


Ambito Territoriale Ottimale n.3
 Ente d'Ambito Sarnese Vesuviano



GESTIONE OTTIMALE RISORSE IDRICHE



Comune di Torre del Greco
Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento
dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali
- 2° Lotto -

 AceaGori Servizi Gruppo Acea	7305	PROGETTO DEFINITIVO																							
	Elaborato: <div style="text-align: center; font-size: 24px; font-weight: bold;">TA 05</div>	Titolo: <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Disciplinare tecnico descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: Condotte sottomarine</div>																							
INGENGNERIA Il Responsabile ing. Domenico Cesare	Scala:	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Revisione</th> <th>Data</th> <th>Redatto</th> <th>Verificato</th> <th>Approvato</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>			Revisione	Data	Redatto	Verificato	Approvato																DIRETTORE TECNICO ing. Antonio De Cicco
Revisione	Data	Redatto	Verificato	Approvato																					
COLLABORATORI geom. Domingo Gambardella geom. Raimondo Nugnes	DATA	IL R.U.P.			IL R.U.P.																				

DISCIPLINARE TECNICO PER LA FORNITURA E POSA IN OPERA **DI TUBAZIONI IN ACCIAIO GUNITE PER CONDOTTE** **SOTTOMARINE**

1) GENERALITÀ E CAMPO DI APPLICAZIONE

Il presente Disciplinare si applica alla fornitura di tubazioni in acciaio saldate per convogliamento di acque potabili o fognarie, destinate alla posa sottomarina.

I produttori coinvolti nel processo di fabbricazione devono essere dotati di un Sistema di Qualità aziendale conforme alla UNI EN ISO 9001:2000 approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la UNI CEI EN 45012.

In questo documento vengono stabilite:

- le caratteristiche delle tubazioni in acciaio;
- le caratteristiche dei rivestimenti interni ed esterni delle tubazioni;
- le caratteristiche dell'appesantimento cementizio (gunite);
- le caratteristiche dei materiali di ripristino;
- caratteristiche di prova, della marcatura e dei certificati;
- criteri generali e riferimenti normativi per la posa delle condotte.

2) REQUISITI GENERALI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le tubazioni dovranno essere idonee all'impiego previsto e dovranno possedere le caratteristiche stabilite dalla legge e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alle specifiche norme del presente Disciplinare.

Progetto Definitivo	TA 05	<i>Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine</i>	Rev.0	
------------------------	-------	--	-------	--

In particolare, ci si richiama alle seguenti normative:

- DNV OS F101: “*Submarine Pipeline Systems*”.
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 12 Dicembre 1985 “Norme tecniche relative alle tubazioni”, pubblicato sulla G.U. del 14 Marzo 1986 n°61;
- Decreto del Ministero della Salute n°174 del 06 Aprile 2004 “Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti di captazione, trattamento, *adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano*”;
- Circolare n. 27291 del Ministero dei Lavori Pubblici del 20/03/1986: “*Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni*”;
- API 5L: “*Specification for Line Pipe*”, ultima edizione;
- ISO 21809-1: “*External coatings for buried or submerged pipelines used in pipeline transportation systems. Part 1: Polyolefin coatings (3-layer PE and 3-layer PP)*”;
- ISO 21809-5: “*External coatings for buried or submerged pipelines used in pipeline transportation systems. Part 5: External concrete coatings*”;
- UNI EN 10204: “*Metallic products. Types of inspection documents*”;
- UNI EN 12068: “*External organic coatings for the corrosion protection of buried or immersed steel pipelines used in conjunction with cathodic protection. Tapes and shrinkable materials*”;

Le norme, i decreti e le circolari sopra elencate e di seguito richiamate fanno parte integrante del presente disciplinare e, per patto, non si allegano.

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

- Norme del presente Disciplinare
- DNV OS F101
- Norma API 5L
- Norme ISO 21809-1 e 21809-5
- D.M. 12 dicembre 1985
- Circolari e Decreti Ministeriali
- Restanti norme richiamate nel testo

Progetto Definitivo	TA 05	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

3) CARATTERISTICHE GENERALI DELLE TUBAZIONI

Le tubazioni devono essere prodotte in conformità alla Norma API 5L, ultima edizione, livello del prodotto PSL2 (Product Specification Level).

Le tubazioni devono essere in acciaio al carbonio, con estremità per giunzioni saldate testa/testa e precisamente per condotte saldate ricavate da lamiere o da coils, con saldature longitudinali di tipo ERW (Electric Resistance Welding) / HFI (High Frequency Induction welding) o saldature longitudinali/elicoidali di tipo SAW (Submerged Arc Welding).

