

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

IMPIANTO FOTOVOLTAICO FLOTTANTE PRESENZANO INFERIORE

Presenzano (CE)

42,678 MWdc – 35,640 MWac

Progetto definitivo per autorizzazione

Relazione di calcolo preliminare Ancoraggi

File: GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00 - Relazione di Calcolo Preliminare degli Ancoraggi.docx

00	31/05/2024	Prima Emissione	A. Filiberti	G. Sembenelli	G. Sembenelli														
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED														
GRE VALIDATION																			
COLLABORATORS		VERIFIED BY		VALIDATED BY															
PROJECT / PLANT		GRE CODE																	
Presenzano Inferiore		GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION								
		GRE	EEC	R	2	7	I	T	P	1	4	4	5	6	0	0	0	3	2
CLASSIFICATION Public		UTILIZATION SCOPE Progetto Definitivo per Autorizzazione																	
<p><small>This document is property of Enel Green Power S.p.a.. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.a.</small></p>																			

INDEX

1. PREMESSA	4
2. OGGETTO E SCOPO	7
3. NORMATIVA, SPECIFICHE E LETTERATURA DI RIFERIMENTO	8
3.1. INTRODUZIONE	8
3.2. NORME DI REGOLAMENTO	8
3.3. NORME E RACCOMANDAZIONI COMPLEMENTARI	8
3.4. NORME E CAPITOLATI ENEL	8
3.5. DOCUMENTAZIONE TECNICA DI RIFERIMENTO	8
4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO, DEL SISTEMA ISOLA E DI ANCORAGGIO	9
4.1. IMPIANTO IDROELETTRICO DI PRESENZANO ESISTENTE	9
4.2. IMPIANTO PROPOSTO	12
4.3. SCHEMA GENERALE	12
4.3.1. BLOCCO ISOLA FLOTTANTE	12
4.3.2. MODULI FOTOVOLTAICI	13
4.3.3. STRUTTURE DI SUPPORTO MODULI ED ELEMENTI GALLEGGIANTI	14
4.3.4. STRUTTURA DI RIPARTIZIONE	16
4.4. SISTEMA DI ANCORAGGIO	16
4.4.1. CAVI DI ANCORAGGIO	16
4.4.2. CONTRASTO ALLE FORZE DEI CAVI	17
5. MATERIALI	18
5.1. CAVI DI ANCORAGGIO	18
5.1.1. CAVI IN NYLON	18
5.1.2. CAVI IN ACCIAIO	18
5.2. BLOCCHI IN CALCESTRUZZO	19
5.3. ACCIAIO DA CARPENTERIA	19
6. ANALISI DELLE FORZE AGENTI SULL'ISOLA FLOTTANTE	20
6.1. INTRODUZIONE	20
6.2. FORZE DI GRAVITA'	20
6.3. SPINTA IDROSTATICA DI ARCHIMEDE	20
6.4. AZIONI LEGATE ALL'ESCURSIONE DEL LIVELLO DI ACQUA NEL BACINO	20
6.5. AZIONE DEL VENTO	21
6.5.1. ANALISI DELL'AZIONE DEL VENTO	21
6.5.2. VELOCITÀ BASE DI RIFERIMENTO	22
6.5.3. VELOCITÀ DI RIFERIMENTO	23
6.5.4. CATEGORIA DI ESPOSIZIONE	23
6.5.5. COEFFICIENTE DI TOPOGRAFIA	23
6.5.6. COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE	23
6.5.7. PRESSIONE CINETICA DI PICCO	23
6.5.8. INPUT DI CALCOLO AZIONI VENTO	24
6.5.9. AZIONI AERODINAMICHE INTRODUZIONE	24
6.5.10. AZIONI SU SINGOLA STRUTTURA PORTAMODULI	25
6.5.11. AZIONI COMPLESSIVE SUL PARCO	28
6.6. ANALISI DELLE FORZE DOVUTE ALLA NEVE	39
6.7. TIRO DI PRE-SOLLECITAZIONE ESERCITATO DAI CAVI DI ANCORAGGIO	39
6.8. AZIONE SISMICA	39

