

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

Rapporto di Calcolo Antincendio

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	PRO	C	025	0

INDICE

	<u>Pagina</u>
ELENCO DELLE TABELLE	II
1 SCOPO	1
2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA	1
3 CARATTERISTICHE POMPE ANTINCENDIO	2
4 DATI AMBIENTALI	2
5 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO	3
5.1 GENERALE	3
5.2 CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO	3
5.3 LINEE DI ALIMENTAZIONE SECONDARIE	4
5.4 MONITORI	5
5.5 IDRANTI	5
6 CALCOLO DI DIMENSIONAMENTO LINEE	7
6.1 SCENARIO IN ESAME	7
6.2 PORTATA RICHIESTA DI ACQUA ANTINCEDIO E SCHIUMOGENO	7
6.3 SVILUPPO DELLE NUOVE LINEE	8
6.4 VERIFICA DIMENSIONAMENTO LINEE ANTINCENDIO	9
6.5 VERIFICA CAPACITA' POMPE ANTINCENDIO	10
7 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	11

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-C-025_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RAPPORTO DI CALCOLO ANTINCENDIO	DAPP Ref.:
		12-469-H61
		Rev.:
		0

ELENCO DELLE TABELLE

<u>Tabella No.</u>	<u>Pagina</u>
Tabella 1: Perdite di carico 1° stacco dalla dorsale antincendio	9
Tabella 2: Perdite di carico 2° stacco dalla dorsale antincendio	9

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-C-025_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RAPPORTO DI CALCOLO ANTINCENDIO	DAPP Ref.:
		12-469-H61
		Rev.:
		0

RAPPORTO DI CALCOLO ANTINCENDIO SVILUPPO PROGETTO NUOVO TERMINALE OFFSHORE TIPO CALM

1 SCOPO

Il presente documento fornisce i dati di dimensionamento di massima per le tubazioni e le apparecchiature da impiegare per l'estensione dell'esistente sistema antincendio on-shore, da installare nel sito di movimentazione prodotti petroliferi, del porto petroli di Genova Multedo.

Il calcolo è stato eseguito nel rispetto delle prescrizioni del HSE in relazione ai requisiti per la sicurezza, la salute umana e la salvaguardia ambientale.

L'obiettivo di questo documento è assicurare la protezione intrinseca delle nuove aree adibite ad ospitare le trappole dei pig e le tubazioni per lo smistamento dei prodotti petroliferi ad esse connesse, in modo da:

- poter gestire e controllare un ipotetico scenario di incendio che avvenisse durante le normali attività dell'impianto;
- minimizzare le conseguenze derivanti dall'evento incendio;
- ridurre le possibilità di inquinamento ambientale dovuto al rilascio di sostanze pericolose;

Il calcolo idraulico permetterà il dimensionamento delle linee che compongono la rete di distribuzione sulla base dei criteri di velocità massima consentita nelle tubazioni dalla normative applicabili e la verifica che tutte le apparecchiature siano alimentate almeno alle condizioni di minima portata e di minima pressione richieste.

2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA

La presente specifica si applica all'estensione del sistema antincendio del solo Terminale a Terra, con lo scopo di definire i requisiti minimi richiesti per il dimensionamento delle linee e delle apparecchiature. L'Appaltatore dovrà verificare le informazioni fornite con il presente rapporto di calcolo durante il progetto esecutivo.

Di seguito vengono elencati i principali componenti del sistema da proteggere:

- Trappole di lancio / ricezione;
- Sistema di smistamento greggio sino alla fossa collettori.

La fossa collettori non è stata considerata tra le aree da proteggere in quanto già protetta dall'esistente sistema antincendio.

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

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-C-025_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RAPPORTO DI CALCOLO ANTINCENDIO	DAPP Ref.:
		12-469-H61
		Rev.:
		0

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, le due sea line, sono provviste di valvole di shut-down, necessarie per l'isolamento delle stesse in caso di emergenza e comandate idraulicamente.

