

## **COMUNE DI SAN GIOVANNI SUERGIU PROVINCIA DI CARBONIA-IGLESIAS**

### ***LAVORI DI RIFACIMENTO DELLA RETE IDRICA DI DISTRIBUZIONE DELLA BORGATA EX-INPS***

#### **ALLEGATO L DISCIPLINARE FORNITURA E POSA TUBAZIONI PER ALLACCIO IDRICO IN PEAD**

IL PROGETTISTA

(Ing. Sandro Murgia)

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

(Ing. Simona Granata)

Data

Ottobre 2013



## 1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il presente disciplinare tecnico, specifica gli aspetti generali di un sistema di tubazioni e dei relativi componenti di polietilene (PE) ad alta densità PE 80 e PE 100 da impiegarsi nel campo della adduzione in pressione dell'acqua per uso umano, incluso il trasporto prima del trattamento.

Le specifiche tecniche hanno lo scopo di stabilire i requisiti vincolanti la fornitura e il collaudo di tubi in polietilene ad alta densità e si applicano ai tubi di PE, raccordi, valvole, a loro giunzioni ed a giunzioni con componenti di altri materiali non plastici destinati ad essere impiegati nelle seguenti condizioni:

a una pressione massima operativa MOP, fino a 25 bar, compresi;

per funzionamento ad una temperatura di esercizio di riferimento di 20°C.

Le tubazioni dovranno essere prodotte in conformità alla UNI EN 12201 da aziende in possesso di Certificazione di qualità aziendale ISO 9001:2000 e ISO 14001:1996, rilasciato da organismo accreditato secondo la EN 45012.

Raccordi e accessori di PE a.d. dovranno essere conformi alle stesse norme.

La materia prima impiegata deve essere atossica e conforme alle prescrizioni igienico-sanitarie del Decreto Ministeriale n. 174 del 06.04.2004, in modo da rendere i tubi idonei al contatto di acqua destinata al consumo umano.

Saranno accettate tubazioni prodotte con materie prime aventi un valore M.R.S. (*Minimum Required Strenght*) pari rispettivamente a 8 o 10 MPa le cui curve di regressione siano presentate con la certificazione di un laboratorio accreditato secondo la EN 45012.

Il valore della pressione RCP critica (*Rapid Creep Propagation*) dichiarato dal produttore, dovrà essere valutato secondo la ISO 13477. La prova dovrà essere certificata da un laboratorio indipendente, a sua volta accreditato secondo la EN 45012.

Potranno essere richieste tubazioni aventi caratteristiche superiori a quelle minime prescritte dalla UNI EN 12201, al fine di garantire l'adeguato livello di affidabilità per i diversi campi di impiego.

Fanno parte del presente disciplinare, anche se non allegate, le norme:

**UNI 10566:1996** *“Saldatrici per elettrofusione ed attrezzature ausiliarie impiegate per l'esecuzione di giunzioni di tubi e/o raccordi in polietilene (PE), mediante raccordi elettrosaldabili, ....”*

**UNI 9737:1997** *“Classificazione e qualificazione dei saldatori di materie plastiche. Saldatori con i procedimenti ad elementi termici per contatto con attrezzatura meccanica e a elettrofusione ....”*

**UNI 10520:1997** *“Saldatura di materie plastiche. Saldatura ad elementi termici per contatto. Saldatura di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene.....”*

**UNI 10521:1997** “Saldatura di materie plastiche. Saldatura per elettrofusione. Saldatura di tubi e/o raccordi in polietilene .....

**ISO 13477:1997** “Determinazione della resistenza alla propagazione della frattura-small scale steady state test –S4”

**UNI EN ISO 13478:1997** “Tubi, raccordi e assiemati di materiale termoplastico per il trasporto di fluidi - Determinazione della resistenza alla pressione interna - Parte 1: Metodo generale”

**UNI EN 728:1998** “Sistemi di tubazioni e canalizzazioni di materia plastica – Tubi e raccordi di poliolefine – Determinazione del tempo di induzione all'ossidazione”

**UNI 10761:1999** “Coordinamento delle attività di saldatura, posa e collaudo di reti di polietilene per il convogliamento di fluidi in gas combustibili, acqua e altri fluidi in pressione..... requisiti per l'addestramento, la qualificazione e la certificazione del personale”

**UNI EN 12106:1999** “Sistemi di tubazioni in materia plastica. Metodo di prova per la resistenza alla pressione interna dopo la prova a schiacciamento”

**UNI EN ISO 13479:1999** “Tubi di poliolefine per il trasporto di fluidi – Determinazione della resistenza alla propagazione della fessura – Metodo di prova per la propagazione lenta della fessura di un tubo intagliato”

**ISO 13953:2001** “Determinazione dell'allungamento a trazione e rottura per pezzi saldati di testa”

**UNI EN ISO 6259-1:2002** “Determinazione delle proprietà tensili delle tubazioni-allungamento a rottura”

**UNI EN 12201-4:2002** “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Valvole”

**UNI 11024:2003** “Requisiti di qualità per la saldatura di tubazioni in polietilene per il convogliamento di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione”

**UNI EN 12201-1/2/3/5:2004** “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Generalità. Tubi. Raccordi. Idoneità all'impiego del sistema”

**UNI CEN/TS 12201-7:2004** “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Parte 7: Guida per la valutazione della conformità”

**UNI 11149:2005** “Posa in opera e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene per il trasporto di liquidi in pressione”

**UNI EN 681-2:2005** “Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 2: Elastomeri termoplastici”

**UNI EN 681-1:2006** “Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 1: Gomma vulcanizzata”

**UNI EN ISO 1167-1:2006** “Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi di materiale termoplastico. Determinazione della resistenza alla pressione interna a temperatura costante”

**DIN 8074** *“Tubi di polietilene ad alta densità – Misure”*

**DIN 8075** *“Tubi di polietilene ad alta densità – Requisiti di qualità generali, verifica”*

Per quanto riguarda i riferimenti datati, gli aggiornamenti fatti in seguito, o le revisioni di ciascuna di queste pubblicazioni, si applicano alla norma UNI EN 12201 solo quando incorporati in essa per mezzo di correzione o di revisione. Per i riferimenti non datati, si applica l'ultima edizione della pubblicazione a cui si fa riferimento.

Nei successivi capitoli 2÷6 si riporta un estratto della edizione italiana della UNI EN 12201.

## MATERIALE

### **1.1 Composizione**

La composizione da cui i prodotti sono ottenuti deve essere costituita aggiungendo a polimeri a base di polietilene, solo quegli additivi necessari per la lavorazione e l'uso finale dei prodotti, in conformità ai requisiti delle rispettive parti della EN 12201.

Tutti gli additivi devono essere dispersi in modo uniforme.

### **1.2 Colore**

#### **1.2.1 Generalità**

Il colore delle composizioni deve essere blu o nero.

#### **1.2.2 Composizione (compound) nera**

Il nero di carbonio usato nella produzione di una composizione nera deve avere una dimensione media (primaria) delle particelle da 10 nm a 25 nm.

### **1.3 Uso del materiale rilavorabile**

Il materiale pulito rilavorabile proveniente dalla produzione propria e dalle attività di prova dei prodotti per la EN 12201, può essere usato se è derivato dalla stessa composizione utilizzata nella produzione in questione. Materiali rilavorabili ottenuti da sorgenti esterne e da materiali riciclabili non devono essere usati.

### **1.4 Caratteristiche fisiche delle composizioni di PE**

La composizione utilizzata nella fabbricazione dei tubi, dei raccordi e delle valvole devono corrispondere ai requisiti specificati nel Prospetto 1 per il materiale in forma di granuli e nel Prospetto 2 per il materiale in forma di tubi.

Prospetto 1 - Caratteristiche delle composizioni di PE in forma di granuli

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova		Metodo di prova
		Parametro	Valore	
Massa volumica della composizione	$\geq 930 \text{ kg/m}^3$	Temperatura di prova Numero di campioni	23 °C 3	ISO 1183:1997 Metodo D
Contenuto di nero carbonio (composizione nera)	(da 2 a 2,5)% in massa	Deve corrispondere alla ISO 6964:1986		ISO 6964:1986
Dispersione del nero di carbonio	$\leq$ grado 3	Deve essere conforme alla ISO 11420:1996		ISO 11420:1996
Dispersione del pigmento (composizione blu)	$\leq$ grado 3	Deve essere conforme alla ISO 13940:1997		ISO 13949:1997
Contenuto di acqua	$\leq 300 \text{ mg/kg}$	Numero di provette	1	EN12118
Sostanze volatili	$\leq 350 \text{ mg/kg}$	Numero di provette	1	EN 12099
Tempo di induzione all'ossidazione	$\geq 20 \text{ min}$	Temperatura di prova Numero di provette	200 °C 3	EN728
Indice di fluidità in massa (MFR) per PE40	0,2 a 1,4 g/10 min. Deviazione massima del $\pm 20\%$ del valore dato dal produttore della composizione (compund)	Carico Temperatura di prova Tempo Numero di provette	2,16 kg 190 °C 10 min Conforme ISO 1183:1997	ISO 1133:1999 Condizione D
Indice di fluidità in massa (MFR) per PE63, 80 e PE100	0,2 a 1,4 g/10 min. Deviazione massima del $\pm 20\%$ del valore dato dal produttore della composizione (compund)	Carico Temperatura di prova Tempo Numero di provette	5kg 190 °C 10 min Conforme ISO 1183:1997	ISO 1133:1999 Condizione T

Prospetto 2 - Caratteristica della composizione di PE nella forma di tubo

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova		Metodo di prova
Resistenza alla trazione per la saldatura di testa	Prova di rottura: duttile: passa fragile: non passa	Diametro del tubo  Rapporto del diametro del tubo Temperatura di prova Numero di provette	110 mm  SDR 11  23 °C Deve essere conforme alla ISO 13953:2001	ISO 13953:2001

Resistenza alla propagazione lenta della frattura del tubo, di dimensioni 110 o 125 mm SDR 11	Nessuna rottura durante la prova	Temperatura di prova Pressione interna di prova per PE 63 PE 80 PE 100 Periodo di prova Tipo di prova Numero di provette	80 °C  6.4 bar 8.0 bar 9.2 bar 165 h <sup>1</sup> acqua in acqua Deve essere conforme alla ISO 13479:1997	EN ISO 13479:1997
Effetto sulla qualità dell'acqua	Conforme ai regolamenti nazionali esistenti			
Resistenza all'invecchiamento ambientale  Solamente per le composizioni blu	Le provette per la resistenza all'invecchiamento ambientale devono soddisfare i requisiti delle seguenti caratteristiche	Radiazione solare cumulativa	≥ 3,5 GJ/m <sup>2</sup>	EN 1056
a) Tempo di induzione all'ossidazione	Deve essere conforme al prospetto 1 della EN 12201-1:2003			
b) Deformazione alla rottura	Deve essere conforme al prospetto 5 della EN 12201-2:2003			
c) Resistenza idrostatica a 80 °C	Deve essere conforme al prospetto 3 della EN 12201-2:2003			
Resistenza alla propagazione rapida della frattura	Arresto	Diametro del tubo d <sub>n</sub> Rapporto del diametro del tubo Temperatura di prova Mezzo di prova Pressione interna di prova per PE 100 PE 80 Numero di provette	250 mm SDR 11  0 °C Aria  10,0 bar 8,0 bar Deve essere conforme alla ISO 13477:1997	EN ISO 13477:1997 (prova S4)
oppure				
Resistenza alla propagazione rapida della frattura	Arresto	Diametro del tubo d <sub>n</sub> Rapporto del diametro del tubo Temperatura di prova Mezzo di prova Pressione interna di prova per PE 100 PE 80 Numero di provette	500 mm SDR 11  0 °C Aria  24,0 bar 20,0 bar Deve essere conforme alla ISO 13478:1997	EN ISO 13478:1997 (FST)

<sup>1</sup> A seconda del tipo di impiego (tubazioni ad elevata prestazione con caratteristiche di protezione ed elevata resistenza all'intaglio), questo valore non dovrà essere inferiore a 500 h.



## **1.5    *Compatibilità alla saldatura***

Il produttore della composizione deve dimostrare che ogni composizione conforme al Prospetto 1 è saldabile esaminando la resistenza alla saldatura di testa della giunzione di tubi fabbricati con la composizione (compound) come specificato nel Prospetto 2.

Le composizioni conformi al Prospetto 1 sono considerate saldabili una con l'altra. Se richiesto il fabbricante deve dimostrare ciò sulle composizioni della propria gamma di produzione sottoponendo a prova di saldatura di testa la giunzione per la resistenza alla trazione come specificato nel Prospetto 2.

## 2 CARATTERISTICHE GENERALI

Le composizioni devono essere designate con il tipo di materiale (PE) e con il valore della resistenza minima richiesta (MRS), in accordo con il Prospetto 3.

La composizione deve avere una resistenza minima richiesta (MRS) almeno uguale o maggiore dei valori specificati nel Prospetto 3 quando valutato secondo la ISO TR 9080:1992 dove la prova di pressione è fatta in accordo con EN 1167. La classificazione della composizione in accordo con l'ISO TR 9080:1992 deve essere certificata dal produttore della composizione.

**Nota:** Se i raccordi sono fabbricati con la stessa composizione del tubo, allora la classificazione del materiale sarà la stessa di quella del tubo.

