

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 Opere

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	 Chiara Morassi	 Alessandro Odasso	 Gian Paolo Vassallo	 Carlo Vardanega
DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLL.	APPROVATO	SOTT.

DATA	SCALA	ACCORDO QUADRO	DOC. N.				REV	FG
22/02/2013			12	469	CIV	C	022	0

INDICE

	<u>Pagina</u>
LISTA DELLE TABELLE	III
LISTA DELLE FIGURE	III
1 PREMESSA	1
2 QUADRO NORMATIVO	1
3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	2
4 DESCRIZIONE DELLE OPERE	2
4.1 AREA RICEVIMENTO E LANCIO PIG	2
4.2 PIPE RACK	2
5 PROPRIETA' CARATTERISTICHE MATERIALI AD USO STRUTTURALE	3
5.1 PIPE RACK	3
5.1.1 Acciaio per carpenteria metallica (ai sensi della Norma UNI 10025/5)	3
5.2 AREA RICEVIMENTO E LANCIO PIG	3
5.2.1 Acciaio per calcestruzzo armato (ai sensi della Norma UNI 10080)	3
5.2.2 Calcestruzzo (ai sensi della UNI 11104:2004)	3
6 PROPRIETA' DI PROGETTO MATERIALI AD USO STRUTTURALE	4
6.1.1 Acciaio per carpenteria	4
6.1.2 Acciaio per armatura delle strutture in c.a.	4
6.1.3 Calcestruzzo	4
7 DURABILITA' ELEMENTI IN C.A.	5
8 PROGRAMMI DI CALCOLO UTILIZZATI	6
9 AZIONI DI CALCOLO	6
9.1 PERMANENTI STRUTTURALI	6
9.2 PERMANENTI PORTATI	6
9.3 TRAPPOLE PIG	6
9.4 COLLETTORE	6
9.5 AZIONI ANTROPICHE	6
9.6 AZIONE DEL VENTO	7
9.6.1 Definizione della velocità di riferimento D.M. 14/01/2008 3.3	7
9.7 AZIONE DELLA NEVE	7
9.8 AZIONE SISMICA	8
9.8.1 Vita nominale (par. 2.4.1 NTC2008)	8
9.8.2 Classe d'uso (par. 2.4.2 NTC2008)	8
9.8.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica	8
9.8.4 Parametri sismici su suolo rigido	8
9.8.5 Amplificazione Topografica e stratigrafica	10
9.8.6 Caratteristiche del Suolo	10
9.8.7 Definizione degli spettri di accelerazione sismica	10
10 COMBINAZIONI DI CALCOLO	13
10.1 VERIFICHE IN CONDIZIONI NORMALI	13



NUOVO TERMINALE OFF SHORE
Relazione di Calcolo Opere

10.2 VERIFICHE IN CONDIZIONI SISMICHE	15
11 DESCRIZIONE DELLA MODELLAZIONE STRUTTURALE DELLA PLATEA AREA PIG	16
12 DESCRIZIONE DELLA MODELLAZIONE STRUTTURALE PIPE RACK	17
13 VERIFICHE STRUTTURALI	18
13.1 ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A.	18
13.1.1 Stati limite ultimi	18
13.1.2 Stati limite di esercizio	18
13.2 ELEMENTI STRUTTURALI IN ACCIAIO	18
13.2.1 Stati limite ultimi	18
13.2.2 Stati limite di esercizio	19
14 VERIFICHE GEOTECNICHE	21

APPENDICE A: VERIFICA STRUTTURALE PLATEA AREA PIG

APPENDICE B: VERIFICA STRUTTURALE PIPE RACK

APPENDICE C: VERIFICA GEOTECNICA OPERE DI FONDAZIONE

**NUOVO TERMINALE OFF SHORE**
Relazione di Calcolo Opere**LISTA DELLE TABELLE**

<u>Tabella No.</u>	<u>Pagina</u>
Tabella 9.1: Probabilità di Accadimento Sisma con Periodo di Ritorno Tr.	9
Tabella 9.2: Parametri Sismici Associati ai diversi SL	10
Tabella 10.1: Combinazione SLE	14
Tabella 10.2: Tipologia Azioni Variabili	14
Tabella 10.3: Coefficienti delle Azioni agli SLU	15
Tabella 13.1: Limiti superiori per gli spostamenti verticali in esercizio	19
Tabella 13.2: Limiti superiori per gli spostamenti orizzontali in esercizio	20

LISTA DELLE FIGURE

<u>Figura No.</u>	<u>Pagina</u>
Figura 6.1: Modello σ - ε per l'Acciaio	4
Figura 6.2: Modello σ - ε per il cls	5
Figura 9.1: Spettro SLD	11
Figura 9.2: Spettro SLV	12
Figura 11.1: Modello f.e.m. platea area PIG	16
Figura 12.1: Modello f.e.m. pipe rack	17

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-CIV-C-022_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE RELAZIONE DI CALCOLO OPERE	DAPP Ref.:
		12-469-H72
		Rev.:
		0

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE SVILUPPO PROGETTO NUOVO TERMINALE OFFSHORE TIPO CALM

1 **PREMESSA**

Nell'ambito delle attività inerenti la sostituzione dell'esistente boa monormeggio di tipo BALM (Buoyant Articulated Leg Mooring) con una nuova boa di tipo CALM (Catenary Anchor Leg Mooring), la presente relazione riassume i calcoli strutturali e geotecnici alla base della progettazione delle opere civili on-shore.

2 **QUADRO NORMATIVO**

I calcoli strutturali descritti nel presente documento sono stati sviluppati ai sensi delle seguenti normative:

- D.M. LL.PP. 14.01.2008 "Testo unitario norme tecniche per le costruzioni", (NTC 2008);
- Circolare esplicativa 617 del 2 02 2009, "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 01 2008.
- "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni", CNR DT 207/2008.

