

PROGETTO

SVILUPPO PROGETTO NUOVO

TERMINALE OFFSHORE TIPO CALM

UBICAZIONE

TERMINALE PETROLIFERO DI MULTEDO

PORTO PETROLI GENOVA

PROPONENTE



PORTO PETROLI GENOVA S.p.A.
Radice Pontile Alfa Porto Petroli
16155 - GENOVA

UNITA' FUNZIONALE

DOCUMENTI DEL PROGETTO DEFINITIVO

TITOLO DOCUMENTO

Specifica Generale Coibentazioni

CONSULENZA

D'APPOLONIA

VIA SAN NAZARO, 19 - 16145 GENOVA, ITALIA
TEL. +39 010 362 8148 FAX +39 010 362 1078 P. IVA 03476550102
e-mail dappolonia@dappolonia.it www.dappolonia.it

28/02/2013	Emissione Finale	 Maria Francesca Cozzi	 Alessandro Odasso	 Gian Paolo Vassallo	 Carlo Vardanega
DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLL.	APPROVATO	SOTT.

DATA	SCALA	ACCORDO QUADRO	DOC. N.				REV	FG
28/02/2013			12	469	PIP	S	003	0

**INDICE**

	<u>Pagina</u>
ELENCO DELLE TABELLE	II
ELENCO DELLE FIGURE	II
1 SCOPO	1
2 CONDIZIONI DI PROGETTO E DATI AMBIENTALI	1
2.1 DATI DI PROCESSO	1
2.2 DATI AMBIENTALI	2
3 DESCRIZIONE DEL SISTEMA	2
4 ESTENSIONE DEGLI ISOLAMENTI	3
4.1 TUBAZIONI E APPARECCHIATURE	3
5 MATERIALI	4
6 INSTALLAZIONE DEGLI ISOLAMENTI	5
6.1 PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI	5
6.2 SOSTEGNI DELL'ISOLAMENTO	5
6.3 SOSTEGNI DEI LAMIERINI	6
6.4 SALDATURE	6
6.5 INSTALLAZIONE DELL'ISOLAMENTO TERMICO	6
6.5.1 Isolamento a strato semplice (App. 3 fig. 1-2)	6
6.5.2 Isolamento a strato multiplo (App. 3 fig. 2-3)	6
6.5.3 Isolamento di tubazioni, flange, valvole e pezzi speciali (App. 3 fig. 4-5-6-7-8-9)	6
6.5.4 Isolamento di apparecchiature verticali (App. 3 fig. 11-12-13)	8
6.5.5 Isolamento di apparecchiature orizzontali	9
6.5.6 Particolari vari (App. 3 fig. 12)	10
7 PROVE E CONTROLLI	11
8 GARANZIE	12
9 SPESSORI E CLASSI DI ISOLAMENTO	12
9.1 CALCOLO SPESSORI	12
9.1.1 Contenimento delle perdite di calore entro valori economici ottimali	12
9.1.2 Protezione personale:	12
9.1.3 Nota generale:	12
9.1.4 Spessori isolamento tubazioni e apparecchiature	12
9.2 CLASSI D'ISOLAMENTO	15
9.2.1 Isolamenti	15
9.2.2 Protezione del personale	15
10 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	16

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PIP-S-003_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE SPECIFICA GENERALE COIBENTAZIONI	DAPP Ref.:
		12-469-H31
		Rev.:
		0

ELENCO DELLE TABELLE

<u>Tabella No.</u>	<u>Pagina</u>
Tabella 1: Spessori isolanti	13
Tabella 2: Spessori dell'isolamento per protezione personale	14

ELENCO DELLE FIGURE

<u>Figura No.</u>	<u>Pagina</u>
Figura 1.1: Applicazione dei materassini a semplice strato o con anelli distanziatori	6
Figura 1.2: Applicazione dei materassini a strato semplice e multiplo senza anelli distanziatori	6
Figura 1.3: Applicazione dei materassini a strato multiplo con anelli distanziatori	7
Figura 1.4: Finitura dell'isolamento di tubazioni con lamierino	8
Figura 1.5: Isolamento di una curva	9
Figura 1.6: Isolamento di un pezzo a T	9
Figura 1.7: Isolamento di un pezzo speciale	10
Figura 1.8: Isolamento di una valvola con scatola smontabile	11
Figura 1.9: Finitura con lamierino di un tubo verticale	12
Figura 1.10: Isolamento del fondo e del mantello	13
Figura 1.11: Isolamento della testata	14
Figura 1.12: Isolamento delle gambe e della gonna di supporti	15

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PIP-S-003_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE SPECIFICA GENERALE COIBENTAZIONI	DAPP Ref.:
		12-469-H31
		Rev.:
		0

SPECIFICA GENERALE ISOLAMENTO TERMICO
SVILUPPO PROGETTO NUOVO TERMINALE OFFSHORE

1 SCOPO

Scopo del presente documento, insieme alle sue appendici, è quello di fornire una descrizione generale, dei requisiti minimi dei materiali e delle modalità di applicazione degli isolamenti, per le nuove condotte on-shore, che verranno utilizzate per il trasporto di greggi fra la monoboa di caricamento, al largo dei pontili Porto Petroli di Genova, e le stazioni a terra di stoccaggio e rilancio verso le reti di distribuzione.

Per tutte le superfici soggette a pitturazione e a preparazione superficiale prima dell'isolamento, dovranno essere applicate le prescrizioni contenute nella Specifica generale di pitturazione [Rif. 3]

2 CONDIZIONI DI PROGETTO E DATI AMBIENTALI

2.1 DATI DI PROCESSO

I dati di processo sono di seguito riassunti[Rif. 1]:

Pressione garantita al BL lato mare:	pb = 14 bar
Perdita di carico in linea	$\Delta pl = 5$ bar
Pressione minima al BL lato terra:	$\Delta ps = 9$ bar
Lunghezza condotte	L= 3300 m
Temperatura di design	T = +70°C
Temperatura di sbarco del greggio al BL lato mare	T = +60°C

Il fluido per lo spiazzamento dei prodotti dopo lo scarico è greggio a basso pour point.

Portata minima di spiazzamento:	q = 2000 m ³ /h
Temperatura minima al BL lato terra durante lo scarico:	Tmin = + 55/45 °C (15° sopra PourPoint)
Temperatura minima al BL lato terra durante spiazzamento:	Tsp = + 38 °C

La progettazione delle condotte deve essere basata su un fluido avente le seguenti caratteristiche [Rif. 1]:

Densità :	$\rho_f = 990$ kg/m ³
Viscosità cinematica :	$\nu_f = 800$ cSt a 50°C
Temperatura di Pour Point	Tp = +30°C

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PIP-S-003_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE SPECIFICA GENERALE COIBENTAZIONI	DAPP Ref.:
		12-469-H31
		Rev.:
		0

Conducibilità termica : $\lambda_f = 0.12 \text{ kcal}/(\text{mh}^\circ\text{C})$, valore assunto

Calore specifico: $c_f = 0.5 \text{ kcal}/(\text{kg}^\circ\text{C})$, valore assunto.

2.2 DATI AMBIENTALI

Le condizioni ambientali di riferimento sono [Rif. 1]:

Massima temperatura ambiente	30°C
Minima temperatura ambiente	0°C
Temperatura media annuale ambiente	15°C
Umidità relativa invernale	81,7%
Umidità relativa estiva	60,9%
Velocità media del vento	3,8 m/s
Irraggiamento massimo	287,4 MJ/m ²

L'intero sistema di tubazioni, incluse le valvole e gli accessori di linea, dovranno essere compatibili con l'esposizione ad ambiente marino e progettati per una durata di 25 anni.

3 DESCRIZIONE DEL SISTEMA

La presente specifica si applica alle coibentazioni del solo Terminale a Terra, con lo scopo di limitare la dispersione termica dell'impianto per mantenere la temperatura del fluido trasferito entro limiti stabiliti e provvedere, ove necessario, alla protezione personale.

Di seguito vengono elencati i principali componenti del sistema:

- Trappole di lancio / ricezione
- Sistema di smistamento greggio
- Serbatoio di greggio a basso pour point per lo spiazzamento del prodotto (fluido di spiazzamento).
- Serbatoio di acqua per lo spiazzamento di emergenza del prodotto (fluido di spiazzamento).
- Sistema di pompaggio del fluido di spiazzamento
- Sistema di Controllo e protezione

Le trappole sono di tipo bidirezionale, da utilizzare durante le operazioni di spiazzamento prodotto e pulizia delle condotte.

Alle trappole sono associate anche tutte le valvole, di tipo motorizzato, necessarie per la selezione della modalità operativa (lancio/ricezione) e per la selezione della destinazione del fluido in arrivo (serbatoio fluido di spiazzamento, sistema smistamento del greggio).

In ingresso al Terminale sono previste due valvole di shut-down necessarie per l'isolamento dell'impianto, comandate idraulicamente.

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PIP-S-003_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE SPECIFICA GENERALE COIBENTAZIONI	DAPP Ref.:
		12-469-H31
		Rev.:
		0

Per le operazioni di spiazzamento viene utilizzato il greggio a basso pour point contenuto nell'apposito serbatoio. Tramite un sistema di pompe il fluido di spiazzamento viene iniettato nelle condotte e scaricato nuovamente nel serbatoio.

In caso di mancanza di energia elettrica lo spiazzamento verrà eseguito mediante caduta per gravità con l'acqua contenuta nel serbatoio acqua di spiazzamento sopraelevato.

Per la ricezione del prodotto trasferito dalla nave sono previsti due collettori indipendenti connessi alla rete esistente di trasferimento del greggio.

4 ESTENSIONE DEGLI ISOLAMENTI

4.1 TUBAZIONI E APPARECCHIATURE

Le tubazioni che devono essere isolate sono indicate nell'elenco linee e nei P&ID del sistema [Rif.4], mentre le apparecchiature sono indicate sulle specifiche meccaniche dei singoli item.

Le superfici non isolate con temperatura di esercizio superiore a 65°C, adiacenti alle aree di lavoro normale, richiedono un isolamento per la protezione del personale.

Le tubazioni e le apparecchiature devono essere isolate per un'altezza di due metri sopra il piano di lavoro e per un metro da ambo i lati, o dovunque esista la possibilità di un contatto del personale operativo.

Le superfici di tubazioni e apparecchiature in acciaio inossidabile dovranno essere isolate con coibenti idonei e certificati e saranno impiegati materiali accessori in acciaio inossidabile.

Se espressamente richiesto dalla Committente è possibile realizzare dei pozzetti di ispezione con relativi tappi di chiusura negli isolamenti delle apparecchiature.

