

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

Relazione di Calcolo Protezione Catodica

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 n°	DOC. N.				REV	FG
28/02/2013			12	469	OFF	R	009	0

**NUOVO TERMINALE OFF SHORE**
RELAZIONE DI CALCOLO PROTEZIONE
CATODICA**INDICE**

	<u>Pagina</u>
1 SCOPO	1
1.1 DEFINIZIONI E ACRONIMI	1
1.1.1 Abbreviazioni	1
1.1.2 Simboli	1
2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
2.1 STANDARD DI RIFERIMENTO	3
2.2 DOCUMENTI DI PROGETTO	3
3 DATI BASE DI PROGETTO	4
3.1 GENERALE	4
3.2 CONDIZIONI AMBIENTALI	4
3.3 VITA DI PROGETTO	4
3.4 STRUTTURE DA PROTEGGERE	5
3.5 ISOLAMENTO ELETTRICO	5
3.6 POTENZIALE DI PROTEZIONE	5
3.7 DENSITÀ DI CORRENTE DI PROTEZIONE	6
3.8 FATTORE DI DANNEGGIAMENTO DEL RIVESTIMENTO	6
3.9 CARATTERISTICHE DEGLI ANODI	7
3.9.1 Fattore di utilizzo degli anodi	7
3.9.2 Capacità elettrochimica e potenziali degli anodi	7
4 METODOLOGIA DI CALCOLO	8
4.1 CALCOLO DELLA CORRENTE RICHIESTA	8
4.2 CALCOLO DELLA MASSA ANODICA	8
4.3 CALCOLO DEL NUMERO DI ANODI	8
4.4 EQUAZIONE DI RESISTENZA DELL'ANODO	9
5 RISULTATI	10
5.1 TIPOLOGIA DI ANODI	10
5.2 RISULTATI DEL CALCOLO	10
5.3 RIEPILOGO DEGLI ANODI	10
6 TABELLE	11

**NUOVO TERMINALE OFF SHORE**
RELAZIONE DI CALCOLO PROTEZIONE
CATODICA

1 SCOPO

Questo documento ha lo scopo di riportare la filosofia e i calcoli effettuati per la progettazione del sistema di protezione catodica relativo alla sezione offshore per il trasporto di greggi fra la monoboa di caricamento di nuova installazione al largo dei pontili Porto Petroli Genova e le stazioni di stoccaggio e rilancio alle reti di distribuzione.

1.1 DEFINIZIONI E ACRONIMI

1.1.1 Abbreviazioni

3LPE	Polietilene a tre strati
Ag/AgCl	Argento / Cloruro d'argento
PC	Protezione Catodica
DN	Diametro Nominale
De	Diametro esterno
DNV	Det Norske Veritas
KP	Progressiva chilometrica (Kilometer Post)
T.O.C.	Trivellazione orizzontale controllata
LTE	Punto terminale a terra (Land Terminal End)
s.l.m.m.	sul livello del mare medio
psu	Unità di misura della salinità (Practical Salinity Units)

1.1.2 Simboli

A	Superficie dell'anodo esposta all'elettrolita [m ²]
A _c	Superficie totale per sezione di condotta [m ²]
E _a	Potenziale di corto-circuito di progetto dell'anodo [V]
E _c	Minimo potenziale di protezione di progetto [V]
ε	Capacità elettrochimica del materiale anodico [A·h/kg]
f _c	Fattore di danneggiamento del rivestimento
I _{af}	Erogazione di corrente del singolo anodo a fine vita [A]
I _c	Richiesta di corrente per sezione di condotta [A]
I _{cf}	Richiesta di corrente per sezione di condotta a fine vita [A]
I _{cm}	Richiesta di corrente per sezione di condotta a metà vita [A]
I _f	Erogazione di corrente richiesta del singolo anodo a fine vita [A]

**NUOVO TERMINALE OFF SHORE
RELAZIONE DI CALCOLO PROTEZIONE
CATODICA**

i_c	Densità di corrente [A/m^2]
m	Massa anodica totale per sezione di condotta [kg]
m_a	Massa anodica del singolo anodo [kg]
n	Numero di anodi da installare su ciascuna sezione di condotta
R_a	Resistenza dell'anodo verso l'elettrolita, assunta come equivalente alla resistenza totale del circuito [Ω]
ρ	Resistività dell'elettrolita [$\Omega \cdot m$]
t_{dl}	Vita di progetto [y]
u	Fattore di utilizzo

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-OFF-R-009_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RELAZIONE DI CALCOLO PROTEZIONE CATODICA	DAPP Ref.:
		12-469-H71
		Rev.:
		0

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 STANDARD DI RIFERIMENTO

DNV (DET NORSKE VERITAS)

- [1] DNV RP F103 Cathodic protection of submarine pipelines by galvanic anodes.

