EMERGENZA GAS

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

FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI

DECK - RELAZIONE DI PROGETTAZIONE STATICA STRUTTURALE IN SITO

A	Emesso per Approvazione	F. Biancheri	J. Albagli	M. Raimondi	24/01/2024
Rev.	**Descrizione**	**Elaborato**	**Verificato**	**Approvato Autorizzato**	**Data**

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

INDICE

PAGINA

1 INTRODUZIONE 6
1.1 Generalità 6
1.2 Scopo del Documento 6
2 DEFINIZIONI ED ABBREVIAZIONI 7
2.1 Definizioni 7
2.2 Abbreviazioni 7
3 RIFERIMENTI 8
3.1 Documenti Di Progetto 8
3.2 Documenti Di Riferimento 8
3.3 Normative Di Riferimento 8
3.4 Software 9
4 CONCLUSIONI 10
5 DESCRIZIONE PIATTAFORMA DI SCARICO 11
5.1 Deck 12
5.2 Jacket 14
6 CRITERI DI PROGETTAZIONE 15
6.1 Materiali 15
6.2 Criteri di Progettazione 17
6.2.1 Generalità 17
6.2.2 Combinazione delle azioni e fattori di azione parziale per le analisi in servizio 17
6.2.3 Fattori di resistenza parziali per sezioni tubolari 18
6.2.4 Fattori di resistenza parziali per sezioni tubolari 18
6.2.5 Resistenza minima nodi tubolari 19
6.2.6 Fattore di resistenza parziale per sezioni non tubolari 19
6.3 Criteri di Accettazione 20
6.3.1 Elementi della struttura 20
6.3.2 Deformazioni 21
7 DATI DI PROGETTO AMBIENTALI 22
7.1 Dati Meteo-Marini 22
7.1.1 Batimetria 22
7.1.2 Vento 22

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

7.1.3 Onde e correnti 23
7.1.4 Coefficienti idrodinamici 24
7.1.5 Splash Zone 24
7.1.6 Accrescimento Marino 24
7.1.7 Spessore di Corrosione 25
7.2 Sismicità 25
7.3 Dati Geotecnici 29
8 MODELLO DI CALCOLO 30
8.1 Unità di Misura 30
8.2 Sistema di Riferimento 30
8.3 Programma di Calcolo 31
8.4 Modello di Calcolo 31
8.4.1 Criteri di Modellazione 32
8.5 Modellazione Della Fondazione 36
9 CARICHI E COMBINAZIONI DI CARICO 37
9.1 Carichi Permanenti 38
9.1.1 Peso Proprio Strutturale - DEAZ 38
9.1.2 Pesi Strutture non modellate - PERZ 39
9.1.3 Piping 40
9.1.4 Equipaggiamenti 41
9.2 Carichi Variabili 44
9.2.1 Carico Variabile distribuito – LIVZ 44
9.2.2 Bracci di Carico 45
9.2.3 Gru 46
9.2.4 Fiaccola 47
9.3 Carichi Ambientali 48
9.3.1 Carichi d'onda e correnti 48
9.3.2 Carichi di Vento 51
9.4 Risultanti dei Carichi Base 53
9.5 Combinazioni di Carico 54
9.5.1 Combinazioni Operative 55
9.5.2 Combinazioni Estreme 56
9.5.3 Combinazioni di Esercizio 57

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

10 RISULTATI DELL'ANALISI 58
10.1.1 Verifiche strutturali del Deck 58
10.1.2 Verifiche nodi tubolari 63
10.1.3 Verifiche Deformazioni 64
10.1.4 Verifiche locali supporti bracci di carico 68
11 APPENDICE A – SCHEMI UNIFILARI 74
11.1 Denominazione Nodi 74
11.1.1 Deck 74
11.2 Denominazione Gruppi 79
11.2.1 Deck 79
12 APPENDICE B – PROPRIETA' GRUPPI 84
12.1 Proprietà gruppi 84
12.2 Proprietà Sezioni 85

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 6-1: Proprietà acciaio 15
Tabella 6-2: Classi di acciaio e standard 15
Tabella 6-3: Proprietà dell'acciaio relative allo spessore (UNI EN 10025) 16
Tabella 6-4: Fattori di azione parziale per l'analisi in servizio 17
Tabella 6-5: Fattori di resistenza parziali per sezioni tubolari 18
Tabella 6-6: Fattori di resistenza parziali per sezioni tubolari 19
Tabella 6-7: Fattori di resistenza parziale per i nodi tubolari 19
Tabella 6-8: Fattori di resistenza parziale per sezioni non tubolari 20
Tabella 6-9: Valore massimo per la deformazione dei componenti strutturali 21
Tabella 7-1: Dati Vento 22
Tabella 7-2: Dati Onde 23
Tabella 7-3: Dati di Corrente 23
Tabella 7-4: Parametri sismici al variare del tempo di ritorno T_R 26
Tabella 7-5: Dati geotecnici di progetto 29
Tabella 8-1: Composizione pali sotto il fondale marino 36
Tabella 9-1: Coefficienti parziali azioni per condizioni in servizio 37
Tabella 9-2: Strutture non modellate - LOADCN PERZ 39
Tabella 9-3: Carichi Piping - LOADCN PIPZ 40

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

Tabella 9-4: Carichi Equipaggiamento 41
Tabella 9-5: Carichi Piping - LOADCN LIVZ 44
Tabella 9-6: Carichi Operativi Bracci di Carico 45
Tabella 9-7: Carichi Operativi Gru 46
Tabella 9-8: Carichi Vento Fiaccola 47
Tabella 9-9: Coefficienti idrodinamici 49
Tabella 9-10: Carichi Meteomarini – Onde e correnti 49
Tabella 9-11: Carichi Meteomarini – Vento 51
Tabella 9-12: Risultanti condizioni di carico applicate 53
Tabella 9-13: Pre-combinazioni di carico 54
Tabella 9-14: Combinazioni SLU Operative 55
Tabella 9-15: Risultanti Combinazioni SLU Operative 55
Tabella 9-16: Combinazioni SLU Estreme 56
Tabella 9-17: Risultanti Combinazioni SLU Estreme 56
Tabella 9-18: Combinazioni SLE 57
Tabella 9-19: Risultanti Combinazioni SLE 57
Tabella 10-1: Verifiche elementi strutturali UC > 0.35 59
Tabella 10-2: Verifiche e max UC per gruppi 60
Tabella 10-3: Massimi UC nodi Jacket - Punzonamento 64
Tabella 10-4: Verifiche SLE – Travi principali 64

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

1 INTRODUZIONE

1.1 GENERALITÀ

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.

1.2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento illustra le verifiche strutturali del Deck della nuova piattaforma di scarico per le condizioni in servizio, secondo i dati di progetto (Rif. [A2]) e i criteri definiti dalle basi di progettazione strutturale (Rif. [A7], [A9]).

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

2 DEFINIZIONI ED ABBREVIAZIONI

2.1 DEFINIZIONI

Termine	Definizione
Committente	Snam Rete Gas S.p.A.
Appaltatore	Il Raggruppamento Temporaneo di Imprese (RTI) costituito da: Saipem S.p.A. (Mandataria) Micoperi S.r.l. (Mandante) Rosetti Marino S.p.A. (Mandante)
Direzione dei Lavori	Enereco S.p.A. (abbreviato DL)
Contratto	L'accordo Contrattuale concordato e firmato tra la COMMITTENTE e l'APPALTATORE
Progetto	ALLACCIAMENTO FSRU DI RAVENNA (Tratto a Mare) DN 650 (26") DP 100 bar

2.2 ABBREVIAZIONI

SLU	Stato Limite Ultimo
SLE	Stato Limite di Esercizio
UC	Unity Check

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

3 RIFERIMENTI

3.1 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

3.2 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] 0001-CI-E-017000 Basi di Progettazione Strutturale

[A10] 0001-CI-E-012500 Relazione Geotecnica

3.3 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

[B15] DNVGL-ST-N001Marine operations and marine warranty

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

[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

[B19] API RP-2A Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms

3.4 SOFTWARE

[B20] SACS Structural Analysis Computer System by Engineering Dynamics,Inc.

[B21] LPILE Analysis for Laterally loaded piles by Ensoft (Lymon C. Reese)

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

4 CONCLUSIONI

Le analisi in configurazione in servizio hanno dimostrato che il Deck della piattaforma di scarico è in grado di resistere alle condizioni operative ed estreme di progetto, in termini di carichi gravitazionali e meteomarini, secondo quanto prescritto dalle normative di riferimento ISO 19902 Rif.[B4] (per le sezioni circolari), EN 1993 Rif.[B5] (altre sezioni).

Per le condizioni analizzate, i massimi valori di UC (unity check, rapporto fra la sollecitazione agente e la capacità resistente dell'elemento) riscontrati sono:

- Elementi deck: UC = 0.96 < 1.0
- Punzonamento nodi tubolari: UC = 0.83 < 1.0
- Supporti bracci di carico: UC = 0.55 <1.0

Le verifiche strutturali risultano tutte soddisfatte.

Le verifiche di deformazione sono soddisfatte con i seguenti risultati massimi:

- Travi principali: Δ_{max} = 59mm < Δ_{lim} = 83mm
- Secondarie IPE180: Δ_{max} = 11mm < Δ_{lim} = 12mm
- Secondarie IPE240: Δ_{max} = 6.0mm < Δ_{lim} = 13mm
- Secondarie HEA360: Δ_{max} = 25mm < Δ_{lim} = 27mm

Le veriffiche a deformazione sono soddisfatte.

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

5 DESCRIZIONE PIATTAFORMA DI SCARICO

In Figura 5-1 viene rappresentata la nuova piattaforma di scarico.

È costituita da un deck 54x48m, a sua volta costituito da due semideck, che poggia sulle quattro gambe del Jacket e su due false gambe nei lati nord e sud.

Il Jacket poggia su un fondale variabile tra -14.0m e -18.0m s.l.m.m.. Dentro le gambe del jacket, sono inseriti i pali di fondazione, con una profondità di infissione di c.ca 75m.

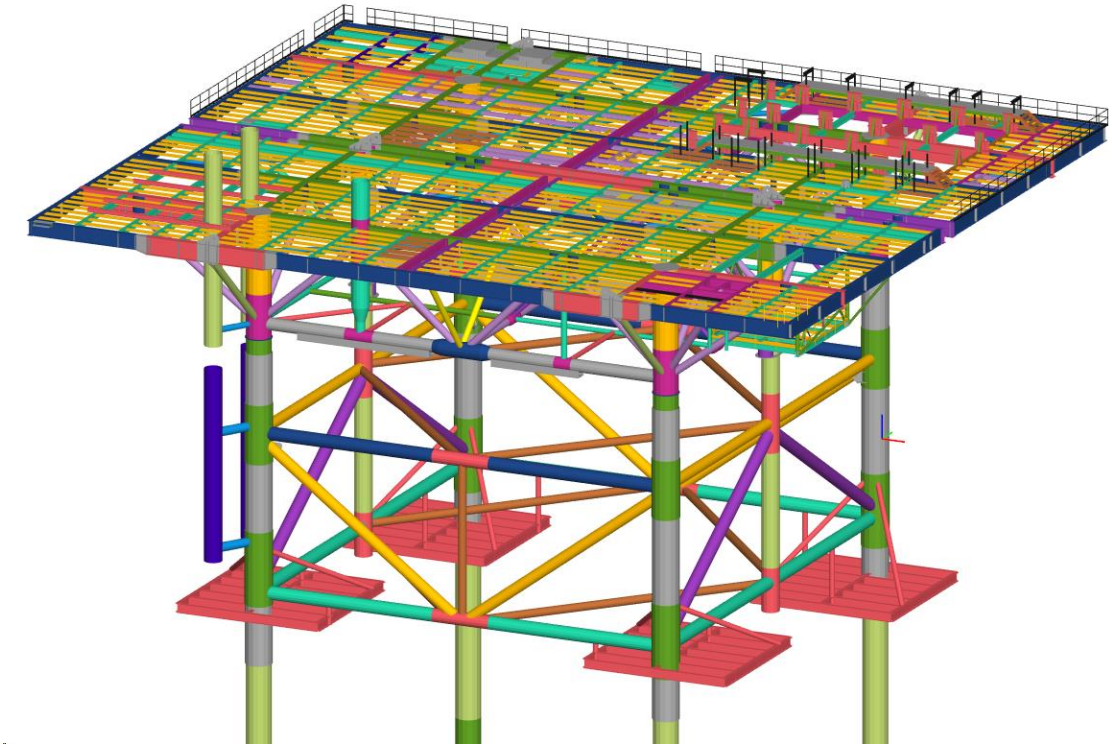


Figura 5-1: Nuova piattaforma di scarico

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

5.1 DECK

Il deck è costituito da due semideck, formando un impalcato di travi sorrette da strutture reticolari, connesse a quattro gambe principali esterne e quattro secondarie centrali, di connessione con il Jacket.

Sull'impalcato sono presenti:

- Gru da 40t
- Fiaccola con struttura triangolale con interasse fra vertici 2.5m e altezza 30m da 25t.
- N.2 Bracci di carico da 55t
- Condotte e valvole
- Locali pompe
- Serbatoi
- Scalandrone
- Cabinato di controllo
- Impianti

Le caratteristiche dell'impalcato sono:

- Dimensioni globali: 54.0mx48.0mx9.5m
- Dimensioni semideck: 54.0mx23.25m
- Interasse gambe principali: 32.0mx29.0m
- Interasse gambe e false gambe: 15.25m

Quote di riferimento (s.l.m.m.):

- Deck – piano principale: El. +11.50m
- Deck – piano inferiore: El. +4.00m
- Intersezione deck-pali: El. +3.00m

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

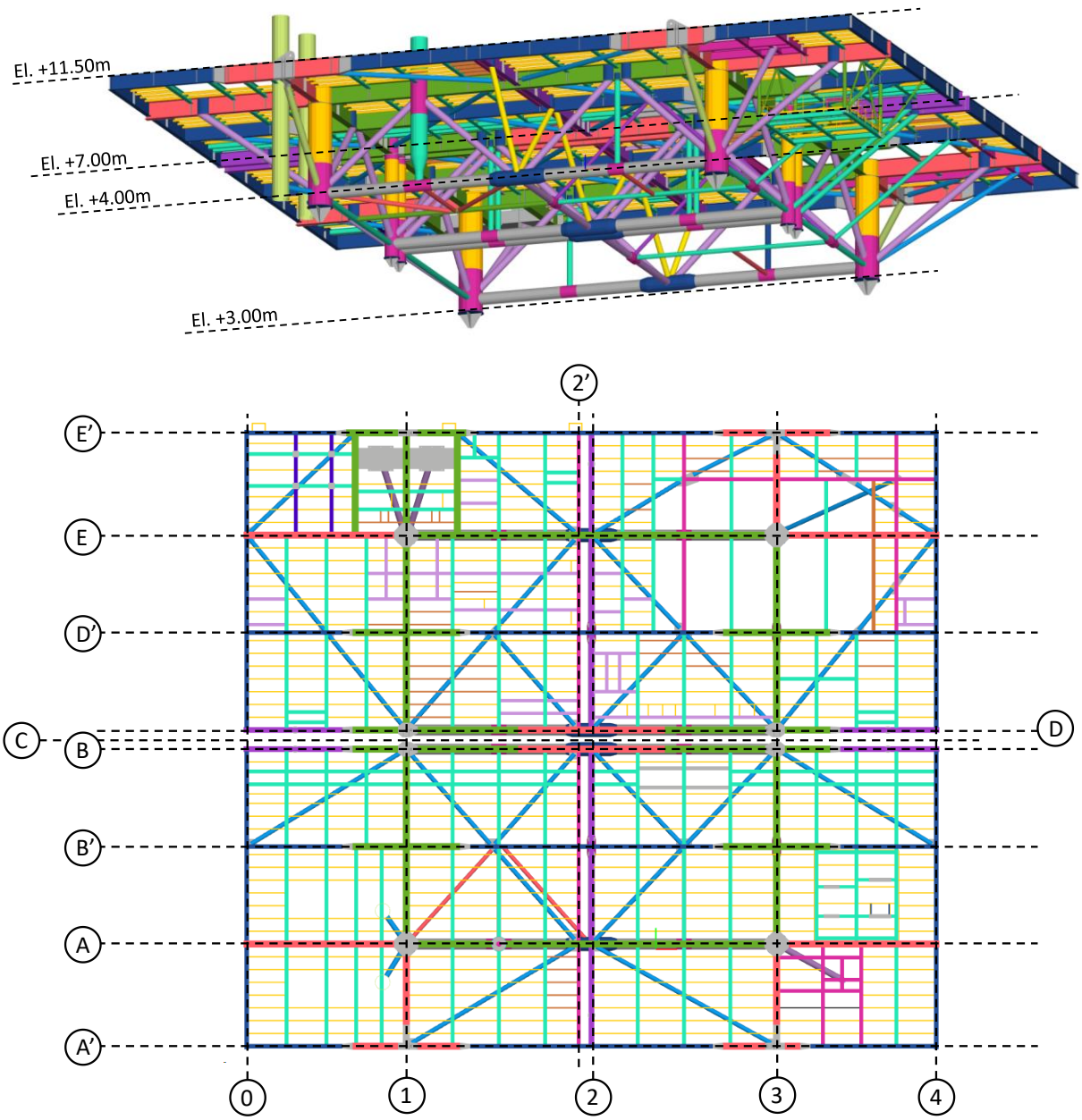


Figura 5-2: Piattaforma di scarico: Deck

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

5.2 JACKET

Il Jacket è costituito da una struttura principale a pianta rettangolare 29mx32m, da quattro gambe principali e da due false gambe per l'alloggiamento dei due semideck.

Poggia direttamente sul fondale, variabile fra -14.0m e -18.0m s.l.m.m., e all'interno delle sue quattro gambe principali vengono inseriti i pali per l'infissione al suolo.

È caratterizzato da un sistema di controventi a V per l'assorbimento delle forze orizzontali.

Le principali caratteristiche del Jacket sono:

- Altezza totale: 21.0m
- Due orizzontamenti alle quote: El. -3.40m; -14.15m
- Interasse gambe principali: 29.0mx32.0m
- Quota superiore: El. +2.0m
- Quota inferiore: El. -19.0m
- Dimensioni pali di fondazione: Φ1675mm x 99m (lunghezza Infissione 75m)

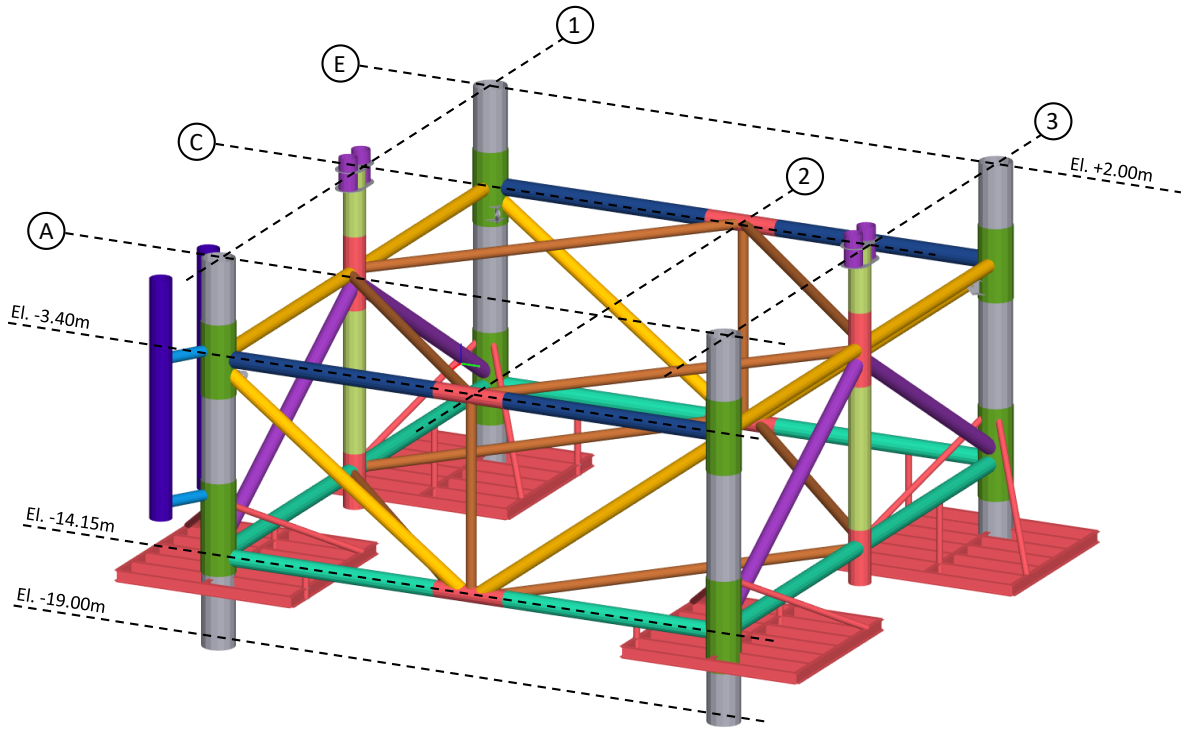


Figura 5-3: Piattaforma di scarico: Jacket

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

6 CRITERI DI PROGETTAZIONE

6.1 MATERIALI

I parametri ingegneristici riguardanti l'acciaio utilizzato per la costruzione della piattaforma di scarico, secondo EN1993 Rif. [B5], sono riportati in Tabella 6-1.

Proprietà	Valore
Densità	7850 kg/m^3
Modulo di Young	210000 MPa
Modulo di Taglio	81000 MPa
Coefficiente di Poisson	0.30
Coefficiente di espansione termica	1.2x10^{-5}/°C

Tabella 6-1: Proprietà acciaio

Le classi di acciaio utilizzate sono riportate in Tabella 6-2.

Elementi strutturali	Codifica Acciaio	Standard
Tubi	S355 S460	API 5L X52 / S355 J0 UNI EN 10025 API 5L X65 / S460 M UNI EN 10025
Profilati e Piatti	S355	S355 UNI EN 10025
Lamiere	S355	S355 UNI EN 10025

Tabella 6-2: Classi di acciaio e standard

Nota: Per i materiali utilizzati nei nodi e piastre con carichi passanti per lo spessore, e con spessore uguale o superiore a 25 mm, si applica il requisito supplementare di materiale Z.

I profili devono essere selezionati fra quelli europei (ad esempio HEB, HEA, IPE, UAP).

La tensione di snervamento minima dell'acciaio in funzione dello spessore della lamiera è riportato in Tabella 6-3.

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

Acciaio	Spessore t [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]
S235	t ≤ 16	235	340
	16 < t ≤ 40	225	340
	40 < t ≤ 63	215	340
	63 < t ≤ 100	215	340
	100 < t ≤ 150	215	340
S355	t ≤ 16	355	470
	16 < t ≤ 40	345	470
	40 < t ≤ 63	335	470
	63 < t ≤ 80	325	470
	800 < t ≤ 100	315	470
	100 < t ≤ 150	295	450
S460	t ≤ 16	460	540
	16 < t ≤ 40	440	540
	40 < t ≤ 63	430	530
	63 < t ≤ 80	410	510
	80 < t ≤ 100	400	500
	100 < t ≤ 150	385	490

Tabella 6-3: Proprietà dell'acciaio relative allo spessore (UNI EN 10025)

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

6.2 CRITERI DI PROGETTAZIONE

6.2.1 Generalità

I criteri di progettazione sono conformi ai metodi stati limite degli standard ISO 19900 Rif.[B1] ISO 19901 Rif.[B3] ISO 19902 Rif.[B4] ed EN 1993 Rif.[B5] (per le sezioni I /H) che sono generalmente considerati lo standard applicabile per la progettazione della struttura.

6.2.2 Combinazione delle azioni e fattori di azione parziale per le analisi in servizio

La combinazione delle azioni agli SLU e agli SLE secondo NTC2018 (Rif. [B1]) è la seguente:

$$F_d = \gamma_{f,G1}\, G1 + \gamma_{f,G2}\, G2 + \gamma_{f,Q1}\, Q1 + \gamma_{f,Q2}\, Q2 + \gamma_{f,E}(E + \gamma_{f,D} D)$$

Dove:

- E (E_o E_e o E_a) sono rispettivamente le azioni Operative Ambientali Estreme Ambientali o Eccezionali
- D (D_o D_e o D_a), sono rispettivamente l'azione quasi-statica che rappresenta la risposta dinamica causata da condizioni di ambientali E_o E_e o E_a.

I fattori di azione parziale per le condizioni di analisi in servizio sono riportati nella tabella seguente.

COMBINAZIONI		Permanenti		Variabili		Operativi Ambientali		Estremi Ambientali	
		G1	G2	Q1	Q2	Eo	Do	Ee	De
Operative Gravità		1.3	1.3	1.5	1.5	-	-	-	-
Operative Ambientali		1.3	1.3	1.5	1.5	1.215	1.25	-	-
Estreme Ambientali	Max. Compr	1.1	1.1	1.1	-	-	-	1.35	1.25
	Max Traz.	0.9	0.9	-	-	-	-	1.35	1.25
Esercizio Gravità		1.0	1.0	1.0	1.0	-	-	-	-
Esercizio Ambientali		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		

Tabella 6-4: Fattori di azione parziale per l'analisi in servizio

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

6.2.3 Fattori di resistenza parziali per sezioni tubolari

I fattori di resistenza mostrati di seguito sono applicabili a tutte le analisi, vale a dire condizioni di servizio e pre-servizio.

Nota: tutti i fattori di resistenza parziale per l'azione ambientale Eccezionale hanno valore 1,0.

I fattori di resistenza parziale per le sezioni tubolari sono riportati nella seguente tabella ISO 19902 Rif.[B4].

Fattore di resistenza	Valore	Definizione
$\gamma_{R,t}$	1.05	Fattore di resistenza parziale per resistenza alla trazione
$\gamma_{R,c}$	1.18	Fattore di resistenza parziale per resistenza assiale alla compressione
$\gamma_{R,b}$	1.05	Fattore di resistenza parziale per la resistenza alla flessione
$\gamma_{R,v}$	1.05	Fattore di resistenza parziale per la resistenza al taglio
$\gamma_{R,h}$	1.25	Fattore di resistenza parziale per la resistenza all'instabilità

Tabella 6-5: Fattori di resistenza parziali per sezioni tubolari

6.2.4 Fattori di resistenza parziali per sezioni tubolari

I fattori di resistenza mostrati di seguito sono applicabili a tutte le analisi, vale a dire condizioni di servizio e pre-servizio.

I fattori di resistenza parziale per le sezioni tubolari sono riportati nella seguente tabella ISO 19902 Rif.[B4].

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

Fattore di resistenza	Valore	Definizione
$\gamma_{R,t}$	1.05	Fattore di resistenza parziale per resistenza alla trazione
$\gamma_{R,c}$	1.18	Fattore di resistenza parziale per resistenza assiale alla compressione
$\gamma_{R,b}$	1.05	Fattore di resistenza parziale per la resistenza alla flessione
$\gamma_{R,v}$	1.05	Fattore di resistenza parziale per la resistenza al taglio
$\gamma_{R,h}$	1.25	Fattore di resistenza parziale per la resistenza all'instabilità

Tabella 6-6: Fattori di resistenza parziali per sezioni tubolari

6.2.5 Resistenza minima nodi tubolari

Tutti i nodi tubolari saranno dimensionati per soddisfare i requisiti minimi di resistenza in accordo con ISO 19902 Rif.[B4] Clausola 14.2.3. I fattori di resistenza parziale sono riportati nella tabella seguente.

Fattore di resistenza	Valore	Definizione
$\gamma_{R,j}$	1.05	Fattore di resistenza parziale per articolazioni
$\gamma_{R,z}$	1.17	Fattore di resistenza parziale supplementare per i membri a fallire prima del rendimento congiunto

Tabella 6-7: Fattori di resistenza parziale per i nodi tubolari

NOTA:

Come condizione aggiuntiva tutti i nodi critici del Jacket devono soddisfare il requisito minimo di resistenza basato sul 50%. della capacità di resistenza ultima dell'asta incidente (Strength Capacity)

6.2.6 Fattore di resistenza parziale per sezioni non tubolari

I fattori di resistenza parziale per le sezioni non tubolari in accordo con EN 1993 Rif.[B5] e per i giunti non tubulari sono riportati nelle seguenti tabelle.

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

Resistenza Fattore	Valore	Definizione
$\gamma_{M,0}$	1.00	Resistenza delle sezioni a snervamento e instabilità locale
$\gamma_{M,1}$	1.00	Resistenza delle aste a instabilità
$\gamma_{M,2}$	1.25	Resistenza a rottura delle sezioni soggette a trazione, resistenza dei collegamneti

Tabella 6-8: Fattori di resistenza parziale per sezioni non tubolari

6.3 CRITERI DI ACCETTAZIONE

6.3.1 Elementi della struttura

Il progetto della piattaforma al servizio dell'impianto FSRU è stato redatto in accordo alle normative di riferimento, in particolare in accordo alle ISO 19902 Rif.[B4] (per le sezioni circolari) ed EN 1993 Rif.[B5] (per le sezioni I /H).

