

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 1 di 25	Rev. 00

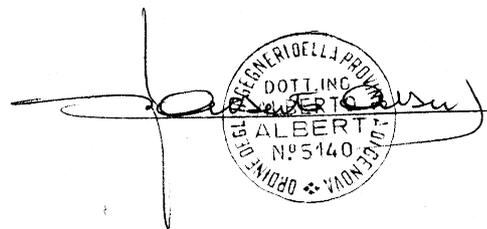
Rif.Saipem: 022932T_001-C-C-0025

TERMINALE DI PORTO TORRES

RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO - BANCHINA ESISTENTE, BRICCOLE
ORMEGGIO E CATWALKS

ALLEGATO 1

ANALISI DELLA PALIFICATA DELLA BRICCOLA B1



00	Emissione Finale/per Enti	AA	GMP	FM	09/11/2022
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 2 di 25	Rev. 00

INDICE

1	GENERALITA'	3
	1.1 Inquadramento generale	3
	1.2 Scopo e contenuti del documento	3
	1.3 Informazioni in sospeso	4
	1.4 Acronimi e Abbreviazione	4
	1.5 Riferimenti	4
	1.6 Normative	4
2	DEFINIZIONE	6
3	STRATIGRAFIA DI PROGETTO	7
4	PALI OFFSHORE PER BRICCOLA B1	8
	4.1 Carichi	8
5	CAPACITÀ PORTANTE DEL PALO SINGOLO (B1)	10
6	ANALISI DEL GRUPPO DI PALI (B1)	16
7	SINTESI DEI RISULTATI	24

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 3 di 25	Rev. 00

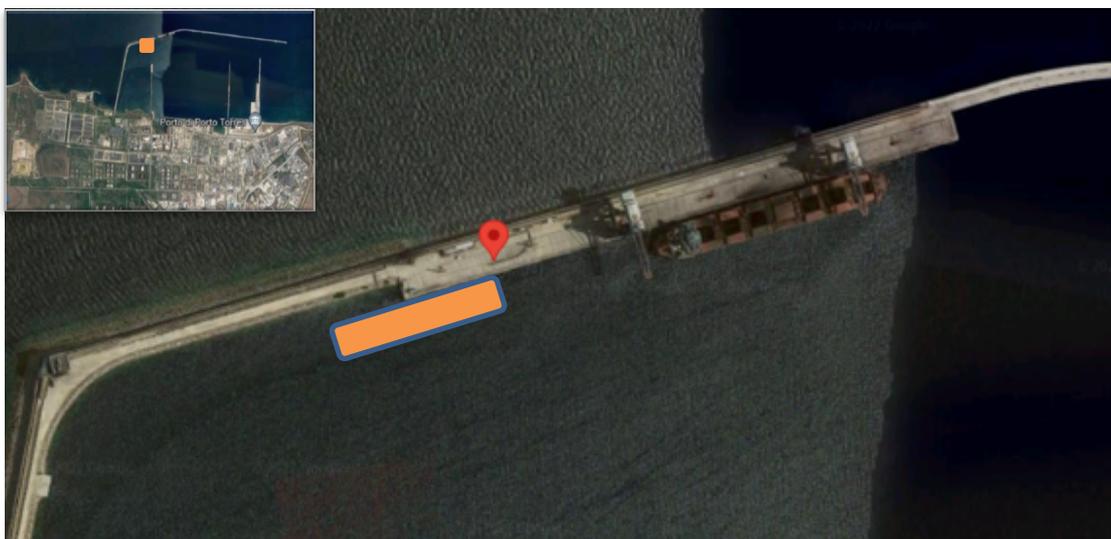
1 GENERALITA'

1.1 Inquadramento generale

Snam Rete Gas sta sviluppando un progetto per l'approvvigionamento di gas naturale nel Nord della Regione Sardegna che prevede l'ormeggio a lungo termine (25 anni) di una unità di stoccaggio e rigassificazione (FSRU) di Gas Naturale Liquefatto (GNL) all'interno del porto industriale di Porto Torres nonché i lavori impiantistici, civili e marittimi di adeguamento della relativa banchina di ormeggio fino al limite di batteria con la condotta di distribuzione di gas naturale che porterà il gas alle utenze industriali e civili del nord Sardegna.

La condotta di collegamento con la Dorsale Sardegna Nord per il trasporto del gas naturale avrà un diametro DN 650 ed una pressione di progetto (DP) di 75 barg.

La posizione selezionata per l'ormeggio della FSRU è indicativamente rappresentata nella immagine sottostante e corrisponde all'attuale molo carbonifero (Banchina E-ON) a cui attraccano le navi che approvvigionano la vicina centrale elettrica di Fiume Santo di proprietà di EPH.



Il porto industriale di Porto Torres è classificato in Categoria II e Classe I secondo la legge italiana n. 84 (del 28 gennaio 1994)

L'FSRU avrà una capacità di stoccaggio di circa 25.000 m³ ed una capacità di rigassificazione massima di LNG (send out) di 170.000 Sm³/h. Si prevede di utilizzare acqua di mare per il sistema di vaporizzazione.

1.2 Scopo e contenuti del documento

Questo documento, che costituisce l'allegato N°1 al documento 001-CI-E-10025 Relazione Descrittiva e di Calcolo - Banchina Esistente, Briccole Ormeggio e

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 4 di 25	Rev. 00

Catwalks, descrive le analisi di dimensionamento relative alla palificata della briccola B1.

1.3 Informazioni in sospeso

Tag	Sezione	Descrizione
HOLD1		

1.4 Acronimi e Abbreviazione

1.5 Riferimenti

[1] Doc: Porto Torres GPH&TOP survey SOW_draft_02 – FSRU di Porto Torres Ingegneria di Base – Saipem S.p.A.

[2] Doc: Porto Torres studio preliminare installazione pali rev0-a – Porto Torres – Pontile Solidi – Analisi preliminare installazione pali – Technip S.p.A. (11/05/2021)

[3] FHWA-NHI-16-009 – FHWA GEC 012 – July 2016 : “Design and Construction of Driven Pile Foundations – Volume I”

Per i documenti di Progetto con riferimento alla lista Documenti N. 001-ZX-E-09800:

001-ZA-E-08000 - Basi di Progetto

001-CA-E-10012 - Criteri di Progettazione Opere Marittime

001-ZA-E-15000 - Studio di ormeggio

001-CA-E-10017 - Specifica di Progettazione per Fenders, Bollards e Quick Release Hooks

1.6 Normative

Questa SPECIFICA è stata basata sulla normativa Italiana e in subordine sugli standard Europei/USA.

Tutta la legislazione Italiana applicabile:

NTC 2018 - AGGIORNAMENTO DELLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI - (DM 17 GENNAIO 2018)

Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 17 gennaio 2018 - (C.M. 21/01/2019)

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 5 di 25	Rev. 00

Standard :

UNI - EN xxxx

ASTM come citati nel testo nel caso di carenza specifica da parte della normativa Nazionale

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 6 di 25	Rev. 00

2 DEFINIZIONE

COMMITTENTE	Snam Rete Gas S.p.A.
PROGETTO	Esecuzione delle attività di ingegneria relative alla progettazione del FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) di Porto Torres ed opere connesse
SITO	Porto Torres
IMPIANTO DI RICEZIONE	Impianto in Banchina
TERMINALE	La FSRU e l'impianto di ricezione
NAVE SPOLA	Nave metaniera "shuttle carrier" necessaria a garantire la fornitura di gas naturale alla FSRU
BUNKERING VESSEL	Nave metaniera necessaria per la distribuzione del GNL stoccato nei serbatoi della FSRU
FSRU	Floating Storage Regasification Unit