API (AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE)

- [2] API 5L/ISO 3183 Line pipe specification 5L e Petroleum and natural gas industries - Steel pipe for pipeline transportation system, 2007.

ISO (INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION)

- [3] ISO 15589-2 Petroleum and natural gas industries – Cathodic protection of pipeline transportation systems – Part 2: Offshore pipelines

2.2 DOCUMENTI DI PROGETTO

- [4] 12-469-GEN-R-001 Bedd – Basic Engineering Design Data
- [5] 12-469-MEC-S-017 Specification for Offshore Anodes
- [6] 12-469-OFF-L-013 Bill of quantities
- [7] 12-469-MEC-S-012 Specification for external coating of line pipes
- [8] 12-469-MEC-S-011 Specification for external coating of fittings
- [9] 12-469-MEC-S-013 Specification for external concrete coating

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-OFF-R-009_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RELAZIONE DI CALCOLO PROTEZIONE CATODICA	DAPP Ref.:
		12-469-H71
		Rev.:
		0

3 DATI BASE DI PROGETTO

3.1 GENERALE

Il presente capitolo fornisce i dati di base e le assunzioni per lo sviluppo della progettazione del sistema di protezione catodica.

La progettazione del sistema di protezione catodica sarà basata sull'utilizzo di anodi sacrificali a bracciale in lega di alluminio in accordo alla specifica 12-469-MEC-S-017 Specification for Offshore Anodes (Ref. [5])

3.2 CONDIZIONI AMBIENTALI

I seguenti valori sono stati desunti dal Rif.[4]:

- | | |
|--|--------|
| • Temperatura minima del mare sul fondale | 10 °C |
| • Temperatura media del mare sul fondale | 15 °C |
| • Temperatura massima del mare sul fondale | 30 °C |
| • Temperatura massima di progetto | 70 °C |
| • Temperatura minima di progetto | 0 °C |
| • Massima profondità di installazione | 64 m |
| • Salinità dell'acqua | 38 psu |

In considerazione del valore di salinità dell'acqua marina reperito nel Rif. [4], in accordo alla temperatura minima dell'acqua ed alla Norma DNV RP F103 [1] e ISO 15589-2 Fig. A.1 [3], si utilizzerà un valore conservativo di resistività di 0.24 Ohm·m.

In mancanza di dati specifici di resistività del terreno, il valore di resistività del fondale da utilizzare per la progettazione catodica viene preso in accordo alla Norma DNV RP F103 [1]. In mancanza di dati, la Norma suggerisce di utilizzare un valore di resistività di 1.5 Ohm·m.

3.3 VITA DI PROGETTO

La vita operativa delle condotte è di 25 anni (rif. [1]).

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-OFF-R-009_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RELAZIONE DI CALCOLO PROTEZIONE CATODICA	DAPP Ref.:
		12-469-H71
		Rev.:
		0

3.4 STRUTTURE DA PROTEGGERE

Le strutture da proteggere sono le due condotte sottomarine per il trasporto di greggio, di cui si riportano di seguito le caratteristiche principali (Riferimento [4]):

Diametro nominale (DN)	800 (32")
Diametro esterno (De)	812.8 mm
Standard del tubo	API5L/ISO 3183
Grado	X65MO
Lunghezza del giunto	12.2 m
Lunghezza totale condotta	3310 m
Tipologia rivestimento anticorrosivo	3LPE
Spessore rivestimento anticorrosivo	4 mm

Il rivestimento esterno di appesantimento in calcestruzzo ad alta densità, ove richiesto, dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Densità del calcestruzzo secco: $\rho_{cc} = 3040 \text{ kg/m}^3$

Spessore

- KP 0 – KP 1,80 (all'interno della TOC) 0 mm
- KP 1,80 – KP 2,30 Gunite 1 - 120 mm
- KP 2,30 – KP 3,31 Gunite 2 - 80 mm

3.5 ISOLAMENTO ELETTRICO

Le condotte sottomarine dovranno essere scollegate elettricamente dai rispettivi tratti a terra per mezzo di giunti isolanti e non dovranno essere collegate ad alcun sistema di messa a terra.