Altre norme di riferimento sono le seguenti:

- UNI 10080 2005 "Acciaio d'armatura per calcestruzzo - Acciaio d'armatura saldabile – Generalità";
- UNI 11101: 2004 "Calcestruzzo – specificazione, prestazione, produzione e conformità – istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1";
- UNI EN ISO 12944-2:2001 "Protezione dalla corrosione di strutture in acciaio mediante verniciatura";
- UNI EN 10025:2005 "Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali";
- Legge 1086 del 5 11 1971 "Norme per la Disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica".

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-CIV-C-022_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE Relazione di Calcolo Opere	DAPP Ref.:
		12-469-H72
		Rev.:
		0

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Si richiamano di seguito i documenti di riferimento per la redazione della presente relazione:

- 12-469-CIV-R-008_00 Civil and Structural Technical Specification;
- 12-469-CIV-D-005_00 Foundation Plans;
- 12-469-CIV-R-012_00 Steelwork drawings;
- 12-469-CIV-S-015_00 Specifica generale analisi e caratterizzazione struttura esistente.

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE

4.1 AREA RICEVIMENTO E LANCIO PIG

Al di sotto dell'area di ricevimento e lancio P.I.G. si rende necessaria la realizzazione di una platea di fondazione in calcestruzzo armato di spessore pari a 35cm. Tale elemento fornisce il supporto necessario al fissaggio delle trappole PIG e degli slipers di supporto dei collettori. Gli slipers sono fissati a terra mediante l'impiego di ancoranti chimici. Per fornire inoltre il supporto necessario agli slipers puntuali che inisteranno nell'area si prevede la realizzazione di un corrispondente numero di plinti in c.a., di spessore pari a 50cm.

4.2 PIPE RACK

All'interno della fossa collettori esistente è prevista la costruzione di un nuovo pipe rack. Tale struttura ha la funzione di fornire il supporto necessario ai nuovi collettori e di supportare l'impalcato superiore per l'ispezione, la manutenzione e la manovrabilità delle valvole. Tale struttura sarà realizzata interamente in carpenteria metallica protetta nei confronti della corrosione. L'accesso potrà avvenire direttamente dall'area di ricevimento e lancio P.I.G. attraverso una passerella in carpenteria metallica oppure dalla fossa collettori attraverso una scala.

In pianta il pipe rack è costituito da due blocchi collegati da una passerella. La presenza dei collettori esistenti all'interno della fossa collettori condiziona il posizionamento degli elementi verticali e di conseguenza di tutto il sistema strutturale.

Al fine di sovrappassare il sistema tubiero esistente si è adottata una soluzione costituita da quattro travi reticolari tipo Vieerendel di luce pari a 16.8m (interasse elementi verticali), debitamente collegate trasversalmente da travi secondarie. Il passo dei montanti è stato definito sulla base del posizionamento dei supporti dei collettori. La quota del corrente inferiore della travatura è definita dalla quota prevista per il collettore, tenuto conto dell'altezza previsita per le selle, mentre quella del corrente superiore è definita dalla quota dell'impalcato. Si nota che in corrispondenza dell'estradosso le travi secondarie sono previste parzialmente a sbalzo rispetto alle travature principali.

Gli elementi verticali sono previsti fissati direttamente alla platea esistente della fossa collettori attraverso ancoranti chimici.



5 PROPRIETA' CARATTERISTICHE MATERIALI AD USO STRUTTURALE

5.1 PIPE RACK

5.1.1 Acciaio per carpenteria metallica (ai sensi della Norma UNI 10025/5)

Per l'acciaio di carpenteria si adotta acciaio tipo S275J0

- Tensione caratteristica di snervamento $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica di rottura $f_u = 430 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico $E = 206000 \text{ N/mm}^2$
- Modulo di taglio $G = 80000 \text{ N/mm}^2$

5.2 AREA RICEVIMENTO E LANCIO PIG

5.2.1 Acciaio per calcestruzzo armato (ai sensi della Norma UNI 10080)

Per le barre di armatura si prevede acciaio per cemento armato trafilato a freddo, B450C.

A questo corrispondono le seguenti proprietà:

- tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$;
- tensione caratteristica di rottura $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$.

Si consente inoltre l'utilizzo dell'acciaio di tipo B450A per diametri compresi tra 5 e 10 mm per le reti e i tralicci, come prescritto al capitolo 7.4.2.2 dalle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008.

5.2.2 Calcestruzzo (ai sensi della UNI 11104:2004)

Si considera il potenziale rischio di corrosione delle armature indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare. La classe di esposizione del calcestruzzo sarà assunta pari alla XS1 (strutture esposte a nebbia salina ma non all'acqua di mare) a cui corrisponde una classe di resistenza minima C32/40 (secondo UNI 11104:2004).

Ad esso corrispondono le seguenti caratteristiche:

- resistenza a compressione caratteristica cilindrica $f_{ck,cyl} = 32 \text{ N/mm}^2$;
- resistenza a compressione caratteristica cubica $f_{ck,cub} = 40 \text{ N/mm}^2$.

Le diverse esigenze strutturali, potranno portare ad assumere classi di resistenza superiori ai limiti inferiori descritti.

6 PROPRIETA' DI PROGETTO MATERIALI AD USO STRUTTURALE

6.1.1 Acciaio per carpenteria

6.1.2 Acciaio per armatura delle strutture in c.a.

Per l'acciaio d'armatura delle strutture in c.a. la tensione di snervamento di calcolo, f_{yd} , vale:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{m,s}}$$

dove:

$\gamma_{m,s} = 1.15$ coefficiente del materiale.