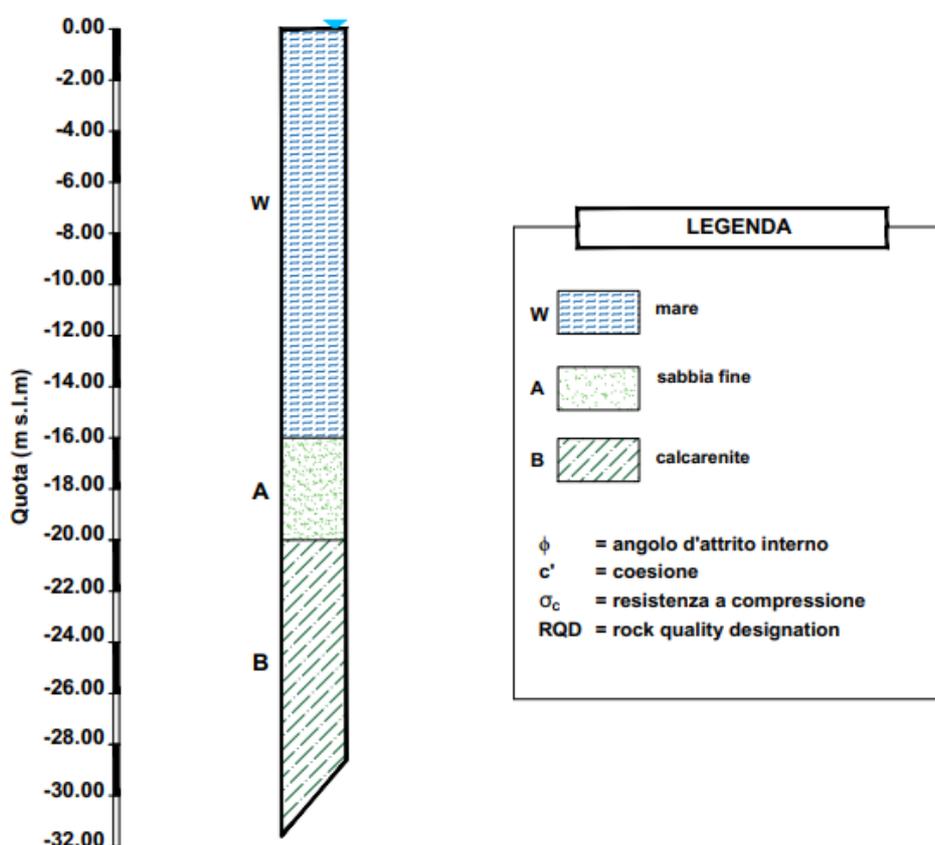
CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fig. 7 di 25	Rev. 00

3 STRATIGRAFIA DI PROGETTO

La Figura 1 seguente, illustra la stratigrafia di progetto adottata.

La stratigrafia è stata definita sulla base dei dati forniti nella relazione di "Pontile solidi" [2] in mancanza delle indagini geognostiche specifiche che sono attualmente in corso.

Figura 1 - Stratigrafia di progetto



PARAMETRI GEOTECNICI					
Strato	Spessore (m)	ϕ (°)	c' (kPa)	σ_c (MPa)	RQD (%)
A	4	-	-	-	-
B	n.i.	30	150	4	30

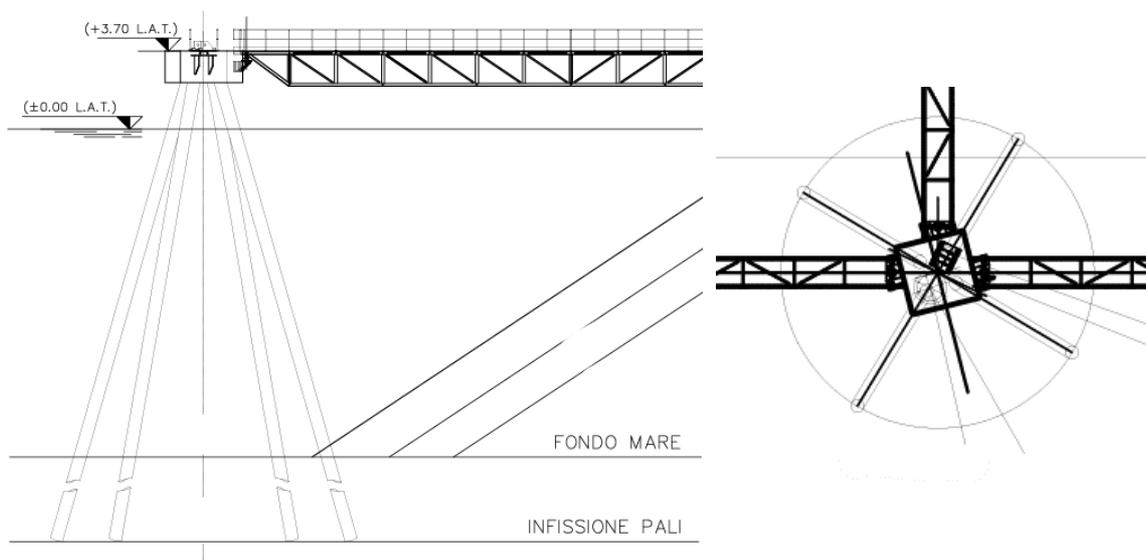
CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 8 di 25	Rev. 00

4 PALI OFFSHORE PER BRICCOLA B1

I pali considerati per la briccola B1 sono di tipo battuto, con tubo d'acciaio aperto di diametro 26" (660 mm) e spessore 17.48 mm.

I carichi saranno sostenuti da quattro pali. La quota testa palo è posta a +3.0 m s.l.m. L'angolo di inclinazione dei pali è 76° rispetto all'orizzontale nei piani longitudinale e trasversale. In figura 2 sono illustrate una sezione e una pianta schematica.

Figura 2 - Sezione e pianta schematici



4.1 Carichi

I carichi globali al centro della piattaforma sono riportati nelle tabelle 1 (non fattorizzati) e 2 (con fattore amplificativo 1.5):

Tabella 1 - Carichi globali

Carichi globali	Carico (t)	Carico (kN)
Orizzontale	417.4	4091
Verticale	150.7	1477

Tabella 2 - Carichi globali amplificati (fattore 1,5)

Carichi globali	Carico (t)	Carico (kN)
Orizzontale	626	6135
Verticale	226	2215

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 9 di 25	Rev. 00

Al fine di definire una lunghezza preliminare, sono stati valutati i carichi in compressione e in trazione sul singolo palo. I carichi fattorizzati alla testa del palo singolo sono mostrati nella Figura 3 e presentati nella Tabella 3:

Figura 3 - Carichi preliminari per i pali

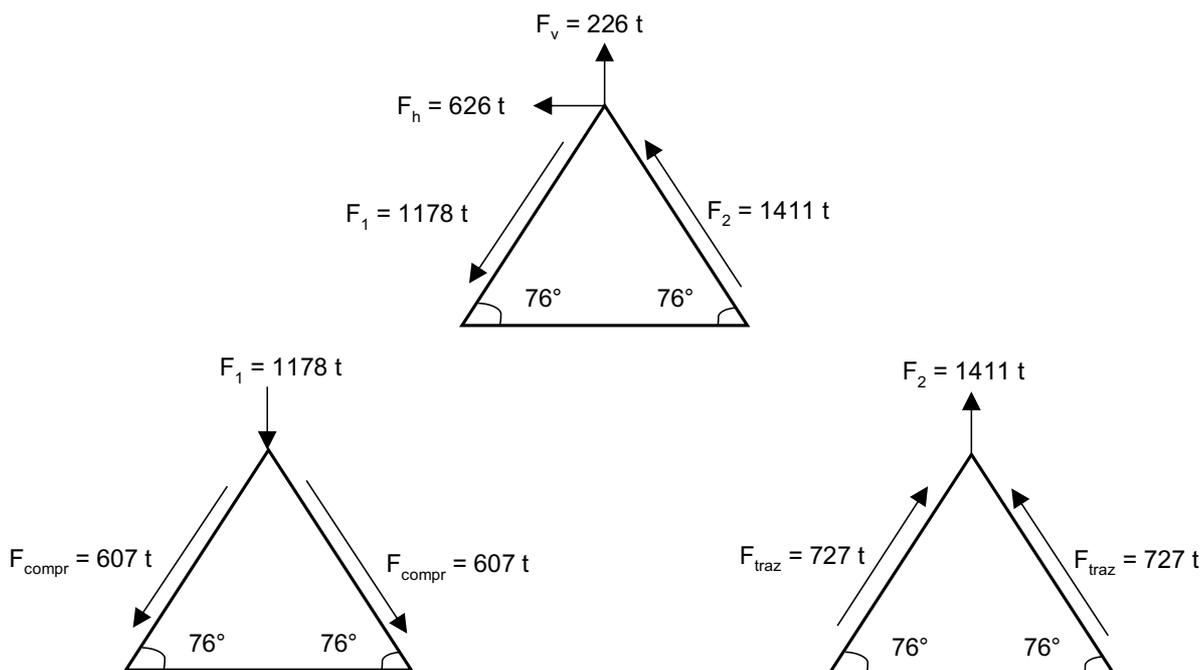


Tabella 3 - Carico assiale di progetto per singolo palo (fattorizzati)

Carico di progetto per singolo palo	Carico (t)	Carico (kN)
Compressione	607	5949
Trazione	727	7125

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 10 di 25	Rev. 00

5 CAPACITÀ PORTANTE DEL PALO SINGOLO (B1)

Il calcolo è stato condotto secondo NTC 2018, adottando l'Approccio 2, e cioè combinazione A1 + M1 + R3.

La resistenza di progetto R_d viene determinata in modo analitico con riferimento al valore dei parametri geotecnici di resistenza. La tabella 4 mostra i coefficienti parziali per M1.

Tabella 4 - Coefficienti parziali γ_M

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

La resistenza così calcolata deve essere confrontata con le azioni di progetto E_d in cui la verifica ($E_d \leq R_d$) deve essere soddisfatta.

Il valore di progetto R_d della resistenza si ottiene a partire dal valore caratteristico R_k applicando i coefficienti γ_R per pali battuti della tabella 5 sottostante.

Tabella 5 - Coefficienti parziali γ_R

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale ^o	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

^o da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ (compressione) è dato dal valore ottenuto applicando alla resistenza calcolata $R_{c,cal}$ il fattore di correzione ξ riportato nella tabella 6 sottostante, in funzione del numero N di verticali di indagine (pari a 1, $\xi_3 = 1.7$).

Tabella 6 – Numero di verticali indagate ξ_3

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Per il peso dei pali, i coefficienti parziali nella tabella 7 sono stati considerati ($\gamma_{G1} = 1.3$ (sfavorevole); $\gamma_{G1} = 1.0$ (favorevole)).

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fig. 11 di 25	Rev. 00

Tabella 7 - Coefficienti parziali γ_F per le azioni e gli effetti delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G2}

La resistenza di progetto R_d del palo singolo è stata dedotta, a partire dai valori caratteristici dei parametri geotecnici, utilizzando i metodi descritti nel seguito.

- Portata di punta:

$$R_{b,cal} = A_b \cdot q_0$$

dove

A_b = area di base della sezione del palo;

q_0 = capacità portante unitaria di base.

Il valore di q_0 nella roccia viene valutato attraverso le seguenti formule (Zhang, 2010):

$$\sigma_{cm} = (\alpha_E)^{0.7} \cdot \sigma_c$$

$$\alpha_E = 0.0231RQD - 1.32 \geq 0.15$$

$$q_{max} = 6.39(\sigma_{cm})^{0.45}$$

dove:

σ_{cm} = resistenza a compressione monoassiale dell'ammasso roccioso;

σ_c = resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta;

α_E = fattore di riduzione;

q_{max} = resistenza di punta;

RQD = rock quality designation.

$q_0 = q_{max} = 6560$ kPa è stato utilizzato lungo lo strato di roccia.

Lo strato di sabbia fine non è stato tenuto in considerazione nei calcoli a causa della mancanza di dati sui terreni e sulle probabili scarse proprietà meccaniche.

- Portata totale laterale:

$$R_{s,cal} = \pi \cdot D \cdot \int_{z_1}^{z_2} \tau \cdot dz$$

I valori di τ sono calcolati attraverso la seguente formula (Horvath e Kenney, 1979):

$$\tau = f_{max} = \alpha \cdot (\sigma_{cm})^{0.5} \text{ lungo lo strato della roccia}$$

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fig. 12 di 25	Rev. 00

dove:

α = costante empirica;

σ_{cm} = resistenza a compressione monoassiale dell'ammasso roccioso;

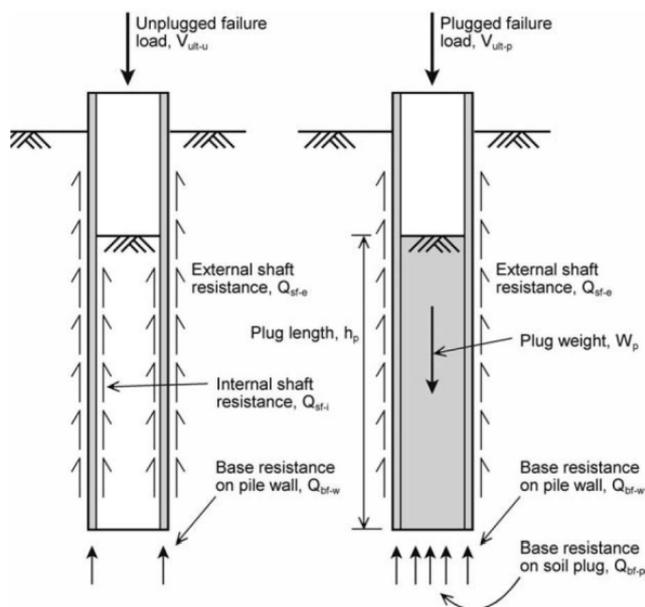
f_{max} = resistenza laterale.

$\tau = f_{max} = 210$ kPa è stato utilizzato nel livello roccioso.

Lo strato di sabbia fine non è stato tenuto in considerazione nei calcoli a causa della mancanza di dati geotecnici e delle probabili scarse proprietà meccaniche.

Nei calcoli della capacità portante, è stata verificata la possibilità che si verifichi il plugging (formazione di un "tappo") del palo durante la battitura sulla base dei valori di resistenza laterale e di punta del palo. Durante l'installazione di pali a tubo aperto, il terreno entra nel palo fino a quando il cilindro interno del terreno non sviluppa una resistenza sufficiente per prevenire un'ulteriore intrusione di terreno e si verifica il "plugging". Questo fenomeno modifica la caratteristica del palo a tubo aperto che diventa a tubo chiuso (figura 4).

Figura 4 - "Unplugging" e "plugging"



Si verifica "plugging" se si verifica la seguente condizione:

$$Q_{sf-i} > Q_{bf-p} - W_p$$

In presenza di "plugging", la capacità portante si calcola con la seguente formula:

$$Q_u = Q_{sf-e} + Q_{bf}$$

dove:

Q_{sf-i} resistenza laterale interna;

Q_{bf-p} resistenza di base sul tappo;

Q_u resistenza totale;

Q_{sf-e} resistenza laterale esterna;

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 13 di 25	Rev. 00

Q_{bf} resistenza di base;

W_p peso del tappo.

Per il palo di lunghezza $L = 58.5$ m (38.4 m dal fondo del mare):

$$Q_{sf-i} = 14441 \text{ kN} > (Q_{bf-p} - W_p) = 1872 \text{ kN} \text{ (verificato "plugging")}$$

Le figure seguenti mostrano i valori di capacità portante in compressione (Figura 5) e trazione (Figura 6), i diagrammi si riferiscono alla profondità da testa palo.

