



CONSORZIO DI BONIFICA ALTA VAL D'AGRI

Villa d'Agri (PZ)

PSRN 2014 - 2020
MISURA 4 - SOTTOMISURA 4.3


**PROGETTO DEL COMPLETAMENTO FUNZIONALE
DELLO SCHEMA IRRIGUO DELLA DIGA DI MARSICO
NUOVO PER L'INTEGRAZIONE IDRICA DEGLI
IMPIANTI IRRIGUI "MATINA-MAGLIANESE" E
"CAVOLO NUOVA IRRIGAZIONE"**

PROGETTO ESECUTIVO

ALLEGATO 26

Disciplinare per la fornitura delle tubazioni in acciaio

Villa d'Agri 18 maggio 2017

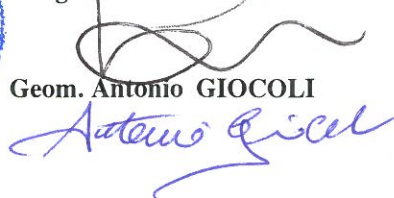
Visto: il R.U.P.
Dott. Michele Mastrangelo




I progettisti

Ing. Antonio VOTPA

Geom. Antonio GIOCOLI



**“PROGETTO DEL COMPLETAMENTO FUNZIONALE
DELLO SCHEMA IRRIGUO DELLA DIGA DI
MARSICONUOVO PER L’INTEGRAZIONE IDRICA
DEGLI IMPIANTI IRRIGUI “MATINA-MAGLIANESE” E
“CAVOLO NUOVA IRRIGAZIONE”**

DISCIPLINARE TUBAZIONI IN ACCIAIO

INDICE

1. CAMPO DI APLICAZIONE E NORMATIVA			
1.1.	Campo di applicazione	pag.	3
1.2.	Normativa	pag.	3
2. TUBAZIONI			
2.1.	Caratteristiche	pag.	3
2.2.	Tolleranze	pag.	4
	2.2.1. Spessore della lamiera	pag.	4
	2.2.2. Diametro esterno	pag.	4
	2.2.3. Lunghezza	pag.	4
	2.2.4. Rettilinearità	pag.	4
	2.2.5. Ovalizzazione	pag.	4
2.3.	Calcoli di stabilità	pag.	4
	2.3.1. Criteri generali	pag.	4
	2.3.2. Ipotesi di calcolo	pag.	5
	2.3.3. Carichi di carattere normale	pag.	5
	2.3.4. Carichi di carattere saltuario	pag.	6
	2.3.5. Carichi di carattere eccezionale	pag.	6
	2.3.6. Stato di sollecitazione nel materiale e tensione equivalente	pag.	7
	2.3.7. Verifica di stabilità elastica	pag.	7
	2.3.8. Gradi di sicurezza	pag.	7
2.4.	Spessori minimi	pag.	8
2.5.	Giunzioni	pag.	8
2.6.	Prove di controllo	pag.	8
2.7.	Marcatura	pag.	9
3. RIVESTIMENTI			
3.1.	Rivestimenti esterni di tipo bituminoso	pag.	9
	3.1.1. Generalità	pag.	9
	3.1.2. Preparazione della superficie da rivestire	pag.	9
	3.1.3. Applicazione dello strato di fondo (primer)	pag.	10
	3.1.4. Applicazione dello strato protettivo	pag.	10
3.2.	Rivestimenti interni di tipo bituminoso	pag.	10
	3.2.1. Rivestimento interno corrente	pag.	10
	3.2.2. Rivestimento interno particolare	pag.	10
3.3.	Prove di controllo dei rivestimenti di tipo bituminoso	pag.	11

	3.3.1.	Prove sui materiali e loro frequenza	pag.	11
	3.3.2.	Controllo durante la fabbricazione e sui rivestimenti finiti	pag.	11
	3.3.3.	Prove di aderenza e misura degli spessori del rivestimento	pag.	11
	3.3.4.	Continuità elettrica	pag.	12
	3.3.5.	Accettazione della fornitura	pag.	12
3.4.		Rivestimenti esterni con resine	pag.	12
	3.4.1.	Generalità	pag.	12
	3.4.2.	Applicazione del rivestimento e caratteristiche dei materiali	pag.	12
3.5.		Rivestimenti esterni in polietilene realizzati in fabbrica	pag.	13

	3.5.1.	Generalità	pag.	13
	3.5.2.	Preparazione della superficie dei tubi	pag.	13
	3.5.3.	Adesivi	pag.	13
	3.5.4.	Rivestimento in polietilene	pag.	14
	3.5.5.	Caratteristiche e prove sui materiali adoperati	pag.	14
	3.5.6.	Caratteristiche e prove sul rivestimento finito	pag.	15
	3.5.7.	Prove di accettazione in fabbrica	pag.	17
	3.5.8.	Prescrizioni per l'impiego del rivestimento	pag.	18

4. PROVVEDIMENTI PER LA PROTEZIONE PASSIVA DELLE TUBAZIONI

4.1.		Trasporto delle tubazioni	pag.	18
4.2.		Controllo dei rivestimenti e riparazione dei danni	pag.	18
	4.2.1.	Riparazione dei rivestimenti bituminosi	pag.	19
	4.2.2.	Riparazione dei rivestimenti con resina	pag.	19
4.3.		Rivestimenti dei giunti di saldatura	pag.	19
	4.3.1.	Rivestimenti bituminosi esterni	pag.	19
	4.3.2.	Rivestimenti con resine	pag.	20
4.4.		Isolamento delle tubazioni in corrispondenza dei manufatti	pag.	20

• CAMPO DI APPLICAZIONE E NORMATIVA

• Campo di applicazione

Il presente Disciplinare si applica alle tubazioni di acciaio non legato per acquedotti ricavate da lamiere curvate con saldature longitudinali od elicoidali (SAW), con estremità per giunzioni di testa o a bicchiere, e stabilisce:

- le caratteristiche delle tubazioni e dei relativi rivestimenti protettivi;
- le prove di controllo sistematico e di accettazione da parte della Direzione dei Lavori;
- i provvedimenti per la protezione passiva delle tubazioni.

• Normativa

Le tubazioni debbono essere conformi alla seguente normativa:

- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 12 dicembre 1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni", pubblicato sulla G.U. 14 marzo 1986 n. 61;
- Istruzioni relative alla normativa tecnica per le tubazioni, elaborate dal Ministero dei Lavori Pubblici, Presidenza del Consiglio Superiore, Servizio Tecnico Centrale;
- Norma UNI EN 10224 e norme UNI ed EN ad essa collegate.

Le norme sopraelencate e tutte le norme di seguito richiamate fanno parte integrante del presente disciplinare e, per patto, non si allegano.

Resta stabilito che, nel caso di discordanza fra le varie normative, l'ordine di prevalenza è il seguente:

- 1. D.M. 12 dicembre 1985 e relative istruzioni;
- 2. Norme UNI, EN;
- 3. Norme del presente Disciplinare;
- 4. Restanti norme richiamate nel testo.

• TUBAZIONI

• Caratteristiche

I tubi devono essere prodotti da aziende operanti in regime di Assicurazione di Qualità conformi alle UNI EN ISO 9001:2000 e certificate da Enti Terzi, a loro volta riconosciuti e accreditati dal SINCERT.

I tubi devono essere saldati ad arco sommerso in conformità alla EN 10224.

- I tubi di diametro nominale DN 600 mm devono avere diametro esterno di 616,0 mm e uno spessore minimo di 8,0 mm.
- I tubi di diametro nominale DN 500 mm devono avere diametro esterno di 516 mm e uno spessore minimo di 8,0 mm.

L'acciaio delle lamiere deve essere di qualità ed avere caratteristiche meccaniche e chimiche rientranti in uno dei tipi di acciaio previsti nelle norme UNI EN 10224.

In particolare, i tubi dovranno essere fabbricati in acciaio con grado L275 – L355.

I tubi devono essere forniti in lunghezze approssimate, con una lunghezza media minima nel 100% della fornitura di 13 metri.