Quando una composizione è usata solo per la fabbricazione di raccordi, la composizione deve essere classificata usando provette preparate secondo la EN 12107.

*Prospetto 3 - Designazione del materiale e sforzo di progetto massimo*

<b>Designazione</b>	<b>Resistenza minima richiesta (MRS) MPa</b>	<b><math>\sigma_s</math> MPa</b>
PE100	10,0	8,0
PE80	8,0	6,3
PE63	6,3	5,0
PE40	4,0	3,2

### 2.1 Misurazione

Le dimensioni del tubo devono essere misurate in accordo con il prEN ISO 3126:1999. Nel caso di contrasto le dimensioni dei tubi devono essere misurate non prima di 24 h dopo la fabbricazione, dopo condizionamento per almeno 4 h a (23±2) °C.

### 2.2 Diametro medio esterno e scostamento dalla circolarità (ovalizzazione)

Il diametro medio esterno,  $d_{em}$  e lo scostamento dalla circolarità (ovalizzazione) devono essere conformi al Prospetto 4.

Prospetto 4 - Diametri esterni medi e scostamento dalla circolarità

Dimensione nominale DN/OD	Diametro nominale esterno $d_n$	Diametro esterno medio		Massimo scostamento dalla circolarità/ (ovalizzazione)
		$d_{em,min}$	$d_{em,max}$	
16	16	16,0	16,3	1,2
20	20	20,0	20,3	1,2
25	25	25,0	25,3	1,2
32	32	32,0	32,3	1,3
40	40	40,0	40,4	1,4
50	50	50,0	50,4	1,4
63	63	63,0	63,4	1,5
75	75	75,0	75,5	1,6
90	90	90,0	90,6	1,8
110	110	110,0	110,7	2,2
125	125	125,0	125,8	2,5
140	140	140,0	140,9	2,8
160	160	160,0	161,0	3,2
180	180	180,0	181,1	3,6
200	200	200,0	201,2	4,0
225	225	225,0	226,4	4,5
250	250	250,0	251,5	5,0
280	280	280,0	281,7	9,8
315	315	315,0	316,9	11,1
355	355	355,0	357,2	12,5
400	400	400,0	402,4	14,0
450	450	450,0	452,7	15,6
500	500	500,0	503,0	17,5
560	560	560,0	563,4	19,6
630	630	630,0	633,8	22,1
710	710	710,0	716,4	-
800	800	800,0	807,2	-
900	900	900,0	908,1	-
1000	1000	1000,0	1009,0	-
1200	1200	1200,0	1 210,8	-
1400	1400	1400,0	1 412,6	-
1600	1600	1600,0	1 614,4	-

### 2.3 Spessori di parete e relative tolleranze

Lo spessore di parete deve essere in accordo con il Prospetto 5.

Prospetto 5 - Spessori di parete per le serie del tubo. Dimensione in millimetri

Dimensione nominale	SDR6 S 2,5		SDR 7.4 S 3,2		SDR 9 S 4		SDR 11 S 5		SDR 13.6 S 6.3		SDR 17 S 8		SDR 17.6 S 8.3		SDR 21 S 10		SDR 26 S 12.5		SDR 33 S 16		SDR 41 S 20	
	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>
PE 40	N		PN 10		PN 8		N		PN 5		PN 4		N		PN 3,2		PN 2,5					
PE 63	N		N		N		PN 10		PN 8				PN 6		PN 5		PN 4		PN 3,2		PN 2,5	
PE 80	PN 25		PN 20		PN 16		PN 12,5		PN 10		PN 8		N		PN 6		PN 5		PN 4		PN 3,2	
PE 100	N		PN 25		PN 20		PN 16		PN 12,5		PN 10		N		PN 8		PN 6		PN 5		PN 4	
16	3,0	3,4	2,3	2,7	2,0'	2,3	.	-	.	-	.	.	-	-	-	-	-	.	-	-	-	-
20	3,4	3,9	3,0'	3,4	2,3	2,7	2,0'	2,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	4,2	4,8	3,5	4,0	3,0	3,4	2,3	2,7	2,0	2,3	-	-	-	-	-	.	-	-	-	-	-	-
32	5,4	6,1	4,4	5,0	3,6	4,1	3,0	3,4	2,4	2,8	2,0	2,3	2,0"	2,3	-	-	-	-	-	-	-	-
40	6,7	7,5	5,5	6,2	4,5	5,1	3,7	4,2	3,0	3,5	2,4	2,8	2,3	2,7	2,0'>	2,3	.	.	-	-	-	-
50	8,3	9,3	6,9	7,7	5,6	6,3	4,6	5,2	3,7	4,2	3,0	3,4	2,9	3,3	2,4	2,8	2,0	2,3	-	-	-	-
63	10,5	11,7	8,6	9,6	7,1	8,0	5,8	6,5	4,7	5,3	3,8	4,3	3,6	4,1	3,0	3,4	2,5	2,9	-	-	-	-
75	12,5	13,9	10,3	11,5	8,4	9,4	6,8	7,6	5,6	6,3	4,5	5,1	4,3	4,9	3,6	4,1	2,9	3,3	-	-	-	-
90	15,0	16,7	12,3	13,7	10,1	11,3	8,2	9,2	6,7	7,5	5,4	6,1	5,1	5,8	4,3	4,9	3,5	4,0	-	-	-	-
110	18,3	20,3	15,1	16,8	12,3	13,7	10,0	11,1	8,1	9,1	6,6	7,4	6,3	7,1	5,3	6,0	4,2	4,8	-	-	-	-
125	20,8	23,0	17,1	19,0	14,0	15,6	11,4	12,7	9,2	10,3	7,4	8,3	7,1	8,0	6,0	6,7	4,8	5,4	-	-	-	-
140	23,3	25,8	19,2	21,3	15,7	17,4	12,7	14,1	10,3	11,5	8,3	9,3	8,0	9,0	6,7	7,5	5,4	6,1	-	-	-	-
160	26,6	29,4	21,9	24,2	17,9	19,8	14,6	16,2	11,8	13,1	9,5	10,6	9,1	10,2	7,7	8,6	6,2	7,0	-	-	-	-
180	29,9	33,0	24,6	27,2	20,1	22,3	16,4	18,2	13,3	14,8	10,7	11,9	10,2	11,4	8,6	9,6	6,9	7,7	-	-	-	-
200	33,2	36,7	27,4	30,3	22,4	24,8	18,2	20,2	14,7	16,3	11,9	13,2	11,4	12,7	9,6	10,7	7,7	8,6	-	-	-	-
225	37,4	41,3	30,8	34,0	25,2	27,9	20,5	22,7	16,6	18,4	13,4	14,9	12,8	14,2	10,8	12,0	8,6	9,6	-	-	-	-

Dimensione nominale	SDR6 S 2,5		SDR 7.4 S 3,2		SDR 9 S 4		SDR 11 S 5		SDR 13.6 S 6.3		SDR 17 S 8		SDR 17.6 S 8.3		SDR 21 S 10		SDR 26 S 12.5		SDR 33 S 16		SDR 41 S 20	
	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>	e <sub>min</sub>
PE 40	N		PN 10		PN 8		N		PN 5		PN 4		N		PN 3,2		PN 2,5					
PE 63	N		N		N		PN 10		PN 8				PN 6		PN 5		PN 4		PN 3,2		PN 2,5	
PE 80	PN 25		PN 20		PN 16		PN 12,5		PN 10		PN 8		N		PN 6		PN 5		PN 4		PN 3,2	
PE 100	N		PN 25		PN 20		PN 16		PN 12,5		PN 10		N		PN 8		PN 6		PN 5		PN 4	
250	41,5	45,8	34,2	37,8	27,9	30,8	22,7	25,1	18,4	20,4	14,8	16,4	14,2	15,8	11,9	13,2	9,6	10,7	-	-	-	-
280	46,5	51,3	38,3	42,3	31,3	34,6	25,4	28,1	20,6	22,8	16,6	18,4	15,9	17,6	13,4	14,9	10,7	11,9	-	-	-	-
315	52,3	57,7	43,1	47,6	35,2	38,9	28,6	31,6	23,2	25,7	18,7	20,7	17,9	19,8	15,0	16,6	12,1	13,5	9,7	10,8	7,7	8,6
355	59,0	65,0	48,5	53,5	39,7	43,8	32,2	35,6	26,1	28,9	21,1	23,4	20,1	22,3	16,9	18,7	13,6	15,1	10,9	12,1	8,7	9,7
400	.	-	54,7	60,3	44,7	49,3	36,3	40,1	29,4	32,5	23,7	26,2	22,7	25,1	19,1	21,2	15,3	17,0	12,3	13,7	9,8	10,9
450	-	-	61,5	67,8	50,3	55,5	40,9	45,1	33,1	36,6	26,7	29,5	25,5	28,2	21,5	23,8	17,2	19,1	13,8	15,3	11,0	12,2
500	-	-	-	-	55,8	61,5	45,4	50,1	36,8	40,6	29,7	32,8	28,3	31,3	23,9	26,4	19,1	21,2	15,3	17,0	12,3	13,7
560	-	-	-	-	-	-	50,8	56,0	41,2	45,5	33,2	36,7	31,7	35,0	26,7	29,5	21,4	23,7	17,2	19,1	13,7	15,2
630	-	.	-	-	-	-	57,2	63,1	46,3	51,1	37,4	41,3	35,7	39,4	30,0	33,1	24,1	26,7	19,3	21,4	15,4	17,1
710	-	-	-	-	-	-	-	-	52,2	57,6	42,1	46,5	40,2	44,4	33,9	37,4	27,2	30,1	21,8	24,1	17,4	19,3
800	-	-	-	-	-	-	-	-	58,8	64,8	47,4	52,3	45,3	50,0	38,1	42,1	30,6	33,8	24,5	27,1	19,6	21,7
900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,3	58,8	51,0	56,2	42,9	47,3	34,4	38,3	27,6	30,5	22,0	24,3
1000	-	-	-	.	.	.	-	-	.	-	59,3	65,4	56,6	62,4	47,7	52,6	38,2	42,2	30,6	33,8	24,5	27,1
1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57,2	63,1	45,9	50,6	36,7	40,5	29,4	32,5
1400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,5	59,0	42,9	47,3	34,3	37,9
1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61,2	67,5	49,0	54,0	39,2	43,3

## 2.4 Tubi in rotoli

Il tubo deve essere arrotolato in modo che siano impediti deformazioni localizzate come per esempio instabilità locali (imbozzamenti) e torsioni (attorcigliamenti).

## 2.5 Lunghezze

Non sono stati fissati requisiti particolari per le lunghezze dei rotoli e dei tubi dritti o per le tolleranze; perciò è necessario che le lunghezze dei tubi siano concordate tra acquirente e fornitore.

Nel prospetto a seguito sono indicati i valori di SDR che potranno avere i tubi ed i raccordi prodotti ed il tipo di materiale che dovrà essere usato in funzione della pressione nominale.

PE 80		SDR 17	SDR 11	
		PN 8	PN 12,5	
		$D_N \geq 50$	$D_N \geq 20$	
		Rotoli $50 \leq D_N \leq 75$	Rotoli $20 \leq D_N \leq 110$	
		Barre incluse	Barre incluse	
PE100	SDR 26	SDR 17	SDR 11	SDR 7,4
	PN 6,3	PN 10	PN 16	PN 25
	$D_N \geq 160$	$D_N \geq 50$	$D_N \geq 20$	$D_N \geq 20$
	Rotoli esclusi	Rotoli $50 \leq D_N \leq 75$	Rotoli $20 \leq D_N \leq 110$	Rotoli $20 \leq D_N \leq 110$
	Barre incluse	Barre incluse	Barre incluse	Barre incluse

### 3 CARATTERISTICHE MECCANICHE

#### 3.1 Condizionamento

Se non altrimenti specificato dai metodi di prova applicabili, le provette devono essere condizionate a  $(23 \pm 2)$  °C prima delle prove in accordo con il Prospetto 6.

#### 3.2 Requisiti

Quando sottoposto a prova in conformità ai metodi di prova specificati nel Prospetto 6 usando i parametri indicati, il tubo deve avere caratteristiche meccaniche che si conformino ai requisiti dati nel Prospetto 6.