I calcoli sono stati effettuati considerando lo svilupparsi del "plugging". In ogni caso, in assenza di plugging è stato verificato che la capacità portante risulta superiore a quella con plug.

Per il palo di lunghezza $L = 58.5$ m (38.4 m dal fondo del mare) la capacità portante minima del palo singolo calcolata ha i seguenti valori:

compressione $R_{d,c} = 9899$ kN;

trazione $R_{d,t} = 8050$ kN.

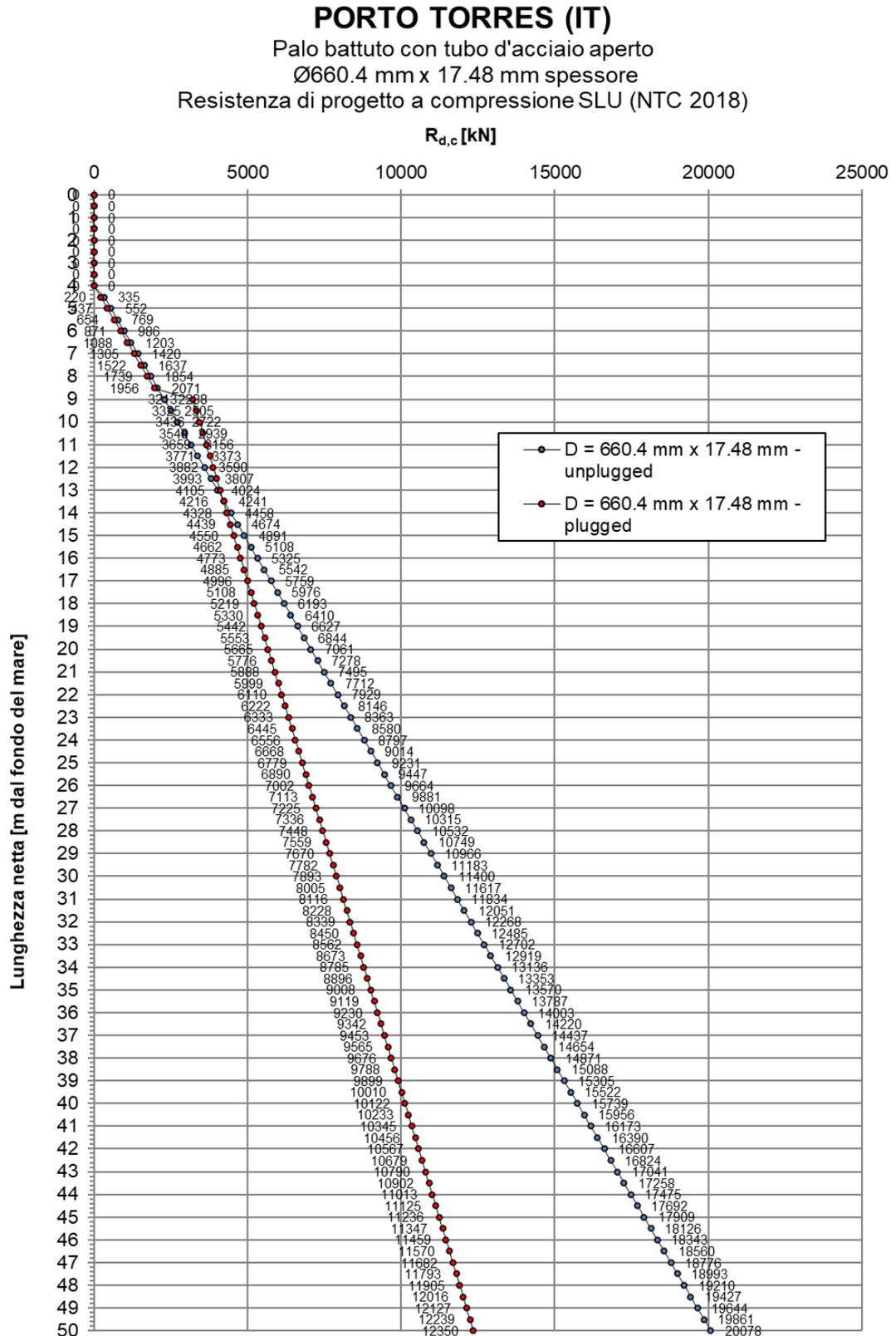
Le verifiche preliminari sono soddisfatte considerando le azioni dal capitolo 4.1 come segue:

$$E_{d,t} = 7132 \text{ kN} < R_{d,t} = 8050 \text{ kN} \text{ (verificato)}$$

$$E_{d,c} = 5955 \text{ kN} < R_{d,c} = 9899 \text{ kN} \text{ (verificato)}$$

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fig. 14 di 25	Rev. 00

Figura 5 – Capacità portante a compressione

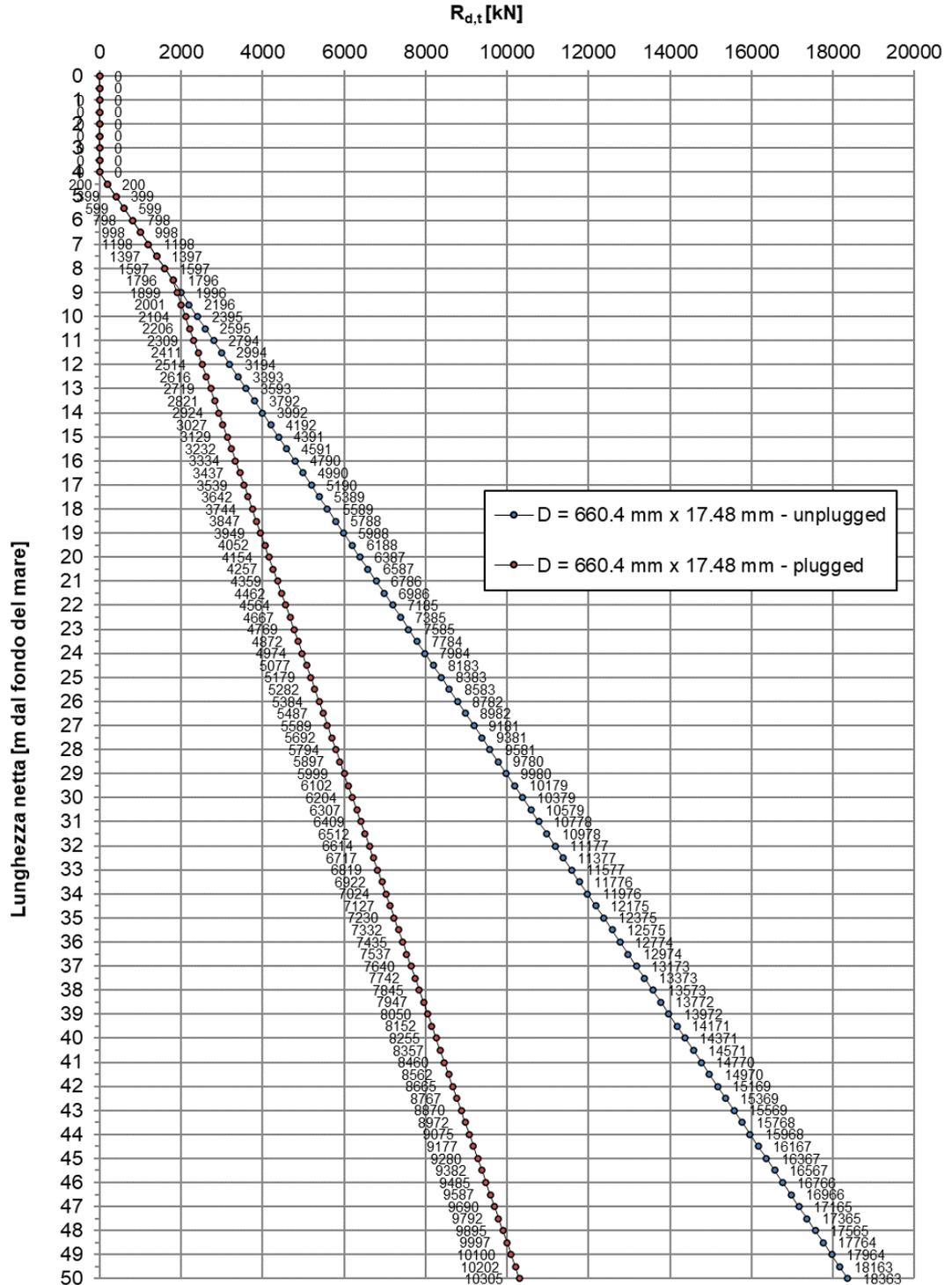


CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 15 di 25	Rev. 00

Figura 6 – Capacità portante a trazione

PORTO TORRES (IT)