Le tubazioni devono essere dotate esternamente di rivestimento in polietilene estruso a triplo strato, fabbricato e certificato secondo Norma ISO 21809-1, classe B3 e conforme a quanto riportato al paragrafo 7 del presente Disciplinare.

Il rivestimento interno deve essere realizzato in resina epossidica bi-componente senza solventi, di spessore minimo 300 micron e conforme a quanto riportato al paragrafo 8 del presente Disciplinare.

Le tubazioni devono essere inoltre dotate di appesantimento cementizio (gunite) che le renda funzionali alla posa sottomarina. Esse devono inoltre rispettare i requisiti relativamente agli spessori minimi utilizzabili contenuti all'interno di questo Disciplinare.

Progetto Definitivo	TA 05	<i>Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine</i>	Rev.0	
---------------------	-------	--	-------	--

Codice Intervento 7305	Comune di Torre del Greco Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali – Il lotto
------------------------	--

4) CARATTERISTICHE DELL'ACCIAIO

La qualità di acciaio impiegata per la costruzione delle tubazioni deve essere del tipo L360M, conformemente a quanto previsto dalla norma API 5L – PSL2, e avente caratteristiche ricadenti nei seguenti limiti di accettazione:

Grado	C max	Mn max	Si max	P max	S max	Nb max	V max	Ti max	Mo max	Cr max	Cu max	Ni max
Descrizione	%											
L360M	0,22	1,40	0,45	0,025	0,015	Somma ≤ 0,15			0,15	0,30	0,50	0,30

Le possibili deviazioni dai valori riportati nella tabella precedente sono quelle consultabili sulla Normativa API 5L.

Le caratteristiche meccaniche dovranno rientrare nei seguenti valori:

Grado	Snervamento (min – max) Rt _{0,5}	Carico di rottura (min – max) R _m	Rapporto (max) Rt _{0,5} / R _m	Allungamento (min) A _f
Descrizione	N/mm ²	N/mm ²	-	%
L360M	360 – 530	460 - 760	0,93	Vedi nota sotto

Nota: $A_f = C \frac{A_{XC}^{0,2}}{U^{0,9}}$, dove:

$C = 1.940$

A_{XC} = Area di sezione del provino utilizzato (mm²)

U = Snervamento minimo (N/mm²)

Progetto Definitivo	TA 05	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	Comune di Torre del Greco Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali – Il lotto
------------------------	--

5) CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E TOLLERANZE

Si riportano di seguito le caratteristiche dimensionali richieste per le tubazioni in progetto, sia in opzione 1 che in opzione 2:

Opz.	ITEM	Diametro esterno	Spessore nominale	Lunghezza barre (95% del tot.)	Tolleranza sullo spessore (escl. il cordone)	Tolleranza sul diametro (corpo del tubo)
#	mm	mm	mm	m	-	mm
1	DN 500	508,0	10,3	11,5 ÷ 12,5	-5% +7,5% (SAW) ± 10% (ERW)	± 3,2
1	DN 800	813,0	12,7	11,5 ÷ 12,5	-5% +7,5% (SAW)	± 4,0
2	DN 500	508,0	14,3	11,5 ÷ 12,5	-5% + 10% (SAW) ± 10% (ERW)	± 3,2
2	DN 800	813,0	17,5	11,5 ÷ 12,5	-7,5% + 10% (SAW)	± 4,0

6) PROVA IDRAULICA

Tutti i tubi dovranno essere sottoposti in fabbrica ad un test idrostatico, della durata non inferiore a 10 secondi, seguendo i parametri di seguito indicati:

Opz.	ITEM	D.est.	Spessore	Pressione di prova	PFA *
#	mm	Mm	mm		
1	DN 500	508,0	10,3	131	87
1	DN 800	813,0	12,7	101	67
2	DN 500	508,0	14,3	182	121
2	DN 800	813,0	17,5	139	93

* PFA = Pressione di Funzionamento Ammissibile

Progetto Definitivo	TA 05	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

7) RIVESTIMENTO ESTERNO

Le tubazioni dovranno essere protette esternamente con un rivestimento in polietilene estruso a caldo, del tipo a banda laterale. Il rivestimento deve essere realizzato in triplo strato, applicato e certificato secondo quanto previsto dalla EN 21809-1, classe B3 e deve presentare le seguenti caratteristiche minime:

- resistenza all'impatto: (a 23°C (±3)) > 7 J/mm
- resistenza alla penetrazione: (a 23°C (±3)) ≤ 0,2 mm
- allungamento a rottura: (a 23°C (±3)) ≥ 400%
- Raggio medio del distacco catodico: (a 23° C, 28 giorni, -1,5 V) ≤ 7 mm
- isolamento elettrico > 10⁸ Ωm
- rigidità dielettrica: > 25 kV
- resistenza alla pelatura: (a 23°C (±3)) ≥ 15 N/mm
- spessore minimo di rivestimento esterno: classe B3

Il rivestimento esterno in polietilene (EN 21809-1) deve essere realizzato tramite impianto di estrusione a banda laterale. Il rivestimento a tre strati in polietilene deve essere adatto alla protezione anticorrosiva (di lunga durata) di condotte con temperature di servizio che possono variare da -40°C ad una temperatura massima di +80°C.

