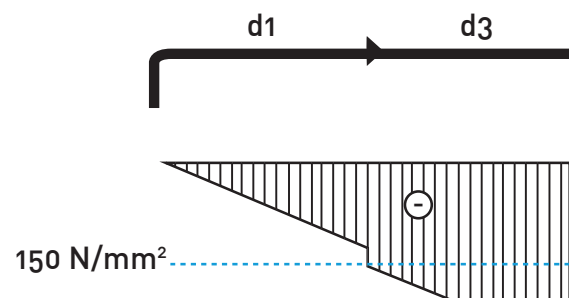
In particolare, il diagramma degli sforzi presenta una singolarità con un aumento della tensione assiale dal lato della tubazione di diametro inferiore, espressa attraverso la relazione:

$$\sigma_2 = \sigma_1 \frac{A_{s,1}}{A_{s,2}}$$

Il diagramma degli sforzi assume la forma indicata nella figura seguente:



Da un punto di vista progettuale e di dimensionamento meccanico è importante verificare che una riduzione che comporti un salto di due diametri sia posizionata in un punto in cui la tensione assiale (dal lato della tubazione con diametro minore) risulti inferiore a 150 N/mm^2 , come sinteticamente indicato nella figura che segue.



Quando la riduzione è collocata in una zona completamente bloccata, da entrambi i lati della riduzione si creano delle zone di scorrimento che rendono non più facilmente valutabile la tensione assiale lungo la tubazione. Con la riduzione in zona bloccata si ritiene accettabile il salto di un unico diametro nominale.

- ⊖ Sforzo di compressione
- ⊕ Sforzo di trazione

DIMENSIONAMENTO FLUIDODINAMICO

1. Premessa

Il dimensionamento fluidodinamico di una rete di teleriscaldamento comporta l'approfondimento di due aspetti fondamentali:

- dimensionamento idraulico dei tratti che compongono il sistema di teleriscaldamento;
- calcolo delle perdite di calore nei vari tratti del sistema di teleriscaldamento e calcolo delle perdite di calore complessive.

2. Dimensionamento idraulico

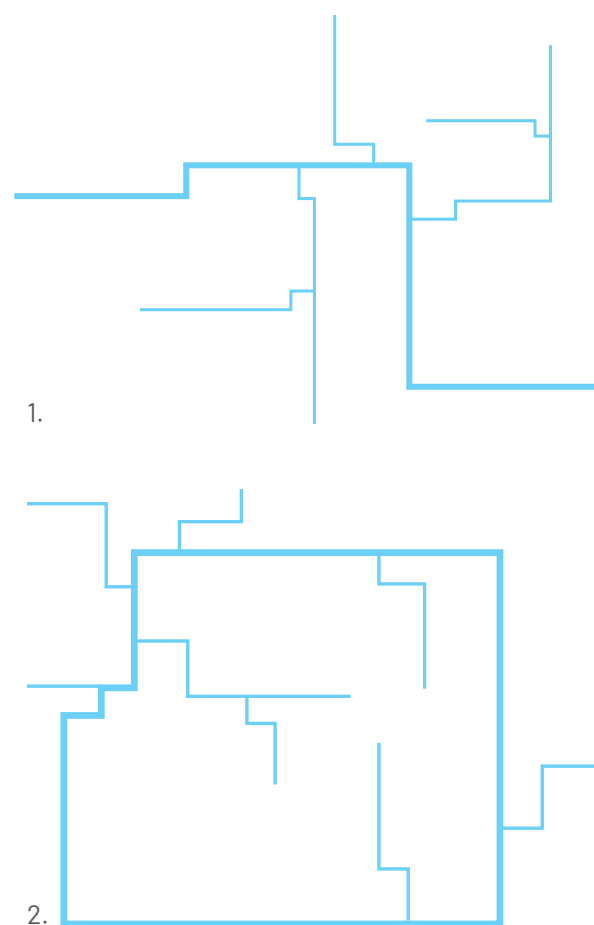
Il dimensionamento idraulico di una rete di teleriscaldamento consiste nella definizione, per ciascun tratto del sistema oggetto di progettazione, del diametro della rete e conseguentemente delle principali grandezze idrauliche, quali ad esempio velocità, perdite di carico, pressione nei nodi.

Il primo aspetto da definire prima di procedere allo sviluppo del sistema di teleriscaldamento è quello della scelta della configurazione della rete.

La struttura della rete può assumere una delle forme seguenti:

- ad albero: il tracciato dell'asse è determinato dalle grandi utenze e dai baricentri parziali dei gruppi di utenza a media-bassa densità di carichi termici;
- ad anello: permette l'alimentazione di utenze sensibili secondo più linee, aumentando l'affidabilità del servizio;
- a maglie: esistono molteplici percorsi per raggiungere ogni singola utenza; è un sistema

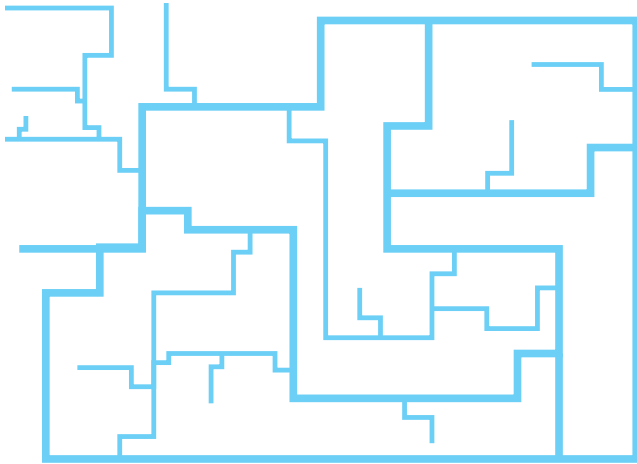
altamente affidabile utilizzato in reti di teleriscaldamento a servizio di aree urbane estese e densamente popolate.



¹Rete con struttura ad albero o ramificata

²Rete con struttura ad anello

DIMENSIONAMENTO FLUIDODINAMICO



3.

In linea generale si può affermare che con la complessità della struttura migliora l'affidabilità del servizio, ma contestualmente crescono il costo di realizzazione e la complicazione nella gestione.

La scelta della tipologia di struttura da adottare dipende essenzialmente dal grado di complessità del sistema di teleriscaldamento che sarà sviluppato.

Gli impianti che nascono a servizio di grandi centri urbani, con notevole molteplicità di utenze allacciate, richiedono la realizzazione di un sistema estremamente affidabile che sarà dotato di una struttura di gestione sviluppata e pertanto sarà sicuramente preferibile prevedere la realizzazione di un sistema ad anello o a maglie;

viceversa sistemi di teleriscaldamento a servizio di piccole comunità dovranno essere caratterizzati da minori costi di costruzione e da maggiore facilità gestionale, orientando la scelta verso sistemi ad albero.

Un altro importante elemento da definire nella fase preliminare dello sviluppo di un sistema di teleriscaldamento riguarda la scelta del fluido vettore e della temperatura di esercizio della rete. Tipicamente nelle reti di teleriscaldamento sono utilizzate due tipologie di fluido:

- acqua calda ($T_{mandata} 70\div 95^{\circ}\text{C}$, $T_{ritorno} 50\div 60^{\circ}\text{C}$);
- acqua surriscaldata ($T_{mandata} 105\div 140^{\circ}\text{C}$, $T_{ritorno} 60\div 80^{\circ}\text{C}$).

Nei sistemi eserciti ad acqua calda, la temperatura operativa inferiore consente in genere di massimizzare i recuperi termici dai sistemi di produzione energetica, di ridurre le perdite termiche delle tubazioni e di generare minori problematiche di stress meccanico nelle reti per effetto delle minori dilatazioni termiche. Viceversa, a parità di potenza termica trasmessa, il maggior salto di temperatura disponibile con l'acqua surriscaldata consente di ridurre le portate e conseguentemente i diametri e i costi di fornitura e posa delle tubazioni.

I più moderni orientamenti progettuali stanno portando allo sviluppo del cosiddetto

³ Rete con struttura a maglie

DIMENSIONAMENTO FLUIDODINAMICO

teleriscaldamento di 4° generazione che nei suoi principi mira a:

- utilizzare in maniera integrata le fonti di calore presenti sul territorio;
- ridurre la temperatura di esercizio delle reti di teleriscaldamento, anche incentivando la riduzione dei consumi all'utenza.

Indipendentemente dalle scelte effettuate circa la struttura del sistema che sarà sviluppato e dalla tipologia del fluido vettore utilizzato, il dimensionamento idraulico della rete di distribuzione consiste nel definire, per ciascun tratto di tubazione posata, le principali grandezze idrauliche di riferimento.

Ogni rete può essere suddivisa in singoli elementi (tratti di tubazione), delimitati all'estremità da due nodi; il dimensionamento idraulico del sistema comporta la necessità di individuare il diametro e la velocità di ogni tratto di rete e di calcolare in corrispondenza di ciascun nodo il carico totale e la pressione.

Per fare ciò prima di tutto risulta necessario individuare la potenza termica che deve transitare in ogni tratto di tubazione, che consiste nel definire le utenze da servire e le rispettive potenze termiche da erogare.

Nella fase iniziale di studio e sviluppo di un sistema di teleriscaldamento risulta di fondamentale importanza l'individuazione delle utenze potenzialmente allacciabili, che determina la taglia del sistema di generazione del calore e il diametro

delle prime tubazioni che saranno posate in uscita dalla centrale.

Il sottodimensionamento di tali grandezze comporterà infatti un limite allo sviluppo futuro e conseguentemente alla redditività dell'impianto; viceversa la sovrastima di tali grandezze comporterà degli investimenti molto elevati per la costruzione dell'impianto e della rete che non saranno compensati dai ricavi per la vendita del calore. Fissata la minima potenza termica afferente ad un singolo tratto di tubazione sarà possibile calcolare la portata circolante attraverso la relazione

$$Q = \frac{P}{c_s \Delta T} V_s \left[\frac{l}{s} \right] \quad [1]$$

in cui

P: potenza termica [kW];

c_s : calore specifico dell'acqua [kJ/kg*K];

ΔT : differenza di temperatura tra tubazione di mandata e tubazione di ritorno [K];

V_s : volume specifico dell'acqua [dm³/kg].

Nota la portata e fissata la velocità del fluido circolante nella tubazione è così possibile calcolare il diametro teorico del tratto di tubazione in corso di dimensionamento attraverso la relazione:

$$D = \sqrt{\frac{4}{\pi v} \cdot \frac{Q}{1.000}} \quad [2]$$

DIMENSIONAMENTO FLUIDODINAMICO

in cui:

Q: portata d'acqua calcolata con la relazione [1] [l/s];

v: velocità del fluido [m/s].

Il diametro reale della tubazione viene individuato scegliendo il primo diametro commerciale superiore a quello individuato attraverso l'equazione [2].

La velocità dell'acqua necessaria al calcolo del diametro di primo tentativo viene fissata anche in base alla funzione della tubazione oggetto di dimensionamento (rete di trasporto o rete di distribuzione).

In linea di principio si può fare riferimento ai valori indicati nella tabella che segue:

Diametro rete [DN]	Velocità [m/s]
≤ 100	1
100 < DN < 300	1 ÷ 2
DN ≥ 300	2 ÷ 3

La scelta della velocità del fluido in un tratto di tubazione determina inoltre le perdite di carico che si avranno in quello specifico tronco di rete.

Le perdite di carico per unità di lunghezza possono essere calcolate facendo ricorso all'equazione di Darcy-Weisbach per cui:

$$J = \frac{\lambda v^2}{2gD} \left[\frac{m}{m} \right] \quad [3]$$

in cui:

λ: coefficiente adimensionale di attrito;

Il coefficiente λ è funzione del cosiddetto numero di Reynolds, definito dall'espressione:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\eta} \quad [4]$$

in cui

η: viscosità cinematica del fluido [m²/s].

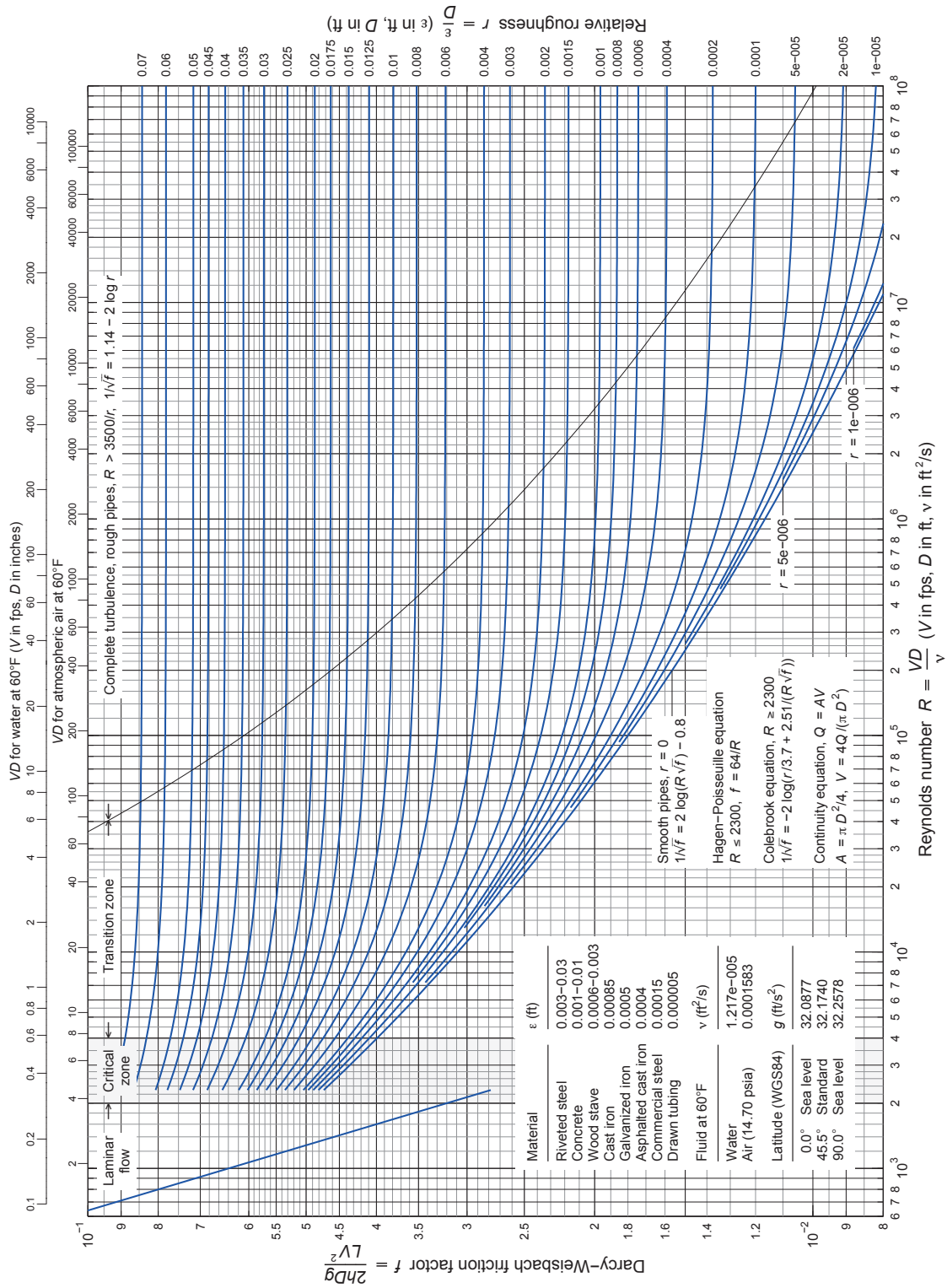
Per regimi di moto turbolenti, tipici dei funzionamenti delle reti acquedottistiche e di teleriscaldamento (Re > 3500) il coefficiente λ può essere calcolato attraverso la formula di Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon}{3,71D} \right) \quad [5]$$

in cui:

ε: altezza equivalente della rugosità del tubo. L'equazione [5] viene usualmente rappresentata anche nel cosiddetto abaco di Moody, un diagramma logaritmico in cui è tracciato un fascio di curve caratterizzato da scabrezze relative ε/D costanti.

DIMENSIONAMENTO FLUIDODINAMICO



DIMENSIONAMENTO FLUIDODINAMICO

L'equazione [5] presenta l'inconveniente di non permettere di esplicitare il coefficiente λ , per cui occorre procedere alla soluzione della stessa mediante successive iterazioni di calcolo, sia nei problemi di verifica, sia nei problemi di progetto.

Per questo motivo sono state studiate nel tempo numerose espressioni pratiche per determinare la cadente piezometrica, note portata e velocità.

Una di queste, valida per regimi di moto assolutamente turbolenti, è l'equazione di Gauckler-Strickler per cui si ha che:

$$J = \frac{6,35 v^2}{K^2 D^{4/3}}$$

in cui:

K: coefficiente di scabrezza [$m^{1/3}s^{-1}$].

Esistono in letteratura numerose tabelle in cui sono indicati i valori di K in funzione delle caratteristiche della tubazione; si ha ad esempio:

- $K = 110 \div 130 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ per tubazioni in acciaio nuove;
- $K = 80 \div 100 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ per tubazioni in acciaio in esercizio.

Il corretto dimensionamento idraulico delle tubazioni che costituiscono il sistema di teleriscaldamento comporta i seguenti valori di perdite di carico lineari per ciascuna tubazione:

- rete di distribuzione: $J \leq 10 \text{ m/km}$;
- rete di trasporto: $J \leq 15 \text{ m/km}$.

Si riportano di seguito a titolo di esempio due tabelle ottenute applicando la relazione di Colebrook-White, in cui sono mostrati i valori di velocità e portata corrispondenti a fissati valori di perdite di carico, usati tipicamente come riferimento nei calcoli.

Viene inoltre indicata la potenza termica di ciascun diametro per il calcolato valore di velocità del fluido, in funzione di due tipiche temperature di esercizio della rete.

DIMENSIONAMENTO FLUIDODINAMICO

TABELLA 1
Ipotesi di calcolo
 $\varepsilon = 0,2 \text{ mm}$; $J = 10 \text{ m/km}$; $T_{\text{RITORNO}} = 60^\circ\text{C}$

DN	$d_{\text{int,acc}}$ [mm]	v [m/s]	Q [l/s]	Q [m ³ /h]	Potenza [kW]	
					T = 120°C	T = 90°C
25	29,10	0,41	0,27	0,98	68	34
32	37,20	0,48	0,52	1,89	131	65
50	54,50	0,62	1,45	5,21	363	181
65	70,30	0,73	2,84	10,21	712	356
80	82,50	0,80	4,29	15,43	1.076	538
100	107,10	0,96	8,60	30,97	2.160	1.080
125	132,50	1,09	15,03	54,11	3.774	1.887
150	160,30	1,23	24,72	89,00	6.209	3.104
200	210,10	1,45	50,10	180,35	12.582	6.291
250	263,00	1,67	90,51	325,82	22.731	11.365
300	312,70	1,85	142,38	512,58	35.760	17.880
400	393,80	2,14	260,16	936,58	65.342	32.671
500	495,40	2,45	472,44	1.700,78	118.657	59.328
600	595,80	2,74	764,47	2.752,08	192.003	96.001
700	695,00	3,00	1138,86	4.099,89	286.036	143.018
800	795,40	3,27	1625,83	5.852,98	408.342	204.171

DIMENSIONAMENTO FLUIDODINAMICO

TABELLA 2
Ipotesi di calcolo
 $\varepsilon = 0,2 \text{ mm}; J = 15 \text{ m/km}; T_{\text{RITORNO}} = 60^\circ\text{C}$

DN	$d_{\text{int,acc}}$ [mm]	v [m/s]	Q [l/s]	Q [m ³ /h]	Potenza [kW]	
					T = 120°C	T = 90°C
25	29,10	0,50	0,33	1,19	83	41
32	37,20	0,59	0,64	2,30	160	80
50	54,50	0,75	1,76	6,32	441	220
65	70,30	0,89	3,45	12,41	865	432
80	82,50	0,98	5,24	18,88	1.317	658
100	107,10	1,16	10,44	37,59	2.622	1.311
125	132,50	1,33	18,27	65,77	4.588	2.294
150	160,30	1,49	30,15	108,55	7.572	3.786
200	210,10	1,77	61,26	220,54	15.386	7.693
250	263,00	2,03	110,28	397,01	27.697	13.848
300	312,70	2,26	173,64	625,10	43.611	21.805
400	393,80	2,61	317,28	1.142,22	79.689	39.844
500	495,40	3,00	577,49	2.078,96	145.042	72.521
600	595,80	3,35	933,98	3.362,31	234.577	117.288
700	695,00	3,68	1.396,07	5.025,85	350.637	175.318
800	795,40	3,99	1.982,59	7.137,34	497.948	248.974

DIMENSIONAMENTO FLUIDODINAMICO

Per eseguire il corretto dimensionamento idraulico della rete di teleriscaldamento deve essere calcolato il valore delle perdite di carico complessive lungo il percorso idraulicamente più sfavorito, ottenuto come somma dei termini relativi a:

- perdite geodetiche;
- perdite distribuite;
- perdite concentrate per presenza di elementi specifici di rete (quali ad esempio valvole, riduzioni etc.) che risultano proporzionali al quadrato della velocità.

Tale valore consente di definire il valore di prevalenza che devono essere in grado di fornire le pompe di circolazione, normalmente installate nella centrale di produzione.

Sarà inoltre necessario verificare che in corrispondenza dell'utenza idraulicamente più sfavorita sia garantita una differenza di carico tra la tubazione di mandata e quella di ritorno pari ad almeno $1 \div 1,5$ bar.

Il procedimento sopra brevemente esposto indica schematicamente i passi che dovranno essere eseguiti in fase di dimensionamento idraulico della rete di teleriscaldamento.

I sistemi complessi quali quelli magliati o ad anello richiedono solitamente il ricorso all'utilizzo di software specifici per il dimensionamento idraulico.

ECOLINE rimane a disposizione tramite il proprio Ufficio Tecnico e i propri Consulenti per supportare il Cliente nell'esecuzione delle scelte più adeguate in fase di dimensionamento idraulico della rete.

3. Perdite di calore in una rete di teleriscaldamento

In una rete di teleriscaldamento, la temperatura del fluido che trasporta il calore decresce al crescere della distanza percorsa, secondo una proporzione che dipende dalle caratteristiche del fluido, dalla velocità, dal diametro della tubatura, dalle proprietà isolanti del tubo coibentato e del "letto" in cui è posato, dalla temperatura di mandata del fluido stesso e dalla temperatura ambientale.

