EMERGENZA GAS

INCREMENTO DI CAPACITÀ DI RIGASSIFICAZIONE (DL 17.05.2022 , N. 50)

FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI

BRICCOLE ACCOSTO

RELAZIONE DI PROGETTAZIONE STATICA STRUTTURALE IN SITO

Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data
1	Emissione finale	G. Beverina	J. Albagli	M.Raimondi	07/05/2024
0	Emesso per Costruzione	G. Beverina	J. Albagli	M.Raimondi	14/02/2024
A	Emesso per Approvazione	G. Beverina	J. Albagli	M.Raimondi	21/12/2023

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

INDICE

		PAGINA
1	**OGGETTO DELLA REVISIONE 1**	**4**
2	**INTRODUZIONE**	**4**
2.1	GENERALITA'	4
2.2	SCOPO DEL DOCUMENTO	5
2.3	DOCUMENTI DI PROGETTO	5
2.4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.5	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	5
2.6	SOFTWARE	6
3	**CONCLUSIONI**	**7**
4	**DATI DI PROGETTO**	**8**
4.1	DATI GEOTECNICI	8
4.2	DATI METEO-MARINI ONDA E CORRENTE OPERATIVE	9
4.3	ACCRESCIMENTO MARINO	9
4.4	COEFFICIENTI IDRODINAMICI	9
4.5	SPESSORE DI CORROSIONE	10
4.6	SISMICITA'	10
4.7	CARICHI AI PARABORDI	10
5	**PREMESSE DI ANALISI**	**11**
5.1	GENERALITA'	11
5.2	FILOSOFIA DI PROGETTAZIONE	11
5.3	BRICCOLE ACCOSTO	11
5.3.1	Definizione delle azioni	11
5.4	MODELLAZIONE BRICCOLE E VERIFICHE STRUTTURALI	12
6	**ANALISI STRUTTURALE**	**13**
6.1	GEOMETRIA BRICCOLA	13
6.2	MODELLO LPILE	14
6.3	DATI GEOTECNICI	14
6.4	CONDIZIONE CARICO 1 - ALS	16
6.5	CONDIZIONE CARICO 2 - ULS	16
6.6	RISULTATI ANALISI	18
6.7	VERIFICHE STRUTTURALI	20

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

6.8 VERIFICHE CAPACITA' PORTANTE 22

7 APPENDICE 1 : OUTPUT ANALISI LPILE 23

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Geometria briccola 13
Figura 2 – Modello Lpile 14
Figura 3 – Dati Geotecnici Lpile 15
Figura 4 – Condizione Carico 1 ALS – Carichi assegnati Lpile 16
Figura 5 – Condizione Carico 2 ULS – Carichi assegnati Lpile 18
Figura 6 – Diagrammi momento (kNm) 18
Figura 7 – Diagrammi taglio (kN) 19
Figura 8 – Deformate (m) 19
Figura 9 – Diagrammi Momento agente / Momento resistente (kNm) 21
Figura 10 – Curva capacità portante ultima fattorizzata in accordo con NTC 22

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 3-1: Parametri Geotecnici di progetto 8
Tabella 3-2: Coefficienti idrodinamici 9
Tabella 5-1: Verifiche strutturali - ISO 19902 20

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

1 OGGETTO DELLA REVISIONE 1

La revisione 1 della presente revisione riguarda l'aggiornamento delle curve di capacità portante in accordo all'Appendice I della relazione geotecnica documento 0001-CI-E-012500.

2 INTRODUZIONE

2.1 GENERALITA'

Nell'ambito delle iniziative legate alla realizzazione di nuove capacità di rigassificazione regolate dall'art.5 del DL n.50 del 17/5/2022 e mirate a diversificare le fonti di approvvigionamento di gas ai fini della sicurezza energetica nazionale, la Società Snam FSRU Italia, controllata al 100% da Snam S.p.A ("Snam"), ha ottenuto in data 07.11.2022 l'Autorizzazione Unica rilasciata dal Commissario straordinario di Governo, per realizzare le opere a mare ed a terra necessarie all'ormeggio di un mezzo navale tipo FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) in corrispondenza della piattaforma offshore esistente denominata Petra posta a circa 8,5 km a largo di Punta Marina (Ravenna) e il trasferimento del gas naturale fino al punto di collegamento con la Rete Nazionale Gasdotti in corrispondenza dell'impianto Nodo di Ravenna di Snam Rete.

L'FSRU sarà in grado di stoccare fino a 170 mila metri cubi di Gas Naturale Liquefatto (GNL).

Le opere previste nel Progetto FSRU Ravenna sono le seguenti:

1. Adeguamento e ampliamento della esistente piattaforma Petra inclusiva di tutte le opere impiantistiche necessarie allo scarico del gas naturale ed il suo convogliamento, tramite pipeline DN 650 (26'') – DP 100 barg, nella condotta sottomarina (c.d. sealine).

2. Posa di una nuova condotta sottomarina (c.d. sealine) DN 650 (26'') – DP 100 barg lunga circa 8,5 km, per collegare la piattaforma Petra ed il punto di arrivo a terra posto in corrispondenza dell'area impianto denominata ex-SAROM situata a Punta Marina a ridosso della linea di costa, inclusiva della realizzazione del microtunnel costiero e della posa del cavo a fibra ottica.

3. Posa del tratto di condotta a terra DN 650 (26'') – DP 100 barg lunga circa 2,5 km tra l'area ex-SAROM e l'impianto trappole previsto all'interno dell'area impianto PDE a Punta Marina.

4. Posa del tratto di condotta a terra DN 900 (36'') – DP 75 barg lunga circa 31,5 km tra l'impianto trappole previsto all'interno dell'area impianto PDE e l'area del Nodo di Ravenna di Snam Rete Gas. Il tratto include anche la realizzazione dell'impianto di correzione dell'Indice di Wobbe, dell'impianto di filtraggio, misura e regolazione PDE di Punta Marina e dell'impianto trappole e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti denominato Nodo di Ravenna.

E' prevista l'installazione di un sistema di diga frangiflutti (break water) in prossimità del terminale, posta a circa 300m ad est della piattaforma di ormeggio Petra.

con riferimento ai lavori relativi all'adeguamento e ampliamento della esistente piattaforma Petra inclusiva di tutte le opere impiantistiche necessarie allo scarico del gas naturale ed il suo convogliamento nella condotta sottomarina.

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

2.2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento illustra le verifiche strutturali delle briccole di accosto in condizioni statiche.

2.3 DOCUMENTI DI PROGETTO

L'elenco dei documenti di Progetto suddiviso per categoria è riportato nel documento seguente:

[A1] 123A40-PML-PM-LIS-10004 Elenco Documenti

2.4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

[A2] NQR22199/L02-0001-LF-E-05400- Dati Generali di Progetto

[A3] NQR22199/L02-0001-LF-E-05000 Dati di Base Meteomarini di Progetto

[A4] 0001-CI-E-012800 Studio Meteomarino per Analisi a Fatica

[A5] 000-ZA-E-17075 Studio Meteo-Marino (De Girolamo)

[A6] 000-ZX-E-17101 Relazione Geotecnica

[A7] 000-ZX-E-17083 Design Basis (FEED)

[A8] Codice di Rete SNAM RETE GAS. Ai sensi dell'art.24, com.5, DL 23/05/2000, n.164/00

[A9] 001-CI-E-01700 Basi di Progettazione Strutturale

[A10] 0001-CI-E-012803 Analisi di ormeggio – condizioni limite di ormeggio FSRU in assenza della diga frangiflutti

2.5 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

[B1] DM 17/01/2018 Norme Tecniche per le Costruzioni

[B2] ISO 19900 General requirements for offshore structures

[B3] ISO 19901 Part 1 to 8: Specific requirements for offshore structures

[B4] ISO 19902 Fixed Steel Offshore

[B5] EN 1993 Progettazione delle strutture in acciaio

[B6] BS 6349: Part 1 Code of practice for general criteria

[B7] BS 6349: Part 2 Design of quay walls jetties and dolphins

[B8] BS 6349: Part 4 Code of Practice for design of fendering and mooring system

[B9] BS 6349-1-1 Code of practice for planning and design for operations

[B10] BS 6349-1-2 General - Code of practice for assessment of actions

[B11] PIANC WG33 Guidelines for the design of fender system 2002

[B12] PIANC WG121 Harbour Approach Channels – Design Guidelines

[B13] OCMIF (MEG4) Mooring Equipment Guidelines

[B14] DNVGL-OTG-18 Guidance for long-term nearshore mooring systems

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

[B15] DNVGL-ST-N001 Marine operations and marine warranty

[B16] DNV-RP-C203 Fatigue design of offshore steel structures

[B17] DNV-RP-C204 Structural design against accidental loads

[B18] DNV-RP-C205 Environmental conditions and environmental loads

2.6 SOFTWARE

[B19] SACS" Structural Analysis Computer System by Engineering Dynamics,Inc.

[B20] LPILE Analysis for Laterally loaded piles by Ensoft (Lymon C. Reese)

[B21] GRLWEAP Wave Equation Driveability Pakage by Pile Dynamics Inc

[B22] AllWave-VDP Driveability Study Pakage for Vibratory Hammers by Allnamics, Incs

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

3 CONCLUSIONI

Per le briccole di ormeggio e le briccole di accosto la composizione del palo è identica, le due tipologie differiscono solo per la presenza dei fenders e relativo pannello di accosto. Per entrambe le tipologie si è conseguentemente considerata l'ipotesi peggiore con terreno dragato a – 18.0 m

I parametri geotecnici di resistenza di progetto sono stati prudenzialmente penalizzati del 20%, considerando quindi l'80% dei valori registrati nell'indagine geotecnica attualmente disponibile.

Le briccole di accosto sono state analizzate per le due condizioni di carico dimensionanti:

Condizione di carico 1 – ALS

Analisi allo stato limite ultimo eccezionale (Abnormal ALS) considerando le azioni opportunamente fattorizzate del fender in condizioni di accosto con la massima reazione.

Condizione di carico 2 – ULS

Analisi allo stato limite ultimo (ULS) considerando le azioni opportunamente fattorizzate dei due ganci a scocco con la concomitanza dell'azione massima dei fender considerando la FSRU all'ormeggio.

Dalle analisi il massimo valore di utilizzo (U.C. = Unity Check) risulta:

U.C.Max = 0.83 < 1.00 : Strutture verificate.

Si nota che le briccole sono dimensionate dalle considerevoli azioni orizzontali, la verifica per la capacità portante riportata al Par.6.8 risulta ampiamente soddisfatta.

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

4 DATI DI PROGETTO

4.1 DATI GEOTECNICI

I dati geotecnici preliminari sono riportati nel documento:

- Dati base di progettazione strutturale [A9]

I parametri geotecnici di resistenza di progetto sono stati prudenzialmente penalizzati del 20%, considerando quindi l'80% dei valori registrati nell'indagine geotecnica attualmente disponibile.

La seguente tabella riassume i valori riportati nel Rif.[A2] con la penalizzazione assunta in progetto:

Profondità terreno m	Quota s.l.m. m	Z Lpile m	γ' kN/m^3	Cu kPa	Φ °
0.0	-14.0	22.5	8	6 [5]	-
5.0	-19.0	27.5	8	6 [5]	-
5.0	-19.0	22.5	8	18 [14]	-
10.0	-24.0	27.5	8	18 [14]	-
10.0	-24.0	22.5	8	29 [24]	-
15.0	-29.0	27.5	8	29 [24]	-
15.0	-29.0	22.5	8	-	30°[25°]
16.5	-30.5	27.5	8	-	30°[25°]
16.5	-30.5	22.5	10	40 [32]	-
70.0	-84.0	27.5	10	150 [120]	-

Tabella 4-1: Parametri Geotecnici di progetto

NOTE:

- La profondità del mare in condizioni non dragate è assunta pari a14.0 m
- Le coordinate Z per il software Lpile sono positive, misurate partendo dalla testa palo (asse gancio) assunto a quota + 8.5 m: Z_{Lpile} = |Quota s.l.m.| + 8.50 m
- I valori […] rappresentano le resistenze assunte in progetto penalizzate del 20%.

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

4.2 DATI METEO-MARINI ONDA E CORRENTE OPERATIVE

I dati meteo-marini inerenti vento, onde, corrente, sono riportati nel documento Rif. [A9]

Per le analisi delle briccole (di ormeggio) viene considerata in associazione al tiro ai ganci a scocco l'onda operativa con la quale la FSRU può ragionevolmente rimanere all'ormeggio come si evince dall'analisi di sensività al documento [A10].

Si considera un'onda operativa con Hs = 2.0 m qundi Hmax = 1.8 x 2.0 = 3.6 m (4.0 m considerati)

Conseguentemente si utilizza:

- H max = 4.0 m T = 6.0 sec (al diminuire di T aumenta il carico sul monopalo)

Come corrente si considera il valore con periodo di ritorno di un anno:

- V costante = 0.44 m/sec

4.3 ACCRESCIMENTO MARINO

La crescita biologica marina sugli elementi strutturali ha le caratteristiche seguenti:

- da 1 a 20 m di profondità: 15 cm di spessore con densità 1.56 t/m^3

4.4 COEFFICIENTI IDRODINAMICI

Le forze d'onda vengono calcolate utilizzando i coefficienti di drag e inerzia indicati nella tabella seguente:

Hydrodynamic Coefficient	Stabilità sul fondo		Analisi in servizio			Analisi a fatica		
	Aste Tubolari	Profili Piatti[2]	Aste Tubolari		Profili Piatti[2]	Aste Tubolari		Profili Piatti
	Liscio		Liscio	Ruvido[1]		Liscio	Ruvido[1]	
Drag - C_d	0.65	2.00	0.65	1.05	2.00	0.50	0.80	2.00
Inerzia - C_m	1.60	2.10	1.60	1.20	Nota 2	2.0	2.0	Nota 2

Tabella 4-2: Coefficienti idrodinamici

Note:

1. Aste ruvide: con accrescimento marino
2. I valori devono essere calcolati per la geometria dell'elemento
3. I coefficienti di resistenza per gli elementi primari al di sotto del LAT con anodi sono aumentati del 10%.
4. Per il controllo della stabilità sul fondo tutti gli elementi sono considerati lisci.