Prospetto 6 - Caratteristiche meccaniche

Caratteristica	Requisiti	Parametri di prova		Metodo di prova
		Parametri	Valore	
Resistenza alla pressione idrostatica a 20 °C	Nessun cedimento durante le prove di tutte le provette	Tappi di estremità	Tipo a)	UNI EN ISO 1167-1:2006
		Condizionamento	Conforme alla UNI EN ISO 1167-1:2006	
		Numero di provette	3	
		Tipo di prova	acqua in acqua	
		Temperatura di prova	20°C	
		Periodo di prova per	100 h	
		- PE40	7,0 MPa	
		- PE 63	8,0 MPa	
		- PE 80	10,0 MPa	
		- PE 100	12,4 MPa	
Resistenza alla pressione idrostatica a 80 °C	Nessun cedimento durante la prova di tutte le provette	Tappi di estremità	Tipo a)	UNI EN ISO 1167-1:2006
		Condizionamento	Conforme alla UNI EN ISO 1167-1:2006	
		Numero di provette	3	
		Tipo di prova	acqua in acqua	
		Temperatura di prova	80 °C	
		Periodo di Prova	165 h	
		Sforzo circonferenziale per		
		- PE40	2,5 MPa	
		- PE63	3,5 MPa	
		- PE80	4,6 MPa	
		- PE100	5,5 MPa	

[continua]

Resistenza alla pressione idrostatica a 80 °C	Nessun cedimento durante la prova di tutte le provette	Tappi di estremità	Tipo a)	UNI EN ISO 1167-1:2006
		Condizionamento	Conforme alla	
		Numero di provette	3	
		Tipo di prova	acqua in acqua	
		Temperatura di prova	80 °C	
		Periodo di prova	1000 h	
		Sforzo circonferenziale per		
		- PE 40	2,0 MPa	
		- PE 63	3,2 MPa	
		- PE 80	4,0 MPa	
		- PE 100	5,0 MPa	

### 3.3 Riprova in caso di rottura a 80 °C

Una frattura del tipo fragile in meno di 165 h deve essere considerata un mancato superamento della prova; tuttavia, se una provetta entro le 165 h si rompe in modo duttile, deve essere eseguita una riprova ad un prescelto sforzo minore in modo da ottenere il tempo minimo richiesto per lo sforzo scelto, ottenuto per interpolazione lineare tra i punti raccomandati di sforzo/tempo, dati nel Prospetto 7.

Prospetto 7 - Requisiti per la riprova della resistenza alla pressione idrostatica a 80 °C

PE 40		PE 63		PE 80		PE 100	
Sforzo MPa	Periodo di prova h	Sforzo MPa	Periodo di prova h	Sforzo MPa	Periodo di prova h	Sforzo MPa	Periodo di prova h
2,5	165	3,5	165	4,5	165	5,4	165
2,4	230	3,4	295	4,4	233	5,3	256
2,3	323	3,3	538	4,3	331	5,2	399
2,2	463	3,2	1000	4,2	474	5,1	629
2,1	675			4,1	685	5,0	1000
2,0	1000			4,0	1000		



## 4 CARATTERISTICHE FISICHE

### 4.1 Condizionamento

Se non altrimenti specificato dal metodo di prova applicabile, le provette devono essere condizionate a  $(23 \pm 2)$  °C prima della prova in accordo con il Prospetto 8.

### 4.2 Requisiti

Quando sottoposto a prova, in accordo con i metodi di prova specificati nel Prospetto 8, usando i parametri indicati, il tubo deve avere caratteristiche fisiche conformi ai requisiti dati nel Prospetto 8

*Prospetto 8 - Caratteristiche fisiche*

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova		Metodo di prova
Allungamento a rottura per e≤5 mm	≥350%	Formato della provetta Velocità di prova Numero provette	Tipo2 100 mm/min UNI EN ISO 6259:2002	UNI EN ISO 6259:2002
Allungamento a rottura per 5 mm<e≤12 mm	≥350%	Formato della provetta Velocità di prova Numero provette	Tipo1 50 mm/min UNI EN ISO 6259:2002	UNI EN ISO 6259:2002
Allungamento a rottura per e>12 mm	≥350%	Formato della provetta Velocità di prova Numero provette	Tipo1 25 mm/min UNI EN ISO 6259:2002	UNI EN ISO 6259:2002
		oppure		
		Formato della provetta Velocità di prova Numero provette	Tipo3 10 mm/min UNI EN ISO 1133:2005	
Indice di fluidità in massa MFR per PE 40	Variazione dell'MFR a seguito della lavorazione ± 20%	Carico Temperatura di prova Tempo di prova Numero provette	2,16 kg 190 °C 10 min UNI EN ISO 1133:2005	UNI EN ISO 1133:2005 condizione D
Indice di fluidità in massa MFR per PE 63, PE 80 e PE 100	Variazione dell'MFR a seguito della lavorazione di meno del 20%	Carico Temperatura di prova Tempo di prova Numero di provette	5,0 kg 190 °C 10 min UNI EN ISO 6259:2002	UNI EN ISO 1133:2005 condizione T
Tempo di induzione all'ossidazione	≥20 min	Temperatura di prova Numero di provette	200 °C 3	EN 728
Effetto sulla qualità dell'acqua	In conformità agli esistenti regolamenti nazionali			

## 5 MARCATURA

### 5.1 Generalità

Tutti i tubi devono essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza in modo tale che la marcatura non dia inizio a fessurazioni oppure ad altri tipi di rotture premature e che il normale stoccaggio, l'esposizione alle intemperie, il maneggio e l'installazione non danneggino la leggibilità del marchio.

Se si usa la stampa, il colore dell'informazione stampata deve differire dal colore base del tubo.

La marcatura deve essere leggibile senza ingrandimento.

### 5.2 Marcatura minima richiesta del tubo

La marcatura deve essere conforme al Prospetto 9 con la frequenza della marcatura che non sia meno di una al metro.

Prospetto 9 - Marcatura minima richiesta

<b>Aspetti</b>	<b>Marcatura o simbolo</b>
Numero della norma Identificazione del produttore Dimensioni ( $d_n \times e_n$ ) Serie SDR Materiali e designazioni Classe di pressione in bar Periodo di produzione (data o codice)	EN 12201 Nome e marchio ditta produttrice esempio 110×10 esempio SDR 11 esempio PE 80 esempio PN 12,5 esempio 9302
I rotoli devono essere marchiati successivamente con la lunghezza in metri, che indicherà la lunghezza rimanente nel rotolo	

## 6 GIUNZIONI

Le giunzioni fra tubo e tubo oppure fra tubo e raccordo o apparecchiature, etc. dovranno rientrare nei tipi di seguito riportati. Le prescrizioni riportate per ciascun tipo di giunzione hanno carattere indicativo, comunque dovranno essere seguite le eventuali prescrizioni dei fornitori.

Il materiale dei raccordi in contatto con i tubi di PE non deve influenzare le prestazioni dei tubi o iniziare fenomeni di rottura sotto sforzo.

I materiali elastomerici usati per fabbricare le guarnizioni devono essere conformi alle pertinenti parti della UNI EN 681-1:2006 o della UNI EN 681-2:2005.

### 6.1 *Giunzioni per saldatura*

Dovranno essere eseguite da personale qualificato (UNI 9737:1997) e certificate secondo la vigente normativa di settore, con idonee apparecchiature rispondenti ai requisiti relativi alle specifiche di saldatura del produttore di tubi ed alle prescrizioni di norma, tali da garantire le minime possibilità di errore nelle temperature, nelle pressioni e nei tempi, adottando tutti gli opportuni accorgimenti in caso di precipitazioni, di vento, di eccessiva polverosità.

Grassi o lubrificanti non devono essudare sulle parti saldate e non devono influenzare in alcun modo le prestazioni a lungo termine nei raccordi ed avere effetti negativi sulla qualità dell'acqua.

#### 6.1.1 *Saldatura testa a testa*

È usata nelle giunzioni fra tubo e tubo e fra tubo e raccordo di PE, quando quest'ultimo è predisposto in tal senso e gli elementi da saldare hanno il medesimo spessore. Questo tipo di saldatura viene realizzata con termoelementi, costituiti in genere da piastre di acciaio inossidabile o di lega di alluminio rispondenti alla UNI 10566:1996, rivestire con tessuto di PTFE (politetrafluoroetilene) e fibra di vetro, o con uno strato di vernice antiaderente. Tali elementi saranno riscaldati con resistenze elettriche o a gas con regolazione automatica della temperatura.

Le testate dei manufatti dovranno essere preparate per la saldatura testa a testa creando la complanarietà delle sezioni di taglio per mezzo di frese che possono essere manuali per i piccoli diametri ed elettriche per i diametri e gli spessori più alti; queste ultime devono avere velocità moderate per evitare il riscaldamento del materiale. Le testate così predisposte non devono essere toccate da mani o da altri corpi untuosi; nel caso ciò avvenisse dovranno essere accuratamente sgrassate con trielina o altri solventi clorurati.

I due pezzi da saldare verranno quindi posizionati e bloccati con due ganasce collegate con un sistema che ne permetta l'avvicinamento e che dia una pressione controllata della superficie di contatto.

Il termoelemento verrà inserito fra le testate che saranno premute contro la sua superficie. Il materiale passerà quindi allo stato plastico formando un leggero rigonfiamento.

Al tempo previsto il termoelemento verrà estratto e le due testate saranno premute l'una contro l'altra fino a che il materiale non ritornerà allo stato solido. La saldatura non dovrà essere rimossa se non quando la zona saldata si sarà raffreddata spontaneamente alla temperatura di circa 60 °C.

Tutte le operazioni di saldatura testa a testa, dovranno comunque rispondere alle procedure PR-QUAL-3 e PR-SAL-4, riguardanti la qualificazione del procedimento di saldatura ed il procedimento stesso.

#### *6.1.2 Saldatura a manicotto termico (UNI 10521:1997)*

La saldatura a manicotto termico si esegue riscaldando elettricamente il manicotto nel quale è incorporata una resistenza elettrica che produce il calore necessario per portare alla fusione il polietilene.

L'attrezzatura, che dovrà essere conforme alla UNI 10566:1996, consiste principalmente in un trasformatore di corrente che riporta la tensione adatta per ogni diametro di manicotto e ne determina i tempi di fusione.

Per una buona riuscita della saldatura ci si dovrà accertare che le superfici interessate alla giunzione (interna del manicotto ed esterna dei tubi) siano assolutamente esenti da impurità di qualsiasi genere ed in particolare modo prive di umidità ed untuosità. Le parti che si innestano nel manicotto dovranno essere precedentemente raschiate con un coltello affilato onde togliere l'ossidazione superficiale del materiale. La saldatura non dovrà essere forzata in alcun modo, se non fino a quando la temperatura superficiale esterna del manicotto sia spontaneamente scesa sotto i 50 °C.

Dovranno comunque essere rispettate le procedure e le disposizioni del produttore.

### **6.2 *Giunto a serraggio meccanico tipo GILBAULT, con tenuta mediante guarnizione elastomerica***

Tale tipo di giunzione potrà essere effettuata su ogni tipo di tubo, anche fra tubi di materiale diverso, purché abbiano lo stesso diametro esterno.

Qualunque sia la forma esterna ed il tipo di serraggio con cui questo giunto è realizzato, è necessario che la sua lunghezza utile, ossia la distanza assiale fra le due guarnizioni, sia non inferiore alla somma delle massime variazioni lineari che possono verificarsi per effetto termico nei due tronchi da congiungere, più una quantità variabile dai 30 ai 100 millimetri in relazione al diametro dei tronchi stessi.

La giunzione dovrà essere effettuata secondo il seguente ordine di operazione:

provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere ed assicurarsi che siano integre:

infilare le estremità dei due tubi nel giunto meccanico ed assicurarsi che ciascuna di esse sia introdotta per lunghezza corrispondente ad almeno 1/3 della lunghezza del manicotto, badando, però, che esse non vengano a contatto fra loro;  
infilare i bulloni, le rondelle ed i dadi attuandone il serraggio a croce.

### **6.3    *Giunto con ancoraggio mediante anello o ghiera di graffaggio***

Tale tipo di giunzione dovrà essere realizzata secondo il seguente ordine di operazioni:

- 1) tagliare il tubo nella lunghezza richiesta;
- separare le parti dal raccordo e montarle sul tubo cominciando dalla ghiera, seguita dall'anello di serraggio conico, curando che questo sia disposto nella direzione esatta, cioè con la parte terminale maggiore verso il raccordo;
- infilare il tubo nel corpo del raccordo fino a che non oltrepassi la guarnizione elastomerica e tocchi la battuta interna del corpo del raccordo;
- accostare l'anello di serraggio conico al corpo del raccordo ed avvitare strettamente la ghiera al raccordo stesso.

### **6.4    *Giunto a flangia libera con collare di appoggio***

Tale tipo di giunzione potrà essere effettuata anche fra tubi di materiale diverso o per il collegamento a pezzi speciali. Si realizza con flangie scorrevoli infilate su collari saldabili in PE a.d.. Le flangie potranno essere di normale acciaio al carbonio oppure di acciaio plastificato o qualunque altro materiale idoneo allo scopo.

La giunzione dovrà essere effettuata secondo il seguente ordine di operazioni:

- 1) infilare la flangia libera nell'estremità del tubo;
- 2) unire il collare d'appoggio al tubo procedendo come descritto al paragrafo 6.1
- 3) disporre la guarnizione elastomerica nell'apposita scanalatura del collare;
- 4) bullonare effettuando il serraggio a croce.

### **6.5    *Giunto di dilatazione***

Dove previsti, si adotteranno giunti di dilatazione del tipo "a soffietto in neoprene" oppure a "cannocchiale" secondo le indicazioni della direzione lavori che, in alternativa, se non riterrà opportuno l'uso di tali giunti, disporrà di bloccare i movimenti longitudinali della tubazione per mezzo di ancoraggi convenientemente localizzati e dimensionati.

## **6.6    *Ancoraggi***

Nei tratti di condotta in cui è stato previsto l'uso di giunzioni scorrevoli con guarnizione elastomerica, in corrispondenza di punti singolari, quali curve o eventuali testate, si dovranno realizzare blocchi in cls opportunamente dimensionati, con lo scopo di distribuire sulle pareti dello scavo la spinta derivante dalla pressione interna alla tubazione.