Le superfici da rivestire devono essere sottoposte a procedimento di sabbiatura ai fini dell'eliminazione delle impurità (sporco, calamina ed ossidi aderenti), fino ad un grado definito "quasi bianco" (secondo NACE No. 2/SSPC-SP10), tipo SA 2 ½ così come previsto dalle Norme ISO 8501-1 e SIS 055900.

La composizione del rivestimento deve essere la seguente:

- 1° strato: primer
- 2° strato: adesivo polietilenico
- 3° strato: polietilene

Progetto Definitivo	TA 05	<i>Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine</i>	Rev.0	
---------------------	-------	--	-------	--

Il primer sarà costituito da uno strato di polveri epossidiche (Fusion Bonded Epoxy (FBE)) conforme alla EN 12809-1 che svolge la funzione di substrato al quale compete la resistenza chimica vera e propria, creando un sottile strato superficiale continuo, resistente agli agenti corrosivi. Deve avere inoltre la funzione di assicurare un adeguato ancoraggio del rivestimento al metallo.

L'adesivo sarà costituito da polietilene copolimero o modificato. La sua funzione sarà quella di assicurare un adeguato ancoraggio del successivo strato di polietilene alla mano di fondo (primer).

Il rivestimento esterno in polietilene deve essere del tipo ad alta densità (HDPE), con valori di quest'ultima compresi tra circa 0,930 ad oltre 0,970 g/cm³

Per consentire la saldatura dei tubi le estremità dovranno essere non rivestite (*cutback*) per una lunghezza di compresa tra i 150 e i 210 mm. Le estremità non rivestite dovranno essere opportunamente preservate con un protettivo temporaneo.

8) RIVESTIMENTO INTERNO

Il rivestimento interno dovrà essere in resina epossidica liquida bicomponente senza solventi e applicata in stabilimento mediante spruzzatura "airless" con uno spessore minimo di 300 micron, dopo aver eseguito una sabbiatura della superficie interna mediante graniglia metallica fino ad un grado SA 2½.

Le estremità devono essere prive del rivestimento per una profondità tale che la sezione di saldatura di giunzione disti almeno 10 cm dalla parte rivestita. La parte non rivestita dovrà essere trattata con protettivo temporaneo.

All'esame visivo il rivestimento deve presentarsi come una superficie levigata e speculare, di colore uniforme e priva di difetti di verniciatura, colature, spirali, gocce, ecc.

Progetto Definitivo	TA 05	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Nel caso in cui si riscontrino dei difetti, se questi si estendono per un'area superiore al 5% della superficie rivestita, il tubo in oggetto deve essere sottoposto ad un secondo ciclo di lavorazione (eliminazione del rivestimento realizzato e ri-esecuzione dello stesso).

Dopo il periodo necessario alla completa essiccazione del rivestimento, si esegue la prova di aderenza: si effettua, mediante un coltello, un intaglio a "V" all'estremità del rivestimento, fino a raggiungere il metallo; si prova, quindi, il distacco del film cercando di scalzare, partendo dalla punta, la superficie a "V" incisa. Il distacco dalla superficie metallica del rivestimento costituisce un esito negativo del test. Detta prova deve essere effettuata su un tubo ogni turno di produzione o ogni 200 tubi prodotti.

Deve essere, inoltre, eseguita, la misura dello spessore. Essa va effettuata:

- a umido con spessimetro a pettine su uno o più tubi, in un numero di punti significativo, ad ogni inizio lavorazione o dopo interruzioni della produzione superiori a 2 h;
- a secco con spessimetri magnetici (errore massimo $\pm 10\%$) in un numero di punti significativo, su un tubo per ogni turno di 8 h di lavorazione.

Nel caso in cui i risultati delle prove indicate non siano conformi a quanto richiesto, i tubi sui quali sono state effettuate le prove devono essere sottoposti ad un secondo ciclo di lavorazione.

Inoltre, la prova i cui risultati non sono conformi deve essere ripetuta su un numero doppio di tubi prodotti (scelti tra quelli prodotti subito prima e dopo i tubi sottoposti inizialmente alle prove).

Tutte le forniture devono essere accompagnate da certificati attestanti le prove di collaudo, nonché da un certificato di analisi relativo alle materie prime utilizzate, con il riferimento alle prove inerenti le principali caratteristiche fisico-chimiche.