Il comando di chiusura delle due valvole di shut-down verrà gestito in accordo alle logiche previste dal sistema ESD. [Rif.02]

3 CARATTERISTICHE POMPE ANTINCENDIO

Nella centrale di pompaggio antincendio sono collocate le seguenti pompe, di cui si riportano le caratteristiche di portata (Q) e prevalenza (H) [Rif.05]:

- n.2 elettropompe di pressurizzazione (Q= 10 m³/h - H = 6 bar);
- n.2 elettropompe per alimentazione idranti (Q= 100 m³/h - H = 12 bar);
- n.2 motopompe di primo intervento (Q= 600 m³/h - H = 17 bar);
- n. 3 elettropompe di riserva (Q = 1200 m³/h – H = 17 bar);
- n.1 motopompa per liquido schiumogeno Film forming (Q= 252 m³/h - H = 20 bar);
- n.1 motopompa per liquido schiumogeno Universale (Q= 252 m³/h - H = 20 bar);
- n.1 motopompa di rispetto per liquido schiumogeno (Q= 252 m³/h - H = 20 bar);

4 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

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-C-025_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RAPPORTO DI CALCOLO ANTINCENDIO	DAPP Ref.:
		12-469-H61
		Rev.:
		0

5 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

5.1 GENERALE

La nuova estensione del sistema antincendio comprende:

- due rami secondari di alimentazione acqua antincendio alle apparecchiature;
- due rami secondari di alimentazione schiumogeno alle apparecchiature;
- idranti acqua/schiuma;
- monitori acqua/schiuma;
- i rilevatori necessari a garantire il tempestivo intervento del sistema antincendio.

5.2 CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO

Il sistema è alimentato dagli anelli principali acqua antincendio e schiumogeno presenti nella fossa collettori, rispettivamente da 24” e 4”, mediante stacchi rispettivamente da 6” e da 2” sulle linee esistenti.

Le perdite di carico saranno valutate mediante specifici calcoli idraulici utilizzando la formula di Hazen-Williams:

$$p = \frac{6,05 \times Q^{1,85} \times 10^9}{C^{1,85} \times D^{4,87}} \quad (1)$$

dove:

- p è la perdita di carico unitaria in mm di colonna d’acqua al metro di tubazione;
- Q è la portata, in litri al minuto;
- C è la costante dipendente dalla natura del tubo (si assume il valore di 120 specifico per le tubazioni in acciaio);
- D è il diametro della tubazione, in mm

Le perdite di carico localizzate, dovute a valvole, a raccordi, curve, pezzi a T attraverso le quali la direzione di flusso subisce una variazione maggiore o pari a 45° saranno trasformate in lunghezze equivalenti e aggiunte alla lunghezza reale della tubazione.

Le perdite di carico concentrate sono considerate trascurabili nel caso di flusso attraverso pezzo a T senza cambio di direzione.

Nella valutazione delle perdite di carico si è tenuto conto del cambio di elevazione delle linee.

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-C-025_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RAPPORTO DI CALCOLO ANTINCENDIO	DAPP Ref.:
		12-469-H61
		Rev.:
		0

I calcoli idraulici sono condotti in condizione di massima portata alla pressione residua di 10 barg.

La pressione minima richiesta, alla flangia di mandata delle pompe, è stata determinata attraverso il calcolo idraulico utilizzando la portata teorica massima del sistema e la configurazione specifica delle tubazioni e dei dispositivi di scarica alimentati.

I valori di portata per i monitori e per gli idranti sono stati ricavati dai dati dell'impianto esistente.

E' stato effettuato il calcolo della quantità di concentrato schiumogeno necessario a garantire la portata richiesta per il tempo minimo di scarica, utilizzando la seguente formula:

$$V = Q_{\max} \times t \times \frac{Z}{100} \quad (2)$$

- V quantità di schiumogeno necessaria in litri;
- Q max portata massima apparecchiatura antincendio in litri al minuto;
- Z rapporto percentuale di concentrazione schiumogeno;
- t Tempo di scarica minimo 30 min UNI EN 13565-2.

Il sistema completo, inteso come parte esistente e estensione deve garantire le seguenti prestazioni minime:

- durata di alimentazione;
- portata e pressioni minime;
- raggiungimento di ogni parte dell'area protetta.


senza pregiudicare le prestazioni minime precedentemente assicurate dalla parte di impianto preesistente.