## **6.7    *Collegamenti con altri materiali***

Qualora si rendesse necessaria la giunzione di tubazioni di polietilene con tubi di altra natura (metallico o plastico di natura diversa) è, in ogni caso, vietato l'uso di collanti o di malta cementizia. Sarà in ogni caso il progettista o, in mancanza, il direttore dei lavori a dare l'esatta indicazione circa il sistema prescelto.

Il collegamento fra tubi di polietilene con apparecchiature metalliche, in genere dotate di estremità flangiate, potrà essere effettuato mediante il normale collegamento a flangia, eseguito con le modalità prescritte al paragrafo 6.4.

Le apparecchiature così collegate dovranno essere ancorate a blocchi di calcestruzzo in modo tale che non s'inducono sforzi di flessione e/o di torsione sui manufatti adiacenti.

La saldabilità tra tubazioni di PE a.d. aventi valori diversi di MRS è possibile. La validità della giunzione sarà verificata eseguendo il test alla pressione interna a 80 °C in accordo con quanto previsto dalla UNI EN 12201.

## **7 TUBAZIONI MULTISTRATO CORAZZATE**

Le tubazioni in polietilene multistrato saranno costituite da un tubo interno in PE a.d. che dovrà essere conforme alle norme e prescrizioni richiamate nel presente disciplinare, da uno strato antidiffusione realizzato con nastro adesivo in alluminio avvolto in continuo intorno al tubo interno e da un mantello esterno in polipropilene ramificato con processo produttivo in continuo. Le giunzioni di queste tubazioni dovranno essere realizzate fino al diametro di 90 mm con raccordi a stringere .

I raccordi saranno posizionati direttamente sul tubo senza asportare la corteccia esterna e l'alluminio.

Per i diametri superiori a 90 mm le giunzioni saranno realizzate con le metodologie già descritte nel presente disciplinare; predisponendo le estremità delle tubazioni mediante asportazioni del mantello esterno e dello strato in alluminio che verranno successivamente ripristinati con nastri termorestringenti o guarnizioni anulari.

### **7.1 Giunzioni**

Le giunzioni tra tubi dovranno essere realizzate con raccordi a stringere in ottone antidezincificazione aventi attacchi filettati passo gas, secondo norma UNI EN ISO 228/1.

I raccordi dovranno essere conformi al D.M. 174/2004 ed essere certificati da attestato rilasciato da Ente Terzo circa la conformità alle richieste dell'O.M.S. sul rilascio di piombo.

Il serraggio del tubo deve essere realizzato impedendo ogni movimento tra i tre strati del tubo, il raccordo quindi dovrà essere dotato di un anello stringitubo realizzato in resina acetica o materiale plastico equivalente e da una boccola rescata dotata di minimo 3 guarnizioni o-ring per la tenuta.

Il raccordo deve inoltre essere provvisto di un dispositivo che renda solidale la boccola rescata al corpo, rendendone irreversibile l'accoppiamento.

Il materiale dei raccordi in contatto con i tubi di PE non dovrà influenzare le prestazioni dei tubi o iniziare fenomeni di rottura sotto sforzo.

I raccordi dovranno garantire, inoltre, tenuta ai colpi d'ariete, resistenza allo sfilamento e dovranno rendere solidali i tre strati di cui è costituito il tubo.

I materiali elastomerici usati per fabbricare le guarnizioni devono essere conformi alle pertinenti parti della UNI EN 681-1:2006 o della UNI EN 681-2:2005.

## **7.2 Caratteristiche dei materiali**

### **7.2.1 Condotta interna**

Deve essere conforme alle norme nazionali ed europee per il PE a.d.

La condotta è ottenuta attraverso il processo di estrusione continua e risponde alle normative comunitarie per le materie plastiche ed in particolare alla EN 12201.

### **7.2.2 Corazza**

Il materiale della corazza è polipropilene ramificato riempito di materiale inorganico (di natura minerale).

Il materiale delle strisce (che si trovano esteriormente la corazza) deve corrispondere al materiale di base della corazza.

Il produttore di tubi può impiegare solo materiali per i quali abbia concluso positivamente un esame di idoneità conseguito presso uno degli enti preposti accreditati a livello comunitario e/o internazionale.

Per la produzione della corazza è da impiegarsi materiale nuovo. L'utilizzo di materiale di rotazione della corazza dello stesso tipo di materiale del produttore di tubi è consentito.

Materiali di ritorno, rigenerati e riciclati non possono essere utilizzati.

La corazza estrusa deve avere una superficie esterna liscia come da processo di produzione. Sono ammesse piccole striature piatte nel senso della lunghezza o piccole irregolarità fintanto che lo spessore minimo della corazza non è superato ed il diametro esterno del tubo completo rimanga entro la tolleranza. La superficie esterna della corazza del tubo non deve presentare bolle o corpi estranei.

Deve essere colorata uniformemente e provvista di strisce verdi. Il colore deve essere scelto secondo le seguenti indicazioni:

<b>Condotta</b>	<b>Corazza</b>	<b>Strisce</b>
PE 80	Blu RAL 5012	verde RAL 6018
PE 100	Blu RAL 5005	verde RAL 6018

Il numero, la larghezza e la profondità delle strisce devono corrispondere ai seguenti valori:

<b>Diametro esterno [mm]</b>	<b>Numero delle strisce min.</b>	<b>Spessore min. [mm]</b>	<b>Profondità min. [mm]</b>
<32	3	1	10% dello spessore minimo della corazza
32÷63	3	2	
75÷160	4	4	
180÷400	4	9	
≥450	6	12	



### **7.3 Resistenza alla scalfittura**

#### **7.3.1 Resistenza alla scalfittura**

Per il test effettuato la scalfittura della corazza non deve superare il valore di 0,32 mm di profondità.

Nel caso i requisiti non fossero soddisfatti, occorrerà verificare la ricetta della corazza impiegata e ripetere il test. Se il test non fosse ancora superato la ricetta non potrà essere impiegata per la corazza.

#### **7.3.2 Reazione alla pressione interna continua dopo la prova di resistenza al carico esterno**

Il tubo, dopo il carico esterno secondo il test previsto, deve soddisfare i requisiti di resistenza alla prova di pressione interna secondo la tabella:

<b>Tipo di materiale condotta interna</b>	<b>Temperatura di prova <math>\vartheta</math> [°C]</b>	<b>Tensione di prova <math>\sigma</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>Durata minima <math>t</math> [h]</b>
PE 80	80	4,6	165
PE 100	80	5,5	165

#### **7.3.3 Determinazione dell'abrasione dello strato**

Per il test non possono essere superati i seguenti valori limite:

Abrasione totale in grammi per 12.000 cicli di abrasione:

grana 40 N/120 K  $\leq 0,22$  g

grana 40 N/40 K  $\leq 0,18$  g

grana 20 N/120 K  $\leq 0,17$  g

grana 20 N/40 K  $\leq 0,12$  g

#### **7.3.4 Sollecitazioni localizzate**

Si devono prelevare dalla corazza tramite punzonatura 12 campioni di trazione. Si determina la tensione massima e la dilatazione alla massima forza su ogni campione in condizioni di consegna e dopo le sollecitazioni localizzate secondo DIN 53387.

La sollecitazione dura 24 ore.

#### **7.3.5 Metodo di prova per la determinazione dell'abrasione dello strato esterno**

Il materiale di prova prima dell'inizio dell'esperimento deve essere posto per almeno 48 ore a clima normalizzato 23/50-2 DIN 50014.

## **8 ACCETTAZIONE DEI TUBI E DEI PEZZI SPECIALI**

### **8.1 Certificazioni**

La fornitura dovrà essere accompagnata dai seguenti documenti:

certificato di conformità dei tubi, dei raccordi e degli accessori alle prescrizioni della norma UNI EN 12201, in originale o copia conforme, rilasciato da laboratorio qualificato;

certificato di conformità alla norma EN ISO 9001 del sistema di garanzia della qualità del fabbricante, in originale o copia conforme, rilasciato da organismo accreditato secondo la EN 45012. Tale accreditamento deve essere stato effettuato dal SINCERT, o da altro organismo che abbia sottoscritto con il SINCERT l'accordo "European Cooperation for Accreditation" (EAC);

certificato di conformità delle guarnizioni in gomma alla norma UNI EN 681-1:2006, tipo WA, in originale o copia conforme, rilasciato da laboratorio qualificato;

certificato di conformità delle guarnizioni in gomma e delle superfici interne a contatto con l'acqua alla Circolare Ministero Sanità n° 102 del 02.12.1978 o al Decreto Ministeriale n° 174 del 06.04.2004, in originale o copia conforme, rilasciato da laboratorio qualificato.

### **8.2 Controlli e prove per l'accettazione**

La stazione appaltante si riserva il diritto di presenziare con propri incaricati alle prove ed agli esami per l'accertamento dei requisiti richiesti ed esplicitati nel presente disciplinare.

Il produttore di tubi s'impegna perciò a favorire il libero accesso degli incaricati della stazione appaltante ai propri impianti di fabbricazione, in ogni momento delle diverse fasi produttive e ai laboratori in ogni momento delle fasi di controllo e collaudo, comunicando con ragionevole anticipo la data di inizio della fabbricazione dei tubi oggetto della fornitura, concedendo altresì agli incaricati piena libertà di azione, compatibilmente con le esigenze di produzione, per i controlli del caso.

La stazione appaltante si riserva il diritto di verificare mediante prelievo di campioni di tubo e/o di materia prima, la rispondenza a quanto dichiarato dal produttore di tubi con particolare riguardo ai requisiti del presente disciplinare e alle caratteristiche sanitarie.

La presenza degli incaricati in occasione delle prove o degli esami di cui ai punti precedenti, non può considerarsi in ogni caso sostitutiva dei controlli del produttore, rimanendo quest'ultimo il solo responsabile della qualità dei tubi prodotti.

Qualora la stazione appaltante non si avvalga della suddetta facoltà, la ditta produttrice potrà comunque procedere alla produzione.

In ogni caso, la stazione appaltante, provvederà ad effettuare sulla fornitura approvvigionata in cantiere – per mezzo di un proprio rappresentante o di un laboratorio qualificato di sua fiducia –

tutti i controlli e le prove ritenute utili all'accertamento della rispondenza della fornitura alle prescrizioni del presente disciplinare.

## **9 PROCEDURA PER IL TRASPORTO LO SCARICO, L'ACCATASTAMENTO E LO SFILAMENTO DELLE TUBAZIONI**

La seguente procedura definisce i metodi e i modi in cui si devono eseguire le operazioni di trasporto, scarico, accatastamento, prelievo e susseguente sfilamento lungo il tracciato delle tubazioni in polietilene. La procedura può essere superata soltanto da disposizioni scritte del fornitore dei materiali, approvate dalla D.L. o della D.L. stessa.

### **9.1 *Trasporto***

Il trasporto delle tubazioni dovrà essere effettuato con i mezzi e le modalità indicate dalla Ditta Fornitrice, in ogni caso sono vincolanti le norme di limitazione dell'ingombro dei carichi stabiliti dal Codice della Strada.

Nel trasporto dei tubi i piani di appoggio devono essere privi di ingombri e di asperità. I tubi in barre devono essere adeguatamente supportati, evitando sporgenze eccessive al di fuori del piano di carico; i tubi in rotoli devono essere possibilmente appoggiati in orizzontale, per evitare che il peso proprio del rotolo possa produrre eccessive ovalizzazioni o piegature anomale in qualche spira. Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o nylon o similari adottando gli opportuni accorgimenti in maniera da non creare pressioni sul tubo.

### **9.2 *Predisposizione dell'area di accatastamento***

Le aree su cui accatastare i tubi per uno stoccaggio superiore ad una settimana devono rispondere ai seguenti requisiti:

facilmente avvicinabili da mezzi per il carico scarico, con strisce di terreno viabile consolidato; devono essere pianeggianti;

la zona dove le tubazioni poggiano sul terreno deve essere spianata, priva di sassi, stoppie od oggetti che possano incidere le tubazioni e con uno strato di terra vagliata come fondo;

le cataste devono essere fatte nelle zone più elevate dell'area, e comunque si provvederà a predisporre una adeguata intercettazione ed evacuazione di acque meteoriche impedendo l'allagamento e/o ristagno delle stesse nell'area;

devono essere asportate tutte le erbe, carte, legna e ogni altra cosa che possa incendiarsi per un perimetro di almeno 2,5 m dalle cataste;

l'area deve essere possibilmente recintata o segnalata.

### **9.3 Scarico**

Le tubazioni possono essere scaricate a mano o se il peso non lo consente con mezzi di sollevamento.

L'imbracatura dei tubi deve essere fatta esclusivamente con fasce di larghezza minima di 10 cm e deve essere predisposta su almeno due punti di distanza minima di 2,5 mt.

Durante lo scarico delle tubazioni non è consentito calpestare le stesse né farle cadere a terra o trascinarle.

Lo scarico a mano può essere eseguito con il sollevamento dei tubi da due punti e, se necessario, con il rotolamento degli stessi su un piano inclinato, privo di asperità o schegge che potrebbero danneggiare le tubazioni, sino a terra.