Il modello tensioni-deformazioni adottato per le verifiche delle sezioni in calcestruzzo armato è del tipo elastico perfettamente plastico con deformazione al limite elastico pari a:

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E} = 0,19\%$$

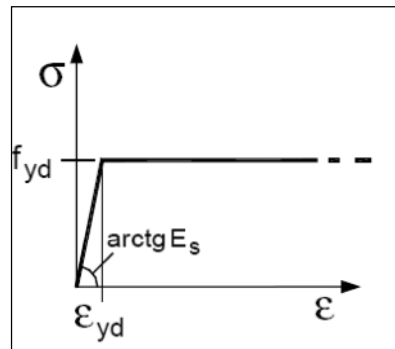


Figura 6.1: Modello σ - ε per l'Acciaio

6.1.3 Calcestruzzo

Per il conglomerato cementizio la resistenza di calcolo a compressione vale

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{R_{ck}}{\gamma_{m,c}}$$

$\gamma_{m,c} =$ coefficiente parziale di sicurezza relativo al conglomerato cementizio

$R_{ck} =$ resistenza caratteristica cubica a compressione del conglomerato cementizio a 28 giorni.

$\alpha_{cc} = 0.85$

Il coefficiente $\gamma_{m,c}$ è pari a 1.5.

Il modello adottato per la verifica delle sezioni in cemento armato è a parabola-rettangolo:

$$\varepsilon_{c2} = 0,20\%$$

$$\varepsilon_{cu} = 0,35\%$$

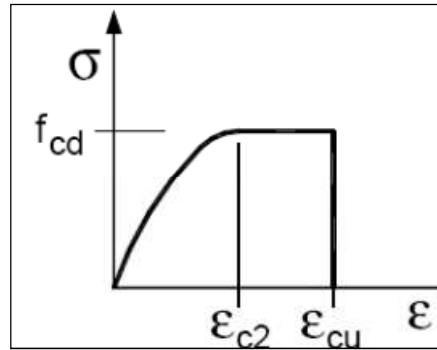


Figura 6.2: Modello σ - ε per il cls

7 DURABILITA' ELEMENTI IN C.A.

Una struttura è durevole se non perde la sua funzionalità o richiede manutenzioni non previste. Una struttura può subire dall'ambiente esterno diversi tipi di azioni:

- azioni chimiche (dipendenti da uso della costruzione, ambiente aggressivo e/o contatto con gas o liquidi aggressivi);
- azioni fisiche: abrasioni (dipendenti da cicli di gelo - disgelo o penetrazione d'acqua).

Al fine di confezionare un calcestruzzo durevole si dovranno rispettare le prescrizioni contenute nella norma EN 206-1 (Calcestruzzo – specificazione, prestazione, produzione e conformità) e nelle relative istruzioni complementari UNI 11104.

Il calcestruzzo costituente le opere civili off-shore è considerato appartenente alla classe di esposizione XS1, corrispondente alla categoria di opere a potenziale corrosione delle armature indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare ed in particolare a strutture prossime alla costa.

A questa categoria corrispondono, ai sensi della norma UNI 11104:2004 i seguenti parametri minimi da garantirsi:

- Massimo rapporto a/c 0.50;
- Minima classe di resistenza C32/40;
- Minimo contenuto in cemento 340kg/m³.

8 PROGRAMMI DI CALCOLO UTILIZZATI

Per l'analisi strutturale è stato fatto uso del software di analisi strutturale Modest 7.28, prodotto da Tecnisoft.

Per le verifiche strutturali si è inoltre fatto uso di fogli di calcolo sviluppati in-house.

9 AZIONI DI CALCOLO

9.1 PERMANENTI STRUTTURALI

I pesi propri degli elementi componenti la struttura sono valutati in base alle sezioni geometriche ed ai pesi specifici corrispondenti qui di seguito riportati.

Pesi specifici utilizzati (NTC. 14.01.2008):

acciaio	7850 kg/m ³ ;
calcestruzzo armato	2500 kg/m ³ .

9.2 PERMANENTI PORTATI

Gli elementi permanenti non strutturali sono costituiti dal massetto di pendenza necessario allo smaltimento delle acque superficiali. A favore di sicurezza, si adotta un carico uniformemente distribuito pari a

$$q = 260 \text{ kg/m}^2$$

9.3 TRAPPOLE PIG

Il peso corrispondente alle trappole PIG ed al PIG stesso si deduce da schede di fornitura ed è stimato in 10000kg.

9.4 COLLETTORE

Si assume un carico per i collettori rispettivamente pari a:

Collettore 24"	414 kg/ml;
Collettore 32"	683 kg/ml.

A cui vanno aggiunti i pesi degli attuatori:

attuatore zona pipe rack	232kg;
attuatore zona PIG (per ciascuna valvola)	400kg.

E delle valvole a sfera:

collettore 24":	3100kg;
collettore 32"	6800kg.

9.5 AZIONI ANTROPICHE

In corrispondenza dell'impalcato superiore del pipe rack, si assume un carico antropico pari a 250 kg/m².

In corrispondenza delle scale si assume un carico antropico pari a 400 kg/m².



9.6 AZIONE DEL VENTO

9.6.1 Definizione della velocità di riferimento D.M. 14/01/2008 3.3

Velocità di riferimento (macrozonazione) (3.3.2): Genova, Liguria, zona 7.

$$V_{b,0} = 28 \text{ m/s}$$

$$a_0 = 1000 \text{ m}$$

$$k_a = 0.015 \text{ 1/s}$$

$$V_b = V_{b,0} \text{ per } a_s < a_0$$

$$V_b = V_{b,0} + k_a (a_s - a_0) \text{ per } a_0 < a_s < 1500 \text{ m}$$

Da cui con $a_s = 10 \text{ m s.l.m.}$

$$V_b = 27 \text{ m/s}$$

Definizione dell'azione del vento

La classe di rugosità del terreno è di tipo D e la categoria di esposizione del sito è pari a III.