Tale abbassamento di temperatura determina una riduzione del calore vettorizzato; la quantità di calore che viene dissipata durante il trasporto del calore dalla centrale termica all'utenza è solitamente definita come "perdita di rete". Essa si esprime pertanto attraverso la relazione:

$$P_r = \sum_{i=1}^n \cdot E_{c,i} - \sum_{j=1}^m \cdot E_{u,j}$$

essendo:

- P_r : perdita di rete in termini assoluti di energia;
- $E_{c,i}$: energia fornita dall' i -esima fonte di calore;
- $E_{u,j}$: energia assorbita (venduta) dalla j -esima utenza.

DIMENSIONAMENTO FLUIDODINAMICO

La differenza tra il calore prodotto in centrale e quello fornito (venduto) all'utenza, divisa per il calore prodotto, è la cosiddetta perdita di rete relativa. Essa si esprime pertanto attraverso la relazione:

$$\Delta P_r = \frac{(\sum_{i=1}^n \cdot E_{c,i} - \sum_{j=1}^m \cdot E_{u,j})}{\sum_{i=1}^n \cdot E_{c,i}}$$

In una rete di teleriscaldamento le perdite di calore possono essere essenzialmente correlate a:

- caratteristiche del tubo di servizio;
- caratteristiche dello strato isolante;
- caratteristiche del terreno in cui la tubazione risulta posata;
- temperatura del fluido di mandata e di ritorno.

Le perdite di una rete di teleriscaldamento, in assenza di perdite idrauliche, possono essere calcolate attraverso la relazione semplificata:

$$\Phi = U [(T_m + T_r) - 2T_t]$$

in cui:

Φ : perdita di calore unitaria per coppia di tubazioni [W/m];

U: coefficiente di trasmissione termica, inversamente proporzionale alle resistenze termiche dei materiali [W/(m°C)];

T_m : temperatura fluido di mandata [°C];

T_r : temperatura fluido di ritorno [°C];

T_t : temperatura del terreno [°C].

Il termine U è calcolabile come inverso della

somma delle resistenze termiche dei vari materiali, tenendo conto inoltre, nel calcolo, della resistenza del terreno e della resistenza di scambio tra la tubazione di mandata e ritorno. Nel dettaglio:

$$U = \frac{1}{(R_{T,ts} + R_{T,i} + R_{T,tg} + R_{T,t} + R_{T,s})}$$

essendo:

$R_{T,ts}$: resistenza termica tubo di servizio [(m°C)/W];

$R_{T,i}$: resistenza termica isolamento [(m°C)/W];

$R_{T,tg}$: resistenza termica tubo guaina [(m°C)/W];

$R_{T,t}$: resistenza termica terreno [(m°C)/W];

$R_{T,s}$: resistenza termica di scambio tra le due tubazioni [(m°C)/W].

I vari termini di resistenza possono essere calcolati attraverso le seguenti relazioni:

$$R_{T,ts} = \frac{1}{2\pi\lambda_{ts}} \ln\left(\frac{d}{d_i}\right)$$

$$R_{T,i} = \frac{1}{2\pi\lambda_i} \ln\left(\frac{D_i}{d}\right)$$

$$R_{T,tg} = \frac{1}{2\pi\lambda_{tg}} \ln\left(\frac{D}{D_i}\right)$$

$$R_{T,t} = \frac{1}{2\pi\lambda_t} \ln\left(\frac{4Z_c}{D}\right)$$

$$R_{T,s} = \frac{1}{4\pi\lambda_t} \ln\left[1 + \left(\frac{2Z_c}{C}\right)^2\right]$$

DIMENSIONAMENTO FLUIDODINAMICO

in cui:

- λ_{ts} : conduttività termica del tubo di servizio [W/(m°C)];
- λ_i : conduttività termica dell'isolante [W/(m°C)];
- λ_{tg} : conduttività termica del tubo guaina [W/(m°C)];
- λ_t : conduttività termica del terreno [W/(m°C)];
- D: diametro esterno del tubo guaina [m];
- D_i : diametro interno del tubo guaina [m];
- d: diametro esterno del tubo di servizio [m];
- d_i : diametro interno del tubo di servizio [m];
- Z: profondità effettiva di posa riferita all'asse della tubazione [m];
- Z_c : profondità virtuale di posa [m];
- C: distanza tra gli assi delle tubazioni [m].

Il valore di Z_c si ottiene attraverso la relazione:

$$Z_c = Z + R_0 \lambda_t$$

essendo R_0 la resistenza di transizione superficiale posta pari a 0,0685 [m²C/W].

I valori delle resistenze dei singoli materiali sono stati fissati come segue:

- λ_{ts} : 52,33 [W/(m°C)] - in accordo con UNI EN 10217-2 per acciaio tipo P235GH;
- λ_i : 0,027 [W/(m°C)]; - in accordo con UNI 253
- λ_{tg} : 0,45 [W/(m°C)];
- λ_t : 1,60 [W/(m°C)].

Nelle tabelle successive sono presentati i valori delle perdite di calore per unità di lunghezza in funzione dello spessore dell'isolamento adottato (serie della tubazione preisolata).

I calcoli sono stati eseguiti per due diversi valori del termine ($T_m + T_r$), pari a 180 W/m²K e 130 W/m²K, avendo fissato la temperatura del terreno pari a 8° C.

DIMENSIONAMENTO FLUIDODINAMICO

TABELLA SERIE 1

PERDITE DI CALORE TUBAZIONI ISOLAMENTO (Serie 1)				
DN	D _E [mm]	U [W/(m°C)]	Φ [W/m] (T _m +T _r) = 130°C	Φ [W/m] (T _m +T _r) = 180°C
20	90	0,14	15,70	22,59
25	90	0,17	19,22	27,65
32	110	0,18	19,63	28,24
40	110	0,20	22,62	32,54
50	125	0,23	25,29	36,38
65	140	0,27	29,85	42,94
80	160	0,28	30,78	44,29
100	200	0,29	31,72	45,63
125	225	0,33	36,79	52,92
150	250	0,40	43,59	62,71
200	315	0,43	47,40	68,19
250	400	0,41	45,74	65,80
300	450	0,48	52,63	75,71
400	560	0,48	53,39	76,81
500	710	0,47	52,12	74,99
600	800	0,58	63,49	91,34
700	900	0,66	72,62	104,47
800	1000	0,75	82,23	118,29

DIMENSIONAMENTO FLUIDODINAMICO

TABELLA SERIE 2

PERDITE DI CALORE TUBAZIONI ISOLAMENTO (Serie 2)				
DN	D _E [mm]	U [W/(m°C)]	Φ [W/m] (T _m +T _r) = 130°C	Φ [W/m] (T _m +T _r) = 180°C
20	110	0,14	13,38	19,25
25	110	0,17	15,85	22,80
32	125	0,18	17,23	24,79
40	125	0,20	19,50	28,05
50	140	0,23	21,75	31,29
65	160	0,27	24,40	35,11
80	180	0,28	25,56	36,78
100	225	0,29	26,52	38,15
125	250	0,33	30,54	43,94
150	280	0,40	34,61	49,79
200	355	0,43	36,35	52,30
250	450	0,41	35,41	50,94
300	500	0,48	40,38	58,09
400	630	0,48	40,00	57,55
500	800	0,47	39,06	56,19
600	900	0,58	45,03	64,78
700	900	0,66	50,91	73,24
800	1000	0,75	56,99	81,98

DIMENSIONAMENTO FLUIDODINAMICO

TABELLA SERIE 3

PERDITE DI CALORE TUBAZIONI ISOLAMENTO (Serie 3)				
DN [mm]	D _E [mm]	U [W/(m°C)]	Φ [W/m] (T _m +T _r) = 130°C	Φ [W/m] (T _m +T _r) = 180°C
20	125	0,14	12,26	17,64
25	125	0,17	14,31	20,58
32	140	0,18	15,62	22,47
40	140	0,20	17,45	25,11
50	160	0,23	18,86	27,14
65	180	0,27	21,21	30,51
80	200	0,28	22,46	32,31
100	250	0,29	23,19	33,37
125	280	0,33	25,96	37,34
150	315	0,40	28,62	41,17
200	400	0,43	29,75	42,80
250	500	0,41	29,76	42,81
300	560	0,48	32,73	47,09
400	710	0,48	32,18	46,29
500	900	0,47	31,66	45,55
600	1000	0,58	36,28	52,19
700	900	0,66	40,85	58,77
800	1000	0,75	45,53	65,49

DIMENSIONAMENTO FLUIDODINAMICO

Dalle tabelle precedenti risulta evidente che le perdite di calore della rete aumentano all'aumentare dei diametri; diametri troppo elevati diminuiscono quindi il rendimento energetico della rete.

Risulta pertanto che sistemi di teleriscaldamento costituiti da tubazioni sovradimensionate siano caratterizzati da bassi rendimenti di sistema.

Inoltre, a parità di diametro, le perdite di calore aumentano percentualmente al diminuire della portata circolante (o analogamente della velocità del fluido); si verifica, infatti, che durante le stagioni estive le perdite di rete assumono talvolta valori estremamente elevati.

Si possono avere inoltre perdite di calore in una tubazione di teleriscaldamento a seguito del manifestarsi di perdite idriche sulla rete stessa.

ECOLINE rimane a disposizione dei Clienti per eseguire i calcoli delle perdite di rete in funzione delle specifiche condizioni del sistema in esame e per effettuare valutazioni di convenienza economica nell'adozione delle tubazioni della serie di isolamento idoneo.

RETI DI TELERISCALDAMENTO BONDED

Posa e installazione



POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

Le illustrazioni e le spiegazioni che seguono hanno carattere puramente dimostrativo e non sono in alcun modo vincolanti. La responsabilità del montaggio dei materiali resta in capo all'installatore in base alla normativa del luogo in cui viene eseguito il lavoro. ECOLINE declina ogni responsabilità per il montaggio dei materiali forniti e per l'utilizzo improprio delle informazioni qui rappresentate.

1. Premessa

La seguente sezione del catalogo contiene una descrizione delle fasi di costruzione di una rete di teleriscaldamento e degli accorgimenti da mettere in atto per assicurare un'elevata qualità del lavoro realizzato. I sistemi di teleriscaldamento sono progettati e concepiti per garantire una durata nel tempo di almeno 30-50 anni in riferimento alla norma EN253 - EN13941; il raggiungimento di tale vita utile è possibile solo se in fase di installazione e di esercizio sono state adottate le opportune misure per consentire il mantenimento della qualità del prodotto posato.

Il Committente delle opere è il responsabile della pianificazione delle modalità di posa e installazione dei componenti del sistema di teleriscaldamento che sarà realizzato; è inoltre responsabile delle fasi di supervisione, controllo, verifica e approvazione delle modalità esecutive delle opere.

L'Appaltatore è invece responsabile della corretta

installazione dei componenti di rete che, anche secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 13941, dovrà essere eseguita:

- in accordo al progetto esecutivo e al Capitolato Speciale d'Appalto redatto dal Committente;
- in accordo al manuale d'uso e installazione del produttore delle tubazioni;
- in maniera tale da non provocare danni a cose e persone all'intorno all'area di lavoro.

La presente sezione costituisce un sommario dei contenuti che dovranno essere dettagliatamente analizzati e sviluppati nel Capitolato Speciale d'Appalto, parte integrante della documentazione progettuale.

La realizzazione di una rete di teleriscaldamento, con riferimento alle attività di posa delle tubazioni, può essere suddivisa indicativamente nelle seguenti sottofasi:

- scarico, movimentazione e stoccaggio dei materiali;
- scavo della trincea;
- preparazione dei componenti e posa nello scavo;
- saldatura dei componenti di rete;
- collegamento dei cavi del sistema di allarme in corrispondenza delle saldature;
- ripristino dell'isolamento in corrispondenza delle saldature;
- installazione dei materassini per l'assorbimento delle dilatazioni e posa dei pozzetti in corrispondenza di punti specifici della rete (es. sfiati, dreni, valvole, etc.);
- rinterro della trincea di scavo ed esecuzione dei ripristini superficiali;

AVVERTENZE: operazioni e attrezzature descritte nel presente manuale devono comunque sottostare alle normative di ogni singola nazione riguardanti la sicurezza e la salute dei lavoratori.

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

- collaudo delle opere.

L'Ufficio Tecnico di **ECOLINE** rimane infine a disposizione per offrire la propria competenza allo scopo di supportare i progettisti/Clienti nella valutazione di elementi specifici di dettaglio, propri del sistema in fase di sviluppo.

2. Operazioni preliminari alla posa

Le tubazioni e i materiali necessari alla realizzazione di una rete di teleriscaldamento possono essere trasportati in cantiere a cura del produttore delle tubazioni o a cura dell'acquirente, a seconda delle specifiche condizioni contrattuali di acquisto.

È molto importante che le operazioni che precedono la posa della rete di teleriscaldamento dal momento del ricevimento in cantiere dei materiali siano svolte seguendo opportune procedure e adottando tutte le precauzioni per evitare danneggiamenti alle tubazioni e/o ai pezzi speciali.

2.1 Scarico e movimentazione

Le operazioni di scarico dall'autocarro dei materiali sono abitualmente a carico dell'Appaltatore dei lavori.

Le tubazioni possono essere consegnate in qualsiasi luogo dove sia possibile l'accesso ad un autoarticolato di dimensioni idonee al trasporto di barre aventi lunghezza pari a 12 m.

Il trasporto dei tubi dritti viene effettuato appoggiandoli su opportuni listoni in legno per la ripartizione dei carichi, in modo che siano evitati danneggiamenti al rivestimento esterno.

L'Appaltatore dovrà garantire la presenza in cantiere di mezzi idonei allo scarico (es. autogru, escavatore atto al sollevamento di carichi, etc.) e di personale competente per visionare le operazioni di scarico e per sottoscrivere il verbale di accettazione dei materiali. I tubi vengono forniti a fasci per piccoli carichi oppure in cataste su listoni.

Nella fase di scarico deve essere prestata particolare attenzione a evitare danneggiamenti al rivestimento in polietilene e all'isolamento in poliuretano. Pertanto, quando lo scarico è effettuato con gru o altre attrezzature di movimentazione, le tubazioni devono essere appese in due punti sufficientemente distanti in maniera tale da ripartire il carico di compressione sull'isolamento.

Il sollevamento deve essere eseguito utilizzando fasce in poliesteri o similari (di larghezza minima 150 mm); è cura dell'Appaltatore disporre in cantiere di fasce aventi capacità di carico idonee al peso del materiale da movimentare, secondo quanto indicato nelle specifiche tabelle riportate nel presente catalogo.

Per i tubi di dimensioni e pesi elevati è opportuno prevedere un bilancino di presa per ottimizzare la distribuzione del carico ed i movimenti del mezzo.

La massima pressione esercitabile sul rivestimento esterno per evitare danneggiamenti è pari a 3 Kg/cm² (valore di riferimento in caso di stoccaggi per tempi limitati con temperatura ambiente inferiore a 25°).

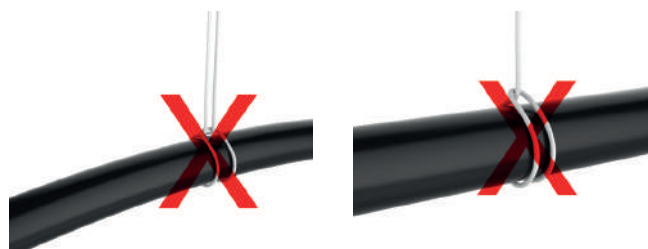
POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

Cavi metallici e catene possono essere usati durante lo scarico solo agganciando le tubazioni in corrispondenza dell'estremità libera in acciaio. In tal caso deve essere posta particolare attenzione all'utilizzo di catene di idonea lunghezza per evitare danneggiamenti all'estremità della coibentazione. Particolare cura deve essere posta nello scarico manuale dei tubi; un metodo sicuro ed efficiente di scarico è l'uso di rampe dal pianale del veicolo a terra. In nessun caso i tubi devono essere lasciati cadere dal veicolo di trasporto.

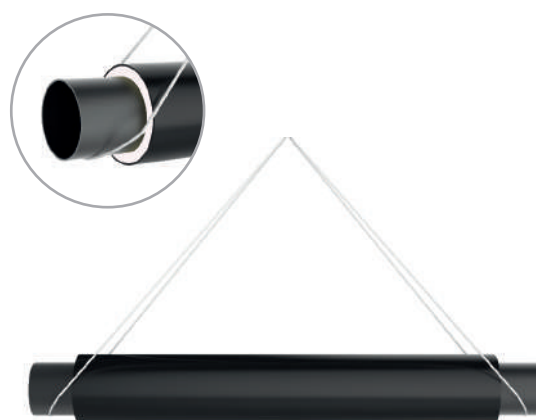
La movimentazione dei pezzi speciali deve avvenire con le stesse precauzioni adottate per i tubi. Dati i pesi e gli ingombri minori, gran parte dei pezzi speciali possono essere movimentati a mano. Nel caso di grandi diametri è preferibile imbragare i pezzi speciali sulle testate in acciaio.



1.



2.



3.



4.

¹modalità corretta movimentazione

²modalità scorretta movimentazione

³modalità movimentazione con cavi metallici e catene

⁴modalità movimentazione Tee

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

2.2 Stoccaggio

Prima di lasciare lo stabilimento, le testate dei tubi sono rivestite con una vernice protettiva che preserva il tubo in caso di pioggia o umidità durante lo stoccaggio in cantiere o durante il trasporto. Per lo stoccaggio a lungo termine contattare direttamente l'Ufficio Tecnico di **ECOLINE** per valutare i metodi più appropriati in funzione delle specifiche caratteristiche dell'area di cantiere disponibile.

I materiali devono essere conservati in cantiere in un'area preventivamente identificata ed opportunamente segregata in maniera tale da preservarli da eventuali urti accidentali da parte dei mezzi operativi.

Tutte le tubazioni ed i pezzi speciali sono forniti con tappi di plastica posizionati in corrispondenza delle estremità libere, per evitare l'ingresso di acqua, sporco o comunque materiale estraneo. Tali tappi devono sempre essere mantenuti sui componenti di rete fino all'avvio delle operazioni di accoppiamento e saldatura.

I tubi stoccati in cantiere dovranno essere sempre conservati in maniera ordinata.

È opportuno posizionare le tubazioni con l'etichetta sempre rivolta nello stesso senso ed in maniera tale da risultare visibile per l'esecuzione delle successive verifiche di quantità e qualità.

I materiali devono essere conservati sollevati rispetto al terreno. A tale scopo essi possono essere posizionati su:

- letto o appoggi in sabbia;
- listoni in legno.

Stoccaggio su appoggi in sabbia

Il metodo migliore per il corretto stoccaggio dei tubi è quello di disporli sopra un letto di sabbia piano e compatto, libero dalla presenza di pietre e sassi. Detto letto di sabbia deve essere rialzato almeno 20 cm. dal piano campagna, in modo da prevenire infiltrazioni di umidità nell'isolamento. Inoltre, per evitare la presenza di sporco o la raccolta di materiale estraneo sull'isolamento o sulle testate dove si andranno ad effettuare i ripristini delle giunzioni, il letto di sabbia deve essere disposto in modo tale che i tubi sporgano, nel senso della lunghezza di almeno 1 m.



1.

Per limitare il quantitativo di sabbia necessaria allo stoccaggio, le tubazioni possono anche essere posizionate su appoggi realizzati in sabbia.

Sarà in tal caso necessario realizzare due punti di

¹modalità stoccaggio tubi

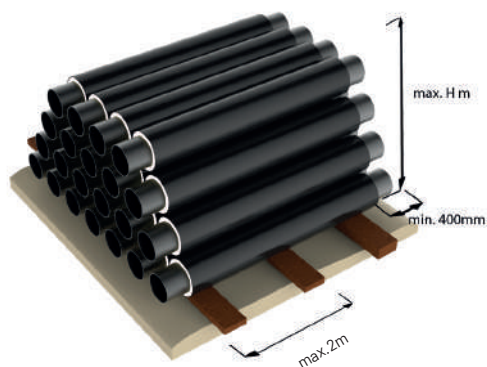
POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

appoggio in corrispondenza delle due estremità, ad una distanza massima di 40 cm dall'estremità stessa. Inoltre sarà necessario realizzare punti di appoggio intermedi con interasse massimo pari a 5 m.

Stoccaggio su listoni

Qualora i tubi vengano stoccati su listoni di legno, questi devono avere larghezza minima pari a 10 cm e devono essere posizionati ad intervalli non superiori a 2 m affinché possano fornire un supporto adeguato. Come per il letto di sabbia, i tubi devono essere rialzati di almeno 20 cm dal livello di campagna, onde evitare infiltrazioni di umidità. Il rivestimento esterno dei tubi non deve subire una pressione superiore a $0,3 \text{ N/mm}^2$.

L'altezza massima della catasta di tubazioni può essere desunte dalla tabella seguente, in funzione del diametro esterno del componente preisolato e della metodologia di stoccaggio.



1.

¹ indicazioni pratiche stoccaggio tubi

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

Dimensione esterna tubazione [De]	Stoccaggio su appoggi in sabbia [m]	Stoccaggio su listoni in legno [m]
90 - 160	1,50	1,50
180 - 355	2,00	1,50
400 - 1100	3,00	2,00
1200 - 1400	3,00	massimo 2 file

Stoccaggio dei pezzi speciali

I pezzi speciali devono essere stoccati su listoni di legno in modo del tutto simile a quello indicato per i tubi.

Particolare attenzione deve essere posta affinché tutti i pezzi speciali siano conservati con le estremità rivolte verso il basso o comunque in posizione orizzontale per evitare ristagni di acqua in corrispondenza dell'estremità libera dell'isolamento.



1.



2.

I contenitori dei kit di ripristino dei giunti dovranno essere immagazzinati in luoghi asciutti, protetti dai raggi solari e correttamente posizionati in verticale. I kit contengono prodotti chimici pericolosi (poliolo e isocianato) e vanno, pertanto, custoditi e manipolati secondo le specifiche prescrizioni riportate sulle schede di sicurezza che saranno consegnate su richiesta del Cliente.

I prodotti hanno inoltre una durata dalla data di confezionamento riportata sulla confezione, a condizione che gli stessi siano stati conservati nelle condizioni ambientali indicate. Diversamente, la reazione dei componenti potrebbe essere di qualità non idonea alle prescrizioni tecniche.