3.6 POTENZIALE DI PROTEZIONE

In accordo alla norma DNV RP F103 [1], il sistema di protezione catodica sarà dimensionato in modo tale da garantire, in ogni punto delle superfici esterne delle condotte sottomarine, un potenziale di protezione non superiore a -800 mV (in condizioni aerobiche) e/o -900 mV (in condizioni anaerobiche), riferito all'elettrodo in Ag/AgCl in acqua di mare.

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-OFF-R-009_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RELAZIONE DI CALCOLO PROTEZIONE CATODICA	DAPP Ref.:
		12-469-H71
		Rev.:
		0

3.7 DENSITÀ DI CORRENTE DI PROTEZIONE

In accordo alla norma DNV RP F103 [1], per le superfici esposte all'acqua di mare, in considerazione della massima temperatura interna del fluido ed indipendentemente dalla profondità di posa, dovrà essere utilizzata una densità di corrente (media e finale) di 0.060 A/m² riferita a superfici metalliche nude.

Analogamente, per le superfici interrate nei sedimenti marini o ricoperti artificialmente, indipendentemente dalla temperatura dell'acqua marina e dalla profondità di posa, dovrà essere utilizzata una densità di corrente (media e finale) di 0.025 A/m² riferita a superfici metalliche nude.

3.8 FATTORE DI DANNEGGIAMENTO DEL RIVESTIMENTO

Il fattore di danneggiamento del rivestimento viene utilizzato per valutare la corrente di protezione in funzione del degrado del rivestimento anticorrosivo durante la vita di progetto.

La norma DNV RP F103 [1], prevede dei fattori di danneggiamento per il dimensionamento del sistema di protezione catodica; tuttavia per tenere conto delle esigenze e problematiche legate all'installazione delle condotte all'interno della T.O.C. si utilizzeranno conservativamente i seguenti fattori di danneggiamento del rivestimento:

Tipo di rivestimento	Fattore di danneggiamento del rivestimento (%)		
	Iniziale	Medio	Finale
3LPE/3LPE+ gunita	1	1.375	1.750

In accordo alla stessa norma, per il fattore di danneggiamento relativo ai giunti in campo, si sceglieranno i valori riportati nella tabella in basso e desunti dalla Tab.A.2 della norma DNV RP F103[1]:

Tipo di rivestimento	Fattore di danneggiamento del rivestimento dei giunti di campo (%)		
	Iniziale	Medio	Finale
HSS con e senza riempimento	3	6.750	10.500

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-OFF-R-009_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RELAZIONE DI CALCOLO PROTEZIONE CATODICA	DAPP Ref.:
		12-469-H71
		Rev.:
		0

3.9 CARATTERISTICHE DEGLI ANODI

La protezione catodica sarà realizzata per mezzo di anodi sacrificali in lega di alluminio attivata con Indio.

Ai fini del calcolo, si considererà una lega anodica avente densità pari a 2700 kg/m³.

Gli anodi saranno del tipo a bracciale, ossia costituiti da due semi-gusci che andranno a coprire la quasi totalità della circonferenza dei tubi sui quali saranno installati.

3.9.1 Fattore di utilizzo degli anodi

In accordo alla norma DNV RP F103 [1], il fattore di utilizzo degli anodi a bracciale, definito come la quantità di materiale anodico consumato quando quello rimanente non è in grado di riuscire ad erogare la quantità di corrente di protezione necessaria, sarà pari all'80 % in peso.

3.9.2 Capacità elettrochimica e potenziali degli anodi

In accordo alla norma DNV RP F103 [1], para. 5.4.4 ed alle condizioni di posa delle condotte riportate nel paragrafo 3.4, per il dimensionamento degli anodi in lega di alluminio saranno utilizzate le seguenti capacità elettrochimiche:

- Strutture immerse in acqua 2500A·h/kg
- Strutture interrate in fango: 625A·h/kg

Nel caso di struttura interrata nel fango del fondale, la temperatura superficiale dell'anodo coincide con la temperatura del fluido trasportato.