Si ottiene quindi una pressione cinetica di riferimento q_b che è pari a:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_b^2 = 49 \text{ kg/m}^2$$

Assumendo convenzionalmente ρ pari a 1.25.

L'altezza della costruzione è pari a 4m ed è minore della z_{\min} di normativa e pari a 5 m.

ct (Coefficiente topografico): 1.00

ce (Coefficiente di esposizione): 1.71

cd (Coefficiente dinamico): 1.00

Tipologia di superficie:

Travi isolate

Superficie delimitata dal contorno della trave (S): 25 <mq>

Superficie della parte piena della trave (Sp): 15 <mq>

Rapporto S_p/S : 0.6

Coefficiente di forma o aerodinamico c_p : 1.60

Pressione totale agente su Sp: 136.60 <Kg/mq>

9.7 AZIONE DELLA NEVE

Area di ubicazione dell'edificio: Area 2

Arezzo, Ascoli Piceno, Bari, Campobasso, Chieti, Ferrara, Firenze, Foggia, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.

Altitudine sul livello del mare: 10 <m>

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-CIV-C-022_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE Relazione di Calcolo Opere	DAPP Ref.:
		12-469-H72
		Rev.:
		0

Tipologia di copertura: Ad una falda
 Barriera o parapetto presente

Pressione della neve $p_s = \mu_1 * q_{sk} * C_e * C_t$

Parametri d'input ed intermedi:

Categoria del coefficiente d'esposizione: Battuta dai venti

C_e (Coefficiente d'esposizione): 0.9

C_t (Coefficiente termico): 1

Angolo d'inclinazione della falda: 0 <grad>

μ_1 (Coefficiente di forma della copertura): 0.80

Carichi agenti:

q_{sk} (Valore di riferimento del carico neve al suolo): 102.04 Kg/m²

q_{ss} (Carico provocato dalla neve sulle coperture): 73.47 Kg/m².

9.8 AZIONE SISMICA

9.8.1 Vita nominale (par. 2.4.1 NTC2008)

La vita nominale dell'opera V_r , è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Le opere strutturali da realizzare si considerano afferenti alla tipologia di costruzione delle opere ordinarie, ponti, opere strutturali e deghe di diemsnioni contenute o di importanza normale, a cui corrisponde una vita nominale $V_N \geq 50$ anni.

9.8.2 Classe d'uso (par. 2.4.2 NTC2008)

Con riferimento alla gravità delle conseguenze di un collasso delle strutture da realizzarsi si considera una classe d'uso III corrispondente alle "Industrie con attività pericolose per l'ambiente". A detta classe d'uso corrisponde un coefficiente d'uso pari a $C_u = 1.5$.

9.8.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava come moltiplicazione della vita nominale per il coefficiente C_u .
 Da cui:

$$V_R = V_N \times C_u = 75 \text{ anni.}$$

9.8.4 Parametri sismici su suolo rigido

L'approccio prestazionale delle NTC 2008 prevede la considerazione di quattro possibili stati limite: due stati limite di esercizio, ovvero lo stato limite di operatività (SLO) e quello di danno (SLD) e due stati limite ultimi, ovvero lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e quello di prevenzione del collasso (SLC). Essi sono riferiti alla prestazione della costruzione nel suo complesso e sono definiti nel modo seguente:

NUOVO TERMINALE OFF SHORE

Relazione di Calcolo Opere

- Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature;
- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Ad ogni stato limite è associata una probabilità di eccedenza P_{VR} , come indicato nella Tabella seguente, che rappresenta la probabilità di accadimento, nel periodo di riferimento V_R di almeno un sisma avente periodo di ritorno T_R . In presenza di azioni sismiche, le verifiche allo SLO sono richieste dalle NTC08 solo per gli elementi non strutturali e gli impianti di strutture di classe d'uso III e IV. Le verifiche allo SLC, sono necessarie secondo le NTC08 solo nel caso di costruzioni dotati di dispositivi dissipativi.

Tabella 9.1: Probabilità di Accadimento Sisma con Periodo di Ritorno T_R .

STATO LIMITE	P_{VR}
SLO	81 %
SLD	63 %
SLV	10 %
SLC	5 %

Fissato il periodo di riferimento V_R e la probabilità di superamento associata ad ogni stato limite P_{VR} , il periodo di ritorno dell'azione sismica per l'opera in esame e per i diversi stati limite, può essere calcolato sulla base della seguente relazione:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_R)}$$



Per la definizione della pericolosità sismica di base, le NTC fanno riferimento ad una procedura basata sulla mappatura risultante da uno studio dell'INGV ed è definita attraverso tre parametri del sito di riferimento:

a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_{*c} = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Questi dati sono necessari, secondo le NTC08, per la definizione dello spettro di risposta elastico, rispetto ad uno specifico periodo di ritorno.

I parametri associati agli stati limite sono descritti sono i seguenti:

Tabella 9.2: Parametri Sismici Associati ai diversi SL

STATO LIMITE	P_{VR}	a_g	F_0	T_C^*
SLD	63	0.33	2.5	0.22
SLV	10	0.72	2.5	0.29

9.8.5 Amplificazione Topografica e stratigrafica

La categoria topografica del sito in oggetto è la T1 secondo la definizione della NTC 2008: "pendii con inclinazione media $0^\circ \leq i \leq 15^\circ$ ". Misurando infatti la pendenza del sito in oggetto, essa risulta sempre inferiore al 5%.