La verifica è condotta nel rispetto del metodo agli stati limite ultimi. In questo metodo, la sicurezza strutturale nei confronti degli stati limite ultimi deve essere verificata confrontando la capacità di progetto R_d, in termini di resistenza, duttilità e/o spostamento della struttura o membratura strutturale, con il corrispondente valore di progetto della domanda E_d.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (SLU) è espressa dall'equazione formale:

$$Rd \geq Ed$$

La resistenza di progetto delle membrature Rd si pone nella forma

$$Rd = \frac{R_k}{\gamma_M}$$

Dove:

- R_D = Resistenza di progetto
- E_D = Azione di progetto (fattorizzata agli SLU)
- R_k = Resistenza caratteristica
- γ_M= fattore parziale di resistenza

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

6.3.2 Deformazioni

Le deformazioni nei sistemi strutturali e negli elementi strutturali per le combinazioni di carico in esercizio non deve compromettere la funzionalità della struttura. Per il controllo delle deflessioni consentite, viene considerato il fattore di carico parziale unitario.

Considerando:

Δ_{Max} = deformazione massima per Permanenti + Variabili

Δ_0 = deformazione massima per solo+ Variabili

Componente strutturale	Massima deformazione	
	Δmax	Δ_0
Travi su appoggi	*l/200*	*L/300*
Travi a sbalzo	*l/100*	L/150

Tabella 6-9: Valore massimo per la deformazione dei componenti strutturali

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

7 DATI DI PROGETTO AMBIENTALI

7.1 DATI METEO-MARINI

La progettazione strutturale deve considerare i dati di vento, onde e corrente in mare aperto, senza il contributo di abbattimento generato dall'installazione del muro paraonde prevedendo un periodo intermedio di progetto (vita di progetto di riferimento) senza diga di 5 anni.

I dati meteo-marini inerenti vento, onde, corrente, sono riportati nei documenti:

- NQR22199/L02-0001-LF-E-05400 - Dati Generali di Progetto Rif. [A2]
- 000-ZX-E-17083 - Design Basis (FEED) Rif. [A7]
- 000-ZA-E-17075 - Studio Meteo-Marino Rif. [A5]

E riassunti nei paragrafi seguenti.

7.1.1 Batimetria

La quota di fondo del mare è variabile da -14m (lato ovest) a -18.00m (lato est) s.l.m.m.

Viene assunto per i calcoli in servizio la quota a -18.00m, a favore di sicurezza.

La variazione della profondità data dalla marea è di ±0.50 m.

7.1.2 Vento

Vengono di seguiti tabulati i dati di vento caratterizzanti il sito di interesse, in termini di velocità del vento, direzione di provenienza, per differenti tempi di ritorno (1, 10, 100, 1000, 10000 anni) e mediati su tempi differenti (3'',1',10',1h).

SRG - FSRU - DHI data - Jan. 1979 - Dec. 2021 - Punta Marina - 44.460 N, 12.389 E

Whole Year extreme wind speed - 10 m above sea level

Return period		1 Year				10 Year				100 Year				1000 Year				10000 Year			
Wind incoming Direction	(°N)	Ws-3'' (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3'' (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3'' (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3'' (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)	Ws-3'' (m/s)	Ws-1' (m/s)	Ws-10' (m/s)	Ws-1h (m/s)
	0.0	20.6	18.6	17.1	15.9	27.2	24.4	22.2	20.5	33.9	30.1	27.1	24.9	40.5	35.7	32.0	29.1	47.3	41.4	36.8	33.2
	30.0	25.7	23.1	21.1	19.5	31.5	28.0	25.4	23.3	36.8	32.6	29.3	26.8	41.9	36.9	33.0	30.0	46.8	40.9	36.4	32.9
	60.0	25.3	22.7	20.7	19.2	29.4	26.2	23.8	21.9	32.9	29.3	26.5	24.3	36.2	32.0	28.8	26.4	39.1	34.5	31.0	28.2
	90.0	22.3	20.1	18.4	17.1	28.3	25.3	23.0	21.2	34.2	30.4	27.4	25.1	39.9	35.2	31.6	28.7	45.6	40.0	35.6	32.2
	120.0	19.4	17.5	16.1	15.0	24.2	21.8	19.9	18.5	28.9	25.9	23.5	21.7	33.6	29.8	26.9	24.7	38.2	33.7	30.3	27.6
	150.0	19.8	17.9	16.4	15.3	23.8	21.4	19.5	18.1	27.4	24.6	22.4	20.6	30.9	27.6	25.0	23.0	34.3	30.4	27.4	25.1
	180.0	16.2	14.7	13.6	12.7	20.1	18.2	16.7	15.6	23.9	21.5	19.6	18.2	27.4	24.5	22.3	20.6	30.8	27.5	24.9	22.9
	210.0	15.1	13.8	12.8	12.0	19.2	17.4	16.0	15.0	23.1	20.8	19.1	17.7	26.9	24.1	21.9	20.3	30.5	27.2	24.7	22.7
	240.0	17.7	16.0	14.8	13.8	21.9	19.8	18.1	16.8	25.9	23.2	21.2	19.6	29.7	26.5	24.1	22.2	33.4	29.7	26.8	24.6
	270.0	16.4	14.9	13.8	12.9	20.2	18.2	16.8	15.6	23.8	21.4	19.6	18.2	27.4	24.6	22.4	20.6	31.0	27.6	25.0	23.0
	300.0	19.1	17.3	15.9	14.9	23.6	21.3	19.4	18.0	28.1	25.1	22.8	21.1	32.5	28.9	26.1	24.0	36.8	32.6	29.3	26.8
	330.0	18.0	16.3	15.0	14.0	23.4	21.0	19.3	17.9	28.8	25.8	23.4	21.6	34.4	30.5	27.5	25.2	40.0	35.2	31.6	28.8
	Omnidir	27.6	24.7	22.5	20.8	32.9	29.3	26.5	24.3	38.2	33.7	30.3	27.6	43.3	38.0	34.0	30.8	48.4	42.2	37.5	33.9

Tabella 7-1: Dati Vento

Valori di progetto assunti:

- Condizioni Operative: Profilo API con 32.9m/s a 10 m dal livello del mare
- Condizioni di Storm: Profilo API con 38.2m/s a 10 m dal livello del mare

7.1.3 Onde e correnti

Vengono di seguiti tabulati i dati di onde caratterizzanti il sito di interesse, in termini di altezza massima dell'onda e relativo periodo, per differenti tempi di ritorno (1, 10, 100, 1000, 10000 anni).

Wave Directional Extremes - Punta Marina - 12.389 E, 44.460 N - Whole year										
Direction - coming from (°N)	1 yr Return Period		10 yr Return Period		100 yr Return Period		1000 yr Return Period		10000 yr Return Period	
	H_{max} (m)	T_{max} (s)	H_{max} (m)	T_{max} (s)	H_{max} (m)	T_{max} (s)	H_{max} (m)	T_{max} (s)	H_{max} (m)	T_{max} (s)
0	2.19	5.50	3.06	6.15	3.94	6.67	4.82	7.08	5.71	7.42
30	4.20	6.80	5.49	7.34	6.75	7.74	7.98	8.05	9.20	8.30
60	5.93	7.49	7.33	7.90	8.67	8.20	9.96	8.43	11.21	8.62
90	5.92	7.49	7.40	7.92	8.84	8.23	10.25	8.48	11.63	8.68
120	4.66	7.01	5.93	7.50	7.20	7.87	8.48	8.16	9.76	8.40
150	2.18	5.48	2.84	6.00	3.49	6.42	4.12	6.76	4.74	7.05
180	1.29	4.63	1.87	5.21	2.43	5.69	2.99	6.10	3.55	6.45
210	1.24	4.57	1.72	5.07	2.16	5.47	2.58	5.81	2.97	6.09
240	0.89	4.17	1.53	4.88	2.30	5.58	3.16	6.22	4.13	6.76
270	0.82	4.09	1.31	4.65	1.84	5.18	2.40	5.67	2.99	6.10
300	1.17	4.50	1.70	5.05	2.21	5.51	2.70	5.90	3.18	6.23
330	1.68	5.03	2.29	5.58	2.88	6.02	3.45	6.39	4.01	6.70
OMNI	6.40	7.64	7.86	8.03	9.31	8.32	10.73	8.55	12.14	8.74

Tabella 7-2: Dati Onde

Vengono di seguiti tabulati i dati di correnti caratterizzanti il sito di interesse, in termini di velocità dell'onda, per differenti tempi di ritorno (1,10, 100, 1000, 10000 anni).

SRG - FSRU - DHI data - Jan. 1987 - May. 2020 - Punta Marina - 44.460 N, 12.389 E						
Whole Year extreme current speed - 5 m b.s.l.						
Return period		*1 Year*	*10 Year*	*100 Year*	*1000 Year*	*10000 Year*
Current Direction	*(to - °N)*	*Cs (m/s)*	*Cs (m/s)*	*Cs (m/s)*	*Cs (m/s)*	*Cs (m/s)*
	0.0	0.12	0.16	0.20	0.24	0.28
	30.0	-	-	-	-	-
	60.0	-	-	-	-	-
	90.0	-	-	-	-	-
	120.0	0.11	0.15	0.20	0.26	0.31
	150.0	0.36	0.41	0.47	0.51	0.56
	180.0	0.35	0.42	0.48	0.54	0.60
	210.0	0.11	0.13	0.15	0.17	0.19
	240.0	-	-	-	-	-
	270.0	0.09	0.12	0.14	0.17	0.20
	300.0	0.13	0.17	0.21	0.25	0.28
	330.0	0.18	0.21	0.25	0.28	0.31
	Omnidir	0.38	0.44	0.50	0.56	0.61

Tabella 7-3: Dati di Corrente

Risultano le seguenti onde estreme storm per le due traversie principali:

- Grecale - direzione 0°-90° : Hmax = 9.086 m
- Scirocco - direzione 91°- 160° : H_{max} = 1.86 * (0.92 * 3.92) = 6.708 m

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

Per la condizione operativa risultano le seguenti onde operative per le due traversie principali:

• Grecale - direzione 0°-90° : H_{max} = 7.315 m

• Scirocco - direzione 91°- 160° : H_{max} = 5.100 m

I valori indicati nella specifica del FEED (Rif. [A7]) sono:

• Onda estrema storm: H_{max} = 9.31 m

• Onda operativa: H_{max} = 7.86 m

Pertanto, dal confronto con i valori sopra calcolati in accordo al Rif. [A5] i valori del FEED risultano a favore di sicurezza e sono confermati come dati di progetto:

Onde

- Condizioni Operative: Altezza onda H_{max} = 7.86m; periodo d'onda T = 8.03s
- Condizioni di Storm: Altezza onda H_{max} = 9.31m; periodo d'onda T = 8.32s

Correnti

- Condizioni Operative: Velocità idrica V_c = 0.44m/s alla profondità di 10m
- Condizioni di Storm: Velocità idrica V_c = 0.50m/s alla profondità di 10m

7.1.4 Coefficienti idrodinamici

I coefficienti di inerzia e di resistenza saranno determinati secondo API RP 2A e BS 6349, secondo Dati di progetto Rif. [A2]:

Profili tubolari lisci:	Cd = 0.75	Cm = 2.00
Profili tubolari irregolari:	Cd* = 1.103	Cm = 2.00
Profili aperti:	Cd = 2.00	Cm = 2.00

(*) 1.103 = 1.05 x 1.05 in modo da considerare ad esempio la presenza degli anodi o di altri elementi che modificano il profilo.

7.1.5 Splash Zone

La splash zone risulta essere ad un'altitudine compresa tra -3.00 ma +4.00 slm.

7.1.6 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 1.56 t/m^3

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

7.1.7 Spessore di Corrosione

La corrosione viene applicata esclusivamente alla splash-zone: +4.00m ÷ -3.00m slm, per gli elementi tubolari dal solo lato esterno.

La velocità di corrosione sulla nuova piattaforma viene assunta pari a 0.15 mm/anno, corrispondenti a 3.75 mm di corrosione a fine vita dell'opera.

Si assume il valore di progetto 4.00 mm in favore di sicurezza.

7.2 SISMICITÀ

I dati di dettaglio inerenti la sismicità del sito sono riportati nel documento:

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

I carichi sismici di progetto sono definiti secondo la norma italiana NTC2018 (Rif. [B1]).

Si riporta in questa sezione la definizione dello spettro di risposta di progetto per lo Stato limite di Salvaguardia alla Vita "SLV", ai sensi delle NTC2018 (Rif. [B1]), definito attraverso l'utilizzo del software fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, per la zona di Ravenna (RA).



Di seguito si elencano i dati sismici ipotizzati per la definizione dello spettro di risposta di progetto:

- Vita nominale della struttura: 25 anni
- Classe d'uso: IV

- Tipo di categoria del suolo: D
- Categoria topografica: T1
- Classe di duttilità: Struttura non dissipativa

I parametri sismici caratterizzanti il sito in esame per diversi tempi di ritorno sono riportati in Tabella 7-4.



SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.048	2.450	0.262
SLD	50	0.060	2.483	0.278
SLV	475	0.163	2.548	0.280
SLC	975	0.215	2.497	0.286

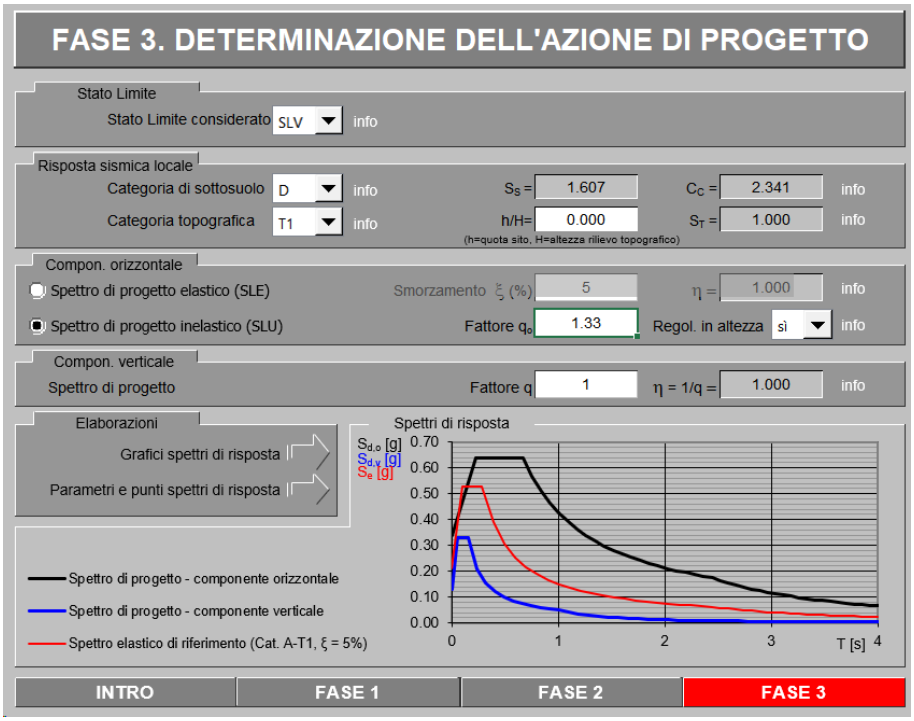
Tabella 7-4: Parametri sismici al variare del tempo di ritorno T_R

In base alle precedenti assunzioni, si assumono i seguenti parametri strutturali, secondo quanto prescritto nella sezione 7.3.1 delle NTC2018 (Rif. [B1]):

- Fattore di comportamento base: $q_0 = 2.0$ (Tab. 7.3.II, NTC2018 [B1] "Strutture con controventi concentrici a V)

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

- Coefficiente di regolarità in altezza: K_R = 1.0 (regolare)
- Comportamento per struttura a bassa duttilità: $q_{CD"B"} = q_0 * K_R$ = 2.0 ([7.3.1], NTC2018 [B1])
- Comportamento per struttura non dissipativa: $q_{ND} = 2/3*q_{CD"B"}$ = 1.33
- Fattore di comportamento verticale: q_v = 1.0



Nella figura seguente sono riportati gli spettri di risposta di progetto secondo NTC2018 (Rif.[B1]).

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

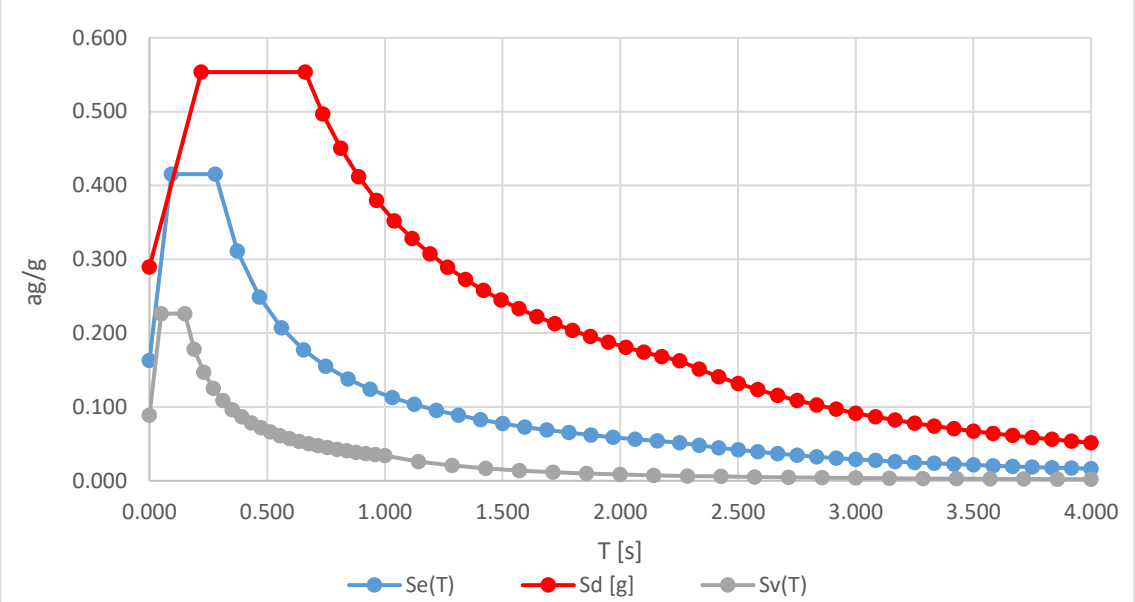


Figura 7-1: Spettri di Risposta

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

7.3 DATI GEOTECNICI

I dati geotecnici sono riportati nei documenti:

- NQR22199/L02-0001-LF-E-05400- Dati Generali di Progetto Rif. [A2]
- 0001-CI-E-012500 – Relazione Geotecnica Rif. [A10].

I dati geotecnici sono riassunti in Tabella 7-5.

STRATI	Profondità	Tipo di terreno	γ		φ'	Cu		c'
/	*m*	/	*t/m3*	*kN/m3*	°	*KPa*	*KN/cm2*	*KPa*
1)Da 0 a -15	0-5 5m-10m 10m-15m	Limo- depositi normalconsolidati	1.8	18	22	5.8 18 29	0.00058 0.0018 0.0029	0
2)	Da -15 a -16.5	Sabbie fini limose	1.85	18-19	28-32**(30)**	/	/	0-10
3)	Da -16.5 a 70	limi argillosi	2	20	28	40-150**(95)**	0.0095	18

Tabella 7-5: Dati geotecnici di progetto

NB: i valori riportati nella tabella precedente sono ridotti del 20%, in favore di sicurezza, essendo riferiti all'indagine geotecnica eseguita nel 1984.

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

8 MODELLO DI CALCOLO

8.1 UNITÀ DI MISURA

Il sistema mi misura internazionale (SI) è utilizzato per tutti i calcoli effettuati.

8.2 SISTEMA DI RIFERIMENTO

Il sistema di riferimento ha origine sul livello medio del mare (l.m.m.), con le seguenti caratteristiche (vedi Figura 8-1):

- L'asse X positivo è rivolto in direzione del lato Nord della piattaforma;
- Lasse Y positivo è rivolto in direzione del lato Ovest della piattaforma;
- L'asse Z positivo è rivolto verso l'alto.

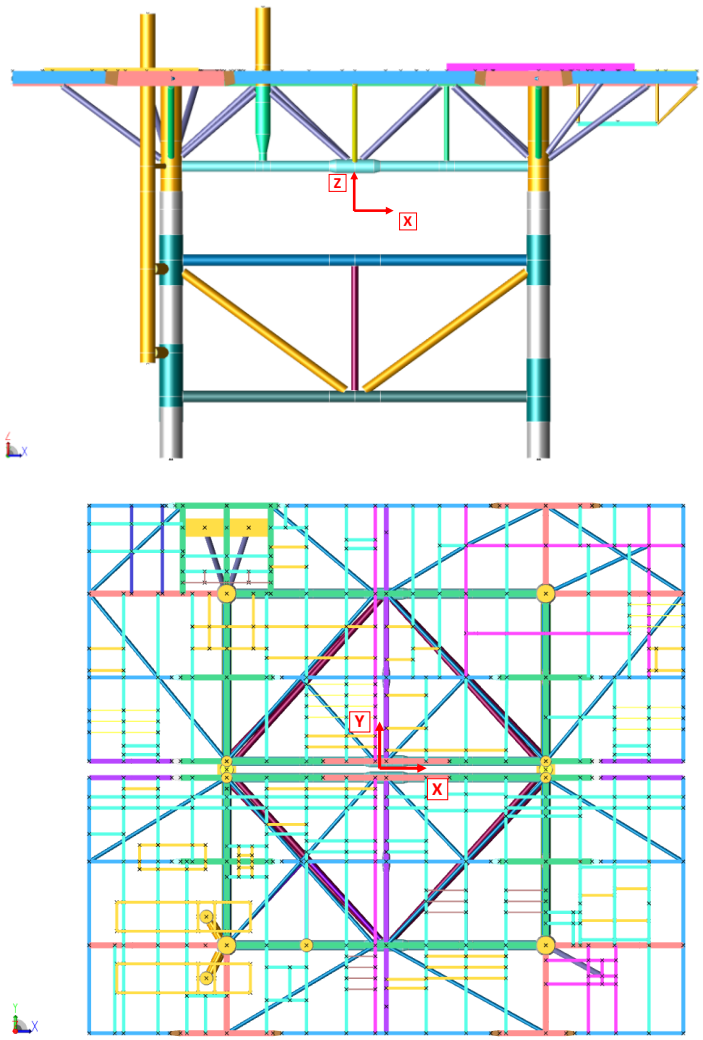


Figura 8-1: Sistema di riferimento del modello

8.3 PROGRAMMA DI CALCOLO

Il software utilizzato per l'analisi in oggetto è il SACS v.15.0 (Rif. [B20]).

8.4 MODELLO DI CALCOLO

È stato prodotto un modello di calcolo tridimensionale, in ambiente SACS (Rif. [B20]), che riproduce la piattaforma di scarico in tutti i suoi elementi principali.

Sono stati modellati:

- La struttura principale del Jacket (gambe, diagonali, nodi, controventi, elementi orizzontali e verticali
- La struttura principale del deck (piano orizzontale, gambe, diagonali)
- I pali di fondazione fino alla quota del fondo (-18.0m)
- Caissons

Il modello 3D della piattaforma di scarico è rappresentato in Figura 8-2.

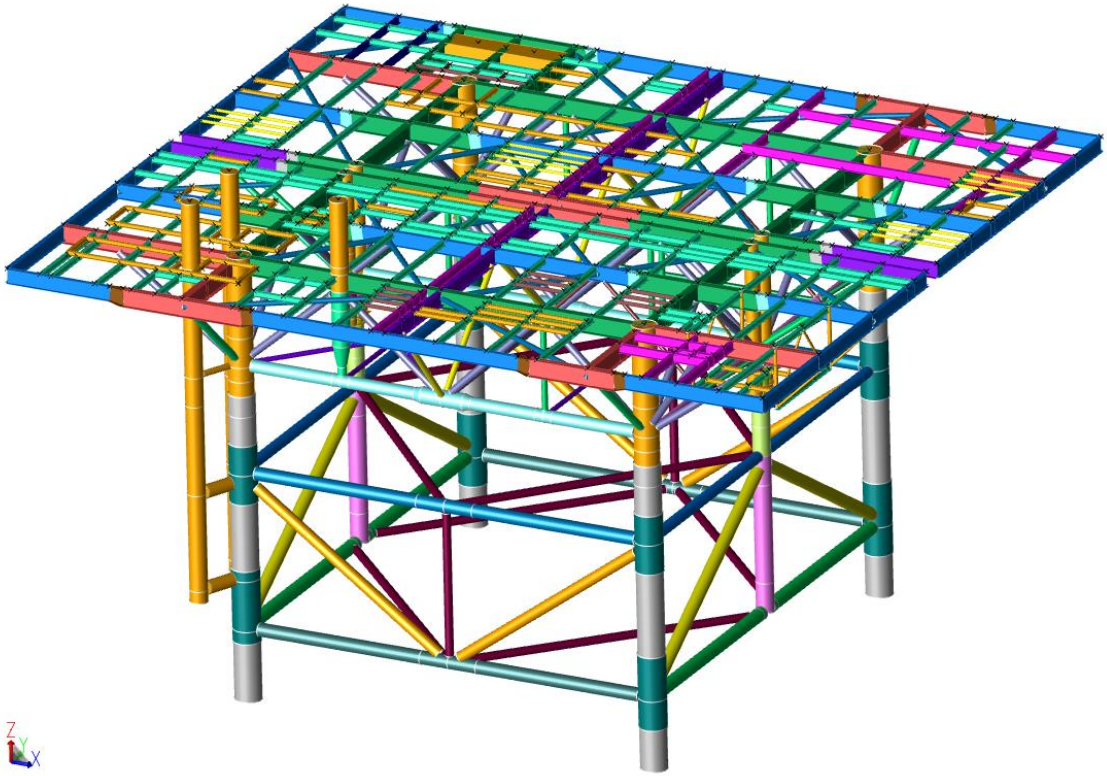


Figura 8-2: Modello SACS della piattaforma

Gli elementi secondari della struttura primaria (ad es. travi secondarie, grigliati, piastre ecc.) sono inserite a modello come carichi. Vengono modellati solo gli elementi secondari caricati direttamente da equipaggiamenti sul deck.

Le strutture secondarie di equipaggiamento quali bracci di carico, gru, fiaccola, sono inserite a modello come carichi.

8.4.1 Criteri di Modellazione

Di seguito sono illustrati i criteri di modellazione utilizzati:

- Gli elementi trave (beam) sono modellati da punto a punto; i profili tubolari sono modellati lungo il proprio asse, mentre i profilati sono modellati sul bordo superiore, per impostare la quota in maniera corretta. Gli assi locali di ogni trave sono x (assiale), y e z. La connessione fra travi avviene ai nodi di estremità.
- Ogni elemento è associato ad un gruppo (Member Group), che è caratterizzato da specifiche proprietà sezionali e materiali. La corrispondenza fra elemento del modello e gruppo, la lista dei gruppi utilizzati e le relative proprietà sono elencate in APPENDICE A – SCHEMI UNIFILARI e APPENDICE B – PROPRIETA' GRUPPI.
- Le travi vengono caratterizzate dalla loro sezione, materiale (densità γ, snervamento F_y), e dalle lunghezze di libera inflessione (L_y, L_z) e di sbandamento laterale (L_b).
- Le piastre vengono modellate a partire dai punti delle travi, sulla superficie media, a cui vengono assegnati materiale (densità γ, snervamento F_y) e spessore.
- Alle travi vengono assegnati eventuali "release" agli estremi, ovvero vengono svincolate alle estremità in accordo alla loro connessione reale. L'assegnazione di un release avviene impostando il valore del corrispondente grado di libertà interno in quella direzione in "1", lasciando "0" quando si vuole mantenere il vincolo. Ogni estremità possiede 6 gradi di libertà, in accordo al sistema di riferimento locale: primi tre gradi di libertà sono le traslazioni del nodo di estremità lungo le tre direzioni locali, gli altri tre sono le rotazioni attorno agli stessi assi. I *release* interni assegnati sono mostrati in Figura 8-4.
- Ai punti vengono assegnati dei vincoli esterni, vengono vincolati i gradi di libertà di un punto (6 totali) andando a impostare il valore di "1" a quel grado di libertà, lasciando il valore di "0" se vuole mantenersi lo sposamento lungo quella direzione. I primi tre gradi di libertà sono le traslazioni del punto lungo le tre direzioni globali, gli altri tre sono le rotazioni attorno agli stessi assi.
- I pali sono modellati come elementi trave fino all'intersezione col fondo del mare. Lì viene assegnato un particolare vincolo al nodo di base, chiamato "PILEHD", e la restante parte del palo viene modellata attraverso il modulo PSI del SACS, come descritto al par. 8.5. Il sistema di vincolo del modello è rappresentato in Figura 8-3.
- I pali sono connessi alle gambe del Jacket in tre punti: in corrispondenza dei due piani orizzontali, in cui si scambiano solo forze di taglio, e in sommità alla gamba del jacket, tramite una "crown plate", in cui si scambiano anche forze verticali. La connessione fra i due elementi in questi punti viene modellata con dei "Wishbones", elementi dummy adimensionali e senza peso, che permettono la connessione fra i due elementi tra due punti coincidenti e permettendo lo scambio di forze orizzontali e verticali.
- Gli elementi allagati vengono definiti assegnandovi la proprietà "flooded", in questo modo si considera la presenza d'acqua all'interno di quell'elemento. La proprietà è mostrata in Figura 8-5.