Opzioni (secondo UNI EN 10224, punto 5.2)

- La riparazione mediante saldatura del corpo dei tubi non è ammessa.
- I tubi prodotti devono essere forniti con controlli e prove specifici, ai sensi di quanto previsto nella norma UNI EN 10224
- I tubi devono essere sottoposti a prova di tenuta di tipo idrostatico secondo la norma UNI EN 10224

• Tolleranze

- Spessore della lamiera (s):
- Al di fuori della saldatura:
 - la tolleranza non deve essere maggiore di $\pm 7,5\%$ dello spessore.
- Sulla saldatura per tubi saldati ad arco sommerso (SAW) il sovraspessore del cordone di saldatura all'interno o all'esterno non deve essere maggiore dei seguenti valori ("s" spessore nominale):
 - 3,5 mm per valori di "s" fino a 12,5 mm;
 - 4,5 mm per valori di "s" oltre 12,5 mm.
- Diametro esterno:
- Sezione corrente: $\pm 0,75\%$ del diametro con un massimo di ± 6 mm per diametri fino a 2032mm compresi.
- Estremità calibrate per tubi con estremità liscia per saldatura di testa per una lunghezza non maggiore di 100 mm dalle estremità:
 - secondo UNI EN 10224, punto 7.10.2, prospetto 12.

- Lunghezza:
 - secondo UNI EN 10224, punto 7.7.6.
- Rettilinearità:
 - secondo UNI EN 10224, punto 7.7.7.
- Ovalizzazione
 - secondo UNI EN 10224, punto 7.7.3.

In ogni caso l'ovalizzazione della sezione di estremità sarà tollerata entro limiti tali da non pregiudicare l'esecuzione a regola d'arte della giunzione per saldature di testa.

• **Calcoli di stabilità**

L'impresa dovrà verificare i calcoli di stabilità relativi alle tubazioni. I calcoli, corredati da disegni, dovranno essere firmati da un ingegnere iscritto all'Albo e controfirmati dal legale rappresentante dell'Impresa. Resta comunque stabilito che l'accettazione dei calcoli da parte dell'Ente appaltante non produce alcuna diminuzione di responsabilità dell'Impresa che resta in ogni caso unica responsabile civile e penale dei calcoli, dei disegni e dell'esecuzione.

• Criteri generali

La resistenza dei singoli elementi delle condotte verrà verificata nel modo più rigoroso compatibilmente con le possibilità di soluzione dei problemi statici offerte dagli attuali procedimenti della Scienza delle costruzioni. In particolare si dovrà tenere anche conto: dell'angolo di deviazione dell'asse degli spicchi che formano le curve, quando esso sia superiore a 6°; della conicità dei singoli elementi per angoli al vertice del cono superiori a 16°; della variabilità della sollecitazione circonferenziale nello spessore dei tubi se il rapporto tra spessore e diametro interno è maggiore di 0,05.

Per i casi complessi, che non si possono far rientrare nelle più note ed accettate schematizzazioni matematiche, e per i quali il calcolo può dare solo indicazioni grossolane, si dovrà fare ricorso a studi su modello.

Per i pezzi di minore importanza sarà sufficiente assumere un coefficiente di sicurezza più elevato di quello normalmente ammesso per i pezzi verificabili con calcolo rigoroso, come è precisato al punto 2.3.8.b).

Ove possibile, le valutazioni teoriche relative ai pezzi più importanti verranno verificate con apposite misure durante le prove della condotta.

Le sollecitazioni dovute a perturbazioni locali provocate da aperture di grandi dimensioni per passi d'uomo o simili, da appoggi concentrati, da attacchi flangiati, staffe di rinforzo, diramazioni a più vie,

dovranno anch'esse venire compiutamente calcolate ai fini della verifica di resistenza del materiale nella zona perturbata.

• Ipotesi di calcolo

I carichi di diversa natura che sollecitano gli elementi delle condotte saranno raggruppati nelle seguenti tre categorie:

- Carichi di carattere normale;
- Carichi di carattere saltuario;
- Carichi di carattere eccezionale.

In ogni caso lo stato di sollecitazione del materiale è determinato dall'azione complessiva di tutte le forze agenti nel piano trasversale ed in quelli longitudinali della tubazione.

Queste sono principalmente: la spinta interna dell'acqua ed esterna di eventuali falde acquifere, il peso dei tubi, dell'acqua in essi contenuta, di eventuali materiali di ricoprimento; le forze derivanti dalle variazioni di temperatura rispetto a quella di posa in opera, e dalle caratteristiche di vincolo della struttura che ne condizionano le possibilità di deformazione.

Il calcolo delle sollecitazioni sarà effettuato tenendo contemporaneamente conto, in ciascun punto della condotta, delle condizioni più gravose dovute ai carichi di seguito precisati ed alle variazioni termiche e alle caratteristiche di vincolo pure indicate per ciascuna categoria di carico.

- Carichi di carattere normale

Sono quelli che agiscono durante il normale esercizio delle condotte, e precisamente:

- ***Pressione interna (pressione di calcolo);***

Si dovrà assumere, per ogni sezione, come pressione di calcolo quella staticamente più vincolante tra:

- Pressione massima di esercizio;
Intesa come pressione corrispondente al livello statico massimo (pressione idrostatica) della camera di carico aumentata della sovrappressione di colpo di ariete massima di esercizio: in ogni caso si dovrà considerare, in ogni sezione, rispetto la pressione idrostatica una sovrappressione non minore di 2,5 kg/cmq.
- Pressione minima di esercizio;
Corrispondente alla condizione di tubazione piena.

- ***Peso della tubazione e dell'acqua in essa contenuta;***

- ***Sovraccarichi derivanti dai materiali di ricoprimento, dalla neve, dal vento, ovvero dal passaggio di un mezzo HT con carico per ruota pari a 10 t (DIN 1072);***

- ***Forze derivanti dall'attrito sulle selle di appoggio e nei giunti in dipendenza del loro interasse e tipo; per il calcolo delle conseguenti forze longitudinali si adotteranno coefficienti di attrito non inferiori ai seguenti:***

- per appoggi realizzati con teflon (P.T.F.E.) e acciaio inox $f = 0,05$;
- per appoggi realizzati su rulli $f = 0,10$;
- per appoggi realizzati tra superfici metalliche non lubrificate $f = 0,40$;
- per giunti di dilatazione "telescopici" a premistoppa $f = 0,30$;
- per giunti di dilatazione del tipo a "soffietto" in acciaio inox secondo quanto certificato dalle case costruttrici.

- ***Forze longitudinali derivanti, per le condotte prive di giunti di dilatazione, da impedita deformazione (effetto Poisson e variazione termiche);***

La variazione termica da mettere in conto è la differenza massima che si può presentare nel metallo in

relazione alle temperature massime e minime dell'acqua in esercizio. Detta variazione non può comunque essere assunta inferiore a ± 10 °C.

- ***Forze dovute a spinte idrauliche su fondi, variazioni di sezioni, curve, etc.;***
- ***Forze derivanti da scosse sismiche, limitatamente agli effetti dovuti all'incremento della massa.***

- Carichi di carattere saltuario

Sono quelli che si verificano durante il riempimento e lo svuotamento della condotta e durante la prova in opera, e precisamente:

- ***Pressione interna (pressione di calcolo);***

Si dovrà assumere, per ogni sezione, come pressione di calcolo quella staticamente più vincolante tra:

- Pressione conseguente alla prova in opera;

Tale pressione è pari a 1,5 volte la pressione idrostatica; in ogni caso si dovrà prevedere un incremento minimo di 2,5 kg/cmq.

- Pressione conseguente al vuotamento e riempimento; Corrispondente alla condizione di tubazione piena non in pressione.

- ***Peso della tubazione e dell'acqua contenuta;***

- ***Sovraccarichi derivanti da materiale di ricoprimento, dalla neve, dal vento, ovvero dal passaggio sul ricoprimento di un mezzo con carico per ruota pari a 10 t;***

- ***Forze derivanti dall'attrito sulle selle d'appoggio e nei giunti, che saranno calcolate secondo i criteri esposti al punto 2.3.3.d.);***

- ***Forze longitudinali derivanti da variazioni termiche ed effetto Poisson, per condotte prive di giunti di dilatazione.***

La variazione termica da considerare è la differenza massima che si può presentare nel metallo tra la sua temperatura a condotta vuota e quella alla quale è avvenuta la chiusura dell'ultimo giunto fra due ancoraggi. Tale variazione non può comunque essere assunta inferiore a ± 30 °C per le tubazioni all'aperto vuote e di ± 10 °C per quelle interrate o installate in galleria vuote e pensili piene.