7. MODELLAZIONE DEL CAVO.....	40
8. SOFTWARE IMPIEGATO PER LE ANALISI FEM	49
8.1. SISTEMI DI RIFERIMENTO.....	49
8.2. ELEMENTI PLATE.....	49
8.2.1. GRADI DI LIBERTÀ DEGLI ELEMENTI E ECS	50
8.2.2. OUTPUT DELLE AZIONI INTERNE	50
9. MODELLAZIONE STRUTTURALE ISOLA FOTOVOLTAICA E CAVI DI ANCORAGGIO.....	54
9.1. MODELLAZIONE STRUTTURALE TRAMITE MODELLO FEM	54
9.2. GEOMETRIA DEL MODELLO	54
9.3. MATERIALI	55
9.4. VINCOLI	55
9.5. CARICHI E RELATIVA APPLICAZIONE	57
9.6. RISULTATI	58
9.6.1. SOLLECITAZIONI NEI CAVI.....	58
9.6.1. AZIONI SU PIASTRA IN CALCESTRUZZO ARMATO.....	66
9.6.2. DEFORMAZIONI DEI CAVI.....	68
9.6.3. SPOSTAMENTI DELL'ISOLA FLOTTANTE	69
9.6.4. TENSIONI NEL PIANO DELL'ISOLA FLOTTANTE	69
10. MODELLAZIONE STRUTTURALE ANCORAGGIO SULL'ARGINE E A VALLE.....	70
10.1. ANCORAGGIO A VALLE CON BLOCCO IN CALCESTRUZZO.....	70
10.1.1. GEOMETRIA DEL MODELLO	70
10.1.2. MATERIALI.....	70
10.1.3. VINCOLI	71
10.1.4. CARICHI, RELATIVA APPLICAZIONE E COMBINAZIONI DI CARICO	71
10.2. RISULTATI	73
11. VERIFICHE.....	77
11.1. VERIFICHE ISOLA FLOTTANTE	77
11.1.1. VERIFICA GALLEGGIAMENTO	77
11.1.2. VERIFICA SOLLEVAMENTO.....	79
11.1.3. VERIFICA AFFONDAMENTO DEL SISTEMA	79
11.1.4. SPOSTAMENTI.....	80
11.1.5. TENSIONI	80
11.2. VERIFICHE CAVI DI ANCORAGGIO	80
11.2.1. CAVI DI ANCORAGGIO IN NYLON	80
11.2.2. CAVI DI ANCORAGGIO IN ACCIAIO.....	81
11.3. VERIFICHE PIASTRA IN CALCESTRUZZO	82
11.3.1. VERIFICHE DI RESISTENZA ALLO SLU.....	82
11.3.2. VERIFICHE DI RESISTENZA ALLO SLV	82
11.4. VERIFICHE TIRANTI ATTIVI	83
11.5. FENOMENI AEROELASTICI.....	84

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione di calcolo preliminare degli ancoraggi del progetto definitivo per la realizzazione di un impianto fotovoltaico flottante, installato sul **Bacino di Presenzano** - Bacino inferiore dell'impianto di generazione e pompaggio di Presenzano (CE).

L'impianto è progettato per operare in parallelo alla rete di distribuzione elettrica, cedendo totalmente alla Rete Nazionale l'energia prodotta.

La configurazione progettuale è stata determinata a valle di uno studio di fattibilità e successive valutazioni svolte da Stantec S.p.A. (di seguito "Stantec"), in qualità di Consulente Tecnico e Progettista incaricato da Enel Green Power, per conto di Enel Produzione S.p.A. (di seguito "Enel" o il "proponente").

L'area deputata risulta essere adatta allo scopo: presenta una buona esposizione ed è facilmente raggiungibile tramite l'infrastruttura di viabilità presente. La scelta progettuale permette inoltre di evitare nuovo consumo di suolo e si integra sinergicamente all'impianto idroelettrico presente, diminuendo i fenomeni di evaporazione delle acque di bacino.

La realizzazione della centrale elettrica fotovoltaica avverrà mediante:

- installazione di pannelli fotovoltaici su strutture metalliche di sostegno posizionate su piattaforme galleggianti atte a sostenere le condizioni più gravose di carico previste;
- realizzazione di tre cabine per la raccolta dell'energia elettrica prodotta dal parco e successivo innalzamento della tensione da bassa tensione "BT" a media tensione "MT" (tali cabine sono dette "di raccolta" o "di trasformazione");
- realizzazione di una Sottostazione elettrica di consegna lato utente ("SSE Utente") per la trasformazione da MT ad alta tensione "AT";
- realizzazione di cavidotti interrati in media tensione per il trasporto dell'energia elettrica dalle cabine di raccolta alla Sottostazione (SSE);
- realizzazione di un cavidotto interrato in alta tensione per il trasporto dell'energia elettrica dalla SSE sino alla Stazione Terna, 220kV esistente e localizzata nell'area di Centrale a Nord del Bacino; al fine di consentire la connessione del nuovo impianto FV - in accordo con la STMG rilasciata da Terna Codice Pratica 202001034 - la Stazione Terna sarà oggetto di ampliamento con la realizzazione di un nuovo stallo.