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

La struttura della piattaforma viene modellata per intero, e tutti i carichi vengono assegnati, tuttavia le verifiche strutturali saranno eseguite solo per il Deck in questo documento.

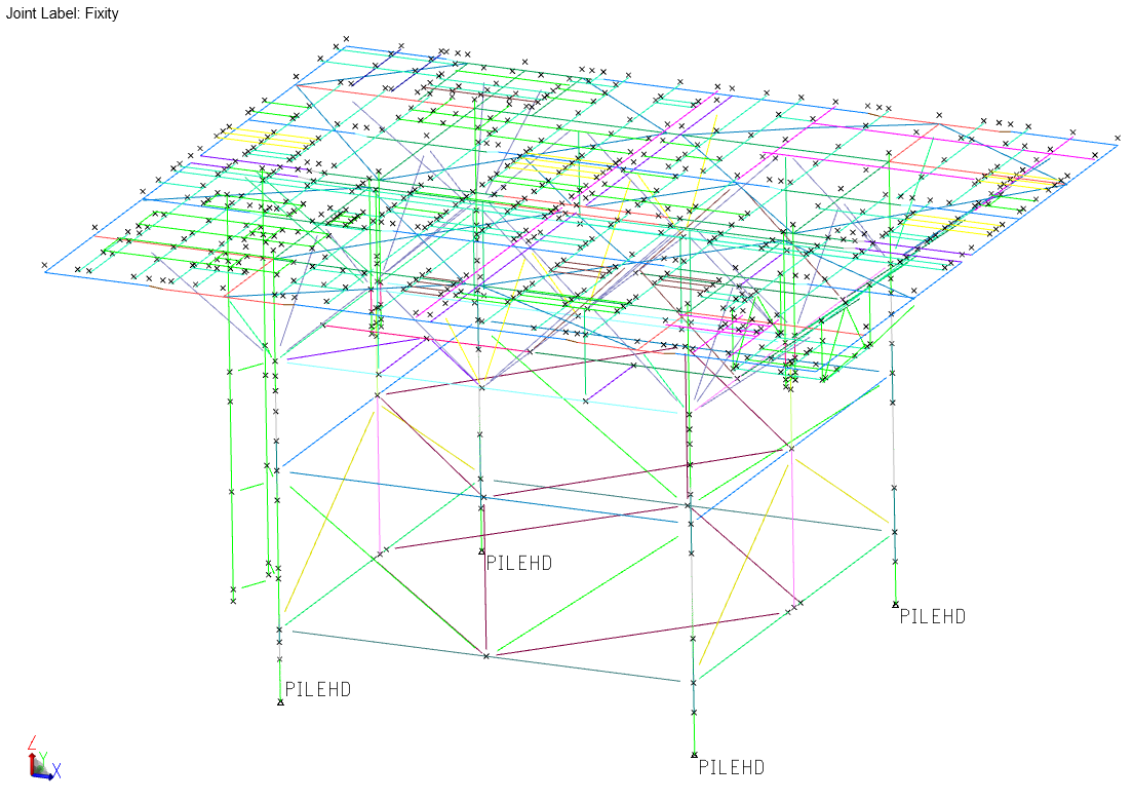


Figura 8-3: Modello SACS - Vincoli esterni: testa pali

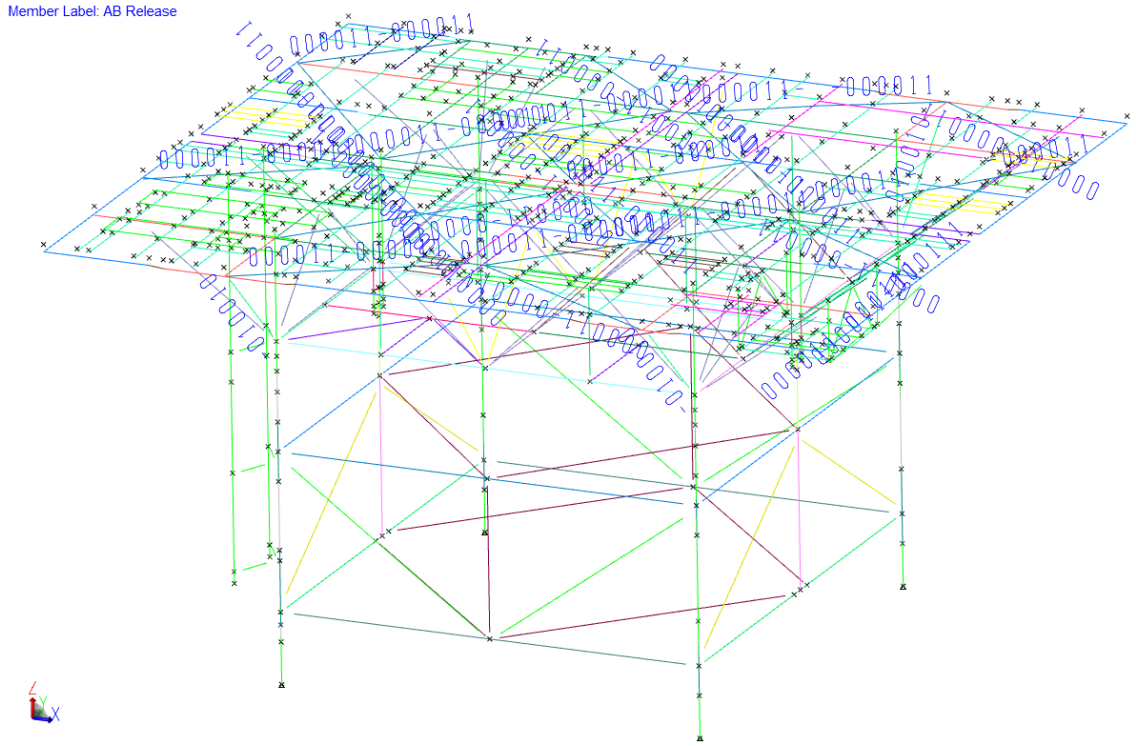


Figura 8-4: Modello SACS - *releases* interni

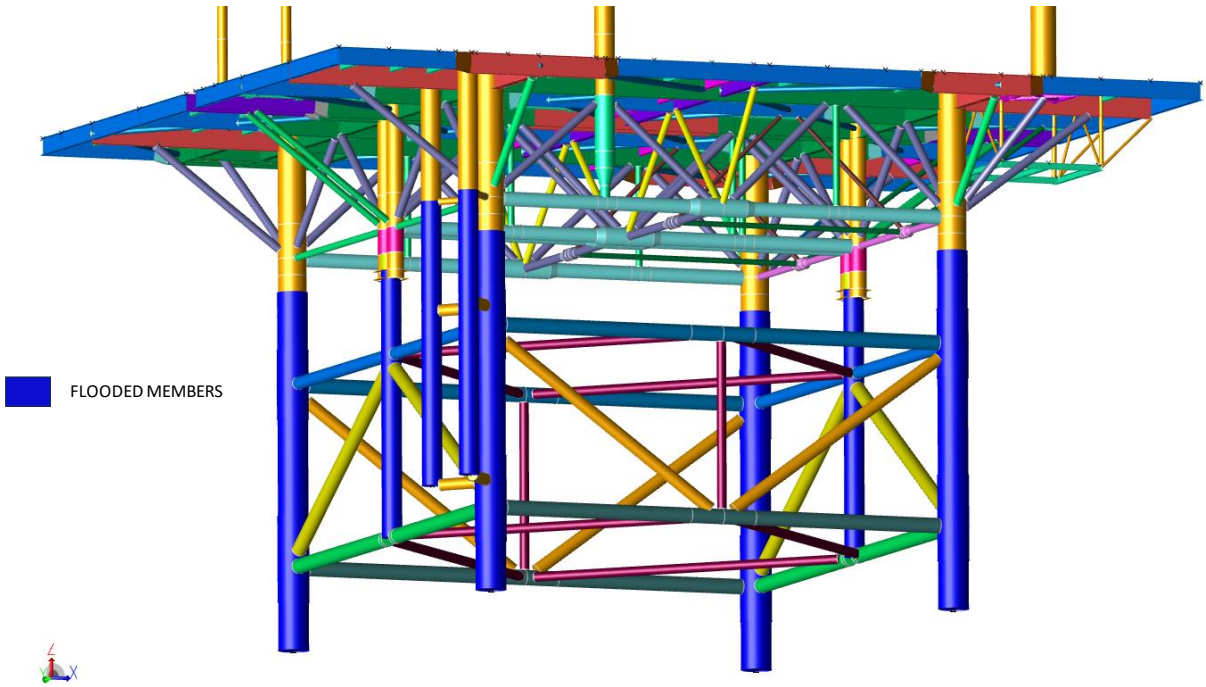


Figura 8-5: Modello SACS – Elementi allagati (*flooded*)

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

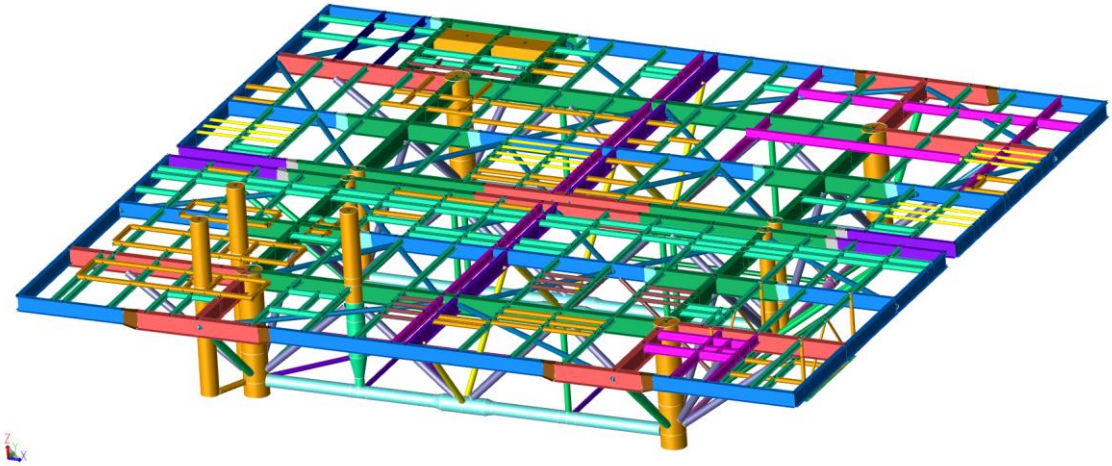


Figura 8-6: Modello SACS – Deck

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

8.5 MODELLAZIONE DELLA FONDAZIONE

I pali del Jacket, battuti all'interno delle sue gambe, e connesse alla loro sommità tramite una "crown plate", sono modellati all'interno del terreno (sotto il fondo a -18.0m) usando il modulo SACS^{TM} PSI (Pile – Structure – Interaction), in modo da tener conto della loro geometria e dell'interazione suolo-struttura, considerando il comportamento non-lineare del terreno sullo sviluppo trasversale e longitudinale del palo.

La porzione di palo sotto il fondale marino è modellata nel modulo PSI con le corrette proprietà di lunghezza, sezioni, materiale, e peso fino alla sua massima profondità di infissione. Nel modello SACS, i nodi corrispondenti alla testa dei pali, vincolati alla quota -18.0m s.l.m.m. con la proprietà "PILEHD", vengono caratterizzati da delle molle non lineari che tengono conto dell'interazione palo-terreno durante l'analisi.

Il suolo, caratterizzato dalle proprietà riportate al Par.7.3, è stato modellato con il modulo PSI tramite le sue curve T-z, che simulano il comportamento assiale lungo il palo, le curve Q-z che rappresentano la portata di punta del palo alla quota di infissione raggiunta, e le curve P-y che ne modellano il comportamento orizzontale. Tali curve sono state generate dal PSI in accordo alle proprietà del suolo, secondo l'approccio API (Rif. [B19]).

Le proprietà dei pali sotto il fondale marino sono riportate in Tabella 8-1.

Palo	Sezione	Spessore	Lunghezza di infissione
Gamba A1, A3, E1, E3	Φ 1675 mm	60 mm	12.85 m
Gamba A1, A3, E1, E3	Φ 1675 mm	40 mm	61.95 m

Tabella 8-1: Composizione pali sotto il fondale marino

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

9 CARICHI E COMBINAZIONI DI CARICO

Vengono elencati tutti i carichi relativi al deck e al jacket.

Secondo le ISO 19902 (Rif. [B4]) e le NTC2018 (Rif. [B1]) i carichi sono divisi nelle seguenti categorie:

- Azioni Permanenti (G_1, G_2);
- Azioni Variabili (Q_1, Q_2);
- Azioni Ambientali (E_0, D_0);

I coefficienti parziali delle azioni per la condizione in servizio sono riportati nella tabella seguente:

IN SERVIZIO	Coefficienti Parziali delle Azioni					
Caso Base	Cond. Operative SLU1	Cond. Operative SLU2	Cond. Estreme SLU3	Cond. Estreme SLU4	Cond. Esercizio SLS1	Cond. Esercizio SLS2
G_1	1.3	1.3	1.1	0.9	1.0	1.0
G_2	1.3	1.3	1.1	0.9	1.0	1.0
Q_1	1.5	1.5	1.1	0.8	1.0	1.0
Q_2	1.5	1.5		-	1.0	1.0
E_o	-	0.9x1.35=1.215		-	-	1.0
E_e	-		1.0x1.35=1.35	1.0x1.35=1.35	-	-

Tabella 9-1: Coefficienti parziali azioni per condizioni in servizio

Fra le azioni permanenti rientrano:

- Peso proprio delle strutture
- Carichi di galleggiamento
- Peso accrescimento marino
- Peso proprio di piping ed equipaggiamenti

Fra le azioni variabili rientrano:

- Zone di passaggio 4.0 kN/m^2
- Zone di manutenzione 9.0 kN/m^2
- Zone di carico/scarico (laydown) 15.0 kN/m^2
- Carichi operativi Gru
- Carichi operativi bracci di carico

Fra le azioni ambientali rientrano:

- Vento
- Onde e correnti

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

9.1 CARICHI PERMANENTI

9.1.1 Peso Proprio Strutturale - DEAZ

Il peso proprio della struttura modellata (Jacket, Deck, Caissons, Pali) viene automaticamente calcolato dal software SACS, utilizzando le proprietà sezionali, la lunghezza e la densità dei vari elementi. Le seguenti densità sono utilizzate:

- Carpenteria Metallica: 7.85 t/m^3
- Acqua di mare: 1.01 t/m^3
- Accrescimento marino: 1.56 t/m^3

Viene inoltre considerato un incremento del peso calcolato del 10% per contingency.

Il calcolo del peso della struttura tiene conto anche del galleggiamento dei profili immersi in acqua (flooded), calcolando così anche la forza di galleggiamento (*buoyancy*), e dell'accrescimento marino sugli elementi immersi come specificato al Par. 7.1.6.

La condizione di carico assegnata è la DEAZ.

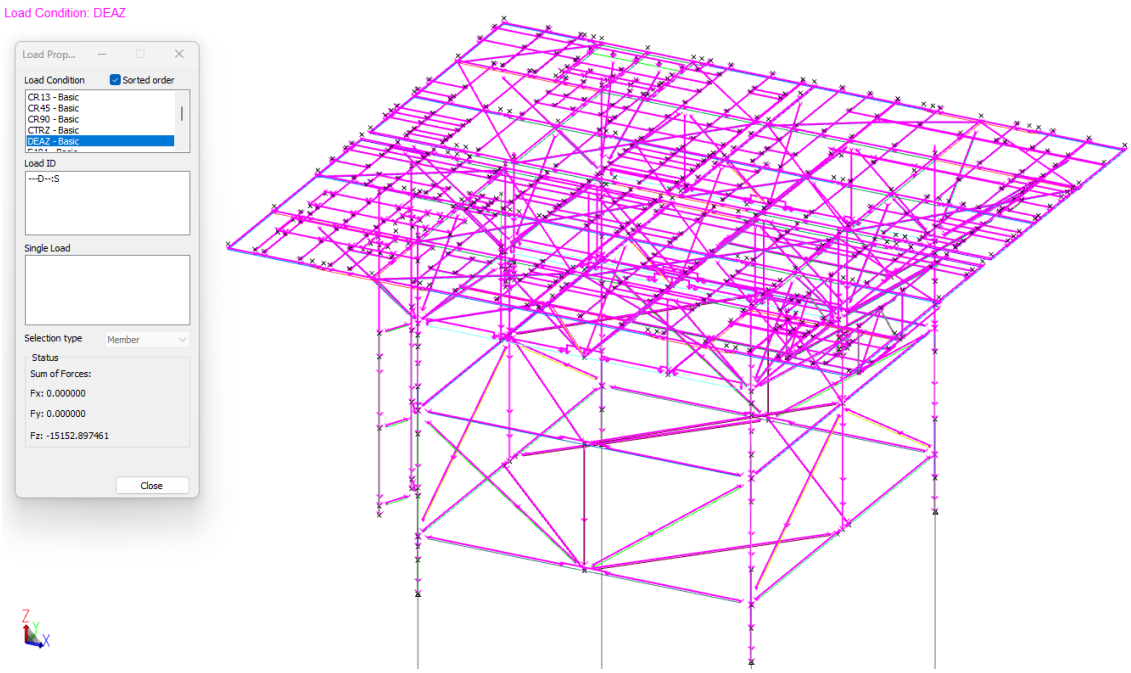


Figura 9-1: Modello SACS – Peso proprio strutture modellate – LOADCN DEAZ

9.1.2 Pesi Strutture non modellate - PERZ

Tutte le strutture secondarie non modellate vengono assegnate come carico.

Tali strutture sono elencate in Tabella 9-2.

Loadcn	Descrizione	Fz [kN]
PERZ	Grigliati 50 kg/m^2	1321
	Travi Secondarie IPE180	433
	Fireproofing	1050
	Corrimani	31
	Piastre	109
	Strutture a completamento	691
TOTALE		**3635**

Tabella 9-2: Strutture non modellate - LOADCN PERZ

Tali carichi tengono conto di una contingency del 10%.

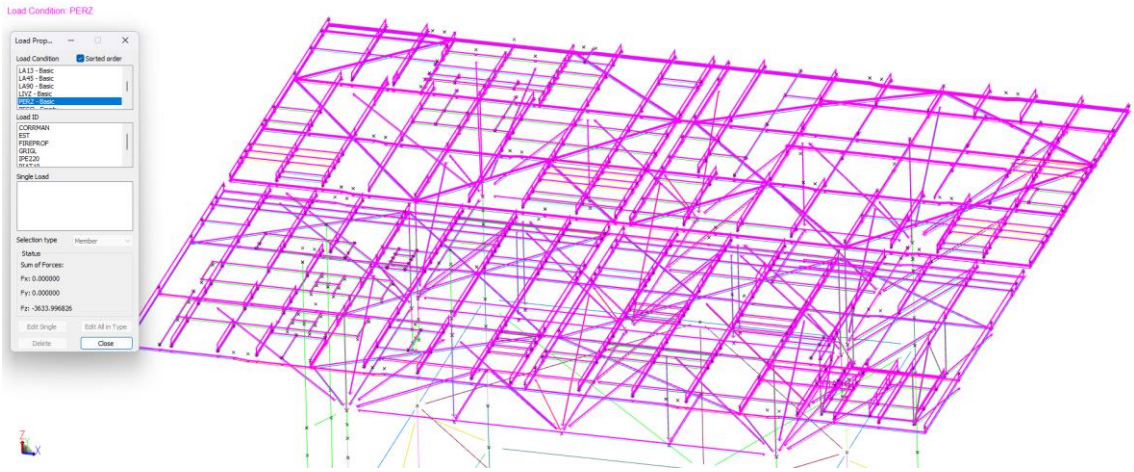


Figura 9-2: Modello SACS – Strutture non modellate – LOADCN PERZ

9.1.3 Piping

I carichi da piping (tubature, valvole) sono indicati nel documento SNAM NQ/R 22199.

Tali carichi sono assegnati secondo la corretta distribuzione in pianta., e tengono conto di un 5% di contingency.

Loadcn	Descrizione	Fz [kN]
PIPZ	Piping	2470
TOTALE		**2470**

Tabella 9-3: Carichi Piping - LOADCN PIPZ

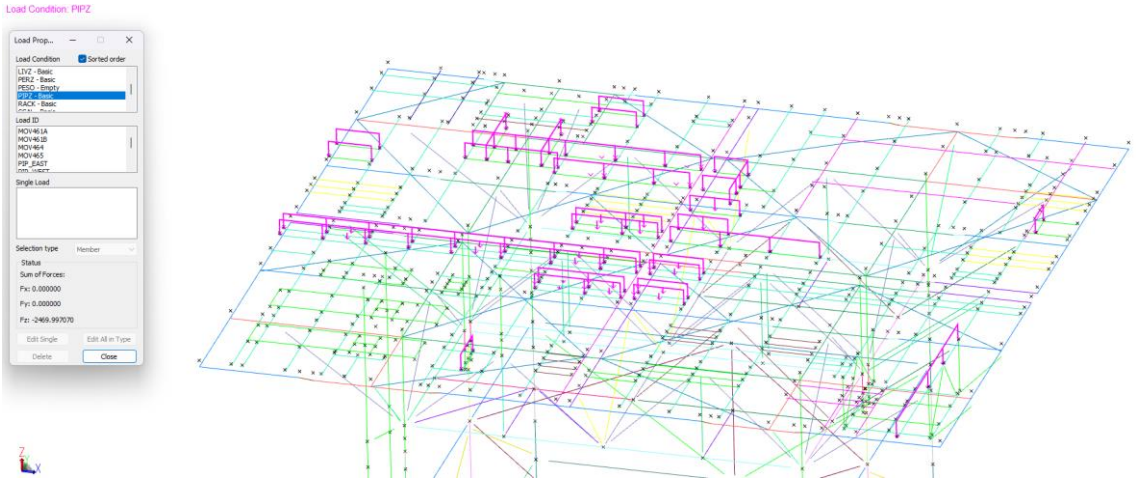


Figura 9-3: Modello SACS – Carichi Piping - LOADCN PIPZ

9.1.4 Equipaggiamenti

I carichi degli equipaggiamenti principali sono indicati nel documento SNAM NQ/R 22199.

Tali carichi sono assegnati secondo la corretta distribuzione in pianta, e sono elencati in Tabella 9-4.

Loadcn	Descrizione	Fz [kN]
BRAC	Bracci di carico 2 x 55 tons	1100
GRU	Gru da 45 ton	450
CATR	Cable tray + fireproofing	1505
CTRZ	Cabinato di controllo	1776
FLAR	Fiaccola 30m	250
SCAL*	Scalandrone	150
EQES	Equipaggiamenti lato EST (Serbatoi, locali pompe, trappola...)	3341
EQWE	Equipaggiamenti lato OVEST (Serbatoi, skid, cabinati...)	693
TOTALE		**9265**

Tabella 9-4: Carichi Equipaggiamento

*Nota: allo scalandrone è associato anche un momento di -500 kNm secondo la convenzione dei segni di SACS (vedi Figura 9-9).