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

4.5 SPESSORE DI CORROSIONE

Per i pali delle briccole, assoggettati a ciclo di verniciatura dalla testa a fondo mare e protezione catodica si assume una corrosione di 2.0 mm dalla sommità a fondo mare e 1.0 mm per la zona interrata.

4.6 SISMICITA'

In conformità all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3274 del 2003, la provincia di Ravenna era definita ricadere in un'area caratterizzata da una bassa sismicità, "zona 3".

I dati di dettaglio inerenti la sismicità riportati nel documento:

- Dati base di progetto Rif.[A9]

Si considera per la briccola monopalo un coefficiente di struttura q = 1.50

4.7 CARICHI AI PARABORDI

I seguenti carichi per il dimensionamento delle briccole di accosto sono definiti nel documento di FEED Rif.[A7]:

- Briccole di accosto: 215 ton / parabordo. (N. 2 parabordi per briccola)

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

5 PREMESSE DI ANALISI

5.1 GENERALITA'

Questa sezione descrive la metodologia e le ipotesi principali che vengono utilizzata per la progettazione strutturale delle briccole.

La progettazione viene eseguita in conformità con i requisiti dei codici:

- BS 6349-1-2 Rif.[B10] per la determinazione delle azioni e fattori di carico
- ISO 19902Rif.[B4] per la verifica degli elementi tubolari
- EN 1993 Rif,[B5] per la verifica dei profilati (sezioni I /H) ed altri elementi

5.2 FILOSOFIA DI PROGETTAZIONE

La norma che definisce esaurientemente una filosofia di progettazione per azioni derivanti da azioni su linee di ormeggio e accosto su fender è la BS 6349-1-2 Rif.[B10] conseguentemente questa viene utilizzata nella determinazione delle azioni sulle briccole derivanti dei ganci a scocco (QRH) e spinte derivanti dai fenders.

La norma definisce coefficienti di carico e combinazione (γf , Ψi) per le tre tipologie di azioni:

- ALS Abnormal Limit State
- ULS Ultimate Limit State
- SLS Serviceability Limit State

5.3 BRICCOLE ACCOSTO

5.3.1 Definizione delle azioni

Le azioni nei fender sono assunte dai documenti FEED e sono riportate al paragrafo 4.7

La norma BS 6349-1-2 Rif.[B10] stabilisce le seguenti azioni:

SLS rare (valore di base dell'azione) (Load factor $\gamma_f = 1.00$)

- F = 1.00*Fmax esercizio

SLS frequenti (Load factor $\gamma_f = 1.00$ $\Psi_1 = 0.75$)

- F = 0.75*Fmax esercizio

Questa azione viene considerata, a favore di sicurezza, per tutti gli stati limite di servizio.

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

ULS

- F1 = 1.35*Fmax Normal (Normal Energy) (Load factor $\gamma f = 1.35$)
- F2 = 1.20*Fmax Abmormal (Abnormal Energy) (Load factor $\gamma f = 1.20$)

NOTA:

i due valori F1 e F2 per fender conici con fattore di sicurezza Abnormal / Normal =1.5 sono praticamente coincidenti.

Contemporaneamente all'azione normale al fender si considera un'azione trasversale utilizzando un coefficiente di attrito $\mu = 0.20$ (pannelli UHMW-PE)

5.4 MODELLAZIONE BRICCOLE E VERIFICHE STRUTTURALI

Le briccola mono-palo vengono modellate mediante il Software LPILE Rir.[B20] che considera l'interazione non lineare terreno struttura e presenta risultati di azioni interne e deformazioni estremamente leggibili.

Viene utilizzato inoltre, ad integrazione, un modello realizzato con SACS Rif. [B19] per le seguenti operazioni:

- calcolo della spinta dovuta all'onda e corrente operative per le briccole di ormeggio
- Calcolo del primo periodo proprio di vibrazione per l'analisi sismica. Per questa analisi, dalla comparazione degli spostamenti in testa palo e a fondo mare dei due softwares viene definita la posizione di un incastro equivalente da applicare al modello SACS.

Le verifiche strutturali vengono effettuate in accordo con le seguenti normative:

- ISO 19902Rif.[B4] per la verifica degli elementi tubolari
- EN 1993 Rif,[B5] per la verifica dei profilati ed altri elementi strutturali

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

6 ANALISI STRUTTURALE

6.1 GEOMETRIA BRICCOLA

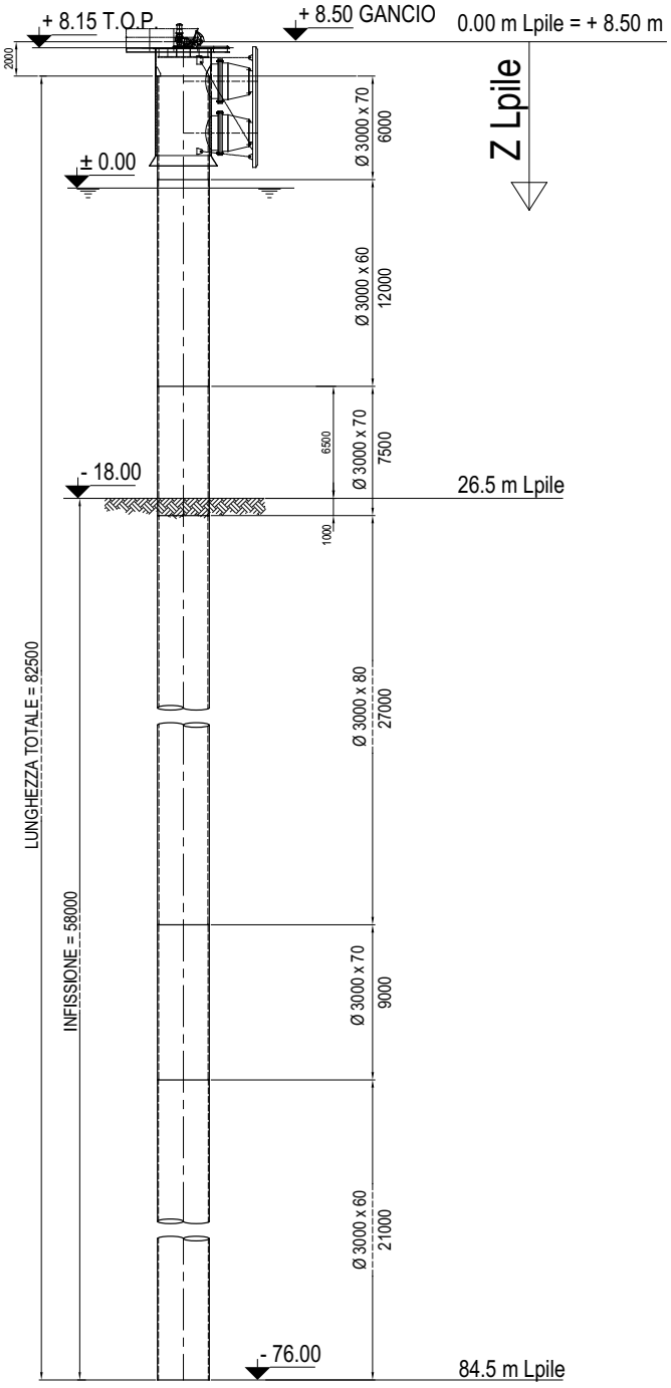


Figura 1 – Geometria briccola

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

La figura precedente descrive la geometria della briccola

La composizione del palo è identica per le briccole di ormeggio e le briccole di accosto, differiscono solo per la presenza dei fenders e relativo pannello di accosto.

La figura riporta anche il sistema di riferimento del software Lpile:

Le coordinate Z per il software Lpile sono positive, misurate partendo dalla testa palo (asse gancio) assunto a quota + 8.5 m: Z Lpile = |Quota s.l.m.| + 8.50 m

6.2 MODELLO LPILE

La seguente figura descrive la segmentazione del modello Lpile e la schematizzazione del terreno. Le caratteristiche di ogni spezzone sono identiche a quelle riportate al paragrafo precedente sono illustrate in APPENDICE 1.

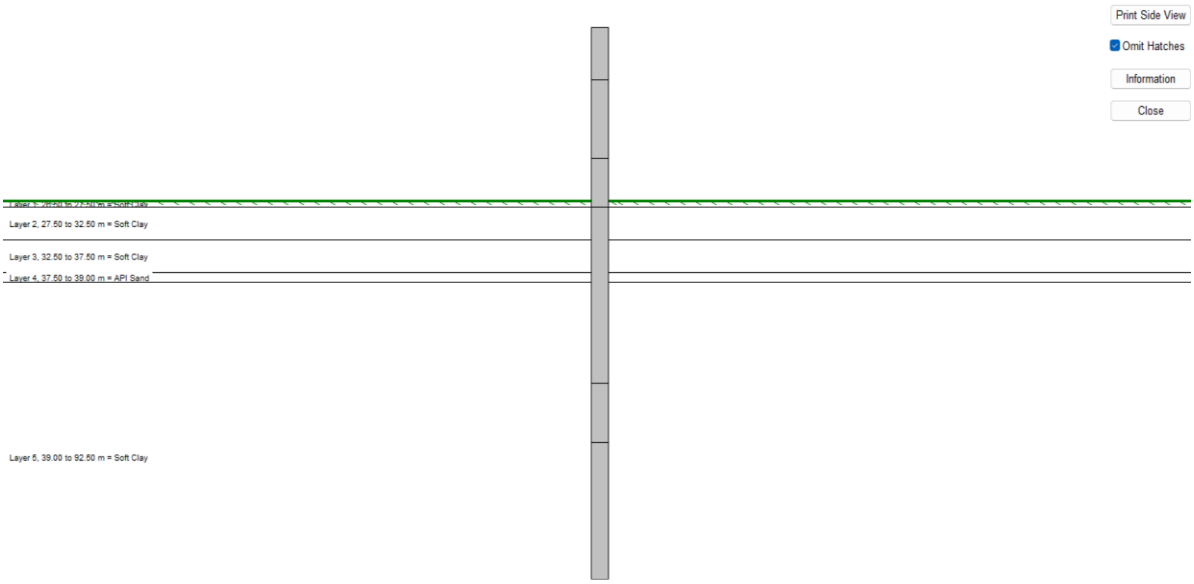


Figura 2 – Modello Lpile

6.3 DATI GEOTECNICI

I dati geotecnici sono in accordo con quanto riportato al Par.4.1e sono riportati nelle seguenti immagini estratte da Lpile.

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

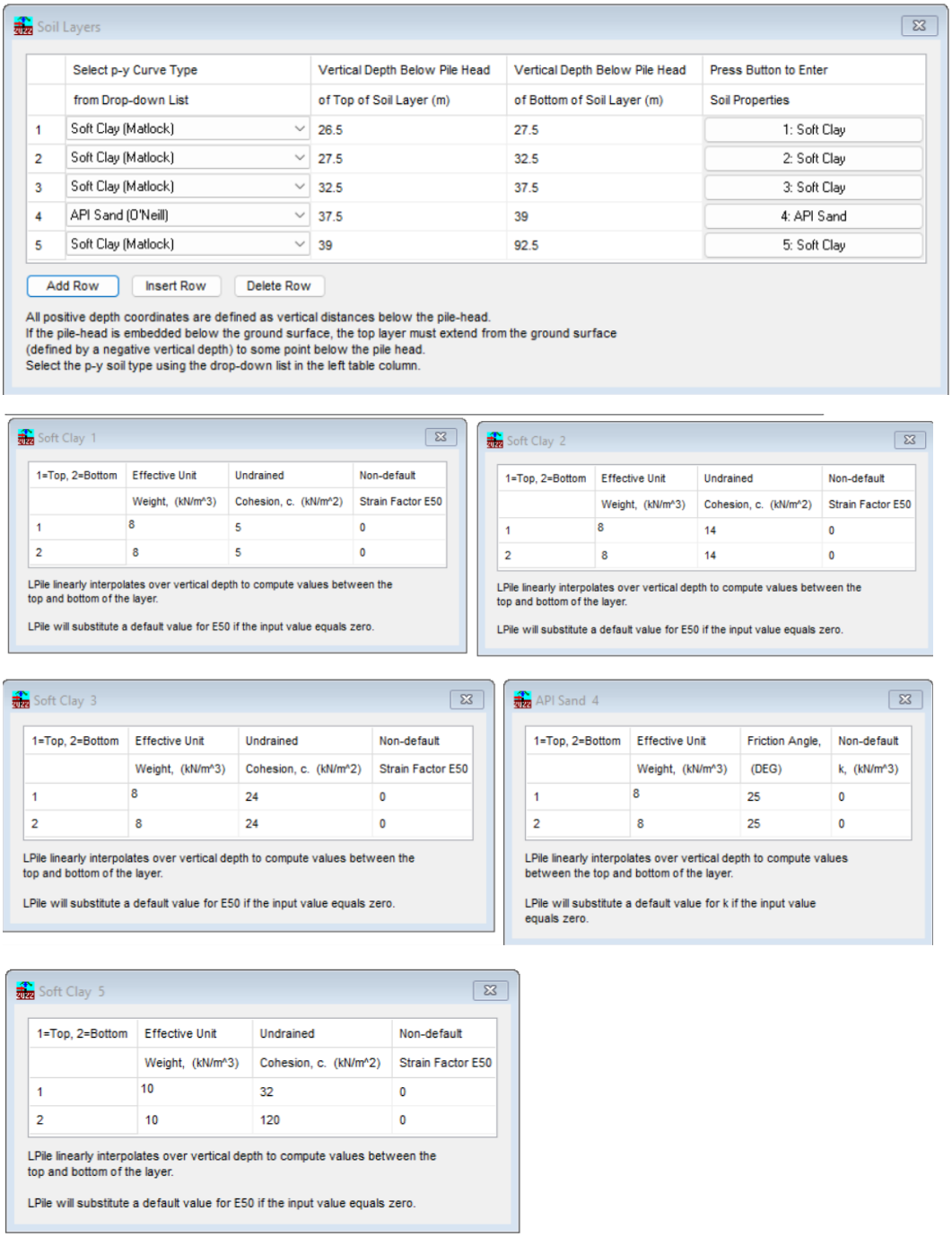


Figura 3 – Dati Geotecnici Lpile

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

6.4 CONDIZIONE CARICO 1 - ALS

Viene considera la condizione ALS in accordo con quanto descritto al Par.5

Si considera il seguente carico:

- Azione dei fenders 2 x 215 ton (Load factor γf = 1.20 Abnormal)

  F = 1.20 x 2 x 2150 = 5160 kN

  Si considera inoltre una forza parallela al pannello dovuta all'attrito con coeff. μ = 0.20

  La forza risultante composta vettorialmente viene amplificata:

  $(1.00^2 + 0.20^2)^{0.5}$ = 1.02

  F = 5160 x 1.02 = 5263 kN → 5300 kN considerati

  La forza viene distribuita su 4 m con risultante a Z = +5.0 m:

  Carico equivalente distribuito:

  q = 5300 / 4 m = 1325 kN/m

  Carico applicato da quota +7.0 a quota +3.0 m (Z Lpile da 1.5 m a 5.5 m)

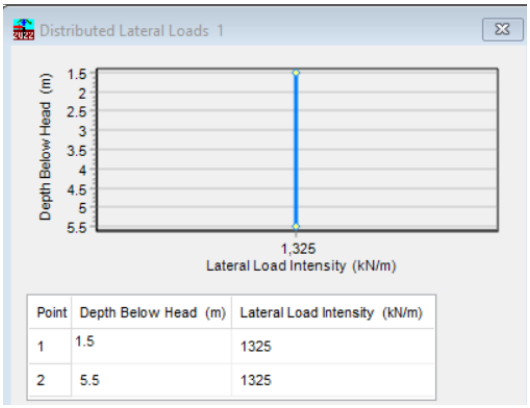


Figura 4 – Condizione Carico 1 ALS – Carichi assegnati Lpile

6.5 CONDIZIONE CARICO 2 - ULS

Viene considera la condizione ULS in accordo con quanto descritto al Par.5

Si considerano i seguenti carichi: combinati

- Azione dei due ganci a scocco da 150 ton (Load factor γf = 1.30)

  F = 1.30 x [2 x 0.6 x 1500] = 2340 kN

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

- Azione dei fenders in condizioni di esercizio con FSRU ormeggiata 260 ton (Load factor γf = 1.35 Normal)

  Questa azione è la massima che risulta dalle analisi di ormeggio effettuate con Optimoor. Le analisi successive più sofisticate conducono ad una forza massima di circa 200 ton. Si considera comunque a favore di sicurezza il valore di 260 ton in quanto l'analisi effettuata con questo valore conduce a sollecitazioni massime dello stesso ordine di quelle ottenute con al condizione di carico 1 illustrata al punto precedente.

  F = 1.35 x 2600 = 3510 kN

  Le due forze 2340 kN (ganci) e 3510 kN (fenders) non hanno la stessa direzione.

  Si considera che il tiro dei ganci (spring), quasi parallelo al pannello, sia inclinato di 30° rispetto alla linea di ormeggio conseguentemente:

  Componente tiro parallela al pannello = 2340 x Cos 30° = 2027 kN

  Componente tiro perpendicolare al pannello = 2340 x Sin 30° = 1170 kN

  Componendo vettorialmente le forze si ottiene la risultante:

  $R = [(3510+1170)^2 + 2027^2)]^{0.5} = 5100$ kN

  Si applicano conseguentemente le seguenti forze:

  F pannello = 3510 kN

  F gancio = 5100 – 3510 = 1590 kN (1600 kN)

  La Forza del gancio applicata a quota + 8.50 m (Z Lpile = 0.0 m)

  La forza sul pannello viene distribuita su 4 m con risultante a Z = +5.0 m:

  Carico equivalente distribuito:

  q = 3510 / 4 m = 878 kN/m

  Carico applicato da quota +7.0 a quota +3.0 m (Z Lpile da 1.5 m a 5.5 m)

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

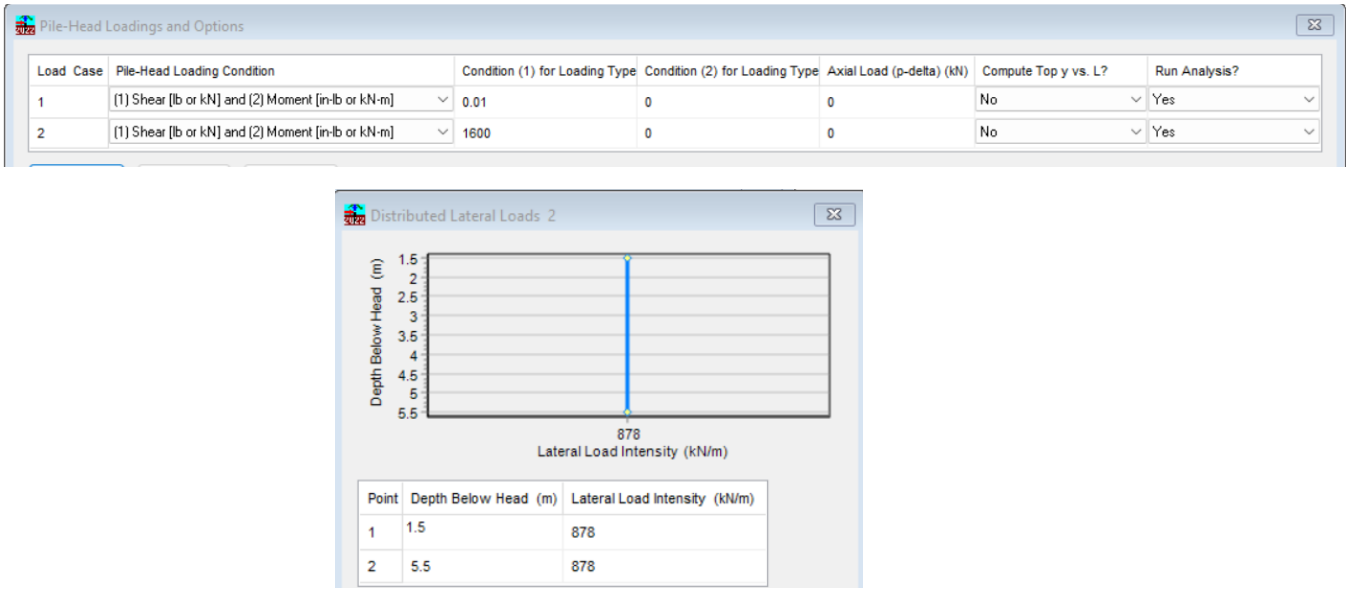


Figura 5 – Condizione Carico 2 ULS – Carichi assegnati Lpile

6.6 RISULTATI ANALISI

Vengono riportati i diagrammi significativi di deformazione e azioni interne per le due condizioni di carico

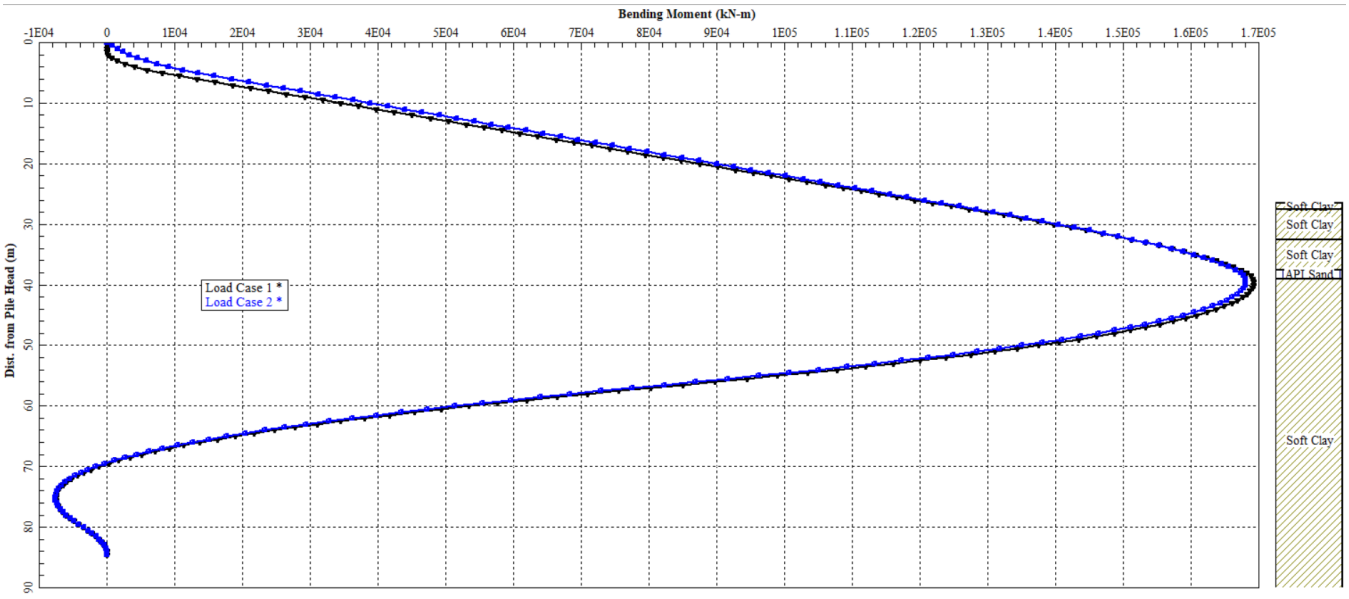


Figura 6 – Diagrammi momento (kNm)

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

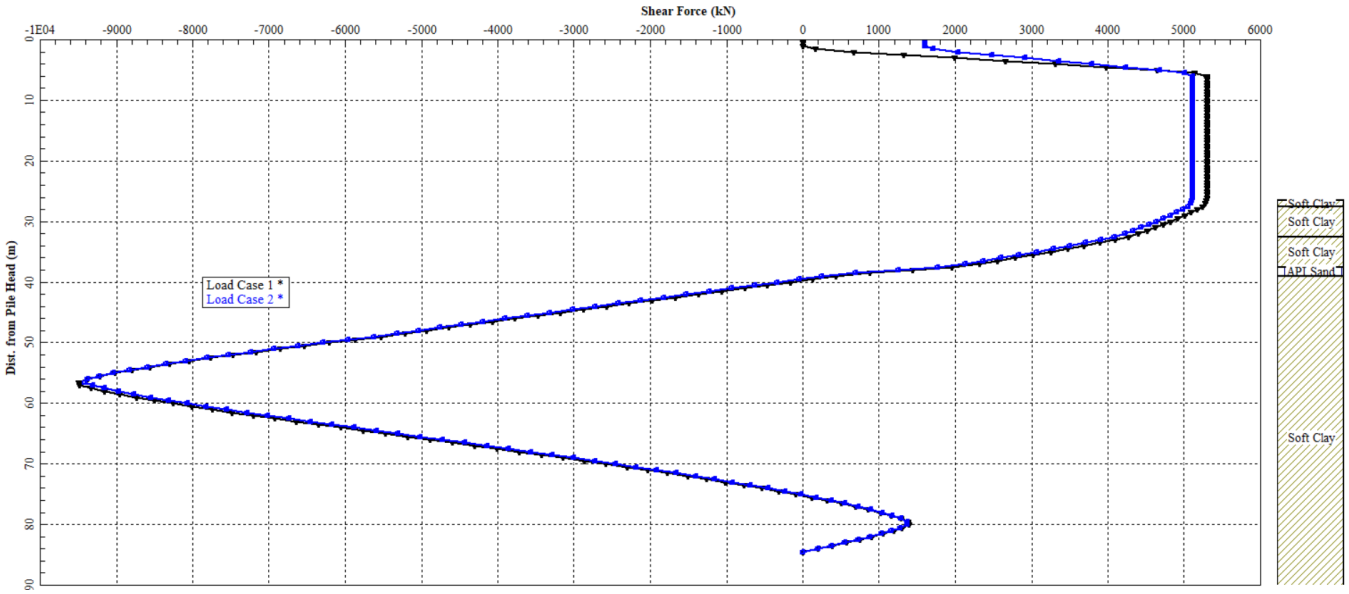


Figura 7 – Diagrammi taglio (kN)

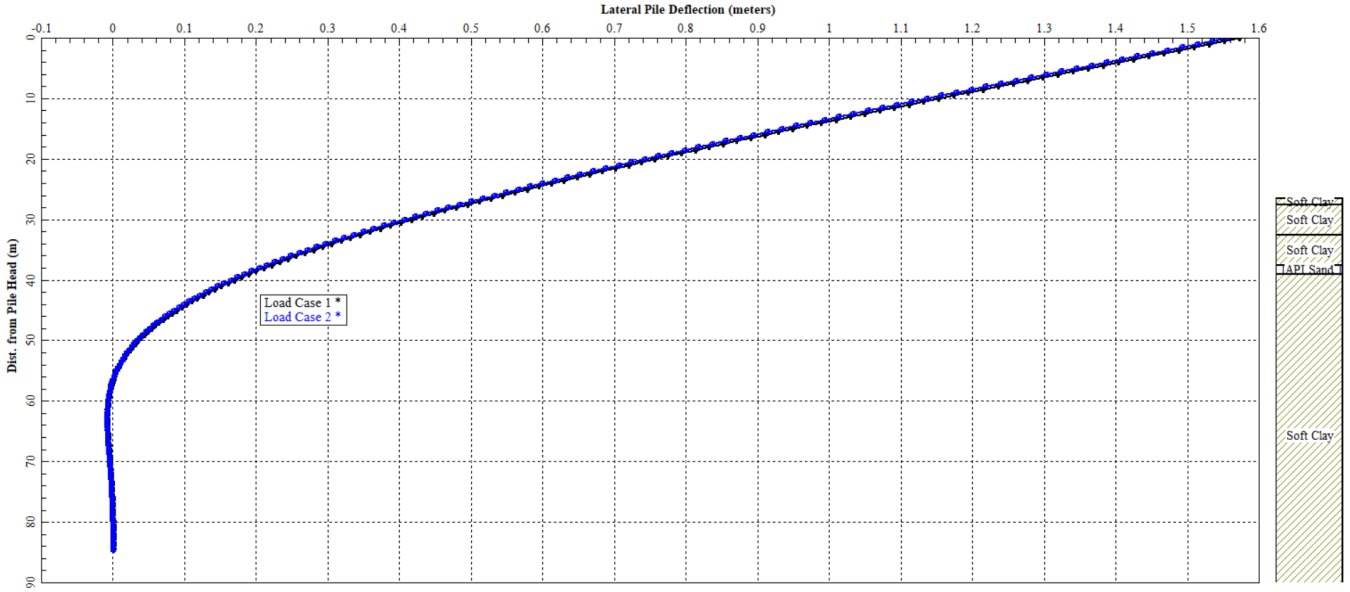


Figura 8 – Deformate (m)

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

6.7 VERIFICHE STRUTTURALI

Vengono riportate le verifiche strutturali per le varie sezioni tubolari in accordo con ISO 19902Rif.[B4].