Pertanto il coefficiente di amplificazione topografica da utilizzare nella determinazione dello spettro elastico di progetto è:

$S_T = 1.0$ (Tabella 3.2.VI NTC 2008)

Il coefficiente di amplificazione stratigrafica è calcolato sulla base della espressione riportata in tabella 3.2.V del NTC2008.

9.8.6 Caratteristiche del Suolo

Si ipotizza che le fondazioni si basino su terreno di categoria D corrispondente a "terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fine).

9.8.7 Definizione degli spettri di accelerazione sismica

Di seguito sono riassunti i parametri rappresentativi degli spettri, rispettivamente di SLD e di SLV che saranno considerati nelle analisi.

9.8.7.1 Spettro di accelerazione sismica SLD

Riepilogo Parametri		
a_g	0,035	m/s^2
F_0	2,545	

T^*_c	0,224	s
q_o	4.00	
K_r	1,00	
q	3.20	

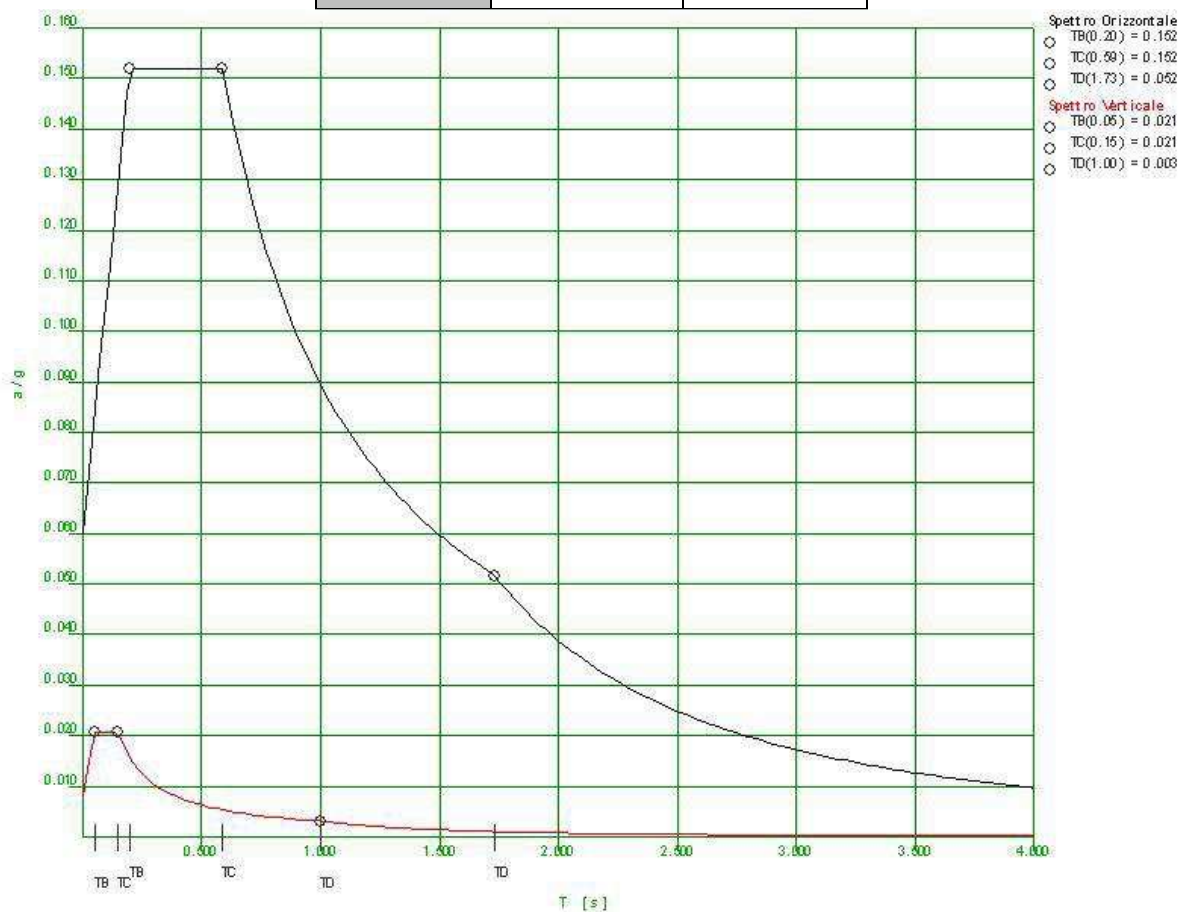


Figura 9.1: Spettro SLD

9.8.7.2 Spettro di accelerazione sismica SLV

Di seguito sono riassunti i parametri rappresentativi dello spettro agli SLV:

Riepilogo Parametri		
a_g	0,079	m/s^2
F_o	2,534	
T^*_c	0,293	s
q_o	4.00	

K_r	1,00	
q	3.20	

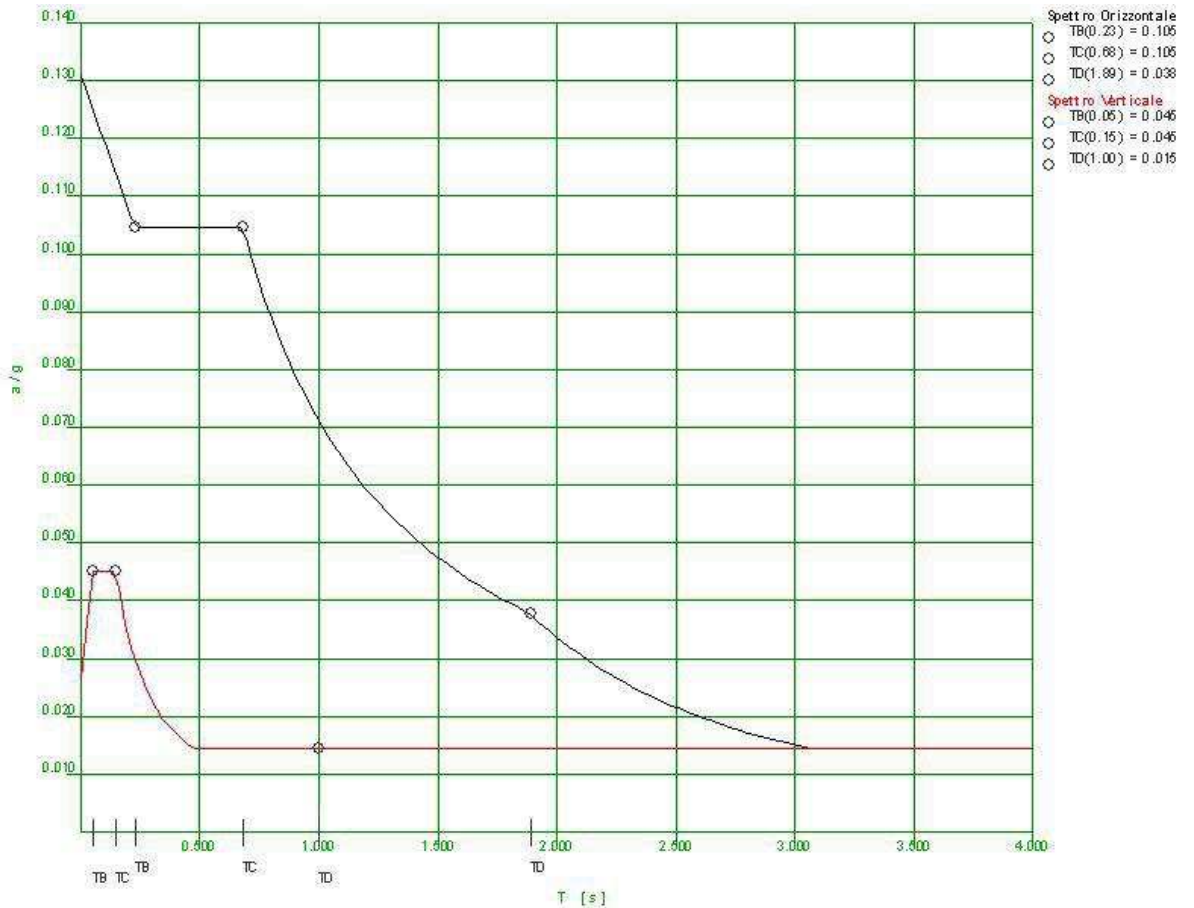


Figura 9.2: Spettro SLV



10 COMBINAZIONI DI CALCOLO

Sono di seguito riportate le combinazioni delle azioni, desumibili dal documento “Sogin, Combinazioni di carico ai sensi del DM 14 01 2008”.

10.1 VERIFICHE IN CONDIZIONI NORMALI

Definizione carichi elementari

G	carichi permanenti	G1	peso proprio elementi strutturali
		G2	carichi permanenti non strutturali (peso massetti e pavimentazione, tramezzature, peso colli stoccati, peso carroponti e macchinari, etc)
Q	carichi accidentali (o carichi variabili)	Q1	sovraccarichi accidentali sui solai interni (carico da affollamento normativo o definito dal progettista)
		QN	carico da neve (secondo NTC 08)
		QV	carico da vento ordinario (secondo NTC 08)
		QT	carico dovuto a coazioni termiche (secondo NTC 08)

Combinazione per verifiche agli SLU

combo fondamentale						
	G1	G2	Q1	QN	QV	QT
formulazione generale	γF_i	γF_i	γF_i	$\Psi_{0j} \times \gamma F_i$	$\Psi_{0j} \times \gamma F_i$	$\Psi_{0j} \times \gamma F_i$
combo 1	1.3	1.5	1.5	$\Psi_{0j} \times 1.5$	$\Psi_{0j} \times 1.5$	$\Psi_{0j} \times 1.5$
combo 2	1.3	1.5	$\Psi_{0j} \times 1.5$	1.5	$\Psi_{0j} \times 1.5$	$\Psi_{0j} \times 1.5$
combo 3	1.3	1.5	$\Psi_{0j} \times 1.5$	$\Psi_{0j} \times 1.5$	1.5	$\Psi_{0j} \times 1.5$
combo 4	1.3	1.5	$\Psi_{0j} \times 1.5$	$\Psi_{0j} \times 1.5$	$\Psi_{0j} \times 1.5$	1.5

Combinazione per verifiche agli SLE

NUOVO TERMINALE OFF SHORE

Relazione di Calcolo Opere

Tabella 10.1: Combinazione SLE

combo rara (caratteristica)						
	G1	G2	Q1	QN	QV	QT
formulazione generale	1	1	1	Ψ_{0j}	Ψ_{0j}	Ψ_{0j}
combo 1	1	1	1	Ψ_{0j}	Ψ_{0j}	Ψ_{0j}
combo 2	1	1	Ψ_{0j}	1	Ψ_{0j}	Ψ_{0j}
combo 3	1	1	Ψ_{0j}	Ψ_{0j}	1	Ψ_{0j}
combo 4	1	1	Ψ_{0j}	Ψ_{0j}	Ψ_{0j}	1

combo frequente						
	G1	G2	Q1	QN	QV	QT
formulazione generale	1	1	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}	Ψ_{2j}	Ψ_{2j}
combo 1	1	1	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}	Ψ_{2j}	Ψ_{2j}
combo 2	1	1	Ψ_{2j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}	Ψ_{2j}
combo 3	1	1	Ψ_{2j}	Ψ_{2j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
combo 4	1	1	Ψ_{2j}	Ψ_{2j}	Ψ_{2j}	Ψ_{1j}

combo quasi permanente						
	G1	G2	Q1	QN	QV	QT
unica combo	1	1	Ψ_{2j}	Ψ_{2j}	Ψ_{2j}	Ψ_{2j}