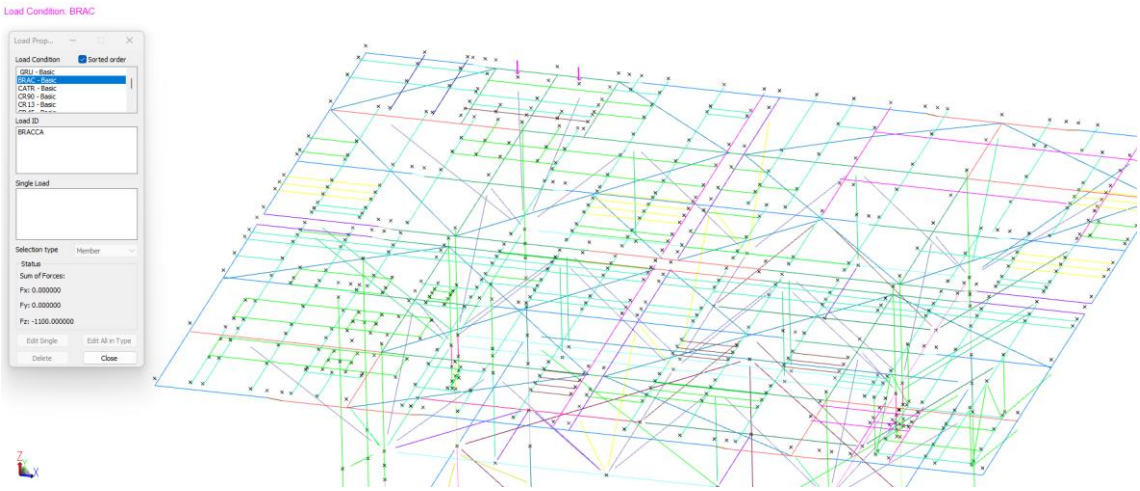


Figura 9-4: Modello SACS – Bracci di carico - LOADCN BRAC

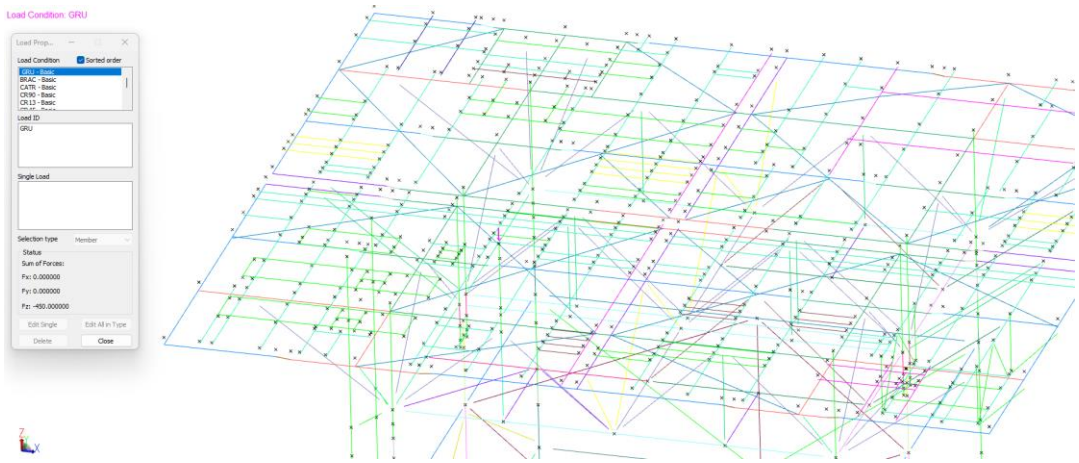


Figura 9-5: Modello SACS – Gru - LOADCN GRU

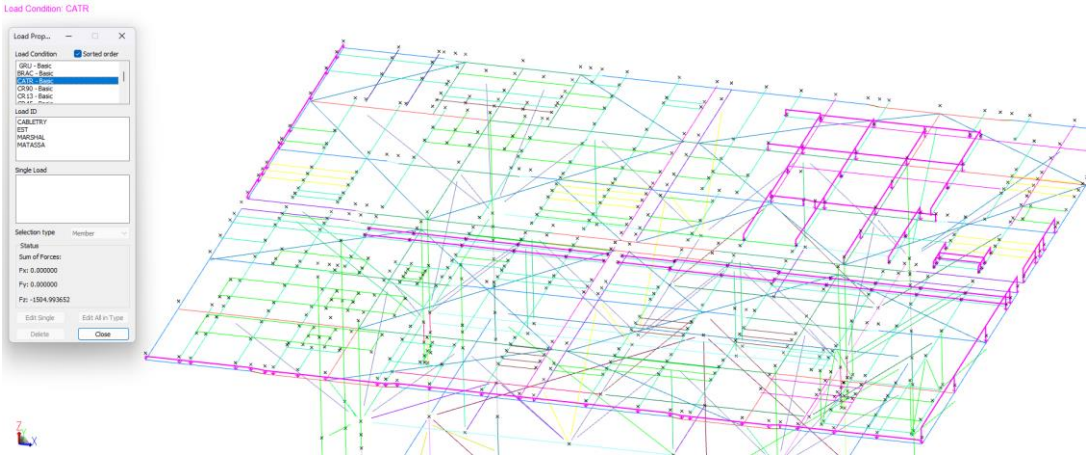


Figura 9-6: Modello SACS – Cable tray - LOADCN CATR

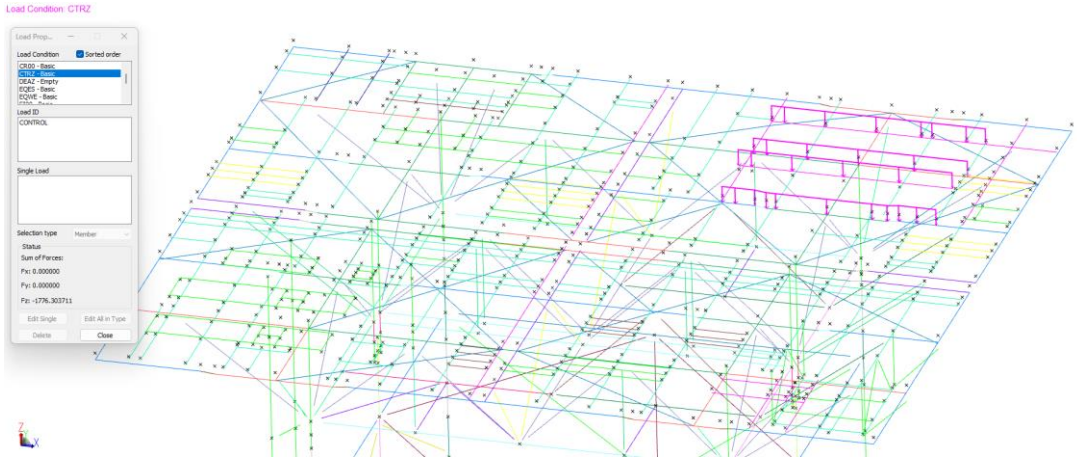


Figura 9-7: Modello SACS – Cabinato di Controllo - LOADCN CTRZ

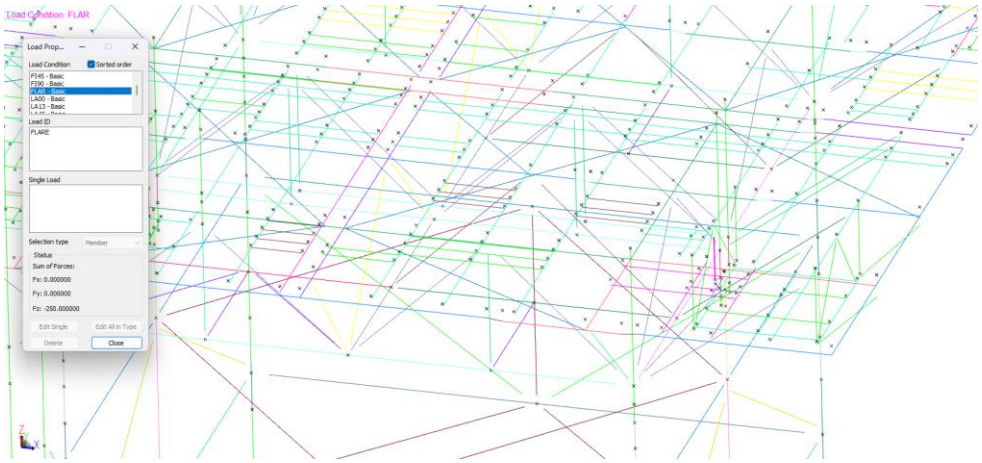


Figura 9-8: Modello SACS – Fiaccola - LOADCN FLAR

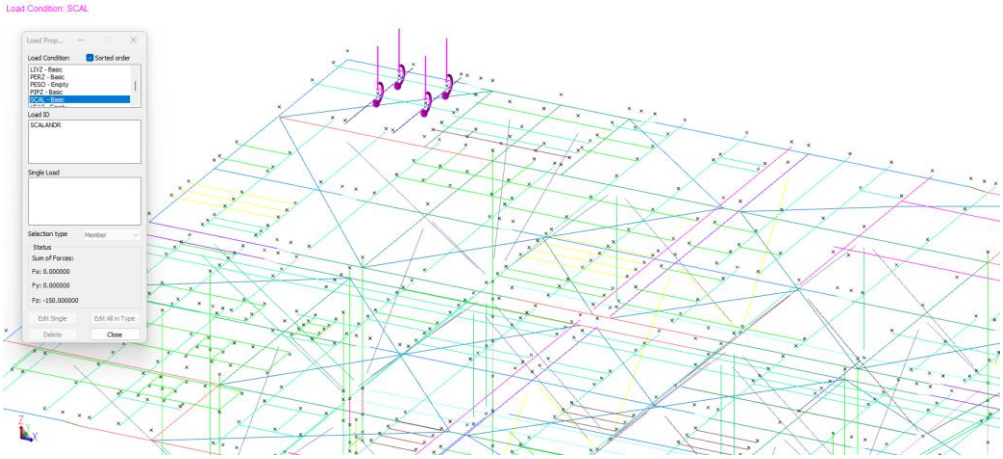


Figura 9-9: Modello SACS – Scalandrone - LOADCN SCAL

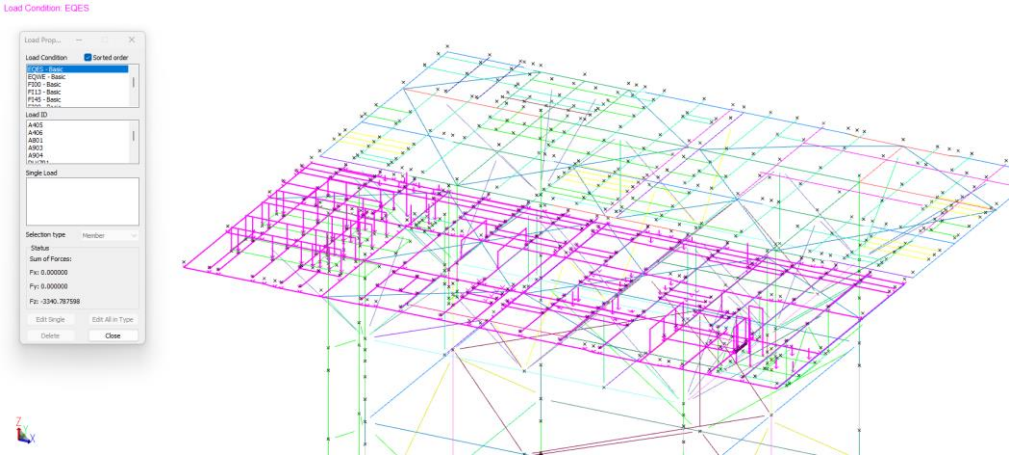


Figura 9-10: Modello SACS – Locali pompe, serbatoi EST - LOADCN EQES

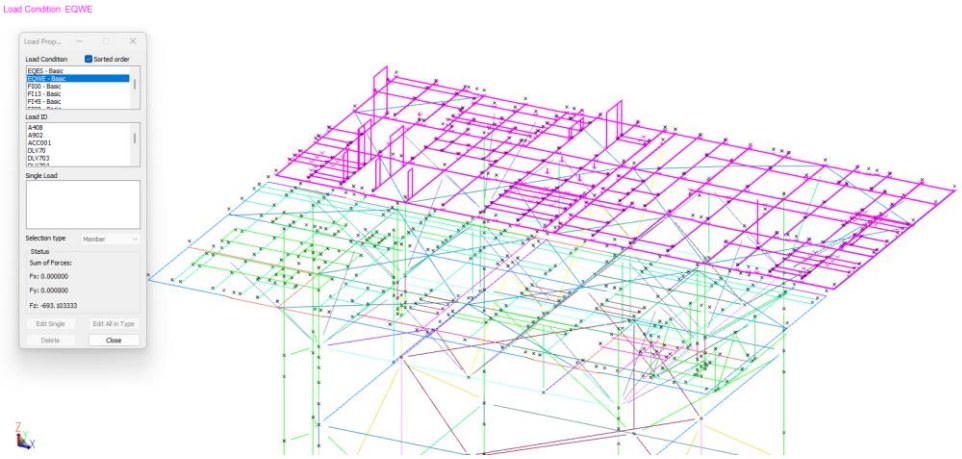


Figura 9-11: Modello SACS – Valvole, Bombole, serbatoi OVEST - LOADCN EQWE

9.2 CARICHI VARIABILI

9.2.1 Carico Variabile distribuito – LIVZ

Viene assegnato in tutte le zone libere il seguente carico variabile, adeguato per le verifiche del jacket:

Loadcn	Descrizione	Fz [kN]
LIVZ	4.0 kN/m^2	9335
	9.0 kN/m^2	1001
	15.0 kN/m^2	45
TOTALE		**10381**

Tabella 9-5: Carichi Piping - LOADCN LIVZ

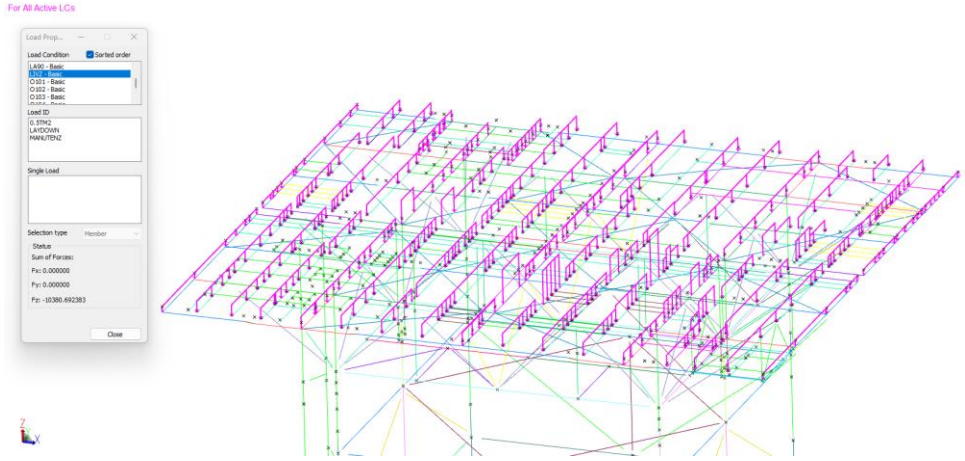


Figura 9-12: Modello SACS – Carico variabile - LOADCN LIVZ

9.2.2 Bracci di Carico

In fase operativa, i bracci di carico sviluppano un momento di 2000 kNm a testa.

Tale momento viene assegnato ai punti di base dei bracci di carico nelle varie direzioni.

Loadcn	Descrizione	Mx [kNm]	My [kNm]
LA00	Momento attorno a Y		4000
LA90	Momento attorno a X	4000	
LA45	Momento a 45°	-2828.4	2828.4
LA13	Momento a 135°	-2828.4	-2828.4

Tabella 9-6: Carichi Operativi Bracci di Carico

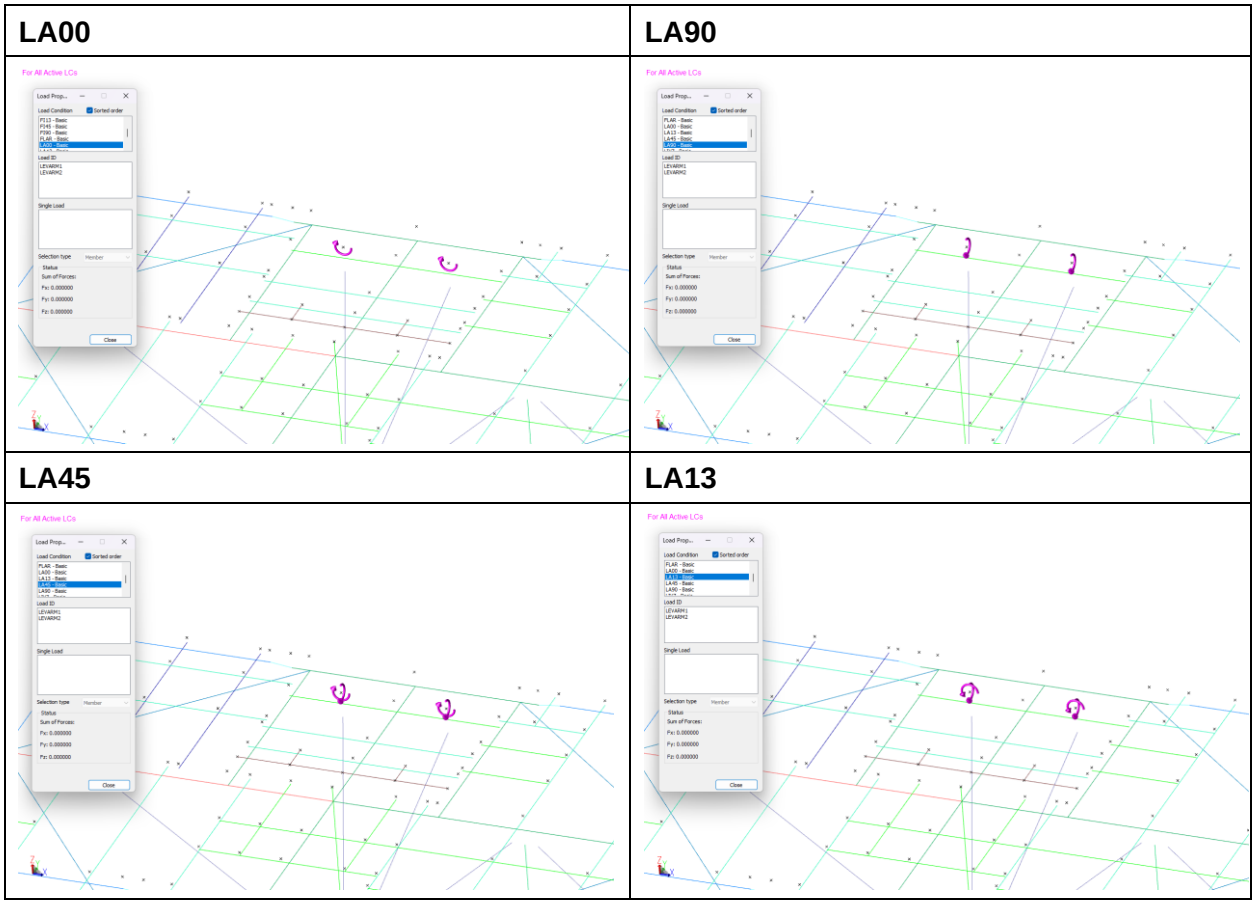


Figura 9-13: Modello SACS – Carico variabile bracci di carico

9.2.3 Gru

La gru da 40t è in grado di sollevare 4t con un braccio di 20m e 10.5t con un bracco di 11m. La seconda condizione è quella che porta il massimo momento alla base della gru, pari a 2635 kN.

Il momento massimo viene incrementato di un coefficiente dinamico di 1.50, per cui il momento imposto è pari a M = 2635x1.5 = 3952 kN ~ 4000 kN. I carichi operativi di progetto della gru sono riportati in Figura 9-14.

Loadcn	Descrizione	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
CR00	Momento attorno a Y	-105	4000	
CR90	Momento attorno a X	-105		4000
CR45	Momento a 45°	-105	2828.4	-2828.4
CR13	Momento a 135°	-105	2828.4	2828.4

Tabella 9-7: Carichi Operativi Gru

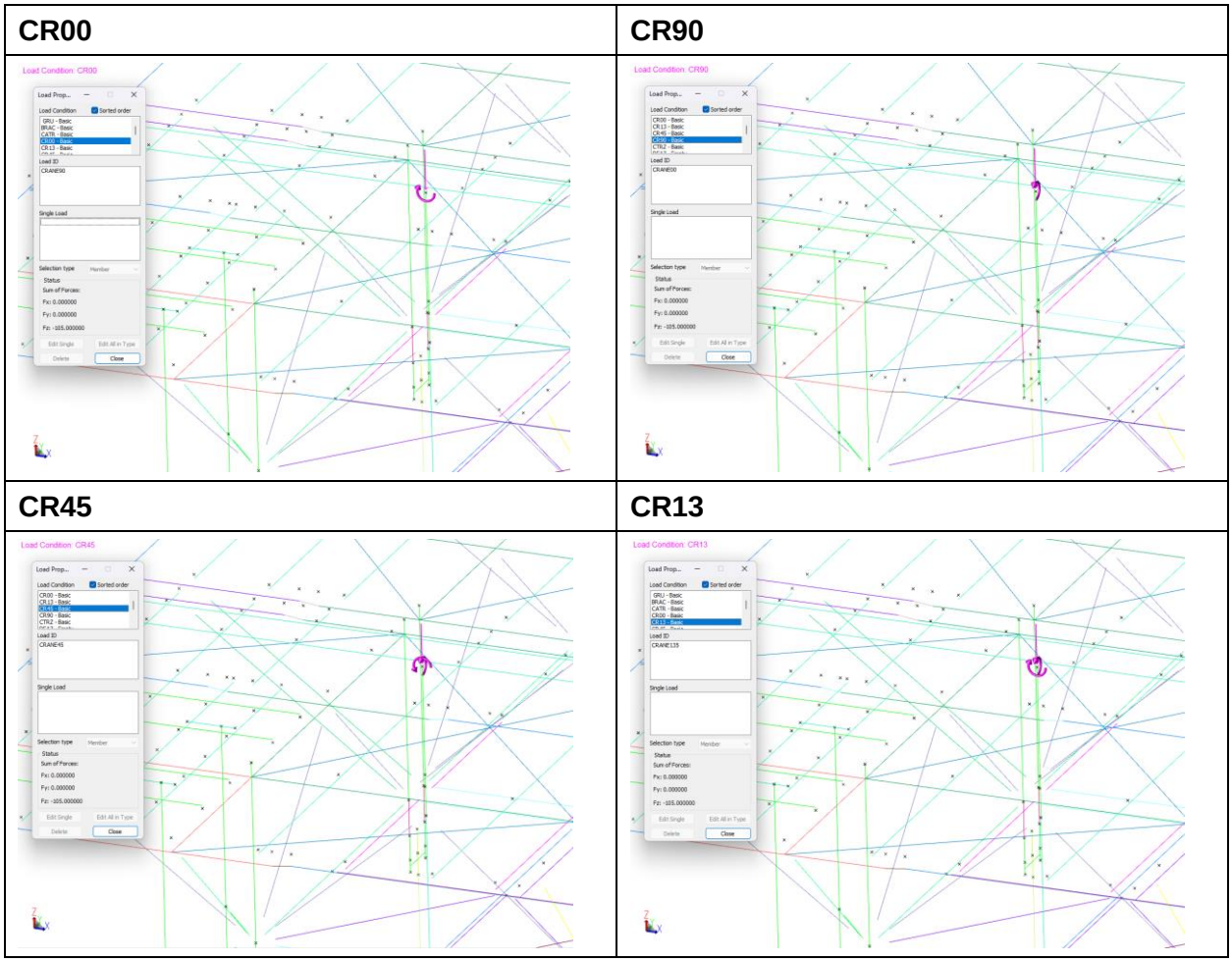


Figura 9-14: Modello SACS – Carico variabile Gru

9.2.4 Fiaccola

Il carico variabile della fiaccola è costituito dal vento che la investe.

Tenendo conto della altezza h=30m e della larghezza massima b=3m, e di un vento storm pari a 38m/s, si calcola la pressione massima del vento sulla fiaccola:

$q = 0.5*\rho*v^2 = 0.5*1.25*38^2 = 0.90$ kN/m^2

e la forza massima considerando l'intera superficie piena (a favore di sicurezza) vale:

F = 30*3*0.9 = 81 kN

Tale forza viene applicata a 20m, ovvero 2/3 dell'altezza totale della fiaccola. Il momento risultante alla base è dunque 1620 kNm.

Loadcn	Descrizione	Fx [kN]	Fy [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
FI00	Vento lungo X	81			1620
FI90	Vento lungo Y		81	-1620	
FI45	Vento a 45°	57.28	57.28	1145.5	-1145.5
FI13	Vento a 135°	-57.28	57.28	-1145.5	-1145.5

Tabella 9-8: Carichi Vento Fiaccola

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

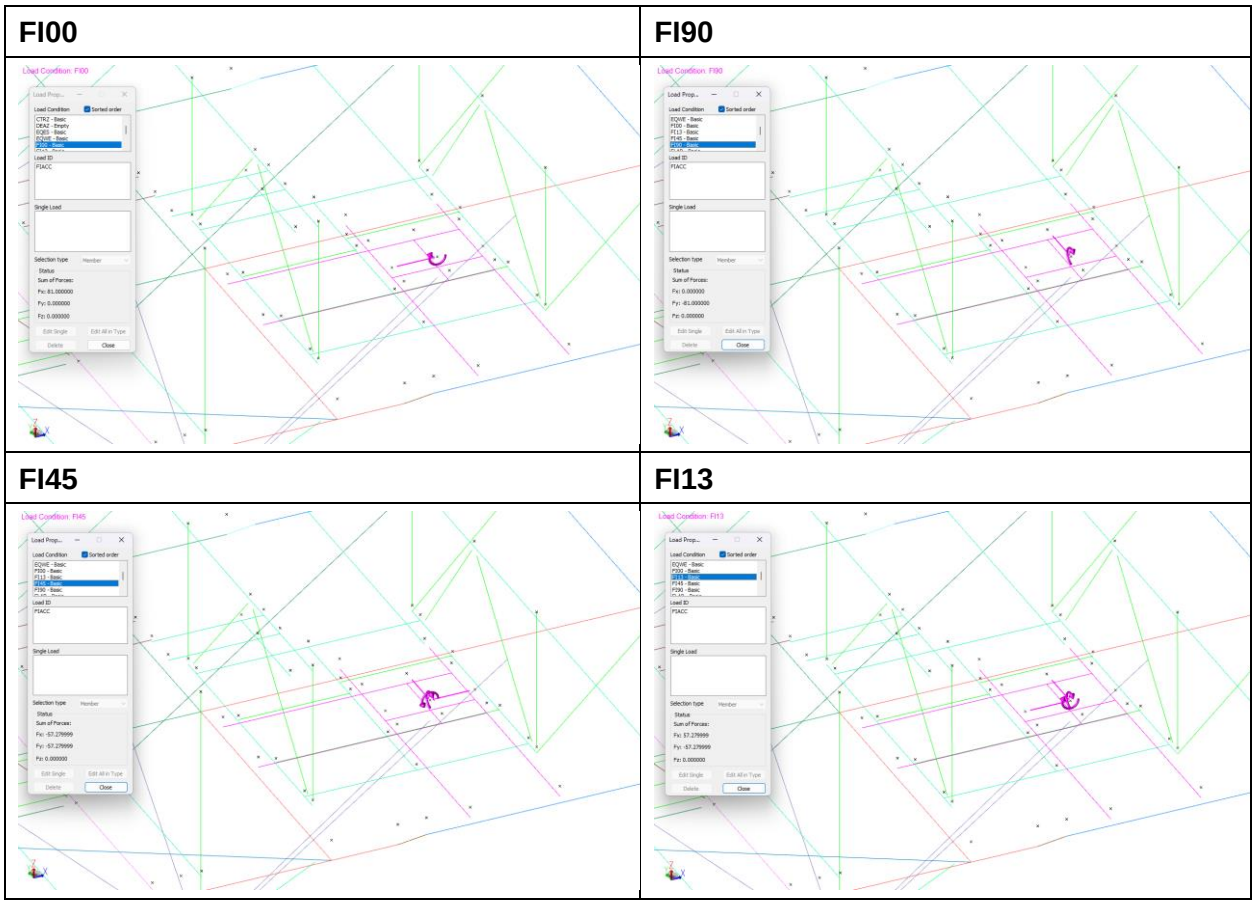


Figura 9-15: Modello SACS – Carico variabile Fiaccola

9.3 CARICHI AMBIENTALI

9.3.1 Carichi d'onda e correnti

I carichi d'onda e delle correnti sono automaticamente generati dal software SACS sulla base di input quali l'altezza d'onda, il periodo e la velocità. Per ogni direzione, una sola condizione di carico viene generata per entrambe.

Come già esposto al Par.7.1, i valori del FEED (Rif. [A5]) risultano a favore di sicurezza e sono confermati come dati di progetto:

Onde

- Condizioni Operative: Altezza onda H_{max} = 7.86m; periodo d'onda T = 8.03s
- Condizioni di Storm: Altezza onda H_{max} = 9.31m; periodo d'onda T = 8.32s

Correnti

- Condizioni Operative: Velocità idrica V_c = 0.44m/s alla profondità di 10m
- Condizioni di Storm: Velocità idrica V_c = 0.50m/s alla profondità di 10m

I carichi d'onda sono generati nei 180° a partire dal Nord geografico, ovvero dalla parte del fetch, tenendo conto delle dimensioni degli elementi investiti e dell'accrescimento marino.

Le forze d'onda sono calcolate con i seguenti coefficienti idrodinamici, come specificato nelle Design Basis (Rif. [A7]):

Coefficiente Idrodinamico	Aste tubolari		Profili piatti
	Liscio	Ruvido	
Drag – C_d	0.750	2.00	2.00
Inerzia - C_m	1.103	2.00	2.00

Tabella 9-9: Coefficienti idrodinamici

La teoria delle onde utilizzata è quella di Stokes del 5° ordine. Viene assunta una velocità della corrente costante per tutta la profondità.

Di seguito le condizioni di carico considerate.

Loadcn	Descrizione	Onda		Corrente
		H_{max} [m]	T [s]	V [m/s]
WO00	Onda Operativa a 0° (X)	7.86	8.03	0.44
WO90	Onda Operativa a 90° (Y)	7.86	8.03	0.44
WO45	Onda Operativa a 45°	7.86	8.03	0.44
WO13	Onda Operativa a 135°	7.86	8.03	0.44
WO18	Onda Operativa a 180° (-X)	7.86	8.03	0.44
WE00	Onda Estrema a 0° (X)	9.31	8.32	0.50
WE90	Onda Estrema a 90° (Y)	9.31	8.32	0.50
WE45	Onda Estrema a 45°	9.31	8.32	0.50
WE13	Onda Estrema a 135°	9.31	8.32	0.50
WE18	Onda Estrema a 180°	9.31	8.32	0.50

Tabella 9-10: Carichi Meteomarini – Onde e correnti

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

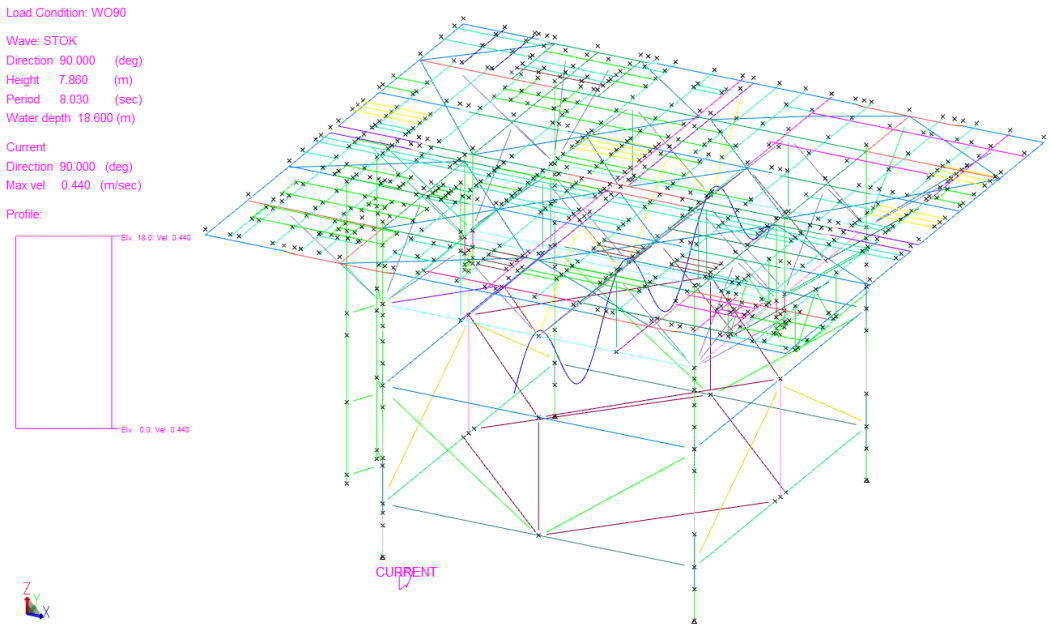


Figura 9-16: Modello SACS – Carico Operativo d'onda e corrente a 90° (Lungo Y)

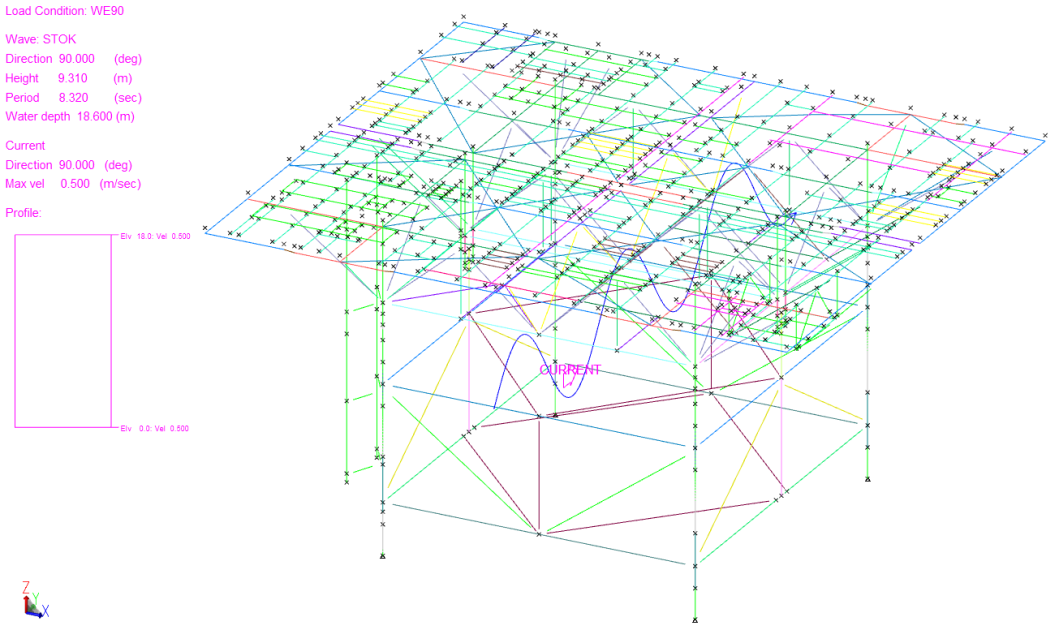


Figura 9-17: Modello SACS – Carico Estremo d'onda e corrente a 90° (Lungo Y)

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

9.3.2 Carichi di Vento

I carichi del vento sono automaticamente generati dal software SACS sulla base di input quali la velocità e l'altezza di riferimento, secondo un profilo prestabilito che in questo caso è quello API.