In accordo con il para. 5.4.3 della norma DNV RP F103 [1], le capacità elettrochimiche saranno moltiplicate per un fattore di progetto di 0.8.

In accordo alla norma DNV RP F103 [1] e ISO 15589-2 [3], gli anodi dovranno essere in grado di garantire i seguenti potenziali riferiti all'elettrodo in Ag/AgCl in acqua di mare:

- Strutture immerse in acqua -1050 mV
- Strutture interrate in fango -1000 mV

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-OFF-R-009_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RELAZIONE DI CALCOLO PROTEZIONE CATODICA	DAPP Ref.:
		12-469-H71
		Rev.:
		0

4 METODOLOGIA DI CALCOLO

La metodologia di calcolo per il dimensionamento degli anodi dovrà considerare, oltre alle caratteristiche dimensionali delle condotte da proteggere, anche la vita di progetto ed i materiali di rivestimento delle strutture stesse, le caratteristiche elettrolitiche dell'ambiente di posa, il materiale costituente la lega degli anodi e le limitazioni alle dimensioni degli anodi stessi in considerazione delle dimensioni delle strutture sulle quali verranno installati.

La progettazione del sistema di protezione catodica per mezzo di anodi sacrificali dovrà essere eseguita in accordo ai criteri di calcolo esplicitati nella norma DNV RP F103 [1].

4.1 CALCOLO DELLA CORRENTE RICHIESTA

La corrente di protezione richiesta per una struttura dipende dalle dimensioni della stessa e dalla tipologia di materiale di rivestimento, secondo la seguente relazione:

$$(1) \quad I_c = A_c * f_c * i_c$$

Il fabbisogno di corrente dovrà essere verificato sia a metà che a fine vita.

Come prescritto dalla norma DNV RP F103 [1], il calcolo verrà effettuato tenendo conto dei diversi valori del “coating breakdown factors” relativi ai giunti in campo.

4.2 CALCOLO DELLA MASSA ANODICA

La massa anodica netta totale richiesta per garantire un'adeguata protezione catodica per tutta la durata della vita di progetto dovrà essere verificata per ciascuna sezione di condotta, in accordo alla seguente relazione:

$$(2) \quad m = I_{cm} * t_{dl} * \frac{8760}{u * \epsilon}$$

4.3 CALCOLO DEL NUMERO DI ANODI

Per la tipologia selezionata, il numero di anodi, le loro dimensioni e la massa netta dovranno essere determinate in modo da soddisfare le richieste di corrente di protezione per le strutture a metà e fine vita.

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-OFF-R-009_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RELAZIONE DI CALCOLO PROTEZIONE CATODICA	DAPP Ref.:
		12-469-H71
		Rev.:
		0

Le dimensioni finali degli anodi e la loro massa anodica dovranno essere ottimizzate, eseguendo delle iterazioni dei calcoli ed utilizzando le formule riportate di seguito.

La massa anodica totale degli anodi dovrà essere calcolata per mezzo della seguente equazione:

$$(3) \quad m \leq n * m_a$$

La corrente a fine vita che dovrà erogare ciascun anodo dovrà essere calcolata con la seguente formula:

$$(4) \quad I_f = \frac{I_{cf}}{n}$$

Per ciascuna tipologia di anodo selezionato, l'effettiva corrente erogata dal singolo anodo a fine vita dovrà essere calcolata per mezzo della seguente relazione:

$$(5) \quad I_{af} = \frac{E_c - E_a}{R_a}$$

Per garantire un'adeguata protezione contro le corrosioni elettrolitiche, l'effettiva corrente erogata dagli anodi dovrà essere maggiore od uguale alla corrente richiesta dalle strutture:

$$(6) \quad I_{af} \geq I_f$$

4.4 EQUAZIONE DI RESISTENZA DELL'ANODO

La resistenza di un anodo del tipo a bracciale verso l'elettrolita è data dalla relazione:

$$(7) \quad R_a = \frac{0.315 * \rho}{\sqrt{A}}$$

A fine vita, l'anodo dovrà essere considerato come se fosse interamente consumato, pertanto, per il calcolo della resistenza anodica dovranno essere utilizzate le dimensioni approssimative dell'anodo corrispondenti a tale situazione.