PILE CHECKS - ISO19902 — **FSRU RAVENNA -VERIFICA BRICCOLA ACCOSTO DIA 3000 mm**

Sec.	L Sec.	Lpile		D	t	Corr.	D	t	D/t	D/t	Mat.	F_y	f_b	Z_e	Z_p	M_{Res}	M_{Sd}	U.C.	Sec.
	m	Z_{Top}	Z_{Bottom}	mm	mm	mm	mm	mm	-	check		Mpa	Mpa	cm^3	cm^3	kNm	kNm	M_{Sd} / M_{Res}	
1	8.00	0.00	8.00	3000	70	2	2996	68	44.1	Ok	S355	325	404	447,718	583,081	172,190	40,000	0.23	1
2	12.00	8.00	20.00	3000	60	2	2996	58	51.7	Ok	S355	335	399	385,745	500,712	146,556	90,000	0.61	2
3	7.50	20.00	27.50	3000	70	2	2996	68	44.1	Ok	S355	325	404	447,718	583,081	172,190	140,000	0.81	3
4	27.00	27.50	54.50	3000	80	1	2998	79	37.9	Ok	S355	325	416	515,117	673,289	203,913	170,000	0.83	4
5	9.00	54.50	63.50	3000	70	1	2998	69	43.4	Ok	S355	325	405	454,471	592,063	175,288	110,000	0.63	5
6	21.00	63.50	84.50	3000	60	1	2998	59	50.8	Ok	S355	335	401	392,540	509,694	149,748	50,000	0.33	6
7																			7
8																			8
9																			9
10																			10

Sec.	D/t	f_b	D/t	f_b	D/t	f_b	Sec.
	<	Mpa	<	Mpa	<	Mpa	
1	33.4	423	66.8	404	129.2	376	1
2	32.4	435	64.8	399	125.4	382	2
3	33.4	423	66.8	404	129.2	376	3
4	33.4	425	66.8	416	129.2	380	4
5	33.4	423	66.8	405	129.2	376	5
6	32.4	435	64.8	401	125.4	382	6
7							7
8							8
9							9
10							10

E = 2.1E+05 Mpa
$\gamma_{R,b}$ = 1.05
γ_F = 1.30

$M_{Res} = Z_e * f_b / \gamma_{R,b}$
$M_{sd} = \gamma_F * M_o$

$$f_b = \left(\frac{Z_p}{Z_e}\right) f_y \quad \text{for } \frac{f_y D}{Et} \le 0{,}0517 \qquad (13.2\text{-}13)$$

$$f_b = \left[1{,}13 - 2{,}58\left(\frac{f_y D}{Et}\right)\right]\left(\frac{Z_p}{Z_e}\right) f_y \quad \text{for } 0{,}0517 < \frac{f_y D}{Et} \le 0{,}1034 \qquad (13.2\text{-}14)$$

$$f_b = \left[0{,}94 - 0{,}76\left(\frac{f_y D}{Et}\right)\right]\left(\frac{Z_p}{Z_e}\right) f_y \quad \text{for } 0{,}1034 < \frac{f_y D}{Et} \le 0{,}2 \qquad (13.2\text{-}15)$$

Tabella 6-1: Verifiche strutturali - ISO 19902

massimo valore di utilizzo (U.C. = Unity Check) risulta:

U.C.Max = 0.83 < 1.00 : Strutture verificate.

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

La seguente figura riporta su tutta la lunghezza del palo il confronto tra momenti agenti M_{sd} e momento resistente M_{rd}.

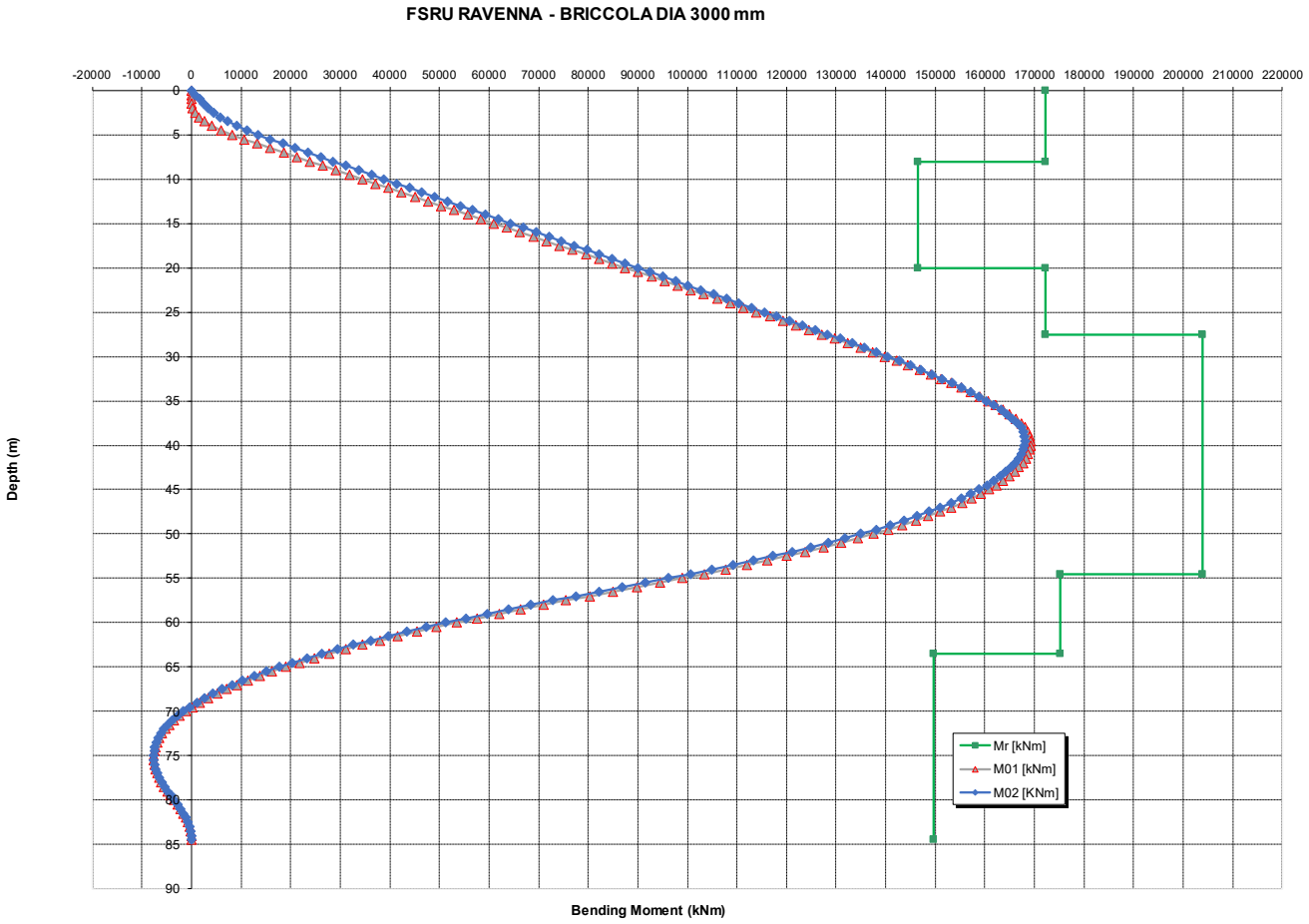


Figura 9 – Diagrammi Momento agente / Momento resistente (kNm)

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

6.8 VERIFICHE CAPACITA' PORTANTE

Il peso complessivo della bricola monopalo risulta: W_0 = 5500 kN (come da modello strutturale)
Fattorizzando allo stato limite ultimo: W_{sd} = 1.30 x 5500 = 7150 kN

La capacità portante fattorizzata per l'infissione di 58 m, calcolata in accordo con NTC Rif.[B1] (figura successiva): risulta: R_{cd} = 22000 kN

F.S. = 22000 / 7150 = 3.08 > 1.00 O.k.