Come già esposto al Par.7.1, i valori del FEED (Rif. [A5]) risultano a favore di sicurezza e sono confermati come dati di progetto:

- Condizioni Operative: Profilo API con 32.9m/s a 10 m dal livello del mare
- Condizioni di Storm: Profilo API con 38.2m/s a 10 m dal livello del mare

Le forze sono generate su tutta la struttura modellata investita dal profilo di vento e sulle aree assegnate. Per considerare la presenza di tutti gli equipaggiamenti investiti dal vento, è stata considerata la presenza di uno schermo di 3m di altezza dal bordo superiore del deck su tutto il perimetro della piattaforma.

Di seguito le condizioni di carico considerate.

Loadcn	Descrizione	Velocità V [m/s]
VO00	Vento Operativo a 0° (X)	33
VO90	Vento Operativo a 90° (Y)	33
VO45	Vento Operativo a 45°	33
VO13	Vento Operativo a 135°	33
VO18	Vento Operativo a 180° (-X)	33
VE00	Vento Estremo a 0° (X)	38
VE90	Vento Estremo a 90° (Y)	38
VE45	Vento Estremo a 45°	38
VE13	Vento Estremo a 135°	38
VE18	Vento Operativo a 180° (-X)	38

Tabella 9-11: Carichi Meteomarini – Vento

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

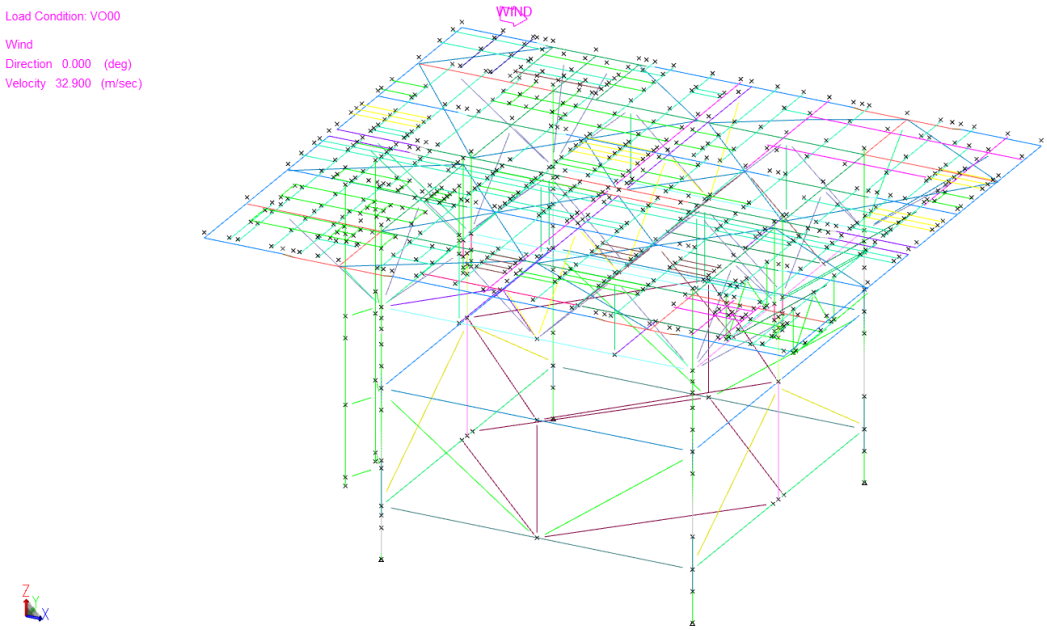


Figura 9-18: Modello SACS – Carico Operativo di Vento a 0° (Lungo X)

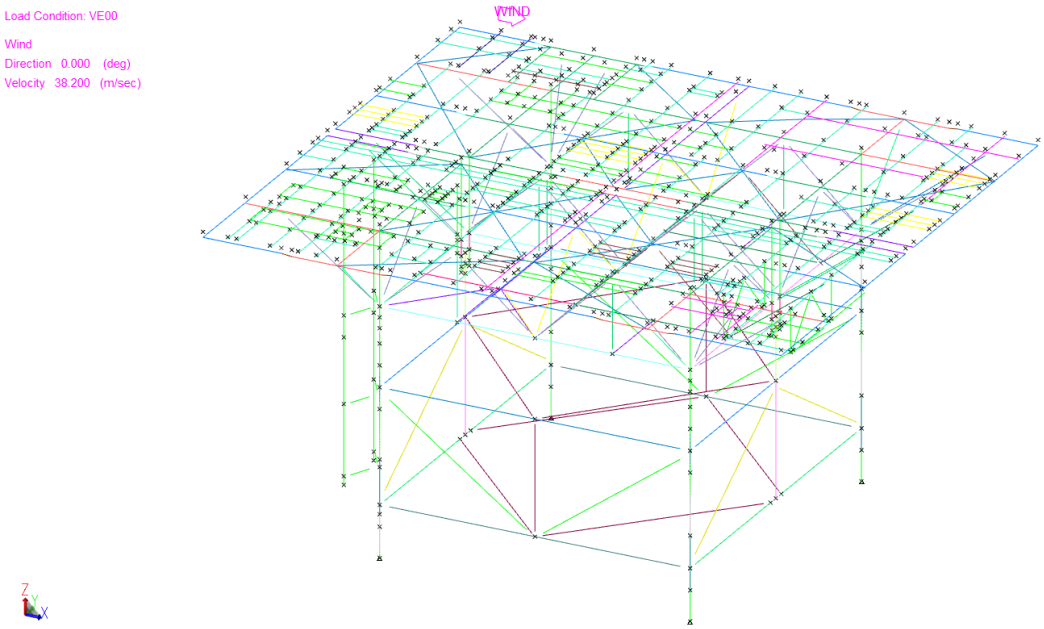


Figura 9-19: Modello SACS – Carico Estremo di Vento a 0° (Lungo X)

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

9.4 RISULTANTI DEI CARICHI BASE

Si riportano le risultanti delle condizioni di carico applicate alla struttura, come da paragrafi precedenti, nel seguente estratto di SACS.

********** SEASTATE LOAD CASE CENTER REPORT **********
RELATIVE TO STRUCTURAL ORIGIN

LOAD CASE	LOAD LABEL	********* X - DIRECTION ********* FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)	********* Y - DIRECTION ********* FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)	********* Z - DIRECTION ********* FORCE (KN)	X (M)	Y (M)	Z (M)
1	GRU	0.00				0.00				-450.00	-7.25	-16.00	16.50
2	BRAC	0.00				0.00				-1100.00	-14.50	22.00	11.50
3	CATR	0.00				0.00				-1504.99	13.17	1.19	11.10
4	CR90	0.00				0.00				-105.00	-7.25	-16.00	16.50
5	CR13	0.00				0.00				-105.00	-7.25	-16.00	16.50
6	CR45	0.00				0.00				-105.00	-7.25	-16.00	16.50
7	CR00	0.00				0.00				-105.00	-7.25	-16.00	16.50
8	CTRZ	0.00				0.00				-1776.30	14.44	14.56	11.21
9	DEAZ	0.00				0.00				-15152.88	-0.57	-0.46	1.07
10	EQES	0.00				0.00				-3348.78	-5.17	-12.60	11.12
11	EQWE	0.00				0.00				-693.10	-1.29	9.58	11.35
12	FI00	81.00	19.62	-18.80	11.50	0.00				0.00			
13	FI13	57.28	19.62	-18.80	11.50	-57.28	19.62	-18.80	11.50	0.00			
14	FI45	-57.28	19.62	-18.80	11.50	-57.28	19.62	-18.80	11.50	0.00			
15	FI90	0.00				-81.00	19.62	-18.80	11.50	0.00			
16	FLAR	0.00				0.00				-250.00	19.63	-18.80	11.50
17	LA00	0.00				0.00				0.00			
18	LA13	0.00				0.00				0.00			
19	LA45	0.00				0.00				0.00			
20	LA90	0.00				0.00				0.00			
21	LIVZ	0.00				0.00				-10380.88	-0.35	-0.27	11.21
22	PERZ	0.00				0.00				-3566.07	0.41	0.39	10.63
23	PESO	0.00				0.00				-20109.78	-0.58	-0.51	-2.02
24	PIPZ	0.00				0.00				-2470.00	-5.13	0.44	11.37
25	SCAL	0.00				0.00				-150.00	-21.75	21.10	11.50
26	VE13	-563.36	3.82	-0.21	9.71	693.59	-0.37	-4.04	9.60	COUPLE			
27	VE45	561.31	-4.80	-0.21	9.70	691.54	-0.27	-4.07	9.60	COUPLE			
28	VE90	COUPLE				979.44	-0.32	-4.06	9.60	COUPLE			
29	VE00	795.26	-4.85	-0.21	9.71	COUPLE				COUPLE			
31	VO13	-417.88	3.82	-0.21	9.71	514.48	-0.37	-4.04	9.60	COUPLE			
32	VO45	416.36	-4.80	-0.21	9.70	512.96	-0.27	-4.07	9.60	COUPLE			
33	VO90	COUPLE				726.51	-0.32	-4.06	9.60	COUPLE			
34	VO00	589.90	-4.85	-0.21	9.71	COUPLE				COUPLE			
36	WE00	4046.13	-7.91	-1.85	-4.74	COUPLE				438.30	15.86	0.09	-3.72
37	WE45	2413.82	-2.92	-1.92	-5.51	2521.76	-2.52	-2.86	-4.91	334.41	15.95	25.45	-3.38
38	WE90	COUPLE				3947.95	-1.72	-9.00	-4.31	473.27	0.46	18.28	-2.88
39	WE13	-2629.15	-4.53	0.46	-4.26	2820.46	-3.61	0.73	-3.45	-261.08	30.55	-42.13	-2.69
41	WO00	2890.66	-6.99	-1.70	-5.43	COUPLE				285.18	23.60	0.84	-4.78
42	WO45	1743.72	-2.01	-1.19	-6.09	1790.49	-1.66	-2.05	-5.65	191.59	25.69	39.33	-5.38
43	WO90	COUPLE				2759.69	-1.67	-8.20	-5.09	264.80	0.87	33.08	-5.33
44	WO13	-1889.32	-2.37	-0.30	-5.64	1957.94	-2.05	-0.62	-5.05	-37.41	151.33	-225.97	8.99

Tabella 9-12: Risultanti condizioni di carico applicate

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

9.5 COMBINAZIONI DI CARICO

Sono state generate le combinazioni di carico che producono gli effetti peggiori sul Deck, tenendo conto della probabilità di simultanea occorrenza dei vari carichi.

Le combinazioni di carico allo SLU sono state generate secondo le ISO 19902 (Rif.[B4]) e le NTC2018 (Rif. [B1]) secondo quanto esposto al Par. 6.2.2.

Gli effetti dei carichi sulle strutture vengono poi utilizzati per eseguire le verifiche strutturali secondo le ISO 19902 Rif.[B4] (per le sezioni circolari) ed EN 1993 Rif.[B5] (per le sezioni I /H).

Sono state generate delle conbinazioni di carico intermedie per facilitare la creazione di quelle definitive, che sono le seguenti:

- Comb. STA1: raccoglie tutti i carichi permanenti del deck, escluso il peso del modellato.
- Comb. OP00, OP45, OP90, OP13, OP18: combinano i carichi operativi di Gru, Bracci di carico e fiaccola nelle direzioni da 0° a 180°
- Comb. EO00, EO45, EO90, EO13, EO18: combinano gli effetti dei carichi ambientali operativi nella stessa direzione tra 0° e 180°
- Comb. ES00, ES45, ES90, ES13, ES18: combinano gli effetti dei carichi ambientali estremi nella stessa direzione tra 0° e 180°

Tali pre-combinazioni sono esplicitate nella tabella seguente.

	Permanenti										
COMB.	PERZ	PIPZ	RACK	CTRZ	BRAC	CATR	SCAL	GRU	FLAR	EQWE	EQES
STA1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

	Carichi Operativi											
	BRACCI DI CARICO				FIACCOLA				GRU			
COMB.	LA00	LA45	LA90	LA13	FI00	FI45	FI90	FI13	CR00	CR45	CR90	CR13
OP00	1.00				0.75				1.00			
OP45		1.00				-0.75				-1.00		
OP90			1.00				-0.75				-1.00	
OP13				1.00				-0.75				-1.00
OP18	-1.00				-0.75				-1.00			

	COND. OPERATIVE									
	Onde e Correnti					Vento				
COMB.	WO00	WO45	WO90	WO13	WO18	VO00	VO45	VO90	VO13	VO18
EO00	1.00					1.00				
EO45		1.00					1.00			
EO90			1.00					1.00		
EO13				1.00					1.00	
EO18					1.00					1.00

	COND. ESTREME									
	Onde e Correnti					Vento				
COMB.	WE00	WE45	WE90	WE13	WE18	VE00	VE45	VE90	VE13	VE18
ES00	1.00					1.00				
ES45		1.00					1.00			
ES90			1.00					1.00		
ES13				1.00					1.00	
ES18					1.00					1.00

Tabella 9-13: Pre-combinazioni di carico

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

9.5.1 Combinazioni Operative

Le combinazioni di carico operative SLU utilizzate per le verifiche di resistenza sono riportate in Tabella 9-14.

COMB.	Permanenti		Variabili						Ambientali				
	PESI STR.	PERM.	COND. OPERATIVE						COND. OPERATIVE				
	DEAZ	STA1	LIVZ	OP00	OP45	OP90	OP13	OP18	EO00	EO45	EO90	EO13	EO18
O101	1.30	1.30	1.50										
O102	1.30	1.30	1.50	1.50					1.215				
O103	1.30	1.30	1.50		1.50					1.215			
O104	1.30	1.30	1.50			1.50					1.215		
O105	1.30	1.30	1.50				1.50					1.215	
O106	1.30	1.30	1.50					1.50					1.215
O107	1.30	1.30	1.50		-1.50					-1.215			
O108	1.30	1.30	1.50			-1.50					-1.215		
O109	1.30	1.30	1.50				-1.50					-1.215	

Tabella 9-14: Combinazioni SLU Operative

Nel seguente estratto SACS sono riportate le risultanti delle combinazioni operative sopraelencate:

```
                                  ************* SEASTATE LOAD CASE CENTER REPORT *************
                                                  RELATIVE TO STRUCTURAL ORIGIN
LOAD  LOAD       ********* X - DIRECTION *********      ********* Y - DIRECTION *********      ********* Z - DIRECTION *********
CASE  LABEL       FORCE      X          Y          Z       FORCE      X          Y          Z       FORCE      X          Y          Z
                   (KN)      (M)        (M)        (M)      (KN)      (M)        (M)        (M)      (KN)      (M)        (M)        (M)

  65  O101          0.00                                     0.00                                -58007.82    -0.40       0.14       7.79
  66  O102       4320.01    -6.07      -1.81      -2.56    COUPLE                                -57823.26    -0.56       0.09       7.89
  67  O103       2688.93    -2.02      -1.43      -2.70   2863.13    -0.88      -2.87      -1.94  -57621.36    -0.49       0.02       7.82
  68  O104        COUPLE                                  4326.85    -0.94      -7.58      -1.75  -57529.55    -0.39       0.00       7.84
  69  O105      -2867.69    -0.78      -0.70      -2.54   3068.42    -1.26      -1.70      -1.72  -57893.31    -0.27       0.00       7.77
  70  O106      -4049.69     5.45      -0.79      -2.70    COUPLE                                -57456.74    -0.25       0.19       7.85
  71  O107      -2688.93    -2.02      -1.43      -2.70  -2863.13    -0.88      -2.87      -1.94  -58394.27    -0.32       0.25       7.76
  72  O108        COUPLE                                 -4326.85    -0.94      -7.58      -1.75  -58486.08    -0.41       0.27       7.74
  73  O109       2867.69    -0.78      -0.70      -2.54  -3068.42    -1.26      -1.70      -1.72  -58122.32    -0.54       0.27       7.81
```

Tabella 9-15: Risultanti Combinazioni SLU Operative

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

9.5.2 Combinazioni Estreme

Le combinazioni di carico estreme SLU utilizzate per le verifiche di resistenza sono riportate in Tabella 9-16.

COMB.	Permanenti		Variabili	Ambientali								
	PESI STR.	PERM.	COND. ESTR.	COND. ESTREME								
	DEAZ	STA1	LIVZ	FI00	FI45	FI90	FI13	ES00	ES45	ES90	ES13	ES18
E101	1.10	1.10	1.10	1.35				1.35				
E102	1.10	1.10	1.10		-1.35				1.35			
E103	1.10	1.10	1.10			-1.35				1.35		
E104	1.10	1.10	1.10				-1.35				1.35	
E105	1.10	1.10	1.10	-1.35								1.35
E106	1.10	1.10	1.10		1.35				-1.35			
E107	1.10	1.10	1.10			1.35				-1.35		
E108	1.10	1.10	1.10				1.35				-1.35	
E201	0.90	0.90		1.35				1.35				
E202	0.90	0.90			-1.35				1.35			
E203	0.90	0.90				-1.35				1.35		
E204	0.90	0.90					-1.35				1.35	
E205	0.90	0.90		-1.35								1.35
E206	0.90	0.90			1.35				-1.35			
E207	0.90	0.90				1.35				-1.35		
E208	0.90	0.90					1.35				-1.35	

Tabella 9-16: Combinazioni SLU Estreme

Nel seguente estratto SACS sono riportate le risultanti delle combinazioni estreme sopraelencate:

```
                                  ************* SEASTATE LOAD CASE CENTER REPORT *************
                                                RELATIVE TO STRUCTURAL ORIGIN
LOAD  LOAD        ********* X - DIRECTION *********      ********* Y - DIRECTION *********      ********* Z - DIRECTION *********
CASE  LABEL        FORCE      X          Y          Z       FORCE      X          Y          Z       FORCE      X          Y          Z
                    (KN)     (M)        (M)        (M)       (KN)     (M)        (M)        (M)       (KN)     (M)        (M)        (M)

  74  E101       6645.23    -6.97      -1.86      -2.14     COUPLE                                  -46741.73    -0.60       0.15       7.81
  75  E102       4093.76    -2.84      -1.92      -2.37    4415.28    -1.66      -3.40      -1.55    -46881.05    -0.56      -0.09       7.77
  76  E103        COUPLE                                   6761.32    -1.10      -8.19      -1.33    -46689.31    -0.42      -0.09       7.81
  77  E104      -4387.21    -2.66       0.00      -1.56    4821.30    -2.61      -0.51      -0.67    -47675.55    -0.18      -0.16       7.59
  78  E105      -6200.28     6.20      -0.68      -2.27     COUPLE                                  -46648.13    -0.22       0.16       7.83
  79  E106      -4093.76    -2.84      -1.92      -2.37   -4415.28    -1.66      -3.40      -1.55    -47772.49    -0.25       0.39       7.56
  80  E107        COUPLE                                  -6761.32    -1.10      -8.19      -1.33    -47964.24    -0.39       0.39       7.52
  81  E108       4387.21    -2.66       0.00      -1.56   -4821.30    -2.61      -0.51      -0.67    -46978.00    -0.63       0.47       7.74
  82  E201       6645.23    -6.97      -1.86      -2.14     COUPLE                                  -28794.08    -0.74       0.29       6.75
  83  E202       4093.76    -2.84      -1.92      -2.37    4415.28    -1.66      -3.40      -1.55    -28933.40    -0.67      -0.10       6.69
  84  E203        COUPLE                                   6761.32    -1.10      -8.19      -1.33    -28741.65    -0.44      -0.11       6.74
  85  E204      -4387.21    -2.66       0.00      -1.56    4821.30    -2.61      -0.51      -0.67    -29727.89    -0.06      -0.21       6.43
  86  E205      -6200.28     6.20      -0.68      -2.27     COUPLE                                  -28700.47    -0.12       0.31       6.77
  87  E206      -4093.76    -2.84      -1.92      -2.37   -4415.28    -1.66      -3.40      -1.55    -29824.84    -0.18       0.66       6.39
  88  E207        COUPLE                                  -6761.32    -1.10      -8.19      -1.33    -30016.58    -0.40       0.66       6.34
  89  E208       4387.21    -2.66       0.00      -1.56   -4821.30    -2.61      -0.51      -0.67    -29030.34    -0.79       0.79       6.65
```

Tabella 9-17: Risultanti Combinazioni SLU Estreme

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

9.5.3 Combinazioni di Esercizio

Le combinazioni di carico in esercizio SLE utilizzate per le verifiche di deformazione sono riportate in Tabella 9-18.

COMB.	Permanenti		Variabili						Ambientali				
	PESI STR.	PERM.	COND. OPERATIVE						COND. OPERATIVE				
	DEAZ	STA1	LIVZ	OP00	OP45	OP90	OP13	OP18	EO00	EO45	EO90	EO13	EO18
O101	1.00	1.00	1.00										
O102	1.00	1.00	1.00	1.00					1.00				
O103	1.00	1.00	1.00		1.00					1.00			
O104	1.00	1.00	1.00			1.00					1.00		
O105	1.00	1.00	1.00				1.00					1.00	
O106	1.00	1.00	1.00					1.00					1.00
O107	1.00	1.00	1.00		-1.00					-1.00			
O108	1.00	1.00	1.00			-1.00					-1.00		
O109	1.00	1.00	1.00				-1.00					-1.00	

Tabella 9-18: Combinazioni SLE

Nel seguente estratto SACS sono riportate le risultanti delle combinazioni estreme sopraelencate:

```
                                  ************* SEASTATE LOAD CASE CENTER REPORT *************
                                                 RELATIVE TO STRUCTURAL ORIGIN
LOAD  LOAD       ********* X - DIRECTION *********      ********* Y - DIRECTION *********      ********* Z - DIRECTION *********
CASE  LABEL       FORCE      X          Y          Z       FORCE      X          Y          Z       FORCE      X          Y          Z
                   (KN)      (M)        (M)        (M)      (KN)      (M)        (M)        (M)      (KN)      (M)        (M)        (M)

  90  S101          0.00                                     0.00                                  -43024.34    -0.40       0.15       7.66
  91  S102         60.75                                     0.00                                  -43129.34    -0.42       0.11       7.68
  92  S103         42.96                                    42.96                                  -42919.34    -0.39       0.19       7.64
  93  S104          0.00                                    60.75                                  -42919.34    -0.39       0.19       7.64
  94  S105        -42.96                                    42.96                                  -42919.34    -0.39       0.19       7.64
  95  S106        -60.75                                     0.00                                  -42919.34    -0.39       0.19       7.64
  96  S107        -42.96                                   -42.96                                  -43129.34    -0.42       0.11       7.68
  97  S108          0.00                                   -60.75                                  -43129.34    -0.42       0.11       7.68
  98  S109         42.96                                   -42.96                                  -43129.34    -0.42       0.11       7.68
```

Tabella 9-19: Risultanti Combinazioni SLE

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

10 RISULTATI DELL'ANALISI

I risultati dell'analisi statica in servizio sono riportati in questo paragrafo.

Questi consistono in:

- Verifiche strutturali degli elementi del Deck (profili tubolari, travi principali e secondarie, gambe, diagonali)
- Verifiche strutturali dei nodi del Deck (connessioni tubolari)
- Verifiche delle deformazioni
- Verifiche locali dei supporti dei bracci di carico

10.1.1 Verifiche strutturali del Deck

Vengono riportate le verifiche di resistenza degli elementi che compongono il deck (profili tubolari, travi principali e secondarie, coni di transizione, gambe), presenti nel modello SACS.

Tali verifiche sono effettuate per le combinazioni di carico SLU, elencate ai paragrafi 9.5.1e 9.5.2.

Le verifiche sono superate se gli elementi soddisfano i criteri previsti dalle ISO 19902 Rif.[B4] (per le sezioni circolari) ed EN 1993 Rif.[B5] (tutte le altre sezioni).

I criteri di accettazione sono proposti al Par.6.3.1.

Le verifiche vengono eseguite dal post-processore di SACS che tiene in considerazione:

- Le proprietà sezionali e del materiale dell'elemento
- Le proprietà di snellezza/stabilità dell'elemento
- I coefficienti parziali di resistenza secondo le normative

I risultati vengono espressi in termini di Unity Check (UC), ovvero il rapporto fra l'azione agente sull'elemento e la sua resistenza: $UC = S_d/R_d$

Le verifiche mostrano che la struttura del deck è adeguata a sopportare i carichi imposti della configurazione in servizio, sia nel caso di condizioni operative che estreme.

Di seguito vengono riportati i risultati delle verifiche per gli elementi strutturali del Deck che presentano UC > 0.70.

SACS-IV MEMBER UNITY CHECK RANGE SUMMARY

GROUP II - UNITY CHECKS GREATER THAN 0.35 AND LESS THAN 1.00

MEMBER	GROUP ID	MAXIMUM COMBINED UNITY CK	LOAD COND NO.	DIST FROM END	AXIAL STRESS N/MM2	BENDING STRESS Y N/MM2	BENDING STRESS Z N/MM2	SHEAR FORCE FY KN	SHEAR FORCE FZ KN	KLY/RY	KLZ/RZ	SECOND-HIGHEST UNITY CHECK	SECOND-HIGHEST LOAD COND	THIRD-HIGHEST UNITY CHECK	THIRD-HIGHEST LOAD COND
0165-0166	2A3	0.957	O109	0.8	0.36	-131.78	8.41	15.46	370.15	50.5	117.7	0.949	O102	0.935	O108
0185-0214	360	0.711	O106	1.7	0.29	-217.30	0.48	1.92	-248.53	52.6	22.6	0.711	O101	0.710	O107
0186-0212	360	0.734	O109	1.7	-0.57	-221.90	-73.45	-36.62	-222.99	52.6	22.6	0.729	O103	0.729	O104
0214-0180	360	0.715	O108	0.0	2.58	-211.52	-41.93	28.01	234.63	50.1	17.2	0.714	O109	0.712	O107
0227-0248	360	0.790	O108	0.0	52.39	-228.46	16.79	-3.67	179.48	46.1	94.5	0.763	O104	0.653	O109

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

0092-0392 G11	0.704	O104	5.7	-15.90	114.44	38.43	25.71	78.78	60.0	60.0	0.688	O105	0.677	O103
0145-0389 G24	0.705	O108	0.6	-5.52	-79.48	-61.33	114.06	-762.84	17.0	17.0	0.693	O104	0.633	O107
0171-0041 PG1	0.728	O108	1.9	-2.19	-156.34	-73.02	-122.43	-795.63	50.3	102.3	0.720	O107	0.720	O109
0109-0137 PG2	0.720	O105	3.1	-15.17	-146.47	-21.71	-11.02	-920.21	12.4	100.4	0.719	O106	0.697	O107
0213-0563 PG2	0.874	O109	1.4	25.33	-36.21	-239.58	-556.08	-168.61	15.9	64.3	0.846	O102	0.797	E108
0336-0166 PG3	0.899	O102	1.2	1.55	-129.61	-6.40	-0.74	-304.52	61.6	166.5	0.891	O109	0.874	O103
0531-0529 600	0.867	E107	0.0	7.01	-228.27	128.94	-177.09	908.55	5.7	20.3	0.810	O108	0.796	E108
0538-0236 360	0.786	O102	1.0	0.98	-246.37	-67.11	-51.38	-346.35	52.6	13.5	0.783	O103	0.774	O109
0572-0230 360	0.894	O104	1.0	-1.89	-276.72	79.94	46.73	-336.55	50.1	13.5	0.876	O105	0.864	O103
0248-0623 360	0.813	O108	0.0	4.58	-142.80	224.70	-167.74	274.97	50.1	11.8	0.706	O107	0.697	O109
0408-0636 260	0.723	E107	0.0	0.21	-128.15	127.60	-91.53	142.50	13.7	11.6	0.716	E108	0.710	O102

Tabella 10-1: Verifiche elementi strutturali UC > 0.35

I valori massimi degli UC per ogni gruppo di elementi è invece specificato nel seguito.