Tabella 10.2: Tipologia Azioni Variabili

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

**Tabella 10.3: Coefficienti delle Azioni agli SLU**

carico elementare	γ_{Fj}
G1	1.3
G2	1.5 (*)
Q1	1.5
Q2	1.5
Q3	1.5
QV	1.5
QT	1.5

10.2 VERIFICHE IN CONDIZIONI SISMICHE

Le combinazioni per i due stati limite considerati sono i seguenti:

SLO (Stato Limite di Operatività), $T_m = 1000$ anni						
E1	G1	G2	Q1	QN	QV	QT
1	1	1	$\Psi 2_j$	0	0	0.5 (*)

SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita), $T_m = 2500$ anni						
E1	G1	G2	Q1	QN	QV	QT
1	1	1	$\Psi 2_j$	0	0	0

Ove i rispettivi coefficienti di combinazione possono essere desunti dalla tabella XXX sopra riportata.

11 DESCRIZIONE DELLA MODELLAZIONE STRUTTURALE DELLA PLATEA AREA PIG

Il modello della platea a supporto delle trappole PIG è stato sviluppato con l'ausilio del programma agli f.e.m. Modest 7.28.

La platea è modellata con elementi tipo shell. Il vincolo in direzione verticale è costituito da molle di Winkler assunte con rigidezza pari a 2kg/cm^3 . Orizzontalmente la platea è vincolata invece con vincoli fissi. Sulla platea gravano puntualmente il carico derivante dal peso del collettore e delle componenti impiantistiche afferenti.

Si riportano nella figura seguente una immagine rappresentativa del modello e si rimanda alla relativa Appendice per la definizione dei dati di input.

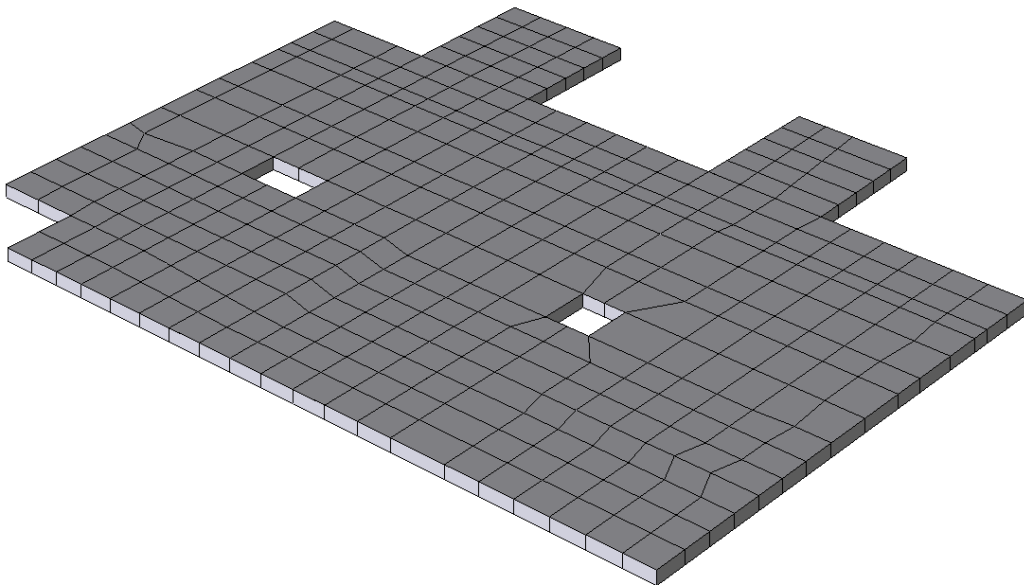


Figura 11.1: Modello f.e.m. platea area PIG

12 DESCRIZIONE DELLA MODELLAZIONE STRUTTURALE PIPE RACK

Il modello del pipe rack di supporto dei collettori nell'ambito della fossa esistente è stato sviluppato con l'ausilio del programma di calcolo Modest 7.28. Gli elementi strutturali sono inseriti come elementi di tipo beam. Le aste verticali sono considerate incastrate alla base. I correnti superiore ed inferiore sono considerati incernierati ai rispettivi elementi verticali, mentre tutti i nodi costituenti le travi Viereendel sono incastri.

Si riporta di seguito una immagine del modello relativo al pipe rack.

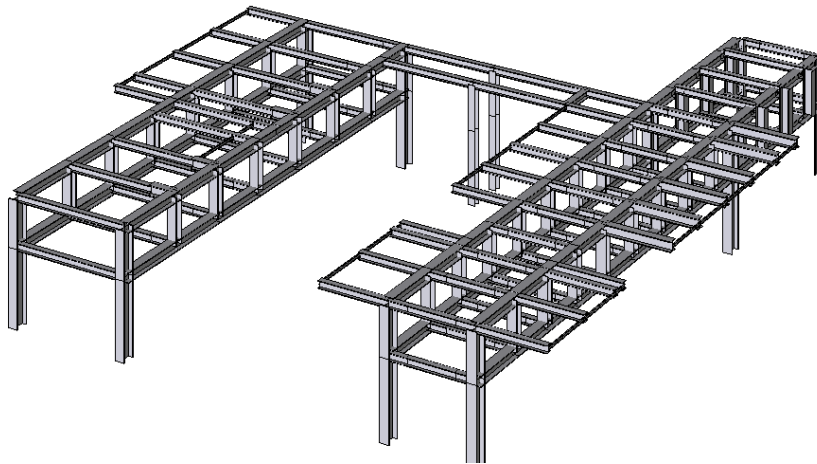


Figura 12.1: Modello f.e.m. pipe rack



13 VERIFICHE STRUTTURALI

13.1 ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A.