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-OFF-R-009_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RELAZIONE DI CALCOLO PROTEZIONE CATODICA	DAPP Ref.:
		12-469-H71
		Rev.:
		0

5 RISULTATI

In considerazione della complessità dei calcoli e delle diverse tipologie di anodi, vengono di seguito riportati i soli risultati finali. In Tabella 6-1 sono riportate le caratteristiche principali delle condotte considerate nei calcoli.

5.1 TIPOLOGIA DI ANODI

La protezione catodica delle condotte sottomarine verrà realizzata mediante l'installazione delle tipologie di anodi descritte in Tabella 6-2.

5.2 RISULTATI DEL CALCOLO

Le analisi riguardo il sistema di protezione catodica sono riportati nella tabella 6.1, mentre i risultati parziali sono descritti nella Tabella 6-4.

5.3 RIEPILOGO DEGLI ANODI

Al fine di proteggere catodicamente le condotte sottomarine oggetto del presente rapporto di calcolo, dovranno essere fornite le quantità di anodi indicate nella Tabella 6-4.

Poiché le spaziature tra le tre zone considerate sono abbastanza simili si è definita (per facilità di installazione delle condotte) un'unica spaziatura di 180m per tutta la tratta di condotta (Tabella 6-3).

**NUOVO TERMINALE OFF SHORE
RELAZIONE DI CALCOLO PROTEZIONE
CATODICA****6 TABELLE****Tabella 6-1 - Caratteristiche condotte**

Sezione	Sezioni omogenee		
	A	B	C
Diametro nominale condotta	32"	32"	32"
Diametro esterno condotta mm	812.8	812.8	812.8
Da KP (indicativi) km	0.000	1.800	2.300
A KP (indicativi) km	1.800	2.300	3.310
Lunghezza parziale (indicativa) m	1800	500	1010
Spessore del rivestimento anticorrosivo mm	4	4	4
Spessore appesantimento mm	0	120	80
Massima temperatura di progetto °C	70	70	70
Minima temperatura dell'acqua °C	10	10	10
Condizioni di posa	% Esposta	0	100
	% Interrata	100	0

Tabella 6-2 – Caratteristiche anodi a bracciale

Materiale	Vedi 12-469-MEC-S-017	
Diametro interno mm	831	
Lunghezza mm	250	
Spessore mm	55	
Peso netto kg	92.3	

Tabella 6-3 - Spaziatura

Sezione	A	B	C
Spaziatura minima richiesta	120m	160m	160m
Spaziatura selezionata	120m		

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-OFF-R-009_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RELAZIONE DI CALCOLO PROTEZIONE CATODICA	DAPP Ref.:
		12-469-H71
		Rev.:
		0

Tabella 6-4 – Risultati parziali e verifiche

SEZIONE A: DA KP 0.000 A KP 1,800		
Dati di input		
<i>Caratteristiche della condotta</i>		
Diametro nominale		32"
Diametro esterno	mm	812,80
Lunghezza parziale (per una condotta)	m	1800
Lunghezza barre	m	12,2
Vita di progetto	anni	25
Spessore rivestimento anticorrosivo	mm	4
Spessore appesantimento in gunite	mm	0
<i>Condizioni di posa della condotta</i>		
Esposta in acqua	%	0
Interrata in sedimenti marini (T.O.C.)	%	100
<i>Temperature</i>		
Massima temperatura del fluido trasportato	°C	70
Minima temperatura dell'acqua	°C	10
<i>Resistività dell'ambiente di posa</i>		
Acqua (Appendice A ISO 15589-2 Fig. A.1)	Ω·cm	24
Sedimenti marini (DNV RP F103 5.5.2)	Ω·cm	150
<i>Danneggiamento del rivestimento</i>		
Iniziale in acqua (DNV-RP-F103 Tab.A.1)	-	0,01
Medio in acqua (DNV-RP-F103 Tab.A.1)	-	0,01375
Finale in acqua (DNV-RP-F103 Tab.A.1)	-	0,0175
Iniziale in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.A.1)	-	0,01
Medio in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.A.1)	-	0,01375
Finale in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.A.1)	-	0,0175
<i>Danneggiamento del rivestimento del Field Joint</i>		
Iniziale in acqua (DNV-RP-F103 Tab.A.2)	-	0,03
Medio in acqua (DNV-RP-F103 Tab.A.2)	-	0,0675
Finale in acqua (DNV-RP-F103 Tab.A.2)	-	0,105
Iniziale in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.A.2)	-	0,03
Medio in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.A.2)	-	0,0675
Finale in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.A.2)	-	0,105
n° di giunti	-	148