Le riparazioni possono interessare al massimo il 5% della superficie interna dei tubi; per esse dovrà essere utilizzata la stessa resina applicata per il rivestimento interno dei tubi.

La riparazione deve essere eseguita nel seguente modo:

Progetto Definitivo	TA 05	<i>Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine</i>	Rev.0	
---------------------	-------	--	-------	--

- realizzazione sulla zona da riparare di una leggera smerigliatura fino a ottenere una superficie metallica completamente pulita;
- rimozione della polvere ed ogni altro residuo dalla zona da riparare;
- applicazione sulla zona interessata della resina fino ad ottenere lo spessore secco di 300 μm .

Il rivestimento in resina epossidica dovrà essere:

- conforme al Decreto del Ministero della Salute n.174 del 06/04/2004 “Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano”;
- adatto al contatto con acque di scarico e soluzioni mediamente aggressive (acide all’1% di H_2SO_4 o basiche all’1% di NaOH).

9) GUNITE

DESCRIZIONE E SCOPO

La gunitatura è un particolare rivestimento esterno (Concrete Weight Coating (**CWC**)), principalmente utilizzato per appesantire i tubi in acciaio di condotte sottomarine che trasportano fluidi, e/o per ottenere una importante protezione meccanica del rivestimento anticorrosivo e del tubo stesso.

La **gunita** è costituita da uno spesso e resistente strato di cemento armato, caricato con materiale ad alta densità. Cemento, aggregati leggeri, acqua, aggregati pesanti, rete metallica come armatura, sono i costituenti del rivestimento.

I materiali vanno scelti e miscelati in modo esatto per ottenere la composizione e densità necessarie nonché la compattezza e resistenza meccaniche necessarie ad ottenere i

Progetto Definitivo	TA 05	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

requisiti di progetto (resistenza a compressione, resistenza all'urto, resistenza allo sfilamento).

Quando la condotta è immersa in mare, l'appesantimento del tubo deve generare un'adeguata e definita spinta verso il basso, al netto della spinta d'Archimede, chiamata spinta negativa (UNIT Negative Buoyancy UNB), sufficiente ad ancorare il tubo sul fondo senza tuttavia eccedere nel peso, per motivi tecnico pratici di installazione ed anche economici.

La composizione del rivestimento, i materiali utilizzati, le dimensioni, le modalità applicative, i test, devono essere accuratamente attuati per ottenere i risultati richiesti.

FASI

RIVESTIMENTO ANTICORROSIVO DEL TUBO GREZZO

Prima della gunitatura il tubo deve essere rivestito in 3LPE (polietilene triplo strato) alta densità con FBE come primo strato (o su specifica richiesta, in FBE monostrato spessorato o in polipropilene 3LPP). Il rivestimento deve essere eseguito in modo accurato, a partire dalla sua preparazione, con verifica di sabbiatura grado Sa 2 ½, rugosità, polverosità, salinità. Il tubo rivestito deve essere testato al 100% con Holiday detector 25kV (eventualmente 5kV per FBE) e in produzione deve essere verificata l'aderenza del rivestimento secondo opportuno campionamento (v. EN 21809-1).

GUNITATURA DEL TUBO RIVESTITO

Impianto

L'impianto di appesantimento cementizio dovrà essere tale da consentire tutte le fasi di produzione e garantire i requisiti di prodotto.

Progetto Definitivo	TA 05	<i>Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine</i>	Rev.0	
---------------------	-------	--	-------	--

Mix per la gunitatura

I materiali di base utilizzati nell'appesantimento cementizio sono: cemento, aggregati leggeri e aggregati pesanti, acqua, rete di armatura in acciaio zincato.

Essi dovranno essere conformi a quanto di seguito specificato.

Cemento

Il cemento dovrà essere di tipo *Portland*, idoneo ad uso marino, con basso tenore di alcali (max 0,6%) e con contenuto di C3A (alluminato tricalcico) non superiore al 10%

Le caratteristiche del cemento dovranno essere in accordo alla Norma ASTM C 150 o equivalente normativa nazionale (UNI 197-1 e UNI 197-2).

Aggregati inerti

Gli inerti devono essere di diverse granulometrie, non devono avere origine da pietrame gessoso o decomposto, né devono contenere tracce di sporco. In quest'ultimo caso, essi dovranno essere lavati con acqua dolce.

Gli aggregati inerti, provenienti da fornitori qualificati dal produttore, dovranno essere stoccati in aree delimitate e adeguate.

In conformità alla norma ASTM C 33 gli inerti dovranno avere granulometria tale da passare al 100% nel vaglio da 9.6mm.

Acqua

L'acqua d'impasto deve essere dolce, limpida, esente da solfati o clorati e, in particolare, totalmente esente da sali disciolti di magnesio in conformità alla norma UNI 8981 – 7.