¹modalità di stoccaggio Tee

²modalità di stoccaggio curve

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

Qualora vi fossero dei dubbi sulla conservazione dei prodotti, può essere utile eseguire delle prove di reazione all'interno di sacchetti di plastica per verificare la qualità della schiuma prima di eseguire colate nei ripristini delle giunzioni.

Altri accessori quali ad esempio:

- manicotti termoretraibili
- anelli in gomma passamuro
- overcasing in polietilene

dovranno essere stoccati al riparo dai raggi solari e non caricati con pesi, in quanto la loro deformazione potrebbe essere tale da impedirne il corretto utilizzo in seguito.

In particolare gli overcasing necessari all'esecuzione delle muffole devono essere stoccati in verticale per evitarne l'ovalizzazione.

Altri elementi specifici quali valvole grezze e preisolate, compensatori, chiavi di manovra dovranno essere custoditi al riparo da intemperie. Eventuali accessori del sistema di allarme e rilevamento perdite dovranno essere custoditi in baracche o container, perfettamente asciutti e imballati.

I materassini di compensazione possono essere stoccati sotto tettoie che ne impediscano l'imbibimento di acqua in caso di pioggia, al fine di evitare difficoltà in fase di montaggio.

2.3 Accorgimenti nei periodi invernali

Qualora i lavori proseguano durante il periodo

invernale o comunque siano effettuati in condizioni di temperatura inferiore a 0°C, devono essere adottate specifiche precauzioni sia nella fase di movimentazione e stoccaggio delle tubazioni e dei componenti, sia in fase di taglio e rimozione di parte della guaina in polietilene e dell'isolamento in poliuretano.

La motivazione è legata al fatto che in tali condizioni di temperatura il materiale plastico diventa più rigido e fragile e conseguentemente maggiormente soggetto a rotture.

Movimentazione

Dovrà essere prestata particolare attenzione a:

- non esporre il rivestimento esterno a urti;
- non sottoporre il rivestimento esterno a elevati sforzi di compressione;
- limitare movimenti di flessione nei componenti.



3.

³ modalità scorretta movimentazione tubi

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

Stoccaggio dei componenti

Come già precedentemente indicato, materiali quali schiume, anelli passamuro, elementi per il ripristino del sistema di allarme, devono essere conservati in luogo chiuso, protetti dagli agenti atmosferici. In particolare le schiume devono essere conservate sempre a temperatura di circa 15-25°C. Ciò significa che durante la stagione invernale i componenti per la realizzazione della schiuma devono essere conservati in luogo riscaldato fino al momento del loro successivo utilizzo.

Taglio e adattamento dei componenti preisolati

Preliminarmente al taglio del rivestimento in polietilene, lo stesso deve essere preriscaldato a fiamma ad una temperatura di circa 20-30°C.

Si evidenzia che il calore si propaga lentamente nel materiale plastico; ciò nonostante è molto importante evitare un surriscaldamento del rivestimento, in particolare laddove successivamente devono essere eseguite elettrosaldature.



4.

2.4 Attività di verifica preliminari alla posa dei componenti preisolati

Prima di procedere alla posa dei componenti di rete è opportuno effettuare alcune verifiche, anche per controllare la conformità dei materiali rispetto al Capitolato Speciale d'Appalto e rispetto alla norma UNI EN 253.

Pertanto, in fase di ricezione dei materiali, è opportuno eseguire almeno:

- verifica corrispondenza tra materiali e documenti di trasporto;
- verifica tolleranze dimensionali (spessori acciaio/PE, lunghezza, etc.);
- verifica assenza lesioni al rivestimento in polietilene;
- verifica assenza distacco tra acciaio e poliuretano e tra poliuretano e polietilene;
- verifica rispetto tolleranze di eccentricità e ovalizzazione;
- verifica presenza tappi di chiusura;
- verifica presenza etichetta e corrispondenza con le caratteristiche del componente;
- verifica data di produzione del componente;
- verifiche sul sistema di allarme (verifiche di continuità elettrica e di resistenza dell'isolamento);
- verifica presenza certificazioni previste dalla norma UNI EN 253.

⁴ Taglio tubazioni preisolate

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

Preliminarmente alla posa sarà opportuno ripetere almeno le seguenti verifiche:

- verifica assenza lesioni al rivestimento in polietilene;
- verifica assenza distacco tra acciaio e poliuretano e tra poliuretano e polietilene;
- verifiche sul sistema di allarme (verifiche di continuità elettrica e di resistenza dell'isolamento).

3. Scavi

3.1 Premessa

I cantieri per la realizzazione di una rete di teleriscaldamento sono generalmente piuttosto impattanti sull'ambiente circostante ed in particolare sulla viabilità ordinaria in quanto richiedono:

- cantiere di larghezza adeguata, in ragione della dimensione della trincea di scavo con la necessità di posare due tubazioni affiancate;
- lunghezza dell'area di cantiere minima indicativamente pari a 50 m per consentire la presenza di almeno 36 m di scavo aperto al fine di garantire adeguata produzione e correggere tempestivamente il tracciato per eventuali interferenze rilevate.

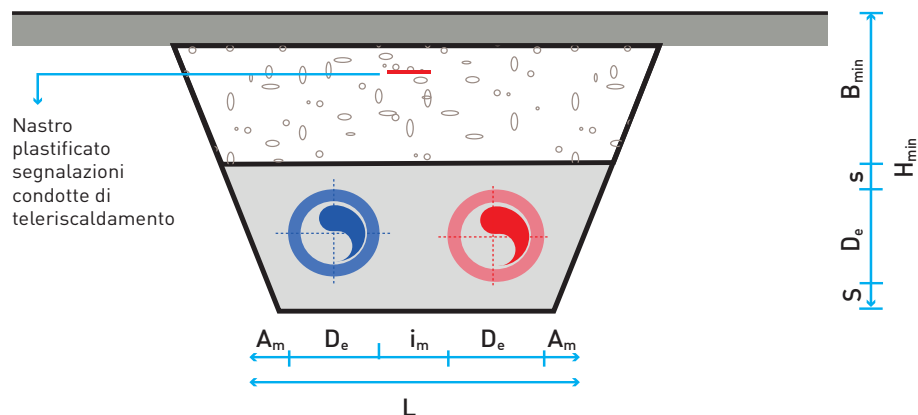
La larghezza della sezione trasversale dell'area di cantiere deve essere inoltre tale da garantire il transito dei mezzi operativi, nonché lo stoccaggio dei materiali da installare.

3.2 Trincea di scavo

Le dimensioni della trincea di scavo dipendono da una serie di fattori, primo fra i quali le interferenze con i sottoservizi esistenti.

A prescindere dalle problematiche locali, la trincea di scavo realizzata dovrà avere dimensioni minime dettate dalle seguenti esigenze:

- spazio sufficiente tra le tubazioni e la parete di scavo, nonché tra le tubazioni affiancate, per eseguire le operazioni di installazione della rete, in particolare le attività di saldatura e muffolatura;
- spazio sufficiente tra le tubazioni e la parete di scavo, nonché tra le tubazioni affiancate, per eseguire le operazioni di compattazione dei materiali di rinterro ed in particolare della sabbia da posare attorno alle tubazioni;
- spazio sufficiente tra le tubazioni e la parete di scavo per eseguire le operazioni di posa in sicurezza.



1.

¹trincea di scavo

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

DIMENSIONI MINIME SCAVO PER POSA RETE DI TELERISCALDAMENTO

D_e [mm]	i_m [mm]	A_m [mm]	L [mm]	s [mm]	B_{min} [mm]	H_{min} [mm]
90	150	200	750	100	400	700
110	150	200	800	100	400	750
125	150	200	800	100	400	750
140	150	200	850	100	400	750
160	200	200	950	100	400	800
180	200	200	1.000	100	400	800
200	200	200	1.000	100	400	800
225	250	250	1.200	100	400	850
250	250	250	1.250	100	400	850
280	300	300	1.500	100	400	900
315	300	300	1.550	100	400	950
355	300	300	1.650	100	400	1.000
400	300	300	1.700	100	400	1.000
450	300	300	1.800	100	400	1.050
500	350	350	2.050	100	400	1.100
520	350	350	2.100	100	400	1.150
560	350	350	2.200	100	400	1.200
630	350	350	2.350	100	400	1.250
710	350	350	2.500	100	400	1.350
780	350	350	2.650	100	400	1.400
800	400	400	2.800	100	400	1.400
900	400	400	3.000	100	400	1.500
1.000	400	400	3.200	100	400	1.600
1.100	400	400	3.400	100	400	1.700
1.200	400	400	3.600	100	400	1.800
1.300	400	400	3.800	100	400	1.900
1.400	400	400	4.000	100	400	2.000

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

Nella tabella precedente sono riportate le dimensioni minime della trincea di scavo da realizzare al variare del diametro esterno del rivestimento in PE.

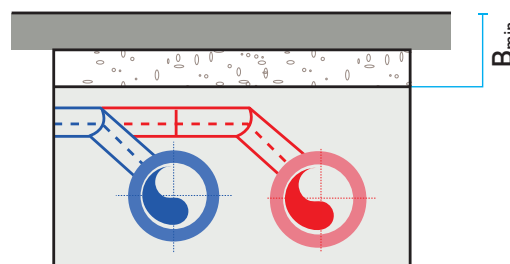
L'altezza minima di ricoprimento è funzione della sovrastruttura presente e dei rischi ad essa connessi, quali ad esempio carichi stradali gravosi o rischi di danneggiamenti da mezzi di lavoro per posa in aree agricole. Nella tabella si è fissato un valore di 50 cm; sono ammessi anche valori di ricoprimento inferiori purché le tubazioni siano protette ad esempio realizzando una soletta in cemento armato a copertura oppure appoggiando lastre in acciaio di idoneo spessore sulla sabbia di rinterro.

A fini di preallerta per eventuali successivi lavori in corrispondenza della rete di teleriscaldamento, è importante prevedere la posa sopra ciascuna tubazione (o in mezzeria alle due tubazioni in caso di diametri del rivestimento $D_e < 315$ mm) del nastro segnalatore.

La larghezza in sommità dello scavo è funzione della scarpa dello scavo stesso, che sarà definita considerando l'angolo di attrito del terreno sulla base della relazione geologica che sarà allegata ai documenti progettuali.

In caso di scavi profondi o comunque laddove non si possa eccedere nella larghezza dello scavo in sommità sarà necessario, anche ai fini della sicurezza degli operatori nello scavo, predisporre idonei sistemi di armatura delle pareti (es. blindaggi metallici modulari).

È importante che la profondità di scavo lungo la dorsale principale tenga conto del principio di rispetto del ricoprimento minimo anche in corrispondenza dei TEE.



Analoghi accorgimenti andranno adottati in corrispondenza di punti singolari della rete, quali ad esempio valvole o sfiati, in cui l'altezza del ricoprimento dovrà essere regolata in funzione dello stelo del pezzo speciale, così da consentire l'installazione della valvola nel pozzetto garantendo una distanza minima tra gli organi di manovra e il telaio del chiusino.

4. Predisposizione dei componenti nello scavo

Nel seguito verranno sommariamente indicate le operazioni da svolgere preliminarmente all'esecuzione della saldatura e della muffolatura di tubazioni e pezzi speciali.

I metodi di installazione delle tubazioni nello scavo, in funzione delle caratteristiche della trincea ed in generale dell'area di cantiere e dell'organizzazione

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

dell'Appaltatore in termini di mezzi e personale, sono indicativamente i seguenti:

- predisposizione della dorsale nella trincea scavo;
- predisposizione della dorsale (per tratti) sopra la trincea di scavo;
- predisposizione della dorsale (per tratti) a piè d'opera e successivo calo nella trincea di scavo.

In generale, ai fini della sicurezza in cantiere e della rapidità esecutiva, conviene organizzare il cantiere in modo da eseguire il maggior numero possibile di saldature e di ripristini dell'isolamento fuori dallo scavo.

Le tubazioni vanno posate nello scavo nella posizione indicata sugli elaborati progettuali. Alcune pratiche indicazioni utili possono essere le seguenti:

- posare le tubazioni nello scavo con la tubazione di mandata a destra, avendo alle spalle la centrale (tale convenzione deve essere verificata in caso di realizzazione di un tratto di rete per la chiusura di una maglia);
- posare le tubazioni nello scavo con l'etichetta di identificazione sempre rivolta verso monte;
- posare le tubazioni con i cavi del sistema di allarme rivolti verso l'alto.

4.1 Taglio delle tubazioni e preparazione delle testate

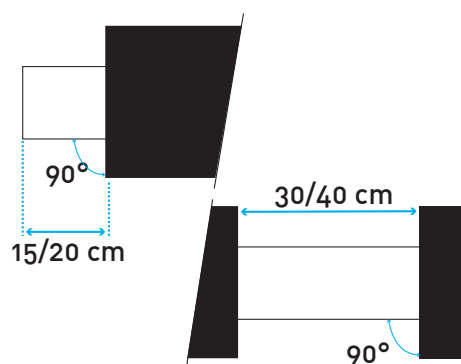
Le tubazioni del teleriscaldamento devono essere spesso oggetto di adattamento della lunghezza in

cantiere in funzione della geometria del tracciato e delle interferenze rilevate.

Inoltre può essere necessario eseguire il taglio della guaina in polietilene e l'asportazione della schiuma di poliuretano in un tratto di rete per procedere ad esempio alla successiva predisposizione di un nuovo stacco in opera.

Quando il tubo preisolato viene tagliato, è necessario provvedere alla rimozione di parte del rivestimento in PE e dell'isolamento in poliuretano per una lunghezza che permetta in seguito l'esecuzione della saldatura ed il ripristino con la muffola di giunzione nella zona interessata. Tale lunghezza risulta pari a:

- taglio in corrispondenza di un'estremità della tubazione: 15cm fino a DN 200 compreso e 20 cm per DN superiori ;
- taglio in un punto intermedio della linea: 30 cm fino a DN 200 compreso e 40 cm per DN superiori;



POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

Il rivestimento in polietilene deve essere tagliato con un seghetto manuale od elettrico con regolatore di profondità di taglio, eseguendo dapprima i due tagli circonferenziali e successivamente realizzando un taglio longitudinale per procedere alla rimozione. In questa fase deve essere posta particolare attenzione a non danneggiare il rivestimento in polietilene nelle porzioni non oggetto del taglio, dal momento che eventuali incisioni potrebbero determinare la propagazione di una frattura nella guaina di rivestimento.



È ammesso l'utilizzo di una smerigliatrice angolare solo nel caso in cui si debba provvedere successivamente anche al taglio della tubazione in acciaio per la realizzazione di uno spezzone di tubazione.

Particolare cura deve essere posta nel taglio di tubi provvisti di cavi di allarme, soprattutto utilizzando

il seghetto elettrico. Dopo il taglio e l'asportazione della guaina in polietilene si deve provvedere alla rimozione della schiuma poliuretanic, mediante idoneo scalpello, prestando particolare cura a non andare ad incidere i cavi del sistema di allarme.

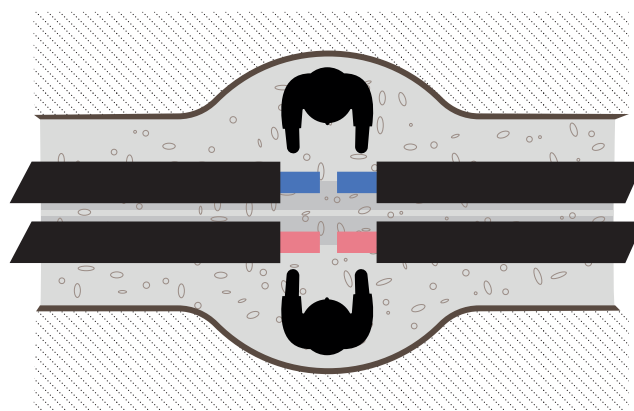
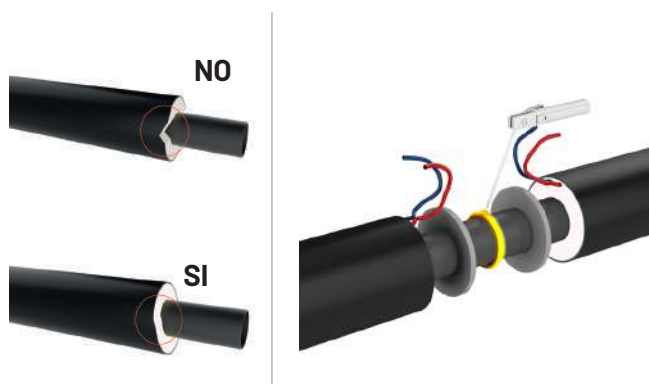


Anche in questa fase è importante preservare lo stato dei cavi di allarme, eliminando ogni possibile traccia di schiuma poliuretanic. Sarà necessario pertanto provvedere a liberare i cavi e del sistema di allarme, tagliarli e, una volta rimossa la schiuma dalla tubazione in acciaio, eliminare eventuali residui di schiuma dai cavi pulendoli ad esempio con carta abrasiva. Si provvederà quindi al taglio della tubazione in acciaio ed alla seguente preparazione della testata, rifacendo il cianfrino del tubo.



Durante la fase di saldatura del tubo in acciaio si deve provvedere a riparare adeguatamente la schiuma poliuretanic, la guaina in polietilene ed i cavi del sistema di allarme da scintille e scorie prodotti dalla saldatura stessa.

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO



4.2 Installazione nella trincea di scavo

In tale modalità operativa le tubazioni sono collegate tra loro all'interno della trincea di scavo, posizionandole sul letto di sabbia preliminarmente predisposto o su cumuli di sabbia (o alternativamente listoni di legno) posti a distanza tale che il peso delle tubazioni non determini danneggiamenti al rivestimento e all'isolante.

Nel caso vengano utilizzati listoni di legno per l'appoggio delle tubazioni, questi devono essere rimossi prima di procedere al rinterro della rete.

In corrispondenza dei punti di saldatura e muffolatura, in funzione della larghezza dello scavo realizzato, potrà essere utile predisporre appositi allargamenti della trincea (nicchie) che consentano di eseguire in sicurezza le operazioni suddette.

4.3 Installazione sopra la trincea di scavo

In tale modalità operativa le tubazioni sono collegate tra loro al di sopra della trincea di scavo, avendole preliminarmente appoggiate su listoni di legno per il supporto.

Tale metodologia può essere utilizzata solo in assenza di sottoservizi esistenti che attraversano lo scavo e che interferirebbero con la successiva operazione di calo nello scavo.

Particolari accorgimenti devono inoltre essere adottati per consentire agli operatori l'esecuzione delle saldature e delle muffole in sicurezza. I supporti in legno devono essere posizionati in numero tale da sopportare il peso delle tubazioni in funzione della propria resistenza; dovranno avere inoltre una lunghezza tale che il peso scaricato sul terreno nel punto di appoggio non determini franamenti della parete di scavo.

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO



4.4 Installazione a piè d'opera

In tale modalità operativa un tratto di rete rettilineo viene predisposto completando le saldature e le muffole al di fuori dello scavo.

Successivamente la sezione rettilinea viene imbragata con fasce, sollevata e posata all'interno dello scavo. In tal modo si riduce sensibilmente il numero di saldature e muffole da eseguire direttamente all'interno dello scavo.

L'applicabilità di tale metodo è ancora una volta limitata dalla presenza di sottoservizi esistenti che attraversano la trincea di scavo e che possono interferire con le operazioni di calo nello scavo. Il numero delle fasce da utilizzare è in funzione della lunghezza della tratta predisposta e del peso da sollevare. Si tenga conto che il tubo è molto robusto e può essere calato nello scavo anche per tratte molto lunghe, avendo l'accortezza di sollevarlo

sempre con fasce larghe. La flessibilità della tubazione può essere sfruttata per collegare tratte di tubo eseguite fuori scavo con tratte già interrato.



4.5 Installazione tubazioni sfruttando il raggio elastico

Le tubazioni rettilinee possono essere installate in trincee curve, con ampio raggio di curvatura, al fine di seguire l'andamento stradale o per risolvere eventuali interferenze con i sottoservizi esistenti.

Tale operazione viene effettuata sfruttando il raggio elastico delle tubazioni, che devono essere saldate a piè d'opera realizzando un tratto rettilineo di adeguata lunghezza, che viene successivamente posato nella trincea curva, mantenendo il raggio di curvatura realizzando degli appositi "sostegni" con cumuli di sabbia o listoni in legno infissi nel terreno.

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

In alternativa, qualora le condizioni locali lo consentano (solitamente per tratti posati in terreni vegetali), è possibile anche scavare una trincea più larga di quanto strettamente necessario per la posa di un tratto rettilineo e, una volta saldate le tubazioni tra loro, tirare una delle estremità per ottenere il raggio di curvatura desiderato, fissando opportunamente la tubazione come sopra indicato con sabbia o listoni di legno.

L'operazione di piegatura deve essere accuratamente eseguita per evitare danneggiamenti al rivestimento esterno ed all'isolamento in poliuretano.

Il raggio di curvatura realizzabile sfruttando il raggio elastico è limitato dal massimo valore di tensione che si determina nella tubazione in conseguenza della piegatura. In via indicativa si ha che:

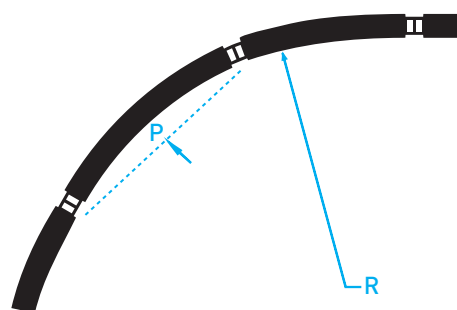
$$R_{\min} = 500_{\text{ext}} \cdot d_{\text{EXT}}$$

essendo d_{ext} il diametro esterno della tubazione in acciaio.

Si ottengono così i valori riportati nella tabella seguente in cui:

- α : massimo angolo di curvatura elastica ammissibile per ogni barra;
- p : altezza dell'arco che si ottiene dalla piegatura di una barra.

Le tratte di rete contenenti tubazioni curve sfruttando il raggio elastico si comportano da un punto di vista meccanico come un tratto rettilineo.