- Carichi di carattere eccezionale

Sono quelli che si possono presentare solo eccezionalmente insieme ai carichi di carattere normale o saltuario, oppure indipendentemente da essi. Nei calcoli si dovrà sempre assumere la combinazione dei carichi più sfavorevole tra quelle che si possono presentare. Si considerano di carattere eccezionale:

- Le depressioni nell'interno delle tubazioni provocate dal mancato funzionamento delle valvole di entrata d'aria in occasione della chiusura dell'organo di intercettazione posto all'imbocco delle condotte (valvole a farfalla, paratoie, valvola di regolazione, etc.). Per tali depressioni si deve assumere il valore massimo pari a 0,8 kg/cmq;
- Le pressioni esterne provocate da falde d'acqua su condotte in galleria bloccate con calcestruzzo oppure interrate, in concomitanza di una depressione di 0,8 kg/cmq delle condotte stesse per mancata entrata d'aria durante il vuotamento;
- Le forze derivanti da particolari condizioni di trasporto, montaggio, cementazione di tubi intasati, iniezioni a tergo dei rivestimenti metallici.

- Stato di sollecitazione nel materiale e tensione equivalente

- In ciascun punto della tubazione deve essere completamente definito lo stato di sollecitazione nel

materiale mediante la determinazione delle tre sollecitazioni principali $\sigma(1)$, $\sigma(2)$, $\sigma(3)$;

- Nei tubi dritti o con piccola curvatura si potrà ammettere che le tre sollecitazioni principali agiscano rispettivamente nelle direzioni circonferenziale, longitudinale e radiale. Inoltre la sollecitazione radiale, data la sua esiguità, potrà essere trascurata. Lo stato di sollecitazione del materiale si riduce così, per questi tubi, ad uno stato piano caratterizzato dalle tensioni principali σ_c e σ_l agenti rispettivamente nelle direzioni circonferenziale e longitudinale;
- Per la verifica della resistenza si calcola, secondo i criteri precisati in seguito, una sollecitazione mono assiale equivalente da confrontare, attraverso un coefficiente di sicurezza definito al punto 2.3.8., con la resistenza a snervamento a trazione del materiale;
- La tensione equivalente sarà calcolata con la formula di Hencky - Von Mises che definisce il lavoro di cambiamento di forma a volume costante nel punto più sollecitato del materiale:

$$\sigma_e = (\sigma_c^2 + \sigma_l^2 - \sigma_c \times \sigma_l)^{1/2}$$

- Nei pezzi di forma complessa, nelle curve a piccolo raggio, nelle biforcazioni, etc. quando lo stato di deformazione spaziale non sia riconducibile a piano, si debbono calcolare le tre tensioni principali e si assumerà come tensione equivalente ancora quella data dalla formula di Hencky - Von Mises, che in questo caso è definita dall'espressione:

$$\sigma_e = [\sigma(1)^2 + \sigma(2)^2 - (\sigma(1) \times \sigma(2) + \sigma(1) \times \sigma(3) + \sigma(2) \times \sigma(3))]^{1/2}$$

- Verifica di stabilità elastica

Oltre alla determinazione dello stato di sollecitazione in ciascun punto della tubazione, si dovrà anche verificare la stabilità elastica della condotta in senso trasversale e in senso longitudinale per ciascuna condizione di carico: il relativo coefficiente di sicurezza, che sarà riferito ai carichi agenti e non alle sollecitazioni unitarie, dovrà essere maggiore di 1,5.

- Gradi di sicurezza

- La tensione equivalente massima, calcolata secondo i criteri definiti al punto 2.3.6., deve essere non superiore ad una prestabilita frazione del carico unitario minimo di snervamento a trazione R_s , non alterato da eventuali incrudimenti del materiale o di 0,80 volte il carico minimo di rottura R del materiale quando R_s è maggiore di 0,80 R :

$$\sigma_e \leq R_s/K$$

$$\sigma_e \leq R \times 0,8/K \text{ quando } R_s > 0,8 R$$

Il coefficiente K definisce il grado di sicurezza della costruzione; esso dipende dal carattere dei carichi presi in considerazione (carichi di carattere normale, saltuario, eccezionale) dalle caratteristiche del materiale, dalla maggiore o minore rigidità del metodo di calcolo assunto per la determinazione dello stato di sollecitazione, dal tipo della sollecitazione.

- Gradi di sicurezza per le sollecitazioni derivanti da carichi di carattere normale. b.1) Salvo diversa prescrizione nelle verifiche di resistenza, si assumerà: $K \geq 2,0$;
- b.2) I pezzi che non possono venire calcolati in modo rigoroso, e per i quali, attesa la minore importanza, non sono prescritte prove su modello, dovranno essere verificati con gradi di sicurezza maggiorati del 20% rispetto a quello prescritto;
- Gradi di sicurezza per le sollecitazioni derivanti da carichi di carattere saltuario. c.1) Per le verifiche di resistenza relative alle sollecitazioni di carattere saltuario, definite al punto 2.3.4., si assumerà: $K \geq 1,5$;
- Gradi di sicurezza per le sollecitazioni derivanti da carichi di carattere eccezionale.

- Nelle verifiche di stabilità elastica relative alle sollecitazioni dovute a depressioni all'interno della condotta è richiesto che la pressione critica del tubo non sia inferiore a 1,5 volte la massima depressione;

Si dovrà anche procedere ad una verifica di resistenza per le stesse condizioni di carico. Il relativo coefficiente di sicurezza dovrà essere maggiore di 1,2.

- Nelle verifiche di resistenza relative alle sollecitazioni derivanti dalle azioni di cui ai punti 2.3.5.b.

e 2.3.5.c si assumerà: $K \geq 1,25$.

• Spessori minimi

Gli spessori devono essere determinati con i calcoli tenendo conto delle prescrizioni precedentemente esposte.

In ogni caso i valori dello spessore non potranno scendere al di sotto di quelli riportati nel presente disciplinare e nell'elenco prezzi allegato al progetto.

• Giunzioni

Le estremità dei tubi dovranno permettere l'attuazione dei seguenti tipi di giunzione:

- Saldatura di testa, aventi estremità piane per spessori minori a 3,2 mm e smussate per spessori maggiori o uguali a 3,2 mm.;
- A bicchiere di forma cilindrica o sferica, adatto alla saldatura elettrica per sovrapposizione.

• Prove di controllo

La conformità delle tubazioni ai requisiti della norma UNI EN 10224 deve essere effettuata a cura del fabbricante per mezzo di controlli e prove specifici (v. EN 10021), dovendo questi seguire fedelmente le procedure di cui ai punti 8, 9, 10 e 11 della norma richiamata UNI EN 10224.

Al termine dei suddetti controlli e prove, il fabbricante deve fornire alla Direzione Lavori un certificato di collaudo di tipo 3.1.B in conformità alla EN 10204, che deve essere documentato, attraverso i relativi report di prova.

Resta nella facoltà della Direzione dei Lavori di effettuare sulle tubazioni prodotte, prima della consegna della fornitura, con oneri a carico del fabbricante, ulteriori controlli e prove previsti dalla normativa specifica di settore, al cui esito positivo verrà condizionata l'accettazione della fornitura (o del singolo lotto prodotto) e l'autorizzazione alla spedizione dei prodotti in cantiere.

In particolare l'Amministrazione Appaltante, per il tramite della Direzione dei Lavori, avrà la facoltà di esercitare nei confronti del produttore dei tubi, a sua esclusiva discrezione, le seguenti azioni ispettive e i seguenti controlli:

- Accesso in qualsiasi momento della produzione agli stabilimenti del produttore;
- Analisi chimico-fisiche, da effettuarsi da parte di laboratorio qualificato e riconosciuto, sia del produttore che terzo e indipendente (istituti universitari o altro), su campioni di tubo e/o di materia prima, prelevati in qualsiasi momento della produzione;
- Esecuzione di prove atte a verificare le caratteristiche generali, geometriche, meccaniche e fisiche [quali ad esempio: esame dell'aspetto e verifiche dimensionali, prove meccaniche [di trazione, di schiacciamento, di allargamento, di piegamento della saldatura, prova di tenuta idrostatica, prova non distruttiva del

cordone di saldatura, etc.], per ogni diametro, nella quantità e con le frequenze previste dalle specifiche norme tecniche di riferimento;

- Esecuzione, a discrezione della Direzione dei Lavori, delle prove previste al precedente punto, con tutti gli oneri a carico dell'Impresa appaltatrice, da parte di istituto di certificazione indipendente, riconosciuto e accreditato, su tubi scelti dalla Direzione dei Lavori tra quelli sfilati a piè d'opera lungo i tracciati delle condotte.

Qualora sui tubi prescelti, le prove eseguite dall'Istituto predetto dovessero dare esito negativo, le stesse verranno ripetute - sempre da parte di istituto di certificazione indipendente riconosciuto e accreditato - su altri tubi scelti dalla Direzione dei Lavori tra quelli sfilati a piè d'opera lungo i tracciati delle condotte.