Progetto Definitivo	TA 05	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Rete di armatura

La rete di armatura dovrà essere elettrosaldata, costruita e confezionata in rotoli e deve essere conforme ai requisiti delle norme ASTM A 82 per quanto riguarda il filo, ASTM A 185 per la saldatura del filo e ASTM A 641 per quanto concerne la galvanizzazione della rete.

Si utilizzerà una rete elettrosaldata del tipo “ARMAPIPE”. Il diametro dei fili longitudinali e trasversali sarà determinato, in funzione del diametro del tubo e dello spessore della gunita, in modo che il rapporto percentuale Area ferro/Area cemento, sia non inferiore a 0,40% in senso circonferenziale e non inferiore a 0,08% in senso longitudinale.

Processo di produzione

I tubi rivestiti in polietilene triplostrato, prima della gunitatura dovranno essere controllati tramite Holiday Detector manuale da 25kV su tutta la superficie e ove necessario dovranno essere riparati.

Preparazione impasto

Ogni impasto deve essere realizzato misurando le quantità di ogni singolo componente, in modo da ottenere il dosaggio richiesto per ciascun componente (cemento, inerti leggeri, inerti pesanti, acqua).

Ciascun impasto dovrà essere opportunamente e continuamente miscelato. Gli impasti dovranno essere preparati in continuo durante la produzione e utilizzati subito per il rivestimento (idealmente entro 30 minuti, comunque non oltre un'ora).

Sulle bilance va impostata la quantità prefissata di ogni singolo materiale occorrente al corretto dosaggio della miscela preventivamente stabilita e approvata, in modo che l'afflusso di materiale si arresti automaticamente al raggiungimento del quantitativo previsto.

Progetto Definitivo	TA 05	<i>Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine</i>	Rev.0	
---------------------	-------	--	-------	--

Applicazione:

L'impasto andrà spruzzato sul tubo e contemporaneamente andrà applicata attorno ad esso la prima rete metallica di armatura. Una seconda passata e una seconda rete completeranno il rivestimento nello spessore definito, pari a 80mm. La prima rete disterà non meno di 15 mm dal tubo e la seconda non meno di 15 mm dalla superficie della gunite e le reti disteranno tra loro non meno di 15 mm.

Le testate andranno lasciate scoperte per un tratto di lunghezza 360mm \pm 20mm (*cutback*) con smusso raccordato al tubo o con smusso a squadra su richiesta esplicita.

Andranno eseguite le misure geometriche di spessore, diametro medio (tramite circonferenza in cinque sezioni), peso e verrà determinata la spinta negativa.

Il tubo dovrà essere infine depositato in file singole in un'area di stoccaggio destinata alla prima maturazione del calcestruzzo fino al raggiungimento di un valore di compressione tale da permettere la successiva movimentazione e accatastamento finale.

Sono ammesse e richieste operazioni di finitura delle testate e riparazioni manuali di piccole imperfezioni, utilizzando la stessa miscela di calcestruzzo usata per il rivestimento.

La marcatura sarà tale da consentire la rintracciabilità di ogni singolo tubo (ad es. marcatura interna e/o etichetta esterna, da concordare con il produttore prima della produzione).

Calcolo e verifica della spinta negativa

Per ciascun tubo, sulla base del peso effettivo del tubo e delle sue dimensioni effettive, occorre calcolare la spinta negativa a vuoto. Tali dati, unitamente ai pesi e alle dimensioni vanno registrati su supporto informatico.

Progetto Definitivo	TA 05	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

La relazione di calcolo utilizzata per la verifica della spinta negativa lineica è la seguente:

$$SN = \frac{m_s + m_{corr} + \alpha m_c + \pi / 4 (d_c^2 - d_s^2) \rho_j 2l_c}{l_s} - \pi / 4 d_c^2 \rho_w$$

dove:

- SN [kg/m] è la spinta negativa lineica;
- ($m_s + m_{corr}$) [kg] è la massa del tubo di acciaio più la massa del rivestimento anticorrosivo;
- l_s [m] è la lunghezza del tubo di acciaio;
- m_c [kg] è la massa del calcestruzzo fresco inclusa l'armatura di rinforzo;
- α [adimensionale] è il fattore di riduzione della massa del calcestruzzo da fresco ad indurito; si ottiene attraverso la misura di assorbimento d'acqua. Se non è nota si assume pari a 0,99;
- l_c [m] è la lunghezza dell'interruzione dell'appesantimento all'estremità del tubo;
- d_c [m] è il diametro esterno del tubo appesantito;
- d_s [m] è il diametro esterno del tubo comprensivo del rivestimento;
- ρ_j [kg/m] è la densità del materiale di ricoprimento dei giunti;
- ρ_w [kg/m] è la densità dell'acqua di mare.