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-OFF-R-009_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RELAZIONE DI CALCOLO PROTEZIONE CATODICA	DAPP Ref.:
		12-469-H71
		Rev.:
		0

Area totale giunti in campo	m ²	113,375
Cut back length	m	0,150
<i>Densità di corrente di protezione</i>		
Media in acqua (DNV-RP-F103 Tab.5.1)	A/m ²	0,06
Finale in acqua (DNV-RP-F103 Tab.5.1)	A/m ²	0,06
Media in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.5.1)	A/m ²	0,025
Finale in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.5.1)	A/m ²	0,025
<i>Potenziali (ISO 15589-2 Tab.4 e DNV-RP-F103)</i>		
Potenziale di protezione in acqua	mV	-800
Potenziale di protezione in sedimenti marini	mV	-900
Potenziale anodico in acqua	mV	-1050
Potenziale anodico in sedimenti marini	mV	-1000
<i>Capacità elettrochimica (ISO 15589-2 Tab.4 e DNV-RP-F103)</i>		
In acqua	A·h/kg	2500
In sedimenti marini	A·h/kg	625

Risultati SEZIONE A: DA KP 0.000 A KP 1,800		
<i>Superficie da proteggere</i>		
In sedimenti marini	m ²	4596,272
<i>Corrente media richiesta</i>		
In sedimenti marini	A	1,771
<i>Corrente finale richiesta</i>		
In sedimenti marini	A	2,308
<i>Massa anodica richiesta</i>		
In sedimenti marini	kg	969,780
<i>Anodo selezionato</i>		
Tipologia anodo selezionato		32" A
Numero di anodi (*)	n.	15
Spaziatura	m	120
Massa anodo selezionato	Kg	92,3
Massa totale anodo selezionato	Kg	1384,5
<i>Superficie attiva iniziale dell'anodo selezionato</i>		
	m ²	0,667
<i>Superficie attiva finale dell'anodo selezionato</i>		
	m ²	0,6

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-OFF-R-009_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RELAZIONE DI CALCOLO PROTEZIONE CATODICA	DAPP Ref.:
		12-469-H71
		Rev.:
		0

Resistenza dell'anodo selezionato		
Media con anodo completamente in sedimenti marini	Ω	0,579
Finale con anodo completamente in sedimenti marini	Ω	0,610
Corrente media erogata dall'anodo selezionato		
In sedimenti marini	A	0,173
Corrente media erogata dagli anodi installati	A	2,593
Corrente finale erogata dall'anodo selezionato		
In sedimenti marini	A	0,164
Corrente finale erogata dagli anodi installati	A	2,459
Verifiche		
Massa totale anodo selezionato > Massa anodica richiesta		VERIFICATO
Corrente media erogata dagli anodi installati > Corrente media richiesta		VERIFICATO
Corrente finale erogata dagli anodi installati > Corrente finale richiesta		VERIFICATO

SEZIONE B: DA KP 1,800 A KP 2,200		
Dati di input		
Caratteristiche della condotta		
Diametro nominale		32"
Diametro esterno	mm	812,80
Lunghezza parziale (per ogni condotta)	m	400
Lunghezza barre	m	12,2
Vita di progetto	anni	25
Spessore rivestimento anticorrosivo	mm	4
Spessore appesantimento in gunite	mm	120
Condizioni di posa della condotta		
Esposta in acqua	%	100
Interrata in sedimenti marini	%	0
Temperature		
Massima temperatura del fluido trasportato	°C	70
Minima temperatura dell'acqua	°C	10
Resistività dell'ambiente di posa		
Acqua (Appendice A ISO 15589-2 Fig. A.1)	Ω·cm	24
Sedimenti marini (DNV RP F103 5.5.2)	Ω·cm	150
Danneggiamento del rivestimento		
Iniziale in acqua (DNV-RP-F103 Tab.A.1)	-	0,01