* * * M E M B E R G R O U P S U M M A R Y * * *
ISO 19902:2007 / EC3:2005
(EN 1993-1-1:2005/NA NONE)

GRUP ID	CRITICAL MEMBER	LOAD COND	MAX. UNITY CHECK	DIST FROM END M	* APPLIED STRESSES * AXIAL N/MM2	BEND-Y N/MM2	BEND-Z N/MM2	*** ALLOWABLE STRESSES *** AXIAL N/MM2	EULER N/MM2	BEND-Y N/MM2	BEND-Z N/MM2	CRIT COND	EFFECTIVE LENGTHS KLY M	KLZ M	CM * VALUES * Y	Z
1A3	0371-0373	O106	0.47	0.8	9.1	-90.3	0.1	345.0	218.7	171.0	534.7	LATBUC	10.50	10.50	0.00	0.00
1A4	0274-0275	O109	0.22	0.8	36.9	-12.0	44.1	345.0	154.3	392.8	534.7	BN+AX	9.37	12.50	0.00	0.00
260	0408-0636	E107	0.72	0.0	0.2	-128.1	127.6	.4E+03	.1E+05	.4E+03	.4E+03	BN+AX	1.50	0.75	0.00	0.00
360	0572-0230	O104	0.89	1.0	-1.9	-276.7	79.9	355.0	787.8	374.3	537.0	BN+AX	7.62	1.00	0.75	0.56
2A3	0165-0166	O109	0.96	0.8	0.4	-131.8	8.4	345.0	142.4	137.4	534.7	LATBUC	25.00	12.50	0.00	0.00
400	0147-0386	O103	0.38	2.5	-2.4	112.9	38.5	345.0	1727.6	373.9	524.2	BN+AX	2.50	2.50	0.76	0.40
600	0531-0529	E107	0.87	0.0	7.0	-228.3	128.9	345.0	4810.3	378.8	528.7	BN+AX	1.43	1.43	0.00	0.00
B01	0201-0582	O108	0.18	4.1	-41.6	7.3	-8.3	258.9	838.4	439.6	439.6	ACBI	8.29	8.29	0.85	0.85
B02	0393-0335	E107	0.34	0.0	-14.6	-68.2	-15.5	78.0	102.3	447.2	447.2	ACBI	14.50	6.90	0.85	0.85
B03	0391-0251	O105	0.14	9.0	13.2	-46.0	-5.0	338.1	202.2	455.9	455.9	TN+BN	9.00	9.00	0.85	0.85
B04	0198-0039	O109	0.46	9.0	-97.2	-2.9	19.3	236.4	460.9	447.5	447.5	ACBI	9.04	9.04	0.85	0.85
B06	0115-0137	O106	0.60	9.6	-99.5	-67.3	55.5	248.5	638.9	434.2	434.2	ACBI	9.62	9.62	0.85	0.85
B07	0395-0121	O108	0.34	4.0	17.4	97.4	-88.4	338.1	1023.4	455.9	455.9	TN+BN	4.00	4.00	0.85	0.85
B08	0396-0403	O108	0.20	0.0	-21.1	39.9	5.2	179.3	244.2	463.6	463.6	ACBI	4.96	4.96	0.85	0.85
B09	0219-0393	E107	0.28	7.2	-10.1	-81.9	-18.8	95.7	125.4	444.5	444.5	ACBI	14.50	7.25	0.85	0.85
B10	0201-0219	O104	0.38	0.0	-45.4	-55.7	23.5	188.7	264.8	446.9	446.9	ACBI	9.26	9.26	0.85	0.85
BPI	0092-0280	O107	0.33	0.0	-43.8	-25.5	-5.8	165.6	219.5	449.9	449.9	ACBI	11.40	11.40	0.85	0.85
CAI	0382-0380	E107	0.10	2.0	-7.5	15.1	-22.2	292.4	587.6	373.6	373.6	ACBI	24.00	2.00	0.85	0.85
G10	0115-0116	O104	0.58	0.0	-60.3	-53.4	-2.6	143.1	187.6	434.3	434.3	ACBI	13.91	13.91	0.85	0.85
G11	0092-0392	O104	0.70	5.7	-15.9	114.4	38.4	398.0	548.7	501.5	501.5	JUNBUK	6.79	6.79	0.85	0.85
G13	0198-0155	E101	0.25	2.0	-14.8	19.0	1.1	253.5	721.3	401.3	401.3	JUNBUK	7.25	14.50	0.85	0.85
G19	0093-0126	O109	0.51	10.2	-59.8	-37.0	92.3	213.1	353.5	438.2	438.2	ACBI	10.25	10.25	0.85	0.85
G20	0081-0202	O104	0.22	0.0	-35.2	42.0	-1.9	.3E+03	.3E+05	.4E+03	.4E+03	ACBI	3.00	3.00	0.85	0.85
G21	0202-0575	E107	0.12	0.0	-6.8	43.6	-3.7	292.4	2825.5	435.3	435.3	ACBI	8.00	8.00	0.85	0.85
G22	0200-0393	E107	0.41	6.1	31.5	40.7	0.6	328.6	200.3	399.7	399.7	JUNYLD	15.20	7.12	0.85	0.85
G23	0145-0201	E105	0.17	6.4	-2.7	-69.5	-5.8	283.9	747.3	428.7	428.7	ACBI	6.41	14.50	0.85	0.85
G24	0145-0389	O108	0.71	0.6	-5.5	-79.5	-61.3	292.0	6839.2	365.6	365.6	JUNBUK	7.30	7.30	0.85	0.85

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

G25	0389-0227	O109	0.43	1.2	-11.0	-101.2	137.2	292.4	6237.8	430.9	430.9	ACBI	7.30	1.20	0.85	0.85
G26	0390-0405	O102	0.49	0.0	-6.7	0.0	190.9	.3E+03	.2E+05	.4E+03	.4E+03	ACBI	4.50	4.50	0.85	0.85
P01	0201-0577	E107	0.16	2.0	-7.6	50.4	-3.3	.3E+03	.1E+05	.4E+03	.4E+03	ACBI	8.00	8.00	0.85	0.85
P02	P212-0092	O104	0.25	1.0	-41.0	-44.6	-7.9	.3E+03	.1E+05	.4E+03	.4E+03	ACBI	7.40	7.40	0.85	0.85
PG1	0171-0041	O108	0.73	1.9	-2.2	-156.3	-73.0	138.8	188.5	248.1	900.2	BN+COM	25.00	12.50	0.83	0.58
PG2	0213-0563	O109	0.87	1.4	25.3	-36.2	-239.6	345.0	478.0	345.0	345.0	BN+AX	8.00	8.00	0.00	0.00
PG3	0336-0166	O102	0.90	1.2	1.6	-129.6	-6.4	345.0	71.2	142.5	534.8	LATBUC	25.00	12.50	0.00	0.00
PG4	0125-0126	O103	0.54	3.1	29.1	89.9	-79.7	345.0	103.1	383.1	345.0	BN+AX	9.37	12.50	0.00	0.00
SU2	0201-0337	O108	0.34	0.0	0.3	-145.0	-23.2	328.6	8146.6	434.3	434.3	TN+BN	2.11	2.11	0.85	0.85
BOX	0354-0365	O106	0.37	0.0	4.4	-78.9	-27.1	.3E+03	.8E+05	.3E+03	.3E+03	BN+AX	2.00	2.00	0.00	0.00
240	0503-0522	O109	0.38	3.6	15.3	-125.5	-3.7	355.0	108.9	378.8	545.8	BN+AX	3.62	3.62	0.00	0.00
180	0189-0578	O103	0.56	0.0	-24.9	-31.5	11.0	54.8	63.3	358.7	838.6	BN+COM	3.62	3.62	0.43	0.40

Tabella 10-2: Verifiche e max UC per gruppi

Si nota che il valore massimo di UC = 0.96 ed appartiene all'elemento 0165-0166 (Gruppo 2A3), per la combinazione O109.

I valori massimi di UC per tutte le combinazioni SLU analizzate sono mostrati in Figura 10-1.

Tutti gli elementi del deck presentano UC < 1.0, per cui le verifiche agli SLU sono soddisfatte.

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

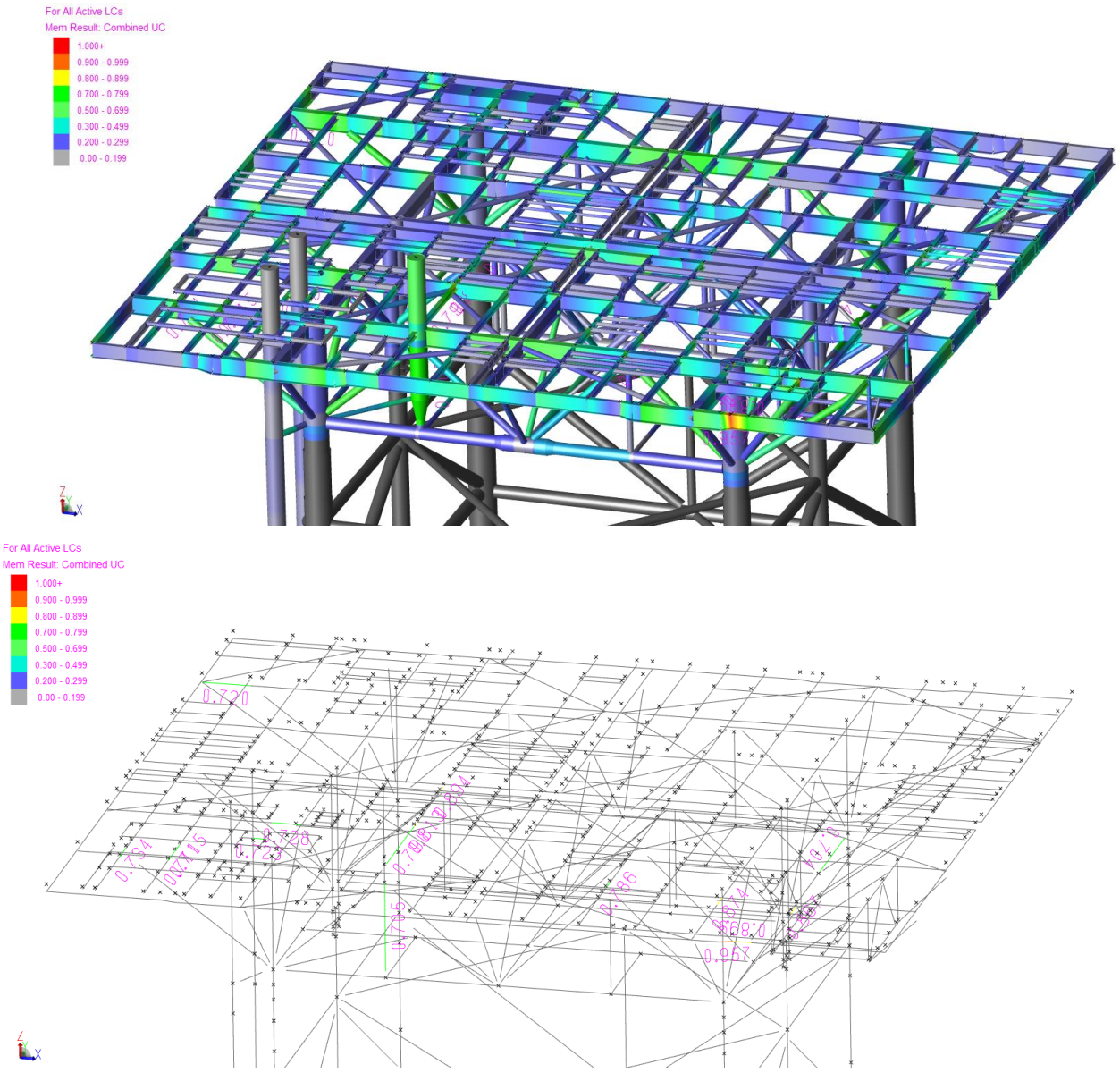


Figura 10-1: Massimi UC > 0.70 per elementi deck – Inviluppo SLU

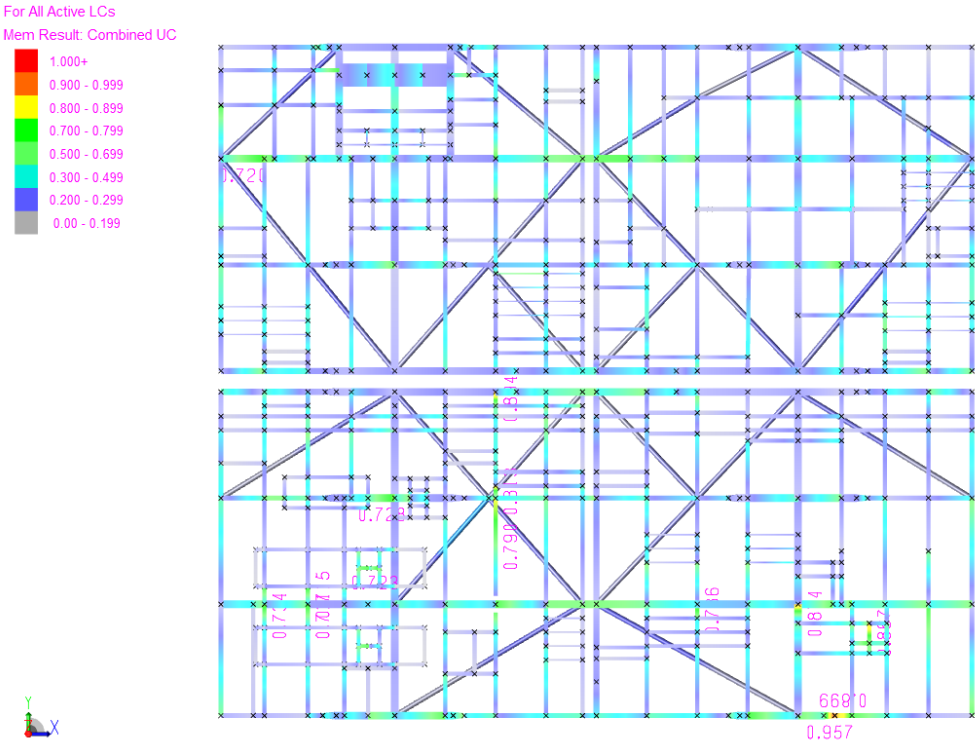


Figura 10-2: Massimi UC > 0.70 – Inviluppo SLU – El. +11.50m

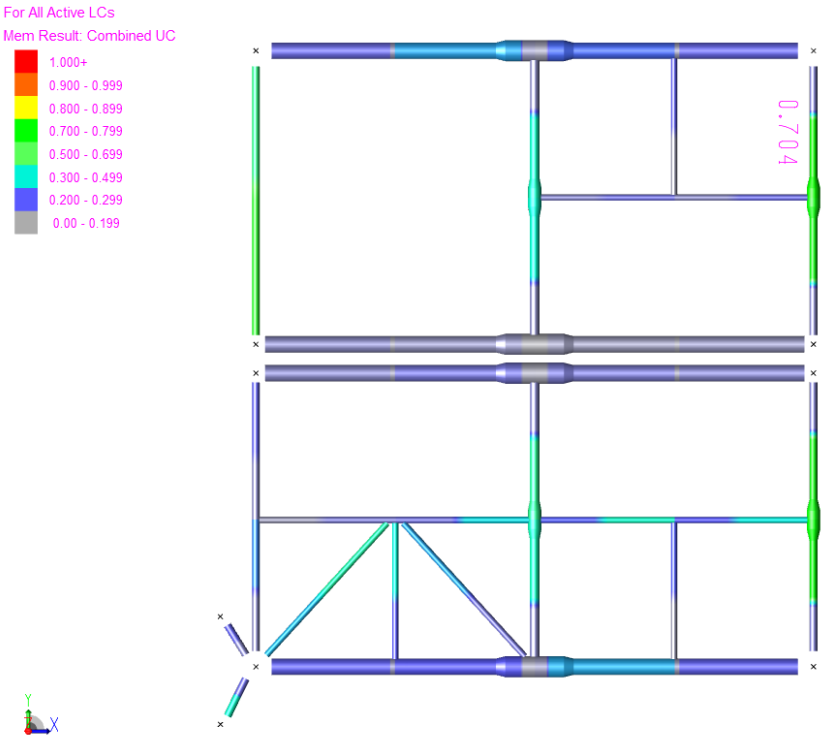


Figura 10-3: Massimi UC > 0.70 – Inviluppo SLU – El. +4.00m

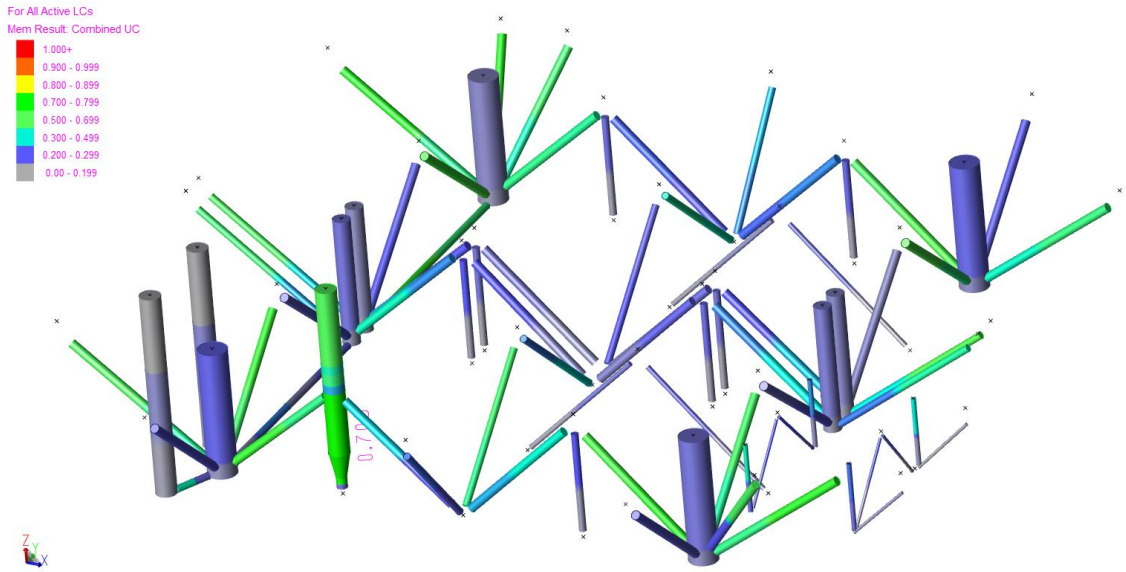


Figura 10-4: Massimi UC > 0.70 – Inviluppo SLU – Elementi tubolari

10.1.2 Verifiche nodi tubolari

Si riportano le verifiche a punzonamento delle connessioni tubolari del deck. Le verifiche sono eseguite in accordo ai requisiti delle ISO 19902 (Rif. [B4]), dal post-processore di SACS, per le combinazioni di carico SLU. I risultati vengono espressi in termini di Unity Check (UC), rapporto fra sollecitazione applicata e resistenza.

Vengono mostrati gli UC massimi per tutti i nodi del deck per le verifiche a punzonamento nella Tabella 10-3.

* * J O I N T C A N S U M M A R Y * *
(UNITY CHECK ORDER)

	ORIGINAL				DESIGN			
JOINT	DIAMETER (CM)	THICKNESS (CM)	YLD STRS (N/MM2)	UC	DIAMETER (CM)	THICKNESS (CM)	YLD STRS (N/MM2)	UC
0191	167.500	5.000	335.000	0.829	167.500	5.000	335.000	0.829
0115	167.500	5.000	335.000	0.781	167.500	5.000	335.000	0.781
0092	167.500	5.000	335.000	0.753	167.500	5.000	335.000	0.753
0201	167.500	5.000	335.000	0.731	167.500	5.000	335.000	0.731
0145	84.200	2.600	335.000	0.601	84.200	2.600	335.000	0.601
0198	109.200	4.600	335.000	0.565	109.200	4.600	335.000	0.565
0393	69.200	2.600	345.000	0.518	69.200	2.600	345.000	0.518
0101	109.200	4.600	335.000	0.472	109.200	4.600	335.000	0.472
0093	100.000	4.000	345.000	0.412	100.000	4.000	345.000	0.412
0116	100.000	4.000	345.000	0.388	100.000	4.000	345.000	0.388
0391	69.200	2.600	345.000	0.366	69.200	2.600	345.000	0.366
0202	100.000	4.000	345.000	0.364	100.000	4.000	345.000	0.364
0200	109.200	4.600	335.000	0.350	109.200	4.600	335.000	0.350
0192	100.000	4.000	345.000	0.310	100.000	4.000	345.000	0.310
0155	84.200	2.600	335.000	0.272	84.200	2.600	335.000	0.272
0337	120.000	2.500	345.000	0.259	120.000	2.500	345.000	0.259
0148	84.200	2.600	335.000	0.254	84.200	2.600	335.000	0.254
0158	84.200	2.600	335.000	0.248	84.200	2.600	335.000	0.248
0392	69.200	2.600	345.000	0.246	69.200	2.600	345.000	0.246
0073	39.840	1.505	345.000	0.226	39.840	1.505	345.000	0.226
0394	69.200	2.600	345.000	0.221	69.200	2.600	345.000	0.221
0114	109.200	4.600	335.000	0.221	109.200	4.600	335.000	0.221
0156	84.200	2.600	335.000	0.206	84.200	2.600	335.000	0.206
0380	120.000	2.500	345.000	0.193	120.000	2.500	345.000	0.193

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

0157	84.200	2.600	335.000	0.174	84.200	2.600	335.000	0.174
0153	84.200	2.600	335.000	0.168	84.200	2.600	335.000	0.168
0219	34.760	2.140	345.000	0.157	34.760	2.140	345.000	0.157
0154	84.200	2.600	335.000	0.115	84.200	2.600	335.000	0.115
0335	31.590	2.140	345.000	0.061	31.590	2.140	345.000	0.061
0222	31.590	2.140	345.000	0.056	31.590	2.140	345.000	0.056

Tabella 10-3: Massimi UC nodi Jacket - Punzonamento

Tutti i nodi presentano UC < 1.0, per cui passano le verifiche a punzonamento. Il massimo UC = 0.83 per il nodo 0191.

10.1.3 Verifiche Deformazioni

Vengono riportate le verifiche di deformazione degli elementi del deck secondo quanto prescritto dalle EN 1993 Rif.[B5].

Tali verifiche sono eseguite per le combinazioni di esercizio SLE, elencate al par.9.5.3.

I criteri di accettazione delle verifiche di deformazione sono indicati al par. 6.3.2.

Vengono verificate le travi principali e le secondarie del deck.

Travi principali

Si riportano le verifiche in esercizio per le travi principali del deck (gruppi PG1, PG2, PG3, PG4), individuando il massimo spostamento verticale in campata e negli sbalzi.

Per le travi principali, le verifiche sono effettuate considerando il massimo spostamento relativo in campata e negli sbalzi (riferito ai vincoli), calcolato tenendo conto di tutti i carichi (permanenti, variabili) confrontato con il valore ammissibile più restrittivo Δ_0, in favore di sicurezza.

Le verifiche per le travi in cui sono stati riscontrati i massimi spostamenti sono riportate in Tabella 10-4; tali travi e lativi spostamenti sono riportati in Figura 10-5 e Figura 10-6.

Posizione	Nodo	Comb. Carico	Luce	Spostamento Relativo	Spostamento Ammissibile	Verifica
			L [m]	Δ_z [mm]	Δ_{lim} [mm]	$\Delta_z < \Delta_{lim}$
Sbalzo	1379	S109	12.50	70 - 11= 59	L/150 = 83	OK
Campata	0592	S104	14.50	50 - 43 = 7	L/300 = 48	OK

Tabella 10-4: Verifiche SLE – Travi principali

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

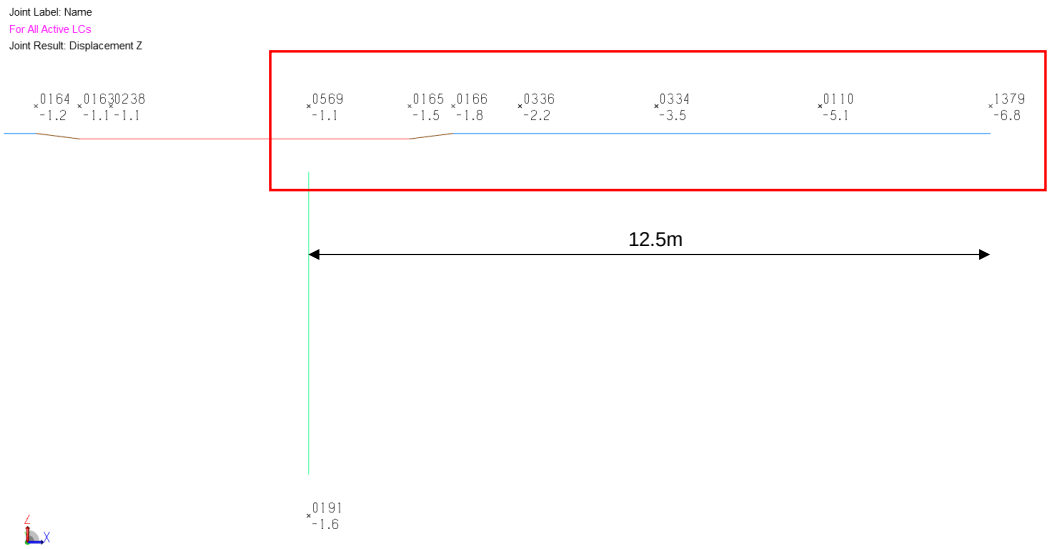


Figura 10-5: Verifica SLE travi principali – sbalzo (spostamento in cm)

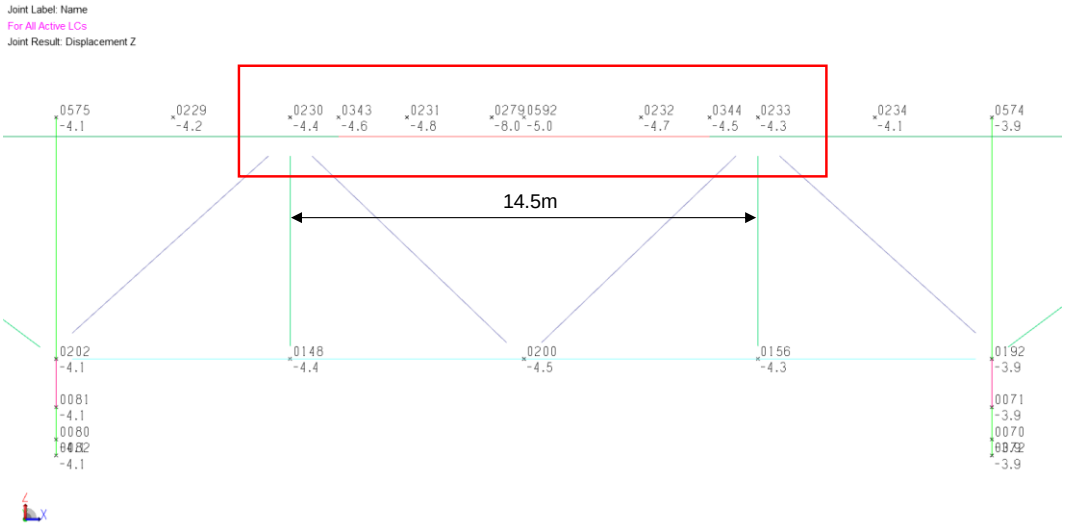


Figura 10-6: Verifica SLE travi principali – campata (spostamento in cm)

Travi Secondarie

Si riportano le verifiche in esercizio per le travi secondarie del deck (gruppi PG1, PG2, PG3, PG4), con verifica in campata. Lo schema statico è di semplice appoggio. Il carico variabile per ongi trave è determinato dalla condizione più frequente e peggiorativa nel deck.