Sia che lo scarico avvenga con mezzi di sollevamento che a mano si dovrà porre la massima attenzione a non far strisciare i tubi su angoli taglienti o sassi o qualunque cosa possa provocare incisioni sugli stessi.

Nel caso si provocassero incisioni, o si rilevassero incisioni esistenti sulla superficie dei tubi di profondità superiore a  $(0,1 \times s)$  mm o di profondità tra  $(0,05$  e  $0,1 \times s)$  mm ma di lunghezza superiore a 50 cm i tubi interessati saranno accatastati a parte, sulla testata a vista e sulla zona incisa si spruzzerà una vernice di colore vivace e definito con il responsabile Q.C., e si segnalerà la non conformità allo stesso.

### **9.4 Accatastamento**

L'accatastamento all'aperto dei tubi in barre deve essere protetto dai raggi solari diretti, a meno che essi non siano già legati a fasci in modo tale da conservare la linearità; comunque la protezione è necessaria se essi non vengono adoperati per un lungo periodo.

Le cataste dovranno essere eseguite ponendo le tubazioni in strati a nido d'ape la cui altezza non deve superare in nessun caso i 2 m. La larghezza delle cataste sarà tale da permettere di poter imbracare i tubi con i mezzi a disposizione ed evitando di salire sugli stessi senza le opportune precauzioni atte a non danneggiare i tubi.

Le singole cataste potranno contenere solo tubazioni di eguale DN e PFA. I tubi dovranno essere messi in modo che sia facilmente leggibile la marcatura.

I tubi in catasta saranno contenuti per mezzo di pali di rinfiacco che impediscano lo slittamento dei tubi inferiori, e agevolino il contenimento di eventuali tubi che rotolino di fianco.

I tubi consegnati con imballaggio a pallet, dovranno essere accatastati senza la rimozione dell'imballo.

### **9.5 Sfilamento**

Lo sfilamento dei tubi, fatto con mezzi di sollevamento o manualmente, dovrà avvenire in modo che gli stessi non subiscano in nessun caso trascinamenti sul terreno.

Le tubazioni lungo il tracciato andranno posate sul terreno dopo aver accuratamente rastrellato la zona e sparso del materiale vagliato. Sull'asfalto potranno essere appoggiate senza particolari precauzioni, evitando di avere sfregamenti tra tubo e asfalto.

Tutti i tubi, siano essi già assemblati con saldatura, in fase di assemblaggio, o in attesa dello stesso devono comunque poggiare sul terreno nelle condizioni minime descritte in precedenza.

### **9.6 Curvatura per flessione naturale**

I tubi di PE a.d. potranno essere curvati a freddo, senza sollecitare eccessivamente il materiale, con raggio minimo di curvatura pari a 40 volte il diametro ( $R = 40 D$ ).

Le curve in orizzontale dovranno essere bloccate nello scavo con sacchetti di sabbia prima del riempimento, in modo da evitare che il tubo sforzi sulle pareti dello scavo stesso.

La esecuzione in cantiere di lavorazioni a caldo di tubi e/o pezzi speciali è assolutamente vietata.

## **10 PROCEDURA DI QUALIFICAZIONE DEI SALDATORI E DEI CICLI DI SALDATURA**

### **10.1 Definizioni**

#### **10.1.1 Accoppiata di saldatura**

Per accoppiata di saldatura si intende l'insieme costituito dal saldatore e dall'apparato di saldatura con cui si sono eseguite le saldature poi sottoposte a test.

Possono essere definiti accoppiate di saldatura più saldatori con lo stesso apparato o viceversa più apparati con lo stesso saldatore.

Nel rapporto di qualificazione saranno indicati per ogni singola saldatura testata oltre ai parametri del punto 10.3 anche il nominativo del saldatore e il numero di matricola della apparecchiatura.

Nel caso di utilizzo di apparati di saldatura con controllo automatico dei parametri, è possibile operare con più saldatori pur avendo eseguito la certificazione delle saldature con uno solo di essi (definizione dei parametri da inserire nel sistema di controllo).

#### **10.1.2 Apparecchiatura di saldatura**

Per apparecchiatura di saldatura si intende il complesso delle attrezzature atte ad eseguire una saldatura autonoma, comprendendo anche gli attrezzi di taglio e di rifinitura.

Il cambiamento di parti della attrezzatura determinanti quali:

- piastra scaldante e/o relativi termostati

- gruppo costituito da clampe e sistema idraulico di spinta

- il circuito idraulico di spinta e/o il pistone

- la centralina di comando idraulico ed elettrico e/o i temporizzatori e i manometri implicano il controllo delle caratteristiche della macchina come da procedura PR - SAL-4 e, in funzione dei risultati di tali controlli a discrezione della D.L. il rifacimento delle prove distruttive su una saldatura secondo la presente procedura.

#### **10.1.3 Campioni**

Sono definite campioni le parti di tubazione (comprendente il cordone di saldatura) che vengono prelevate sulla saldatura da testare.

#### **10.1.4 Rapporto di qualificazione**

Si definisce rapporto di qualificazione il documento simile a Fig. 1 che contenga tutti i dati e i riferimenti riportati.

Il rapporto di qualificazione è il documento unico di riferimento per definire i parametri di saldatura, le attrezzature ed il personale che possono operare nel cantiere.

### **10.2 Certificazioni dei saldatori**

Saranno ammessi alle prove di qualificazione solo saldatori che abbiano eseguito dei corsi di qualificazione secondo UNI 9737 grado TT2 con integrazione "D" ed abbiano ottenuto la stessa da enti di certificazione (IIS o equivalenti).

Sono accettate certificazioni di enti certificatori della Comunità Europea per normative assimilabili alla UNI (DIN - BS – WIS, ecc).

### **10.3 Parametri di saldatura**

In generale il fornitore di tubazioni dovrà fornire i parametri base di saldatura per temperatura ambiente comprendenti:

- Temperatura della piastra di riscaldamento e tolleranze accettabili;

- Pressione di schiacciamento con la piastra nella prima fase di riscaldamento e/o dimensioni da raggiungere del cordone;

- Tempo e pressione di contatto della fase di riscaldamento;

- Tempo massimo per la rimozione della piastra;

- Tempo e pressione di contatto della fase di saldatura;

- Tempo di raffreddamento.

Sulla base dei parametri forniti, verranno definiti i valori di pressione relativi all'apparato di saldatura.

Si dovranno definire, mettere in atto e controllare nuovi cicli di saldatura, qualora le condizioni climatiche in cui si desidera operare siano tali per cui la temperatura dell'aria sia minore di 0° C o superiore a 40 °C.

### **10.4 Saldature**

Le saldature dovranno essere eseguite utilizzando spezzoni di tubazione dello stesso tipo e qualità previste per la condotta, usando il metodo descritto nella procedura PR-SAL-4, registrando i parametri relativi.

Si dovrà eseguire un numero di saldature tale per cui siano alla fine disponibili giunzioni saldate nella misura di:

- due per ogni accoppiata di saldatura, diametro esterno e pressione nominale.

Sui giunti dovrà essere riportata in modo indelebile la posizione della generatrice superiore del tubo in fase di saldatura.



### **10.5 Campioni**

Da ogni giunto di saldatura saranno prelevati dei campioni intagliando longitudinalmente le tubazioni per tutto lo spessore su una lunghezza di almeno 25 cm con al centro del campione il cordone di saldatura. Il metodo e gli attrezzi per il prelievo dei campioni dovranno essere approvati dalla direzione lavori in funzione delle indicazioni del laboratorio di prova.

#### **10.5.1 Posizione di prelievo**

I campioni saranno prelevati da posizioni equidistanti sulla circonferenza del tubo.

#### **10.5.2 Numero dei campioni**

I campioni da prelevare per ogni singolo giunto saldato saranno:

per	De	90÷225	n° 4
per	De	250÷500	n° 6
per	De	560÷1000	n° 8

#### **10.5.3 Marcatura**

I campioni prelevati saranno marcati utilizzando un pennarello indelebile. La marcatura dovrà essere tale da poter risalire al giunto di provenienza ed alla posizione di prelievo sulla tubazione.

#### **10.5.4 Preparazione dei provini**

Dai singoli campioni si ricaveranno dei provini di forma e dimensione come da Fig. 2.

Il metodo da utilizzare e le attrezzature saranno definite dai laboratori di prova in funzione della norma WIS 4-32-13 e delle indicazioni del fornitore di materia prima.

#### **10.5.5 Metodo di prova**

Il metodo di prova utilizzato sarà quello indicato dalla WIS 4-32-13 annex H.3 con l'identificazione di fratture fragili o duttili ed esame della curva di trazione dei provini.

### **10.6 Rapporto di qualificazione**

Il rapporto di qualificazione dovrà contenere i seguenti dati:

Identificazione della accoppiata di saldatura

Identificazione del giunto di riferimento

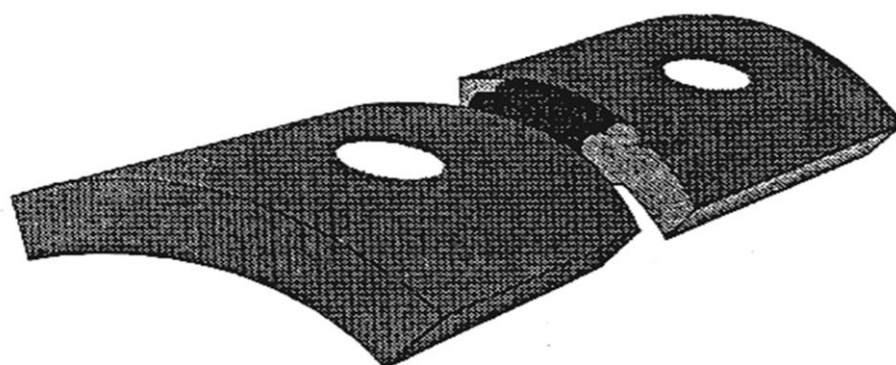
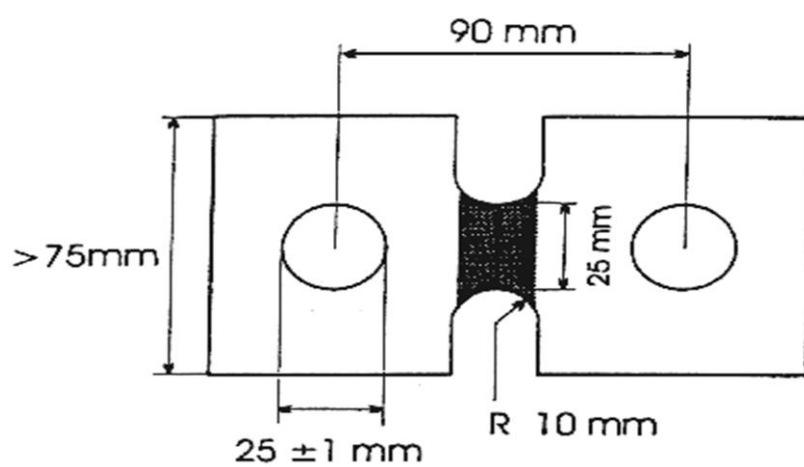
Identificazione dei parametri di saldatura e delle condizioni ambientali

Risultato delle prove con descrizione del tipo di frattura, della valutazione visiva e della curve di trazione.

Data, e indicazione del responsabile delle prove

**Fig. 1**

RAPPORTO DI QUALIFICAZIONE									
Committente:			Direttore Lavori		dei Cantiere di:			data:	
Saldatore Cognome: Nome: Certificazione UNI rilasciata da: in data:					Attrezzatura di saldatura N° di matricola: Costruttore: Data ultima revisione: Tipo di apparecchiatura: <div style="display: flex; justify-content: flex-end; align-items: center;">             Manuale <input type="checkbox"/>              Semiautomatica <input type="checkbox"/>              Automatica <input type="checkbox"/> </div>				
Tubazione (dati da rilevare dalla marcatura) Denominazione commerciale: DE (mm) : spessore (mm) : MRS : PFA : Sigla materia prima :					Campioni prelevati:  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>n° 1: sigla</div> <div>n° 5: sigla</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>n° 2: sigla</div> <div>n° 6: sigla</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>n° 3: sigla</div> <div>n° 7: sigla</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>n° 4: sigla</div> <div>n° 8: sigla</div> </div> posizione dei campioni alto basso				
Condizioni ambientali della prova: Temperatura ambiente : Umidità : Presenza di vento : Copertura con tenda : Temperatura della tubazione : Annotazioni : <div style="position: relative; height: 100px; width: 100%;"> </div>									
Parametri di saldatura utilizzati									
P1	A	P2	t2	t3	t4	P5	t5	P6	t6
Risultati delle prove di trazione sui campioni									
n° 1	n.2	n.3	n.4	n.5	n.6	n.7	n.8		



**Fig. 2**

## **11 PROCEDURA DI MONTAGGIO E SALDATURA DI TUBAZIONI IN PE A.D. CON METODO AD ELEMENTI TERMICI PER CONTATTO DI GIUNTI TESTA A TESTA**

### **11.1 Scopo e campo di applicazione**

La presente specifica si applica al processo di saldatura ad elementi termici per contatto per la realizzazione di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di acqua e di altri fluidi in pressione.