Per ogni tubo gunitato vanno registrati i seguenti dati:

- numero di matricola e lunghezza;
- misura media della circonferenza;
- peso;
- spinta negativa.

Maturazione (curing) e stoccaggio

Dopo la gunitatura ciascun tubo, ai fini della maturazione, dovrà essere posizionato in file singole, su dune di sabbia fine e pulita. I supporti su cui i tubi vengono posati, sono

Progetto Definitivo	TA 05	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine	Rev.0	
------------------------	-------	--	-------	--

dimensionati in modo tale che anche dopo l'assestamento il tubo rimanga ad una quota sempre più alta rispetto a quella del terreno.

Dal momento dello stoccaggio dei tubi gunitati su questi supporti, il CLS deve essere bagnato su tutta la superficie con acqua dolce per permettere una sua corretta e graduale maturazione fino a quando la resistenza a compressione abbia raggiunto valori che consentano la movimentazione dei tubi.

Solo dopo che la resistenza a compressione della gunite raggiunge i 14 MPa, si potrà movimentare il tubo per accatastarlo su più file a nido d'ape oppure prepararlo in unità di carico. La maturazione proseguirà per totali 28gg al termine dei quali la resistenza a compressione dovrà superare i 35MPa. Se tale valore verrà superato prima dei 28gg (ad es. a 7gg) il materiale si considererà svincolabile.

Le unità di carico dovranno essere costituite a nido d'ape in modo che il contatto tra i tubi avvenga lungo generatrici e non in zone localizzate. Ogni unità di carico dovrà essere formata da un numero di tubi tale da rispettare i vincoli di ingombro e peso imposti dalle vigenti normative nazionali in merito ai trasporti.

Le aree di stoccaggio dovranno essere sufficientemente livellate ed esenti da vegetazione.

Test da effettuare

I seguenti test/attività vanno effettuati e registrati in accordo a procedure interne.

- Verifica taratura strumenti (bilance, Holiday detector).
- Verifica parametri ambientali in fase di produzione (la temperatura deve essere superiore a 1 5°C).

Progetto Definitivo	TA 05	<i>Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine</i>	Rev.0	
---------------------	-------	--	-------	--

- Verifica materie prime (verifica schede tecniche cemento, aggregati pesanti, rete, misura di densità e analisi granulometrica aggregati leggeri e pesanti, dimensioni rete metallica, 1 volta per settimana).
- Verifica tramite pesatura dei componenti del mix, acqua, cemento, aggregati, per ogni impasto, e verifica densità della gunite una volta a turno o al riavvio dopo fermate di durata maggiore di 4 ore.
- Verifica con Holiday Detector a 25kV del 100% rivestimento 3LPE di ogni tubo. Eventuali riparazioni.
- Misura spessore della gunite, misura diametro del tubo, misura peso del tubo prima e dopo gunitatura, calcolo della spinta negativa.
- Misura del *cutback* della gunite su entrambe le testate.
- Controllo visivo al 100% e riparazioni su aree di gunite di superficie maggiore di 100 cm² o con spessore inferiore all'80% dello spessore nominale e successiva prova di battitura con martello sulle aree riparate. Riparazione di crepe trasversali di larghezza superiore a 3 mm e che si estendono almeno per metà circonferenza; crepe longitudinali più lunghe di 300 mm di qualsiasi larghezza.
- Prove di compressione dopo almeno 3gg (min 14 MPa), dopo almeno 7gg (min 25MPa) e a 28gg (min 35MPa). Le prove a 3 e 7gg sono solo per informazione, ma se i valori di compressione superano i 35MPa a 7gg, la prova a 28gg si considera superata e si può evitare. Frequenza: 2 tubi per turno completo di produzione (circa una prova ogni 4-5 ore), 3 prove per tubo (testate e centro tubo).
- Una prova di assorbimento d'acqua, per la determinazione del coefficiente di imbibimento della gunite nella formula della spinta negativa. Si assume 1% in assenza di diversi risultati.

Progetto Definitivo	TA 05	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

- Controllo d'isolamento elettrico della rete metallica dal tubo in acciaio (min 1 kΩ rete-testata libera) sul 100% dei tubi.
- Impact test su un tubo (prova d'urto con maglio a pendolo, con energia min 1,3 kJ).
- *Shear test* su un tubo (Prova di sfilamento a 0,3 MPa).

Documentazione:

Dopo completamento dei lavori dovranno essere forniti i seguenti documenti.