I seguenti item non devono essere isolati se non per ragioni di protezione del personale:

- Flange (eccetto per il servizio vapore e tracciate);
- Valvole (eccetto per il servizio vapore e tracciate);
- Valvole di controllo;
- Valvole di sicurezza;
- Valvole di sfiato;
- Scaricatori di condensa;
- Filtri a Y;
- Supporti tubazioni e guide;
- Giunti d'espansione;
- Fondo inferiore all'interno della gonna di apparecchiature verticali con diametro fino a 30 “ (760 mm);
- Passi d'uomo;
- Anelli d'irrigidimento;

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PIP-S-003_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE SPECIFICA GENERALE COIBENTAZIONI	DAPP Ref.:
		12-469-H31
		Rev.:
		0

- Gonne (sotto l'anello di supporto);
- Selle e gambe;
- Targhette d'identificazione dell'item e targhette d'ispezione.

5 MATERIALI

I materiali per l'isolamento termico, il fissaggio e l'impermeabilizzazione dovranno essere in accordo con i requisiti descritti in questo documento.

Posso essere impiegati altri materiali accessori e di consumo per l'esecuzione del lavoro a perfetta regola d'arte.

Detti materiali accessori e di consumo devono essere dichiarati alla Committente e ne devono essere fornite le caratteristiche.

Tutti i materiali impiegati dovranno essere idonei per impieghi in ambienti aggressivi e marini.

Il materiale isolante dovrà essere non combustibile, chimicamente stabile, immarcescibile e non tossico.

Il materiale isolante utilizzato per l'isolamento di tubazioni in acciaio inossidabile austenitico dovrà essere sottoposto ad un test indipendente che ne dimostri la conformità alla ASTM C-871 e l'idoneità all'utilizzo sull'acciaio inossidabile.

Le caratteristiche e le normative di riferimento sono citate all'APPENDICE 1 di questa specifica generale.

- A Materassini di lana minerale:
- B Lamierino d'alluminio liscio
- C Filo di acciaio ricotto e zincato
- D Bandelle d'acciaio zincato
- E Ganci o graffe per bandelle in acciaio zincato
- F Bandelle d'acciaio inossidabile
- G Ganci o graffe per bandelle in acciaio inossidabile
- H Viti autofilettanti in acciaio inossidabile
- I Rivetti in alluminio
- J Ganci autostringenti in acciaio inossidabile tipo Avio
- K Piattina in acciaio al carbonio
- L Tondini in acciaio zincato
- M Tondini in acciaio inossidabile

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PIP-S-003_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE SPECIFICA GENERALE COIBENTAZIONI	DAPP Ref.:
		12-469-H31
		Rev.:
		0

6 INSTALLAZIONE DEGLI ISOLAMENTI

6.1 PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI

Le superfici da isolare devono essere asciutte, pulite, e libere da sostanze estranee come polvere, oli, grassi, ruggine, ecc.

Le superfici dovranno essere trattate come riportato nel documento 12-469-PIP-S-004 General Specification for Painting, [Rif. 3] a cura dell'Appaltatore delle pitturazioni, prima dell'applicazione degli isolamenti.

6.2 SOSTEGNI DELL'ISOLAMENTO

I sostegni degli isolamenti termici sulle apparecchiature saranno forniti e installati a cura della Committente in accordo allo Standard ENI 07318.EQP.MEC.STD.

Per tutte le tubazioni verticali, quando l'altezza dell'isolamento in opera supera i 4 m, saranno installati alla base, a cura dell'Appaltatore degli isolamenti, degli anelli di sostegno in accordo all'APPENDICE 2 e all'APPENDICE 3 fig. 9.

Quando necessario, ulteriori anelli di sostegno saranno installati alle distanze sotto indicate:

- Tubazioni con $DN \leq 6''$
 - con temperatura fino a 350°C 4 ÷ 6 m
 - con temperatura oltre 350°C 3 ÷ 4 m
- Tubazioni con $DN \geq 8''$
 - con temperatura fino a 350°C 3 ÷ 4 m
 - con temperatura oltre 350°C 2 ÷ 3 m

Gli anelli di sostegno non dovranno essere posti in corrispondenza di tronchetti, deviazioni od altri impedimenti.

Gli anelli di sostegno dovranno essere forniti almeno primerizzati come indicato nel documento 12-469-PIP-S-004 General Specification for Painting [Rif.3].

Gli anelli di sostegno delle tubazioni in acciaio inossidabile dovranno essere anch'essi in acciaio inossidabile e pitturati come indicato nel documento 12-469-PIP-S-004 General Specification for Painting [Rif.3].

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PIP-S-003_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE SPECIFICA GENERALE COIBENTAZIONI	DAPP Ref.:
		12-469-H31
		Rev.:
		0

6.3 SOSTEGNI DEI LAMIERINI

Vedere (App. 3 fig. 1-3-9).

Su tutte le tubazioni orizzontali con $DN \geq 4''$ e sulle apparecchiature orizzontali, isolate, dovranno essere applicati anelli distanziatori per la supportazione dei lamierini di finitura.

Su tutte le tubazioni e apparecchiature verticali dovranno essere applicate delle squadrette metalliche di sostegno dei lamierini di finitura agli anelli di sostegno dell'isolamento.

Gli anelli distanziatori e le squadrette metalliche dovranno essere forniti almeno primerizzati come indicato al nel documento 12-469-PIP-S-004 General Specification for Painting [Rif.3].

Tutti i sostegni dei lamierini devono essere forniti a cura dell'Appaltatore degli isolamenti termici.

6.4 SALDATURE

Durante le operazioni di messa in opera degli isolamenti non è permessa alcuna saldatura su tubazioni e apparecchiature, da parte dell'Appaltatore degli isolamenti termici, salvo diversamente richiesto ed autorizzato dalla Committente.

6.5 INSTALLAZIONE DELL'ISOLAMENTO TERMICO

6.5.1 Isolamento a strato semplice (App. 3 fig. 1-2)

Quando lo spessore dell'isolamento richiesto è inferiore o uguale a 100 mm il materassino di lana minerale (A) dovrà essere applicato in strato semplice.

6.5.2 Isolamento a strato multiplo (App. 3 fig. 2-3)

Quando lo spessore dell'isolamento richiesto è superiore a 100 mm il materassino di lana minerale (A) dovrà essere applicato in strati multipli con tutti i giunti sfalsati.

Ogni strato dovrà avere uno spessore approssimativamente uguale a quello degli altri strati e uno spessore minimo di 50 mm.

6.5.3 Isolamento di tubazioni, flange, valvole e pezzi speciali (App. 3 fig. 4-5-6-7-8-9)

I materassini di lana minerale (A) saranno avvolti a secco alla tubazione, alle flange, alle valvole e ai pezzi speciali, lasciando verso l'esterno la rete metallica e saranno assicurati con filo d'acciaio ricotto e zincato (C) da 1 mm posto alla distanza di circa 250 mm l'uno dall'altro.

Successivamente i bordi della rete metallica dei materassini di lana minerale (A) saranno cuciti con filo di acciaio ricotto e zincato (C) da 1 mm.

La cucitura dei materassini di lana minerale (A), interesserà anche i giunti di testa fra due materassini contigui che dovranno essere strettamente accostati.

Nel caso di isolamento a strato multiplo i bordi della rete metallica dei materassini di lana minerale (A) dello strato interno non devono essere cuciti.

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PIP-S-003_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE SPECIFICA GENERALE COIBENTAZIONI	DAPP Ref.:
		12-469-H31
		Rev.:
		0

Laddove esistono fessurazioni o infossamenti questi dovranno essere completamente riempiti con pezzi di materassino o con lana di minerale sfusa.

Solo per le curve con $DN \leq 4''$ per potervi adattare i materassini si potrà usare lana minerale sfusa tenuta in posto con rete metallica.

Dopo la legatura dei materassini di lana minerale (A), riempite le fessurazioni e installati gli anelli distanziatori (K) (ove necessario), si applicherà il lamierino d'alluminio liscio (B) di copertura.

Il lamierino d'alluminio liscio (B) avrà uno spessore di 0,8 mm per tubazioni con $DN \leq a 24''$ e di 1,0 mm per tubazioni con $DN > a 24''$.

Il lamierino d'alluminio liscio (B) dovrà essere calandrato e bordato, tenuto in posto con viti autofilettanti in acciaio inossidabile (H) applicate sull'asse longitudinale, distanziate di circa 150 mm una dall'altra; in alternativa alle viti si possono impiegare bandelle 12 x 0,6 mm (F) in acciaio inossidabile con relative graffe (G), distanziate di circa 250 mm l'una dall'altra.

I giunti saranno sovrapposti e bordati a maschio e femmina, con la parte esterna rivolta verso il basso per tener conto dello scolo dell'acqua piovana. Per le tubazioni orizzontali i giunti circolari saranno semplicemente sovrapposti.

Le sovrapposizioni dei giunti sia circolari che longitudinali saranno almeno di 50 mm.

L'isolamento delle valvole, delle flange, dei pezzi a T e dei pezzi speciali è di tipo fisso, salvo diversamente indicato dalla Committente.

L'isolamento delle valvole dovrà lasciare libero il premitreccia. Gli spazi vuoti tra la superficie della valvola, della flangia, o del pezzo speciale, e il materassino di lana minerale (A), così come gli spazi vuoti tra il materassino di lana minerale (A) e la calotta di copertura in lamierino d'alluminio liscio (B), dovranno essere interamente riempiti con lana minerale sfusa. Lo spessore dell'isolamento dovrà essere uguale a quello delle tubazioni attigue.

L'isolamento di tipo fisso dovrà essere eseguito in modo da poter essere facilmente rimosso senza deteriorare l'isolamento attiguo che verrà posto in opera in modo da consentire l'estrazione dei bulloni.

Nel caso si preveda la necessità di una frequente ispezione delle valvole o delle flange, l'isolamento dovrà essere eseguito con materassini di lana minerale (A) racchiusi in scatole smontabili di lamierino d'alluminio liscio (B), tenute in posto con rivetti in alluminio (I), bandelle in acciaio inossidabile 18 x 0,6 mm (F) e ganci autostringenti in acciaio inossidabile tipo Avio (J).

Per le valvole di regolazione si isolerà solo il corpo con l'esclusione del coperchio.

I lamierini d'alluminio liscio (B) che costituiscono le scatole fisse e/o smontabili relative alle valvole, flange e pezzi particolari, dovranno sormontare per almeno 150 mm le tubazioni adiacenti.

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PIP-S-003_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE SPECIFICA GENERALE COIBENTAZIONI	DAPP Ref.:
		12-469-H31
		Rev.:
		0

6.5.4 Isolamento di apparecchiature verticali (App. 3 fig. 11-12-13)

a) *Mantello*

I materassini di lana minerale (A) saranno appoggiati agli anelli di sostegno con la rete metallica verso l'esterno ed assicurati orizzontalmente con bandelle in acciaio zincato da 18 x 0,6 mm (D) e relative graffe (E), poste alla distanza di circa 250 mm l'una dall'altra.