Sono inoltre definite le modalità per la preparazione e l'esecuzione delle saldature, i requisiti cui devono soddisfare le attrezzature impiegate, nonché i tipi di controllo che devono essere realizzati per verificare la qualità del giunto, al termine delle operazioni di saldatura.

### **11.2 Simbologia**

s:	spessore del tubo o raccordo, in mm;
T:	temperatura del termoelemento, in °C;
$P_1, P_2, \dots, P_6$ :	pressioni da applicarsi durante le fasi 1, 2, ..., 6 del ciclo di saldatura, in $\text{N/mm}^2$ ;
$P_t$ :	pressione di trascinamento, in $\text{N/mm}^2$ ;
$t_1 \div t_6$ :	tempi di durata delle fasi 1 ÷ 6 del ciclo di saldatura;
A:	larghezza di ciascuno dei due cordoni formatisi durante la fase 1 del ciclo di saldatura, in mm;
B:	larghezza finale del cordolo di saldatura, in mm;
$b_1, b_2$ :	larghezza dei due cordoni che costituiscono il cordolo di larghezza totale B, in mm;

### **11.3 Principio del metodo**

Si definisce saldatura ad elementi termici per contatto il procedimento di giunzione di due elementi (tubi e/o raccordi) di uguale spessore in cui le superfici da saldare vengono inizialmente riscaldate fino a fusione o rammollimento per contatto con un elemento termico (termoelemento) e successivamente, dopo l'allontanamento della stessa, vengono unite a pressione per ottenere la saldatura.

#### **11.4 Materiale base**

I requisiti riportati nella presente norma sono applicabili alla saldatura di tubi in polietilene e raccordi classificati secondo UNI EN 12201.

#### **11.5 Apparecchiature di saldatura**

La saldatura deve essere realizzata impiegando una saldatrice che risponda ai requisiti disposti dalla UNI 10565 dotata di certificati di collaudo e di manutenzione programmata del produttore e comunque completa di:

- centralina a comando oleodinamico per l'accoppiamento meccanico dei lembi da saldare, con manometro di classe idonea per il controllo della pressione applicata;
- basamento costituito da due supporti, uno fisso e uno mobile, scorrevole su guide, dotati ciascuno di due ganasce per il bloccaggio dei pezzi da saldare;
- termoelemento a piastra rivestito con materiale antiaderente, con resistenze elettriche incorporate e regolato da termostato tarato;
- fresatrice in grado di assicurare la corretta preparazione dei lembi;
- un metodo per la registrazione e restituzione su supporto magnetico o cartaceo dei parametri utilizzati per ogni singola saldatura e la numerazione progressiva delle stesse.

Le attrezzature impiegate devono garantire:

- un corretto allineamento dei pezzi da saldare;
- un adeguato pianparallelismo delle superfici da saldare;
- la regolazione e il controllo dei parametri di saldatura (pressione, temperatura, tempo);
- la conformità alle disposizioni legislative vigenti.

La saldatrice e le altre apparecchiature necessarie (termoelemento, fresatrice) devono garantire che il processo di saldatura sia condotto in modo soddisfacente e conforme alle modalità descritte nei punti successivi.

#### **11.6 Condizioni ambientali**

L'esecuzione della saldatura deve avvenire in un luogo possibilmente asciutto: nei casi di pioggia, elevato grado di umidità, vento, eccessivo irraggiamento solare, la zona di saldatura deve essere adeguatamente protetta; è consigliabile comunque eseguire la saldatura in un campo di temperatura ambiente compresa tra 5 °C e + 40 °C.

Non è ammesso utilizzare cannelli a gas caldo o bruciatori a diretto contatto con le superfici da saldare, per innalzare la loro temperatura.

## **11.7 Controlli preliminari alle operazioni di saldatura**

### *11.7.1 Controllo dei materiali*

Prima di iniziare le operazioni di saldatura si deve effettuare l'esame visivo e dimensionale dei materiali da saldare. In particolare si deve verificare che la superficie interna ed esterna dei tubi e/o dei raccordi, in prossimità delle estremità da saldare, siano esenti da intagli e graffiature rilevanti e che siano rispettate le tolleranze relative allo spessore, al diametro esterno "qualunque" e all'ovalizzazione massima consentita dalle norme di prodotto applicabili.

Qualora l'ovalizzazione risulti eccessiva, si può fare uso di attrezzi arrotondatori: non è ammesso il riscaldamento delle estremità.

Verificare che l'estremità del tubo, opposta alla zona di saldatura, sia sigillata con tappo di protezione.

### *11.7.2 Controllo delle apparecchiature di saldatura*

#### Verifica preliminare delle apparecchiature di saldatura

Prima di avviare le operazioni di saldatura si deve valutare l'efficienza delle apparecchiature che devono essere impiegate.

In particolare devono essere effettuate le seguenti verifiche:

- verifica dell'efficienza della strumentazione di misura in dotazione alla saldatrice (manometro, termometro, temporizzatori);

- verifica della temperatura del termoelemento: in ogni punto di entrambe le superfici la temperatura, misurata con termometro digitale tarato, deve essere compresa in una tolleranza di  $\pm 10$  °C rispetto al valore impostato sul termostato;

- verifica dello stato di efficienza dei supporti a ganasce della saldatrice affinché possa essere garantito il corretto allineamento dei pezzi da saldare e il pianparallelismo delle superfici a contatto;

- verifica dello stato di efficienza della fresatrice.

#### Verifica periodica delle apparecchiature di saldatura

All'inizio di ogni giornata di lavoro è necessario verificare le condizioni di funzionamento delle apparecchiature a disposizione (termoelemento, saldatrice e fresatrice).

In particolare si deve verificare, mediante termometro digitale tarato, che le temperature di entrambe le superfici del termoelemento, nella zona interessata dalla saldatura, siano comprese in una tolleranza di 10 °C rispetto al valore impostato sul termostato.

Inoltre, immediatamente prima dell'inizio delle operazioni di saldatura, si raccomanda di realizzare un giunto saldato di prova, utilizzando uno spezzone di tubo di lunghezza sufficiente ad assicurare un buon bloccaggio delle ganasce, che verrà di seguito asportato e utilizzato per verificare l'efficienza del sistema di apparecchiature utilizzate.

Prima di ogni operazione di saldatura si deve verificare che le superfici del termoelemento siano esenti da tracce di unto, polvere e da residui di polietilene: ove presenti, si deve provvedere alla loro rimozione.

### *11.7.3 Verifica dei saldatori*

I saldatori dovranno essere stati qualificati secondo UNI 9737:1997 e il procedimento di saldatura secondo la procedura PR-QUAL-3.

## **11.8 Preparazione per la saldatura**

### *11.8.1 Pulizia delle superfici*

Prima di posizionare gli elementi da saldare, si deve effettuare la pulizia delle loro superfici interne ed esterne per rimuovere tracce di polvere, unto ed eventuale sporcizia.

L'operazione deve essere effettuata con panno pulito esente da filacce, imbevuto con adeguato liquido detergente (per esempio, cloruro di metilene, alcole isopropilico, triclotroetano clorotene).

### *11.8.2 Bloccaggio delle estremità*

I tubi e/o raccordi devono essere bloccati nelle ganasce della saldatrice in modo che le superfici di saldatura risultino parallele tra di loro e che sia garantita la possibilità di movimento assiale senza attriti rilevanti, utilizzando carrelli o sospensioni oscillanti su cui fare scorrere le tubazioni.

I tubi e/o raccordi devono essere posizionati in modo da contenere il disassamento entro i limiti indicati nel paragrafo 11.8.4: quando possibile, si opera facendo ruotare i due elementi fino a quando non si presenti la condizione di accoppiamento più favorevole e/o agendo sui sistemi di fissaggio delle ganasce senza esercitare una forza di bloccaggio eccessiva che potrebbe danneggiare le superfici dei manufatti.

### *11.8.3 Fresatura dei lembi da saldare*

Le estremità dei due elementi da saldare devono essere fresate per garantire un adeguato pianparallelismo e per eliminare tracce di ossido. L'operazione di fresatura deve essere effettuata avvicinando le parti solo dopo aver avviato la fresa ed esercitando una pressione graduale tale da non comportare l'arresto dell'attrezzo ed evitare un eccessivo surriscaldamento delle superfici a contatto.

Il truciolo di fresatura deve formarsi in modo continuo su entrambi i lembi da saldare: in caso contrario si deve verificare le tolleranze di accoppiamento della saldatrice o indagare sul materiale costituente i tubi e/o raccordi da saldare.

La fresatrice deve essere spenta solo dopo l'allontanamento delle estremità da saldare

Al termine della fresatura, i trucioli devono essere rimossi dalla superficie interna degli elementi da saldare, impiegando una spazzola o uno straccio pulito.

Le superfici fresate non devono essere più toccate con mano o sporcate in altro modo.

#### 11.8.4 Controllo della preparazione dei lembi da saldare

Terminata l'operazione di fresatura si deve verificare, portando a contatto le superfici da saldare che il disassamento e la luce tra i lembi rientrino nelle tolleranze di seguito richieste.

Il disassamento massimo, misurato in ogni punto della circonferenza, non deve essere maggiore del 10% dello spessore degli elementi da saldare, con un massimo di 2 mm. In caso contrario si devono ripetere le operazioni di bloccaggio (paragrafo 11.8.2) e di fresatura (paragrafo 11.8.3).

La luce tra i lembi posti a contatto deve risultare minore dei valori indicati nel Prospetto 10. In caso contrario si deve ripetere l'operazione di fresatura.

Prospetto 10 - Valori massimi accettabili della luce tra i lembi, dopo fresatura

<b>Diametro esterno</b> (mm)	<b>Luce massima</b> (mm)
Fino a 200	0,3
oltre 200, fino a 400	0,5
oltre 400	1

Impiegando il manometro in dotazione alla saldatrice, si deve valutare la pressione di trascinamento  $P_t$  necessaria a permettere il movimento del supporto mobile della saldatrice: la pressione di trascinamento  $P_t$  non deve risultare superiore al valore delle pressioni  $P_1$  (fase 1) e  $P_6$  (fase 6) impiegato durante l'esecuzione del giunto e indicato nei dati tecnici della saldatrice forniti dal Costruttore (paragrafo 11.5).

Le operazioni di saldatura devono seguire immediatamente la fase di preparazione dei lembi. Nelle condizioni di cantiere, qualora si rilevi che, nel breve periodo di tempo intercorso tra l'operazione di fresatura e l'inizio della saldatura, tracce di polvere, unto o altra sporcizia si sono depositate sui lembi da saldare, si deve effettuare nuovamente la pulizia prevista nel paragrafo 11.8.1.

#### 11.9 Ciclo di saldatura

La saldatura di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene con il processo ad elementi termici per contatto deve essere eseguita realizzando le diverse fasi dei cicli di saldatura riportati in fig. 3 e fig. 4 a secondo dello spessore delle tubazioni ed in generale:

- Fase 1: Accostamento e Preriscaldamento.
- Fase 2: Riscaldamento.
- Fase 3: Rimozione del termoelemento.
- Fase 4: Raggiungimento della pressione di saldatura.
- Fase 5 - 6: Saldatura.



Fase 7: Raffreddamento.

I parametri di saldatura (temperatura del termoelemento, pressioni, tempi), i relativi valori e le modalità esecutive raccomandate dovranno essere definite mediante la qualificazione del procedimento come da procedura PR-QUAL-3.

I parametri di saldatura adottati per l'esecuzione di ogni singolo giunto dovranno essere registrati, PREFERIBILMENTE, dal sistema di controllo della macchina saldatrice.

### **11.10 Controllo dei giunti saldati**

#### *11.10.1 Controlli non distruttivi*

##### Esame visivo

L'esame visivo riguarda le seguenti verifiche:

- il cordolo di saldatura deve essere uniforme su tutta la circonferenza del giunto;
- l'intaglio al centro del cordolo deve rimanere al di sopra del diametro esterno degli elementi saldati;
- sulla superficie esterna del cordolo non devono evidenziarsi porosità, inclusioni di polvere e altre contaminazioni;
- non devono evidenziarsi rotture superficiali;
- la superficie esterna del cordolo non deve manifestare un'eccessiva lucentezza, indice di surriscaldamento del materiale saldato.

#### *11.10.2 Esame dimensionale*

L'esame dimensionale riguarda la larghezza B del cordolo deve risultare uniforme su tutto lo sviluppo della saldatura: in un qualsiasi punto della saldatura, la larghezza B del cordolo non deve variare di  $\pm 10\%$  rispetto al valore medio

$$B_m = \frac{B_{\min} + B_{\max}}{2}$$

dove  $B_{\min}$  e  $B_{\max}$  sono rispettivamente il valore minimo e massimo misurato dalla larghezza B del cordolo della saldatura esaminata.

In un qualsiasi punto della saldatura, la massima differenza tra i due cordoni b1 e b2 costituendo il cordolo deve risultare minore al 10% della larghezza B del cordolo nel caso di giunto tubo - tubo e al 20% nei casi di giunti tubo-raccordo e raccordo-raccordo.

Il disassamento massimo dei due elementi saldati deve risultare minore del 10% dello loro spessore s.

##### Esame tramite asportazione del cordolo

Con adeguato attrezzo taglia - cordolo, può essere prelevato il cordolo esterno della saldatura.