- Certificati dei materiali utilizzati (cemento, aggregati pesanti, rete metallica).
- Certificato di collaudo dei tubi guniti con almeno:
 - Nome del Cliente
 - Numero del contratto
 - Normativa di riferimento
 - Diametro, spessore e tipo di acciaio
 - Totale tubi, totale metri (eventuale totale degli anodi applicati)
 - Caratteristiche della gunite
- E per ogni tubo:
 - Matricola lunghezza e peso del tubo grezzo
 - Peso del tubo rivestito e data di applicazione del rivestimento anticorrosivo
 - Data di appesantimento
 - Spessore appesantimento
 - Peso del tubo appesantito fresco
 - Spinta negativa lineica
 - Diametro del tubo appesantito
 - Esito prova di resistenza all'isolamento
 - Certificato delle prove di resistenza a compressione
 - Certificato delle prove di densità del calcestruzzo
 - Certificato delle prove di saturazione

Progetto Definitivo	TA 05	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Riferimenti

Norma internazionale EN ISO 21809-5.

10) PRODOTTO FINITO – MARCATURA

Ai fini della tracciabilità sia in fase di stoccaggio e di pre-installazione che post-installazione, le tubazioni dovranno essere dotate di vari livelli di marcatura.

Su una testata di ogni tubo, sul rivestimento interno dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

- Nome o marchio commerciale del/dei fabbricante/i;
- Identificativo del progetto (Ente, nome del progetto);
- Normativa di riferimento del tubo grezzo;
- Grado acciaio;
- Tecnologia di saldatura;
- Dimensioni del tubo (diametro esterno, spessore, lunghezza);
- Normativa di riferimento del rivestimento anticorrosivo esterno;
- Classe del rivestimento esterno;
- Conformità al D.M. n. 174/2004 del rivestimento interno;
- Data di produzione del tubo grezzo;
- Data di applicazione dei rivestimenti anticorrosivi;
- Pressione di Funzionamento Ammissibile;
- Spessore e densità della gunite;
- Numero di colata;
- Numero del coil;
- Numero di matricola del tubo.

Sul *cutback* della gunite, sovrapposta al rivestimento esterno, dovrà essere applicata una etichetta plastificata riportante le seguenti informazioni:

Progetto Definitivo	TA 05	<i>Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine</i>	Rev.0	
------------------------	-------	--	-------	--

- Marchio del/dei fabbricante/i;
- Riferimento del progetto (Ente, nome del progetto);
- Dimensioni del tubo (diametro esterno, spessore, lunghezza);
- Matricola del tubo;
- Numero di colata;
- Numero del coil;
- Caratteristiche della gunite (spessore, densità);
- Data di applicazione della gunite;
- Grado acciaio e norma di produzione della tubazione.

All'esterno, sulla gunite, dovranno essere indicate, utilizzando allo scopo della vernice e dei caratteri molto grandi, le seguenti informazioni:

- Marchio del/dei fabbricante/i;
- Numero di matricola della tubazione.

11) ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI

Ai fini delle accettazioni dei prodotti, il Direttore dei Lavori, alla ricezione di ciascun lotto, dovrà effettuare gli accertamenti prescritti, verificando, in particolare, che sussistano i requisiti seguenti:

- che la Ditta produttrice (o le Ditte) possieda un *Sistema Qualità aziendale* conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2000 (relativamente alla produzione di tubi in acciaio e applicazione di rivestimenti anticorrosivi), approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN 45012;
- che esista il Certificato di Collaudo, del tipo 3.1, conforme alla norma UNI EN 10204, riportante i controlli e le prove richieste dalla API 5L PSL2 (ultima edizione) nonché dalle normative sui rivestimenti (EN 21809);
- che esista la *Dichiarazione di Conformità* al Decreto 6 Aprile 2004, n. 174, Ministero della Salute, relativa ai rivestimenti interni.

Progetto Definitivo	TA 05	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Qualora sia ritenuto opportuno approfondire la qualità dei prodotti consegnati, è facoltà della Direzione Lavori dar corso ad una o più tra le seguenti procedure:

- procedere all'effettuazione di verifiche ispettive in fabbrica;
- sottoporre a prove uno o più campioni di tubo, presso un Laboratorio indipendente e accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025, per attestarne la conformità alla rispettiva norma di prodotto o al disciplinare tecnico.

12) RIPRISTINO DEL RIVESTIMENTO NELLA ZONA DI GIUNZIONE

L'applicazione in cantiere del rivestimento delle giunzioni saldate deve essere effettuata subito dopo il controllo delle saldature.

Tali rivestimenti devono essere costituiti da materiali termorestringenti conformi e certificati secondo EN 12068, classe C50.

Per assicurare contemporaneamente una agevole installazione e una elevata aderenza della fascia termorestringente alla giunzione saldata circonferenzialmente, è richiesto un materiale che permetta l'installazione senza utilizzo di primer, classe C50 e resistenza alla pelatura (*peeling*) su acciaio a 23 °C superiore a 4,5 N/mm (EN 12068, 10 mm/min).