Qualora le prove risultassero ancora negative, l'intera fornitura delle tubazioni verrà irrevocabilmente rifiutata.

Le spese relative ai controlli di cui ai punti precedenti (oltre viaggi e soggiorni dei delegati della Amministrazione appaltante in occasione delle verifiche in stabilimento) sono ad esclusivo carico dell'Impresa aggiudicataria.

Sono a carico dell'Impresa aggiudicataria pure le spese e gli oneri di trasporto e di esecuzione delle

prove e di produzione dei certificati di laboratorio delle prove di cui al punto d) precedente.

In caso di impossibilità di eseguire all'interno dello stabilimento di produzione le prove previste, sarà cura e onere dell'Impresa aggiudicataria provvedere alla esecuzione di dette prove presso idonei laboratori o istituti competenti.

Saranno inoltre a carico dell'Impresa aggiudicataria gli oneri derivanti dal ritiro di tutti i tubi già consegnati all'Amministrazione appaltante ma risultati non conformi a seguito degli esiti negativi delle prove previste.

In caso di non rispondenza delle forniture alle specifiche del presente disciplinare e a quanto dichiarato dal produttore, l'Amministrazione appaltante ha la facoltà di ricorrere alla risoluzione del contratto e di richiedere l'eventuale rifusione del danno come previsto dall'art. 1497 del Codice Civile. La consegna in cantiere di ogni specifica partita di materiale, a pena della mancata accettazione, dovrà comunque avvenire allegando alla fornitura i seguenti documenti:

- dichiarazioni di conformità alla norma UNI EN 10224 rilasciate dal produttore per quella specifica partita;
- copia dei certificati di collaudo e delle registrazioni degli esiti dei test, relativi alle materie prime impiegate ed ai tubi oggetto della fornitura, che ne attestino la rispondenza alle prescrizioni delle norme richiamate nel presente disciplinare.

Si precisa che l'accettazione delle tubazioni da parte del Direttore dei Lavori non esonera l'Impresa dalle proprie esclusive responsabilità contrattuali sulla qualità e sulle caratteristiche dei materiali forniti, ai sensi di quanto previsto nel Capitolato Speciale d'Appalto.

• **Marcatura**

Secondo la norma UNI EN 10224, punto 12.1.

• **RIVESTIMENTI**

I rivestimenti protettivi interni ed esterni dovranno essere tali da:

- proteggere efficacemente la superficie interna dall'azione aggressiva dell'acqua convogliata e la superficie esterna dall'azione aggressiva dei terreni e dell'ambiente in cui le tubazioni sono posate;
- conservare la loro integrità anche durante le operazioni di carico, trasporto nei luoghi di impiego, scarico e posa in opera delle tubazioni;
- resistere senza alterazioni alle temperature sia massime che minime delle località di impiego.

I rivestimenti di tipo bituminoso dovranno essere conformi alla norma UNI ISO 5256/1987 e, qualora non contrastanti con essa, alle norme del presente Disciplinare.

- **Rivestimenti esterni di tipo bituminoso**

- Generalità

La superficie esterna delle tubazioni destinate ad essere interrate dovrà essere isolata in modo da sottrarre il metallo dal contatto con l'ambiente di posa. Ciò si otterrà ricoprendo la superficie con idoneo rivestimento. Il rivestimento dovrà avere caratteristiche meccaniche tali da non subire danneggiamento durante le operazioni di trasporto, di posa in opera e di interrimento delle tubazioni.

- Preparazione della superficie da rivestire

L'efficienza del rivestimento dipende principalmente dall'aderenza che il rivestimento ha rispetto alla superficie da rivestire.

L'aderenza che potrà essere misurata con le prove previste successivamente, sarà tanto migliore quanto più elevato è il grado di pulizia e di ruvidità della superficie.

La pulizia della superficie da rivestire dovrà comportare:

- l'eliminazione di macchie di olio, di grasso, di polvere e di altre sostanze già distaccate;
- l'essiccazione della superficie;
- l'asportazione della eventuale ruggine e della calamina friabile.

Questa pulizia sarà ottenuta mediante sabbiatura - riferimento SA 2 - Norme SIS

055900 - 1967 - oppure mediante una energica spazzolatura meccanica - riferimento ST 3 - richiamate Norme SIS.

Il trattamento non è espressamente richiesto quando le tubazioni sono ricavate da lamiera normalizzata in ambiente ossidante e la superficie del tubo, al momento dell'applicazione dello strato di fondo di cui appresso si presenta esente da ruggine e da calamina friabile - grado A delle richiamate norme SIS.

- Applicazione dello strato di fondo (primer)

Subito dopo la preparazione della superficie si applicherà alla superficie stessa uno strato di fondo (primer) costituito da bitume - residuo della distillazione del petrolio grezzo - limitatamente ossidato, avente le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento P.A.: $105^{\circ}\text{C} \pm 5$
- punto di rottura Fraas: $\leq - 6^{\circ}\text{C}$
- penetrazione (25°C - 100 gr-5s): ≤ 25 dmm
- solubilità di CCL4: $>$

99% L'applicazione dello strato di fondo potrà essere ottenuta:

- Mediante immersione del tubo in una vasca contenente il bitume fuso ad una temperatura di $190 \div 220^{\circ}\text{C}$; l'immersione dovrà durare $10 \div 30$ minuti a seconda dello spessore della parete del tubo in modo che il tubo stesso raggiunga la temperatura del bagno; qualora il tubo venga preriscaldato alla temperatura del bagno la durata dell'immersione potrà essere limitata ad $1 \div 2$ minuti primi;
- Mediante applicazione di vernice bituminosa.

Nel caso b) la superficie dovrà essere preparata con particolare cura.

Se la vernice è applicata con sistema "airless" dovrà essere praticamente priva di solvente.

Se la vernice è applicata con pennello o spruzzo essa potrà essere costituita da soluzione di bitume disciolto in solvente con percentuale di solvente massima del 65% del peso della soluzione. In quest'ultimo caso la vernice si dovrà applicare in più mani avendo cura

di applicare la mano successiva quando la mano precedente è perfettamente liberata dal solvente che contiene.

In ogni caso è tassativamente escluso l'uso di emulsione acquosa o comunque di sostanze diluite con acqua.

Lo spessore dello strato di fondo dovrà essere tale da assicurare la completa copertura della superficie metallica.

- Applicazione dello strato protettivo

Lo strato protettivo sarà costituito da bitume ossidato ed opportunamente caricato avente le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento P.A.: $100 \div 115 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- punto di rottura Fraas: $\leq 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- penetrazione (25 °C - 100 gr - 5s): $\leq 20 \text{ dmm}$
- carica: $30 \pm 5\%$

I materiali da adoperarsi per la carica dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- natura ardesia: silicea;
- umidità: $\leq 2\%$ in peso;
- perdita alla calcinazione: 25%;
- residuo al vaglio di 10.000 maglie/cm²: $< 5\%$

Lo strato protettivo sarà ottenuto mediante il getto di miscela bituminosa fusa che investe il tubo animato di moto rotatorio oppure con l'applicazione della stessa miscela mediante spatole opportune. E' indispensabile che lo strato protettivo venga applicato su strato di fondo già raffreddato o completamente essiccato a seconda del tipo di applicazione usato.

- **Rivestimenti interni di tipo bituminoso**

- Rivestimento interno corrente

Il rivestimento interno di tipo bituminoso normalmente sarà costituito dallo strato di primer ottenuto come descritto in precedenza, per uno spessore minimo di 400 μm (classe B della norma UNI ISO 5256/1987).

3.2.2 Rivestimento interno particolare

Per casi di particolari caratteristiche dell'acqua convogliata, su specifica richiesta della Direzione dei Lavori dovranno essere forniti tubi con rivestimento interno a spessore e tipo di applicazione da stabilirsi caso per caso.

- **Prove di controllo dei rivestimenti di tipo bituminoso**

- Prove sui materiali e loro frequenza

Il controllo del rivestimento deve essere assicurato dai servizi competenti del rivestitore e svolgersi secondo le modalità previste nella norma UNI ISO 5256/1987, punto 9.

La conformità della fornitura ai requisiti della norma UNI ISO 5256/1987 deve essere effettuata a cura del rivestitore, che deve fornire alla Direzione dei Lavori un certificato di collaudo contenente: i certificati di origine e delle caratteristiche delle materie prime impiegate; i risultati di tutte le prove e i controlli prescritti, relativi alle materie prime impiegate e ai rivestimenti finiti, con attestazione che queste prove e controlli sono stati effettuati, per i rivestimenti finiti, dallo stesso rivestitore sui saggi prelevati dai prodotti oggetto dell'ordinazione.