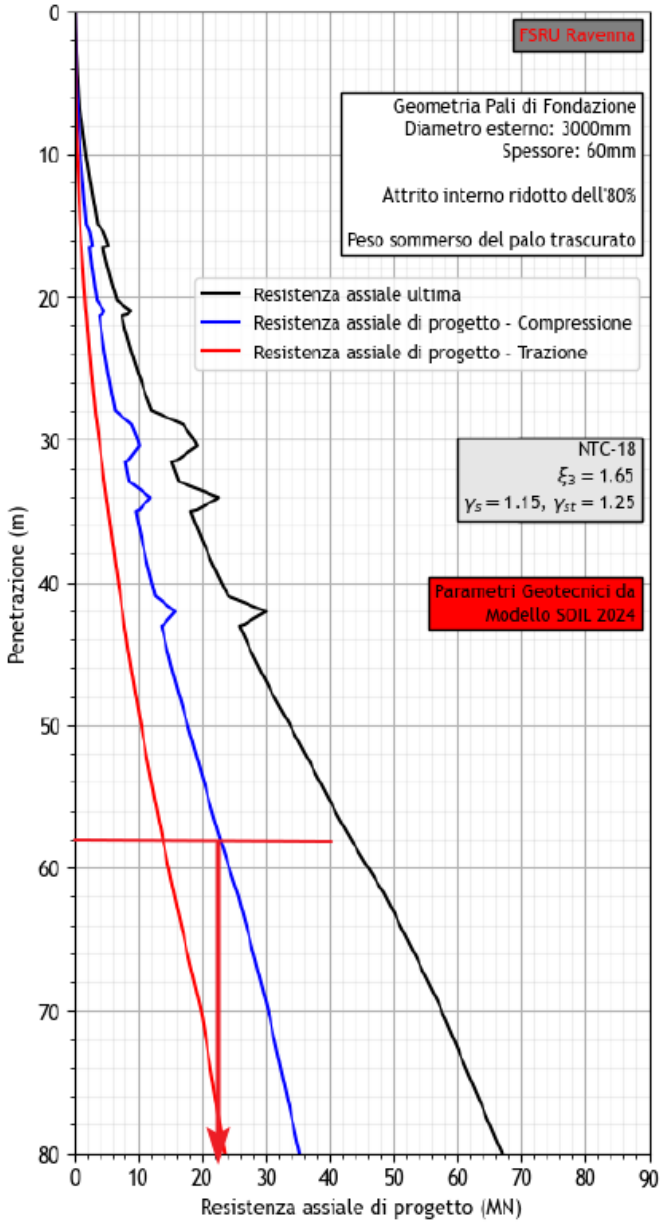


Figura 10 – Curva capacità portante ultima fattorizzata in accordo con NTC

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

7 APPENDICE 1 : OUTPUT ANALISI LPILE

```
================================================================================

                     LPile for Windows, Version 2022-12.010

                  Analysis of Individual Piles and Drilled Shafts
                 Subjected to Lateral Loading Using the p-y Method
                            © 1985-2022 by Ensoft, Inc.
                                All Rights Reserved

================================================================================

This copy of LPile is being used by:

TECON
ASSAGO (MI) ITALY


Serial Number of Security Device: 247090280

This copy of LPile is licensed for exclusive use by:

Tecon SRL, Assago, Milan, , ITALY

Use of this software by employees of Tecon SRL
other than those of the office site in Assago, Milan, , ITALY
is a violation of the software license agreement.

--------------------------------------------------------------------------------
                             Files Used for Analysis
--------------------------------------------------------------------------------

Path to file locations:
\Dropbox\100 PROG DATA\LPILE\1762 ROS RAVENNA FSRU\03 MIE ANALISI\

Name of input data file:
02  BREASTING 3000 X 60-80 TERRENO DRAGATO - 18  SOIL PROP X 0.80.lp12d

Name of output report file:
02  BREASTING 3000 X 60-80 TERRENO DRAGATO - 18  SOIL PROP X 0.80.lp12o

Name of plot output file:
02  BREASTING 3000 X 60-80 TERRENO DRAGATO - 18  SOIL PROP X 0.80.lp12p

Name of runtime message file:
02  BREASTING 3000 X 60-80 TERRENO DRAGATO - 18  SOIL PROP X 0.80.lp12r


--------------------------------------------------------------------------------
                           Date and Time of Analysis
--------------------------------------------------------------------------------

               Date:  December 20, 2023           Time:  12:27:27


--------------------------------------------------------------------------------
                                  Problem Title
--------------------------------------------------------------------------------

fsru RAVENNA - PALO BRICCOLA

Client:
Engineer:
Description:


--------------------------------------------------------------------------------
                          Program Options and Settings
--------------------------------------------------------------------------------
```

```
Computational Options:
 - Conventional Analysis
Engineering Units Used for Data Input and Computations:
 - International System Units (kilonewtons, meters, millimeters)

Analysis Control Options:
 - Maximum number of iterations allowed                =          500
 - Deflection tolerance for convergence                =   2.5400E-04 m
 - Maximum allowable deflection                        =       2.5400 m
 - Number of pile increments                           =          169

Loading Type and Number of Cycles of Loading:
 - Cyclic loading specified
 - Number of cycles of loading                         =         1000 cycles
 - Use of p-y modification factors for p-y curves not selected
 - Analysis uses layering correction (Method of Georgiadis)
 - Analysis includes loading by multiple distributed lateral loads acting on pile
 - Loading by lateral soil movements acting on pile not selected
 - Input of shear resistance at the pile tip not selected
 - Input of moment resistance at the pile tip not selected
 - Computation of pile-head foundation stiffness matrix not selected
 - Push-over analysis of pile not selected
 - Buckling analysis of pile not selected

Output Options:
 - Output files use decimal points to denote decimal symbols.
 - Values of pile-head deflection, bending moment, shear force, and
   soil reaction are printed for full length of pile.
 - Printing Increment (nodal spacing of output points) = 1
 - No p-y curves to be computed and reported for user-specified depths
 - Print using wide report formats



---------------------------------------------------------------------------
                    Pile Structural Properties and Geometry
---------------------------------------------------------------------------

Number of pile sections defined                        =           6
Total length of pile                                   =      84.500 m
Depth of ground surface below top of pile              =     26.5000 m

Pile diameters used for p-y curve computations are defined using 12 points.

p-y curves are computed using pile diameter values interpolated with depth over
the length of the pile. A summary of values of pile diameter vs. depth follows.

            Depth Below          Pile
Point        Pile Head         Diameter
               meters        millimeters
-----      -------------     -------------
  1             0.000           3000.00
  2             8.000           3000.00
  3             8.000           3000.00
  4            20.000           3000.00
  5            20.000           3000.00
  6            27.500           3000.00
  7            27.500           3000.00
  8            54.500           3000.00
  9            54.500           3000.00
 10            63.500           3000.00
 11            63.500           3000.00
 12            84.500           3000.00


Input Structural Properties for Pile Sections:
----------------------------------------------

Pile Section No. 1:

   Section 1 is an elastic pile
   Cross-sectional Shape                               =   Circular Pipe
   Length of section                                   =     8.000000 m
   Width of top of section                             =     3.000000 m
   Width of bottom of section                          =     3.000000 m
```

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

```
   Wall Thickness at Top                    =     0.070000 m
   Wall Thickness at Bottom                 =     0.070000 m
   Top Area                                 =     0.554177 sq. m
   Bottom Area                              =     0.554177 sq. m
   Moment of Inertia at Top                 =     0.599010 m^4
   Moment of Inertia at Bottom              =     0.599010 m^4
   Elastic Modulus                          =   210000000. kPa

Pile Section No. 2:

   Section 2 is an elastic pile
   Cross-sectional Shape                    =   Circular Pipe
   Length of section                        =    12.000000 m
   Width of top of section                  =     3.000000 m
   Width of bottom of section               =     3.000000 m
   Wall Thickness at Top                    =     0.060000 m
   Wall Thickness at Bottom                 =     0.060000 m
   Top Area                                 =     0.644341 sq. m
   Bottom Area                              =     0.644341 sq. m
   Moment of Inertia at Top                 =     0.691845 m^4
   Moment of Inertia at Bottom              =     0.691845 m^4
   Elastic Modulus                          =   210000000. kPa

Pile Section No. 3:

   Section 3 is an elastic pile
   Cross-sectional Shape                    =   Circular Pipe
   Length of section                        =     7.500000 m
   Width of top of section                  =     3.000000 m
   Width of bottom of section               =     3.000000 m
   Wall Thickness at Top                    =     0.070000 m
   Wall Thickness at Bottom                 =     0.070000 m
   Top Area                                 =     0.733876 sq. m
   Bottom Area                              =     0.733876 sq. m
   Moment of Inertia at Top                 =     0.782752 m^4
   Moment of Inertia at Bottom              =     0.782752 m^4
   Elastic Modulus                          =   210000000. kPa

Pile Section No. 4:

   Section 4 is an elastic pile
   Cross-sectional Shape                    =   Circular Pipe
   Length of section                        =    27.000000 m
   Width of top of section                  =     3.000000 m
   Width of bottom of section               =     3.000000 m
   Wall Thickness at Top                    =     0.080000 m
   Wall Thickness at Bottom                 =     0.080000 m
   Top Area                                 =     0.644341 sq. m
   Bottom Area                              =     0.644341 sq. m
   Moment of Inertia at Top                 =     0.691845 m^4
   Moment of Inertia at Bottom              =     0.691845 m^4
   Elastic Modulus                          =   210000000. kPa

Pile Section No. 5:

   Section 5 is an elastic pile
   Cross-sectional Shape                    =   Circular Pipe
   Length of section                        =     9.000000 m
   Width of top of section                  =     3.000000 m
   Width of bottom of section               =     3.000000 m
   Wall Thickness at Top                    =     0.070000 m
   Wall Thickness at Bottom                 =     0.070000 m
   Top Area                                 =     0.554177 sq. m
   Bottom Area                              =     0.554177 sq. m
   Moment of Inertia at Top                 =     0.599010 m^4
   Moment of Inertia at Bottom              =     0.599010 m^4
   Elastic Modulus                          =   210000000. kPa

Pile Section No. 6:

   Section 6 is an elastic pile
   Cross-sectional Shape                    =   Circular Pipe
   Length of section                        =    21.000000 m
   Width of top of section                  =     3.000000 m
   Width of bottom of section               =     3.000000 m
   Wall Thickness at Top                    =     0.060000 m
   Wall Thickness at Bottom                 =     0.060000 m
```

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

```
   Top Area                                        =     0.554177 sq. m
   Bottom Area                                     =     0.554177 sq. m
   Moment of Inertia at Top                        =     0.599010 m^4
   Moment of Inertia at Bottom                     =     0.599010 m^4
   Elastic Modulus                                 =   210000000. kPa


--------------------------------------------------------------------------------
                     Soil and Rock Layering Information
--------------------------------------------------------------------------------

The soil profile is modelled using 5 layers

Layer 1 is soft clay, p-y criteria by Matlock, 1970

   Distance from top of pile to top of layer       =    26.500000 m
   Distance from top of pile to bottom of layer    =    27.500000 m
   Effective unit weight at top of layer           =     8.000000 kN/m3
   Effective unit weight at bottom of layer        =     8.000000 kN/m3
   Undrained cohesion at top of layer              =     5.000000 kPa
   Undrained cohesion at bottom of layer           =     5.000000 kPa
   Epsilon-50 at top of layer                      =       0.0000
   Epsilon-50 at bottom of layer                   =       0.0000

   NOTE: Default values for Epsilon-50 will be computed for this layer.


Layer 2 is soft clay, p-y criteria by Matlock, 1970

   Distance from top of pile to top of layer       =    27.500000 m
   Distance from top of pile to bottom of layer    =    32.500000 m
   Effective unit weight at top of layer           =     8.000000 kN/m3
   Effective unit weight at bottom of layer        =     8.000000 kN/m3
   Undrained cohesion at top of layer              =    14.000000 kPa
   Undrained cohesion at bottom of layer           =    14.000000 kPa
   Epsilon-50 at top of layer                      =       0.0000
   Epsilon-50 at bottom of layer                   =       0.0000

   NOTE: Default values for Epsilon-50 will be computed for this layer.


Layer 3 is soft clay, p-y criteria by Matlock, 1970

   Distance from top of pile to top of layer       =    32.500000 m
   Distance from top of pile to bottom of layer    =    37.500000 m
   Effective unit weight at top of layer           =     8.000000 kN/m3
   Effective unit weight at bottom of layer        =     8.000000 kN/m3
   Undrained cohesion at top of layer              =    24.000000 kPa
   Undrained cohesion at bottom of layer           =    24.000000 kPa
   Epsilon-50 at top of layer                      =       0.0000
   Epsilon-50 at bottom of layer                   =       0.0000

   NOTE: Default values for Epsilon-50 will be computed for this layer.


Layer 4 is sand, p-y criteria by API RP-2A, 1987

   Distance from top of pile to top of layer       =    37.500000 m
   Distance from top of pile to bottom of layer    =    39.000000 m
   Effective unit weight at top of layer           =     8.000000 kN/m3
   Effective unit weight at bottom of layer        =     8.000000 kN/m3
   Friction angle at top of layer                  =    25.000000 deg.
   Friction angle at bottom of layer               =    25.000000 deg.
   Subgrade k at top of layer                      =       0.0000 kN/m3
   Subgrade k at bottom of layer                   =       0.0000 kN/m3

   NOTE: Default values for subgrade k will be computed for this layer.

Layer 5 is soft clay, p-y criteria by Matlock, 1970

   Distance from top of pile to top of layer       =    39.000000 m
   Distance from top of pile to bottom of layer    =    92.500000 m
   Effective unit weight at top of layer           =    10.000000 kN/m3
   Effective unit weight at bottom of layer        =    10.000000 kN/m3
   Undrained cohesion at top of layer              =    32.000000 kPa
   Undrained cohesion at bottom of layer           =   120.000000 kPa
```

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

```
   Epsilon-50 at top of layer                          =       0.0000
   Epsilon-50 at bottom of layer                       =       0.0000

   NOTE: Default values for Epsilon-50 will be computed for this layer.


 (Depth of the lowest soil layer extends 8.000 m below the pile tip)


--------------------------------------------------------------------------------
                      Summary of Input Soil Properties
--------------------------------------------------------------------------------

Layer         Soil Type          Layer      Effective    Cohesion     Angle of        E50
 Num.          Name              Depth      Unit Wt.                  Friction        or          kpy
          (p-y Curve Type)         m         kN/m3         kPa         deg.          krm         kN/m3
-----   -------------------   ----------   ----------   ----------   ----------   ----------   ----------
  1            Soft             26.5000       8.0000       5.0000       --         default        --
               Clay             27.5000       8.0000       5.0000       --         default        --
  2            Soft             27.5000       8.0000      14.0000       --         default        --
               Clay             32.5000       8.0000      14.0000       --         default        --
  3            Soft             32.5000       8.0000      24.0000       --         default        --
               Clay             37.5000       8.0000      24.0000       --         default        --
  4            API              37.5000       8.0000        --         25.0000       --         default
               Sand             39.0000       8.0000        --         25.0000       --         default
  5            Soft             39.0000      10.0000      32.0000       --         default        --
               Clay             92.5000      10.0000     120.0000       --         default        --


--------------------------------------------------------------------------------
                              Cyclic Loading Type
--------------------------------------------------------------------------------

Cyclic loading criteria were used for computation of p-y curves for all analyses.

Number of cycles of loading = 1000


--------------------------------------------------------------------------------
             Distributed Lateral Loading for Individual Load Cases
--------------------------------------------------------------------------------

Distributed lateral load intensity for Load Case 1 defined using 2 points

Point          Depth X          Dist. Load
 No.             m               kN/m
-----         ----------       ----------
  1              1.500           1325.000
  2              5.500           1325.000


Distributed lateral load intensity for Load Case 2 defined using 2 points

Point          Depth X          Dist. Load
 No.             m               kN/m
-----         ----------       ----------
  1              1.500            878.000
  2              5.500            878.000




--------------------------------------------------------------------------------
               Pile-head Loading and Pile-head Fixity Conditions
--------------------------------------------------------------------------------

Number of loads specified = 2

Load    Load         Condition                Condition          Axial Thrust      Compute Top y     Run Analysis
 No.    Type            1                        2                Force, kN       vs. Pile Length
-----   ----   --------------------   ----------------------   ----------------   ---------------   ------------
   1     1     V =     0.010000 kN    M =       0.0000 m-kN          0.0000000         No               Yes
   2     1     V =        1600. kN    M =       0.0000 m-kN          0.0000000         No               Yes

V = shear force applied normal to pile axis
```

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

```
M = bending moment applied to pile head
y = lateral deflection normal to pile axis
S = pile slope relative to original pile batter angle
R = rotational stiffness applied to pile head
Values of top y vs. pile lengths can be computed only for load types with
specified shear loading (Load Types 1, 2, and 3).
Thrust force is assumed to be acting axially for all pile batter angles.


--------------------------------------------------------------------------------
     Computations of Nominal Moment Capacity and Nonlinear Bending Stiffness
--------------------------------------------------------------------------------

Axial thrust force values were determined from pile-head loading conditions

Number of Pile Sections Analyzed = 6

Pile Section No. 1:
-------------------
Moment-curvature properties were derived from elastic section properties


Pile Section No. 2:
-------------------
Moment-curvature properties were derived from elastic section properties


Pile Section No. 3:
-------------------
Moment-curvature properties were derived from elastic section properties


Pile Section No. 4:
-------------------
Moment-curvature properties were derived from elastic section properties


Pile Section No. 5:
-------------------
Moment-curvature properties were derived from elastic section properties


Pile Section No. 6:
-------------------
Moment-curvature properties were derived from elastic section properties


--------------------------------------------------------------------------------
           Layering Correction Equivalent Depths of Soil & Rock Layers
--------------------------------------------------------------------------------

          Top of    Equivalent
           Layer     Top Depth  Same Layer  Layer is        F0          F1
Layer      Below       Below      Type As    Rock or     Integral    Integral
 No.    Pile Head   Grnd Surf     Layer     is Below    for Layer   for Layer
         meters      meters       Above    Rock Layer      kN          kN
-----  ----------  ----------  ----------  ----------  ----------  ----------
  1       26.5000        0.00      N.A.        No            0.00     42.1083
  2       27.5000      2.3342      Yes         No         42.1083    994.8588
  3       32.5000      8.9504      Yes         No           1037.       2215.
  4       37.5000      8.3502      No          No           3252.       1699.
  5       39.0000     16.5806      No          No           4951.       N.A.

Notes: The F0 integral of Layer n+1 equals the sum of the F0 and F1 integrals
       for Layer n. Layering correction equivalent depths are computed only
       for soil types with both shallow-depth and deep-depth expressions for
       peak lateral load transfer. These soil types are soft and stiff clays,
       non-liquefied sands, and cemented c-phi soil.



--------------------------------------------------------------------------------
                 Computed Values of Pile Loading and Deflection
                   for Lateral Loading for Load Case Number 1
```