1) IPE 180

Passo	s = 1.0m	
Lunghezza	L = 4.0m	
Peso proprio	P_p = 0.2 kN/m^2	
Peso grigliato	P_g = 0.5 kN/m^2	
Permanenti	P = 0.2+0.5 = 0.7 ~ 1.0 kN/m^2	
	p = P*s = 1.0 kN/m	
Variabili	Q = 9.0 kN/m^2 (manutenzione)	
	q = Q*s = 9.0 kN/m	
Freccia P+V	$f_1 = \frac{5}{384}(p+q)\cdot\frac{L^4}{EI} = 10.85mm < \frac{L}{200} = 12mm$	OK
Freccia V	$f_2 = \frac{5}{384}(q)\cdot\frac{L^4}{EI} = 11mm < \frac{L}{300} = 13mm$	OK

2) IPE 240

Passo	s = 1.0m	
Lunghezza	L = 4.0m	
Peso proprio	P_p = 0.3 kN/m^2	
Peso grigliato	P_g = 0.5 kN/m^2	
Permanenti	P = 0.2+0.5 = 0.8 ~ 1.0 kN/m^2	
	p = P*s = 1.0 kN/m	
Variabili	Q = 15.0 kN/m^2 (laydown)	
	q = Q*s = 15 kN/m	
Freccia P+V	$f_1 = \frac{5}{384}(p+q)\cdot\frac{L^4}{EI} = 6.5mm < \frac{L}{200} = 20mm$	OK
Freccia V	$f_2 = \frac{5}{384}(q)\cdot\frac{L^4}{EI} = 6mm < \frac{L}{300} = 13mm$	OK

3) HEA360

Passo	s = 3.65m
Lunghezza	L = 8.0m

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

Peso proprio	P_p = 0.3 kN/m^2	
Peso grigliato	P_g = 0.5 kN/m^2	
Permanenti	P = 0.2+0.5 = 0.8 ~ 1.0 kN/m^2	
	p = P*s = 3.65 kN/m	
Variabili	Q = 9.0 kN/m^2 (manutenzione)	
	q = Q*s = 32.85 kN/m	
Freccia P+V	$f_1 = \frac{5}{384}(p+q)\cdot\frac{L^4}{EI} = 28mm < \frac{L}{200} = 40mm$	OK
Freccia V	$f_2 = \frac{5}{384}(q)\cdot\frac{L^4}{EI} = 25mm < \frac{L}{300} = 27mm$	OK

Travi principali e travi secondarie passano le verifiche SLE (deformazione) del deck.

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

10.1.4 Verifiche locali supporti bracci di carico

Vengono riportate le verifiche di resistenza degli elementi principali che compongono i supporti dei bracci di carico.

Tali verifiche sono effettuate per le combinazioni di carico SLU, elencate ai paragrafi 9.5.1e 9.5.2.

Le verifiche sono superate se gli elementi soddisfano i criteri previsti dalle EN 1993 Rif.[B5].

Verifica Gusset Plate

Si verifica la Gusset plate di spessore 40mm che connette la trave a sezione rettangolare con il supporto obliquo in mezzeria, ovvero il tubo Φ508x19.05, inclinato di 47° rispetto all'orizzontale.

Le verifiche sono effettuate per l'azione assiale massima sul diagonale agli SLU, calcolata per la combinazione O105, che vale N_{Ed} = 3600 kN (elemento 0115-0355). Di seguito è riportata la verifica.

VERIFICA GUSSET PLATE							
Secondo:			UNI EN 1993-1-1				
Elemento:	Gusset		Classe:	1	Materiale:	S355	
					fy =	345	MPa
E =	210000	MPa			fyd =	345	MPa
γm =	1.00				LCOMB =	O105	
Dati geometrici							
B =	1800	mm		A =	72000	mm^2	
t =	40	mm		r =	11.5	mm	
h =	400	mm		Jmin =	9600000	mm^4	
L =	600	mm		Aweld =	45720	mm^2	
tt =	19.05	mm					
Carico				Instabilità			
N =	3600	kN		Lcr =	400	mm	
α =	47	deg		λ1 =	77.5		
K =	1			$\overline{\lambda}$ =	0.45		
St. Curve =	c			α =	0.49		
				Φ =	0.66		
				χ =	0.87		
Carichi				Resistenza			UC
NEd =	2633	kN		Nb,Rd =	21665	kN	0.12
VEd =	2455	kN		VRd,z =	14341	kN	0.17
Saldature =	3600	kN		WRd,z =	9107	kN	0.40
Verifiche							
NEd/NRd					**UC_{cb} =**	**0.12**	**≤ 1.00**
Ved/VRd					**UC_V =**	**0.17**	**≤ 1.00**
Saldature					**UC_W =**	**0.40**	**≤ 1.00**
UNITY CHECK					**UC =**	**0.40**	**Check OK**

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

Verifica trave di supporto

Si verifica la sezione della trave di supporto dei bracci di carico, a sezione rettangolare di dimesioni 1600x900mm, con spessori flange 30mm e anime 20mm.

La trave viene considerata come appoggiata su tre punti (travi PG1 laterali e diagonale Φ508x19.05), su cui agiscono il carico verticale del peso del braccio di carico e il momento in fase operativa, scomposto come da schema seguente.

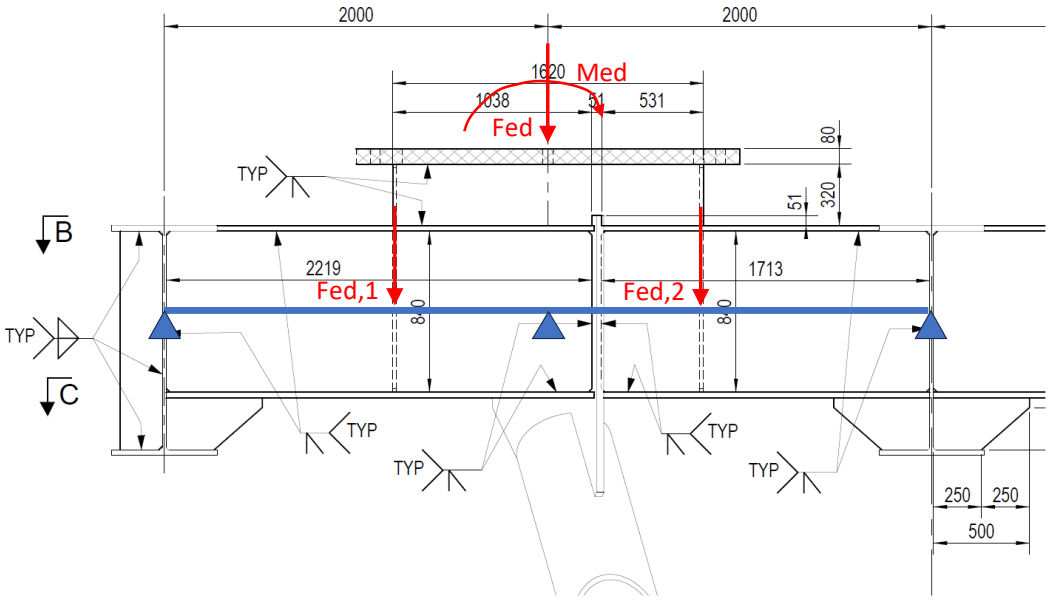


Figura 10-7: Supporto braccio di carico – schema di calcolo

A favore di sicurezza, si dimensiona la semitrave con il massimo carico verticale agente su di essa, con lo schema appoggio-appoggio. I carichi agenti sono dichiarati ai par.9.1.4 e 9.2.2, e sono qui riportati quelli di calcolo:

- Peso proprio: F_{Ed} = 550kN*1.3 = 715 kN
- Momento operative: M_{Ed} = 2000kNm*1.5 = 3000 kNm
- Momento torcente: T_{Ed} = 2000kNm*1.5 = 3000 kNm

Carichi agenti sulla trave oggetto di verifica:

$F_{Ed,2} = F_{Ed}/2 + M_{Ed}/1.6 = 2250$ kN

$M_{Ed,2} = F_{Ed,2}*L/4 = 1116$ kNm

$T_{Ed,2} = T_{Ed}/2 = 1500$ kNm

Di seguito sono riportate le verifiche della trave:

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

VERIFICA SEZIONE EC3

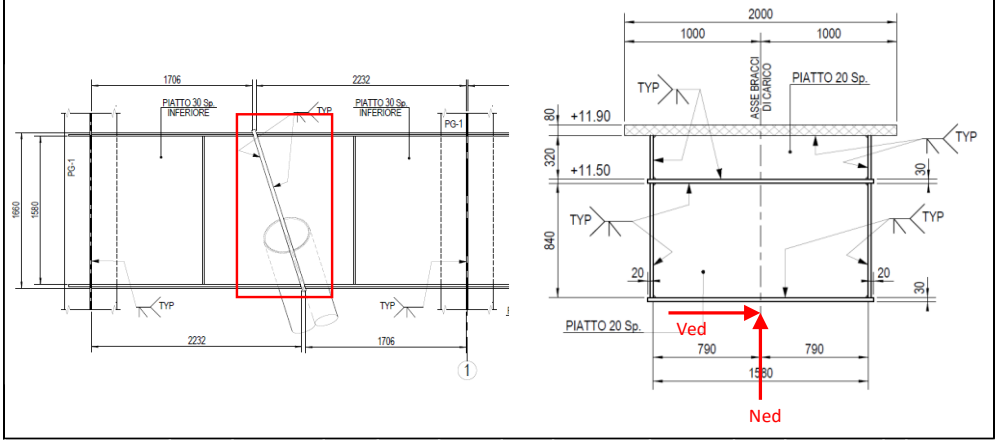
Secondo:			**UNI EN 1993-1-1**				
Elemento:	Sezione Box		Classe:	1	Materiale:	S355	
					fy =	345	MPa
E =	210000	MPa			fyd =	345	MPa
γm =	1.00						
Dati geometrici							
B =	1600	mm		A =	129600	mm^2	
tf =	30	mm		J =	2.01E+10	mm^4	
h =	870	mm		r =	8.7	mm	
tw =	20	mm		Avz =	33600	mm^2	
				Avy =	96000	mm^2	
				Wy =	4.48E+07	mm^3	
				Ω =	1392000	mm^2	
				Wt =	55680000	mm^3	
Carichi				Resistenza			UC
NEd =	0	kN		Nb,Rd =	44712	kN	0.00
MEd =	1116	kNm		MRd =	15447	kNm	0.07
VEd =	1125	kN		VRd,z=	6693	kN	0.17
TEd =	1500	kNm		TRd =	11091	kNm	0.14
Verifiche							
NEd/NRd + MEd/MRd					**UC_{cb} =**	**0.07**	**≤ 1.00**
VEd/VRd + Vtd/VRd					**UC_V =**	**0.30**	**≤ 1.00**
TEd/TRd					**UC_W =**	**0.14**	**≤ 1.00**
UNITY CHECK					**UC =**	**0.30**	**Check OK**

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

Verifica piatto 40mm

Si riporta la verifica del piatto da 40mm, continuativo della gusset plate, passante dentro la trave a sezione rettangolare. Le azioni sono date dalla reazione del diagonale.

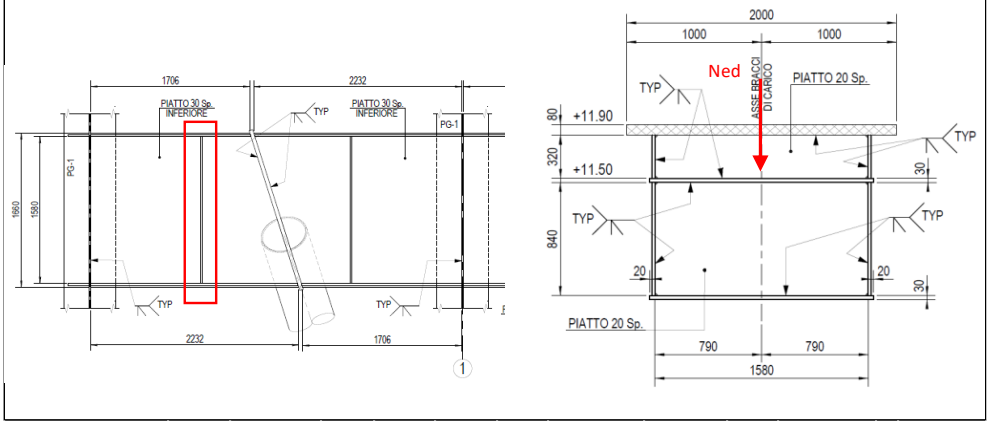
Supporto Bracci di Carico				
Tipo	**Dati**	**Forze**	**Resistenza**	**Verifica**
Verifica Compressione Piatto 40mm	b = 1800 mm t = 40 mm h = 1000 mm r = 11.5 mm Fy = 345 MPa E = 210000 MPa Lcr = 1000 mm λ1 = 77.5 γm = 1.00	Ned = 2633 kN	Nb,Rd = 11802 kN $\bar{\lambda}$ = 1.12 α = 0.49 Φ = 1.35 χ = 0.48 Fyd = 345 MPa	Ned < Nb,Rd 2633 kN < 11802 kN UC = 0.22 VERIFICA OK
Tipo	**Dati**	**Forze**	**Resistenza**	**Verifica**
Verifica Taglio Piatto 40mm	b = 1800 mm t = 40 mm h = 150 mm Fy = 345 MPa γm = 1.00	Ved = 2455 kN	VRd = 14341 kN Fyd = 345 MPa	Ved < VRd 2455 kN < 14341 kN UC = 0.17 VERIFICA OK
Tipo	**Dati**	**Forze**	**Resistenza**	**Verifica**
Verifica Saldatura Piatti laterali 20mm	tmin = 20 mm a = 20 mm L = 840 mm n = 4 Fy = 345 MPa γm = 1.00	Ved = 2633 kN	VRd = 13385 kN Fyd = 345 MPa	Ved < VRd 2633 kN < 13385 kN UC = 0.20 VERIFICA OK
Tipo	**Dati**	**Forze**	**Resistenza**	**Verifica**
Verifica Saldatura Piatti orizzontali 30mm	tmin = 30 mm a = 30 mm L = 1600 mm n = 2 Fy = 345 MPa γm = 1.00	Ved = 2455 kN	VRd = 19122 kN Fyd = 345 MPa	Ved < VRd 2455 kN < 19122 kN UC = 0.13 VERIFICA OK



Verifica stiffener verticale

Si riporta la verifica dello stiffener verticale sotto l'impronta del braccio di carico, sul quale agisce la forza verticale $F_{Ed,2} = F_{Ed}/2 + M_{Ed}/1.6 = 2250$ kN.

Supporto Bracci di Carico				
Tipo	**Dati**	**Forze**	**Resistenza**	**Verifica**
Verifica Compressione Piatto 20mm	b = 1600 mm t = 20 mm h = 840 mm r = 5.8 mm Fy = 345 MPa E = 210000 MPa Lcr = 840 mm γm = 1.00	Ned = 2250 kN	Nb,Rd = 4062 kN σcr = 189 MPa $\bar{\lambda}$ = 1.35 α = 0.49 Φ = 1.69 χ = 0.37 Fyd = 345 MPa	Ned < Nb,Rd 2250 kN < 4062 kN UC = 0.55 VERIFICA OK
Tipo	**Dati**	**Forze**	**Resistenza**	**Verifica**
Verifica Saldatura Piatti laterali 20mm	tmin = 20 mm a = 20 mm L = 840 mm n = 2 Fy = 345 MPa γm = 1.00	Ved = 2250 kN	VRd = 6693 kN Fyd = 345 MPa	Ved < VRd 2250 kN < 6693 kN UC = 0.34 VERIFICA OK

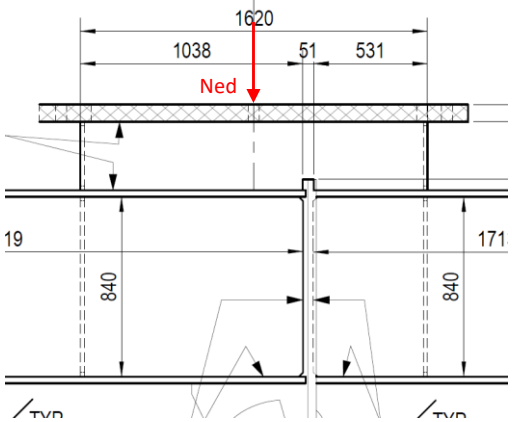


Verifica piastra appoggio 80mm

Si riporta la verifica della piastra da 40mm su cui appoggia il braccio di carico.

Si schematizza il carico dato dal peso proprio del braccio di carico come concentrato al centro della piastra. Questa è schematizzata come appoggiata sui due supporti verticali interni alla trave, a favore di sicurezza.

Tipo	Dati	Forze	Resistenza	Verifica
Verifica Flessione Piatto 80mm	b = 1600 mm t = 80 mm W = 1.71E+06 mm3 Fy = 345 MPa E = 210000 MPa γm = 1.00	Med = 286 kNm	MRd = 589 kN Fyd = 345 MPa	Med < MRd 286 kN < 589 kN UC = 0.49 VERIFICA OK
Tipo	**Dati**	**Forze**	**Resistenza**	**Verifica**
Verifica Taglio Piatto 40mm	b = 1600 mm t = 80 mm Fy = 345 MPa γm = 1.00	Ved = 358 kN	VRd = 25496 kN Fyd = 345 MPa	Ved < VRd 358 kN < 25496 kN UC = 0.01 VERIFICA OK



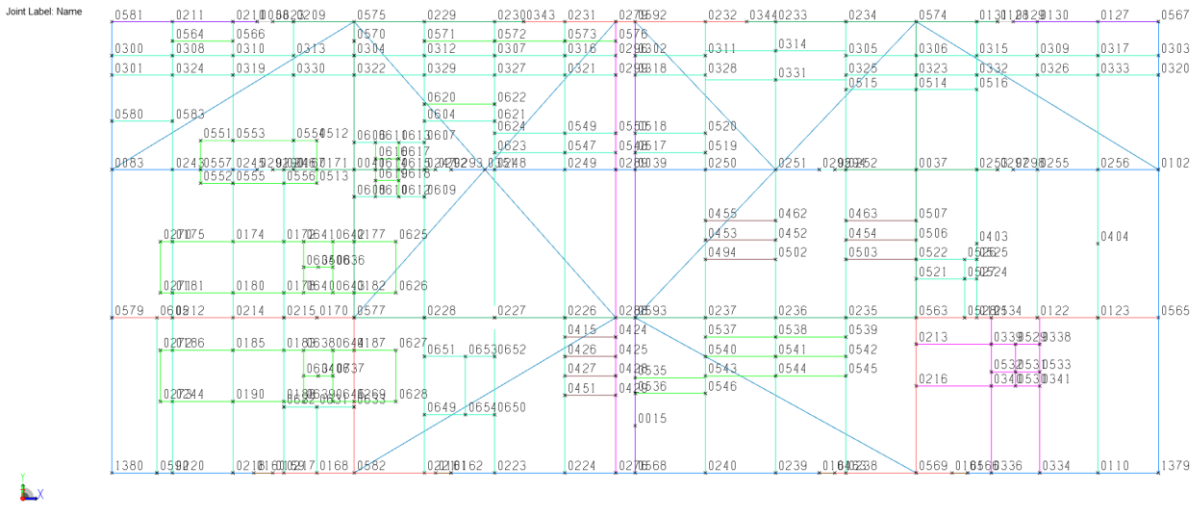
Ved = Ned/2 = 715/2 = 358 kN
Med = Ned*L/4 = 715*1.6/4 = 286 kNm