- Controllo durante la fabbricazione e sui rivestimenti finiti

L'Ente Appaltante si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione dei rivestimenti, allo scopo di controllare la corretta esecuzione, secondo le prescrizioni impartite, riservandosi di interrompere una produzione che non risponda ai requisiti richiesti.

Il controllo sui rivestimenti finiti, qualora disposto dall'Ente Appaltante, consiste nell'accurata ispezione del maggior numero dei tubi in una qualunque delle fasi di lavorazione, nella misura degli spessori e in prove di aderenza e di continuità elettrica.

- Prove di aderenza e misura degli spessori del rivestimento

Le prove si eseguiranno su un numero di pezzi variabile con la entità dei manufatti esistenti in fabbrica all'atto del sopralluogo di controllo, destinati in tutto o in parte al presente appalto.

Unità della partita	Numero del campione
10 ÷ 25	3
26 ÷ 50	4
51 ÷ 100	5
101 ÷ 200	7
201 ÷ 300	9
301 ÷ 400	10
401 ÷ 500	11

Quando la partita supera le 500 unità il campione consiste di 11 unità, più una unità per ogni 100 unità superiori alle 500.

Le prove consisteranno nella misura dello spessore e nell'accertamento dell'aderenza del rivestimento alla tubazione.

La misura dello spessore del rivestimento potrà essere eseguita mediante un comparatore con tastatore (orologio di misura) o, per spessori tra 1,5 e 10 mm, con un dispositivo elettromagnetico.

La misura dello spessore si eseguirà in un numero di punti a giudizio della Direzione dei Lavori, ma non superiore a 1 punto per mq di rivestimento.

L'esito delle misure sarà positivo quando in tutti i punti di misura lo spessore non risulti mai inferiore ai

limiti fissati nel punto 3.1.8.

La prova di aderenza sarà eseguita in un numero di punti, stabilito a giudizio della Direzione dei Lavori e comunque non superiore ad una prova ogni 2 mq di superficie del rivestimento. Si eseguono sul rivestimento, con un coltello affilato e robusto, due tagli paralleli all'asse della tubazione fino ad arrivare alla superficie del tubo. Indi si eseguono altri due tagli aventi la stessa inclinazione della fascia di armatura in modo da formare, con i primi, un parallelogramma con altezza compresa tra 10 e 20 cm.

Quindi, in corrispondenza di un intero lato del parallelogramma, si asporta la parte del rivestimento esterno al lato stesso per una sufficiente lunghezza. Su tale lato, si stacca per una profondità di due centimetri, il bordo inferiore del rivestimento della tubazione in modo da ottenere che un lembo sia leggermente sollevato. Con un arnese a forma di pinza, avente ganasce della stessa lunghezza del lato in questione, si afferra il lembo precedentemente indicato e si strappa tirando in modo uniforme. La prova risulterà negativa se in uno qualsiasi dei punti in esame lo strato di primer si staccherà dal metallo. Se il primer risulta ben aderente al metallo l'aderenza sarà considerata sufficiente quando il rivestimento non si stacca dallo strato di primer.

Quando lo strato di rivestimento dovesse, in alcuni punti, staccarsi dal primer si misurano le aree per le quali si è verificato il distacco.

Per patto esplicito si definisce "coefficiente di aderenza" il rapporto tra la superficie che resta ancora ricoperta di rivestimento e la superficie totale sulla quale viene strappato il rivestimento stesso.

La prova sarà ancora considerata positiva quando la media dei coefficienti di aderenza è superiore al 90% e non si abbiano coefficienti inferiori al 75%.

L'area per la quale è consentito il distacco dovrà comunque essere la somma di almeno 3 aree parziali per ogni prova eseguita.

- Continuità elettrica

Il controllo della continuità verrà eseguito con strumento rilevatore a scintilla con tensione ai morsetti compresa tra 15.000 e 20.000 Volt.

La misura delle intensità di corrente circolante nella tubazione potrà essere eseguita anche staccando il collegamento elettrico fra due tubi contigui.

- Accettazione della fornitura

Effettuati dalla Direzione dei Lavori, prima della consegna della fornitura, con oneri a carico del fabbricante, i controlli sopra descritti ed eventuali ulteriori controlli e prove previsti dalla normativa specifica di settore, verrà disposta dalla stessa Direzione dei Lavori l'accettazione della fornitura (o del singolo lotto prodotto) e l'autorizzazione alla spedizione dei prodotti in cantiere.

Si precisa che l'accettazione della fornitura da parte del Direttore dei Lavori non esonera l'Impresa dalle proprie esclusive responsabilità contrattuali sulla qualità e sulle caratteristiche dei materiali forniti, ai sensi di quanto previsto nel Capitolato Speciale d'Appalto.

- **Rivestimenti esterni con resine**

- Generalità

Il rivestimento esterno sarà costituito da un primer zincante antiruggine, da pittura epossicatramosa e a finire da una pittura di alluminio in base bituminosa termoriflettente. Tale rivestimento sarà impiegato per le tubazioni posate in aria di tipo

pensile. 3.4.2. Applicazione del rivestimento e caratteristiche dei materiali

La preparazione della superficie da rivestire dovrà essere effettuata mediante sabbiatura a metallo "quasi bianco" corrispondente alle specifiche Snenk Standard SIS 055900 grado SA 21/2 0 55 Pc - SP10 - 63T.

Subito dopo la preparazione e, comunque, prima che la superficie subisca alterazioni sensibili, la stessa dovrà essere sottoposta al seguente ciclo di pitturazione:

- Applicazione di zincate organico monocomponente per uno spessore di film secco di 50 microns,

avente le seguenti
caratteristiche:

- colore: grigio;
- peso specifico: 2,3 kg/litro +/- 2%;
- contenuto di zinco: 86% in peso +/- 2%;
- residuo secco: 34% in volume +/- 2%;
- resistenza alla temperatura (a secco): + 316 °C;
- tempi di essiccamento del film: al tatto 30 minuti per ricopertura 8 ore;
- non infiammabile quanto secco;

- possibilità di ricopertura con pitture epossidiche ad alto spessore senza mano intermedia a basso spessore;
- non tossico;
- applicazione di una mano di pittura epossicatramosa per uno spessore di film secco di 250 micron minimo.

Trattasi di pittura epossidica a 2 componenti, curata alla Poljammide, costituita da catrame di carbone e resina epossidica (quest'ultima nella misura di almeno il 40% del peso in stato indurito), avente le caratteristiche di seguito riportate:

- colore: nero;
- viscosità: tixotropica;
- peso specifico: 1,26 kg/litro +/- 2%;
- residuo secco: 76% +/- 2% in volume;
- resistenza alla temperatura (a secco): da - 340 °C a + 93 °C;
- durata in vaso aperto del prodotto miscelato: 4 ore a 16 °C;
- tempo di essiccazione al tatto: 4 ore e 20 °C.
- Applicazione di una mano a finire di pittura alluminio in base bituminosa per uno spessore di film secco di 40 microns.

Le caratteristiche delle vernici devono essere tali che il rivestimento finito deve avere una ottima adesione alla superficie del tubo, presentare ottima resistenza all'abrasione, avere grande durezza e contemporanea flessibilità ed una elevata resistenza all'acqua.

Si avrà cura di applicare la pittura epossicatramosa quando lo strato di zincante organico sia sufficientemente indurito e cioè minimo 8 ore dopo.

Inoltre se lo spessore di zincante è ottenuto mediante l'applicazione di più mani successive si dovranno rispettare per le riprese i seguenti limiti in funzione della temperatura:

- tempo minimo : quanto asciutto
- tempo massimo:

T = 10 °C	72 ore
T = 16 °C	16 ore
T = 27 °C	6 ore
T = 38 °C	2 ore

Allo scopo di avere la certezza che il rivestimento sia completamente polimerizzato ed indurito, il trasporto delle tubazioni dalla fabbrica al luogo di utilizzazione dovrà avvenire non prima di 10 giorni dall'ultimazione del rivestimento stesso.

• **Rivestimenti esterni in polietilene realizzati in fabbrica**

• Generalità

Il rivestimento esterno sarà costituito da polietilene applicato per fusione di polvere (PE fuso) oppure per estrusione su tubi di acciaio tramite un adesivo (PE estruso).

Tale rivestimento potrà essere impiegato soltanto su tubi di acciaio da porre entro tubi guaina ed utilizzati con una gamma di temperature comprese tra -25 °C e + 50 °C.