5.3 LINEE DI ALIMENTAZIONE SECONDARIE

Per il dimensionamento delle linee sono stati considerati i seguenti aspetti:

- pressione di design della rete;
- massima portata d'acqua e schiumogeno da fornire nell'evento di emergenza peggiore;
- diametro delle tubazioni;
- lunghezza delle tubazioni;

La velocità massima da considerare per l'acqua è di 6 m/s (UNI EN 12845) è consentita una velocità pari a 10 m/s soltanto per casi particolari.

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-C-025_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RAPPORTO DI CALCOLO ANTINCENDIO	DAPP Ref.:
		12-469-H61
		Rev.:
		0

5.4 MONITORI

E' stato utilizzato un sistema di monitori sopraelevati fissi a copertura delle aree.

Ogni torretta è dotata di sistema di auto raffreddamento. I monitori saranno installati in posizione opportuna in considerazione della disposizione delle aree e della direzione predominante del vento.

Tutti i monitori sono alimentati direttamente dai circuiti secondari rispettivamente di acqua e di liquido schiumogeno e attivati manualmente attraverso l'adozione di valvole ad apertura rapida. Essi forniranno una soluzione di acqua e schiumogeno per l'estinzione dell'incendio.

Ogni monitor è dotato di:

- miscelatore dell'acqua con il liquido schiumogeno, di tipo a portata variabile e a percentuale di miscelazione costante;
- due valvole di alimentazione a sfera, una per l'acqua e una per il liquido schiumogeno;
- dispositivo ausiliari e valvole manuali

Ciascun monitor deve essere capace di ruotare verticalmente e orizzontalmente rispetto al proprio asse in modo da permettere il raggiungimento di ogni punto dell'area da proteggere.

Ciascun monitor deve essere in grado di scaricare una portata di acqua o miscela schiumogena pari a 3000 l/min, alla pressione nominale di 10 bar. La distanza utile raggiunta deve essere di almeno 50 m per la miscela schiumogena e 60 m per l'acqua sulla proiezione orizzontale in configurazione a getto pieno.

La copertura di ciascun monitor deve tener conto di una riduzione della portata pari almeno al 30% dovuta al vento, rispetto alla prova in aria ferma per monitori e ugelli. Gli ugelli dei monitori devono essere a getto e a spruzzo e devono essere azionabili da posizione sicura.

5.5 IDRANTI

E' utilizzato un sistema fisso di idranti acqua-schiuma del tipo soprassuolo a scopo di primo intervento e contenimento. Gli idranti saranno installati in posizione opportuna in considerazione della disposizione delle aree e a distanza massima tra loro non superiore a 60 m, la disposizione sarà tale da consentire di raggiungere una qualsiasi zona protetta con due manichette collegate a due idranti distinti.

Tutti gli idranti sono alimentati dal circuito secondario.

Per ciascun idrante è previsto un armadio contenente quanto di seguito:

- una manichetta flessibile con lunghezza pari a 25 mt, resistente alle abrasioni, agli acidi, agli oli e ad altri prodotti chimici, provvista di connessione rapida;
- una lancia idrica ad ugello regolabile (posizioni spray, fog, getto, chiusura);
- n° 2 chiavi per raccordo UNI 814;
- n°1 chiave di manovra UNI 14384 (chiave pentagonale).

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-C-025_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RAPPORTO DI CALCOLO ANTINCENDIO	DAPP Ref.:
		12-469-H61
		Rev.:
		0

Ciascun idrante sarà capace di scaricare almeno 300 l/min alla pressione nominale di 3-4 bar.

Tutti gli idranti sono dotati di:

- n. 3 attacchi UNI DN 70;
- miscelatore acqua-schiumogeno a portata variabile e miscelazione costante;
- dispositivo di controllo e valvole ausiliarie.

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-C-025_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RAPPORTO DI CALCOLO ANTINCENDIO	DAPP Ref.:
		12-469-H61
		Rev.:
		0

6 CALCOLO DI DIMENSIONAMENTO LINEE

6.1 SCENARIO IN ESAME

Viene considerato quale scenario di dimensionamento delle linee la condizione di scarico in simultanea di tutti i monitori e gli idranti installati a protezione dell'area.