Le fasce termorestringenti devono essere dotate di pezza di chiusura pre-installata che ne faciliti l'installazione in cantiere.

La larghezza delle fasce deve essere tale da ottenere un sormonto sul rivestimento in polietilene di almeno 5 cm per lato.

Per l'installazione è raccomandato di seguire scrupolosamente le istruzioni fornite dal produttore.

Progetto Definitivo	TA 05	<i>Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine</i>	Rev.0	
---------------------	-------	--	-------	--

Codice Intervento 7305	Comune di Torre del Greco Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali – Il lotto
------------------------	--

Ai fini del ripristino della continuità dello strato di gunitatura, andranno invece utilizzate masse di riempimento a base di resine poliuretatiche a rapido indurimento, prive di solvente. Il materiale deve essere del tipo bi-componente, a media densità, appositamente studiato per applicazione su tubazioni in acciaio con installazione off-shore. Il prodotto utilizzato deve essere conforme alla specifica ENI 20550 pip.cor.fun. appendice G. Il prodotto, completamente polimerizzato, deve esprimere le seguenti caratteristiche principali:

- Compressione (ASTM D695): > 40MPa
- Adesione su acciaio sabbiato (ASTM D4541): ≥ 9 MPa
- Adesione a polietilene (ASTM D4541): $\geq 1,5$ MPa
- Adesione a conglomerato cementizio (ASTM D4541): > 5 MPa
- Distacco catodico per 28 gg a +23 °C (ASTM G8): ≤ 9 mm

Per l'applicazione andranno seguite scrupolosamente le istruzioni fornite dal produttore.

Progetto Definitivo	TA 05	<i>Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine</i>	Rev.0	
---------------------	-------	--	-------	--

13) IMBALLAGGIO, TRASPORTO, CARICO E SCARICO

Per quelle unità di carico che dovranno essere formate bisognerà utilizzare idonei listoni di legno con relativi cunei di bloccaggio, protetti da una fascia di polietilene, per evitare che eventuali sporgenze metalliche (chiodi o simili) rovinino il rivestimento.

Dovrà inoltre essere verificato che al momento dell'ancoraggio del carico al cassone del mezzo di trasporto, vengono usati adeguati sistemi che non arrechino danni al rivestimento.

Nelle operazioni di carico devono essere prese tutte le precauzioni al fine di evitare che, durante il trasporto, avvengano degli scivolamenti, e che i tubi ed i loro rivestimenti vengano deteriorati.

I montanti contro i quali poggiano i tubi esterni devono essere convenientemente imbottiti o fasciati con materiali morbidi.

I tubi non devono essere lasciati cadere a terra, non devono essere fatti rotolare e strisciare, ma vanno sollevati e trasportati sul luogo di impiego, in modo da evitare danni al rivestimento.

I tubi devono essere accatastati di modo che l'interposizione tra i vari strati di listelli di legno o dispositivi similari deve essere tale, per numero, intervallo e forma, da impedire la flessione dei tubi e da limitare la pressione di contatto.

Progetto Definitivo	TA 05	<i>Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine</i>	Rev.0	
---------------------	-------	--	-------	--

Codice Intervento 7305	Comune di Torre del Greco Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali – Il lotto
------------------------	--

14) CERTIFICAZIONI E DOCUMENTI TECNICI DI CONTROLLO

Le tipologie di documento tecnico devono essere secondo la norma EN 10204 e di seguito descritte:

- Certificato di Collaudo delle tubazioni (secondo EN 10204 – 3.1). Documento rilasciato sulla base d'ispezioni e prove eseguiti in conformità con le prescrizioni dell'ordine o i regolamenti ufficiali e le regole tecniche corrispondenti. Le prove devono essere effettuate sui prodotti forniti, o su prodotti dell'unità di collaudo a cui appartiene il materiale fornito.

Le modalità di collaudo sono quelle definite dalle Norme di prodotto, dai regolamenti ufficiali e dalle regole tecniche corrispondenti, o dalle Specifiche dell'ordine.

- Certificato di conformità dei materiali alla Circolare del Ministero della Salute n° 174 del 06/04/2004. Documento nel quale il fornitore della materia prima utilizzata per il rivestimento interno certifica che tale prodotto è conforme alle prescrizioni della Circolare e a successive modificazioni, indicando gli estremi del riconoscimento da parte di un Laboratorio o Ente ufficialmente riconosciuto.
- Documentazione a corredo delle operazioni di gunitatura, così come descritta al paragrafo 9, sezione “documentazione” del presente disciplinare.

15) POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI

Riferimento alla Normativa Internazionale **DNV OS F 101**.

Progetto Definitivo	TA 05	<i>Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici: condotte sottomarine</i>	Rev.0	
---------------------	-------	--	-------	--