Palo battuto con tubo d'acciaio aperto
 $\varnothing 660.4 \text{ mm} \times 17.48 \text{ mm}$ spessore
Resistenza di progetto a trazione SLU (NTC 2018)



CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 16 di 25	Rev. 00

6 ANALISI DEL GRUPPO DI PALI (B1)

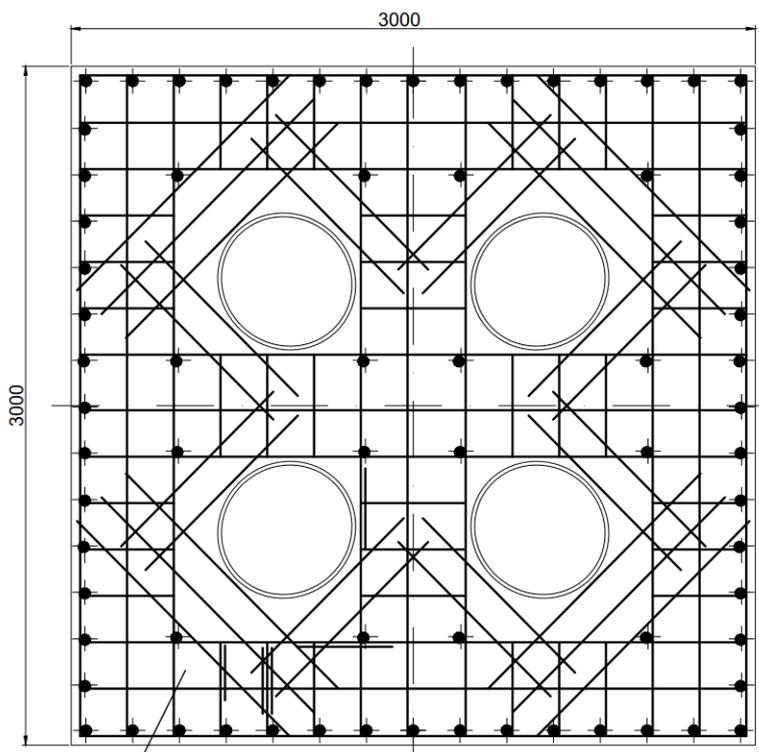
Il comportamento della palificata sotto i carichi indicati nel capitolo 4.1 è stato analizzato in maniera tridimensionale tramite il codice di calcolo GROUP 2019 (Ensoft) che permette di analizzare il comportamento di palificate soggette a carico assiale, trasversale e momento flettente nelle due direzioni perpendicolari. Esso è in grado, assegnati i carichi, le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, la geometria della palificata e le caratteristiche del terreno, di calcolare la distribuzione delle sollecitazioni e degli spostamenti lungo tutta la lunghezza dei pali.

Si analizza quindi la piattaforma su 4 pali battuti, di tipo tubo d'acciaio aperto con diametro 26" (660,4 mm) e spessore 17.48 mm, L= 58.5 m (38.4 m dal fondo del mare). La distanza tra i pali è 1.1 m.

Nel modello non è stato tenuto in considerazione lo strato di sabbia fine a causa della mancanza di dati geotecnici e delle probabili scarse proprietà meccaniche.

Le figure 7 e 8 mostrano la pianta della palificata, mentre le figure 9, 10 e 11 mostrano rispettivamente il modello 3D dell'analisi, la vista in pianta e la vista laterale.

Figura 7 - Pianta della palificata



CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 17 di 25	Rev. 00

Figura 8 - Pianta della palificata nel modello

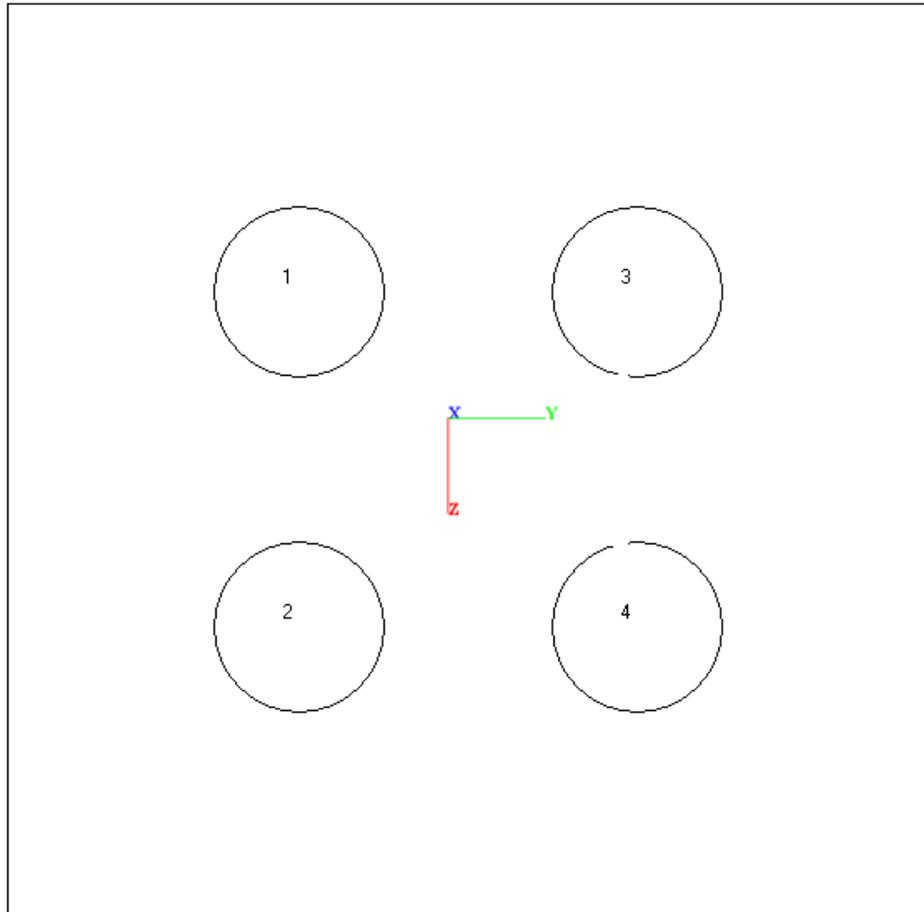
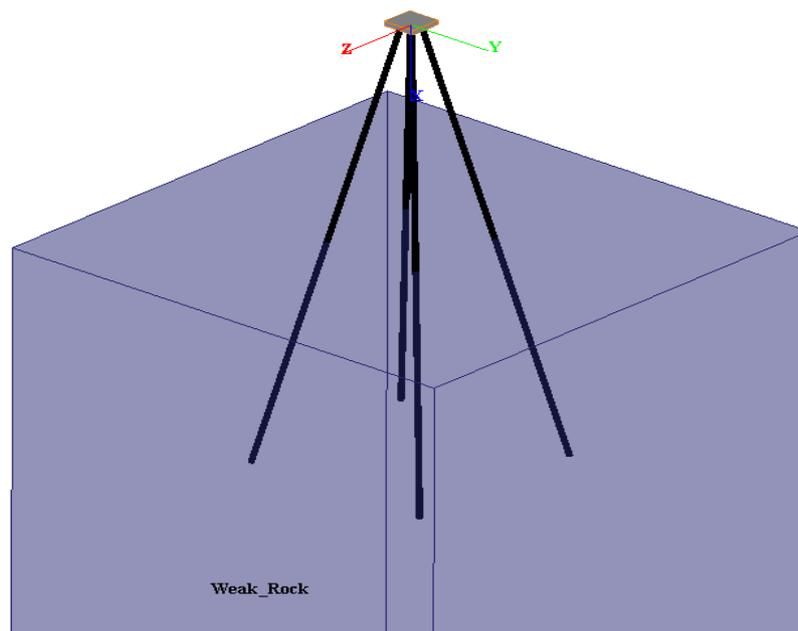