La lunghezza massima delle bandelle non deve superare i 6 m. Le bandelle di lunghezze superiori saranno realizzate in più tratti e serrate con manicotti filettati.

I giunti fra i materassini contigui dovranno essere strettamente accostati e i bordi della rete metallica saranno cuciti con filo in acciaio ricotto e zincato (C) da 1 mm.

Dopo la legatura dei materassini di lana minerale (A), riempite le fessurazioni con materiale isolante sfuso e installate le squadrette metalliche di sostegno dei lamierini di finitura, si applicherà il lamierino d'alluminio liscio (B) di copertura.

Il lamierino d'alluminio liscio (B) avrà uno spessore di 1,0 mm.

Le lastre di lamierino d'alluminio liscio (B) dovranno essere calandrate e bordate e sovrapposte di almeno 50 mm sia sui giunti longitudinali che su quelli circolari, e tenute in posto con viti autofilettanti in acciaio inossidabile (H) distanziate di circa 150 mm una dall'altra.; in alternativa alle viti si possono impiegare bandelle 18 x 0,6 mm (F) in acciaio inossidabile con relative graffe (G), distanziate di circa 250 mm l'una dall'altra.

I giunti saranno sovrapposti e bordati a maschio e femmina, con la parte esterna rivolta verso il basso per tener conto dello scolo dell'acqua piovana.

b) *Fondi*

I materassini di lana minerale (A), opportunamente sagomati e con la rete metallica verso l'esterno, saranno assicurati sui fondi con bandelle in acciaio zincato da 18 x 0,6 mm (D) e relative graffe (E) agganciate agli appositi sostegni.

I giunti fra i materassini contigui dovranno essere strettamente accostati e i bordi della rete metallica saranno cuciti con filo in acciaio ricotto e zincato (C) da 1 mm.

Nel caso che sui fondi non siano stati installati i sostegni, l'isolamento dovrà essere realizzato come per le testate di seguito indicate.

Dopo la legatura dei materassini di lana minerale (A), riempite le fessurazioni con materiale isolante sfuso e installate le squadrette metalliche di sostegno dei lamierini di finitura, si applicherà il lamierino d'alluminio liscio (B) di copertura.

Il lamierino d'alluminio liscio (B) avrà uno spessore di 1,0 mm.

Il lamierino di alluminio si applicherà in settori che saranno sovrapposti radialmente di almeno 50 mm. I settori saranno sovrapposti al lamierino ricoprente il mantello cilindrico. La sovrapposizione sarà comunque tale da permettere lo scolo dell'acqua piovana. I settori saranno tenuti in posto con viti autofilettanti in acciaio inossidabile (H), distanziate di circa 150 mm l'una dall'altra.

**NUOVO TERMINALE OFF SHORE
SPECIFICA GENERALE COIBENTAZIONI***c) Testate*

I materassini di lana minerale (A), opportunamente sagomati e con la rete metallica verso l'esterno, saranno assicurati da una parte a due bandelle in acciaio galvanizzato da 18 x 0,6 mm (D) e relative graffe (E) tese sul mantello e dall'altra ad un anello flottante di tondino di acciaio zincato (L) di diametro 8 mm che verrà posto al vertice della testata. Alla periferia le bandelle saranno distanziate al massimo di 300 mm.

I giunti fra i materassini contigui dovranno essere strettamente accostati e i bordi della rete metallica saranno cuciti con filo in acciaio ricotto e zincato (C) da 1 mm.

Dopo la legatura dei materassini di lana minerale (A), riempite le fessurazioni con materiale isolante sfuso e installate le squadrette metalliche di sostegno dei lamierini di finitura, si applicherà il lamierino d'alluminio liscio (B) di copertura.

Il lamierino d'alluminio liscio (B) avrà uno spessore di 1,0 mm.

Il lamierino di alluminio si applicherà in settori che saranno sovrapposti radialmente di almeno 50 mm. I settori saranno sovrapposti al lamierino ricoprente il mantello cilindrico. La sovrapposizione sarà comunque tale da permettere lo scolo dell'acqua piovana. I settori saranno tenuti in posto con viti autofilettanti in acciaio inossidabile (H), distanziate di circa 150 mm l'una dall'altra.

6.5.5 Isolamento di apparecchiature orizzontali*a) Mantello*

I materassini di lana minerale (A) con la rete metallica verso l'esterno della parte inferiore saranno assicurati con bandelle in acciaio zincato da 18 x 0,6 mm (D) e relative graffe (E) tese circonferenzialmente fra i sostegni e poste alla distanza di circa 250 mm l'una dall'altra.

Successivamente si isolerà la parte superiore del mantello appoggiando i materassini agli appositi sostegni. Anche la parte superiore dell'isolamento sarà assicurata con bandelle metalliche come sopra indicato.

La lunghezza massima delle bandelle non deve superare i 6 m. Le bandelle di lunghezze superiori saranno realizzate in più tratti e serrate con manicotti filettati.

I giunti fra i materassini contigui dovranno essere strettamente accostati e i bordi della rete metallica saranno cuciti con filo in acciaio ricotto e zincato (C) da 1 mm.

Dopo la legatura dei materassini di lana minerale (A), riempite le fessurazioni con materiale isolante sfuso e installate le squadrette metalliche di sostegno dei lamierini di finitura, si applicherà il lamierino d'alluminio liscio (B) di copertura.

Il lamierino d'alluminio liscio (B) avrà uno spessore di 1,0 mm.

Le lastre di lamierino d'alluminio liscio (B) dovranno essere calandrate e bordate e sovrapposte di almeno 50 mm sia sui giunti longitudinali che su quelli circonferenziali, e tenute in posto con viti autofilettanti in acciaio inossidabile (H) distanziate di 150 mm una dall'altra; in alternativa alle viti si possono impiegare bandelle 18 x 0,6 mm (F) in acciaio inossidabile con relative graffe (G), distanziate di circa 250 mm l'una dall'altra.

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PIP-S-003_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE SPECIFICA GENERALE COIBENTAZIONI	DAPP Ref.:
		12-469-H31
		Rev.:
		0

I giunti saranno sovrapposti e bordati a maschio e femmina, con la parte esterna rivolta verso il basso per tener conto dello scolo dell'acqua piovana.

b) Fondi

I materassini di lana minerale (A), opportunamente sagomati e con la rete metallica verso l'esterno, saranno assicurati da una parte a due bandelle in acciaio zincato da 18 x 0,6 mm (D) e relative graffe (E) tese sul mantello e dall'altra ad un anello flottante di tondino in acciaio zincato (L) di diametro 8 mm che verrà posto al vertice della testata. Alla periferia le bandelle saranno distanziate al massimo di 300 mm.

I giunti fra i materassini contigui dovranno essere strettamente accostati e i bordi della rete metallica saranno cuciti con filo in acciaio ricotto e zincato (C) da 1 mm. Dopo la legatura dei materassini di lana minerale (A), riempite le fessurazioni con materiale isolante fuso e installate le squadrette metalliche di sostegno dei lamierini di finitura, si applicherà il lamierino d'alluminio liscio (B) di copertura.

Il lamierino d'alluminio liscio (B) avrà uno spessore di 1,0 mm.

Il lamierino di alluminio si applicherà in settori che saranno sovrapposti radialmente di almeno 50 mm. I settori saranno sovrapposti al lamierino ricoprente il mantello cilindrico. La sovrapposizione sarà comunque tale da permettere lo scolo dell'acqua piovana. I settori saranno tenuti in posto con viti autofilettanti in acciaio inossidabile (H), distanziate di circa 150 mm l'una dall'altra.

6.5.6 Particolari vari (App. 3 fig. 12)

a. Gonne, gambe di sostegno e selle

L'isolamento sarà eseguito solo nei tratti adiacenti all'attacco della apparecchiatura.

b. Pezzi particolari (passi d'uomo, bocchelli, flange, ecc.)

L'isolamento dei pezzi particolari sarà preferibilmente di tipo fisso e dovrà essere eseguito in accordo al punto 6.5.3 della presente specifica.

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PIP-S-003_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE SPECIFICA GENERALE COIBENTAZIONI	DAPP Ref.:
		12-469-H31
		Rev.:
		0

7 PROVE E CONTROLLI

L'Appaltatore dovrà presentare alla Committente per approvazione, un piano di prove e controlli per le varie attività associate ai lavori di isolamento termico ed estese a tutte le parti coinvolte.

Tutte le attività di fabbricazione dovranno essere eseguite attraverso l'applicazione di procedure approvate e in accordo ai piani di prove e controlli approvati.

Il personale preposto alle ispezioni dovrà dare priorità come minimo ai controlli sui punti di seguito indicati:

- a. requisiti della specifica materiali;
- b. requisiti della specifica di trasporto e stoccaggio materiali;
- c. verifica delle condizioni delle superfici prima dell'installazione del materiale isolante;
- d. condizioni del isolamento prima dell'applicazione del rivestimento;
- e. condizioni del rivestimento metallico e delle bandelle;
- f. presenza di interruzione del materiale isolante;
- g. prossimità di ugelli a diluvio o spray ad acqua di mare;

Tutto il materiale fornito e/o utilizzato per le attività di isolamento termico dovrà essere soggetto ad ispezione della Committente. Ogni materiale difforme rispetto ai requisiti sarà rigettato, e sostituito, a carico dell'Appaltatore, da materiale di tipologia e qualità idonei. Nessun costo addizionale sarà addebitato alla Committente.

I lavori di installazione del materiale isolante saranno soggetti a ispezioni della Committente e ogni materiale impropriamente installato o a giudizio della Committente eccessivamente danneggiato, dovrà essere rimosso e sostituito con materiale nuovo a spese dell'Appaltatore, a meno che il danneggiamento non sia imputabile all'Appaltatore o a suo personale.

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti a regola d'arte, in stretto accordo alla presente specifica e ai documenti in essa richiamati. Non saranno ammesse deviazioni o modifiche senza una preventiva approvazione per iscritto della Committente.

le ispezioni e le approvazioni sui materiali e sulle attività di installazione a cura della Committente, non sollevano l'Appaltatore da alcuna delle sue responsabilità.

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PIP-S-003_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE SPECIFICA GENERALE COIBENTAZIONI	DAPP Ref.:
		12-469-H31
		Rev.:
		0

8 GARANZIE

L'Appaltatore dovrà garantire che le caratteristiche fisiche e chimiche dei materiali installati saranno equivalenti o superiori a quelle richieste.

L'Appaltatore dovrà fornire i Certificati di Collaudo e/o di Conformità di tutti i materiali indicanti i risultati di tutte le prove richieste da questa specifica e dai documenti in essa richiamati.