Il cordolo deve essere esaminato sulla superficie interna per rilevare eventuali inclusioni di polvere o altre contaminazioni e per verificare la sua regolarità sulla circonferenza, e deve essere piegato in più punti per evidenziare zone con incollature.

#### Controlli distruttivi

I controlli distruttivi sulle saldature vanno eseguiti secondo la procedura PR-QUAL-3.

### 11.11 Cicli di saldatura

I cicli di saldatura dovranno rispondere alle indicazioni riportate nelle tabelle seguenti.

- 1 = Fase 1 - Accostamento e preriscaldamento
- 2 = Fase 2 - Riscaldamento
- 3 = Fase 3 - Rinnalzamento del termocoppia
- 4 = Fase 4 - Raggiungimento della pressione di saldatura
- 5 = Fase 5 - Saldatura
- 6 = Fase 6 - Raffreddamento

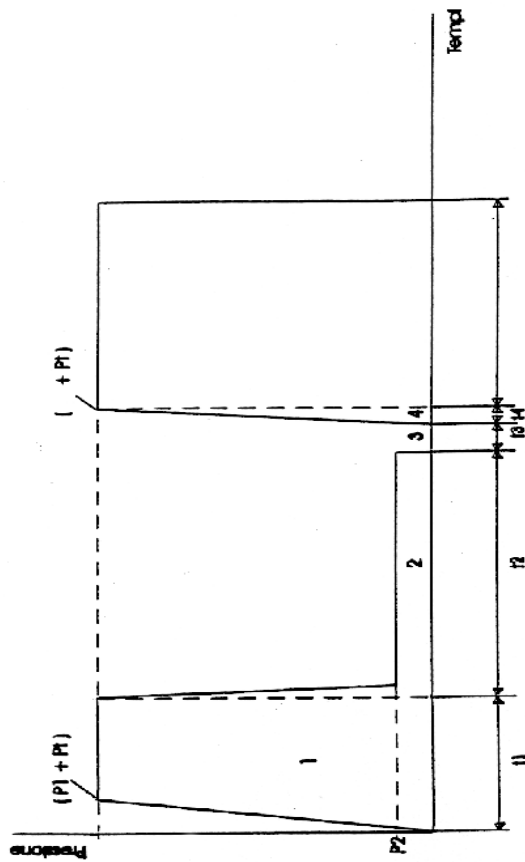
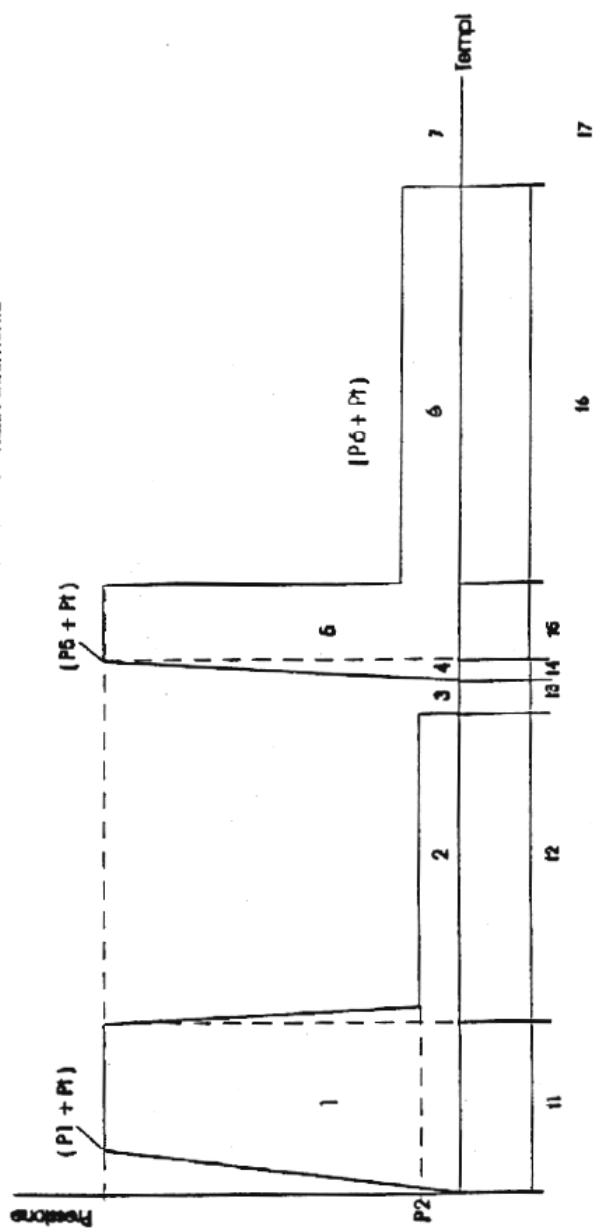


Fig. 3

Fig.1 - Ciclo di saldatura 1 per tubazioni con spessore  $\leq 20$  mm

- 1 = Fase 1 - Accostamento e preriscaldamento
- 2 = Fase 2 - Riscaldamento
- 3 = Fase 3 - Rimozione del termoisolamento
- 4 = Fase 4 - Raggiungimento della pressione di saldatura
- 5 = Fase 5 - Saldatura
- 6 = Fase 6 - Raffreddamento
- 7 = Fase 7 - Raffreddamento



Ciclo di saldatura 2 per tubazioni con spessore > 20 mm

Fig. 4

[illegible]

---

43

## 12 PROCEDURA DI ESECUZIONE DELLE PROVE DI TENUTA IDRAULICA

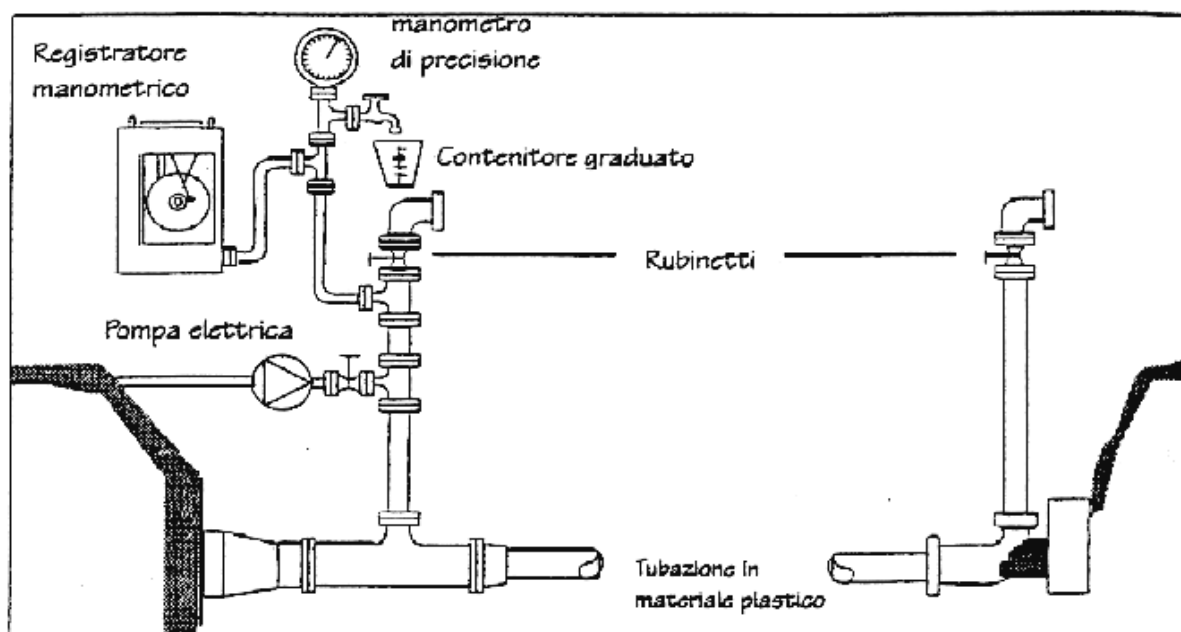
Questo capitolo descrive le prove a pressione da effettuare sulle condotte installate. Inoltre viene posta l'attenzione sui problemi che possono manifestarsi al momento in cui vengono applicate le pressioni di prova.

La prova si intende riferita alla condotta con i relativi giunti, curve, T, derivazioni e riduzioni escluso quindi qualsiasi altro accessorio idraulico e cioè: saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc.

### 12.1 Collegamenti

Il collegamento delle tratte da sottoporre a prova idraulica saranno sempre eseguiti secondo lo schema del dis. 1.

Dis.1



La tratta di tubazione da sottoporre a prova deve avere lunghezza di circa 500 m.

La tratta deve essere ricoperta (con esclusione dei giunti) con almeno 80 cm di terreno al fine di stabilizzare la temperatura della tubazione ed ancorare la stessa.

## **12.2 Attrezzature e prescrizioni**

Deve essere disponibile in prossimità del rubinetto di sfogo, un recipiente graduato o di volumetria conosciuta che abbia dimensioni appropriate, valutando secondo i dati più avanti esposti la massima quantità di acqua che verrà espulsa in fase di depressione.

Il registratore manometrico deve avere una scala appropriata che permetta di valutare differenze di pressione sino a 0,5 bar.

Il riempimento va eseguito utilizzando una pompa ad azionamento elettrico opportunamente dimensionata tenendo conto della portata necessaria per eseguire lo stesso con velocità inferiore ai 2 l/s. Lo sfiato dell'aria deve essere eseguito mettendo in opera tutti gli accorgimenti idraulici necessari ad ottenere la perfetta eliminazione della stessa.

Il riempimento va preferibilmente eseguito durante le ore pomeridiane.

## **12.3 Collaudo in opera secondo le raccomandazioni dell'I.I.P.**

### **Prova a 1 ora** (preliminare – indicativa)

Si porterà la tratta interessata alla pressione di prova idraulica (1,5 volte la pressione nominale a 20 °C) e si isolerà il sistema dalla pompa di prova per un periodo di un ora; nel caso di calo di pressione si misurerà il quantitativo di acqua occorrente per ripristinare la pressione di prova.

Tale quantitativo non dovrà superare il quantitativo d'acqua ricavato con la seguente formula:

$$0,125 \times \frac{L}{1.000} \times \frac{P_p}{3} \times \frac{D_i}{25}$$

dove:

- L sviluppo della linea [m]
- P<sub>p</sub> pressione di prova [bar]
- D<sub>i</sub> diametro interno del tubo [mm]

### **Prova a 12 ore**

Effettuata la prova ad un'ora ed avendo ottenuto risultato positivo, si procederà al collaudo a 12 ore lasciando la tratta interessata alla pressione di prova (1,5 volte la pressione nominale) per tale periodo.

Trascorso tale termine, nel caso di calo di pressione, il quantitativo di acqua necessaria per ristabilire la pressione di prova non dovrà superare il quantitativo di acqua ottenuto con la precedente formula riferita a 12 ore.

Solo in quest'ultimo caso, il collaudo sarà da ritenersi positivo.

Quando si applica il presente metodo di test idrostatico alle tubazioni in polietilene si è riscontrato talvolta che, a causa del creep caratteristico del polietilene, i risultati ottenuti sono confusi e occasionalmente privi di senso. Diversi fattori possono contribuire a tali variazioni:

- la lunghezza della tratta sottoposta a test;
- il diametro del tubo;
- le variazioni di temperatura;
- l'intervallo delle pressioni di prova;
- la rapidità con cui si raggiunge la pressione di prova;
- la presenza di aria nella condotta;
- l'entità delle perdite;
- i movimenti relativi dei raccordi meccanici;
- la capacità del substrato e del riempimento compattato di resistere a qualsiasi movimento del tubo;
- l'accuratezza e l'efficienza delle apparecchiature di prova.

In presenza di così tante variabili qualsiasi procedura di test su condotte di polietilene richiede particolare attenzione e l'interpretazione dei risultati richiede una capacità di giudizio equilibrata e ricca di esperienza.

#### **12.4 Metodi di prova alternativi**

Le seguenti due procedure di prova sono state sviluppate e sono in corso di valutazione sul campo.

I risultati del test di I tipo, sembrano essere influenzati materialmente dalla presenza di piccole quantità di aria residua, e quindi sono necessarie attenzioni particolari al momento dell'espulsione dell'aria dalla condotta. Sembra che i risultati del test di II tipo non siano influenzati allo stesso modo.

##### **12.4.1 Prova a pressione di I tipo**

Si tratta di un test breve e semplice in cui il processo di *creep* del tubo di polietilene è sostenuto mantenendo la pressione di prova per un periodo di 30 minuti. Con l'apertura, della valvola di controllo, la pressione viene ridotta prima di richiudere la valvola. Il "recupero" di pressione nella condotta è indicativo di una condotta in buono stato. Questo semplice test di tipo Idoneo/Respinto può essere considerato opportuna per brevi tratte di piccoli diametri nella cui sezione di prova non vi sia aria residua.

La procedura dettagliata è la seguente:



La pressione di prova prescelta viene applicata come in precedenza e tale pressione viene mantenuta da un ulteriore pompaggio per un periodo di 30 minuti. Durante questo tempo bisognerà ispezionare il sistema in prova per scoprire la presenza di qualsiasi perdita evidente. La pressione deve essere quindi ridotta espellendo rapidamente acqua dal sistema sino ad una pressione di 2 o 3 bar (rispettivamente per condotte PFA 10 e PFA 16) al misuratore di prova. Chiudere la valvola di controllo per isolare la tratta.