Figura 9 - Vista 3D del modello analizzato



CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 18 di 25	Rev. 00

Figura 10 - Modello 3D vista in pianta

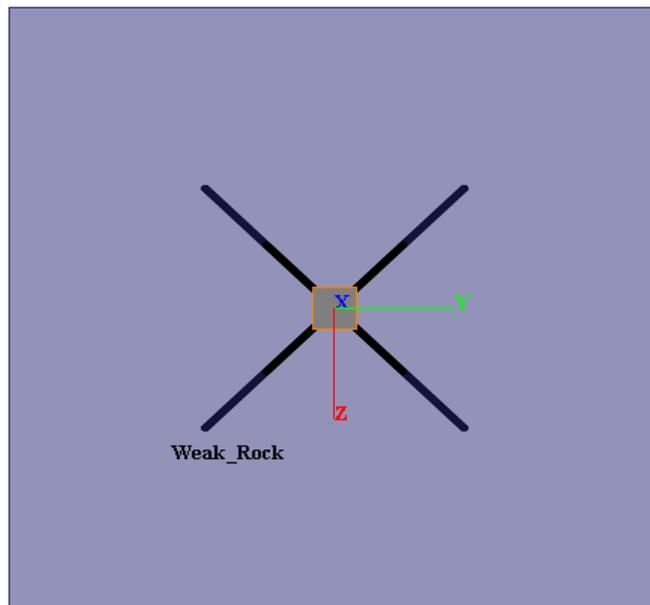
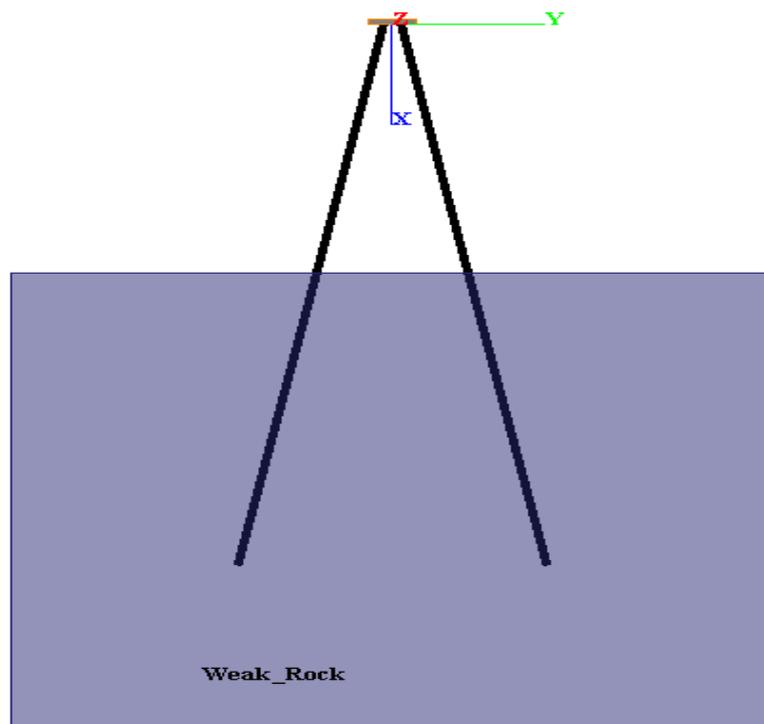


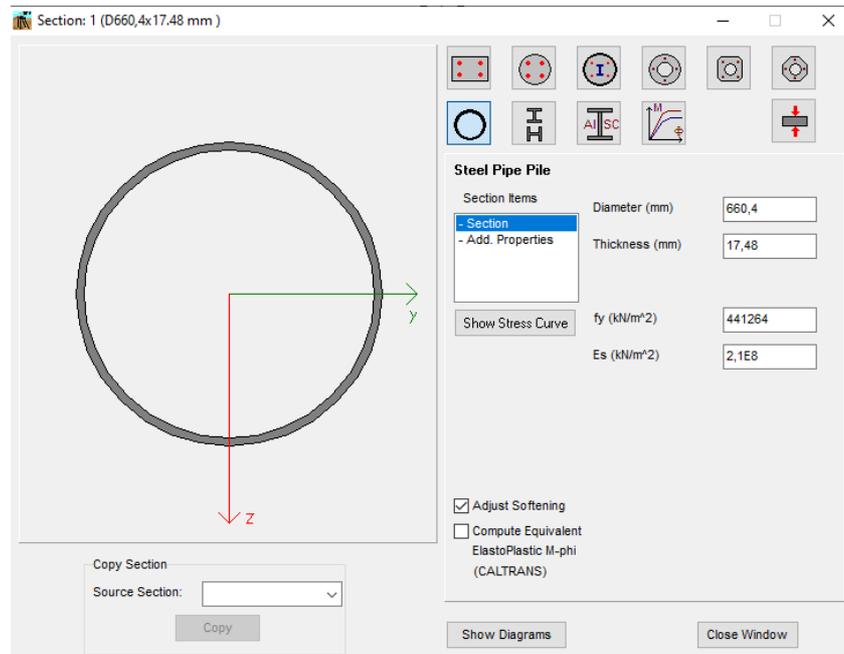
Figura 11 - Vista laterale del modello 3D



CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 19 di 25	Rev. 00

I dati e le caratteristiche del tubo di acciaio introdotte nel software sono presentati nella seguente figura 12.

Figura 12 - Dati e caratteristiche del tubo di acciaio

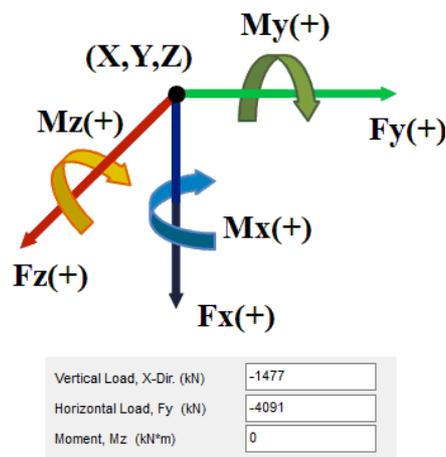


Nella seguente figura 13, sono mostrati i carichi globali (non fattorizzati) applicati nell'analisi di gruppo dei pali. I carichi inseriti sono i seguenti:

$$F_y = 417.4 \text{ t} = 4091 \text{ kN (Carico orizzontale);}$$

$$F_x = 150.7 \text{ t} = 1477 \text{ kN (Carico verticale).}$$

Figura 13 - Carichi non fattorizzati applicati



I carichi assiali, laterali e i momenti flettenti (questi ultimi scomposti nelle direzioni Y e Z) ottenuti sui pali sono mostrati nella tabella 8.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 20 di 25	Rev. 00