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-OFF-R-009_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RELAZIONE DI CALCOLO PROTEZIONE CATODICA	DAPP Ref.:
		12-469-H71
		Rev.:
		0

Medio in acqua (DNV-RP-F103 Tab.A.1)	-	0,01375
Finale in acqua (DNV-RP-F103 Tab.A.1)	-	0,0175
Iniziale in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.A.1)	-	0,01
Medio in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.A.1)	-	0,01375
Finale in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.A.1)	-	0,0175
<i>Danneggiamento del rivestimento del Field Joint</i>		
Iniziale in acqua (DNV-RP-F103 Tab.A.2)	-	0,03
Medio in acqua (DNV-RP-F103 Tab.A.2)	-	0,0675
Finale in acqua (DNV-RP-F103 Tab.A.2)	-	0,105
Iniziale in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.A.2)	-	0,03
Medio in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.A.2)	-	0,0675
Finale in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.A.2)	-	0,105
n° di giunti	-	33
Area totale giunti in campo	m ²	25,279
Cut back length	m	0,150
<i>Densità di corrente di protezione</i>		
Media in acqua (DNV-RP-F103 Tab.5.1)	A/m ²	0,06
Finale in acqua (DNV-RP-F103 Tab.5.1)	A/m ²	0,06
Media in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.5.1)	A/m ²	0,025
Finale in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.5.1)	A/m ²	0,025
<i>Potenziali (ISO 15589-2 Tab.4 e DNV-RP-F103)</i>		
Potenziale di protezione in acqua	mV	-800
Potenziale di protezione in sedimenti marini	mV	-900
Potenziale anodico in acqua	mV	-1050
Potenziale anodico in sedimenti marini	mV	-1000
<i>Capacità elettrochimica (ISO 15589-2 Tab.4 e DNV-RP-F103)</i>		
In acqua	A·h/kg	2500
In sedimenti marini	A·h/kg	625

Risultati SEZIONE B: DA KP 1,800 A KP 2,200		
<i>Superficie da proteggere</i>		
In acqua	m ²	1021,394
<i>Corrente media richiesta</i>		

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-OFF-R-009_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RELAZIONE DI CALCOLO PROTEZIONE CATODICA	DAPP Ref.:
		12-469-H71
		Rev.:
		0

In acqua	A	0,945
<i>Corrente finale richiesta</i>		
In acqua	A	1,232
<i>Massa anodica richiesta</i>		
In acqua	kg	129,351
<i>Anodo selezionato</i>		
Tipologia anodo selezionato		32" A
Numero di anodi (*)	n.	2,5
Spaziatura	m	160,000
Massa anodo selezionato	Kg	92,3
Massa totale anodo selezionato	Kg	230,75
<i>Superficie attiva iniziale dell'anodo selezionato</i>	m ²	0,667
<i>Superficie attiva finale dell'anodo selezionato</i>	m ²	0,6
<i>Resistenza dell'anodo selezionato</i>		
Media con anodo completamente in acqua	Ω	0,093
Finale con anodo completamente in acqua	Ω	0,098
<i>Corrente media erogata dall'anodo selezionato</i>		
In acqua	A	2,701
Corrente media erogata dagli anodi installati	A	6,752
<i>Corrente finale erogata dall'anodo selezionato</i>		
In acqua	A	2,561
Corrente finale erogata dagli anodi installati	A	6,404
<i>Verifiche</i>		
Massa totale anodo selezionato>Massa anodica richiesta		VERIFICATO
Corrente media erogata dagli anodi installati>Corrente media richiesta		VERIFICATO
Corrente finale erogata dagli anodi installati>Corrente finale richiesta		VERIFICATO

SEZIONE C: DA KP 2,200 A KP 3,310		
Dati di input		
<i>Caratteristiche della condotta</i>		
Diametro nominale		32"
Diametro esterno	mm	812,80
Lunghezza parziale (per una condotta)	m	1110