• Preparazione della superficie dei tubi

La superficie da rivestire deve essere trattata per eliminare qualsiasi impurità (calamina ed ossidi aderenti), con sabbiatura o con decapaggio chimico.

La sabbiatura deve corrispondere alle norme SIS 5009 al tipo SA 2½. Dopo il trattamento e prima dell'applicazione del rivestimento la superficie deve essere ripulita dai resti di abrasivo e di polvere.

Il decapaggio chimico non deve danneggiare la superficie del metallo vivo. Deve essere seguito da un

lavaggio accurato ed eventualmente da una passivazione del metallo. La superficie del metallo deve risultare esente da sostanze che possano danneggiare la qualità del rivestimento.

- Adesivi

Per i tubi rivestiti con PE estruso sono ammessi due tipi di adesivi:

- tipo A - Adesivi duri a temperatura ambiente;
- tipo B - Adesivi reversibili a temperatura ambiente.

Al momento dell'applicazione dell'adesivo, la superficie da rivestire deve essere secca ed esente da sostanze grasse o da particelle non aderenti.

L'adesivo dovrà essere omogeneo in tutta la sua massa e dovrà essere ripartito su tutta la superficie del metallo e dell'eventuale saldatura.

- Rivestimento in polietilene

- *Aggiunta al materiale di base;*

E' ammessa l'aggiunta al polietilene di base di pigmenti, fillers e additivi a condizione che questi siano dispersi in maniera omogenea e che non alterino le proprietà del rivestimento, in particolare per quanto riguarda la resistenza di isolamento e la resistenza ai microrganismi, e che non comportino al rivestimento una porosità pregiudizievole.

- *Aspetto;*

Il polietilene deve essere omogeneo nella sua massa ed esente da soffiature e scagliature. La sua superficie deve essere liscia o leggermente ondulata; l'ampiezza dell'ondulazione non deve essere maggiore di 0,5 mm.

- *Spessore;*

Ai fini dello spessore i rivestimenti sono suddivisi in normale, rinforzato e speciale.

Il tipo normale non potrà essere realizzato con polietilene con massa volumica minore di 0,94 gr/cm³.

Gli spessori minimi del rivestimento finito, comprendente anche quello della mano di fondo, non devono risultare inferiori in nessun punto a quelli riportati nella seguente tabella:

Spessori minimi in mm dei rivestimenti in PE

DN TUBO (mm)	TIPO DI RIVESTIMENTO		
	Normale	rinforzato	speciale
Fino a 100	1.8	2.5	--
da 100 a 250	2.0	2.5	4.0
da 250 a 500	2.2	3.0	4.0
da 500 a 750	2.5	3.5	4.0
oltre 750	3.0	3.5	4.0

- *Finitura del rivestimento all'estremità del tubo;*

Le estremità di ciascun tubo dovranno essere non rivestite per una lunghezza di 200 mm per tubi di diametro non superiore a 250 mm e di 250 mm per tubi di diametro superiore a 250 mm.

E' ammessa una tolleranza del $\pm 15\%$.

L'estremità del rivestimento deve essere smussata con un angolo di $35^\circ \pm 5^\circ$ misurato rispetto alla generatrice longitudinale del tubo.

Le superfici non rivestite dovranno essere dotate di una protezione temporanea.

Intorno alle estremità del rivestimento rifilato dovranno essere applicati idonei prodotti sigillanti atti ad impedire la penetrazione di umidità tra il metallo del tubo ed il rivestimento stesso.

- Caratteristiche e prove sui materiali adoperati
- *Mescola per il rivestimento;*

Costituzione

- Quantità di omopolimero dell'etilene (PE) oppure di copolimero dell'etilene: $\geq 97\%$; Non sono ammesse miscele di omopolimeri e/o copolimeri.
- Quantità di nero-fumo (secondo ASTM D 1603): $2,5 \pm 5\%$ in massa e additivi che lo stabilizzano contro l'azione dell'ossigeno e della temperatura di applicazione.

Caratteristiche dei costituenti

- *La mescola originaria* (in granuli o in polvere pronti per l'uso), deve possedere un indice di fluidità a caldo, misurato secondo ISO R 1133, condizione operativa 4 (190 °C - 2,16 kg)) ed una massa volumica misurata secondo ISO R 1183 a 23 ± 5 °C, rispettando la seguente tabella:

Caratteristiche	Valore		Unità
Massa volumica	$< 0,94$	$\geq 0,94$	g/cm ³
Indice di fluidità	$\leq 2,00$	$\leq 0,80$	g/10 mm

Sono ammesse mescole con indice di fluidità a caldo superiore ai limiti indicati nella precedente tabella se esse presentano suscettibilità alla fessurazione sotto tensione (stress - cracking secondo ASTM D 1693 - condizione B per polimeri dell'etilene tipo 1 e reagente - Igepol CO 630 - al 10% in massa) non superiore a quelle di una mescola della stessa massa volumica rispondente alle prescrizioni della suddetta tabella.

Il confronto è ammesso soltanto fra mescole della stessa natura (cioè, fra omopolimeri a bassa densità, oppure fra copolimeri a bassa densità, oppure fra omopolimeri ad alta densità, oppure tra copolimeri ad alta densità).

- *Nerofumo (carbon black).*

Il nerofumo deve possedere le seguenti caratteristiche,:

- numero di iodio determinato secondo ASTM D 1510: ≥ 110 ;
- uniformità di dispersione: secondo BS 6234.

- *Adesivi (Polietilene estruso);*

Gli adesivi adoperati per i rivestimenti estrusi devono soddisfare le seguenti caratteristiche:

- cristallizzazione: non deve cristallizzare nell'intervallo di temperatura - 10 + 70 °C;
- punto di rammollimento (misurato secondo ASTM D 1525 Rate A): ≤ 120 °C;
- solventi: non devono essere presenti.

- Caratteristiche e prove sul rivestimento finito

- *Controllo dell'assenza di pori;*

Il rivestimento dei tubi deve essere esente da fori rilevabili con scintillometro a spazzola ad alta tensione, le cui punte spinterometriche siano regolate ad una distanza pari a 4 volte lo spessore del rivestimento e comunque non inferiore a 10 mm.

All'atto del controllo, il rivestimento deve essere esente da umidità superficiale.

- *Resistenza agli urti;*

La prova consiste nel verificare la resistenza del rivestimento all'impatto di un punzone cilindrico, con testa a forma di calotta sferica di 25 mm di diametro, che cade verticalmente sul rivestimento da una altezza di 1 m.

Detto punzone dovrà avere un peso (in kg) pari a 0,5 as (dove $a = 0,7$ per tubi con DN inferiore a 100 mm, $a = 0,85$ per tubi con DN compreso fra 100 e 200 mm e $a = 1$ per tubi con DN superiore a 200 mm) ed s è lo spessore medio del rivestimento, espresso in mm.

La prova non deve essere effettuata su cordoni di saldatura prominenti ed entro una fascia di 100 mm di larghezza a cavallo di essi.

Il campione (tubo o parte di esso) deve essere sistemato in modo da evitare ogni reazione elastica di

esso al momento dell'urto. Pertanto, per tubi di diametro maggiore a 100 mm, la prova deve essere eseguita su tubo appoggiato all'interno o su parte di esso opportunamente appoggiata.

La prova di un urto si intende positiva se la zona dell'urto non presenta difetti con il controllo di cui al punto precedente. Per ogni tubo da provare si eseguirà una prima serie di 30 urti in posizione ubicate sulla generatrice superiore del tubo, distanziate di almeno 30 mm fra loro e ad almeno 1 m dall'estremità del rivestimento. Il risultato della determinazione della resistenza agli urti è considerato positivo se tutte le prove della 1ª serie sono positive.

Se si hanno prove negative la determinazione è considerata dubbia o negativa applicando i criteri indicati nella tabella seguente. Se la determinazione è dubbia saranno eseguite altre serie, con un numero di urti indicati in detta tabella, fino a quando il risultato non ricade nel campo delle determinazioni positive o negative.

Serie	N. urti della serie	N. urti totali	N. di prove negative della serie per considerare la determinazione		
			Positiva	Dubbia	Negativa
1ª	30	30	0	3	3
2ª	30	60	2	5	5
3ª	40	100	4	6	6
4ª	50	150	7	-	7

In ogni caso il numero totale di urti non potrà essere superiore a 150 e la determinazione della resistenza all'urto sarà considerata negativa se il numero totale di prove negative è maggiore di 7.

- *Resistenza allo strappo;*

Le prove per la determinazione della resistenza allo strappo (pelatura) del rivestimento PE vengono effettuate a temperatura ambiente ($23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$) in condizioni di ambiente normali.