13.1.1 Stati limite ultimi

La resistenza di progetto degli elementi strutturali è calcolata con la seguente espressione:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M} = \frac{1}{\gamma_M} R_k (\eta_1 X_{k1}; \eta_1 X_{k2}; a_d)$$

R_k = resistenza caratteristica del materiale;

γ_M = fattore parziale di sicurezza.

Per la definizione delle proprietà resistenti di progetto ci si deve riferire al Capitolo 6.

Gli elementi strutturali sono progettati per resistere ai seguenti meccanismi resistenti:

- Momento flettente in presenza o meno della forza assiale;
- Taglio;
- Torsione;
- Punzonamento.

Si rimanda alla relativa Appendice per il dettaglio delle verifiche.

13.1.2 Stati limite di esercizio

Gli elementi strutturali in c.a. sono progettati nei confronti della fessurazione, deformazione e dello stato tensionale in esercizio. I differenti stati limite sono:

- Limitazione dello stato tensionale;
- Fessurazione;
- Deformazione.

I limiti degli stati limite precedentemente definiti dipendono dalla classe di esposizione degli elementi strutturali considerati.

13.2 ELEMENTI STRUTTURALI IN ACCIAIO

13.2.1 Stati limite ultimi

La resistenza di progetto degli elementi strutturali è calcolata con la seguente espressione:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M} = \frac{1}{\gamma_M} R_k (\eta_1 X_{k1}; \eta_1 X_{k2}; a_d)$$

R_k = resistenza caratteristica del materiale;

γ_M = fattore parziale di sicurezza.

- resistenza della sezione trasversale di qualsiasi classe è γ_{M0} ;
- resistenza nei confronti dell'instabilità γ_{M1} ;

**NUOVO TERMINALE OFF SHORE**
Relazione di Calcolo Opere

- resistenza delle sezioni trasversali in trazione alla rottura γ_{M2} .

Si distinguono due principali gruppi di verifiche:

- Verifiche di resistenza;
- Verifiche di buckling.

Sono condotte verifiche di resistenza su elementi soggetti a:

- Trazione;
- Compressione;
- Momento flettente;
- Taglio;
- Torsione.

Sono condotte verifiche di buckling su elementi soggetti a:

- Compressione;
- Momento flettente;
- Pressoflessione.

13.2.2 Stati limite di esercizio

Si verifica inoltre che la deformazione degli elementi strutturali non ecceda il limite considerato limite per la funzionalità della struttura.

I limiti di deformabilità dei diversi elementi strutturali sono assunti così come previsto dal par. (tabb. 4.2.X NTC2008 e 4.2.XI richiamate nel seguito).

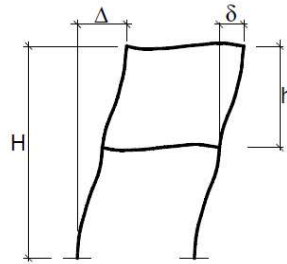
Tabella 13.1: Limiti superiori per gli spostamenti verticali in esercizio

Elementi strutturali	Limiti superiori per gli spostamenti verticali	
	$\frac{\delta_{max}}{L}$	$\frac{\delta_2}{L}$
Coperture in generale	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$
Coperture praticabili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai in generale	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{350}$
Solai che supportano colonne	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{500}$
Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio	$\frac{1}{250}$	

**Tabella 13.2: Limiti superiori per gli spostamenti orizzontali in esercizio**

Tipologia dell'edificio	Limiti superiori per gli spostamenti orizzontali	
	$\frac{\delta}{h}$	$\frac{\Delta}{H}$
Edifici industriali monopiano senza carroponte	$\frac{1}{150}$	/
Altri edifici monopiano	$\frac{1}{300}$	/
Edifici multipiano	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{500}$

In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.



 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-CIV-C-022_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE Relazione di Calcolo Opere	DAPP Ref.:
		12-469-H72
		Rev.:
		0

14 VERIFICHE GEOTECNICHE

Per la verifica geotecnica della platea e dei plinti di supporto agli sleeper si rimanda all'Appendice C.

CHM/AGT/GV/CV:sls



Porto Petroli di Genova S.p.A.

Doc N°
12-469-CIV-C-022_00

NUOVO TERMINALE OFF SHORE
Relazione di Calcolo Opere

DAPP Ref.:

12-469-H72

Rev.:

0

APPENDICE A
VERIFICA STRUTTURALE PLATEA AREA PIG



Porto Petroli di Genova S.p.A.

Doc N°
12-469-CIV-C-022_00

NUOVO TERMINALE OFF SHORE
Relazione di Calcolo Opere

DAPP Ref.:

12-469-H72

Rev.:

0

APPENDICE B
VERIFICA STRUTTURALE PIPE RACK



Porto Petroli di Genova S.p.A.

Doc N°
12-469-CIV-C-022_00

NUOVO TERMINALE OFF SHORE
Relazione di Calcolo Opere

DAPP Ref.:

12-469-H72

Rev.:

0

APPENDICE C
VERIFICA GEOTECNICA OPERE DI FONDAZIONE