11 APPENDICE A – SCHEMI UNIFILARI

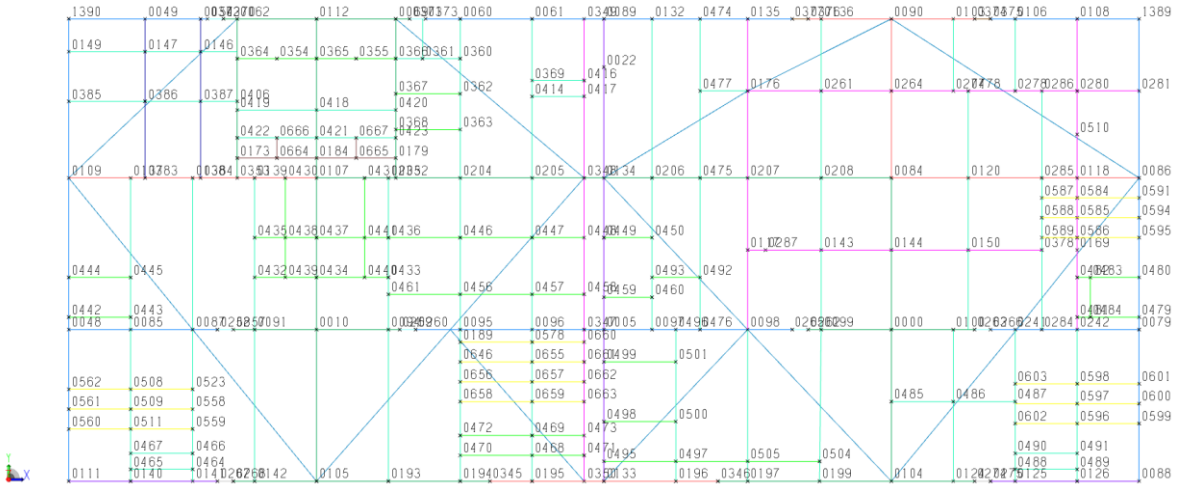
11.1 DENOMINAZIONE NODI

11.1.1 Deck

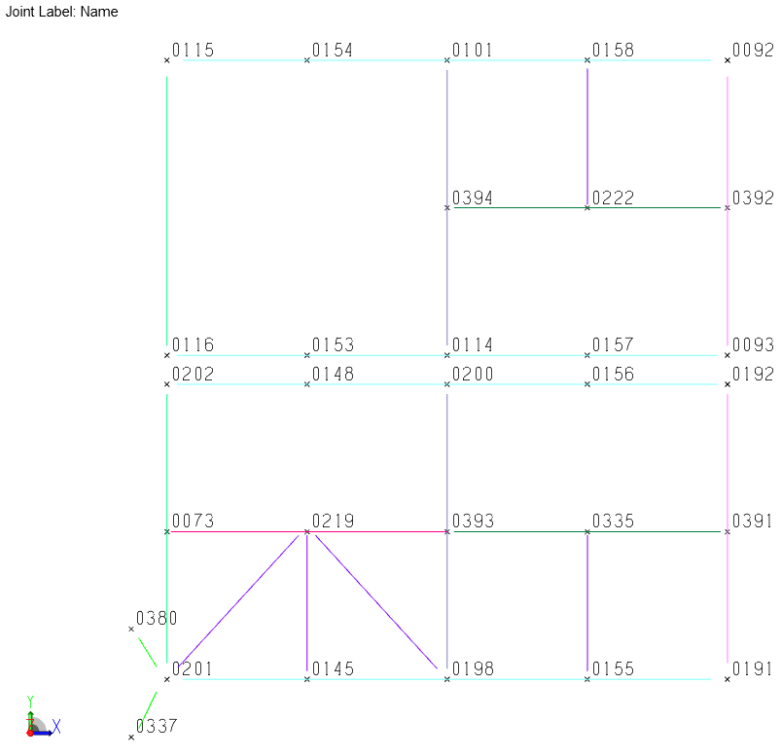
Pianta El.+11.50m Lato Est



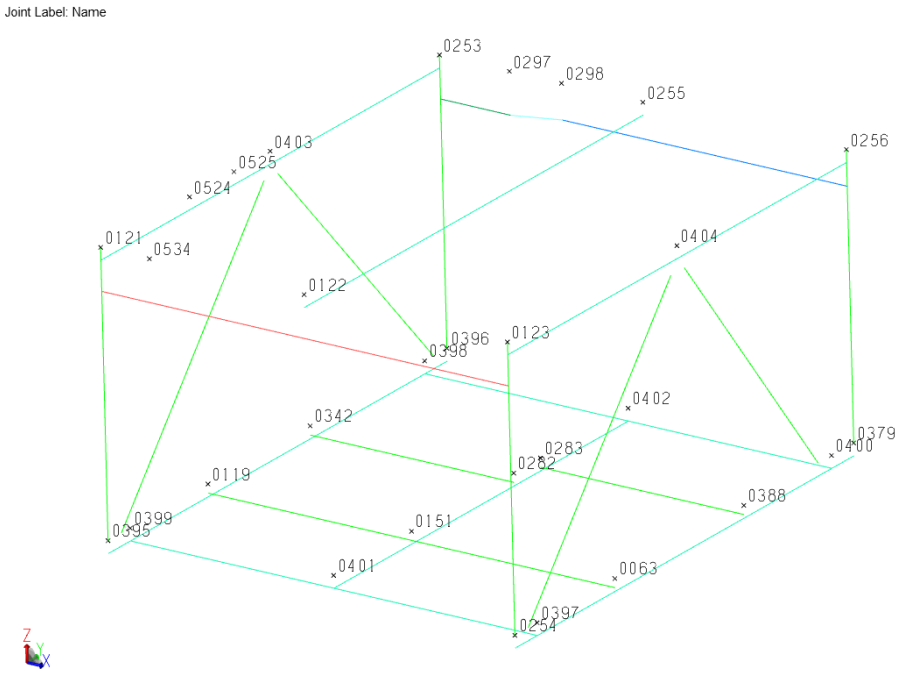
Pianta El.+11.50m Lato Ovest



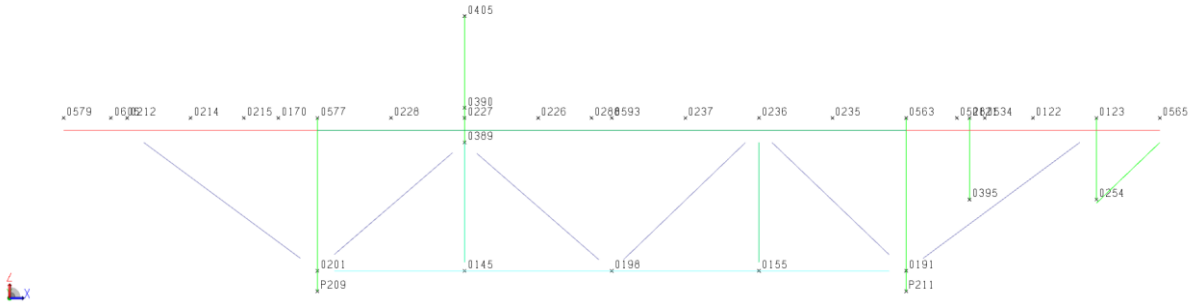
Pianta El.+4.0m



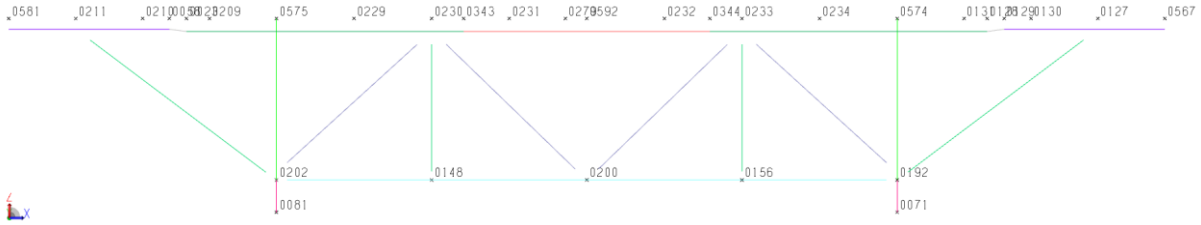
Piano El. +7.00m



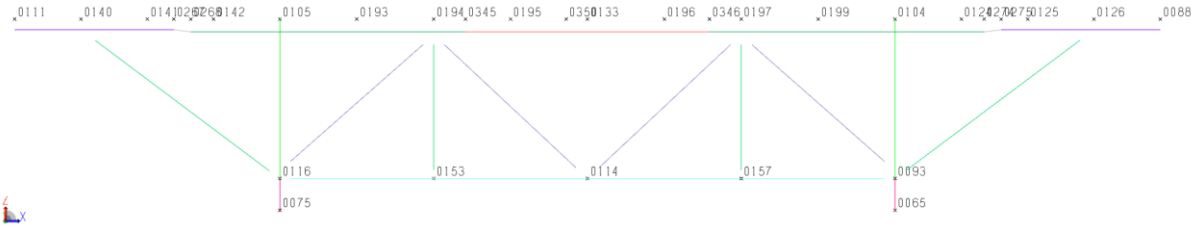
All. A



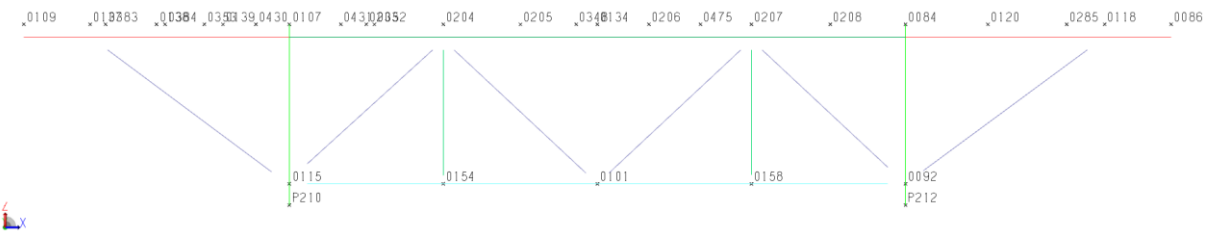
All. B



All. D

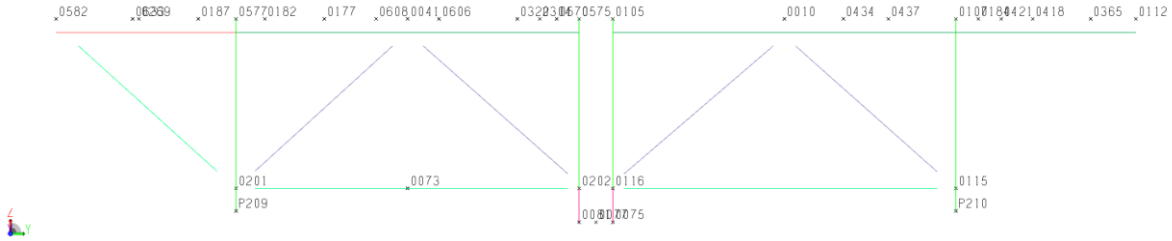


All. E

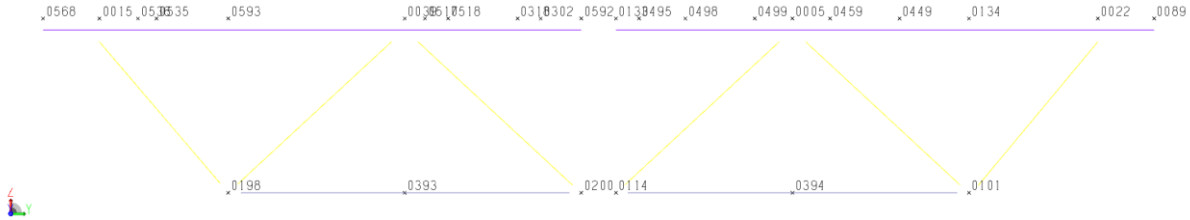


Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

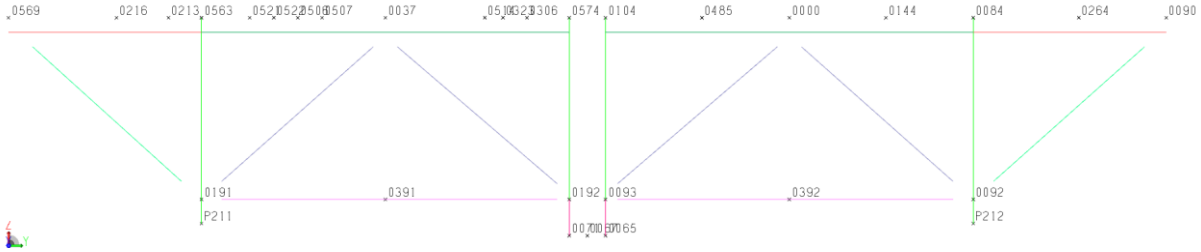
All. 1



All. 2

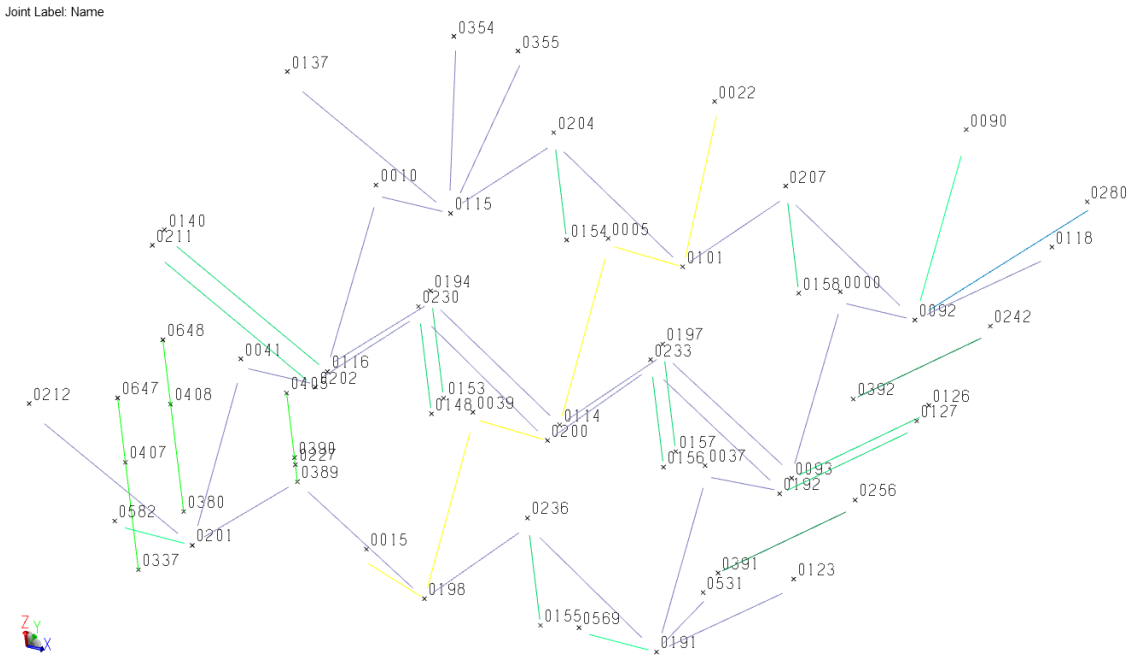


All. 3



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

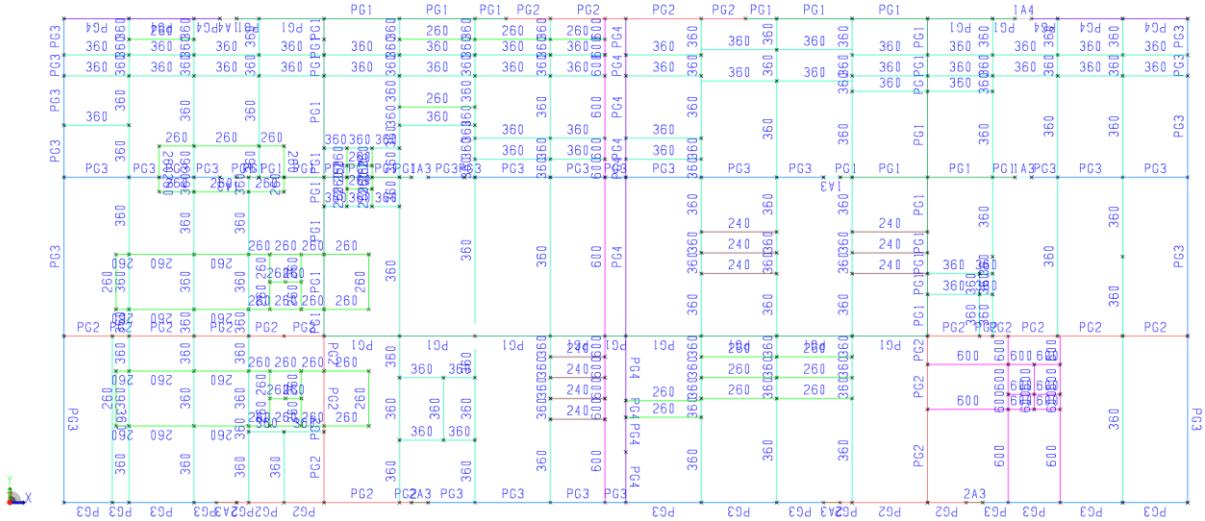
Diagonali, Caisson, colonne



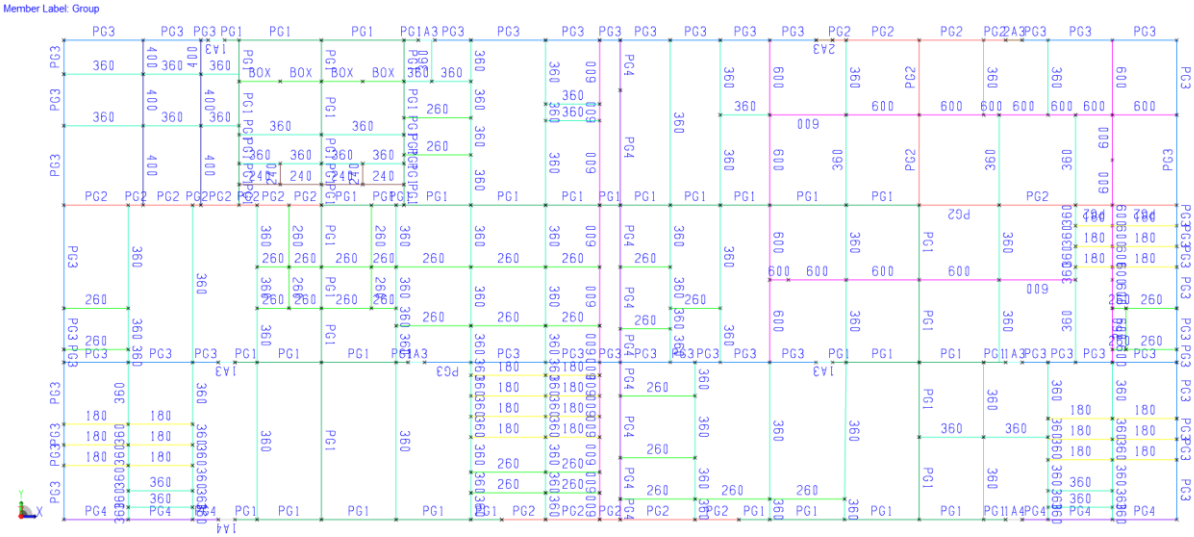
11.2 DENOMINAZIONE GRUPPI

11.2.1 Deck

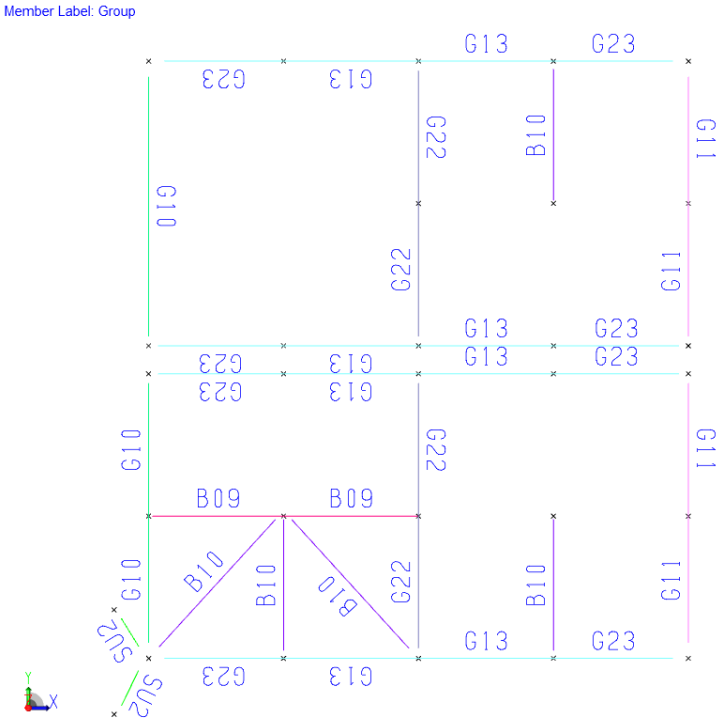
Pianta El.+11.50m Lato Est



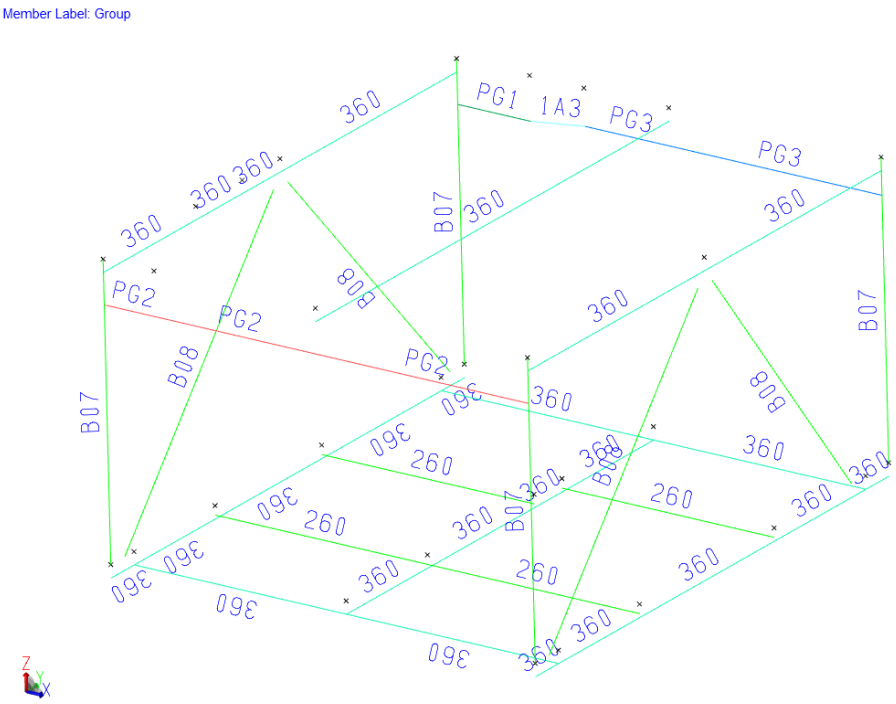
Pianta El.+11.50m Lato Ovest



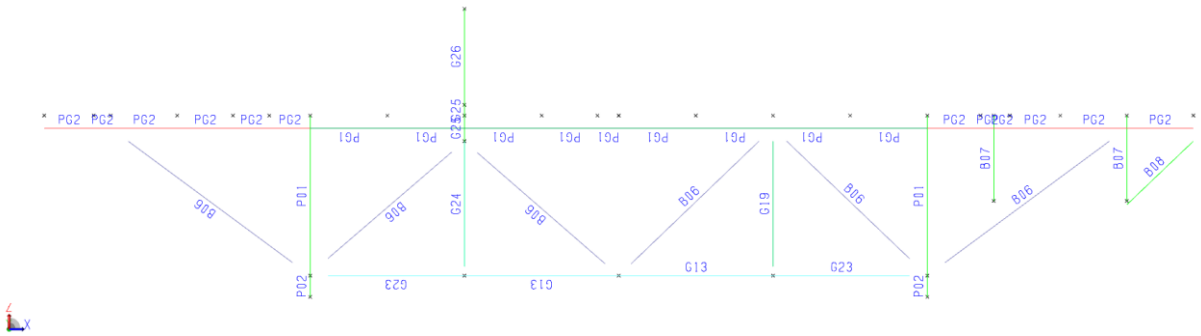
Pianta El.+4.0m



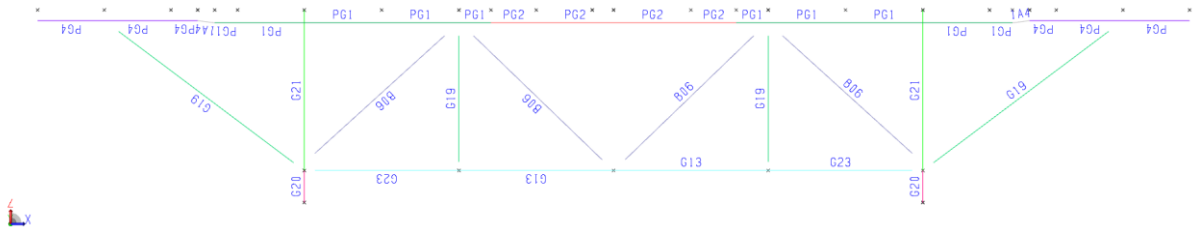
Piano El. +7.00m



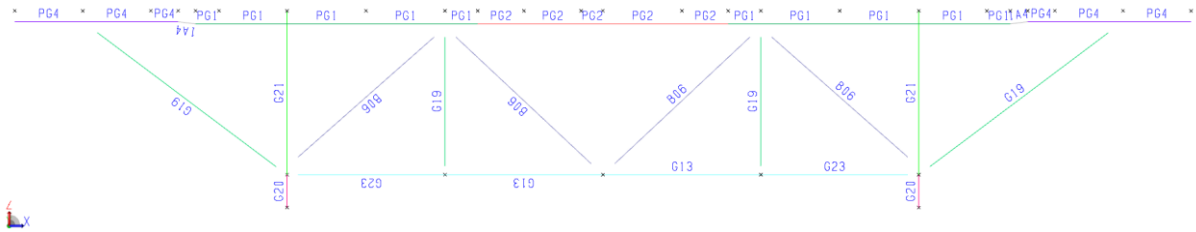
All. A



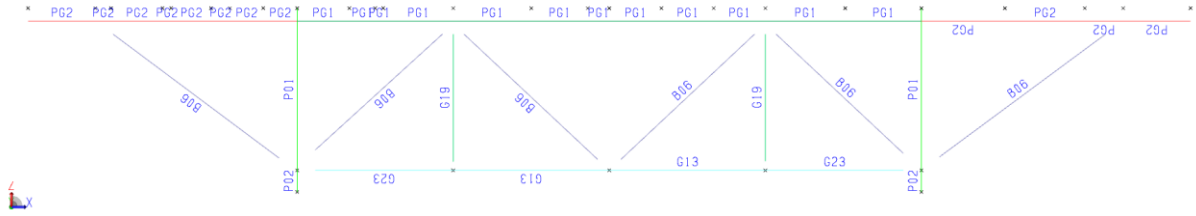
All. B



All. D

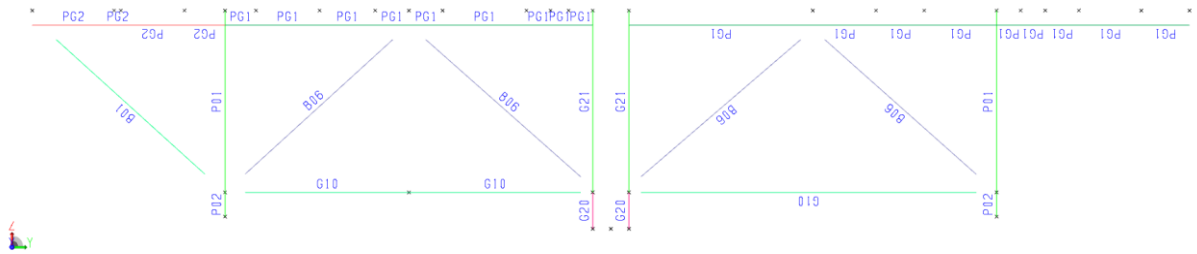


All. E

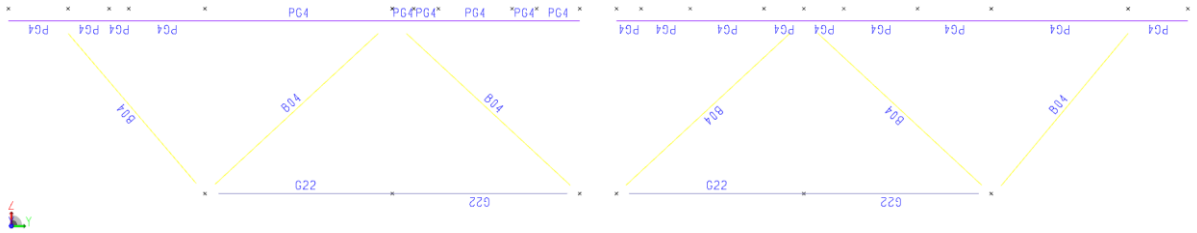


Documento di proprietà **Snam Rete Gas**. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

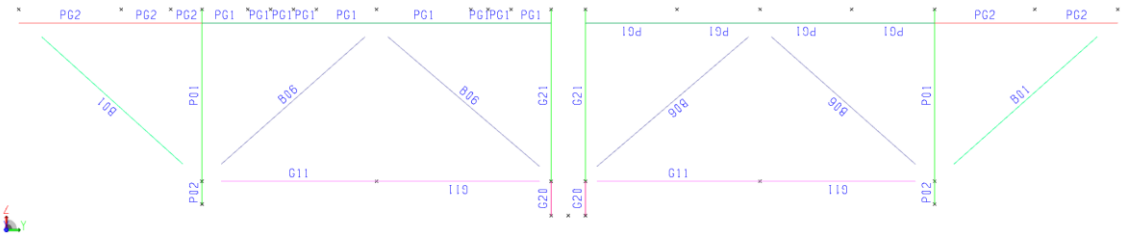
All. 1



All. 2

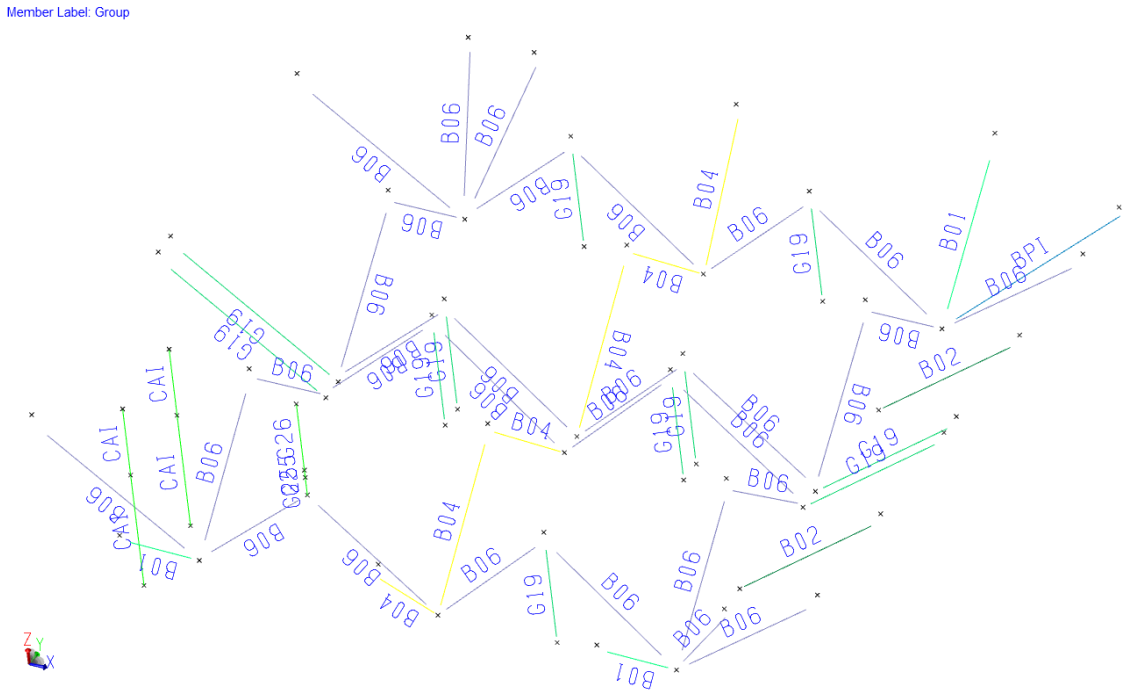


All. 3



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

Diagonali, Caisson, colonne



12 APPENDICE B – PROPRIETA' GRUPPI

12.1 PROPRIETÀ GRUPPI

Member Group Report

Name	Section	OD (cm)	WT (cm)	E (kN/cm2)	G (kN/cm2)	Fy (kN/cm2)	Ky	Kz	SPC	SAM	F	Density (tonne/m3)	Length (m)	Section
180	IPE180			20000.000	7722.000	35.500	1.00	1.00				7.849		
1A3	PG1			20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00				7.849		PG3
1A4	PG1			20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00				7.849		PG4
240	IPE240			20000.000	7722.000	35.500	1.00	1.00				7.849		
260	HEA260			20000.000	7722.000	35.500	1.00	1.00				7.849		
2A3	PG2			20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00				7.849		PG3
360	HEA360			20000.000	7722.000	35.500	1.00	1.00				7.849		
400	HEB400			20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00				7.849		
600	HEB600			20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00				7.849		
B01		50.800	2.540	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
B02		32.390	2.540	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
B03		27.300	1.588	20000.000	7722.000	35.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
B04		40.640	1.588	20000.000	7722.000	35.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
B06		50.800	1.905	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
B07		27.300	1.588	20000.000	7722.000	35.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
B08		16.830	1.270	20000.000	7722.000	35.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
B09		35.560	2.540	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
B10		32.300	1.588	20000.000	7722.000	35.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
BOX	BOXXX			20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00				7.849		
BPI		35.560	1.588	20000.000	7722.000	35.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
CAI		120.000	2.500	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
G10		40.640	1.905	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
G11		40.640	1.905	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
G11		40.640	2.000	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849	0.10	
G11	CON4M1			20000.000	7722.000	47.000	1.00	1.00				7.849	0.60	
G11		70.000	3.000	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849	0.50	
G13		110.000	5.000	20000.000	7722.000	33.500	1.00	1.00		0.50		7.849	1.50	
G13	CONOB			20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00				7.849	0.50	
G13		85.000	3.000	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
G13		85.000	5.000	20000.000	7722.000	33.500	1.00	1.00		0.50		7.849	0.60	
G19		40.640	1.905	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
G20		100.000	4.000	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
G21		100.000	4.000	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849	2.00	
G21		100.000	3.000	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
G22		50.800	1.905	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
G22	CON4M2			20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00				7.849	0.50	
G22		70.000	3.000	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849	0.50	
G23		85.000	3.000	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849	0.60	
G23		85.000	5.000	20000.000	7722.000	33.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
G24		60.960	2.000	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849	0.60	
G24	CONGRU			20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00				7.849	1.50	
G24		120.000	3.000	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849	2.50	
G24		120.000	4.000	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
G25		120.000	4.000	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
G26		120.000	3.000	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		10.0000029-5		
P01		167.500	5.000	20000.000	7722.000	33.500	1.00	1.00		0.50		7.849	2.00	
P01		167.500	3.000	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
P02		167.500	5.000	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849		
PG1	PG1			20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00				7.849		
PG2	PG2			20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00				7.849		
PG3	PG3			20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00				7.849		
PG4	PG4			20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00				7.849		
SU2		40.640	1.905	20000.000	7722.000	34.500	1.00	1.00		0.50		7.849		

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

12.2 PROPRIETÀ SEZIONI

Member Section Report

Section	Type	AX(cm2)	J(cm4)	IY(cm4)	IZ(cm4)	A(cm)	B(cm)	C(cm)	D(cm)	E(cm)	F(cm)
BOXXX	PGD *	1332.000	4078254.7	2082996.0	4546524.5	166.000	3.000	90.000	2.000		164.000
CON4M1	CON *	335.019	238451.89	119225.95	119225.95	70.000	2.000	40.640	3.000	1.905	
CON4M2	CON *	366.938	313232.84	156616.42	156616.42	70.000	2.000	50.800	3.000	1.905	
CONGRU	CON *	555.936	1088621.6	544310.81	544310.81	120.000	2.000	60.960	3.000	2.000	
CONNEX	WFC *	1064.000	3057.354	571158.68	2456503.5	170.000	3.000	50.000	1.000		
CONOA	CON *	603.814	1394691.2	697345.62	697345.62	120.000	2.000	76.200	3.000	2.540	
CONOB	CON *	890.642	1990417.7	995208.87	995208.87	110.000	3.000	85.000	5.000	3.000	
H100	WF *	317.500	486.343	523161.43	17891.300	35.000	2.500	100.000	1.500		
H100PL	WF *	449.600	922.789	832838.93	77668.203	55.000	2.800	100.000	1.500		
H100X	WF *	367.500	590.509	642015.56	37995.468	45.000	2.500	100.000	1.500		
H120PL	WF *	471.000	1036.228	1212093.1	62532.058	50.000	3.000	120.000	1.500		
HI1000-	WF *	441.000	1000.499	809723.06	62526.433	50.000	3.000	100.000	1.500	1.050	
HI1500-	WF *	648.000	1485.421	2442743.7	108096.00	60.000	3.000	150.000	2.000	1.400	
HI1800-	WF *	766.000	2185.221	4134368.2	126115.35	60.000	3.500	180.000	2.000	1.400	
INF	BOX *	2976.000	10139738.	4928513.0	10360196.	100.000	6.000	160.000	6.000		
PALO1	TUB *	4476.267	32375214.	16187608.	16187608.	180.800	4.000	167.500	4.400		
PALO2	TUB *	5624.835	41971456.	20985728.	20985728.	184.800	6.000	167.500	4.400		
PG1	WF *	558.000	1344.050	1376514.1	83263.507	55.000	3.000	120.000	2.000		
PG2	WF *	447.500	717.176	1139432.2	69355.265	55.000	2.500	120.000	1.500		
PG3	WF *	317.500	486.343	523161.43	17891.300	35.000	2.500	100.000	1.500		
PG4	PGU *	342.500	523.542	578251.81	27943.386	35.000	2.500	100.000	1.500	45.000	2.500

An * indicates that AX, J, IY and IZ are computed values, not user defined.

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

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

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