9 SPESSORI E CLASSI DI ISOLAMENTO

9.1 CALCOLO SPESSORI

Gli spessori di isolamento dovranno essere calcolati dall'Appaltatore, in accordo alla ISO 12241 o ad un altro standard approvato dal Committente, per ciascun sistema, tramite gli appositi programmi di calcolo degli spessori economici, in base ai dati ambientali ed economici di riferimento oltretutto alle caratteristiche dell'isolante prescelto.

I dati occorrenti per il calcolo degli spessori, in funzione dello scopo dell'isolamento, sono di seguito elencati:

9.1.1 Contenimento delle perdite di calore entro valori economici ottimali

- Tipo di materiale isolante
- Costo del calore in euro per milione di calorie
- Costo della coibentazione in opera al m²
- Periodo d'ammortamento in anni
- Tasso d'interesse
- Temperatura atmosferica media annuale
- Velocità media del vento

9.1.2 Protezione personale:

- Temperatura superficiale massima ammessa da questa specifica generale (65°C)
- Temperatura ambiente medio-massima
- Velocità media del vento

9.1.3 Nota generale:

Nel calcolo degli spessori devono essere inseriti i coefficienti di conducibilità termica maggiorati di un coefficiente di sicurezza pari al 10 ÷ 15 % del valore dello stesso ed in funzione del tipo di isolante.

9.1.4 Spessori isolamento tubazioni e apparecchiature

Tubazioni e apparecchiature saranno isolate in accordo alla classe di isolamento, alla temperatura operativa e allo spessore di isolante riportati nei P&ID e nei fogli dati pertinenti.

NUOVO TERMINALE OFF SHORE SPECIFICA GENERALE COIBENTAZIONI

Gli spessori di isolamento da adottare sono quelli definiti nelle seguenti tabelle:

Tabella 9.1 – Spessori isolanti per l’isolamento termico

Tabella 9.2– Spessori isolanti per protezione personale

Nella tabella 1 gli spessori sono suddivisi per campi di temperatura di 50°C (eccetto l'intervallo da 50 a 150°C).

Per diametri intermedi sarà adottato lo spessore corrispondente alla tubazione di diametro immediatamente superiore.

Tabella 9.1: Spessori isolanti Isolamenti in lana di Roccia

Isolamento a Caldo											
°C	Fino a 150	151 200	201 250	251 300	301 350	351 400	401 450	451 500	501 550	551 600	601 650
DN		Spessori di isolamento (mm)									
1" ½	30	30	40	40	50	50	60	60	70	70	80
2"	30	40	40	50	50	60	60	70	70	80	90
3"	30	40	50	50	60	70	70	80	90	90	110
4"	40	40	50	60	70	70	80	90	90	100	120
6"	40	50	60	70	80	80	90	100	110	120	130
8"	50	60	70	70	80	90	100	110	120	130	140
10"	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
12"	50	60	70	80	90	110	120	120	130	150	160
14"	50	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
16"	60	70	80	90	100	110	120	130	140	160	170
18"	60	70	80	90	100	120	130	140	150	160	170
20"	60	70	80	100	110	120	130	140	160	170	180
22"	60	70	90	100	110	120	140	150	160	170	190
24"	60	80	90	100	110	130	140	150	160	180	190
26"	60	80	90	110	120	130	150	160	170	190	200
28"	60	80	90	110	120	130	150	160	170	190	200
30"	70	80	90	110	120	130	150	160	170	190	200
32"	70	80	100	110	120	140	150	160	180	190	210
34"	70	80	100	110	130	140	160	170	180	200	210

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PIP-S-003_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE SPECIFICA GENERALE COIBENTAZIONI								DAPP Ref.:		
									12-469-H31		
									Rev.:		
										0	

36"	70	90	100	110	130	140	160	170	180	200	210
Apparecchiature	80	90	110	120	140	150	170	180	190	210	220

Tabella 9.2: Spessori dell'isolamento per protezione personale

Questa Tabella è stata calcolata in accordo ai seguenti parametri:

- temperatura media: 20 °C
- velocità media del vento: 15 km/h

DIAMETRO	TEMPERATURA (°C)			
	Fino a 300	Da 301 a 400	Da 401 a 500	Da 501 a 600
1½	30	30	30	30
2	30	30	30	40
3	30	30	30	40
4	30	30	30	40
6	30	30	40	50
8	30	30	40	50
10	30	30	40	60
12	30	30	40	60
14	30	30	40	60
16	30	30	50	60
18	30	30	50	70
20	30	30	50	70
22	30	40	50	70
24	30	40	60	80
28	30	40	60	80
30	30	40	60	80
32	30	40	60	80
36	30	40	60	80
APPARECCH.	30	40	60	80

Nel caso di variazione dei suddetti parametri, gli spessori dovranno essere calcolati e approvati dal Committente

9.2 CLASSI D'ISOLAMENTO

9.2.1 Isolamenti

Saranno considerate le classi di isolamento corrispondenti ai seguenti campi di temperatura:

Classe	1^	2^	3^	4^	5^	6^	7^	8^	9^	10^	11^
Campo Temp.°C	Fino a 150	151 200	201 250	251 300	301 350	351 400	401 450	451 500	501 550	551 600	601 650

9.2.2 Protezione del personale

Saranno considerate le classi di isolamento corrispondenti ai seguenti campi di temperatura

Classe	1^	2^	3^	4^
Campo Temp.°C	66 300	301 400	401 500	501 600

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PIP-S-003_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE SPECIFICA GENERALE COIBENTAZIONI	DAPP Ref.:
		12-469-H31
		Rev.:
		0

10 **NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

I seguenti codici, norme, specifiche, standard, leggi e direttive di seguito richiamate devono intendersi come il minimo dei requisiti applicabili e parte integrante della presente specifica generale unitamente a tutti gli altri documenti contrattuali.

Tutti i documenti di riferimento di seguito elencati saranno da intendersi in ultima edizione.

Specifiche e standard ENI

ENI 03653.VAR.GEN.FUN (2007)

ENI 07318.EQP.MEC.STD

Norme Tedesche

AGI Q 135

Norme UNI

EN 573

Direttive Europee

97/69/CE 05-12-1997

Leggi Italiane

D.M. Ministero della Sanità 01-09-1998

Circolare No 4 Ministero della Sanità 15-03-2000

ASTM

ASTM E 84 Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials

ASTM C547 Standard Specification for Mineral Fiber Pipe Insulation

ASTM C592 Mineral Fiber Blanket Insulation and Blanket type pipe insulation

ASTM C795 Standard Specification for Black and Hot-Dipped Zinc-Coated (Galvanized) Welded and Seamless Steel Pipe for Fire Protection Use

ASTM C871 Standard Test Methods for Chemical Analysis of Thermal Insulation Materials for Leachable Chloride, Fluoride, Silicate, and Sodium Ions



**NUOVO TERMINALE OFF SHORE
SPECIFICA GENERALE COIBENTAZIONI**

Documenti di Progetto

Rif. 1	12-469-GEN-G-001	Basic Engineering Design Data
Rif. 2	12-469-MNG-R-001	Project General Description
Rif. 3	12-469-PIP-S-004	General Specification for Painting
Rif. 4	12-469-PRO-D-015	P&ID
Rif. 5	12-469-PIP-S-004	General Specification for Painting
Rif. 6	12-469-PIP-D-010	Piping Layouts

MFC/AO/GV/CV:sls

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PIP-S-003_00	FEED TERMINALE OFF SHORE SPECIFICA GENERALE ISOLAMENTO TERMICO	DAPP Ref.:
		12-469-H31
		Rev.:
		0

APPENDICE 1- CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

A Materassini di Lana Minerale

I materassini di lana minerale devono essere conformi alla norma ASTM C 592 Classe II con le seguenti caratteristiche:

- Temperatura massima d'impiego: 650°C in continuo e 750°C massimo
- Composizione del materiale: lana di roccia
- Densità (senza rete o altro supporto): min. 80 kg/m³
- Lunghezza delle fibre: ≥ 50 mm
- Diametro medio delle fibre: ≥ 5 μm
- Contenuto di cloruri: per uso in contatto con acciaio inossidabile austenitico in accordo ad ASTM C795.
- Massima conducibilità termica alla temperatura media testata in accordo ad ASTM C177 o C518 (la conducibilità termica può essere determinata anche in accordo ad EN 12667, EN 12239 o EN ISO 8497 per i tubi):
 - 0.038 W/mK @ 50°C
 - 0.045 W/mK @ 100°C
 - 0.053 W/mK @ 150°C
 - 0.062 W/mK @ 200°C
 - 0.073 W/mK @ 250°C
 - 0.085 W/mK @ 300°C

La lana minerale in materassini trapunti su rete metallica in acciaio zincato, a maglie esagonali da 25 mm, a tripla torsione, deve essere biosolubile e rispondente alla nota Q della Direttiva Europea 97/69/CE del 05-12-1997 recepita dall'Italia con D.M.

Ministero della Sanità del 01-09-1998, integrata dalla circolare integrativa No 4 del Ministero della Sanità del 15-03-2000.

La certificazione di biosolubilità deve essere rilasciata da Istituti autorizzati e riconosciuti dalla struttura europea EUCEB.

Per l'isolamento delle superfici in acciaio inossidabile i materassini di lana minerale devono essere trapunti come sopra indicato con la rete in acciaio inossidabile e la lana minerale deve essere in conformità alla norma AGI Q 135 o all'ASTM C 795.

B Lamierino d'alluminio liscio

Lamierino d'alluminio liscio in accordo alla norma ASTM B209 3060 H 16 con gli spessori minimi di seguito indicati:



- 0,6 mm per tubazioni con $\varnothing \leq 24"$
- 0,8 mm per tubazioni con $\varnothing > 24"$
- 0,8 mm per apparecchiature.