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Pile-head conditions are Shear and Moment (Loading Type 1)

Shear force at pile head = 0.010 kN
Applied moment at pile head = 0.000 kN-m
Axial thrust load on pile head = 0.000 kN

Depth X meters	Deflect. y meters	Bending Moment kN-m	Shear Force kN	Slope S radians	Total Stress kPa*	Bending Stiffness kN-m^2	Soil Res. p kN/m	Soil Spr. Es*H kN/m	Distrib. Lat. Load kN/m
0.00	1.5728	7.49E-06	0.01000	-0.04224	1.87E-05	1.26E+08	0.00	0.00	0.00
0.5000	1.5517	0.00500	0.01000	-0.04224	0.01253	1.26E+08	0.00	0.00	0.00
1.0000	1.5306	0.01000	0.01000	-0.04224	0.02505	1.26E+08	0.00	0.00	0.00
1.5000	1.5094	0.01500	165.6350	-0.04224	0.03757	1.26E+08	0.00	0.00	662.5000
2.0000	1.4883	165.6450	662.5100	-0.04224	414.7970	1.26E+08	0.00	0.00	1325.
2.5000	1.4672	662.5250	1325.	-0.04224	1659.	1.26E+08	0.00	0.00	1325.
3.0000	1.4461	1491.	1988.	-0.04224	3733.	1.26E+08	0.00	0.00	1325.
3.5000	1.4250	2650.	2650.	-0.04223	6636.	1.26E+08	0.00	0.00	1325.
4.0000	1.4038	4141.	3313.	-0.04221	10369.	1.26E+08	0.00	0.00	1325.
4.5000	1.3827	5963.	3975.	-0.04219	14931.	1.26E+08	0.00	0.00	1325.
5.0000	1.3616	8116.	4638.	-0.04217	20323.	1.26E+08	0.00	0.00	1325.
5.5000	1.3406	10600.	5134.	-0.04213	26544.	1.26E+08	0.00	0.00	662.5000
6.0000	1.3195	13250.	5300.	-0.04208	33180.	1.26E+08	0.00	0.00	0.00
6.5000	1.2985	15900.	5300.	-0.04202	39816.	1.26E+08	0.00	0.00	0.00
7.0000	1.2775	18550.	5300.	-0.04195	46452.	1.26E+08	0.00	0.00	0.00
7.5000	1.2565	21200.	5300.	-0.04188	53088.	1.26E+08	0.00	0.00	0.00
8.0000	1.2356	23850.	5300.	-0.04179	59724.	1.26E+08	0.00	0.00	0.00
8.5000	1.2148	26500.	5300.	-0.04169	57455.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
9.0000	1.1939	29150.	5300.	-0.04160	63201.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
9.5000	1.1732	31800.	5300.	-0.04149	68946.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
10.0000	1.1524	34450.	5300.	-0.04138	74692.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
10.5000	1.1318	37100.	5300.	-0.04126	80437.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
11.0000	1.1112	39750.	5300.	-0.04112	86183.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
11.5000	1.0907	42400.	5300.	-0.04098	91928.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
12.0000	1.0702	45050.	5300.	-0.04083	97674.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
12.5000	1.0498	47700.	5300.	-0.04067	103419.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
13.0000	1.0295	50350.	5300.	-0.04050	109165.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
13.5000	1.0093	53000.	5300.	-0.04032	114910.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
14.0000	0.9892	55650.	5300.	-0.04014	120656.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
14.5000	0.9692	58300.	5300.	-0.03994	126402.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
15.0000	0.9493	60950.	5300.	-0.03974	132147.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
15.5000	0.9294	63600.	5300.	-0.03952	137893.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
16.0000	0.9097	66250.	5300.	-0.03930	143638.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
16.5000	0.8901	68900.	5300.	-0.03907	149384.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
17.0000	0.8707	71550.	5300.	-0.03882	155129.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
17.5000	0.8513	74200.	5300.	-0.03857	160875.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
18.0000	0.8321	76850.	5300.	-0.03831	166620.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
18.5000	0.8130	79500.	5300.	-0.03804	172366.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
19.0000	0.7941	82150.	5300.	-0.03777	178111.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
19.5000	0.7752	84800.	5300.	-0.03748	183857.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
20.0000	0.7566	87450.	5300.	-0.03718	189602.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
20.5000	0.7381	90100.	5300.	-0.03690	172660.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
21.0000	0.7197	92750.	5300.	-0.03662	177739.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
21.5000	0.7014	95400.	5300.	-0.03633	182817.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
22.0000	0.6834	98050.	5300.	-0.03604	187895.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
22.5000	0.6654	100700.	5300.	-0.03573	192973.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
23.0000	0.6476	103350.	5300.	-0.03542	198052.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
23.5000	0.6300	106000.	5300.	-0.03511	203130.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
24.0000	0.6125	108650.	5300.	-0.03478	208208.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
24.5000	0.5952	111300.	5300.	-0.03445	213286.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
25.0000	0.5781	113950.	5300.	-0.03410	218365.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
25.5000	0.5611	116600.	5300.	-0.03375	223443.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
26.0000	0.5443	119250.	5300.	-0.03339	228521.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
26.5000	0.5277	121900.	5292.	-0.03303	233599.	1.64E+08	-31.060	29.4292	0.00
27.0000	0.5113	124543.	5274.	-0.03265	238663.	1.64E+08	-40.684	39.7859	0.00
27.5000	0.4951	127175.	5237.	-0.03227	243707.	1.64E+08	-108.186	109.2664	0.00
28.0000	0.4790	129780.	5172.	-0.03185	281377.	1.45E+08	-152.648	159.3344	0.00
28.5000	0.4632	132346.	5093.	-0.03140	286943.	1.45E+08	-164.733	177.8190	0.00
29.0000	0.4476	134872.	5007.	-0.03094	292419.	1.45E+08	-176.295	196.9258	0.00
29.5000	0.4323	137354.	4917.	-0.03047	297799.	1.45E+08	-185.286	214.3219	0.00
30.0000	0.4171	139789.	4822.	-0.03000	303079.	1.45E+08	-194.002	232.5358	0.00
30.5000	0.4023	142176.	4723.	-0.02951	308254.	1.45E+08	-202.437	251.6213	0.00
31.0000	0.3876	144512.	4620.	-0.02902	313319.	1.45E+08	-210.590	271.6362	0.00
31.5000	0.3732	146795.	4512.	-0.02852	318270.	1.45E+08	-218.458	292.6432	0.00
32.0000	0.3591	149024.	4401.	-0.02801	323102.	1.45E+08	-226.036	314.7101	0.00

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

32.5000	0.3452	151197.	4267.	-0.02749	327812.	1.45E+08	-310.891	450.2512	0.00
33.0000	0.3316	153291.	4092.	-0.02697	332354.	1.45E+08	-391.137	589.7244	0.00
33.5000	0.3183	155288.	3892.	-0.02644	336683.	1.45E+08	-406.889	639.2097	0.00
34.0000	0.3052	157184.	3685.	-0.02590	340792.	1.45E+08	-422.292	691.8479	0.00
34.5000	0.2924	158973.	3470.	-0.02535	344672.	1.45E+08	-437.310	747.8525	0.00
35.0000	0.2798	160653.	3248.	-0.02480	348315.	1.45E+08	-451.914	807.4588	0.00
35.5000	0.2676	162221.	3018.	-0.02425	351713.	1.45E+08	-466.074	870.9269	0.00
36.0000	0.2556	163671.	2785.	-0.02369	354859.	1.45E+08	-467.458	914.4720	0.00
36.5000	0.2439	165005.	2551.	-0.02312	357751.	1.45E+08	-467.462	958.3613	0.00
37.0000	0.2325	166222.	2317.	-0.02255	360390.	1.45E+08	-467.466	1005.	0.00
37.5000	0.2213	167323.	1955.	-0.02198	362775.	1.45E+08	-983.086	2221.	0.00
38.0000	0.2105	168177.	1439.	-0.02140	364627.	1.45E+08	-1081.	2567.	0.00
38.5000	0.1999	168761.	872.7308	-0.02082	365894.	1.45E+08	-1183.	2958.	0.00
39.0000	0.1897	169050.	429.8494	-0.02024	366520.	1.45E+08	-588.730	1552.	0.00
39.5000	0.1797	169191.	134.3945	-0.01966	366826.	1.45E+08	-593.089	1650.	0.00
40.0000	0.1700	169184.	-163.086	-0.01908	366811.	1.45E+08	-596.833	1755.	0.00
40.5000	0.1606	169028.	-462.283	-0.01849	366472.	1.45E+08	-599.954	1868.	0.00
41.0000	0.1515	168722.	-762.883	-0.01791	365809.	1.45E+08	-602.446	1988.	0.00
41.5000	0.1427	168265.	-1065.	-0.01733	364818.	1.45E+08	-604.303	2117.	0.00
42.0000	0.1342	167657.	-1367.	-0.01675	363501.	1.45E+08	-605.516	2256.	0.00
42.5000	0.1260	166898.	-1670.	-0.01618	361855.	1.45E+08	-606.078	2406.	0.00
43.0000	0.1180	165987.	-1973.	-0.01561	359880.	1.45E+08	-605.980	2568.	0.00
43.5000	0.1103	164925.	-2276.	-0.01504	357577.	1.45E+08	-605.214	2742.	0.00
44.0000	0.1030	163712.	-2578.	-0.01447	354946.	1.45E+08	-603.768	2932.	0.00
44.5000	0.09587	162347.	-2879.	-0.01391	351988.	1.45E+08	-601.633	3138.	0.00
45.0000	0.08906	160832.	-3179.	-0.01335	348703.	1.45E+08	-598.797	3362.	0.00
45.5000	0.08252	159168.	-3478.	-0.01280	345094.	1.45E+08	-595.245	3607.	0.00
46.0000	0.07626	157354.	-3775.	-0.01226	341163.	1.45E+08	-590.964	3875.	0.00
46.5000	0.07026	155393.	-4069.	-0.01172	336911.	1.45E+08	-585.936	4170.	0.00
47.0000	0.06454	153286.	-4360.	-0.01119	332341.	1.45E+08	-580.142	4495.	0.00
47.5000	0.05907	151033.	-4649.	-0.01067	327457.	1.45E+08	-573.560	4855.	0.00
48.0000	0.05387	148637.	-4934.	-0.01015	322262.	1.45E+08	-566.164	5255.	0.00
48.5000	0.04892	146099.	-5215.	-0.00964	316761.	1.45E+08	-557.924	5702.	0.00
49.0000	0.04423	143422.	-5527.	-0.00914	310956.	1.45E+08	-691.449	7817.	0.00
49.5000	0.03978	140572.	-5870.	-0.00866	304777.	1.45E+08	-678.794	8532.	0.00
50.0000	0.03557	137553.	-6205.	-0.00818	298231.	1.45E+08	-664.910	9346.	0.00
50.5000	0.03160	134367.	-6534.	-0.00771	291323.	1.45E+08	-649.714	10280.	0.00
51.0000	0.02786	131019.	-6855.	-0.00725	284064.	1.45E+08	-633.103	11361.	0.00
51.5000	0.02435	127512.	-7167.	-0.00681	276461.	1.45E+08	-614.945	12628.	0.00
52.0000	0.02105	123852.	-7469.	-0.00638	268525.	1.45E+08	-595.070	14132.	0.00
52.5000	0.01797	120043.	-7761.	-0.00596	260267.	1.45E+08	-573.247	15947.	0.00
53.0000	0.01510	116090.	-8042.	-0.00555	251698.	1.45E+08	-549.165	18186.	0.00
53.5000	0.01242	112001.	-8310.	-0.00516	242831.	1.45E+08	-522.376	21023.	0.00
54.0000	0.00994	107781.	-8564.	-0.00478	233681.	1.45E+08	-492.217	24754.	0.00
54.5000	0.00765	103437.	-8801.	-0.00442	224264.	1.45E+08	-457.634	29929.	0.00
55.0000	0.00553	98980.	-9020.	-0.00404	247858.	1.26E+08	-416.793	37707.	0.00
55.5000	0.00360	94418.	-9216.	-0.00366	236434.	1.26E+08	-366.891	50889.	0.00
56.0000	0.00187	89764.	-9382.	-0.00329	224781.	1.26E+08	-299.644	80095.	0.00
56.5000	3.15E-04	85035.	-9500.	-0.00294	212940.	1.26E+08	-171.910	273161.	0.00
57.0000	-0.00107	80264.	-9480.	-0.00261	200992.	1.26E+08	252.3434	117674.	0.00
57.5000	-0.00230	75556.	-9334.	-0.00230	189201.	1.26E+08	331.2722	72029.	0.00
58.0000	-0.00338	70930.	-9156.	-0.00201	177618.	1.26E+08	381.9898	56561.	0.00
58.5000	-0.00431	66400.	-8955.	-0.00174	166274.	1.26E+08	420.1063	48702.	0.00
59.0000	-0.00512	61975.	-8738.	-0.00149	155193.	1.26E+08	450.6222	44029.	0.00
59.5000	-0.00580	57662.	-8506.	-0.00125	144394.	1.26E+08	475.8609	41034.	0.00
60.0000	-0.00636	53469.	-8263.	-0.00103	133893.	1.26E+08	497.1140	39051.	0.00
60.5000	-0.00683	49400.	-8010.	-8.22E-04	123703.	1.26E+08	515.1813	37742.	0.00
61.0000	-0.00719	45459.	-7748.	-6.34E-04	113836.	1.26E+08	530.5963	36913.	0.00
61.5000	-0.00746	41651.	-7480.	-4.61E-04	104301.	1.26E+08	543.7345	36449.	0.00
62.0000	-0.00765	37980.	-7205.	-3.02E-04	95106.	1.26E+08	554.8709	36276.	0.00
62.5000	-0.00776	34447.	-6925.	-1.58E-04	86259.	1.26E+08	564.2137	36348.	0.00
63.0000	-0.00781	31054.	-6641.	-2.83E-05	77765.	1.26E+08	571.9250	36632.	0.00
63.5000	-0.00779	27805.	-6354.	8.87E-05	69628.	1.26E+08	578.1333	37109.	0.00
64.0000	-0.00772	24701.	-6063.	1.93E-04	61854.	1.26E+08	582.9430	37767.	0.00
64.5000	-0.00760	21742.	-5771.	2.85E-04	54445.	1.26E+08	586.4401	38599.	0.00
65.0000	-0.00743	18930.	-5477.	3.66E-04	47403.	1.26E+08	588.6963	39604.	0.00
65.5000	-0.00723	16265.	-5183.	4.36E-04	40730.	1.26E+08	589.7727	40785.	0.00
66.0000	-0.00700	13747.	-4888.	4.96E-04	34425.	1.26E+08	589.7213	42146.	0.00
66.5000	-0.00673	11377.	-4593.	5.46E-04	28490.	1.26E+08	588.5874	43699.	0.00
67.0000	-0.00645	9154.	-4299.	5.87E-04	22923.	1.26E+08	586.4108	45455.	0.00
67.5000	-0.00615	7078.	-4007.	6.19E-04	17724.	1.26E+08	583.2263	47432.	0.00
68.0000	-0.00583	5147.	-3716.	6.43E-04	12889.	1.26E+08	579.0651	49649.	0.00
68.5000	-0.00550	3361.	-3428.	6.60E-04	8418.	1.26E+08	573.9550	52131.	0.00
69.0000	-0.00517	1719.	-3143.	6.70E-04	4305.	1.26E+08	567.9208	54907.	0.00
69.5000	-0.00483	218.7897	-2860.	6.74E-04	547.8783	1.26E+08	560.9847	58014.	0.00
70.0000	-0.00450	-1141.	-2582.	6.72E-04	2858.	1.26E+08	553.1664	61494.	0.00
70.5000	-0.00416	-2363.	-2307.	6.65E-04	5918.	1.26E+08	544.4831	65399.	0.00