**NUOVO TERMINALE OFF SHORE
 RELAZIONE DI CALCOLO PROTEZIONE
 CATODICA**

Lunghezza barre	m	12,2
Vita di progetto	anni	25
Spessore rivestimento anticorrosivo	mm	4
Spessore appesantimento in gunite	mm	80
Condizioni di posa della condotta		
Esposta in acqua	%	100
Interrata in sedimenti marini	%	10
Temperature		
Massima temperatura del fluido trasportato	°C	70
Minima temperatura dell'acqua	°C	10
Resistività dell'ambiente di posa		
Acqua (Appendice A ISO 15589-2 Fig. A.1)	Ω·cm	24
Sedimenti marini (DNV RP F103 5.5.2)	Ω·cm	150
Danneggiamento del rivestimento		
Iniziale in acqua (DNV-RP-F103 Tab.A.1)	-	0,01
Medio in acqua (DNV-RP-F103 Tab.A.1)	-	0,01375
Finale in acqua (DNV-RP-F103 Tab.A.1)	-	0,0175
Iniziale in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.A.1)	-	0,001
Medio in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.A.1)	-	0,01375
Finale in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.A.1)	-	0,0175
Danneggiamento del rivestimento del Field Joint		
Iniziale in acqua (DNV-RP-F103 Tab.A.2)	-	0,03
Medio in acqua (DNV-RP-F103 Tab.A.2)	-	0,0675
Finale in acqua (DNV-RP-F103 Tab.A.2)	-	0,105
Iniziale in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.A.2)	-	0,03
Medio in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.A.2)	-	0,0675
Finale in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.A.2)	-	0,105
n° di giunti	-	91
Area totale giunti in campo	m ²	69,710
Cut back length	m	0,150
Densità di corrente di protezione		
Media in acqua (DNV-RP-F103 Tab.5.1)	A/m ²	0,06
Finale in acqua (DNV-RP-F103 Tab.5.1)	A/m ²	0,06
Media in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.5.1)	A/m ²	0,025

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-OFF-R-009_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RELAZIONE DI CALCOLO PROTEZIONE CATODICA	DAPP Ref.:
		12-469-H71
		Rev.:
		0

Finale in sedimenti marini (DNV-RP-F103 Tab.5.1)	A/m ²	0,025
<i>Potenziali (ISO 15589-2 Tab.4 e DNV-RP-F103)</i>		
Potenziale di protezione in acqua	mV	-800
Potenziale di protezione in sedimenti marini	mV	-900
Potenziale anodico in acqua	mV	-1050
Potenziale anodico in sedimenti marini	mV	-1000
<i>Capacità elettrochimica (ISO 15589-2 Tab.4 e DNV-RP-F103)</i>		
In acqua	A·h/kg	2500
In sedimenti marini	A·h/kg	625

Risultati SEZIONE C: DA KP 2,200 A KP 3,310		
<i>Superficie da proteggere</i>		
In acqua	m ²	2834,368
<i>Corrente media richiesta</i>		
In acqua	A	2,621
<i>Corrente finale richiesta</i>		
In acqua	A	3,415
<i>Massa anodica richiesta</i>		
In acqua	kg	358,705
<i>Anodo selezionato</i>		
Tipologia anodo selezionato		32" A
Numero di anodi (*)	n.	7
Spaziatura	m	160,000
Massa anodo selezionato	Kg	92,3
Massa totale anodo selezionato	Kg	646,1
<i>Superficie attiva iniziale dell'anodo selezionato</i>	m ²	0,667
<i>Superficie attiva finale dell'anodo selezionato</i>	m ²	0,6
<i>Resistenza dell'anodo selezionato</i>		
Media con anodo completamente in acqua	Ω	0,093
Finale con anodo completamente in acqua	Ω	0,098
<i>Corrente media erogata dall'anodo selezionato</i>		
In acqua	A	2,701
Corrente media erogata dagli anodi installati	A	18,905

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-OFF-R-009_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RELAZIONE DI CALCOLO PROTEZIONE CATODICA	DAPP Ref.:
		12-469-H71
		Rev.:
		0

<i>Corrente finale erogata dall'anodo selezionato</i>		
In acqua	A	2,561
Corrente finale erogata dagli anodi installati	A	17,930
<i>Verifiche</i>		
Massa totale anodo selezionato>Massa anodica richiesta		VERIFICATO
Corrente media erogata dagli anodi installati>Corrente media richiesta		VERIFICATO
Corrente finale erogata dagli anodi installati>Corrente finale richiesta		VERIFICATO