C Filo di acciaio Ricotto Zincato

Materiale: acciaio al carbonio zincato ricotto

- Diametro: 1,0 mm e 1,5 mm

D Bandelle d'Acciaio Zincato

- Materiale: acciaio al carbonio zincato
- Larghezza: 12 mm e 18 mm
- Spessore: 0,6 mm

E Ganci o Graffe per Bandelle in Acciaio Zincato

- Materiale: acciaio al carbonio zincato
- Larghezza: 12 mm e 18 mm
- Spessore: 0,6 mm

F Bandelle d'Acciaio Inossidabile

- Materiale: acciaio inossidabile, tipo 304
- Larghezza: 12 mm e 18 mm
- Spessore: 0,6 mm

G Ganci o Graffe per Bandelle in Acciaio Inossidabile

- Materiale: acciaio inossidabile, tipo 304
- Larghezza: 12 mm e 18 mm
- Spessore: 0,6 mm

H Viti Autofilettanti in Acciaio Inossidabile

- Testa cilindrica tipo A



**NUOVO TERMINALE OFF SHORE
SPECIFICA GENERALE COIBENTAZIONI**

- Materiale: acciaio inossidabile, tipo 304
- No. 8 diametro 4,2 mm
- Lunghezza: 9,5 mm per isolamenti a freddo
- Lunghezza: 12,7 mm per isolamenti a caldo

I Rivetti in Alluminio

- Tipo “Pop Rivet” diametro minimo 5 mm

J Ganci Autostringenti in Acciaio Inossidabile Tipo Avio

- Materiale: acciaio inossidabile, Tipo 304
- Larghezza: 12 mm e 18 mm

K Piattina in Acciaio al Carbonio

- Materiale: acciaio al carbonio
- Larghezza: 30 mm
- Spessore: 3 mm

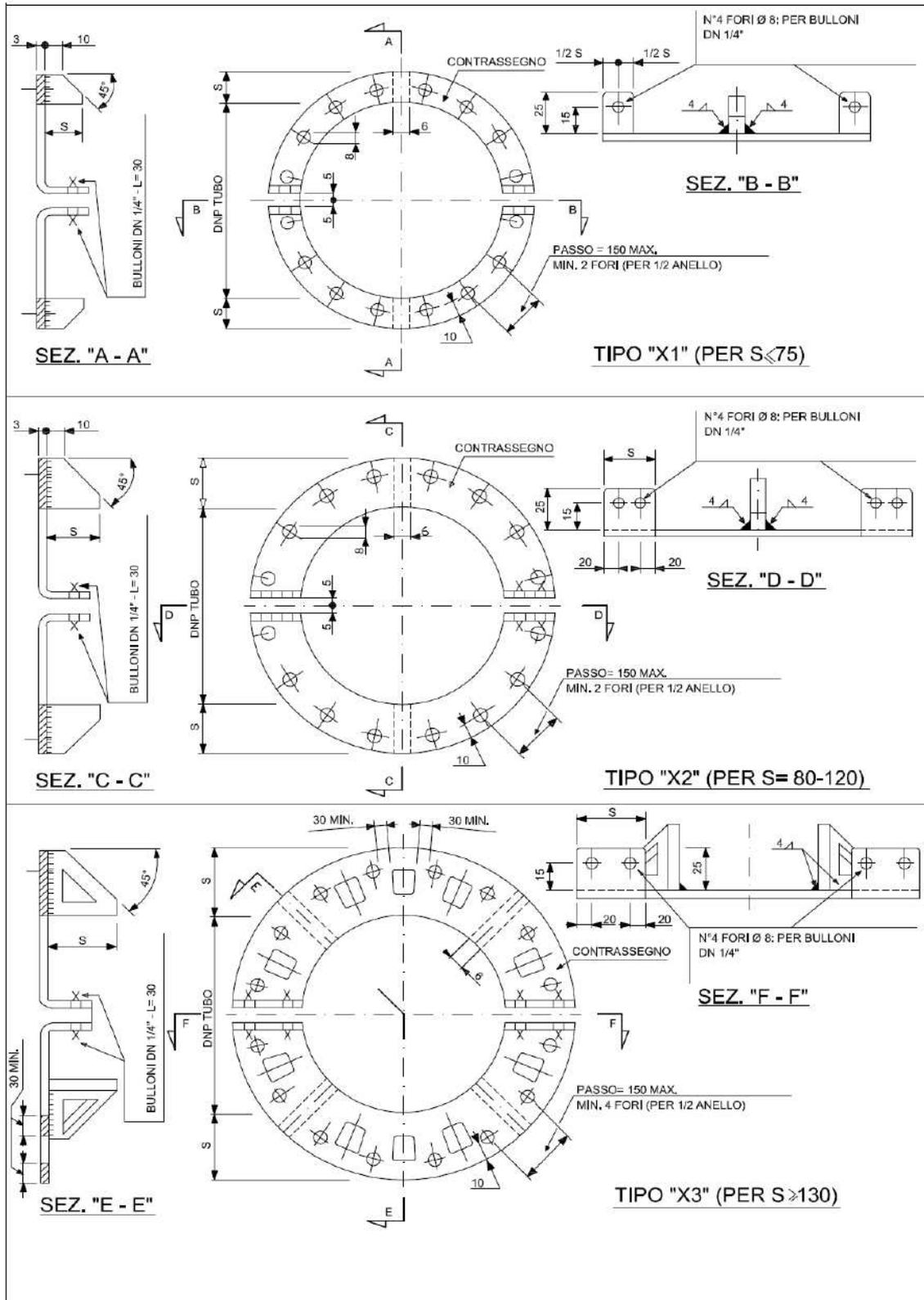
L Tondino in Acciaio al Zincato

- Materiale: acciaio al carbonio zincato
- Diametro: 8 mm

M Tondino in Acciaio Inossidabile

- Materiale: acciaio inossidabile, tipo 304
- Diametro: 8 mm

APPENDICE 2 – ANELLI DI SOSTEGNO COIBENTAZIONI PER TUBAZIONI VERTICALI



NUOVO TERMINALE OFF SHORE SPECIFICA GENERALE COIBENTAZIONI

DNP	T (SPESSORE COIBENTAZIONE)	S (SPESSORE COIBENTAZIONE)	TIPO ANELLI
DA INDICARE NELL'ORDINE	30	20	X1
	40		
	50	30	
	60		
	70	50	
	80	60	
	90	65	
	100	75	
	110	80	
	120	90	
	130	110	
	140		
	150	120	
	160	130	
	170	145	
	180	150	
	190	170	
	200	175	X3
	210		
	220	190	
	230	200	
	240	210	
	250	225	
	260	230	
	270	240	
	280	250	
	290	260	
	300	270	
	310	275	
	320	290	
	330	300	
	340	310	
	350	320	
	360	330	
	370	340	
	380	350	

DIMENSIONI
 COSTRUZIONE
 TOLLERANZE
 MATERIALE

: COME INDICATO IN TABELLA.
 : RICAVATO DA LAMIERA.
 : SECONDO COSTRUTTORI.
 : ASTM A283 GRADO A
 (CONTRASSEGNO "A283-A")

- DIMENSIONI IN mm

ESEMPI DI DESIGNAZIONE : ANELLO. DNP 6* $\left\{ \begin{array}{l} \text{TIPO "X1" - PER SPESSORE COIBENTAZIONE= 50 mm.} \\ \text{TIPO "X2" - PER SPESSORE COIBENTAZIONE= 120 mm.} \\ \text{TIPO "X1" - PER SPESSORE COIBENTAZIONE= 170 mm.} \end{array} \right\}$ DI.
 ASTM A 283-A.

ESEMPIO DI CONTRASSEGNO : 6 / X1 / T 50 / A283-A
 : 6 / X2 / T 120 / A283-A
 : 6 / X3 / T 170 / A283-A

NOTE:

- 1) - OGNI PEZZO DEVE ESSERE MARCATO CON IL SUO CONTRASSEGNO.
- 2) - OGNI ANELLO DOVRA' ESSERE FORNITO CON I RELATIVI BULLONI DI BLOCCAGGIO DI DIMENSIONI DN 1/4"
 L= 30 mm. ED IN QUANTITA' DI N° 2 PER GLI ANELLI DI TIPO "X1" E DI N° 4 PER GLI ANELLI DI TIPO
 "X2" E "X3".
- 3) - TUTTE LE DIMENSIONI SONO IN mm. SALVO DIVERSA INDICAZIONE.

APPENDICE 3 – FIGURE

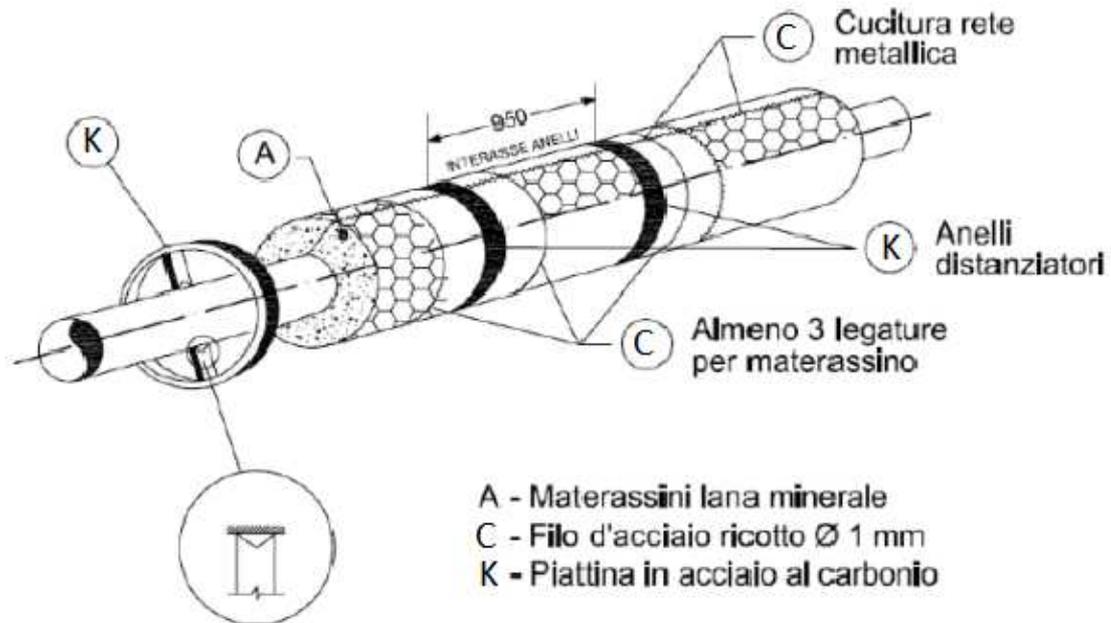


Figura A10.1: Applicazione dei materassini a semplice strat o con anelli distanziatori