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

71.0000	-0.00383	-3449.	-2038.	6.54E-04	8636.	1.26E+08	534.9491	69790.	0.00
71.5000	-0.00351	-4401.	-1773.	6.38E-04	11020.	1.26E+08	524.5758	74743.	0.00
72.0000	-0.00319	-5222.	-1513.	6.19E-04	13075.	1.26E+08	513.3711	80350.	0.00
72.5000	-0.00289	-5914.	-1260.	5.97E-04	14809.	1.26E+08	501.3380	86726.	0.00
73.0000	-0.00260	-6481.	-1012.	5.72E-04	16230.	1.26E+08	488.4740	94014.	0.00
73.5000	-0.00232	-6926.	-771.324	5.45E-04	17344.	1.26E+08	474.7685	102398.	0.00
74.0000	-0.00205	-7252.	-537.581	5.17E-04	18161.	1.26E+08	460.2006	112112.	0.00
74.5000	-0.00180	-7464.	-311.348	4.88E-04	18690.	1.26E+08	444.7346	123469.	0.00
75.0000	-0.00156	-7564.	-93.086	4.58E-04	18941.	1.26E+08	428.3139	136894.	0.00
75.5000	-0.00134	-7557.	116.7060	4.28E-04	18923.	1.26E+08	410.8520	152979.	0.00
76.0000	-0.00114	-7447.	317.4733	3.98E-04	18649.	1.26E+08	392.2173	172587.	0.00
76.5000	-9.45E-04	-7239.	508.5799	3.69E-04	18128.	1.26E+08	372.2092	197030.	0.00
77.0000	-7.67E-04	-6939.	689.2612	3.41E-04	17375.	1.26E+08	350.5157	228440.	0.00
77.5000	-6.04E-04	-6550.	858.5484	3.14E-04	16402.	1.26E+08	326.6333	270559.	0.00
78.0000	-4.53E-04	-6080.	1015.	2.89E-04	15225.	1.26E+08	299.7010	330738.	0.00
78.5000	-3.15E-04	-5535.	1157.	2.66E-04	13860.	1.26E+08	268.0928	426065.	0.00
79.0000	-1.87E-04	-4923.	1281.	2.45E-04	12328.	1.26E+08	228.1459	609526.	0.00
79.5000	-6.95E-05	-4254.	1380.	2.27E-04	10652.	1.26E+08	167.6040	1206310.	0.00
80.0000	3.98E-05	-3543.	1389.	2.11E-04	8872.	1.26E+08	-132.606	1667704.	0.00
80.5000	1.42E-04	-2865.	1303.	1.99E-04	7174.	1.26E+08	-209.630	738432.	0.00
81.0000	2.38E-04	-2240.	1188.	1.89E-04	5608.	1.26E+08	-252.304	529085.	0.00
81.5000	3.30E-04	-1677.	1054.	1.81E-04	4200.	1.26E+08	-284.111	429853.	0.00
82.0000	4.19E-04	-1186.	905.0655	1.75E-04	2970.	1.26E+08	-310.352	370187.	0.00
82.5000	5.06E-04	-772.128	744.1721	1.71E-04	1934.	1.26E+08	-333.222	329574.	0.00
83.0000	5.90E-04	-441.694	572.4001	1.69E-04	1106.	1.26E+08	-353.866	299709.	0.00
83.5000	6.74E-04	-199.728	390.6944	1.67E-04	500.1442	1.26E+08	-372.956	276556.	0.00
84.0000	7.58E-04	-51.000	199.7275	1.67E-04	127.7104	1.26E+08	-390.911	257915.	0.00
84.5000	8.41E-04	0.00	0.00	1.67E-04	0.00	1.26E+08	-407.999	121245.	0.00

* The above values of total stress are combined axial and bending stresses.

Output Summary for Load Case No. 1:

```
Pile-head deflection             =     1.57279201 meters
Computed slope at pile head      =     -0.0422414 radians
Maximum bending moment           =        169191. kN-m
Maximum shear force              =         -9500. kN
Depth of maximum bending moment  =    39.50000000 meters below pile head
Depth of maximum shear force     =    56.50000000 meters below pile head
Number of iterations             =             19
Number of zero deflection points =              2
Pile deflection at ground        =     0.52770675 meters
```

Computed Values of Pile Loading and Deflection
for Lateral Loading for Load Case Number 2

Pile-head conditions are Shear and Moment (Loading Type 1)

```
Shear force at pile head                        =     1600.000 kN
Applied moment at pile head                     =        0.000 kN-m
Axial thrust load on pile head                  =        0.000 kN
```

Depth X meters	Deflect. y meters	Bending Moment kN-m	Shear Force kN	Slope S radians	Total Stress kPa*	Bending Stiffness kN-m^2	Soil Res. p kN/m	Soil Spr. Es*H kN/m	Distrib. Lat. Load kN/m
0.00	1.5569	-2.23E-07	1600.	-0.04245	5.60E-07	1.26E+08	0.00	0.00	0.00
0.5000	1.5357	800.0000	1600.	-0.04244	2003.	1.26E+08	0.00	0.00	0.00
1.0000	1.5145	1600.	1600.	-0.04244	4007.	1.26E+08	0.00	0.00	0.00
1.5000	1.4932	2400.	1710.	-0.04243	6010.	1.26E+08	0.00	0.00	439.0000
2.0000	1.4720	3310.	2039.	-0.04242	8288.	1.26E+08	0.00	0.00	878.0000
2.5000	1.4508	4439.	2478.	-0.04241	11116.	1.26E+08	0.00	0.00	878.0000
3.0000	1.4296	5788.	2917.	-0.04238	14493.	1.26E+08	0.00	0.00	878.0000
3.5000	1.4084	7356.	3356.	-0.04236	18420.	1.26E+08	0.00	0.00	878.0000
4.0000	1.3873	9144.	3795.	-0.04233	22897.	1.26E+08	0.00	0.00	878.0000
4.5000	1.3661	11151.	4234.	-0.04229	27924.	1.26E+08	0.00	0.00	878.0000
5.0000	1.3450	13378.	4673.	-0.04224	33500.	1.26E+08	0.00	0.00	878.0000
5.5000	1.3239	15824.	5002.	-0.04218	39625.	1.26E+08	0.00	0.00	439.0000
6.0000	1.3028	18380.	5112.	-0.04211	46026.	1.26E+08	0.00	0.00	0.00
6.5000	1.2818	20936.	5112.	-0.04203	52427.	1.26E+08	0.00	0.00	0.00
7.0000	1.2608	23492.	5112.	-0.04194	58827.	1.26E+08	0.00	0.00	0.00
7.5000	1.2398	26048.	5112.	-0.04185	65228.	1.26E+08	0.00	0.00	0.00

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

8.0000	1.2189	28604.	5112.	-0.04174	71628.	1.26E+08	0.00	0.00	0.00
8.5000	1.1981	31160.	5112.	-0.04163	67559.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
9.0000	1.1773	33716.	5112.	-0.04152	73100.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
9.5000	1.1566	36272.	5112.	-0.04139	78642.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
10.0000	1.1359	38828.	5112.	-0.04127	84184.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
10.5000	1.1153	41384.	5112.	-0.04113	89725.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
11.0000	1.0948	43940.	5112.	-0.04098	95267.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
11.5000	1.0743	46496.	5112.	-0.04083	100809.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
12.0000	1.0539	49052.	5112.	-0.04066	106350.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
12.5000	1.0337	51608.	5112.	-0.04049	111892.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
13.0000	1.0135	54164.	5112.	-0.04031	117434.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
13.5000	0.9933	56720.	5112.	-0.04011	122976.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
14.0000	0.9733	59276.	5112.	-0.03992	128517.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
14.5000	0.9534	61832.	5112.	-0.03971	134059.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
15.0000	0.9336	64388.	5112.	-0.03949	139601.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
15.5000	0.9139	66944.	5112.	-0.03926	145142.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
16.0000	0.8944	69500.	5112.	-0.03903	150684.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
16.5000	0.8749	72056.	5112.	-0.03879	156226.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
17.0000	0.8556	74612.	5112.	-0.03853	161768.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
17.5000	0.8364	77168.	5112.	-0.03827	167309.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
18.0000	0.8173	79724.	5112.	-0.03800	172851.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
18.5000	0.7984	82280.	5112.	-0.03772	178393.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
19.0000	0.7796	84836.	5112.	-0.03744	183934.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
19.5000	0.7609	87392.	5112.	-0.03714	189476.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
20.0000	0.7425	89948.	5112.	-0.03683	195018.	1.45E+08	0.00	0.00	0.00
20.5000	0.7241	92504.	5112.	-0.03654	177267.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
21.0000	0.7059	95060.	5112.	-0.03625	182165.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
21.5000	0.6879	97616.	5112.	-0.03596	187063.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
22.0000	0.6700	100172.	5112.	-0.03566	191961.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
22.5000	0.6522	102728.	5112.	-0.03535	196859.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
23.0000	0.6346	105284.	5112.	-0.03503	201757.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
23.5000	0.6172	107840.	5112.	-0.03471	206655.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
24.0000	0.5999	110396.	5112.	-0.03438	211554.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
24.5000	0.5828	112952.	5112.	-0.03404	216452.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
25.0000	0.5659	115508.	5112.	-0.03369	221350.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
25.5000	0.5491	118064.	5112.	-0.03334	226248.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
26.0000	0.5325	120620.	5112.	-0.03297	231146.	1.64E+08	0.00	0.00	0.00
26.5000	0.5161	123176.	5104.	-0.03260	236044.	1.64E+08	-31.266	30.2896	0.00
27.0000	0.4999	125724.	5086.	-0.03222	240927.	1.64E+08	-40.928	40.9353	0.00
27.5000	0.4839	128262.	5049.	-0.03184	245791.	1.64E+08	-108.647	112.2623	0.00
28.0000	0.4681	130773.	4983.	-0.03142	283531.	1.45E+08	-153.247	163.6978	0.00
28.5000	0.4525	133245.	4904.	-0.03096	288892.	1.45E+08	-165.301	182.6606	0.00
29.0000	0.4371	135677.	4819.	-0.03050	294163.	1.45E+08	-174.897	200.0584	0.00
29.5000	0.4220	138064.	4729.	-0.03003	299339.	1.45E+08	-183.797	217.7788	0.00
30.0000	0.4071	140405.	4635.	-0.02955	304415.	1.45E+08	-192.421	236.3394	0.00
30.5000	0.3924	142699.	4537.	-0.02906	309388.	1.45E+08	-200.765	255.7956	0.00
31.0000	0.3780	144942.	4434.	-0.02857	314251.	1.45E+08	-208.826	276.2073	0.00
31.5000	0.3639	147133.	4328.	-0.02807	319002.	1.45E+08	-216.601	297.6392	0.00
32.0000	0.3500	149270.	4218.	-0.02756	323634.	1.45E+08	-224.086	320.1616	0.00
32.5000	0.3363	151351.	4085.	-0.02704	328146.	1.45E+08	-308.171	458.1660	0.00
33.0000	0.3229	153354.	3910.	-0.02651	332490.	1.45E+08	-391.929	606.8504	0.00
33.5000	0.3098	155260.	3710.	-0.02598	336622.	1.45E+08	-407.522	657.7273	0.00
34.0000	0.2969	157064.	3502.	-0.02545	340533.	1.45E+08	-422.762	711.8700	0.00
34.5000	0.2844	158762.	3287.	-0.02490	344215.	1.45E+08	-437.617	769.5033	0.00
35.0000	0.2720	160351.	3065.	-0.02435	347660.	1.45E+08	-452.056	830.8750	0.00
35.5000	0.2600	161827.	2835.	-0.02380	350860.	1.45E+08	-466.051	896.2590	0.00
36.0000	0.2482	163186.	2602.	-0.02324	353807.	1.45E+08	-467.418	941.4708	0.00
36.5000	0.2368	164429.	2368.	-0.02268	356500.	1.45E+08	-467.421	987.1239	0.00
37.0000	0.2256	165554.	2134.	-0.02211	358941.	1.45E+08	-467.425	1036.	0.00
37.5000	0.2147	166563.	1772.	-0.02154	361128.	1.45E+08	-982.994	2290.	0.00
38.0000	0.2040	167326.	1256.	-0.02096	362782.	1.45E+08	-1081.	2648.	0.00
38.5000	0.1937	167819.	689.9355	-0.02038	363850.	1.45E+08	-1183.	3053.	0.00
39.0000	0.1836	168016.	248.6752	-0.01981	364278.	1.45E+08	-582.392	1586.	0.00
39.5000	0.1739	168067.	-43.570	-0.01923	364389.	1.45E+08	-586.589	1687.	0.00
40.0000	0.1644	167972.	-337.760	-0.01865	364183.	1.45E+08	-590.171	1795.	0.00
40.5000	0.1552	167730.	-633.586	-0.01807	363657.	1.45E+08	-593.133	1910.	0.00
41.0000	0.1463	167339.	-930.736	-0.01750	362810.	1.45E+08	-595.466	2035.	0.00
41.5000	0.1377	166799.	-1229.	-0.01692	361639.	1.45E+08	-597.164	2168.	0.00
42.0000	0.1294	166110.	-1528.	-0.01635	360145.	1.45E+08	-598.220	2311.	0.00
42.5000	0.1214	165271.	-1827.	-0.01578	358327.	1.45E+08	-598.625	2466.	0.00
43.0000	0.1136	164283.	-2126.	-0.01521	356184.	1.45E+08	-598.372	2633.	0.00
43.5000	0.1062	163145.	-2425.	-0.01465	353717.	1.45E+08	-597.450	2813.	0.00
44.0000	0.09900	161858.	-2723.	-0.01409	350926.	1.45E+08	-595.851	3009.	0.00
44.5000	0.09209	160421.	-3021.	-0.01353	347812.	1.45E+08	-593.562	3223.	0.00
45.0000	0.08546	158837.	-3317.	-0.01298	344377.	1.45E+08	-590.572	3455.	0.00
45.5000	0.07911	157105.	-3611.	-0.01244	340621.	1.45E+08	-586.868	3709.	0.00
46.0000	0.07302	155226.	-3904.	-0.01190	336547.	1.45E+08	-582.433	3988.	0.00