Le prove possono essere eseguite su spezzoni di tubi e, per diametri superiori a 300 mm, anche su provini metallici ricavati dai tubi in prova.

Il taglio dei tubi, degli spezzoni e dei provini, da eseguirsi ad una distanza non inferiore a 20 cm dagli estremi, deve essere eseguito a freddo.

Il pezzo di rivestimento da provare viene isolato dalla parte restante con le seguenti modalità: con due tagli paralleli (preferibilmente circolari) si isola una fascia di rivestimento di 50 mm di larghezza. Dopo l'esecuzione di un altro taglio perpendicolare a detti tagli, la striscia ottenuta viene staccata e sollevata dal tubo con un coltello per una lunghezza di circa 20 mm.

Condizioni necessarie per la prova sono:

- velocità di strappo costante;
- direzione della forza di strappo perpendicolare alla superficie metallica di stacco.

Il lembo di rivestimento, preparato come innanzi descritto, viene fissato ad un dinamometro registratore della forza applicata, regolato per una velocità costante di strappo di 10 mm/mm con un dispositivo che assicuri, durante la prova, la perpendicolarità della forza alla superficie.

Dalla registrazione, scartati i valori relativi ai primi ed agli ultimi 20 mm, si calcola il valore medio della forza applicata (espresso in N). Non potranno essere presi in considerazione i diagrammi che contengano, nella zona utile innanzi indicata, un qualsiasi tratto di curva, corrispondente ad una larghezza massima di 20 mm, per i quali il valore medio misurato su detti tratti risulti inferiore a 0,75 il valore medio richiesto (valore nominale).

La determinazione si intende positiva quando il valore medio della forza applicata per l'asportazione del rivestimento risulti non inferiore a 35 N per cm di larghezza della striscia di prova (valore nominale).

La prova si intende negativa se si verifica la condizione di non accettazione del diagramma innanzi indicata, oppure se il valore medio risulti inferiore al valore nominale.

La determinazione dovrà essere effettuata su un provino prelevato da ogni tubo da sottoporre alle prove di accettazione. Qualora si verifichi una determinazione negativa, sarà ripetuta una seconda serie di determinazioni costituita da 2 determinazioni per ogni tubo da provare. La prova si intenderà positiva se tutti i risultati della seconda serie saranno positivi.

- *Resistenza alla penetrazione sotto carico con punzone;*

La prova consiste nel misurare l'affondamento nel rivestimento di un punzone cilindrico di 1,8 mm di diametro sottoposto all'azione di un peso di 2,5 kg.

La prova va eseguita con un penetrometro che comprende: l'asta cilindrica di 1,8 mm di diametro alla cui estremità superiore sia applicabile un peso; un comparatore, o qualsiasi altro sistema di misura, che possa apprezzare 1/100 di mm.

Per effettuare la misura si preleva un pezzo del rivestimento in polietilene:

- per scollamento in acqua a 80 °C se si tratta di rivestimenti ottenuti per fusione o per estrusione tipo A;
- per strappo nel caso di rivestimenti estrusi tipo B.

Il campione sul quale è applicato il penetrometro viene posto in stufa termostata

olata reg
alla

temperatura di prova per 1 ora. Dopo di che si legge l'indicazione S1 del comparatore.

Si carica poi il comparatore con la massa che assicura il peso di 2,5 kg. Dopo 24 ore di permanenza in stufa si legge l'indicazione S2 del comparatore. La differenza S1-S2 dà la profondità di penetrazione.

La prova suddetta va eseguita alla temperatura di 25 e 50 °C su tre campioni per ogni temperatura.

La media di tre misure effettuate secondo il metodo sopra indicato non deve essere superiore ai seguenti valori:

- 0,3 mm per la prova eseguita a 25 °C;
- 0,5 mm per la prova eseguita a 50 °C.

Dopo la prova il rivestimento dovrà soddisfare alla prova di non porosità.

In ogni caso il risultato della prova sarà considerato negativo anche se una sola misura risulta essere superiore rispettivamente a 0,6 mm e a 1 mm per le prove a 25 e 50 °C.

- *Resistenza specifica rivestimento;*

f) Invecchiamento al calore;

- Invecchiamento alla luce;
- Allungamento a rottura.

Queste prove saranno eseguite secondo il progetto di Norme DIN 30670 ed. aprile 1979, alle quali si farà riferimento anche per i limiti di accettabilità delle prove stesse.

- Prove di accettazione in fabbrica

- *Partita;*

Si intende per partita la aliquota della commessa pronta in stabilimento della quale il fornitore chiede l'accettazione. In ogni caso la partita non potrà essere inferiore a 50 tubi, a meno che non corrisponda all'intera commessa.

- *Prove di accettazione;*

In sede di accettazione della partita saranno eseguite le seguenti determinazioni:

- Controllo dell'assenza dei pori;
- Resistenza agli urti;
- Resistenza allo strappo;
- Resistenza alla penetrazione sotto carico con punzone;
- Allungamento a rottura.

- *Numero di tubi da sottoporre alle prove di accettazione;*

Il numero dei tubi da sottoporre alle prove di accettazione è riportato nella seguente tabella, salvo per la prova di cui al precedente punto 4, che in ogni caso verrà effettuata su 3 tubi:

N. di tubi costituenti la partita	N. tubi da sottoporre a prova
100	4
250	8
500	12
750	14
1000	15
2000	20

Quando la partita supera le 2000 unità, il campione consiste in 20 unità, più una unità ogni 500 unità.

- *Accettazione della partita;*

La partita è accettata se tutte le determinazioni delle prove di accettazione effettuate, sul numero di tubi stabilito daranno risultato positivo.

Se al termine di tutte le determinazioni il numero di risultati negativi conteggiato sul totale delle determinazioni, risulta maggiore di 1, la partita è rifiutata; se risulta uguale ad 1, tutte le prove di accettazione saranno ripetute su un numero di tubi pari al precedente. La partita sarà accettata se nella seconda serie di prove non si verificherà nessun evento negativo in qualsiasi determinazione. In caso contrario sarà rifiutata.

- Prescrizioni per l'impiego del rivestimento

L'impiego del rivestimento è subordinato:

- Alla verifica, da parte dell'Ente appaltante, della capacità del fornitore di produrre un rivestimento conforme alle presenti prescrizioni;
- Alla esistenza presso lo stabilimento di produzione, dell'attrezzatura per l'esecuzione di tutte le prove previste nelle presenti prescrizioni;
- Alla verifica, da parte dell'Ente appaltante, della metodologia di controllo della qualità attuata presso lo stabilimento in sede di produzione del rivestimento, ed alla metodologia di archiviazione dei dati di detti controlli.

La verifica di cui al punto a) sarà effettuata dall'Ente appaltante eseguendo, presso lo stabilimento del fornitore, su almeno tre tubi, tutte le prove di accettazione in precedenza indicate e su almeno cinque tubi per le seguenti prove:

- resistenza specifica del rivestimento;
- invecchiamento al calore;

- invecchiamento alla luce;

delle quali non è prevista, normalmente, la ripetizione in sede di accettazione in fabbrica.

L'Ente appaltante, a suo insindacabile giudizio, potrà rinunciare totalmente o parzialmente alle prove di cui in a) ed alle verifiche di cui in b) e c) in seguito alla presentazione, da parte del fornitore, di una esauriente documentazione riguardante l'esito delle prove di cui in a) ed illustrante le metodologie di cui in b) e c).

Nel corso della fornitura l'Ente appaltante potrà richiedere la verifica di cui in b) e di prendere visione dei dati di cui al punto c), riservandosi la facoltà di richiedere la ripetizione delle prove di resistenza specifica e di invecchiamento al calore e alla luce.

• **PROVVEDIMENTI PER LA PROTEZIONE PASSIVA DELLE TUBAZIONI**

• **Trasporto delle tubazioni**

Durante il trasporto, si potranno verificare deformazioni delle tubazioni stesse. A causa di tali deformazioni si potranno indurre sul rivestimento isolante sollecitazioni meccaniche tali da creare rotture o fessurazioni del rivestimento stesso.

Allo scopo di eliminare o comunque di ridurre al minimo i danneggiamenti del rivestimento, si dovrà porre particolare attenzione nelle operazioni di carico, scarico e trasporto, aumentando i punti di appoggio delle tubazioni e contrastando eventualmente le deformazioni che potranno verificarsi.

Nelle operazioni di carico e scarico si dovranno adoperare fasce di gomma o di altro materiale idoneo con una superficie tale da non produrre sollecitazioni notevoli sul rivestimento isolante.