Tabella 8 - Carichi assiali, laterali e i momenti flettenti

* PILE TOP REACTIONS, LOCAL *						
	AXIAL, KN	LAT. y, KN	LAT. z, KN	MOM x, KN- M	MOM y, KN- M	MOM z, KN- M
	*****	*****	*****	*****	*****	*****
MINIMUM	-5344.3	-174.94	77.314	-247.60	-2260.6	-2305.6
Pile N.	3	4	1	2	3	4
MAXIMUM	4559.3	174.94	172.84	247.60	-1411.0	2305.6
Pile N.	1	3	3	1	1	3

I carichi assiali fattorizzati risultano:

Trazione : 5344.3 kN x 1.5 = 8017 kN

Compressione : 4559.3 kN x 1.5 = 6839 kN

Le verifiche della capacità portante sono soddisfatte per la lunghezza di palo L =58.5 m (38.4 m dal fondo del mare):

$$E_{d,t} = 8017 \text{ kN} < R_{d,t} = 8050 \text{ kN (verificato)}$$

$$E_{d,c} = 6839 \text{ kN} < R_{d,c} = 9899 \text{ kN (verificato)}$$

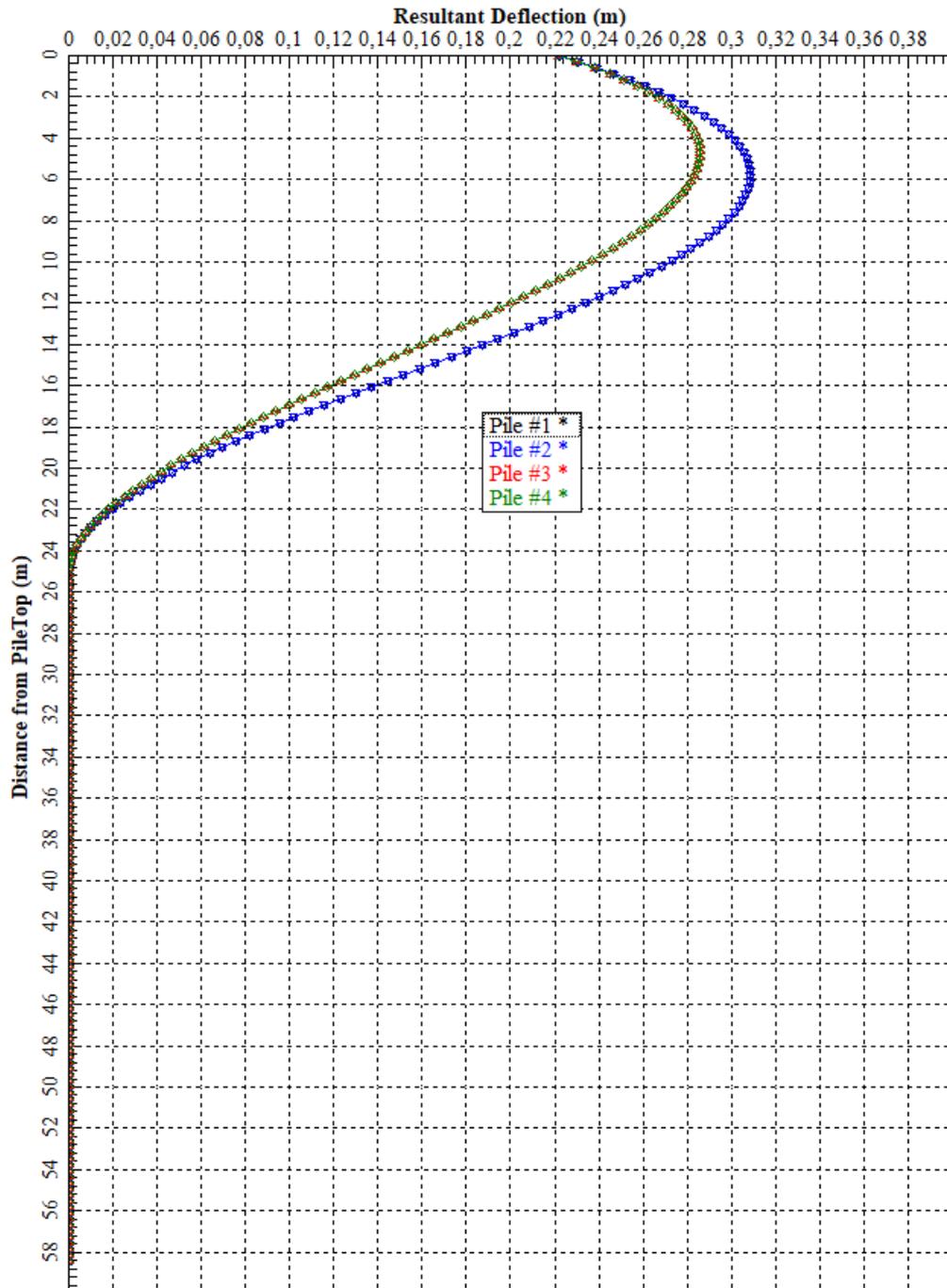
Nelle figure 14, 15 e 16 sono mostrati, rispettivamente, l'andamento dello spostamento risultante, del momento flettente risultante e del taglio risultante lungo il palo, dove la lunghezza totale del palo è pari a 58.5 m (la lunghezza di immersione risulta 38.4 m dal fondo del mare e 34.4 m dalla testa della roccia).

Sono inoltre indicati i valori massimi delle azioni.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 21 di 25	Rev. 00

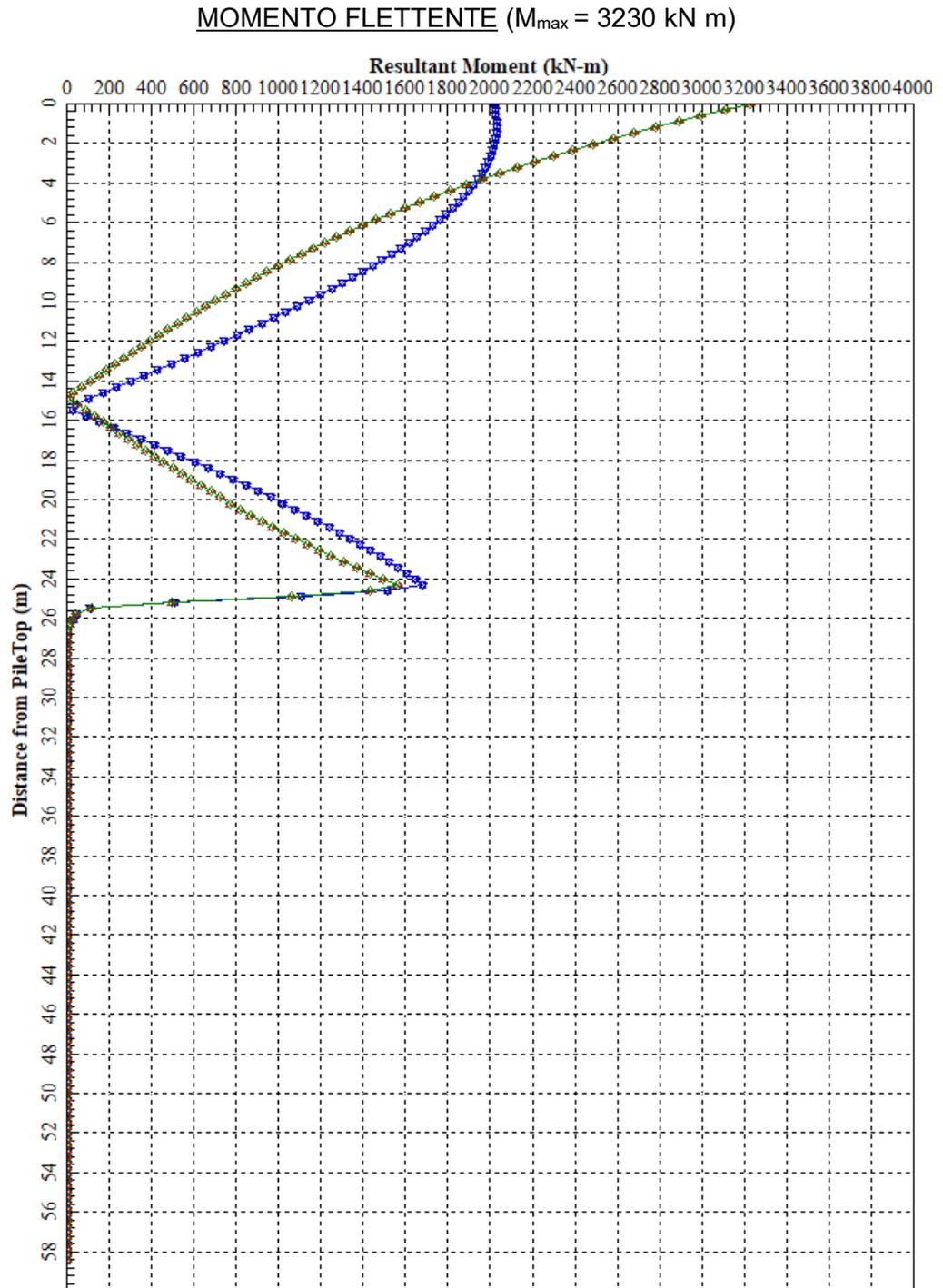
Figura 14 - Andamento dello spostamento lungo i pali