DN [mm]	d_{ext} [mm]	R_{\min} [m]	α [°]	p [mm]
20	26,9	13	51	1320
25	33,7	17	41	1060
32	42,4	21	32	840
40	48,3	24	28	740
50	60,3	30	23	600
65	76,1	38	18	470
80	88,9	44	15	400
100	114,3	57	12	310
125	139,7	70	10	260
150	168,3	84	8	210
200	219,1	110	6	160
250	273,0	137	5	130
300	323,9	162	4	110
350	355,6	178	4	100
400	406,4	203	3	90
450	457,0	229	3	80
500	508,0	254	3	70
600	610,0	305	2	60

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

4.6 Rinterro della trincea di scavo

È molto importante che anche la fase di rinterro della rete sia adeguatamente curata per evitare danneggiamenti ai componenti.

La prima porzione della trincea di scavo andrà riempita con sabbia fino ad una quota di almeno 10 cm sopra l'estradosso superiore della tubazione.

Dovrà essere utilizzata sabbia vagliata e lavata, esente da detriti, materiale organico, pietre o qualsiasi altro materiale estraneo e priva di materiali che possano espandersi in presenza di acqua.

La sabbia dovrà avere caratteristiche corrispondenti alla curva granulometrica prevista dalla norma UNI EN 13941, con percentuali espresse in peso:

a) passante al vaglio 2 mm: 100%;

b) passante al vaglio 1 mm: > 95%;

c) passante al vaglio 0.074 mm: < 5% o, in alternativa, passante al vaglio 0.020 mm: < 3%;

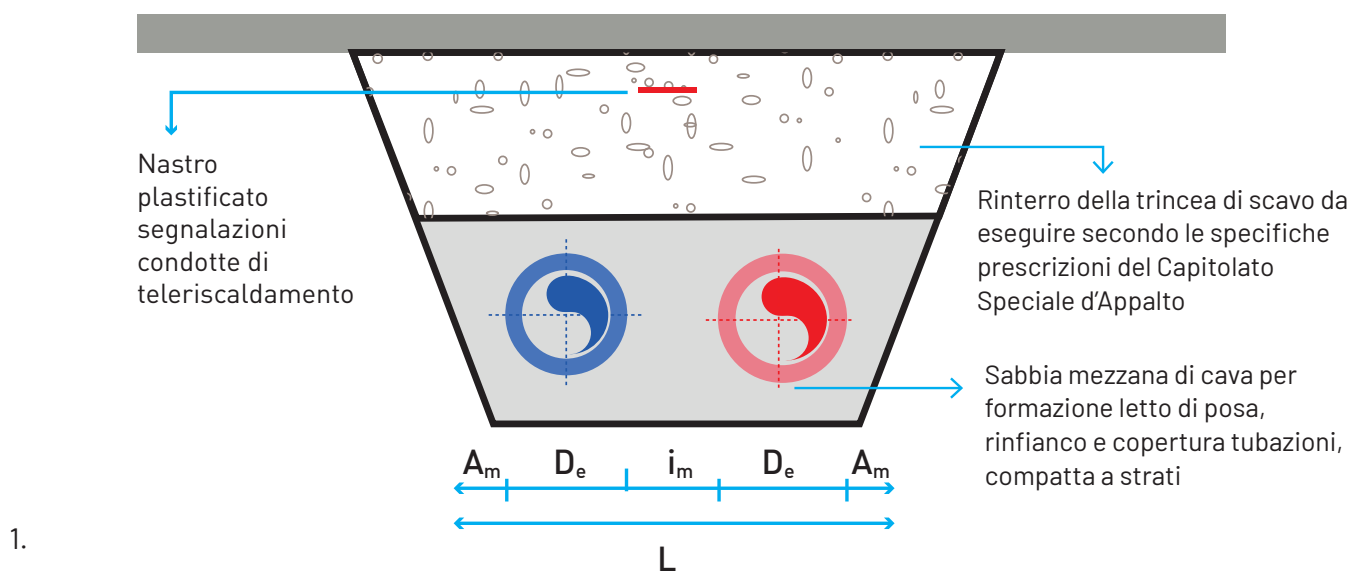
grado di disuniformità: $G = d_{60}/d_{10} > 1,8$ essendo:

d_{60} : diametro medio corrispondente, nella curva granulometrica, al 60% del peso;

d_{10} : diametro medio corrispondente, nella curva granulometrica, al 10% del peso.

Al termine dello strato di riempimento in sabbia sarà posizionato il nastro monitor per avvertimento della presenza delle tubazioni in caso di successivi lavori di scavo.

Il riempimento dello strato superficiale sarà effettuato secondo le specifiche prescrizioni del Capitolato Speciale d'Appalto ed in conformità alla normative vigenti.



¹ sezione tipo rinterro trincea scavo

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

5. Saldatura

I componenti di rete devono essere saldati tra loro da personale in possesso di patentino rilasciato ai sensi della norma UNI EN 287-1 (oggi UNI EN ISO 9606-1). Tale patentino viene rilasciato con precisi campi di validità in riferimento a:

- procedimento di saldatura adottato;
- diametri consentiti;
- gruppi di materiali;
- posizioni di saldatura.

È opportuno che le saldature siano soggette a controlli da parte di personale certificato ai sensi della norma EN 473 (oggi UNI EN ISO 9712:2012). Le tipologie di controlli e la frequenza saranno definiti dal Capitolato Speciale d'Appalto in funzione della classe di progetto e delle specifiche caratteristiche della rete oggetto di lavorazione.

È ammesso l'utilizzo di tutti i procedimenti di saldatura per fusione, tuttavia per tubazioni aventi spessore $t > 3$ mm ($DN \geq 100$), sono preferite le saldature ad arco elettrico in atmosfera di gas ed ad arco elettrico con elettrodi rivestiti.

Procedimento TIG: TUNGSTEN INERT GAS

Indica una saldatura ad arco elettrico con fusione del materiale base, senza materiale d'apporto, in atmosfera protettiva creata da un flusso di gas inerte (argon). L'arco scocca tra una bacchetta di tungsteno e l'acciaio della tubazione. Il cordone risulta generalmente "magro" e quindi

è necessaria una buona preparazione dei lembi (attenzione a spessori e distanze).

Procedimento ad arco elettrico con cordone di riempimento con elettrodo basilico

Indica una saldatura ad arco elettrico con fusione del materiale base e con materiale d'apporto, costituito dal materiale dell'elettrodo.

La protezione del cordone è data dal particolare materiale di rivestimento dell'elettrodo (rivestimento basilico), in grado di eliminare gli ossidi sotto forma di scorie all'esterno della saldatura.

L'arco scocca tra l'elettrodo e l'acciaio della tubazione. L'arco elettrico fonde i lembi da saldare e l'elettrodo fornisce il materiale d'apporto. Il rivestimento dell'elettrodo determina la fluidificazione delle scorie e degli ossidi, che escono all'esterno del bagno fuso e galleggiano in superficie.

Qualifica del procedimento di saldatura

Il procedimento di saldatura deve essere qualificato, cioè approvato sulla base di prove effettuate su di un tallone di saldatura. Normalmente, si eseguono prove meccaniche e test di qualifica. Per la costruzione dei talloni, riferirsi alle norme applicabili.

Le regole generali per la stesura e la qualifica dei procedimenti di saldatura sono descritte nella Norma UNI EN ISO 15607. La WPS (Welding Procedure Specification) è un documento che descrive dettagliatamente il procedimento di saldatura prescelto, indicando i materiali (materiale

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

di base e materiale d'apporto e di consumo) e le modalità di esecuzione del lavoro.

Le WPS devono essere seguite anche per le eventuali riparazioni.

Prima di procedere alla saldatura, i lembi da unire devono essere preparati seguendo le raccomandazioni indicate nella Norma UNI EN ISO 9692-1. Le estremità dei tubi da saldare, prima di essere puntate, vanno centrate con utensili, correggendo eventuali ovalizzazioni.

Le saldature longitudinali dovranno essere sfalsate di 10 volte lo spessore di parete, con un valore minimo pari a 50 mm.

L'inizio e la fine di ogni passata dovranno essere sfalsati di 30 mm.

L'area di saldatura (50 mm a destra e a sinistra del cordone) deve essere assolutamente pulita (priva di depositi di polvere, sporcizia, grasso e acqua) e deve essere protetta dal vento e dalla pioggia.

Con temperature < 5°C e con aria molto umida, i lembi da saldare devono essere riscaldati, allo scopo di evitare condensazioni.

Evitare di avviare l'arco elettrico sulla superficie del tubo; se viene scoccato un arco elettrico, il punto di fusione deve essere rimosso mediante molatura. Evitare movimento dell'aria all'interno del tubo (tenere sempre chiusa un'estremità).

Al termine della saldatura, rimuovere tutti gli eventuali residui. Il cordone deve essere privo di scorie.

In fase di installazione può risultare necessario eseguire piccole deviazioni angolari durante la saldatura (spicchiature) per correggere il percorso delle tubazioni evitando l'uso di curve prefabbricate con piccolo angolo. È opportuno che tali deviazioni siano collocate in aree soggette a limitati stress assiali (tratti di espansione).

Nel caso sia necessario procedere all'esecuzione di tali spicchiature è opportuno fare riferimento alle indicazioni riportate nella tabella seguente:

Max. ΔT	Max deviazione angolare*
90°C	2°
100°C	1°
110°C	0,5°

* esclusa la tolleranza prevista in fase di installazione (che dovrebbe essere limitata a $\pm 0,25^\circ$).

6. Muffolatura

Nel seguito del catalogo saranno dettagliatamente illustrate le modalità di realizzazione del ripristino della coibentazione in corrispondenza dei giunti saldati (opere di muffolatura) in relazione alle varie tipologie di muffole disponibili, analizzate nella sezione relativa ai prodotti del presente catalogo.

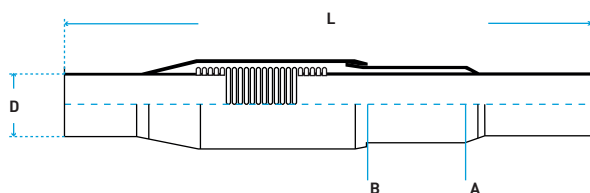
POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

7. Installazione di componenti specifici di rete

7.1 Compensatori monouso

I compensatori monouso, secondo quanto già dettagliatamente descritto nella sezione di "Progettazione" del presente Catalogo, vengono utilizzati in particolari situazioni in cui sia necessario e/o possibile realizzare tratti rettilinei di rete di lunghezza superiore al doppio della lunghezza di libera installazione e pertanto sia necessario provvedere ad adottare particolari accorgimenti per limitare gli sforzi assiali nella tubazione.

Il compensatore monouso è un elemento che, come desumibile dal nome, interviene una sola volta in fase di pretensionamento della rete quando, libero di muoversi sotto l'azione termica che si verifica sulla tubazione, assorbe la dilatazione esercitata da una data tratta di tubazione di fissata lunghezza.



Prima di procedere alla saldatura del compensatore monouso lungo la rete, è necessario eseguire alcune operazioni preliminari.

Il compensatore viene come prima operazione

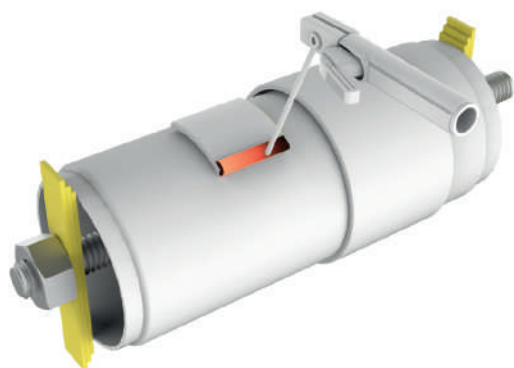
"precaricato"; esso viene cioè schiacciato in maniera tale da lasciare una corsa libera corrispondente al valore calcolato in fase di esecuzione delle verifiche di stress analysis sulla rete. Tale valore deve essere misurato tra il cannocchiale esterno del compensatore e l'elemento di fine corsa.

Lo schiacciamento del compensatore deve essere effettuato attraverso apposita strumentazione eventualmente in dotazione all'impresa oppure deve essere realizzato in officina utilizzando idonee apparecchiature.

ECOLINE rimane comunque a disposizione per supportare il Cliente nell'individuazione della corretta procedura di precarica del compensatore. È importante non effettuare l'operazione di precarica in cantiere con strumentazione non adeguata perché potrebbe comportare la rottura del compensatore o determinare un'operatività non corretta del componente.



POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO



Effettuata l'operazione di precarica, il compensatore deve essere fissato in tale posizione saldando un elemento di ancoraggio che dia al compensatore la necessaria resistenza in fase di installazione e in fase di esecuzione della prova di pressione della rete, prima dell'esecuzione dell'intervento di messa in battuta.

Si procede a questo punto alla saldatura del compensatore lungo la linea nella posizione definita in fase di verifica di stress analysis della rete. Il compensatore viene saldato come un qualunque componente di rete. È fondamentale per la corretta riuscita dell'intervento di messa in battuta che il compensatore sia saldato avendo a monte e a valle almeno 12 m di rete rettilinea, senza cambi di direzione né spicchiature.



Completata la posa dell'intera tratta rettilinea e comunque di tutta la linea oggetto di lavoro, si dovrà procedere all'operazione di messa in battuta del compensatore.

Preliminarmente dovrà pertanto essere rimesso in luce il compensatore (qualora per esigenze viabilistiche si fosse resa necessaria la chiusura dello scavo in corrispondenza del compensatore stesso) e dovrà essere rimosso l'elemento di "ancoraggio" preventivamente saldato. Si dovrà prestare particolare cura in fase di rimozione affinché eventuali residui non comportino limitazioni al successivo movimento del compensatore.

La messa in battuta del compensatore consiste nel riscaldare l'intera tratta rettilinea alla temperatura di pretensionamento fissata in fase di verifica di stress analysis (e che solitamente risulta pari ad un valore medio tra la temperatura di installazione e la temperatura di esercizio).

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

A seguito delle dilatazioni termiche le estremità del compensatore si muoveranno una verso l'altra fino ad andare in battuta, ovvero fino a che l'estremità del cannocchiale raggiunge l'elemento di fine corsa. A questo punto si procederà alla saldatura del compensatore.

Normalmente, in caso di utilizzo dei compensatori monouso, il riscaldamento della linea viene effettuato facendo circolare acqua calda nella rete, avendo preliminarmente realizzato un by-pass tra la tubazione di mandata e quella di ritorno.



Si procederà infine alla muffolatura del compensatore che avviene in analogia a quella effettuata per gli altri componenti della rete, avendo cura di utilizzare le muffole specificamente dedicate che risultano di lunghezza maggiore a quelle normalmente installate.

7.2 Posa dei materassini per l'assorbimento delle dilatazioni termiche

In corrispondenza delle estremità libere della rete o comunque in presenza di cambi di direzione, le tubazioni di teleriscaldamento, per effetto dell'azione termica, si muovono. Al fine di proteggere la guaina in polietilene e la schiuma poliuretanicca da eventuali danneggiamenti, è prevista l'installazione di appositi materassini in schiuma polietilenica che consentono l'assorbimento delle dilatazioni.

La determinazione del numero di materassini da installare, inteso come numero di strati sovrapposti e di lunghezza misurata a partire dal punto di cambio di direzione, viene determinato in sede di calcolo di stress analysis della rete.

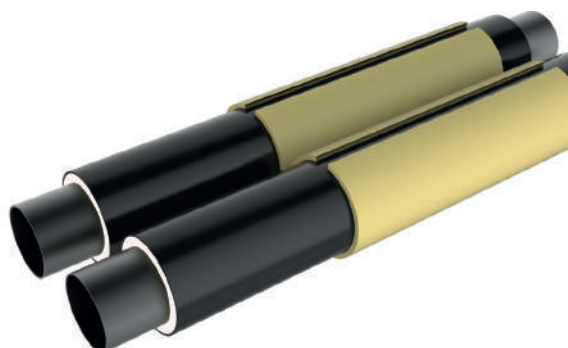
In linea di principio, in funzione della dilatazione all'estremità, i materassini vengono installati secondo la seguente convenzione:

- $0 \text{ mm} < \Delta L \leq 30 \text{ mm}$ -> 1 strato
- $30 \text{ mm} < \Delta L \leq 60 \text{ mm}$ -> 2 strati
- $60 \text{ mm} < \Delta L \leq 90 \text{ mm}$ -> 3 strati

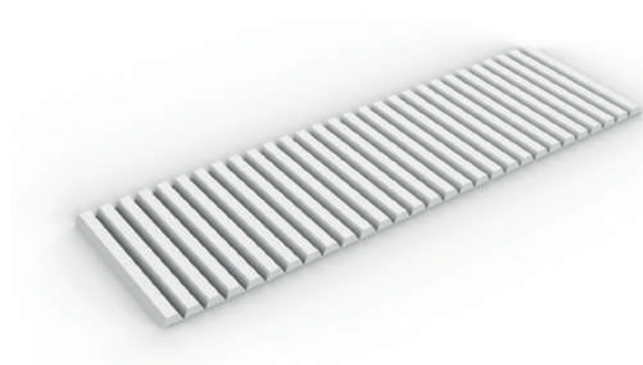
POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

È opportuno non eccedere nel numero di materassini installati che non dovranno comunque mai superare i 3 strati per evitare che si determini una temperatura troppo elevata sulla guaina in polietilene, causandone un rapido deterioramento.

Per valori di espansione superiori a 90 mm dovranno pertanto essere adottati opportuni accorgimenti in fase di installazione. **ECOLINE** rimane a disposizione dei Clienti tramite il proprio Ufficio Tecnico per valutare le soluzioni più idonee in funzione dei valori di espansione termica calcolati.



I materassini sono disponibili in due misure. In funzione del diametro esterno della tubazione su cui saranno installati si procederà a strapparli in direzione trasversale in maniera tale da ottenere elementi della dimensione strettamente necessaria.



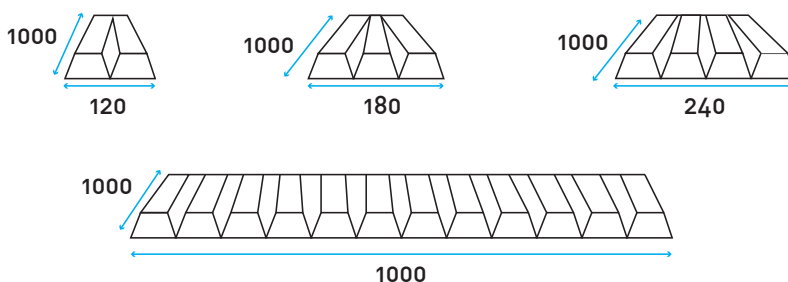
La tabella seguente mostra le lunghezze di strappo in funzione del diametro esterno.

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

DISPOSIZIONE MATERASSINI E ZONA DI RICOPRIMENTO

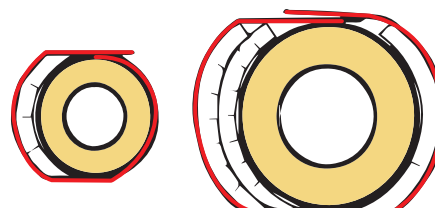
N.B: la quantità di materassini necessari è riportata all'interno dello schema di posa

DE 90: a =120 mm	DE 140: a =120 mm	DE 225: a =240 mm	DE 400: a =420 mm	DE 560: a =660 mm	DE 800: a =900 mm
DE 110: a =120 mm	DE 160: a =180 mm	DE 250: a =240 mm	DE 450: a =480 mm	DE 630: a =720 mm	DE 900: a =1000 mm
DE 125: a =120 mm	DE 200: a =180 mm	DE 315: a =300 mm	DE 500: a =480 mm	DE 710: a =780 mm	DE 1000: a =1000 mm



I materassini vanno installati solo sulla porzione laterale della tubazione, sul lato esterno e interno secondo quanto indicato nei documenti progettuali. Tranne situazioni particolari che devono essere chiaramente individuate nei documenti progettuali, non si deve mai avvolgere completamente la tubazione con i materassini per evitare che si verifichino temperature troppo elevate sulla guaina in polietilene sulla guaina e per limitare gli assestamenti dovuti al carico stradale.

I materassini devono essere fissati alle tubazioni tramite elementi che non comportino il deterioramento della guaina in polietilene (es. nastro adesivo/nastro carta).



1.