• **Controllo dei rivestimenti e riparazioni dei danni**

Allorquando la tubazione è a bordo cavo dovrà essere eseguito un controllo dello stato del rivestimento isolante e procedere alla riparazione degli eventuali danni subiti dal rivestimento stesso. Il controllo si eseguirà con idoneo apparecchio di rilevazione a scintilla (holiday detector) e la tensione di prova sarà di 20.000 Volt.

La Direzione dei Lavori stabilirà, a suo insindacabile giudizio, se i danni sono riparabili oppure no; in questo secondo caso imporrà l'allontanamento del tubo dal cantiere e ne vieterà l'utilizzazione.

• Riparazione dei rivestimenti bituminosi

Se il danno al rivestimento è limitato a modesto schiacciamento o fessurazione dello strato protettivo superficiale (tessuto di vetro) che non compromettere l'integrità del secondo strato protettivo (feltro di vetro), la riparazione si effettuerà con l'applicazione di toppe costituite da strati alternati di miscela bituminosa e di armatura conforme a quella prevista per lo strato protettivo ponendo particolare attenzione allo scopo di assicurare l'aderenza della toppa sovrapposta al rivestimento preesistente.

Tale aderenza dovrà essere migliorata pulendo a fondo il rivestimento preesistente ai contorni, ravvivendolo con idoneo utensile e riscaldando fino a portarlo ad incipiente fusione.

Se il danno è tale che ha alterato l'integrità del secondo strato protettivo portando allo scoprimento della superficie del tubo, si dovrà asportare il rivestimento per tutta la circonferenza del tubo e per una lunghezza tale da raggiungere una sezione nella quale il rivestimento risulti integro.

Il ricoprimento della zona così scoperta si effettuerà con i metodi ed i materiali previsti per il rivestimento dei giunti di saldatura.

- Riparazione dei rivestimenti con resina

Se il danno è limitato ad abrasione o fessurazione superficiali, si procederà al ripristino con l'applicazione di una toppa della stessa miscela adoperata per il rivestimento ponendo particolare cura allo scopo di assicurare l'aderenza della toppa sovrapposta al rivestimento preesistente.

Tale aderenza potrà essere migliorata pulendo a fondo il rivestimento preesistente ai contorni e rattivandolo con idoneo utensile.

Se il danno è tale da portare allo scoprimento della superficie, si dovrà procedere alla completa pulizia della superficie scoperta ed al ricoprimento della stessa con miscela uguale a quella adoperata per il rivestimento assicurando sempre l'aderenza sia al metallo che al rivestimento preesistente.

- **Rivestimento dei giunti di saldatura**

- Rivestimenti bituminosi esterni

Il rivestimento dei giunti di saldatura dovrà essere generalmente eseguito nei seguenti modi:

- con materiale bituminoso fuso;
- mediante fasciatura a caldo;
- mediante fasciatura a freddo.

Qualunque sia il sistema adottato per il rivestimento è necessario eseguire le seguenti operazioni preliminari:

- realizzare sulle estremità del rivestimento esistente sui tubi contigui, un invito a becco di flauto per una lunghezza non inferiore a 20 cm sul tubo a monte e 20 cm sul tubo a valle della saldatura;
- pulire a fondo la superficie da rivestire con spazzolatura metallica in modo che risulti esente da polvere, terra, scorie di saldatura, etc. Un'accurata pulizia deve essere effettuata anche su un tratto di circa 15 cm del rivestimento esistente sui tubi sulle parti adiacenti in modo da asportare eventuali corpi estranei (latte di calce, terriccio, etc.).

L'intervento di ripristino del rivestimento dovrà in ogni caso sovrapporsi al rivestimento preesistente, sul tubo a monte e a valle della saldatura, per una lunghezza non inferiore ai 15 cm.

- *Rivestimento con materiale bituminoso fuso;*

Dopo quelle preliminari si dovranno eseguire le seguenti operazioni:

- applicare sulle parti rese pulite ed asciutte, almeno una mano di vernice bituminosa (primer);
- applicare, dopo che la pellicola di vernice è ben essiccata, uno strato di bitume fuso dello spessore di almeno 2 mm; l'operazione va eseguita versando il bitume con un mestolo nella parte superiore e spalmando con un tampone od una spatola od altro idoneo sistema in quella inferiore;
- eseguire una fasciatura in doppio strato con tessuto di fibra di vetro imbevuto di bitume a caldo, sovrapponendo la fasciatura al rivestimento preesistente per almeno 15 cm, in modo da non dar luogo a soluzioni di continuità;
- controllare con un rivelatore a scintilla, tarato per una tensione di 10 ÷ 15 kv, lo strato di bitume e ripristinare la sua continuità nei punti di scarica.

- *Rivestimento con fasce prebituminate a caldo;*

Dopo quelle preliminari si dovranno eseguire le seguenti operazioni:

- applicare sulle parti rese pulite ed asciutte, almeno una mano di primer opportuno;
- applicare, se previsto, uno strato di bitume a caldo per lo spessore di almeno 2 mm con le stesse modalità di cui al punto a);

- applicare la fascia prebituminata, scaldando la superficie interna (per es. con becco a gas) fino alla fusione del bitume e provvedere alla fasciatura operando la sovrapposizione fino a raggiungere lo spessore del rivestimento esistente sulla tubazione;
- controllare con rivelatore a scintilla.
- *Rivestimento con fasce di bitume a freddo.*

Dopo quelle preliminari si dovranno eseguire le seguenti operazioni:

- applicazione di idoneo primer, se richiesto dal tipo di collante esistente sulla fasciatura;
- fasciatura elicoidale con fasce di bitutene H-D, nastri di polietilene a freddo (Altene) o prodotti similari in modo da raggiungere in più strati, con una sovrapposizione minima del 50% della loro larghezza, lo spessore totale del rivestimento di 2 mm al minimo.

La fasciatura sarà eseguita manualmente a perfetta regola d'arte in modo da assicurare una perfetta aderenza e sarà estesa fino alla superficie bituminosa ben rattivata, preparata con invito a becco di flauto sulla quale sarà stata preventivamente passata una mano di strato di fondo (primer);

- controllo con rivelatore a scintilla.

- Rivestimenti con resine

Per le tubazioni rivestite con resina dovranno essere eseguite le seguenti operazioni:

- rattivare con idoneo utensile il rivestimento esistente sui tubi contigui;
- pulire a fondo ed applicare la miscela come previsto di norma.

Particolare cura dovrà essere posta nelle operazioni precedenti allo scopo di ottenere una perfetta aderenza del rivestimento aggiuntivo al metallo ed al rivestimento preesistente.

4.4. Isolamento delle tubazioni in corrispondenza dei manufatti

In corrispondenza dei blocchi di ancoraggio o di attraversamento di murature si prescrive di aumentare l'isolamento della tubazione per tutta la lunghezza dell'ancoraggio o dell'attraversamento della muratura.

In particolare si dovrà prevedere un rivestimento con lo stesso ciclo di quello impiegato per le tubazioni pensili con uno spessore minimo della pittura epossicatramosa di 400 microns.

Qualora, per ragioni meccaniche, alla tubazione dovessero essere applicate zanche di ancoraggio le stesse dovranno essere rivestite, previa sabbiatura, come è indicato nel seguente punto per le sellette di appoggio.

L'isolamento della tubazione dalle sellette di appoggio in calcestruzzo sarà ottenuto ricoprendo la lamiera con materiale isolante.

L'operazione di ricoprimento dovrà essere effettuata prima della posa in opera e dopo che siano state eseguite tutte le operazioni di saldatura delle zanche di ancoraggio o di altri accessori alla lamiera di appoggio.

La lamiera completa di accessori sarà opportunamente preparata per ottenere una buona bagnabilità delle superfici ed un'ottima adesione del rivestimento.

La preparazione sarà ottenuta mediante sabbiatura commerciale o mediante energica spazzolatura meccanica.

Il ricoprimento sarà ottenuto con miscele di resine epossidiche e polvere di quarzo, contenente una quantità di resina epossidica non inferiore al 60%.

L'eventuale indurente da mescolare alla resina dovrà essere per quantità e tipo tale da ottenere una completa polimerizzazione in un tempo inferiore a 24 ore nelle condizioni ambientali in cui viene effettuato il ricoprimento.

Il rivestimento dovrà avere uno spessore non inferiore ad 1 mm e dovrà, comunque, essere capace di sopportare, senza perdere le sue capacità isolanti, le sollecitazioni meccaniche alle quali sarà sottoposto in opera.