No. 2 Monitori fissi

Portata acqua ciascun monitor	3000 l/min
Portata acqua complessiva monitori	6000 l/min
Portata schiumogeno ciascun monitor	90 l/min
Portata schiumogeno complessiva monitori	180 l/min

No. 2 Idranti

Portata acqua ciascun idrante	300 l/min
Portata acqua complessiva idranti	600 l/min
Portata schiumogeno ciascun idrante	9 l/min
Portata schiumogeno complessiva idranti	18 l/min

Per il dimensionamento delle linee è stato considerata l'utenza più sfavorita nelle condizioni di massima portata prevista.

Lo schiumogeno utilizzato è del tipo Film Forming (AFFF) con rapporto di concentrazione del 3%. La quantità complessiva necessaria di schiumogeno, per l'alimentazione del sistema, considerando un tempo minimo di 30 min, è pari a:

$V = 5940$ litri

Tale volume risulta compatibile con le quantità stoccate nei serbatoi di liquido schiumogeno esistente.

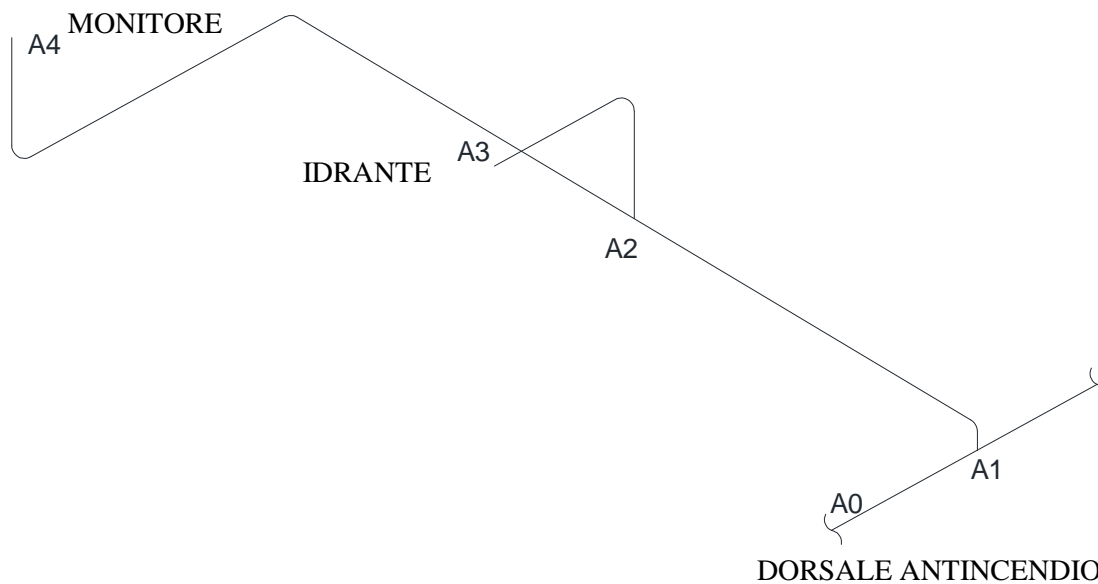
6.2 PORTATA RICHIESTA DI ACQUA ANTINCEDIO E SCHIUMOGENO

Di seguito è stata calcolata la portata complessiva di acqua antincendio richiesta per lo scenario in esame, nel calcolo è stato considerato un margine di sovra dimensionamento del 15%:

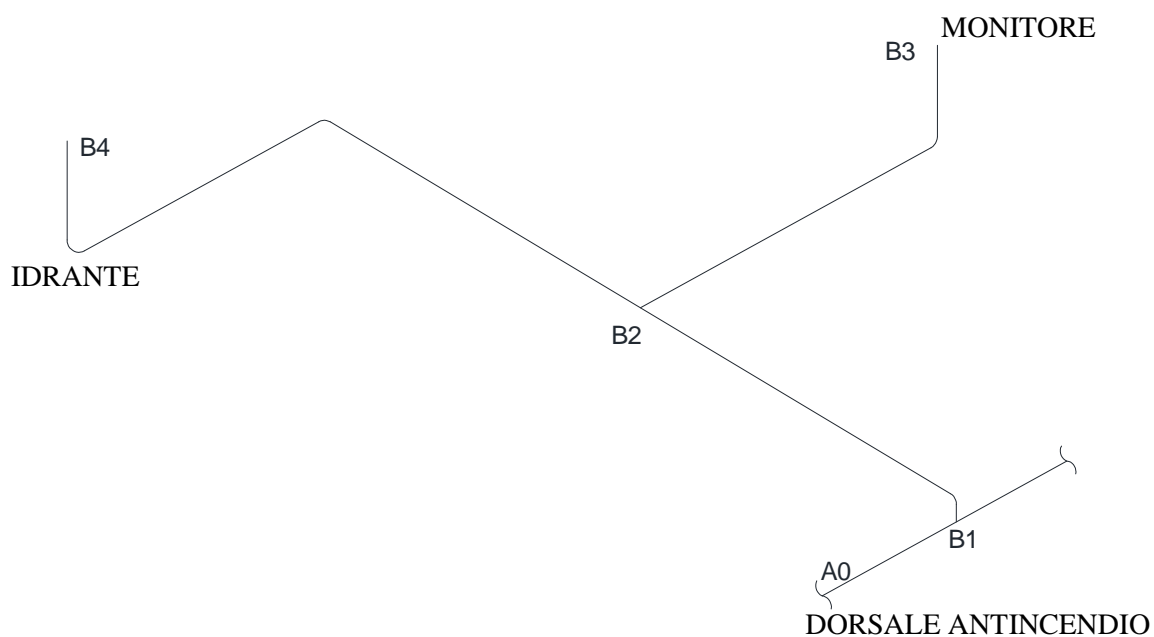
Scenario:	2 monitori + 2 Idranti
Portata complessiva acqua :	$(3000*2+300*2)*1,15= 7.590$ l/min
Portata complessiva schiumogeno :	$(3000*2*3/100+300*2*3/100)*1,15= 228$ l/min

6.3 SVILUPPO DELLE NUOVE LINEE

RAMO 1°



RAMO 2°



 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-C-025_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RAPPORTO DI CALCOLO ANTINCENDIO	DAPP Ref.:
		12-469-H61
		Rev.:
		0

6.4 VERIFICA DIMENSIONAMENTO LINEE ANTINCENDIO

Lo scopo della seguente verifica è definire quale sia l'utenza più sfavorita, che determinerà le caratteristiche di pressione richiesta, permettendo la verifica delle pompe esistenti.

Per il calcolo sul tratto di tubazione esistente, di collegamento tra sala pompe di alimentazione e stacchi delle nuove linee verso l'area trappole, sono state assunte le seguenti ipotesi:

Lunghezza dorsale da 24": 600m lunghezza reale + 600m lunghezza equivalente al fine di considerare le perdite di carico degli accessori di linea e le linee di alimentazione dalle pompe alla dorsale.

Linee alimentazione acqua antincendio:

Tabella 1: Perdite di carico 1° stacco dalla dorsale antincendio

RAMO 1°

TRATTO	PORTATA Q [l/s]	VELOCITA' v [m/s]	DIAMETRO D [inch]	LUNGHEZZA L [m]	LUNGHEZZA EQ. Leq [m]	ELEVAZIONE E [m]	PERDITE DI CARICO [mm]
A0-A1	3795	0,22	24	600	600	-2	118,1
A1-A2	3795	3,47	6,0	10	21,6	0,5	2705,1
A2-A3	345	1,26	3,0	2	17,4	2	624,5
A2-A4	3450	3,15	6,0	35	17,4	2	3843,2

Dalla tabella si evince che il tratto maggiormente sfavorito risulta essere quello che alimenta il monitor, con una perdita di carico complessiva pari a 6666,4 mm H₂O, corrispondenti a 0,67 bar.

Tabella 2: Perdite di carico 2° stacco dalla dorsale antincendio

RAMO 2°

TRATT O	PORTAT A Q [l/s]	VELOCIT A' v [m/s]	DIAMETRO D [inch]	LUNGHEZZ A L [m]	LUNGHEZZ A EQ. Leq [m]	ELEVAZION E E [m]	PERDITE DI CARICO [mm]
A0-B1	3795	0,22	24	600	600	-2	118,1
B1-B2	3795	3,47	6,0	25	21,6	0,5	3969,1
B2-B3	3450	3,15	6,0	15	17,4	2	2430,3
B2-B4	345	1,26	3,0	30	17,4	2	1441,6

Dalla tabella si evince che il tratto maggiormente sfavorito risulta essere quello che alimenta il monitor, con una perdita di carico complessiva pari a 6517,5 mm H₂O, corrispondenti a 0,66 bar.