¹modalità fissaggio materassini

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

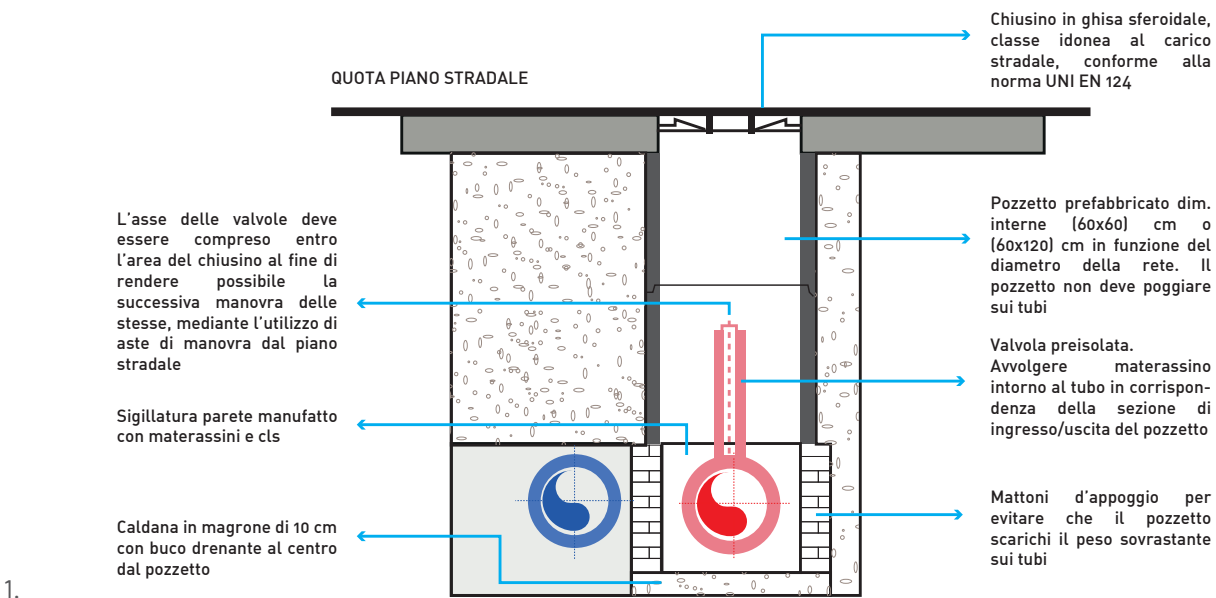
7.3 Posa valvole di sezionamento e sfiati

Le valvole di sezionamento e gli sfiati preisolati sono installati lungo la rete come un qualunque componente, in funzione delle specifiche esigenze future di gestione del sistema di teleriscaldamento. In fase di posa esse devono pertanto essere saldate e muffolate come i rimanenti componenti con le sole seguenti accortezze:

- mantenere le valvole aperte in fase di saldatura;
- installare i componenti preisolati in prossimità delle curve previa interposizione di un tronchetto di tubazione per consentire la realizzazione delle muffole;

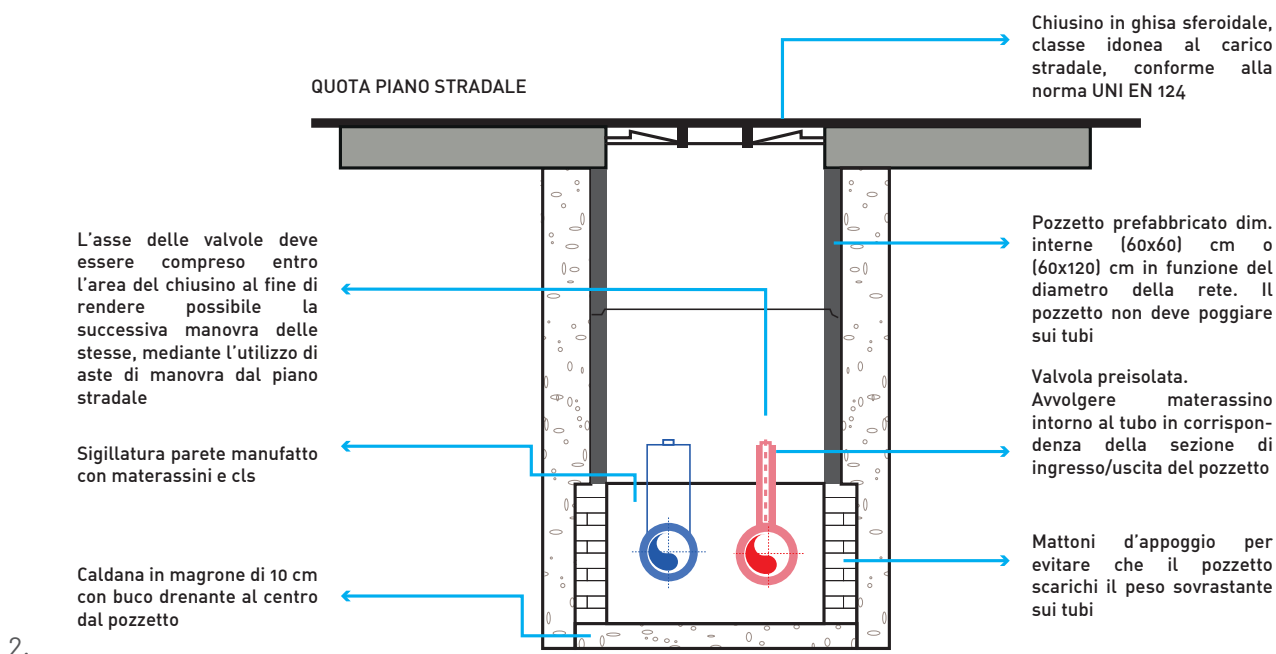
- per diametri superiori al DN 100 o comunque secondo le specifiche prescrizioni del capitolato, installare i componenti sfalsati tra mandata e ritorno per consentire la successiva costruzione dei pozzetti di ispezione e manovra esternamente all'ingombro della tubazione affiancata.

Come già indicato, tali componenti vengono posizionati all'interno di appositi pozzetti o manufatti in cemento armato (dove possibile prefabbricati) di dimensione variabile in funzione del diametro esterno della guaina in polietilene. Nelle figure seguenti sono mostrati alcuni esempi particolari di realizzazione di tali pozzetti.



¹ valvole in pozzetti separati

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO



È opportuno mantenere lo stelo del componente libero dalla sabbia di riempimento così che la dilatazione termica non determini sforzi sul componente stesso. Inoltre in tal modo si evita che l'eventuale infiltrazione dal chiusino di materiale comporti il contatto tra le porzioni di acciaio non preisolato del componente ed il terreno, causa di possibili rotture per il conseguente arrugginimento.

Per quanto riguarda gli aspetti di manutenzione, è consigliabile eseguire prima dell'inizio di ogni stagione termica un'ispezione di tutti i pozzetti in cui sono installate le valvole, facendo fare un ciclo completo di apertura/chiusura per verificarne la funzionalità.

8. Sistema di allarme

8.1 Premessa

Le tubazioni del teleriscaldamento fornite da **ECOLINE** sono dotate di un sistema che consente il controllo costante delle reti, permettendo di verificare la presenza di eventuali perdite o infiltrazioni di acqua dall'esterno.

Tale sistema viene realizzato, come standard, annegando una coppia di cavi elettrici all'interno della schiuma poliuretanic di isolamento. Per rispondere a specifiche esigenze di ridondanza del Cliente, **ECOLINE** può predisporre tubazioni e componenti di rete con il numero di coppie di cavi ritenuto più idoneo dal Committente e richiesto in fase di ordine del materiale.

² posa valvole in un unico pozzetto

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

Per realizzare un sistema di allarme completo è necessario disporre di:

- tubazioni e componenti con annegati i cavi di allarme nella schiuma poliuretana;
- elementi necessari per il collegamento dei cavi tra un componente di rete ed il successivo;
- elementi necessari per realizzare le estrazioni dei cavi del sistema di allarme;
- centraline di rilevamento in caso di realizzazione di un sistema di allarme completo ed in sorveglianza "attiva".

Si è soliti definire un sistema di sorveglianza "attivo" quando è dotato di strumentazione in grado di segnalare in continuo la presenza di eventuali guasti.

Un sistema di sorveglianza si definisce "passivo" se la verifica della presenza di eventuali guasti si ha solo in occasione dell'esecuzione di specifiche campagne di misura.

Il sistema di allarme consente di determinare la presenza di eventuali disfunzioni quali:

- rottura guaina di polietilene con infiltrazione di acqua dall'esterno;
- perdita di acqua dal tubo di servizio con fuoriuscita di acqua;
- infiltrazione di acqua dalle muffole in caso di non corretta installazione.

Grazie a tale sistema si è in grado di verificare tempestivamente eventuali malfunzionamenti,

prima che la presenza di umidità nell'isolamento comporti la corrosione del tubo di servizio e/o la completa disgregazione della schiuma poliuretana.

Ai fini di un corretto funzionamento ed esercizio del sistema di allarme è fondamentale che lo stesso sia stato adeguatamente installato in fase di costruzione della rete e sia stato realizzato al termine dei lavori l'as-built elettrico del sistema installato.

In mancanza del disegno completo dei collegamenti realizzati in corso d'opera non sarà possibile, nell'eventualità si presenti un guasto, rintracciare in maniera univoca ed efficace il punto di guasto, ma dovrà essere eseguita una campagna di indagine con scavi di saggio e conseguente significativo aumento dei costi di riparazione.

I cavi annegati all'interno della schiuma poliuretana possono essere di due tipologie:

- sistema nordico: costituito da un cavo in rame nudo ed uno in rame stagnato di sezione 1,5 mm²;
- sistema Brandes: costituito da un cavo in Nickel Cromo (filo sensore) e un cavo in rame rivestito. Il cavo sensore è rivestito con una guaina che presenta dei microfori ad intervalli regolari.

ECOLINE rimane a disposizione del cliente per valutare la tipologia di sistema di allarme da adottare, in funzione delle specifiche esigenze di sorveglianza. Come standard, **ECOLINE** produce

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

tubazioni con il sistema di allarme di tipo "Nordico". Le istruzioni riportate nel seguito del catalogo sono pertanto riferite all'adozione di tale sistema. Per i dettagli di installazione e di funzionamento del sistema "Brandes" si rimanda alle specifiche indicazioni fornite dal produttore di tale sistema.

8.2 Il sistema di allarme nella vita della rete di teleriscaldamento

Il sistema di allarme è fondamentale sia in fase di costruzione della rete, sia in fase di esercizio.

Fase di posa della rete di teleriscaldamento

In fase di posa della rete di teleriscaldamento, l'esecuzione di verifiche progressive e la registrazione sistematica dei dati misurati permette di controllare che il sistema sia stato correttamente installato.

Al termine della posa della rete è fondamentale eseguire il collaudo del sistema di allarme per verificare che l'Appaltatore abbia eseguito correttamente l'installazione.

Fase di esercizio della rete di teleriscaldamento

In fase di esercizio della rete di teleriscaldamento, come già detto, la presenza del sistema di allarme e la sua adeguata operatività consentono di determinare tempestivamente la presenza di eventuali guasti, prevenendo ammaloramenti che potrebbero diventare particolarmente gravosi e consentendo così di limitare i costi di riparazione.

8.3 Connessione dei cavi del sistema di allarme in corrispondenza delle giunzioni saldate

In corrispondenza delle estremità delle giunzioni saldate deve essere eseguito il collegamento tra i cavi del sistema di allarme dei due componenti di rete che vengono saldati.

Ai fini del collegamento risultano necessari i seguenti strumenti:

1. distanziatori in plastica (forniti da **ECOLINE**);
2. pinza a cesoia;
3. morsetti serrafilo per giunzioni di cavi testa-testa (forniti da **ECOLINE**);
4. saldatore a gas e stagno (per stagnatura collegamenti elettrici);
5. pinza serrafilo (o "crimp", p.es., tipo USAG mod. 749);
6. nastro isolante;
7. pinza spela cavi;
8. misuratore di isolamento/continuità o "Megger".

Precauzioni da osservare in cantiere

Durante la saldatura dei tubi è necessario proteggere i cavi dall'azione del calore e dalle scintille incandescenti di saldatura.

È indispensabile che le operazioni di giunzione vengano eseguite al riparo dall'umidità, proteggendo il luogo, i tubi e tutto il materiale.

Operazioni preliminari

All'inizio del tracciato provvedere alla giunzione provvisoria dei cavi di ciascuna condotta al fine di chiudere il circuito per poter effettuare le letture

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

di controllo durante l'avanzamento dei lavori, assicurandosi che i cavi ed i punti di giunzione siano asciutti e non vadano a massa sul tubo acciaio.

Partendo dalla zona di giunzione più vicina (successiva al "loop" provvisorio), procedere con le connessioni come da istruzioni seguenti.

Connessioni tra tubo e tubo

Posizionare le tubazioni preferenzialmente con i cavi rivolti verso l'alto (ore 11,05) per:

- rendere agevole l'installazione del sistema;
- rendere agevole l'accesso ai cavi di allarme in caso di realizzazione di uno stacco di rete in periodi successivi;
- rendere agevole l'accesso ai cavi di allarme in caso di esecuzione di verifiche o di riparazioni.

Posizionare due distanziatori all'altezza dell'uscita dei cavi, sfalsando la posizione sulle due testate dei tubi, al di fuori della zona di saldatura.

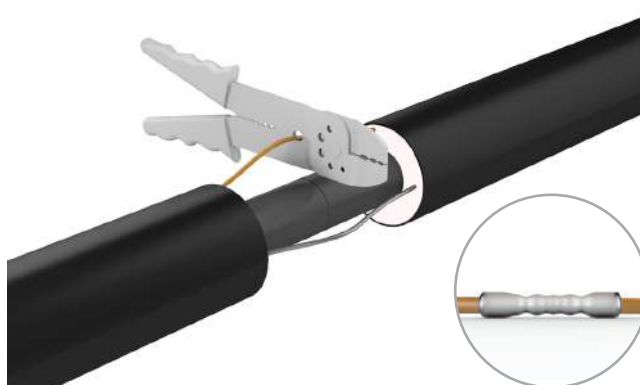


Estrarre i cavi dalle testate dei tubi e tirarli in modo tale che risultino dritti e asportare la schiuma poliuretanicca per ca. 2-3 cm. per ovviare all'eventuale

presenza di umidità. Connettere i cavi per mezzo di serrafili (o "crimp") per giunzione di cavi testa-testa. Per una corretta interpretazione delle connessioni e dell'intero circuito, non sono ammessi sormonti ed/ od intrecci dei cavi collegati, indipendentemente dal tipo di cavo da collegare (rame nudo con rame nudo o rame nudo con rame stagnato).

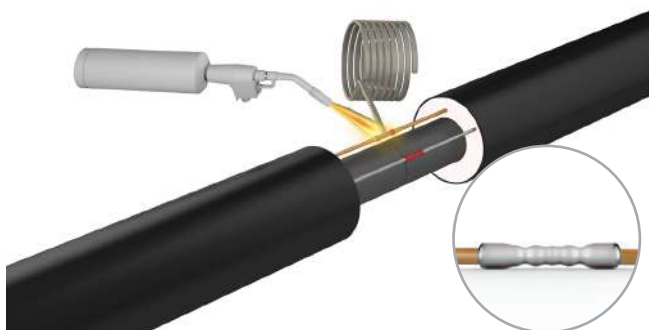


Accorciare i cavi da collegare fra loro, in modo da poter introdurre facilmente i capi nei connettori da entrambi i lati e che le estremità non possano sormontarsi, ma che si sfiorino solamente.



POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

Infilare i cavi all'interno dei connettori per tutta la lunghezza disponibile e, mettendoli in leggera trazione, procedere con il serraggio mediante l'apposita pinza "crimp".



Sottoporre la giunzione a trazione manuale per verificarne la tenuta: se la giunzione non dovesse tenere, ripetere l'operazione con un nuovo connettore. Per una maggiore accuratezza delle connessioni, è opportuno procedere con la stagnatura delle estremità dei connettori (crimp): oltre a garantire la stabilità della connessione, se la continuità elettrica fosse compromessa dalla presenza di cavi non adeguatamente puliti, ciò sarebbe rilevato dal fatto che le gocce di stagno hanno difficoltà ad aderire ai cavi stessi.

Connessioni di chiusura circuito (loop)

La chiusura del circuito deve essere effettuata connettendo fra loro i cavi appartenenti allo stesso tubo, disponendoli in modo tale da escludere il loro contatto con il tubo acciaio.

8.4 Verifiche sul sistema di allarme

È fondamentale eseguire le misurazioni di controllo della continuità elettrica e del grado di isolamento del circuito per verificare il buon esito delle operazioni compiute.

Queste misurazioni devono avvenire dopo ogni collegamento, sia prima, sia dopo l'esecuzione del ripristino dell'isolamento della zona di giunzione. Solo così è possibile garantire l'individuazione, già nel corso del montaggio, di interruzioni dei circuiti e presenza di umidità, prima dell'interramento dei tubi. Come già detto, all'inizio del tracciato sarà necessario provvedere alla giunzione provvisoria dei cavi di ciascuna condotta al fine di chiudere il circuito per poter effettuare le letture di controllo durante l'avanzamento dei lavori, assicurandosi che i cavi ed i punti di giunzione siano asciutti e non vadano a massa sul tubo acciaio. In tal modo vengono realizzati due circuiti di misura, uno sulla tubazione di mandata e uno sulla tubazione di ritorno.



POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

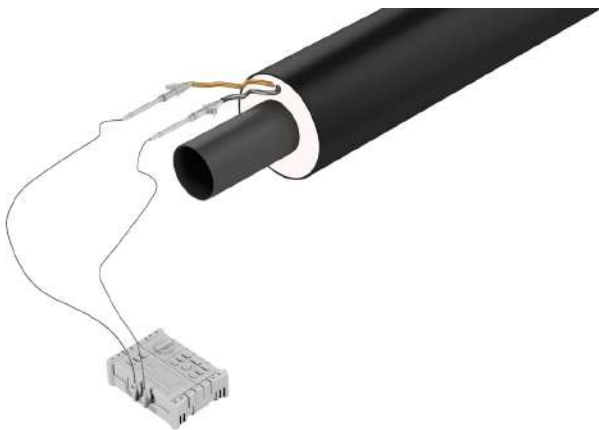
La verifica di corretta installazione consiste nell'eseguire due differenti tipi di misurazioni:

1. verifica di continuità elettrica;
2. verifica di resistenza di isolamento.

Verifica continuità elettrica

Questa verifica serve per controllare che non ci siano interruzioni elettriche lungo il circuito installato.

La verifica si esegue collegando ciascuna pinza dello strumento ad un cavo di allarme, avendolo precedentemente pulito e asciugato, ed effettuando successivamente la misura della resistenza ohmica nei cavi. Sono da considerarsi indice di una corretta installazione valori rilevati pari a circa 24Ω ogni 1000 m di circuito.



Verifica di resistenza di isolamento elettrico

Questa verifica serve per controllare che non ci sia presenza di umidità all'interno della schiuma poliuretanicca o un contatto cavo / tubo.

La verifica si esegue collegando ad un'estremità dello strumento uno dei due cavi annegati nella schiuma e toccando con l'altra estremità la tubazione in acciaio ed effettuando successivamente la misura della resistenza di isolamento. Sono da considerarsi indice di una corretta installazione valori rilevati maggiori a $10 M\Omega/km$.



Tensione di uscita
minima 500 V

POSA E INSTALLAZIONE RETI DI TELERISCALDAMENTO

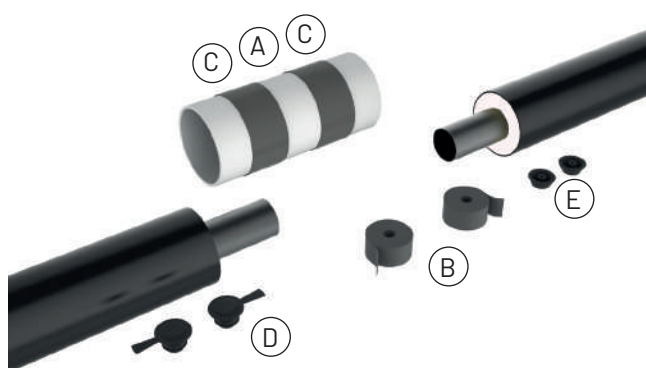
8.5 Sistemi di sorveglianza

I cavi in uscita dalle estrazioni del sistema di allarme possono essere connessi ad opportuni strumenti in funzione della tipologia di verifiche che si intendono eseguire. Per una sorveglianza di tipo passivo, in cui le verifiche sono condotte tramite misure in campo a cura di un operatore, i cavi possono essere semplicemente connessi ad una morsettiera installata all'interno di una scatola in vetroresina.

Per sistemi di sorveglianza di tipo attivo, in cui le verifiche sono eseguite in continuo dal sistema di supervisione istallato, i cavi sono connessi a opportune centraline di teleallarme.

ECOLINE è in grado di suggerire al Cliente il sistema di teleallarme da installare che risulti più idoneo alle proprie esigenze.

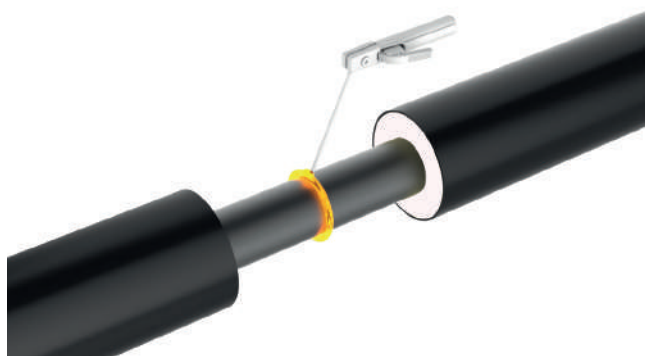
MUFFOLA A DOPPIA TENUTA



Contenuto del kit:

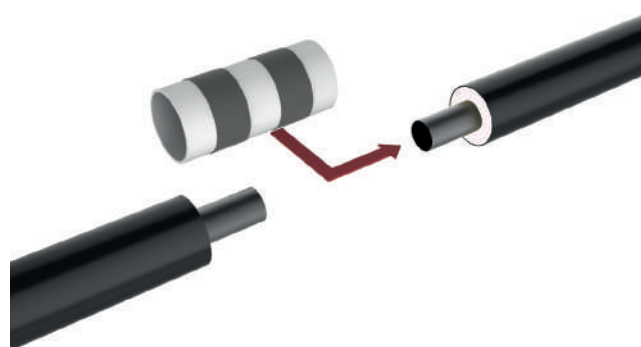
- A)** nr. 1 Overcasing termoretraibile in polietilene allargato meccanicamente;
- B)** mastice sigillante (può essere fornito già pre applicato all'interno dell'Overcasing);
- C)** nr. 2 anelli termoretraibili;
- D)** nr. 2 tappi di sfiato;
- E)** nr. 2 tappi a saldare*;
 - componenti poliuretanici predosati per la coibentazione "in campo";
 - kit elettrico (distanziatori, connettori, ecc.) per il collegamento al sistema di teleallarme, se previsto.

* in alternativa è possibile fornire nr.2 pezzi di chiusura (FOPS) termoaderenti



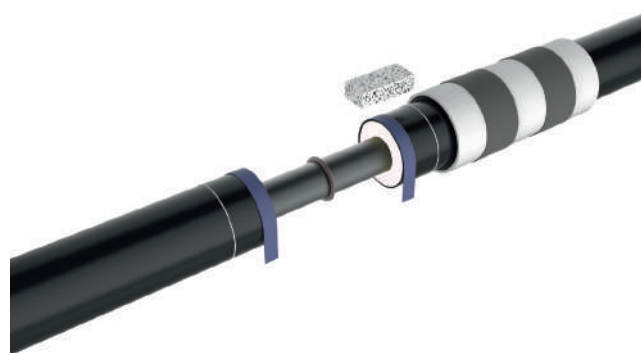
2.

Procedere con la saldatura dei tubi in acciaio ed, eventualmente, alla relativa prova in pressione idraulica. A questo punto, se presenti, procedere con le giunzioni dei cavi del sistema di teleallarme come indicato nel paragrafo specifico.



1.

Prima della saldatura dei tubi in acciaio, infilare l'overcasing e gli anelli termoretraibili su una delle loro estremità.



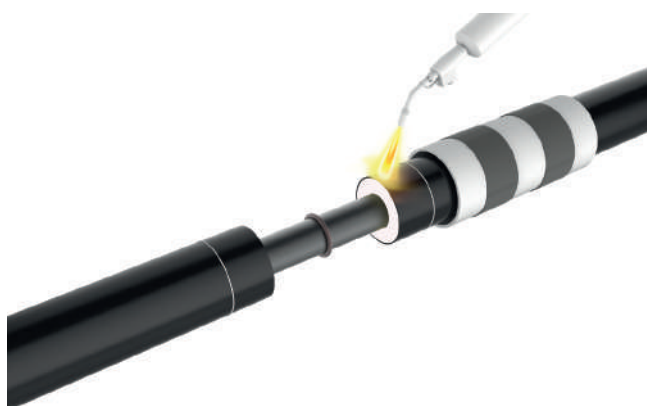
3.