SPOSTAMENTO ($d_{max} = 0.309$ m)



CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 22 di 25	Rev. 00

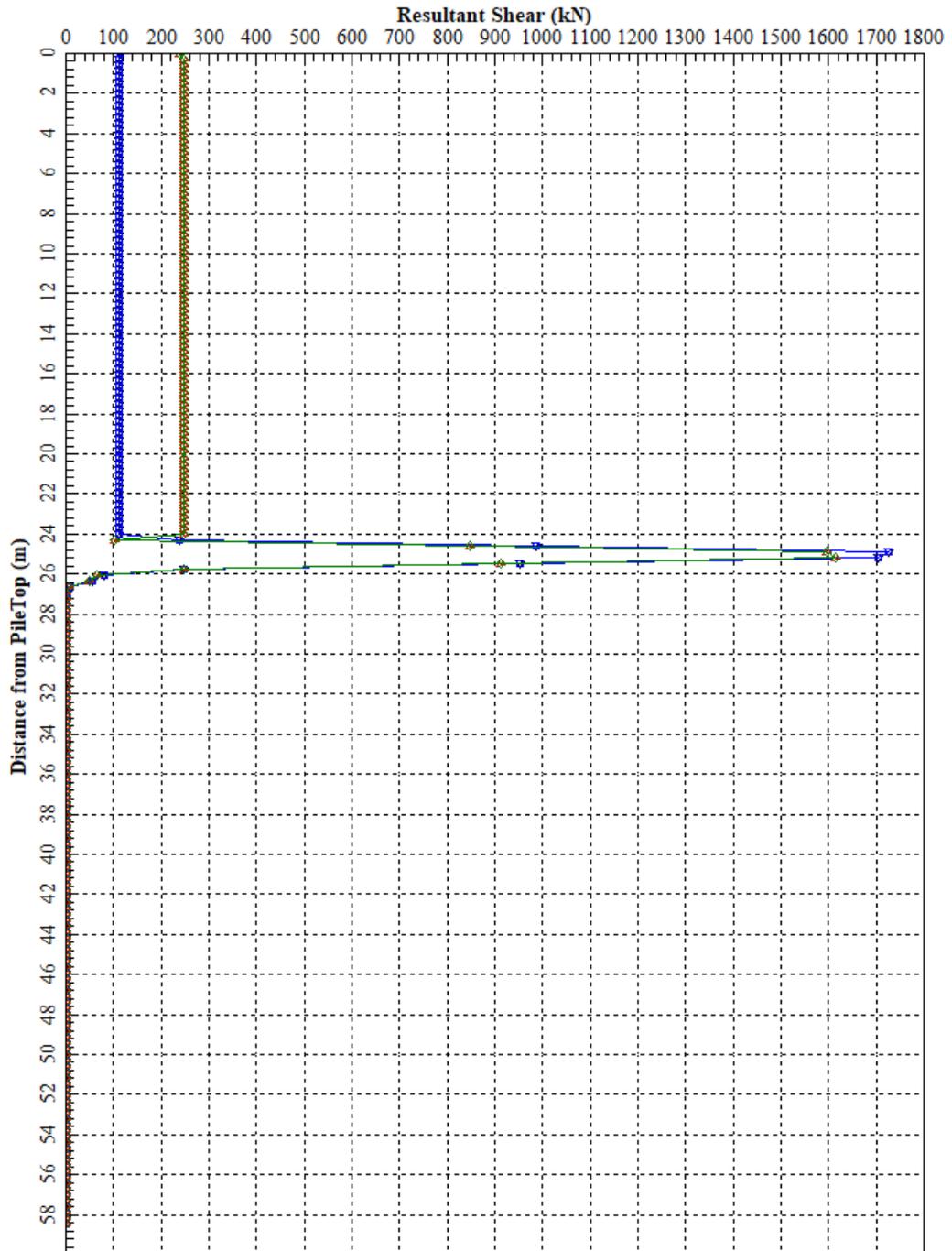
Figura 15 - Andamento del momento flettente lungo i pali



CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 23 di 25	Rev. 00

Figura 16 - Andamento del taglio lungo i pali

TAGLIO ($V_{max} = 1725 \text{ kN}$)



CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 24 di 25	Rev. 00

7 SINTESI DEI RISULTATI

La seguente tabella 9 riassume le caratteristiche del palo.

Tabella 9 - Caratteristiche del palo battuto con tubo d'acciaio aperto

Caratteristiche del palo battuto con tubo d'acciaio aperto	
Diametro (mm)	660.4 (26")
Spessore (mm)	17.48
Lunghezza totale (m)	58.5
Lunghezza dal fondo del mare (m)	38.4
Lunghezza dalla testa della roccia (m)	34.4
Quota testa palo (m s.l.m)	+3.0
Quota base palo (m s.l.m)	-52.18
Inclinazione assoluta sull'orizzontale	70.6°

Le seguenti tabelle 10 e 11 riassumono rispettivamente la verifica di capacità portante e il massimo momento flettente risultante e taglio risultante sui pali dal modello Group (azioni non fattorizzate) nella tabella 12 sono riportati momento flettente risultante e taglio risultante sui pali dal modello Group (azioni fattorizzate).

Tabella 10 - Azioni assiali massime sul palo singolo (fattorizzate) e capacità portante

Azioni massime sul palo	Carichi preliminari	Carichi dall'analisi di gruppo	Capacità portante del palo singolo
	[kN]	[kN]	[kN]
Compressione	5955	6839	9899
Trazione	7132	8017	8050

Tabella 11 - Momenti e tagli (non fattorizzati)

Massimo momento flettente risultante		Massimo taglio risultante	
[kN.m]	Quota [m s.l.m]	[kN]	Quota [m s.l.m]
3230	+3.0	1725	-21.9

Tabella 12 - Momenti e tagli (fattorizzati)

Massimo momento flettente risultante		Massimo taglio risultante	
[kN.m]	Quota [m s.l.m]	[kN]	Quota [m s.l.m]
4845	+3.0	2588	-21.9

Nella seguente figura 17 sono indicate le quote considerate nel modello.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-CI-E-10025	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 25 di 25	Rev. 00

Figura 17 - Modello studiato