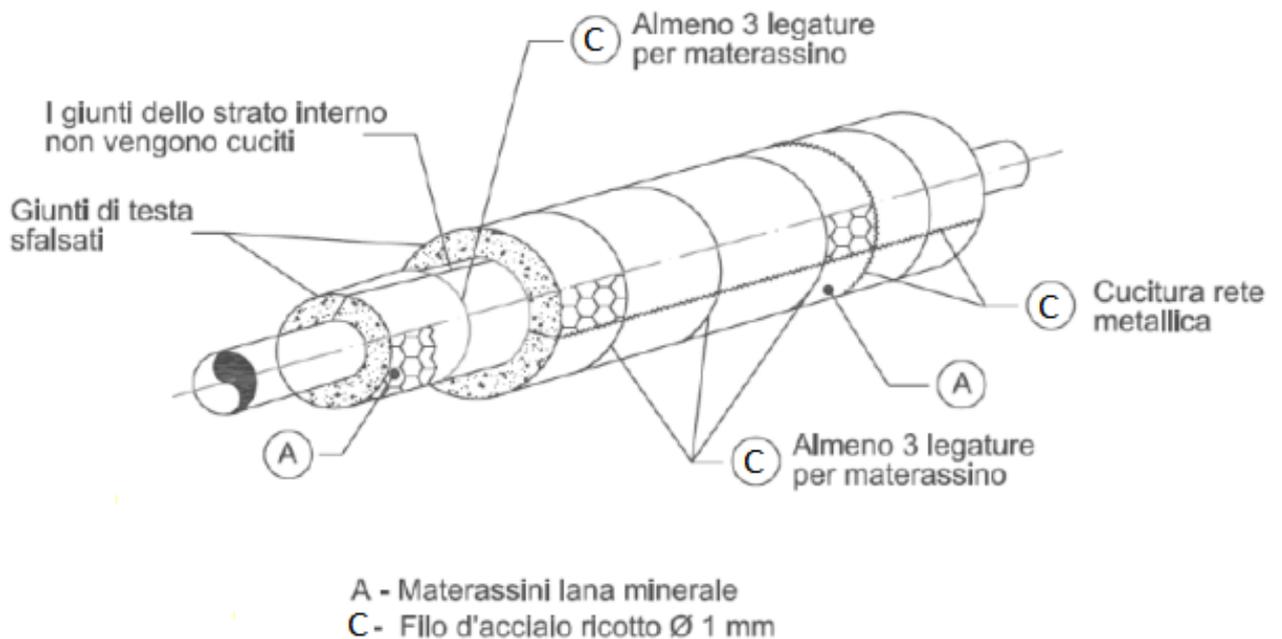


Figura A10.2: Applicazione dei materassini a strato semplice e multiplo senza anelli distanziatori

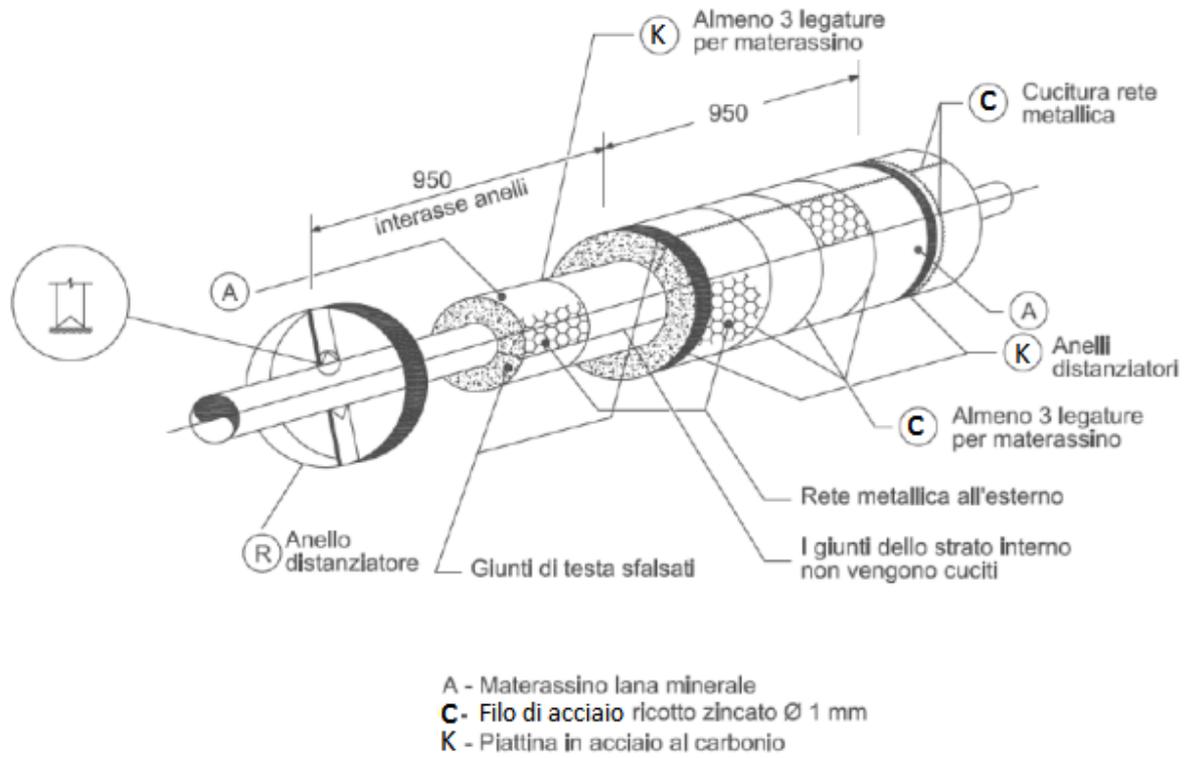
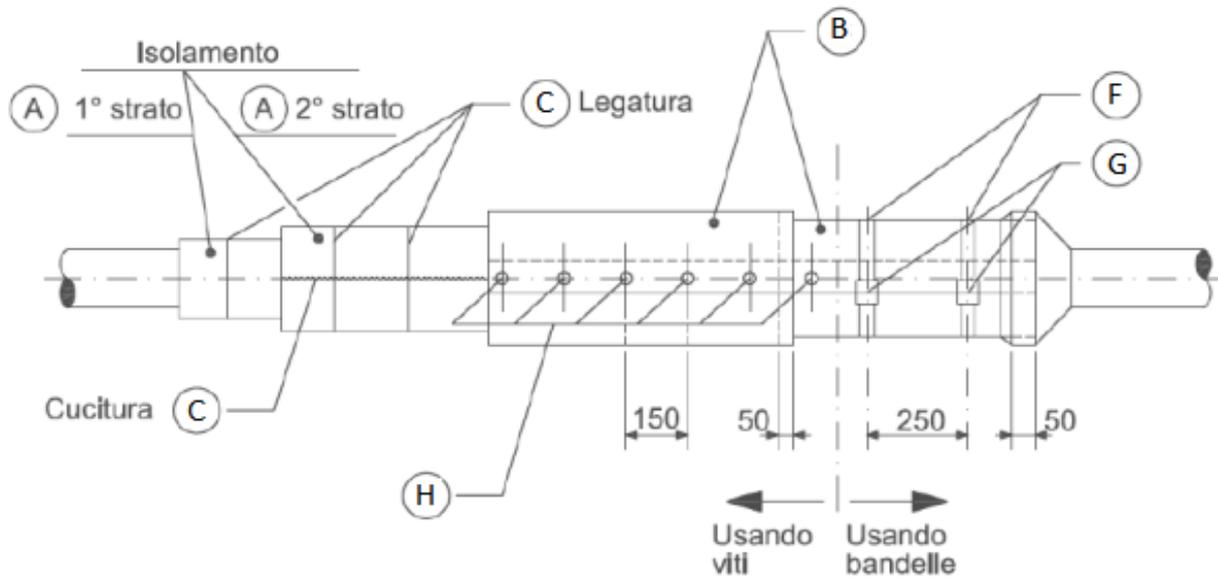


Figura A10.3: Applicazione dei materassini a strato multiplo con anelli distanziatori



- A - Materassino lana minerale
- B - Lamierino d'alluminio liscio
- C - Filo di acciaio ricotto e zincato Ø 1 mm
- F - Bandelle d'acciaio inossidabile
- G - Ganci o graffe per bandelle in acciaio inossidabile
- H - Viti autofilettanti in acciaio inossidabile