Asportare ca. 1-2 cm di isolamento dalle estremità dei tubi. Ir-ruvire la guaina esterna in PEAD dei tubi per almeno 150 mm su entrambe le estremità con la tela vetrata. Le superfici devono essere PULITE E ASCIUTTE.

MUFFOLA A DOPPIA TENUTA

PRINCIPALE ATTREZZATURE DA DISPORRE IN CANTIERE

- attrezzatura per la saldatura dei tappi di chiusura o polifusione;
- bombola gas;
- torcia gas propano con bocca $\varnothing 30 \times 50$ mm;
- regolatore di pressione;
- trapano elettrico;
- fresa a tazza $\varnothing 24$ mm;
- tela vetrata grana 60+80 in rotoli di larghezza 50 mm;
- utensili manuali vari (martello, cacciavite, scalpello, ecc.);
- alcool e stracci;
- gruppo Elettrogeno;
- impianto elettrico di cantiere;
- attrezzatura per prova in pressione.



4.

Riscaldare leggermente la guaina esterna per almeno 150 mm da entrambe le estremità dei tubi fino ad ottenere una temperatura di circa 40°C.



5.

Posizionare il mastice (se non già applicato all'interno dell'overcasing) intorno alla guaina esterna di entrambe le estremità dei tubi a circa 20 mm dal bordo. Premere, tra loro, le estremità del nastro applicato.



6.

Togliere la pellicola protettiva dall'overcasing. Controllare che esso sia PULITO E ASCIUTTO, sia all'interno che all'esterno. Centrare l'overcasing sulla zona di ripristino. Dopo aver individuato la corretta posizione dell'overcasing, togliere la pellicola protettiva del mastice. Controllare di nuovo che l'overcasing sia adeguatamente centrato e provvedere alla termoretrazione di entrambe le sue estremità per circa 100 mm.



7.

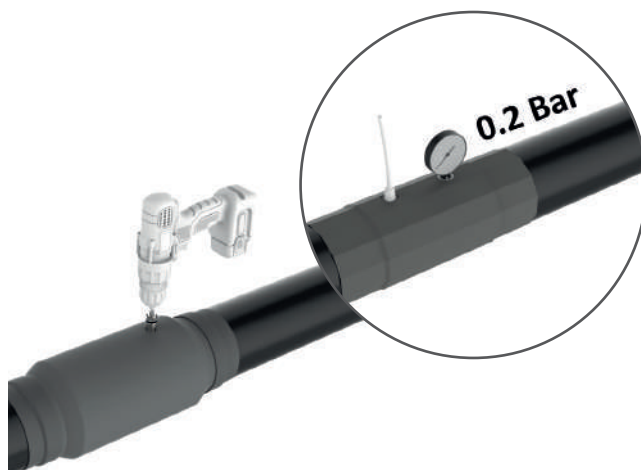
Pulire ed irruvidire con la tela vetrata la superficie di applicazione degli anelli termoretraibili e usare uno straccio e alcool per rimuovere ogni traccia o residuo di polietilene o sabbia.

MUFFOLA A DOPPIA TENUTA



8.

Togliere il materiale di imballo e la pellicola protettiva dell'anello termoretraibile. Controllare che la pellicola protettiva sia completamente asportata. Centrare l'anello sull'estremità dell'overcasing e procedere con la termoretrazione, partendo dal centro verso le estremità con movimento rotatorio intorno al tubo. Ripetere le medesime operazioni con l'altro anello termoretraibile sull'altra estremità dell'overcasing.



9.

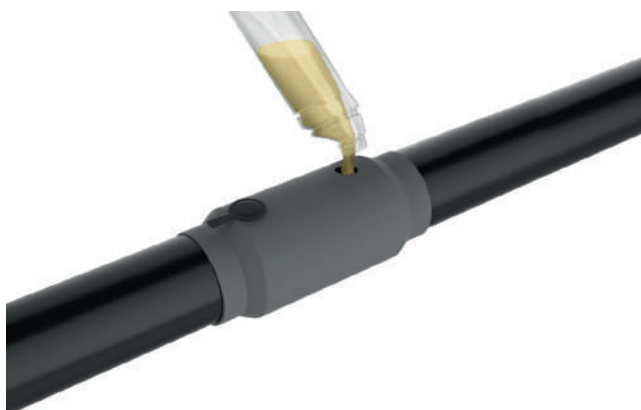
Eseguire il foro (od i fori) sull'overcasing per la successiva fase di schiumatura. (nr.1 foro per \varnothing PEAD \leq 315 mm - nr.2 fori per \varnothing PEAD $>$ 315 mm).

Dopo il raffreddamento, può essere effettuato il test di pressione, sottoponendo la giunzione a 0,2 bar



10.

In presenza di nr. 2 fori, provvedere alla chiusura di uno di essi con un tappo di sfiato.



11.

Dopo aver adeguatamente miscelato i due componenti poliuretani, versare il composto nel foro ancora aperto; quindi, chiudere il foro di iniezione con l'apposito tappo di sfiato e pulire accuratamente la zona intorno al/ai tappo/i.

MUFFOLA A DOPPIA TENUTA

NOTA

A termoretrazione completata, il manicotto deve essere lasciato a riposo il più possibile prima dell'interramento (da un minimo di un'ora). Questo assicura che l'adesivo raffreddi completamente, assicurandone la sigillatura. Al fine di prevenire danneggiamenti dell'overcasing, utilizzare materiale di riempimento adatto (privo di pietre taglienti e di grosse dimensioni).



12.

Al termine dell'espansione della schiuma poliuretanic ed a reazione conclusa, (dopo circa un'ora) provvedere all'asportazione del/dei tappo/i di sfiato. Portare l'attrezzatura di riscaldamento tappi alla temperatura di ca. 260°C (±10°C). Scaldare il foro premendo l'apposito crogiolo verso il basso.

Dimensioni guaina PEAD e Tempo di riscaldamento

066÷125 - 140÷200 - 225÷315 - 355÷500 - 560÷630

↓ ↓ ↓ ↓ ↓
 10 sec. 20 sec. 30 sec. 40 sec. 50 sec.



14.

Quando entrambe le zone saranno adeguatamente riscaldate, togliere l'attrezzatura di riscaldamento ed inserire immediatamente il tappo nel foro. Premere fino ad allineare la superficie superiore del tappo con quella del foro. Non bisogna superare tale limite. A questo punto mantenere una pressione morbida sufficiente a mantenere il contatto delle superfici in fusione per almeno 1 minuto. Devono comparire 2 cordoni di materiale intorno al bordo del tappo/foro. Fino a quando la temperatura del tappo saldato risulta calda al tatto, non bisogna togliere l'impugnatura provvisoria. Nel caso dei due fori, ripetere l'operazione per l'altro tappo.



13.

Posizionare il tappo a saldare all'interno del crogiolo di riscaldamento, aiutandosi con l'impugnatura provvisoria. Tenendo premuto il tappo a saldare sul crogiolo e, di conseguenza, il crogiolo sul foro da chiudere, si scaldano contemporaneamente i lembi che andranno successivamente a contatto per effettuare la saldatura.



15.

Il ripristino della giunzione è terminato.

MUFFOLA IN PE RETICOLATO



Contenuto del kit:

- A) nr.1 Overcasing termoretraibile in polietilene reticolato;
- B) nr. 2 tappi di sfiato;
- C) nr. 2 tappi a saldare;
- componenti poliuretanic predosati per la coibentazione "in campo";
- kit elettrico (cavi, distanziatori, connettori, ecc.) per il collegamento al sistema di teleallarme, se previsto.



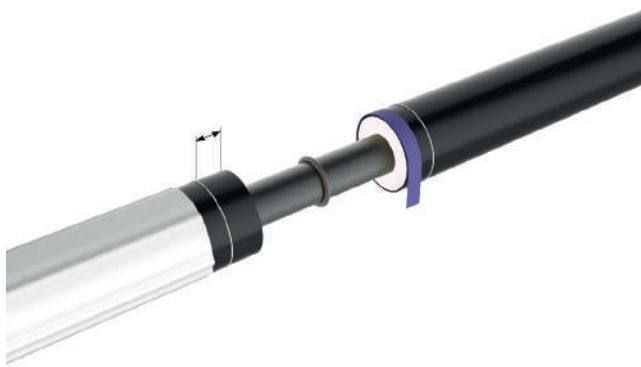
1.

Prima della saldatura dei tubi in acciaio, infilare il manicotto su una delle loro estremità.



2.

Procedere con la saldatura dei tubi in acciaio ed, eventualmente alla relativa prova in pressione.



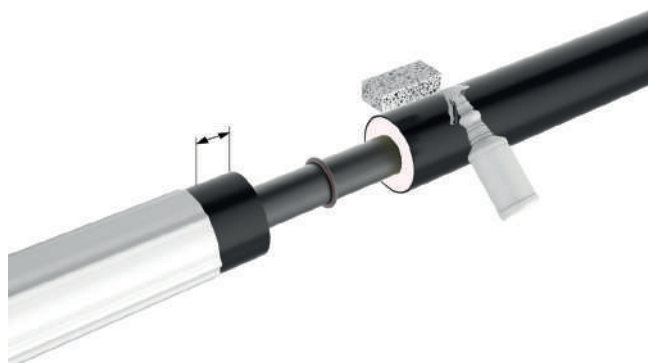
3.

Asportare ca. 1-2 cm di isolamento dalle estremità dei tubi. Ir-ruvidire la guaina esterna in PEAD dei tubi per almeno 150 mm su entrambe le estremità con la tela vetrata. Le superfici devono essere PULITE E ASCIUTTE.

MUFFOLA IN PE RETICOLATO

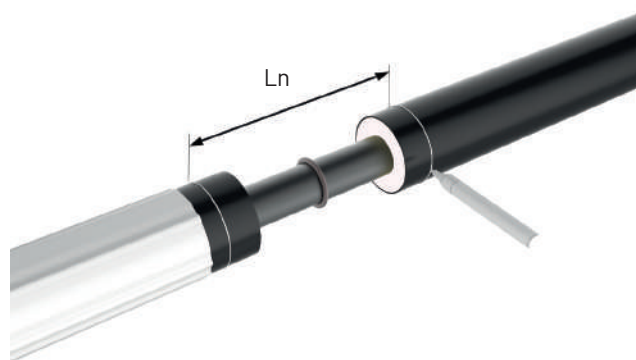
PRINCIPALE ATTREZZATURE DA DISPORRE IN CANTIERE

- attrezzatura per la saldatura dei tappi di chiusura o polifusore;
- bombola gas;
- torcia gas propano con bocca $\varnothing 30+50$ mm;
- regolatore di pressione;
- trapano Elettrico;
- fresa conica $\varnothing 27$ mm;
- tela vetrata grana 60+80 in rotoli di larghezza 50 mm;
- utensili manuali vari (martello, cacciavite, scalpello, ecc.);
- attrezzatura per prova in pressione.



4.

Sgrassare la superficie in PEAD con kit di pulizia e, se presenti, procedere con le giunzioni dei cavi del sistema di teleallarme, come indicato nel paragrafo specifico.



5.

Con un pennarello, segnare la posizione del bordo del manicotto. Ln = lunghezza nominale del manicotto.



6.

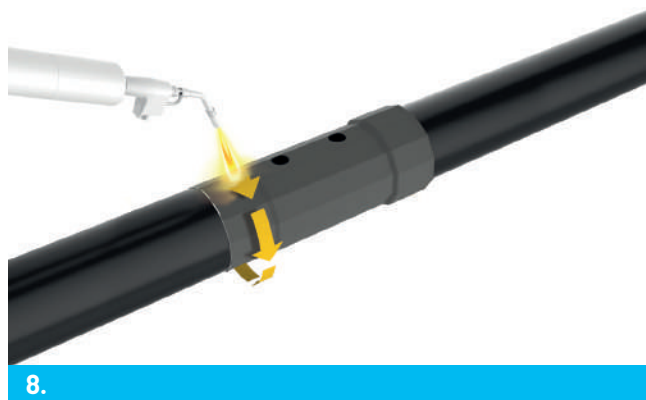
Attivare la superficie del tubo PEAD con la fiamma morbida ad una temperatura di ca. 40°C.



7.

Rimuovere la pellicola protettiva ed infilare il manicotto sulla zona di giunzione. Rimuovere la carta di protezione per l'adesivo.

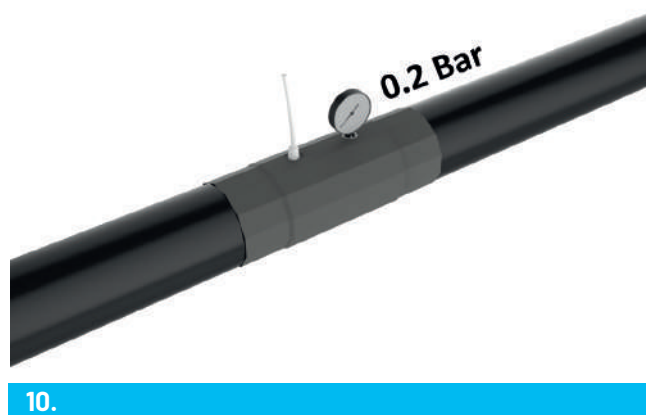
MUFFOLA IN PE RETICOLATO



8. Termorestringere le estremità del manicotto con la fiamma con movimento rotatorio lungo la circonferenza del tubo.



9. Terminare il restringimento quando le estremità sono rotonde e lisce.



10. Dopo il raffreddamento, può essere effettuato il test di pressione, sottoponendo la giunzione a 0,2 bar



11. Inserire il primo tappo di sfiato

MUFFOLA IN PE RETICOLATO



12.

Dopo aver adeguatamente miscelato i due componenti poliuretani, versare il composto nel foro ancora aperto.



13.

Inserire il secondo tappo di sfiato e attendere un'ora fino a che la schiuma sia indurita e la muffola sia raffreddata.



14.

Rimuovere i tappi di sfiato.



15.

Rimuovere i residui della schiuma PUR e pulire la zona adiacente ai fori.

MUFFOLA IN PE RETICOLATO

NOTA

A termoretrazione completata, il manicotto deve essere lasciato a riposo il più possibile prima dell'interramento (da un minimo di un'ora). Questo assicura che l'adesivo raffreddi completamente, assicurandone la sigillatura. Al fine di prevenire danneggiamenti dell'overcasing, utilizzare materiale di riempimento adatto (privo di pietre taglienti e di grosse dimensioni).



16.

Posizionare il tappo a saldare all'interno del crogiolo di riscaldamento, aiutandosi con l'impugnatura provvisoria. Tenendo premuto il tappo a saldare sul crogiolo e, di conseguenza, il crogiolo sul foro da chiudere, si scaldano contemporaneamente i lembi che andranno successivamente a contatto per effettuare la saldatura.

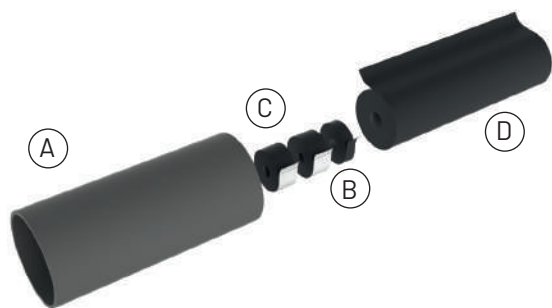


17.

Il giunto finito.

MUFFOLA IN PE RETICOLATO CON SCHIUMATURA ISPEZIONABILE

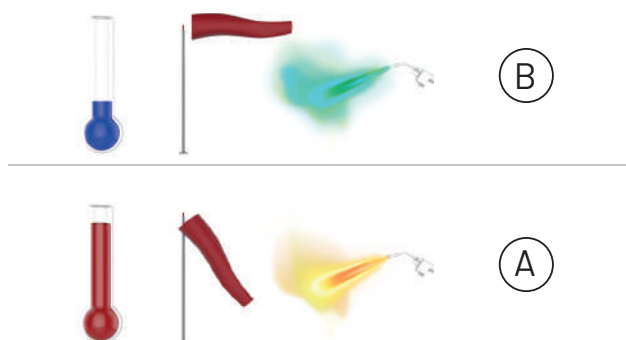
Applicazione per diametro PE fino a $\varnothing 250$
 (cassaforma a perdere)



Contenuto del kit:

- A) nr.1 Overcasing termoretraibile in polietilene reticolato;
- B) nastro tensionatore;
- C) nr. 2 strisce adesive;
- D) nr. 1 film termorestringente;
- componenti poliuretanicis predosati per la coibentazione "in campo";
- kit elettrico (cavi, distanziatori, connettori, ecc.) per il collegamento al sistema di teleallarme, se previsto;
- cassaforma "a perdere" od "a rendere", in funzione delle dimensioni.

INTENSITÀ DELLA FIAMMA



2.

Utilizzare una fiamma adatta alle condizioni esterne.

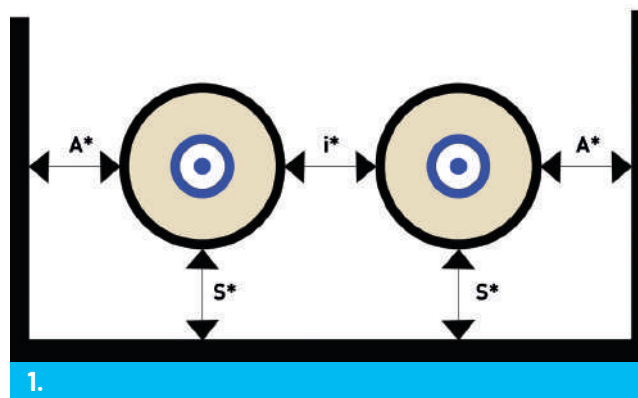
- a) utilizzare una fiamma giallastra in caso di assenza di vento;
- b) utilizzare una fiamma giallo blu in caso di forte vento o basse temperature.

Tenere sempre la torcia perpendicolare alla zona di termorestrizione del manicotto e muoverla lungo la circonferenza del tubo. **Evitare di surriscaldare il PE del tubo per evitare di bruciare il rivestimento.**

PRINCIPALE ATTREZZATURE DA DISPORRE IN CANTIERE

- termometro;
- bombola gas;
- torcia gas propano con bocca $\varnothing 30+50$ mm;
- regolatore di pressione;
- rullino;
- solvente per pulizia;
- tela vetrata grana 60+80 in rotoli di larghezza 50 mm;
- utensili manuali vari (martello, cacciavite, scalpello, ecc.);
- raschietto triangolare.

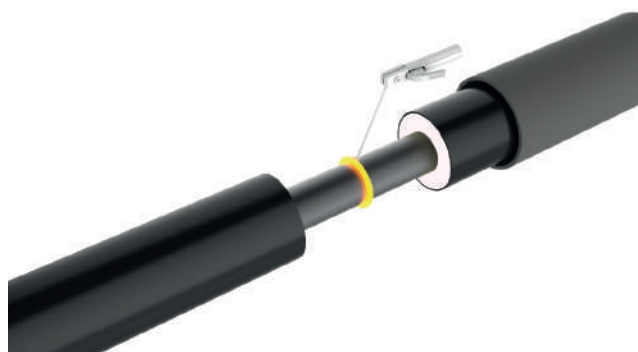
DIMENSIONI DELLA TRINCEA



1.

* Fare riferimento alle dimensioni riportate nella tabella con le dimensioni minime scavo per posa rete di teleriscaldamento presente in questo catalogo. Assicurarsi un adeguato spazio intorno al tubo per poter lavorare agevolmente nella trincea.

PREPARAZIONE

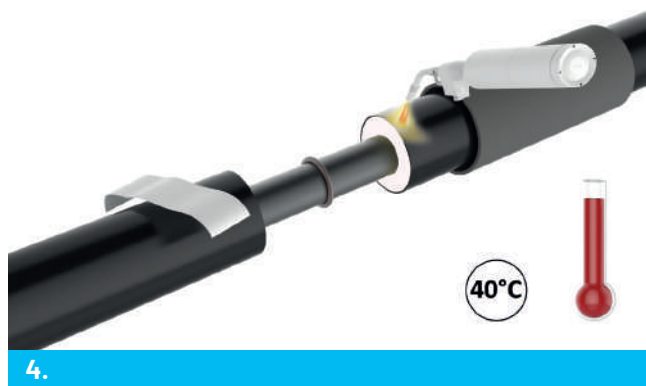


3.

Controllare che il manicotto non sia danneggiato. Prima di saldare i due estremi delle tubazioni, infilare l'overcasing e porlo ad una distanza di sicurezza dal punto di giunzione.

MUFFOLA IN PE RETICOLATO CON SCHIUMATURA ISPEZIONABILE

PULIZIA GENERALE

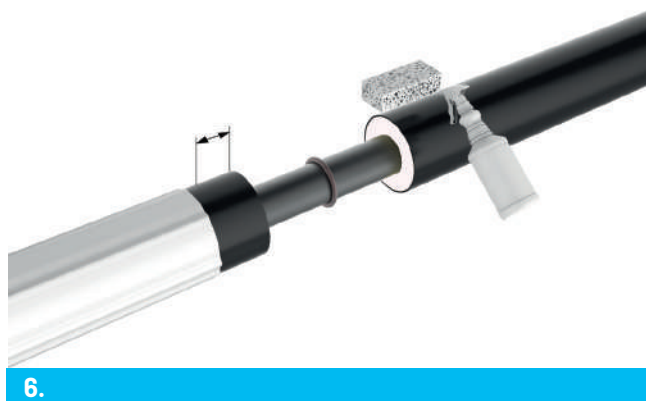


Usare una torcia a propano con una fiamma molto bassa per asciugare il polietilene del tubo. Usare uno straccio asciutto e pulito per la pulizia del tubo.

PREPARAZIONE DEL TUBO



Rimuovere ogni parte di poliuretano umida alla fine della tubazione preisolata.



Sgrassare la superficie in PEAD con kit di pulizia e, se presenti, procedere con le giunzioni dei cavi del sistema di teleallarme, come indicato nel paragrafo specifico.

POSIZIONAMENTO



Posizionare la cassaforma in centro al giunto in modo tale che il foro di colata sia sulla parte superiore del giunto. Fissare la cassaforma con una delle cinghie in dotazione.