La linea considerata per la verifica delle pompe sarà quella con perdita di carico maggiore, che comprende i tratti da A0 a A4.

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-C-025_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RAPPORTO DI CALCOLO ANTINCENDIO	DAPP Ref.:
		12-469-H61
		Rev.:
		0

6.5 VERIFICA CAPACITA' POMPE ANTINCENDIO

La pressione di alimentazione richiesta alle pompe antincendio è data dalla somma di:

- Pressione minima garantita alla flangia di ingresso dell'apparecchiatura più sfavorita: 10 bar
- Perdite di carico nelle linee di alimentazione: 0,67 bar

Il valore di pressione da garantire, allo scarico delle pompe antincendio, sarà pari a 10,67 bar.

Non disponendo delle curve portata-prevalenza delle pompe esistenti è stato considerato il valore di targa riportato nel paragrafo 3 e desunto dalla relazione tecnica antincendio del terminal petrolifero anno 2003 presentata al fine del rilascio del certificato di prevenzione incendi [Rif.05].

Il valore calcolato risulta inferiore a quello indicato per le elettropompe di alimentazione degli idranti, pari a 12 bar, che risultano quindi idonee ad alimentare la nuova estensione del sistema antincendio a protezione delle trappole pig e delle tubazioni di smistamento prodotti.

Le perdite di carico delle linee di alimentazione schiumogeno a servizio delle nuova apparecchiature antincendio possono essere considerata trascurabili rispetto alle pressioni di alimentazione delle pompe.

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-C-025_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RAPPORTO DI CALCOLO ANTINCENDIO	DAPP Ref.:
		12-469-H61
		Rev.:
		0

7 **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.

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO DEL PROGETTO

Rif. 1	12-469-GEN-G-001	Basic Engineering Design Data
Rif. 2	12-469-HSE-S-004	Filosofia di rivelazione incendio e gas
Rif. 3	12-469-HSE-S-003	Filosofia di protezione antincendio
Rif. 4	12-469-HSE-S-005	Specifica apparecchiature antincendio

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO PORTO PETROLI / ENI

Rif.05 PROGETTO PORTO PETROLI DI GENOVA MULTEDO riguardante le attività di cui ai punti 15-17-18-64-91-97 del D.M.16.02.82 – ottobre 2003

LEGGI E DECRETI

D.L. 14.08.96 n.493	Prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o salute sul luogo di lavoro.
D.M. 30.11.1983	Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi
D.M. 10.03.1998	Criteri generali di sicurezza e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.

NORME UNI

UNI 10779	Impianti di estinzione incendi- Reti di Idranti
UNI 810	Apparecchiature per estinzione incendi – Attacchi a vite
UNI EN 671-1	Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Parte 1: Naspi antincendio con tubazioni semirigide
UNI EN 671-2	Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Parte 2: Idranti a muro con tubazioni flessibili
UNI 6884	Valvole di intercettazione e regolazione di fluidi

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-C-025_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RAPPORTO DI CALCOLO ANTINCENDIO	DAPP Ref.:
		12-469-H61
		Rev.:
		0

- UNI 7421 Apparecchiature per estinzione incendi - Tappi per valvole e raccordi per tubazioni flessibili
- UNI EN 8478 Apparecchiature per estinzione incendi – Lance a getto pieno Dimensioni, requisiti e prove
- UNI EN ISO 10497:2010 Prove su valvole - Requisiti per la prova di resistenza al fuoco
- UNI EN 10779 Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio
- UNI EN 12094-1 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Componenti di impianti di estinzione a gas - Requisiti e metodi di prova per dispositivi elettrici automatici di comando e gestione spegnimento e di ritardo
- UNI EN 12845 Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione
- UNI EN 13565-2 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Sistemi a schiuma - Parte 2: Progettazione, costruzione e manutenzione
- UNI EN 14384 Idranti antincendio a colonna soprasuolo

NFPA

- NFPA 11 Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam
- NFPA 13 Standard for the installation of the sprinkler system
- NFPA 15 Standard for water spray fixed system for fire protection

MFC/AO/GV/CV:sls