Figura A10.4: Finitura dell'isolamento di tubazioni con lamierino

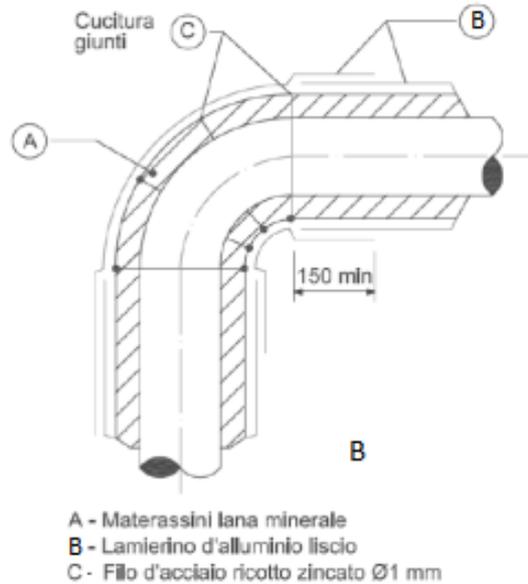


Figura 10.5: Isolamento di una curva

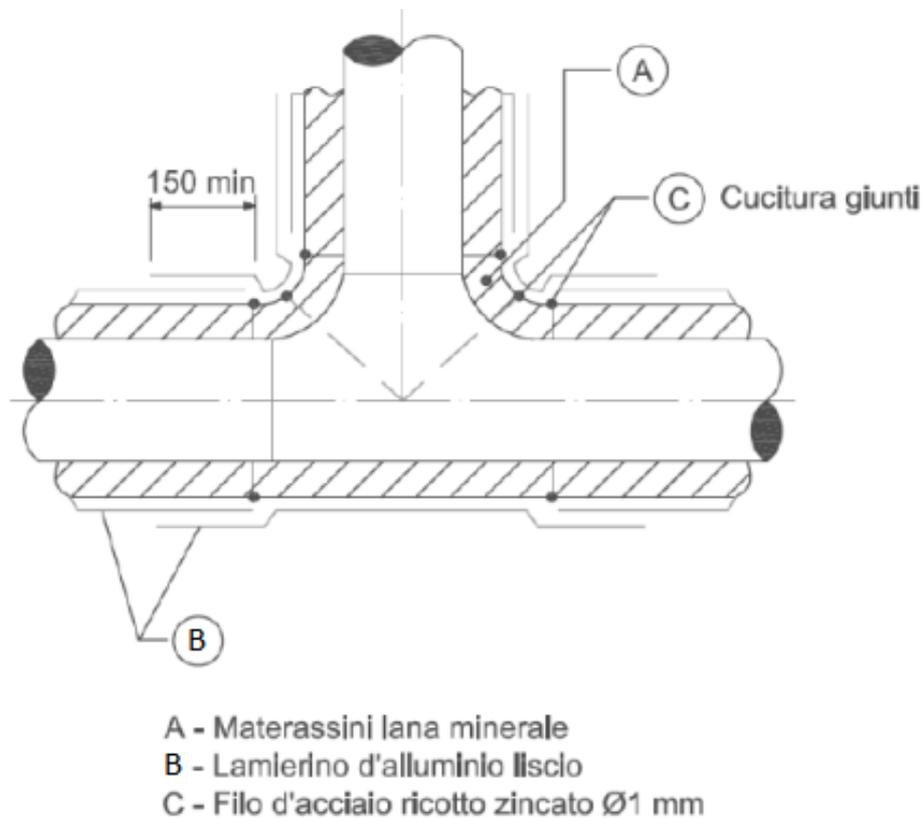
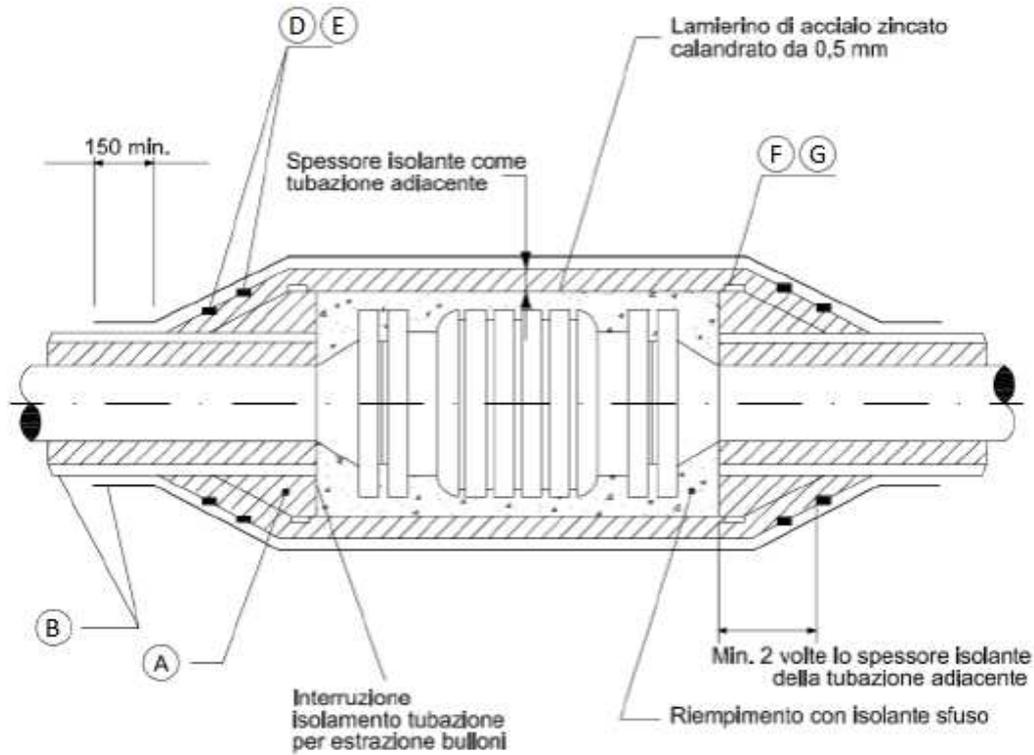


Figura 10.6: Isolamento di un pezzo a T



- A - Materassino lana minerale
- B - Lamierino d'alluminio liscio
- D - Bandelle d'acciaio zincato
- E - Ganci o graffe per bandelle in acciaio zincato
- F - Bandelle d'acciaio inossidabile
- G - Ganci o graffe per bandelle in acciaio inossidabile