MUFFOLA IN PE RETICOLATO CON SCHIUMATURA ISPEZIONABILE

POSIZIONAMENTO



8.

Verificare che i tre fori della cassaforma siano privi di residui di poliuretano dalle colate precedenti. Terminare il fissaggio dei due semigusci utilizzando le cinghie in dotazione. Posizionare due cinghie in prossimità del foro di colata e due all'esterno dei fori di sfiato supplementari.

FORO DI COLATA



9.

Dopo aver adeguatamente miscelato i due componenti poliuretani, versare il composto nel foro ancora aperto ed inserire il tappo di sfiato nel foro di colata.

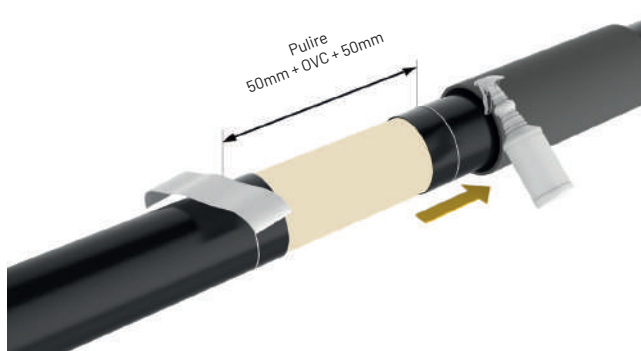
CONTROLLO DELLA SCHIUMA



10.

Rimuovere la cassaforma dopo circa 30 minuti e controllare l'uniformità della schiuma.

PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE

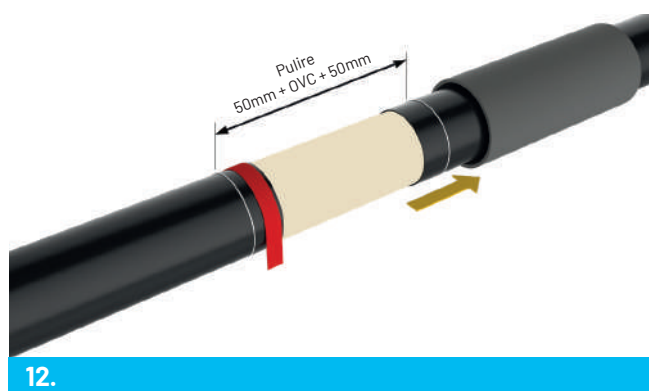


11.

Pulire la superficie del polietilene del tubo e l'interno del manicotto per rimuovere lo sporco. Sgrassare la superficie del polietilene e l'interno dell'overcasing usando uno straccio pulito ed imbevuto di solvente.

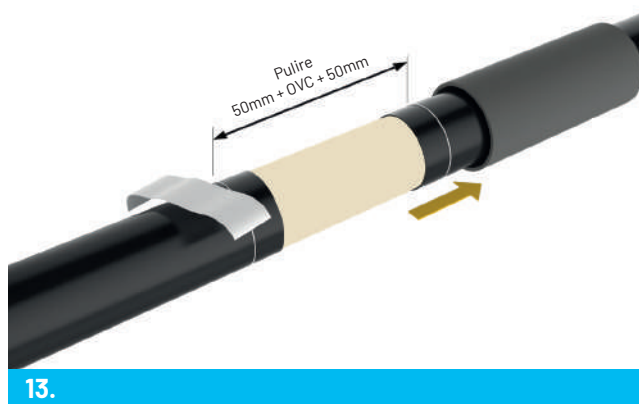
MUFFOLA IN PE RETICOLATO CON SCHIUMATURA ISPEZIONABILE

SMERIGLIATURA DELLA SUPERFICIE



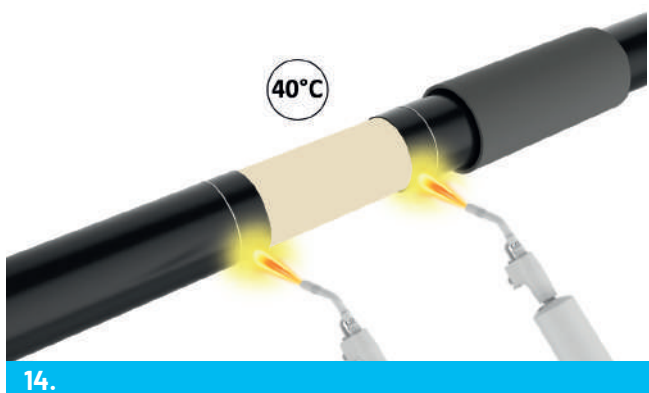
12. Smerigliare la superficie del tubo su entrambe le testate vicino al cut-back ed all'interno del manicotto, usando la carta abrasiva (grado 40-50).

PULIZIA FINALE



13. Usare uno straccio pulito ed asciutto per la pulizia del polietilene nella zona abrasa, rimuovendo ogni parte di polietilene o sabbia presente.

PRERISCALDO



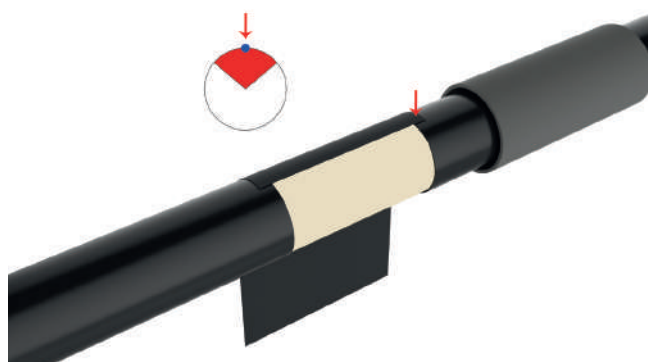
14. Usando una torcia a propano con fiamma non intensa, scaldare a 40°C ~100 mm del polietilene su ogni lato del cut-back, facendo attenzione a non scaldare la schiuma o surriscaldare il polietilene stesso.

INSTALLAZIONE DEL FILM PROTETTIVO (consigliato in caso di presenza di acqua di falda)



15. Rimuovere parzialmente la pellicola protettiva e riscaldare il film circa 150 mm dal bordo.

MUFFOLA IN PE RETICOLATO CON SCHIUMATURA ISPEZIONABILE



16.

Posizionare l'inizio tra ore 10 ed ore 2, cercando di centrare il film sopra il giunto, in modo tale da ricoprire il poliuretano. Sovrapporre entrambe le estremità al polietilene. Rimuovere il film in eccesso.



17.

Avvolgere il film molto aderente al tubo, assicurandosi che la sovrapposizione sia sufficiente. Controllare che il film sia in pieno contatto con la schiuma ed il polietilene, il film deve aderire perfettamente al poliuretano, non devono esserci fessure o buchi nella pellicola di rivestimento.



18.

Centrare il manicotto sul giunto e segnare l'ingombro sul tubo con un pennarello.

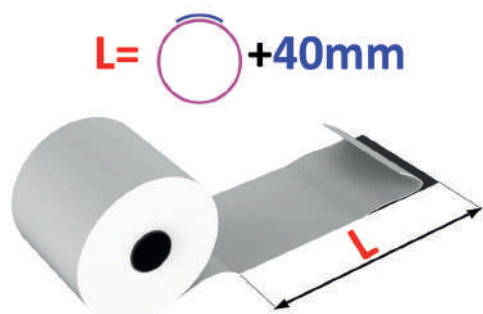


19.

Allontanare il manicotto dal giunto.

MUFFOLA IN PE RETICOLATO CON SCHIUMATURA ISPEZIONABILE

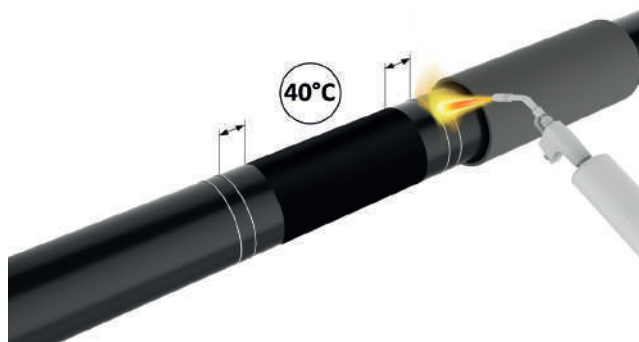
LUNGHEZZA ADESIVO (DA ROTOLO)



20.

Se non si utilizza l'adesivo pre-tagliato, tagliare due strisce di adesivo di lunghezza pari alla circonferenza + 40mm

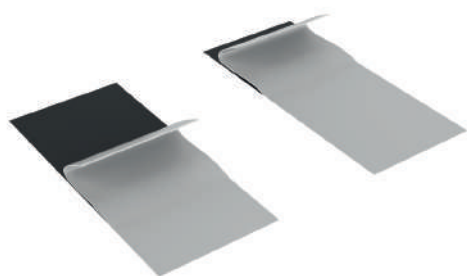
PRE-RISCALDO



21.

Pre-riscaldare il polietilene a circa 40°-50°C. Assicurare la corretta temperatura misurandola con un termometro. Non eccedere oltre i 60°C, potrebbe rendere difficoltosa la rimozione della protezione.

PROTEZIONE DELL'ADESIVO



22.

Rimuovere la protezione più sottile (opposta alla parte retinata) da entrambe le strisce adesive.

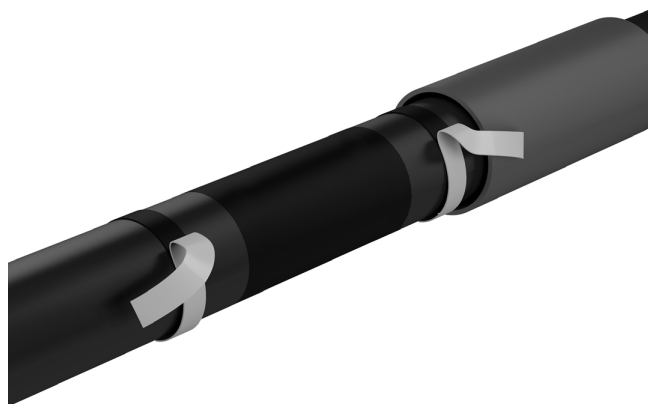
APPLICAZIONE DELL'ADESIVO



23.

Applicare l'adesivo in strisce molto aderente al tubo PE con la parte retinata rivolta verso l'alto. Le strisce di adesivo devono essere applicate all'interno delle due marcature d'ingombro del casing (circa 10 mm). Rimuovere parzialmente la protezione della zona di sovrapposizione.

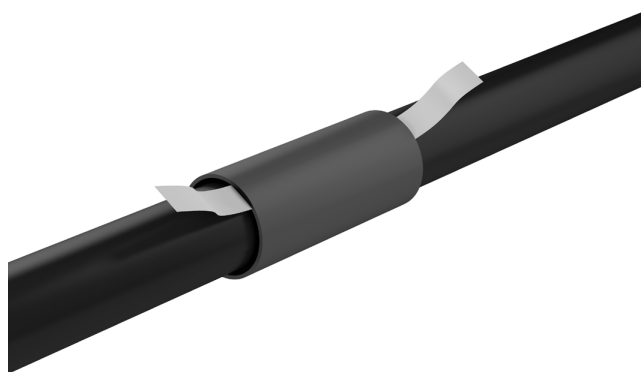
MUFFOLA IN PE RETICOLATO CON SCHIUMATURA ISPEZIONABILE



24.

Portare parte della protezione verso l'esterno per poterla rimuovere facilmente dopo il posizionamento del casing.

POSIZIONAMENTO DEL OVC



25.

Posizionare con attenzione il manicotto sul giunto, in modo tale da centrarlo sulle estremità delle strisce di adesivo.

INSTALLAZIONE DEL OVC



26.

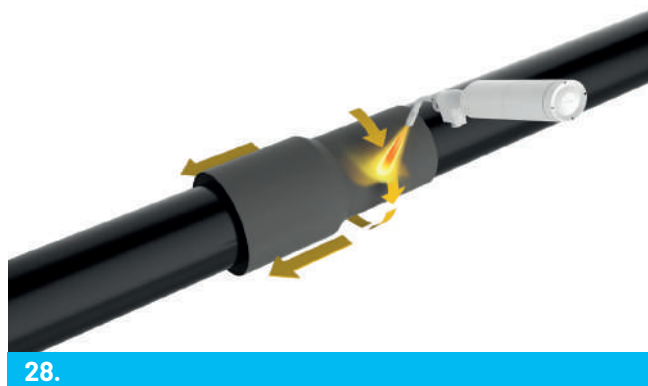
Rimuovere completamente la protezione delle strisce di adesivo.



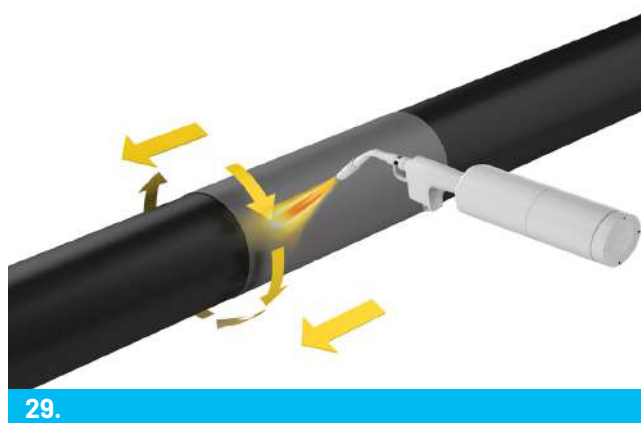
27.

Termorestringere un lato dell'overcasing in modo uniforme e lungo tutta la circonferenza del tubo. Tenere la torcia in movimento per evitare il surriscaldamento ed eventuali macchie; garantire sufficiente calore anche nella parte inferiore del tubo.

MUFFOLA IN PE RETICOLATO CON SCHIUMATURA ISPEZIONABILE

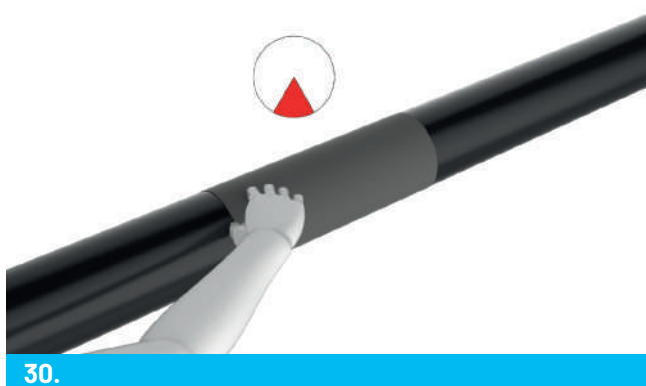


28. Fare ampi movimenti circolari sul manicotto.

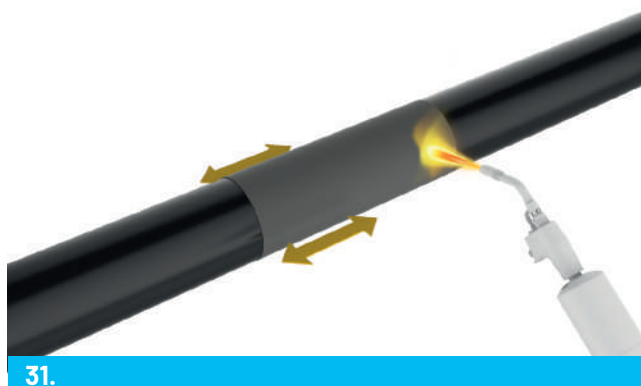


29. Proseguire i movimenti fino ad arrivare alla parte finale dell'overcasing.

CONTROLLO QUALITÀ (TEST DEL DITO)



30. Con un dito protetto assicurarsi che nell'area termoristretta (la posizione ideale è tra ore 5 ed ore 7) il giunto e l'adesivo siano morbidi. In presenza di bolle o macchie, il manicotto dovrà essere nuovamente scaldato.



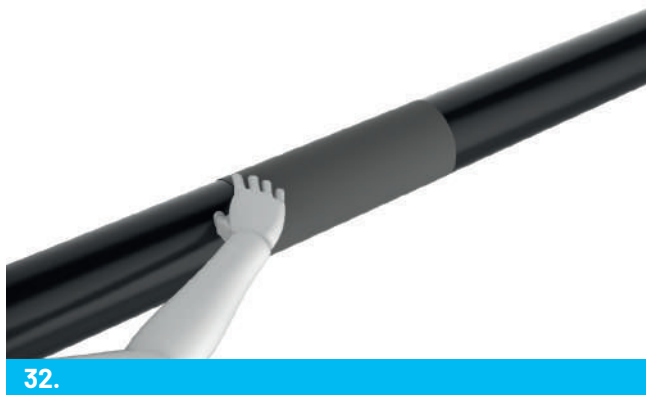
31. La completa termorestrizione dell'overcasing è avvenuta quando sia il film che il manicotto sono perfettamente aderenti al polietilene. Normalmente si può manifestare una fuoriuscita dell'adesivo dalle estremità dell'overcasing.

MUFFOLA IN PE RETICOLATO CON SCHIUMATURA ISPEZIONABILE

NOTA

A termoretrazione completata, il manicotto deve essere lasciato a riposo il più possibile prima dell'interramento (da un minimo di un'ora). Questo assicura che l'adesivo raffreddi completamente, assicurandone la sigillatura. Al fine di prevenire danneggiamenti dell'overcasing, utilizzare materiale di riempimento adatto (privo di pietre taglienti e di grosse dimensioni).

CONTROLLO QUALITÀ (TEST DEL DITO)



32.

Come controllo finale, assicurarsi che tutto l'overcasing aderisca perfettamente alla superficie del tubo; la fuoriuscita dell'adesivo da entrambi i lati e da tutta la circonferenza ne è la prova. In caso contrario riscaldare nuovamente.



33.

L'installazione è perfettamente avvenuta quando il manicotto ha aderito perfettamente al tubo ed al poliuretano. Controllare visivamente:

- che l'overcasing sia a completo contatto con il tubopreisolato;
- l'adesivo sia uscito da entrambe le estremità; assenza di bolle, fessure o buchi.

APPLICAZIONE DEL NASTRO TENSIONATORE

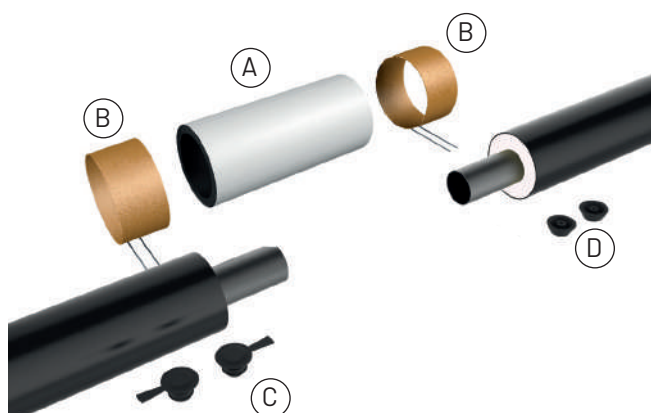


PE ≥ Ø 355

34.

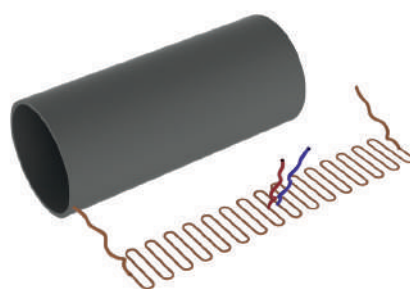
Dal diametro Ø 355 e oltre, applicare su entrambe le estremità del manicotto, il nastro tensionatore immediatamente dopo il termorestringimento e quando il casing è ancora morbido. In caso di raffreddamento, scaldare nuovamente.

MUFFOLA ELETTROSALDATA



Contenuto del kit:

- A)** nr. 1 Overcasing elettrosaldabile in polietilene;
- B)** nr. 2 Resistenze e sensori di temperatura;
- C)** nr. 2 tappi di sfiato;
- D)** nr. 2 tappi a saldare;
- componenti poliuretanici predosati per la coibentazione "in campo";
- kit elettrico (cavi, distanziatori, connettori, ecc.) per il collegamento al sistema di teleallarme, se previsto.



1.

Manicotto elettrosaldabile, con elementi di riscaldamento e sensori di temperatura.



2.

Infilare il manicotto elettrosaldabile sul tubo principale, prima della saldatura dei tubi acciaio.



3.

Centrare il manicotto elettrosaldabile sulla zona di giunzione.

MUFFOLA ELETTROSALDATA

PRINCIPALE ATTREZZATURE DA DISPORRE IN CANTIERE

- attrezzatura per la saldatura dei tappi di chiusura o polifusione;
- saldatrice ed appositi "collari" per l'elettrosaldatura del manicotto;
- bombola gas;
- torcia gas propano con bocca $\varnothing 30 \times 50$ mm;
- regolatore di pressione;
- trapano elettrico;
- fresa a tazza $\varnothing 24$ mm;
- tela vetrata grana 60+80 in rotoli di larghezza 50 mm;
- utensili manuali vari (martello, cacciavite, scalpello, ecc.);
- alcool e stracci;
- attrezzatura per prova in pressione;



4.

Marcare con un pennarello bianco, centrandola sul tubo principale, la lunghezza del manicotto elettrosaldabile.



5.

Allontanare il manicotto elettrosaldabile dalla zona di giunzione.



6.

Asportare circa 1÷2 cm di isolamento dalle estremità dei tubi e pulire la guaina esterna, prima della pulizia con la tela vetrata.



7.

Irruvidire la guaina esterna in PEAD dei tubi per almeno 150 mm su entrambe le estremità con la tela vetrata.

MUFFOLA ELETTROSALDATA



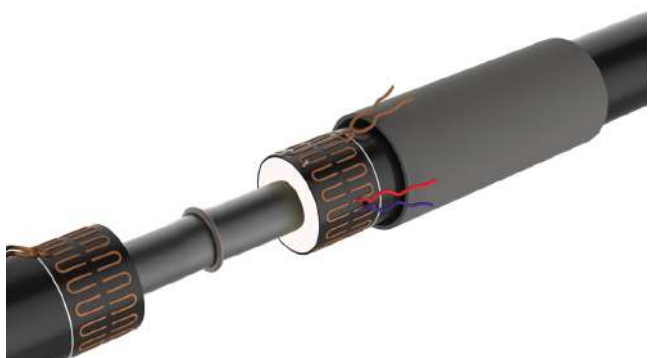
8.