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

46.5000	0.06720	153201.	-4193.	-0.01137	332158.	1.45E+08	-577.252	4295.	0.00
47.0000	0.06165	151032.	-4481.	-0.01085	327455.	1.45E+08	-571.304	4634.	0.00
47.5000	0.05635	148720.	-4765.	-0.01033	322443.	1.45E+08	-564.566	5009.	0.00
48.0000	0.05132	146267.	-5045.	-0.00983	317125.	1.45E+08	-557.012	5427.	0.00
48.5000	0.04653	143675.	-5321.	-0.00933	311505.	1.45E+08	-548.611	5895.	0.00
49.0000	0.04199	140946.	-5628.	-0.00884	305588.	1.45E+08	-679.506	8092.	0.00
49.5000	0.03769	138047.	-5965.	-0.00836	299302.	1.45E+08	-666.635	8843.	0.00
50.0000	0.03363	134981.	-6295.	-0.00789	292655.	1.45E+08	-652.523	9701.	0.00
50.5000	0.02980	131752.	-6617.	-0.00743	285654.	1.45E+08	-637.084	10688.	0.00
51.0000	0.02620	128364.	-6931.	-0.00698	278308.	1.45E+08	-620.209	11834.	0.00
51.5000	0.02282	124821.	-7237.	-0.00654	270626.	1.45E+08	-601.759	13183.	0.00
52.0000	0.01966	121127.	-7533.	-0.00612	262618.	1.45E+08	-581.549	14791.	0.00
52.5000	0.01670	117288.	-7818.	-0.00571	254294.	1.45E+08	-559.333	16744.	0.00
53.0000	0.01395	113309.	-8092.	-0.00531	245667.	1.45E+08	-534.770	19171.	0.00
53.5000	0.01139	109196.	-8352.	-0.00493	236751.	1.45E+08	-507.368	22277.	0.00
54.0000	0.00902	104957.	-8598.	-0.00456	227559.	1.45E+08	-476.380	26419.	0.00
54.5000	0.00682	100598.	-8827.	-0.00421	218109.	1.45E+08	-440.595	32280.	0.00
55.0000	0.00481	96130.	-9037.	-0.00385	240722.	1.26E+08	-397.827	41386.	0.00
55.5000	0.00298	91562.	-9222.	-0.00347	229282.	1.26E+08	-344.369	57797.	0.00
56.0000	0.00133	86907.	-9376.	-0.00312	217628.	1.26E+08	-268.089	100486.	0.00
56.5000	-1.39E-04	82186.	-9413.	-0.00278	205805.	1.26E+08	119.5569	431599.	0.00
57.0000	-0.00145	77495.	-9313.	-0.00246	194057.	1.26E+08	279.5629	96559.	0.00
57.5000	-0.00260	72873.	-9157.	-0.00217	182484.	1.26E+08	345.3952	66352.	0.00
58.0000	-0.00361	68338.	-8973.	-0.00188	171128.	1.26E+08	390.7442	54074.	0.00
58.5000	-0.00449	63901.	-8768.	-0.00162	160016.	1.26E+08	425.6904	47431.	0.00
59.0000	-0.00523	59570.	-8549.	-0.00138	149170.	1.26E+08	454.0122	43363.	0.00
59.5000	-0.00586	55352.	-8316.	-0.00115	138609.	1.26E+08	477.5893	40722.	0.00
60.0000	-0.00638	51254.	-8072.	-9.36E-04	128347.	1.26E+08	497.5083	38971.	0.00
60.5000	-0.00680	47280.	-7819.	-7.40E-04	118396.	1.26E+08	514.4606	37826.	0.00
61.0000	-0.00712	43435.	-7558.	-5.60E-04	108767.	1.26E+08	528.9155	37124.	0.00
61.5000	-0.00736	39722.	-7291.	-3.95E-04	99470.	1.26E+08	541.2079	36764.	0.00
62.0000	-0.00752	36145.	-7017.	-2.44E-04	90511.	1.26E+08	551.5861	36682.	0.00
62.5000	-0.00760	32705.	-6739.	-1.07E-04	81897.	1.26E+08	560.2396	36835.	0.00
63.0000	-0.00763	29405.	-6457.	1.61E-05	73635.	1.26E+08	567.3169	37197.	0.00
63.5000	-0.00759	26247.	-6172.	1.27E-04	65727.	1.26E+08	572.9365	37750.	0.00
64.0000	-0.00750	23233.	-5885.	2.25E-04	58178.	1.26E+08	577.1952	38484.	0.00
64.5000	-0.00736	20363.	-5596.	3.12E-04	50990.	1.26E+08	580.1730	39396.	0.00
65.0000	-0.00719	17637.	-5305.	3.87E-04	44166.	1.26E+08	581.9371	40483.	0.00
65.5000	-0.00698	15058.	-5014.	4.52E-04	37706.	1.26E+08	582.5446	41752.	0.00
66.0000	-0.00674	12623.	-4723.	5.07E-04	31611.	1.26E+08	582.0448	43210.	0.00
66.5000	-0.00647	10335.	-4432.	5.53E-04	25880.	1.26E+08	580.4803	44867.	0.00
67.0000	-0.00618	8191.	-4143.	5.90E-04	20512.	1.26E+08	577.8888	46738.	0.00
67.5000	-0.00588	6192.	-3854.	6.18E-04	15506.	1.26E+08	574.3033	48841.	0.00
68.0000	-0.00556	4337.	-3568.	6.39E-04	10860.	1.26E+08	569.7537	51200.	0.00
68.5000	-0.00524	2624.	-3285.	6.53E-04	6570.	1.26E+08	564.2663	53841.	0.00
69.0000	-0.00491	1052.	-3004.	6.60E-04	2634.	1.26E+08	557.8650	56798.	0.00
69.5000	-0.00458	-380.581	-2727.	6.62E-04	953.0253	1.26E+08	550.5711	60109.	0.00
70.0000	-0.00425	-1675.	-2454.	6.58E-04	4195.	1.26E+08	542.4034	63823.	0.00
70.5000	-0.00392	-2835.	-2185.	6.49E-04	7098.	1.26E+08	533.3784	67995.	0.00
71.0000	-0.00360	-3861.	-1921.	6.35E-04	9667.	1.26E+08	523.5100	72696.	0.00
71.5000	-0.00329	-4756.	-1662.	6.18E-04	11908.	1.26E+08	512.8091	78009.	0.00
72.0000	-0.00298	-5522.	-1408.	5.98E-04	13829.	1.26E+08	501.2831	84037.	0.00
72.5000	-0.00269	-6164.	-1161.	5.75E-04	15435.	1.26E+08	488.9348	90910.	0.00
73.0000	-0.00241	-6683.	-919.559	5.49E-04	16735.	1.26E+08	475.7613	98789.	0.00
73.5000	-0.00214	-7083.	-685.181	5.22E-04	17738.	1.26E+08	461.7518	107881.	0.00
74.0000	-0.00189	-7368.	-458.022	4.93E-04	18451.	1.26E+08	446.8846	118454.	0.00
74.5000	-0.00165	-7541.	-238.520	4.63E-04	18885.	1.26E+08	431.1232	130867.	0.00
75.0000	-0.00142	-7607.	-27.137	4.33E-04	19048.	1.26E+08	414.4095	145608.	0.00
75.5000	-0.00121	-7569.	175.6293	4.03E-04	18953.	1.26E+08	396.6538	163367.	0.00
76.0000	-0.00102	-7431.	369.2225	3.73E-04	18609.	1.26E+08	377.7190	185155.	0.00
76.5000	-8.41E-04	-7199.	553.0007	3.44E-04	18028.	1.26E+08	357.3937	212536.	0.00
77.0000	-6.76E-04	-6878.	726.1852	3.16E-04	17224.	1.26E+08	335.3446	248084.	0.00
77.5000	-5.25E-04	-6473.	887.7775	2.90E-04	16210.	1.26E+08	311.0245	296427.	0.00
78.0000	-3.86E-04	-5990.	1036.	2.65E-04	15001.	1.26E+08	283.4732	366963.	0.00
78.5000	-2.60E-04	-5437.	1170.	2.42E-04	13614.	1.26E+08	250.8038	482749.	0.00
79.0000	-1.44E-04	-4820.	1285.	2.22E-04	12071.	1.26E+08	208.4384	723263.	0.00
79.5000	-3.80E-05	-4152.	1371.	2.04E-04	10397.	1.26E+08	137.2903	1806198.	0.00
80.0000	5.98E-05	-3449.	1367.	1.89E-04	8637.	1.26E+08	-154.770	1293336.	0.00
80.5000	1.51E-04	-2785.	1275.	1.76E-04	6974.	1.26E+08	-214.338	710589.	0.00
81.0000	2.36E-04	-2175.	1158.	1.67E-04	5446.	1.26E+08	-251.546	532336.	0.00
81.5000	3.17E-04	-1627.	1025.	1.59E-04	4074.	1.26E+08	-280.112	441269.	0.00
82.0000	3.95E-04	-1149.	879.1541	1.54E-04	2878.	1.26E+08	-303.997	384527.	0.00
82.5000	4.71E-04	-747.849	721.9097	1.50E-04	1873.	1.26E+08	-324.981	345066.	0.00
83.0000	5.45E-04	-427.516	554.6578	1.47E-04	1071.	1.26E+08	-344.027	315610.	0.00
83.5000	6.18E-04	-193.191	378.2224	1.46E-04	483.7752	1.26E+08	-361.715	292511.	0.00
84.0000	6.91E-04	-49.294	193.1908	1.46E-04	123.4385	1.26E+08	-378.412	273743.	0.00
84.5000	7.64E-04	0.00	0.00	1.46E-04	0.00	1.26E+08	-394.351	129046.	0.00

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

```
* The above values of total stress are combined axial and bending stresses.


Output Summary for Load Case No. 2:

Pile-head deflection             =     1.55689786 meters
Computed slope at pile head      =     -0.0424462 radians
Maximum bending moment           =        168067. kN-m
Maximum shear force              =         -9413. kN
Depth of maximum bending moment  =    39.50000000 meters below pile head
Depth of maximum shear force     =    56.50000000 meters below pile head
Number of iterations             =             20
Number of zero deflection points =              2
Pile deflection at ground        =     0.51612226 meters


--------------------------------------------------------------------------------
            Summary of Pile-head Responses for Conventional Analyses
--------------------------------------------------------------------------------

Definitions of Pile-head Loading Conditions:

Load Type 1: Load 1 = Shear, V, kN, and Load 2 = Moment, M, kN-m
Load Type 2: Load 1 = Shear, V, kN, and Load 2 = Slope, S, radians
Load Type 3: Load 1 = Shear, V, kN, and Load 2 = Rot. Stiffness, R, kN-m/rad.
Load Type 4: Load 1 = Top Deflection, y, m, and Load 2 = Moment, M, kN-m
Load Type 5: Load 1 = Top Deflection, y, m, and Load 2 = Slope, S, radians


Load Load                Load                  Axial    Pile-head  Pile-head  Max Shear Max Moment
Case Type   Pile-head    Type      Pile-head   Loading  Deflection Rotation    in Pile    in Pile
 No.  1      Load 1       2        Load 2       kN       meters     radians      kN         kN-m
---- ----- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ----------
  1  V, kN    0.01000   M, kN-m        0.00       0.00     1.5728   -0.04224     -9500.     169191.
  2  V, kN      1600.   M, kN-m        0.00       0.00     1.5569   -0.04245     -9413.     168067.


Maximum pile-head deflection = 1.5727920082 meters
Maximum pile-head rotation   = -0.0424461700 radians = -2.431986 deg.
```

Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.