Registrare e riportare su grafico le letture della pressione misurate ai seguenti intervalli:

0-10 minuti	ogni 2 minuti	5 letture
10-30 minuti	ogni 5 minuti	4 letture
30-90 minuti	ogni 10 minuti	6 letture

La pressione dovrebbe risalire a causa della risposta viscoelastica del materiale di cui è costituito il tubo.

Il grafico risultante per un sistema a tenuta dovrebbe avere un andamento caratteristico del tipo di quello mostrato in Fig. 6.

#### *12.4.2 Prova a pressione di II tipo*

Questo test sembra più sofisticato, ma è in realtà più tradizionale. Dopo aver raggiunto la pressione di prova la tubazione viene isolata e la pressione è libera di decadere. Il tempo di ascesa della pressione ( $t_L$ ) necessario al raggiungimento della pressione di prova è preso a riferimento.

La misura del decadimento naturale della pressione viene registrata a tempi fissati (multipli di  $t_L$ ). Una correzione di  $t_L$  viene quindi utilizzata per calcolare i rapporti (N), i valori dei quali indicano o le buone condizioni della condotta, o la presenza di una perdita inaccettabile.

Questa prova è stata condotta su linee principali di distribuzione di piccole e medie dimensioni ed a condotte in polietilene di grande diametro. L'utilizzo di un registratore di pressione è stato di particolare aiuto. La prova è stata messa a punto per condotte sotterranee protette dalla luce del sole.

La procedura dettagliata è la seguente:

La pressione di prova prescelta viene applicata come in precedenza. Il tempo  $t_L$  misurato dall'inizio della pressurizzazione necessario per raggiungere la pressione di prova viene registrato. Al raggiungimento della pressione di prova la valvola di controllo deve essere bloccata, la curva pressione/tempo deve essere confrontata con quella di Fig. 6. Ciò determinerà se vi è una qualche quantità significativa di aria nella sezione di prova.

La pressione dovrebbe decadere nel tempo a causa del rilassamento caratteristico del polietilene sotto sforzo. Le letture del decadimento della pressione in funzione del tempo andranno prese dal momento in cui la valvola viene chiusa ed il tempo sarà registrato in minuti.

Effettuare una seconda lettura della pressione  $P_2$  ad un tempo di decadimento di circa  $7t_L$ ;

denominiamo tale tempo  $t_2$ .

**NOTA:**  $t_{2c} = t_2 \text{ corretto} = t_2 + 0,4 t_L$

Calcolare:

$$N_1 = \frac{\text{Log}_e P_1 - \text{Log}_e P_2}{\text{Log}_e T_{2c} - \text{Log}_e T_{1c}}$$

Per una condotta in buono stato  $N_1$  deve avere valori tra 0,045 e 0,13 per valori inferiori a 0,045 si dovrà provvedere alla rimozione di aria rimasta inglobata prima di ripetere la prova.

Effettuare una ulteriore lettura della pressione  $P_3$  ad un tempo di decadimento non inferiore a 15  $t_L$ ; denominiamo questo tempo  $t_3$ ;

**NOTA:**  $t_{3c} = t_3 \text{ corretto} = t_3 + 0,4 t_L$

Calcolare:

$$N_2 = \frac{\text{Log}_e P_2 - \text{Log}_e P_3}{\text{Log}_e T_{3c} - \text{Log}_e T_{2c}}$$

Se  $N_3$  risulta inferiore a 0,13 ciò indica l'esistenza di una perdita non accettabile. La sensibilità della prova può essere aumentata incrementando il valore di  $t_3$ .

Nel caso in cui si faccia uso di un registratore e si siano ottenute non meno di sei letture fra  $t_L$  e non prima di 15  $t_L$ , è possibile calcolare la pendenza della curva di regressione log/log, usando i valori corretti di  $t$  con il metodo dei minimi quadrati. La pendenza della linea dovrà trovarsi, per una condotta in buone condizioni, tra 0,045 e 0,13.

Se, a qualsiasi stadio della prova a pressione, viene rivelata una perdita inaccettabile, è preferibile controllare tutti i raccordi meccanici prima di ispezionare le saldature, quindi i difetti di installazione rivelati dalla prova andranno corretti e la prova ripetuta.

A completamento di una sequenza di prove, la pressione residua dovrà essere lentamente ridotta fino a quando la condotta non si troverà nelle condizioni precedenti la prova.

Nel caso in cui si richieda una ripetizione della prova, tale prova **NON** dovrà essere condotta prima che sia trascorso un tempo sufficiente affinché la condotta recuperi le deformazioni dovute alla prova precedente. Tale tempo di recupero dipenderà dalle particolari circostanze e tuttavia un periodo uguale a 5 volte il periodo di test precedente può essere preso a riferimento.

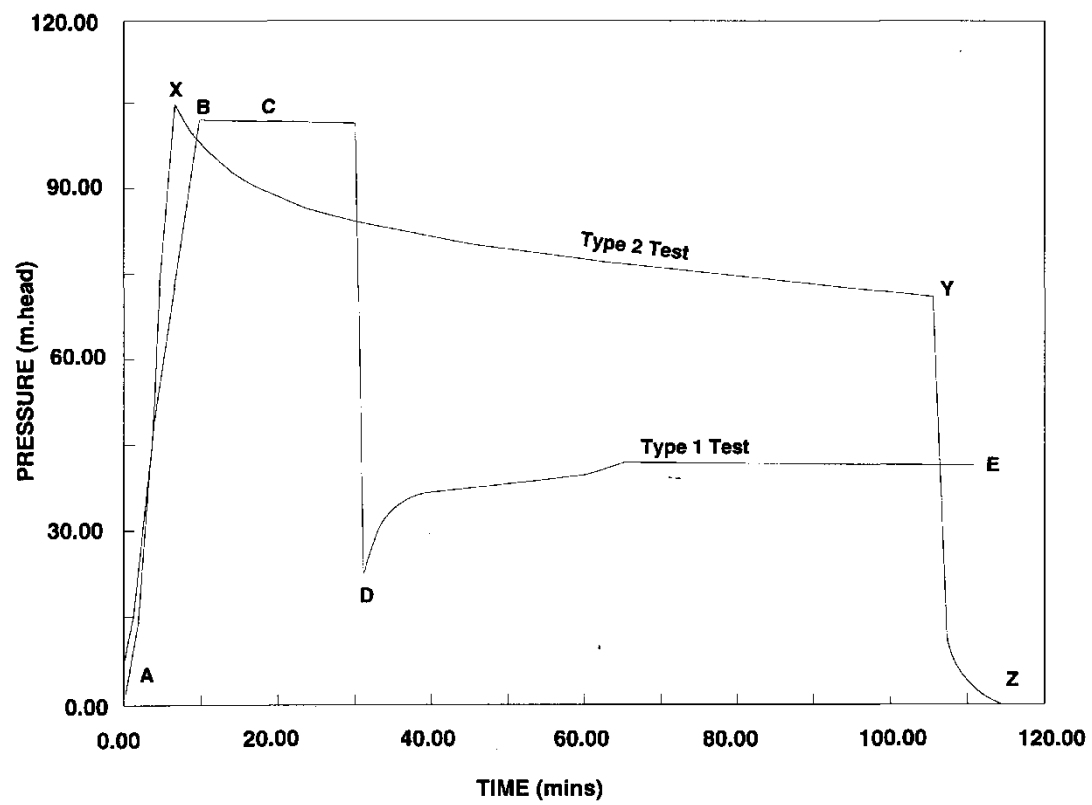


Fig. 6

# SOMMARIO

<b>1</b>	<b> riferimenti normativi .....</b>	<b>1</b>
<b>MATERIALE .....</b>	<b>4</b>	
1.1	Composizione .....	4
1.2	Colore .....	4
1.2.1	Generalità .....	4
1.2.2	Composizione (compound) nera.....	4
1.3	Uso del materiale rilavorabile .....	4
1.4	Caratteristiche fisiche delle composizioni di PE .....	4
1.5	Compatibilità alla saldatura .....	7
<b>2</b>	<b>Caratteristiche generali .....</b>	<b>8</b>
2.1	Misurazione .....	8
2.2	Diametro medio esterno e scostamento dalla circolarità (ovalizzazione) .....	8
2.3	Spessori di parete e relative tolleranze.....	10
2.4	Tubi in rotoli .....	12
2.5	Lunghezze .....	12
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE MECCANICHE .....</b>	<b>13</b>
3.1	Condizionamento .....	13
3.2	Requisiti .....	13
3.3	Riprova in caso di rottura a 80 °C.....	14
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE FISICHE .....</b>	<b>15</b>
4.1	Condizionamento .....	15
4.2	Requisiti .....	15
<b>5</b>	<b>MARCATURA.....</b>	<b>16</b>
5.1	Generalità.....	16
5.2	Marcatura minima richiesta del tubo.....	16
<b>6</b>	<b>Giunzioni.....</b>	<b>17</b>
6.1	Giunzioni per saldatura .....	17
6.1.1	Saldatura testa a testa.....	17
6.1.2	Saldatura a manicotto termico (UNI 10521:1997).....	18
6.2	Giunto a serraggio meccanico tipo GILBAULT, con tenuta mediante guarnizione elastomerica.....	18
6.3	Giunto con ancoraggio mediante anello o ghiera di graffaggio .....	19
6.4	Giunto a flangia libera con collare di appoggio .....	19
6.5	Giunto di dilatazione .....	19
6.6	Ancoraggi.....	20
6.7	Collegamenti con altri materiali.....	20
<b>7</b>	<b>Tubazioni multistrato CORAZZATE.....</b>	<b>21</b>
7.1	Giunzioni .....	21
7.2	Caratteristiche dei materiali .....	22
7.2.1	Condotta interna .....	22
7.2.2	Corazza .....	22
7.3	Resistenza alla scalfittura.....	23
7.3.1	Resistenza alla scalfittura .....	23
7.3.2	Reazione alla pressione interna continua dopo la prova di resistenza al carico esterno .....	23

7.3.3	Determinazione dell'abrasione dello strato .....	23
7.3.4	Sollecitazioni localizzate .....	23
7.3.5	Metodo di prova per la determinazione dell'abrasione dello strato esterno .....	23
<b>8</b>	<b>Accettazione dei tubi e dei pezzi speciali .....</b>	<b>24</b>
8.1	Certificazioni .....	24
8.2	Controlli e prove per l'accettazione .....	24
<b>9</b>	<b>Procedura per il trasporto lo scarico, l'accatastamento e lo sfilamento delle tubazioni .....</b>	<b>26</b>
9.1	Trasporto .....	26
9.2	Predisposizione dell'area di accatastamento .....	26
9.3	Scarico .....	27
9.4	Accatastamento .....	27
9.5	Sfilamento .....	28
9.6	Curvatura per flessione naturale .....	28
<b>10</b>	<b>Procedura di qualificazione dei saldatori e dei cicli di saldatura .....</b>	<b>29</b>
10.1	Definizioni .....	29
10.1.1	Accoppiata di saldatura .....	29
10.1.2	Apparecchiatura di saldatura .....	29
10.1.3	Campioni .....	29
10.1.4	Rapporto di qualificazione .....	29
10.2	Certificazioni dei saldatori .....	30
10.3	Parametri di saldatura .....	30
10.4	Saldature .....	30
10.5	Campioni .....	31
10.5.1	Posizione di prelievo .....	31
10.5.2	Numero dei campioni .....	31
10.5.3	Marcatura .....	31
10.5.4	Preparazione dei provini .....	31
10.5.5	Metodo di prova .....	31
10.6	Rapporto di qualificazione .....	31
<b>11</b>	<b>Procedura di montaggio e saldatura di tubazioni in PE a.d. con metodo ad elementi termici per contatto di giunti testa a testa .....</b>	<b>34</b>
11.1	Scopo e campo di applicazione .....	34
11.2	Simbologia .....	34
11.3	Principio del metodo .....	34
11.4	Materiale base .....	35
11.5	Apparecchiature di saldatura .....	35
11.6	Condizioni ambientali .....	35
11.7	Controlli preliminari alle operazioni di saldatura .....	36
11.7.1	Controllo dei materiali .....	36
11.7.2	Controllo delle apparecchiature di saldatura .....	36
11.7.3	Verifica dei saldatori .....	37
11.8	Preparazione per la saldatura .....	37
11.8.1	Pulizia delle superfici .....	37
11.8.2	Bloccaggio delle estremità .....	37
11.8.3	Fresatura dei lembi da saldare .....	37
11.8.4	Controllo della preparazione dei lembi da saldare .....	38
11.9	Ciclo di saldatura .....	38
11.10	Controllo dei giunti saldati .....	39
11.10.1	Controlli non distruttivi .....	39
11.10.2	Esame dimensionale .....	39
11.11	Cicli di saldatura .....	41
<b>12</b>	<b>Procedura di esecuzione delle prove di tenuta idraulica .....</b>	<b>44</b>
12.1	Collegamenti .....	44
12.2	Attrezzature e prescrizioni .....	45
12.3	Collaudo in opera secondo le raccomandazioni dell'I.I.P. ....	45
12.4	Metodi di prova alternativi .....	46

12.4.1	<i>Prova a pressione di I tipo</i> .....	46
12.4.2	<i>Prova a pressione di II tipo</i> .....	47