Figura 10.7: Isolamento di un pezzo speciale

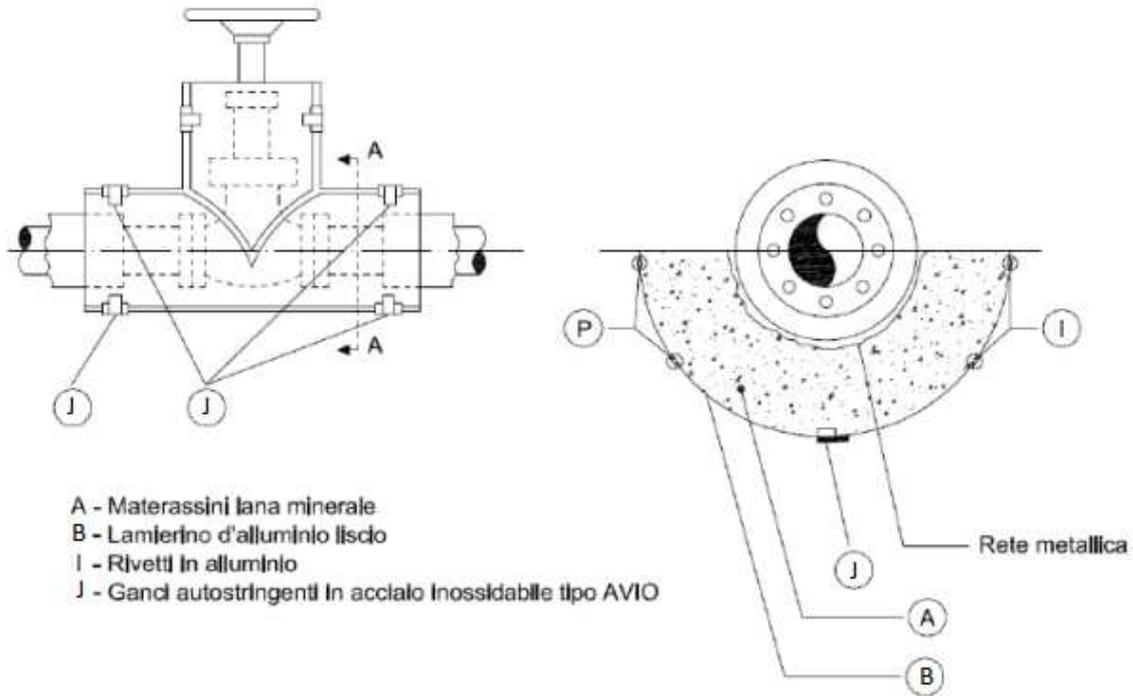


Figura 10.8: Isolamento di una valvola con scatola smontabile

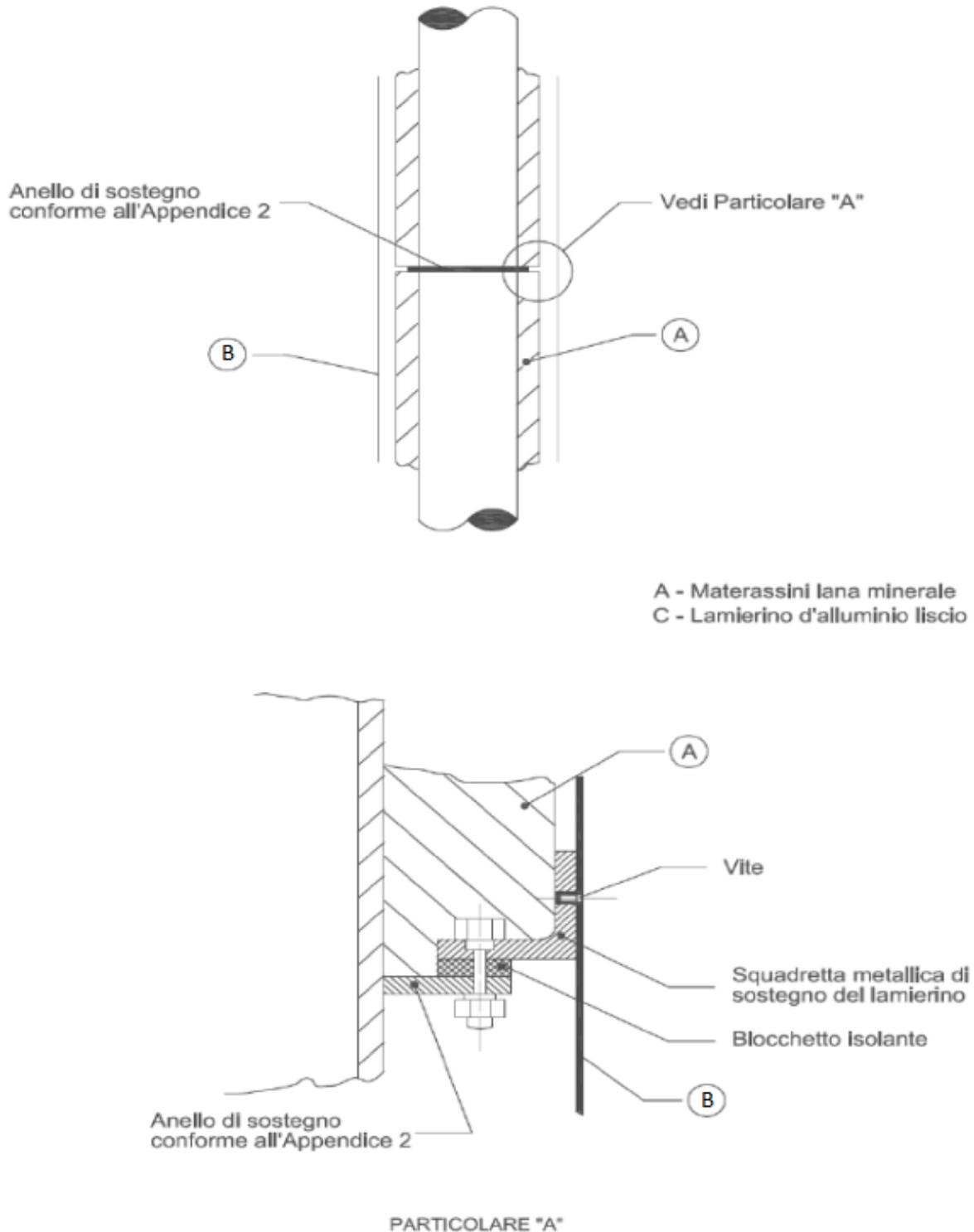
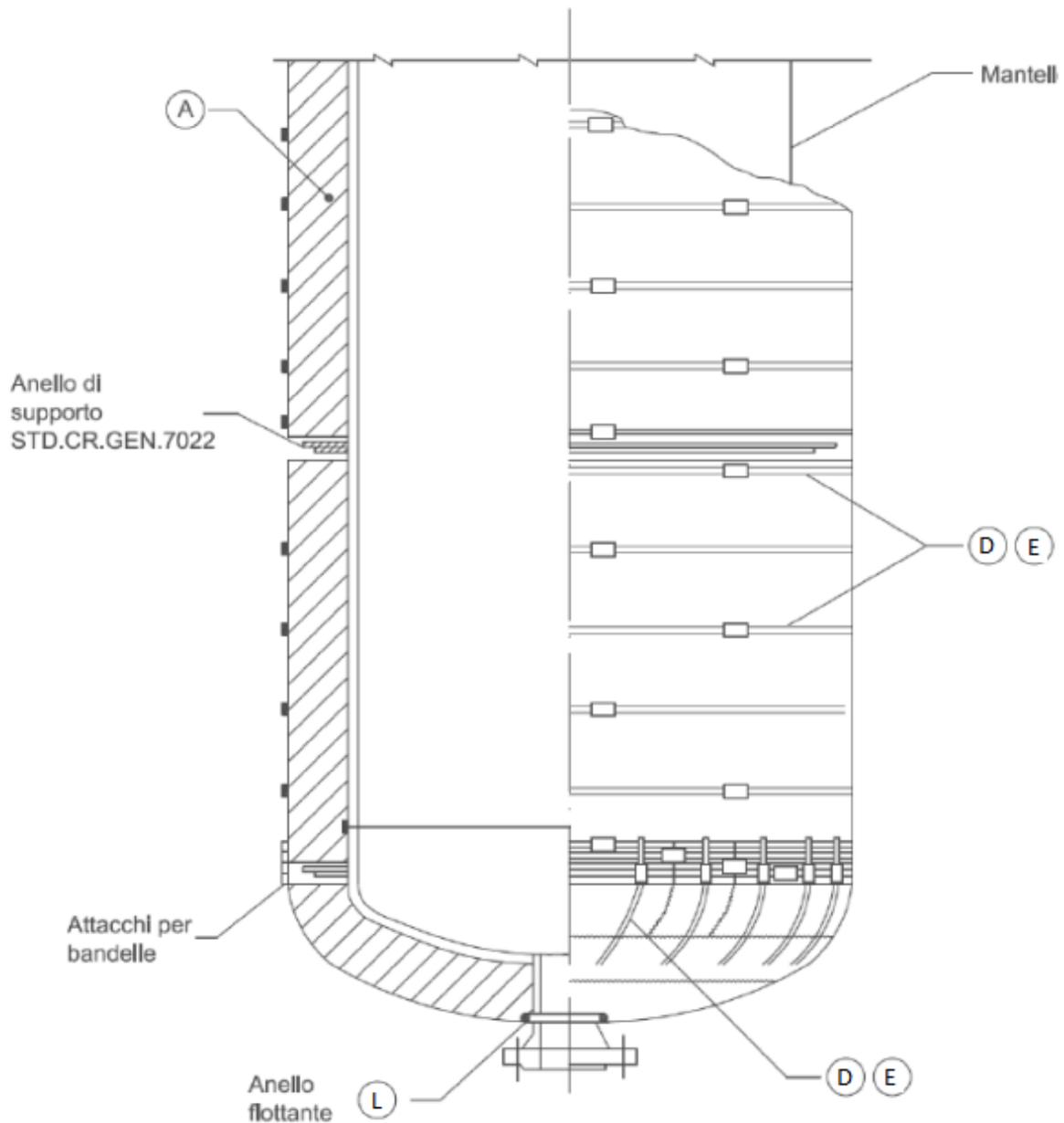
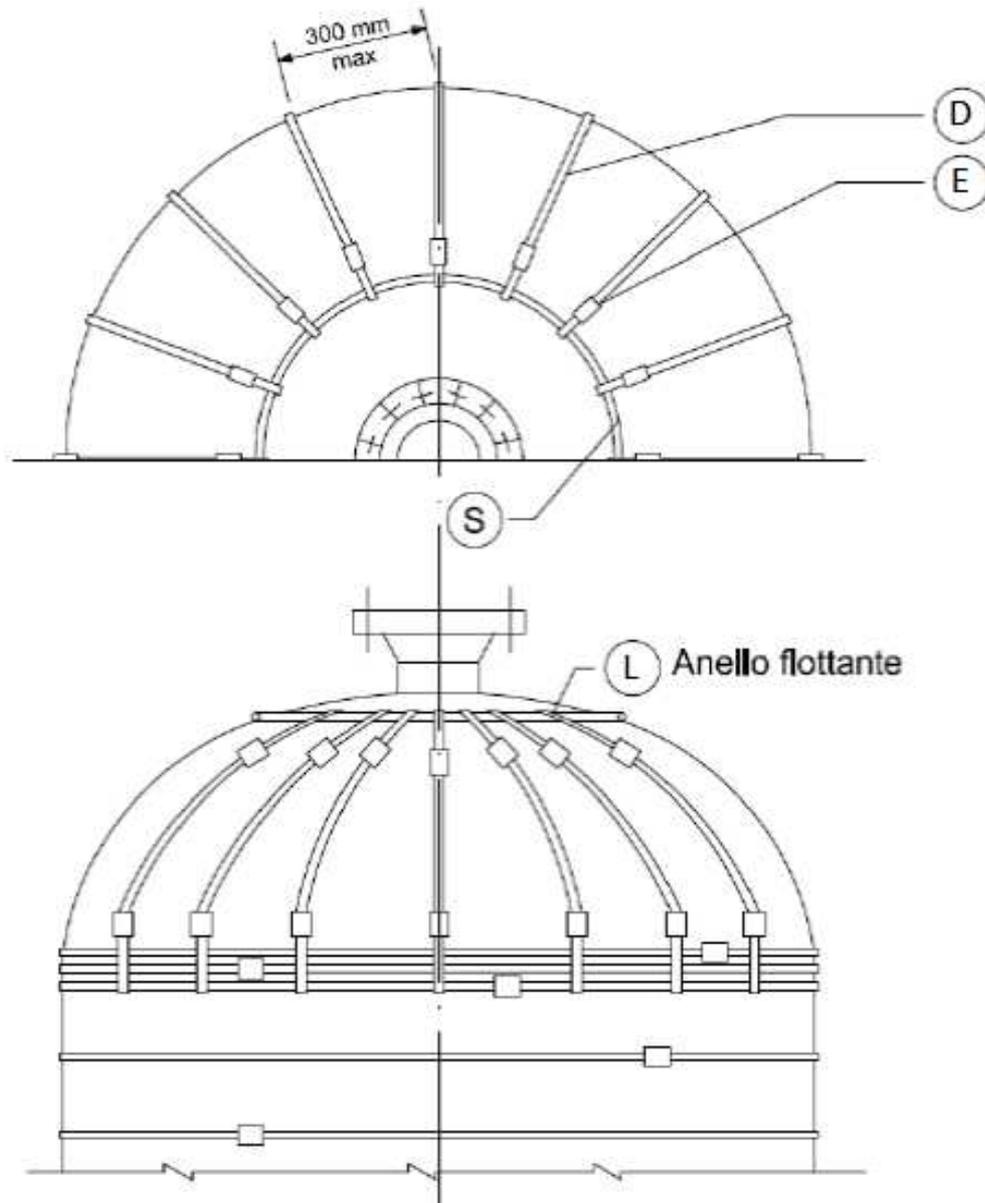


Figura 10.9: Finitura con lamierino di un tubo verticale



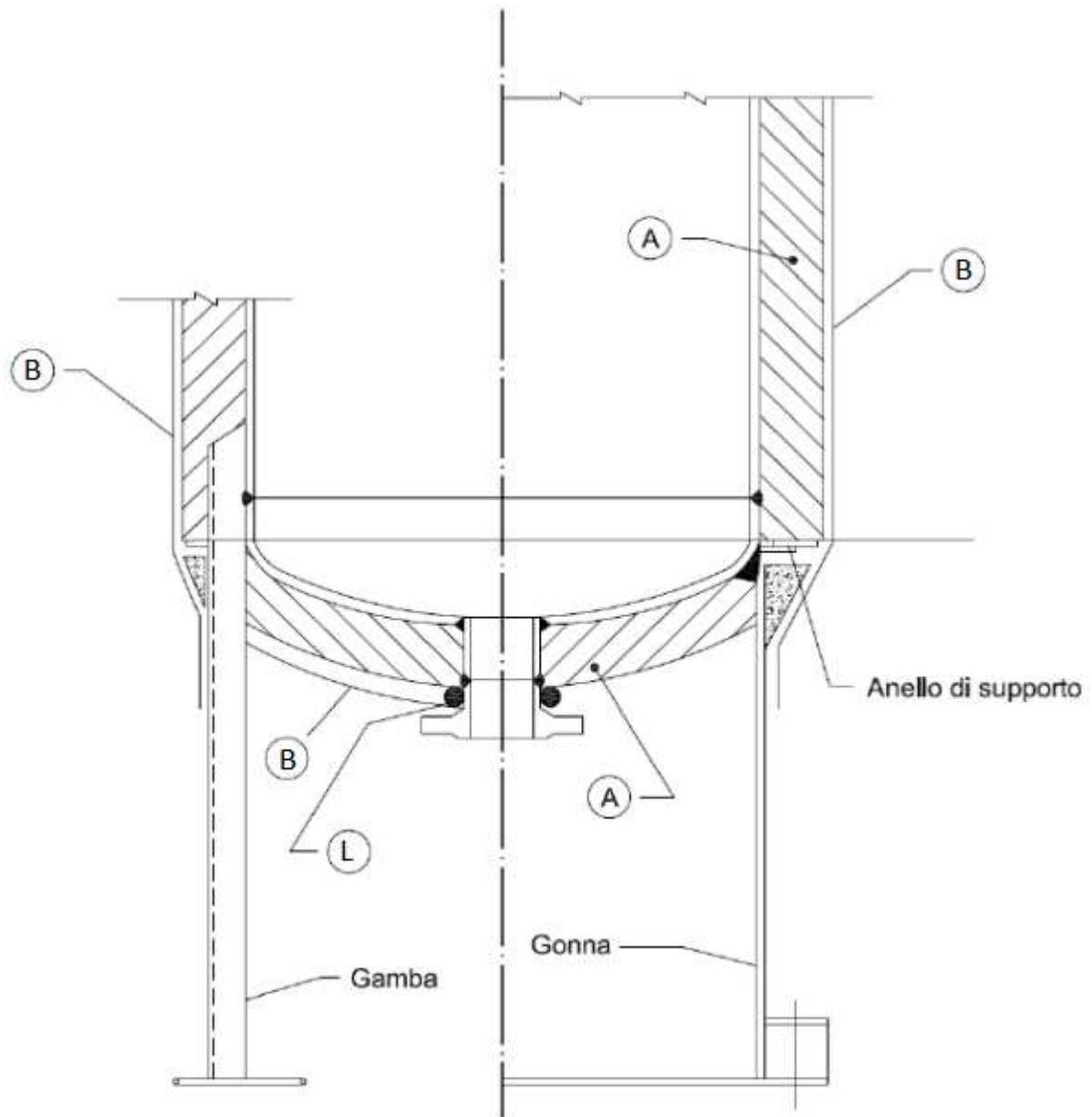
- A - Materassini lana minerale
- D - Bandelle in acciaio zincato
- E - Ganci o Graffe per bandelle in acciaio zincato
- L - Tondino in acciaio zincato

Figura 10.10: Isolamento del fondo e del mantello



- D - Bandelle in acciaio zincato
- E - Ganci o Graffe per bandelle in acciaio zincato
- L - Tondino in acciaio zincato

Figura 10.11: Isolamento della testata



- A - Materassino lana minerale
- B - Lamierino d'alluminio liscio
- L - Tondino in acciaio zincato

Figura A10.12: Isolamento delle gambe e della gonna di supporti