Pulire la guaina esterna in PEAD dei tubi su entrambe le estremità, dopo aver pulito con la tela vetrata. Le superfici devono essere PULITE E ASCIUTTE.



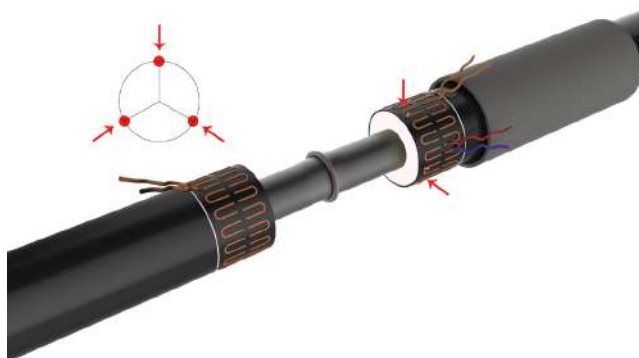
9.

Posizionare i termoelementi sul tubo guaina in PE.



10.

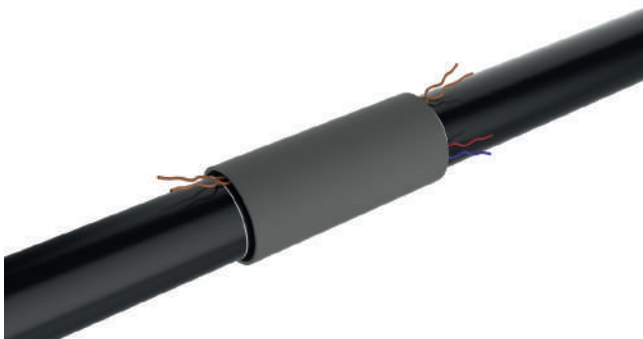
Utilizzare delle graffette per fissare i termoelementi sul tubo principale.



11.

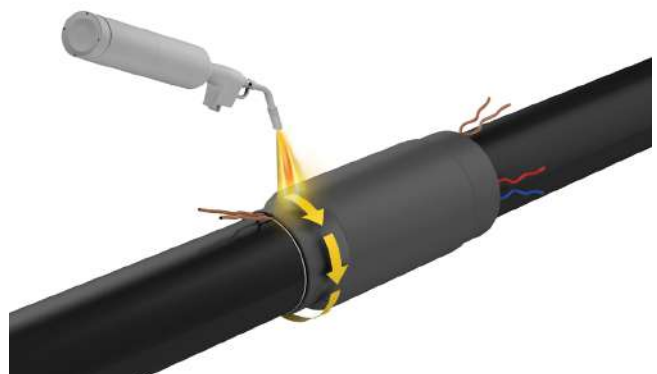
Scegliere, come punti di fissaggio, quelli posti a ore 12, 4 ed 8.
IMPORTANTE: non esporre i sensori ai raggi diretti del sole.

MUFFOLA ELETTROSALDATA



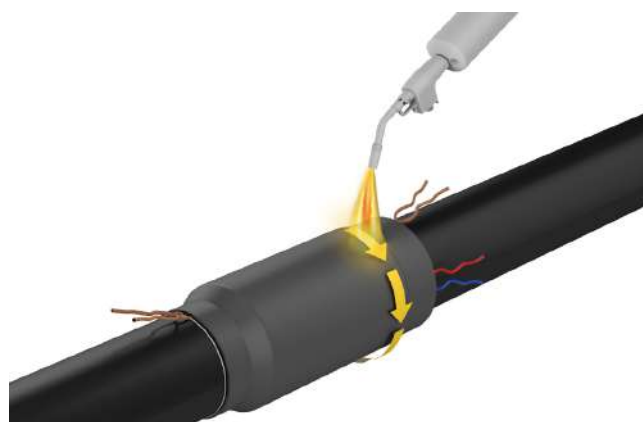
12.

Posizionare il manicotto elettrosaldabile, centrando sulla zona di giunzione (rispettando i segni di ingombro marcati in precedenza).



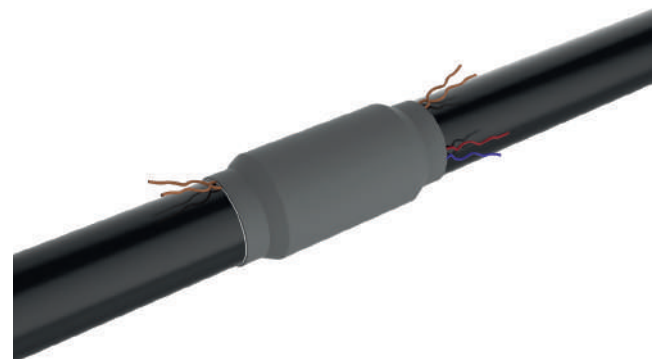
13.

Scaldare per termorestringere ogni estremità del manicotto, agendo sull'intera circonferenza.



14.

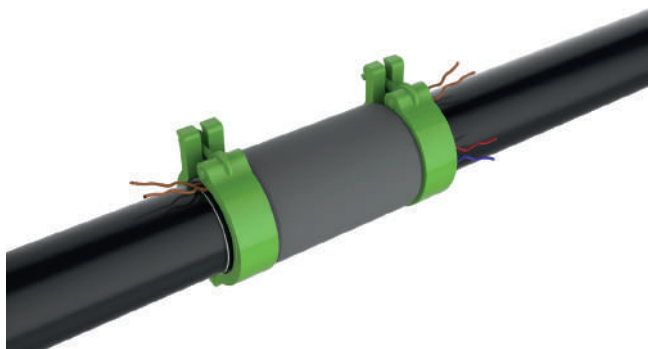
Scaldare per termorestringere ogni estremità del manicotto, agendo sull'intera circonferenza.



15.

Scaldare fino al completo restringimento di entrambe le estremità del manicotto.

MUFFOLA ELETTROSALDATA



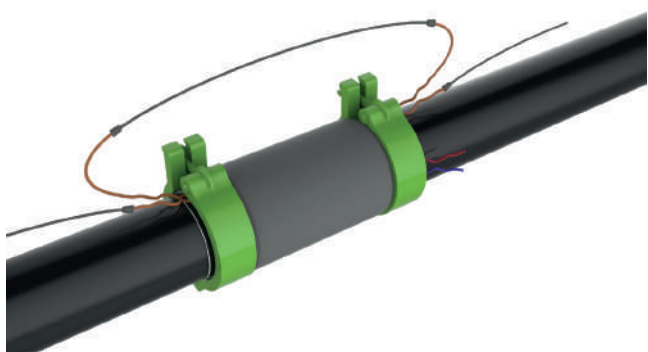
16.

Stringere le estremità con gli appositi collari.



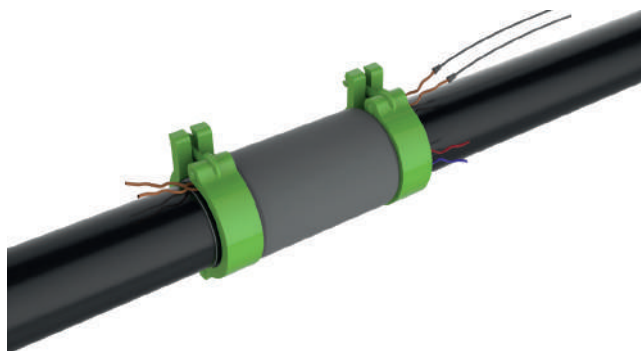
17.

Prima dell'utilizzo della saldatrice, leggere attentamente le istruzioni di funzionamento.



18.

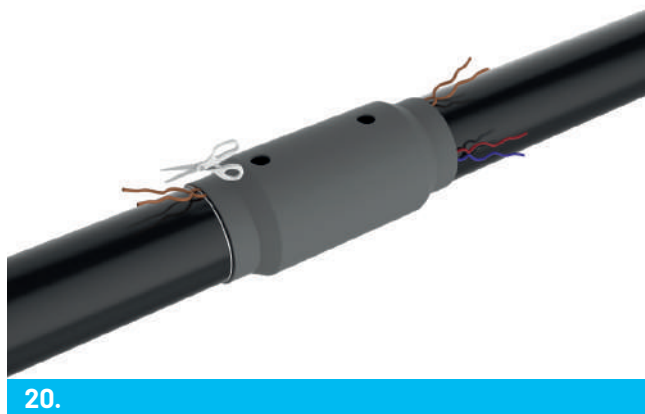
Fino al diametro esterno di Ø560, incluso, è possibile saldare entrambe le estremità contemporaneamente. Collegare i termoelementi ed i sensori di temperatura alla saldatrice.



19.

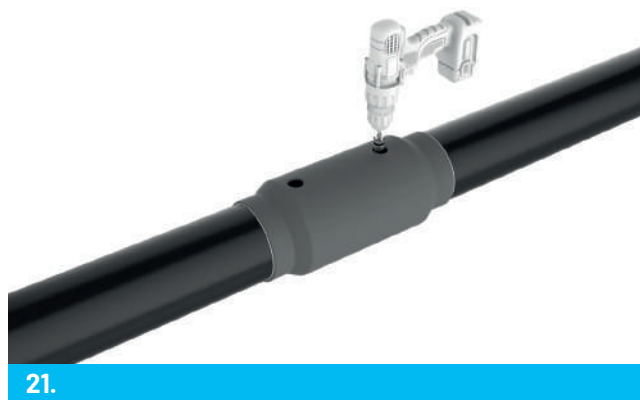
Se il diametro esterno è maggiore di Ø560, saldare solo una estremità alla volta. Collegare i termoelementi ed i sensori di temperatura alla saldatrice.

MUFFOLA ELETTROSALDATA



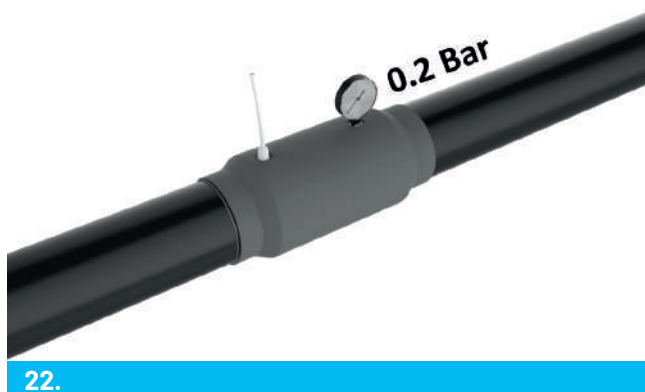
20.

Tagliare i cavi di connessione e i sensori di temperatura.



21.

Eeguire i fori sul manicotto raffreddato per la successiva fase di schiumatura.



22.

Eeguire il test di tenuta della camera di schiumatura, alla pressione di almeno 0,2 bar.



23.

Dopo aver adeguatamente miscelato i due componenti poliuretanic, versare il composto nel foro ancora aperto; quindi, chiudere il foro di iniezione con l'apposito tappo di sfiato e pulire accuratamente la zona intorno al/i tappo/i.

MUFFOLA ELETTROSALDATA



24.

La fuoriuscita parziale di schiuma dai tappi di sfiato è indicativa della corretta schiumatura del giunto.



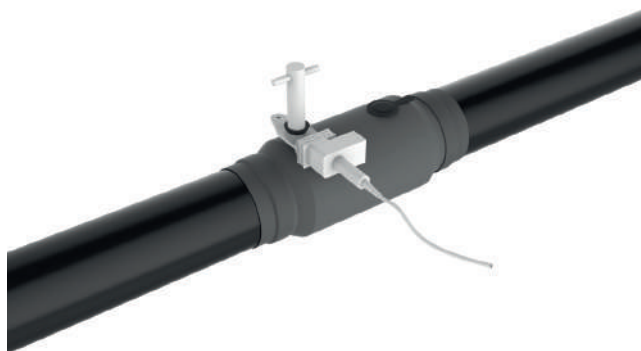
25.

Al termine dell'espansione della schiuma poliuretanic ed a reazione conclusa (dopo circa un'ora), provvedere all'asportazione del/dei tappo/i di sfiato. Portare l'attrezzatura di riscaldamento tappi alla temperatura di ca. 260°C (±10°C). Scaldare il foro premendo l'apposito crogiolo verso il basso.

Dimensioni guaina PEAD e Tempo di riscaldamento

066÷125 - 140÷200 - 225÷315 - 355÷500 - 560÷630

10 sec. 20 sec. 30 sec. 40 sec. 50 sec.



26.

Posizionare il tappo a saldare all'interno del crogiolo di riscaldamento, aiutandosi con l'impugnatura provvisoria. Tenendo premuto il tappo a saldare sul crogiolo e, di conseguenza, il crogiolo sul foro da chiudere, si scaldano contemporaneamente i lembi che andranno successivamente a contatto per effettuare la saldatura.



27.

Quando entrambe le zone saranno adeguatamente riscaldate, togliere l'attrezzatura di riscaldamento ed inserire immediatamente il tappo nel foro. Premere fino ad allineare la superficie superiore del tappo con quella del foro. Non bisogna superare tale limite. A questo punto mantenere una pressione morbida sufficiente a mantenere il contatto delle superfici in fusione per almeno 1 minuto. Devono comparire 1 o 2 cordoni di materiale intorno al bordo del tappo. Fino a quando la temperatura del tappo saldato risulta calda al tatto, non bisogna togliere l'impugnatura provvisoria. Nel caso dei due fori, ripetere l'operazione per l'altro tappo.

MUFFOLA ELETTROSALDATA

NOTA

A saldatura completata, il manicotto deve essere lasciato a riposo il più possibile prima dell'interramento (da un minimo di un'ora). Questo assicura che l'adesivo raffreddi completamente, assicurandone la sigillatura. Al fine di prevenire danneggiamenti dell'overcasing, utilizzare materiale di riempimento adatto (privo di pietre taglienti e di grosse dimensioni).



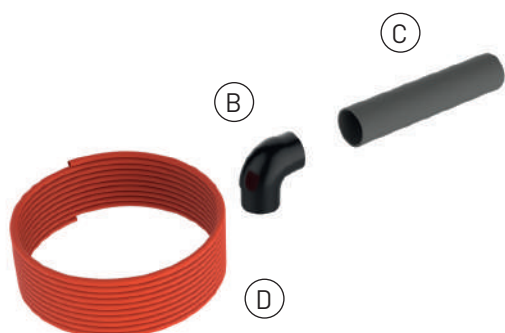
28.

Il ripristino dell'isolamento di giunzione è terminato.

KIT DI ESTRAZIONE CAVI

PRINCIPALE ATTREZZATURE DA DISPORRE IN CANTIERE

- attrezzatura per la saldatura dei tappi di chiusura o polifusore;
- bombola gas;
- torcia gas propano con bocca $\varnothing 30 \pm 50$ mm;
- regolatore di pressione;
- trapano elettrico;
- fresa a tazza $\varnothing 24$ mm;
- tela vetrata grana 60 ± 80 in rotoli di larghezza 50 mm;
- utensili manuali vari (martello, cacciavite, scalpello, ecc.);
- alcool e stracci.



Contenuto del kit:

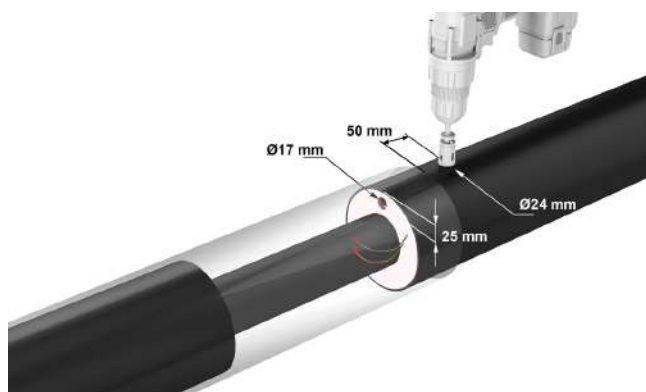
- kit elettrico (cavi, distanziatori, connettori, ecc.) per il collegamento al sistema teleallarme;
- B) gomito in PEAD 90° ("pipetta");
- C) tubolare termoretraibile per sigillatura finale;
- D) cavo 5 conduttori doppio rivestimento.



1.

Eseguendo l'estrazione dei cavi sulla guaina esterna dei tubi, vicino alla zona di ripristino (e non al suo interno), il sistema è valido per qualsiasi tipologia di ripristino.

Nota: se il sistema di posa prevede l'utilizzo del ripristino con coppelle preformate di poliuretano, ove sono eseguite le estrazioni dei cavi, i ripristini dovranno essere ad ogni modo eseguiti con il riempimento "in loco".



2.

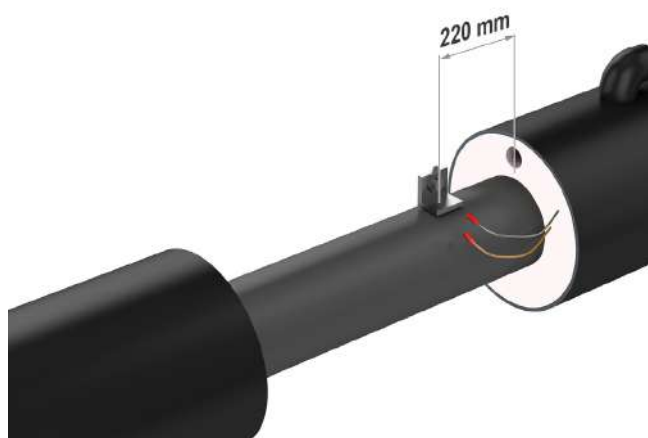
Ad una distanza di ca. 50 mm dall'ingombro della "muffola", praticare un foro con una fresa a tazza $\varnothing 24$ mm, asportare i residui di isolamento e smussare il bordo del foro. A circa 25 mm dalla superficie esterna della guaina in PEAD, praticare un foro perpendicolare a quello già realizzato della larghezza di ca. 17 mm.



3.

Smussare il bordo con l'apposito attrezzo. Dopo aver adeguatamente portato in temperatura il polifusore, riscaldare simultaneamente il bordo del foro e l'estremità a saldare del gomito 90°, quindi, quando saranno visibili i bordini di materiale fuso, rimuovere il polifusore ed introdurre il gomito nel foro, premendo per circa 30 secondi (fino a vedere un cordone omogeneo di saldatura).

KIT DI ESTRAZIONE CAVI



4.

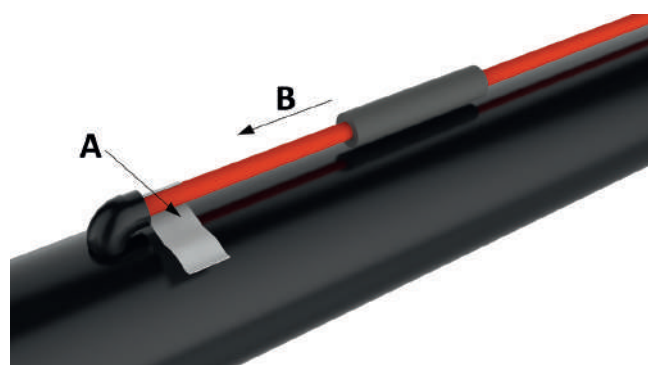
In prossimità della saldatura dei tubi, predisporre un attacco per la messa a terra del circuito di teleallarme. Prima della connessione dei cavi, assicurarsi dell'assenza di ossidazioni e di materiale estraneo che ne possa compromettere il collegamento elettrico.



5.

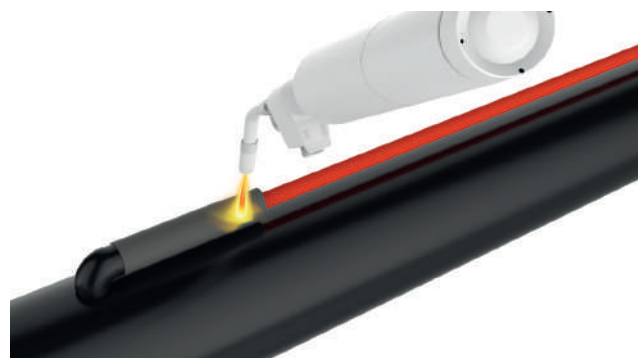
Prima di infilare il cavo a 5 conduttori all'interno del gomito 90°, inserire il tubolare termoretraibile.

Collegare il cavo rivestito in giallo-verde all'attacco della messa a terra. Collegare gli altri quattro conduttori ai cavi presenti nelle tubazioni (come da disegno), prestando attenzione ad annotare e/o numerare i collegamenti fatti per poterli identificare, una volta concluse le operazioni di estrazione.



6.

Avvolgere il mastice riempitivo attorno al cavo al fine di riempire il più possibile l'interno del gomito (A) e posizionare il tubolare termoretraibile, centrandolo sull'estremità da sigillare (B).



7.

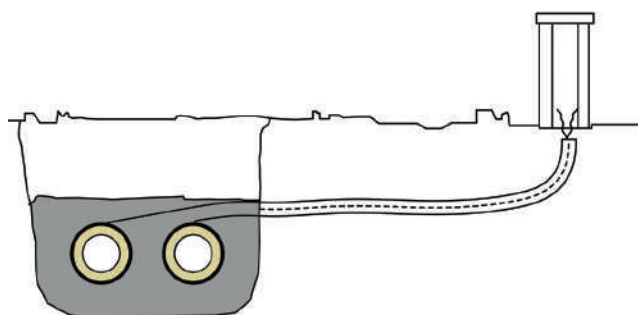
Riscaldare dolcemente fino a completare il restringimento del tubolare attorno alla "pipetta" ed al cavo a 5 conduttori. Controllare la corretta connessione dei cavi, prima di procedere con le operazioni di ripristino dell'isolamento nella zona di giunzione.

KIT DI ESTRAZIONE CAVI



8.

Le temperature riscontrabili nei differenti sistemi di tubazioni preisolate comportano possibili movimenti della tubazione stessa. Di conseguenza, è opportuno togliere qualsiasi tensione (vedi figura) ad una parte del cavo prima del collegamento alla conchiglia.



9.

Si consiglia di sistemare il cavo all'interno di un controtubo (p.es. corrugato in PVC), al fine di avere una buona protezione da eventuali danneggiamenti che possono accadere durante le operazioni di scavo o similari.

ED. IV/2024

Finito di stampare nel Giugno 2024

Nota: l'ultima versione è sempre disponibile sul sito **www.ecoline.it**



VIA TRIESTE, 66 - 25018 MONTICHIARI (BS) - ITALY
TEL. +39 030961562 - FAX +39 030961599
info@ecoline.it - www.ecoline.it