In sintesi, le fasi dell'intero progetto prevedono:

1. Realizzazione del nuovo impianto
2. Esercizio del nuovo impianto
3. Dismissione del nuovo impianto

La centrale fotovoltaica sarà composta da 64664 moduli fotovoltaici, ciascuno di potenza elettrica di picco in condizioni standard pari a 660 Wp, con una potenza installata di 42,678 MWdc e potenza in immissione sulla rete pari a 35,64 MWac.

I principali componenti, ossia moduli fotovoltaici, inverter, apparecchi di conversione, sistema flottante e di ancoraggio sono stati selezionati dal team di Enel sulla base di un processo di selezione e di qualifica dei fornitori e sono stati condivisi poi con il team di progetto Stantec al fine di consentire la predisposizione della documentazione progettuale.

L'impianto sarà realizzato nell'ambito delle disposizioni del Decreto Legislativo del 29 dicembre 2003 n.387 in attuazione della Direttiva CE 2001/77 per la promozione della produzione di energia elettrica ottenuta da fonti rinnovabili.

Più in generale, si sottolinea come l'applicazione della tecnologia fotovoltaica consenta:

- la produzione di energia elettrica nel luogo di utilizzo della stessa e senza alcun tipo di inquinamento;
- il risparmio di combustibile fossile;
- la riduzione di immissione di anidride carbonica, NOx e SOx nell'atmosfera;
- produzione energetica azzerando l'inquinamento acustico;
- un incremento occupazionale ed economico sul tessuto produttivo locale;

un ritorno economico dell'investimento negli anni di vita dell'impianto.

Inoltre, l'uso di un moderno sistema fotovoltaico galleggiante rispetto ad un più classico fotovoltaico a terra presenta numerosi vantaggi tra i quali:

1. nessun consumo di suolo: nessun uso di terre a vocazione agricola, nessun disboscamento o eliminazione di vegetazione preesistente, nessun aumento di rischio di erosione del suolo;
2. aumento della produzione di energia per sfruttamento della rifrazione dell'acqua: la superficie dell'acqua funziona come uno specchio e migliora l'irradiazione, aumentando la produzione di energia. La capacità dell'acqua di riflettere e amplificare la luce solare permette all'impianto di captare maggiori quantità di luce e di generare più energia;
3. aumento dell'efficienza dei moduli per minore surriscaldamento: l'acqua su cui poggiano i pannelli costituisce un sistema di raffreddamento naturale, evita il surriscaldamento e quindi limita le inefficienze. Ogni pannello fotovoltaico ha una temperatura ottimale di funzionamento tra i 20 e 25 gradi, all'aumentare della temperatura diminuisce il rendimento delle celle. Nelle installazioni a terra, nonostante livelli ottimali di irraggiamento, in alcuni periodi dell'anno possono verificarsi significativi cali di rendimento, a causa del surriscaldamento dei pannelli;
4. riduzione delle perdite di acqua dal bacino: la superficie galleggiante su cui sono installati i pannelli limita l'evaporazione dell'acqua diminuendo così anche gli apporti di acqua di reintegro del bacino;
5. riduzione dei consumi di acqua per la pulizia dei pannelli: i pannelli, essendo installati in acqua, sono soggetti a minore copertura di polvere con conseguente riduzione delle frequenze di lavaggio e minore consumo di acqua;
6. salvaguardia della qualità delle acque: la superficie galleggiante limita la proliferazione delle alghe grazie all'effetto di ombreggiamento della colonna d'acqua sottostante;
7. "modularità" del sistema: non avendo particolari limiti di spazio, una struttura galleggiante può essere facilmente implementata a moduli. È quindi possibile realizzare impianti di dimensioni e forme variabili creando vere e proprie "isole" galleggianti di pannelli fotovoltaici;

Le caratteristiche dell'impianto in progetto sono sintetizzate nella **Tabella 1-1**. Una rappresentazione del parco è fornita successivamente in Figura 1-1.

Tabella 1-1: Caratteristiche centrale fotovoltaica PRESENZANO

Tecnologia	Solare Fotovoltaico Flottante
Vita utile prevista	25-30 anni
Localizzazione (Comune)	Presenzano (Caserta)
Coordinate baricentro UTM zona 33 S	Latitudine: 424512.51 m E Longitudine: 4581104.06 m N
Superficie impianto	28 ha
Potenza nominale	35,64 MW _{AC}
Moduli (numero, tecnologia, potenza)	64.664, mono-crystalline, 3SUN modello 3SHBGH-AA-640-680, 660 W
Inverter (numero, tipo e potenza)	120, string-inverter, 330 kVA @ 30 °C
Trasformatori (numero, potenza, livelli di tensione)	Trasformatori cabine di campo: n°9; 4500kVA; tensione primaria 33 kV Trafo SSE Utente: n°1; 45/50 MVA; tensione primaria 33 kV

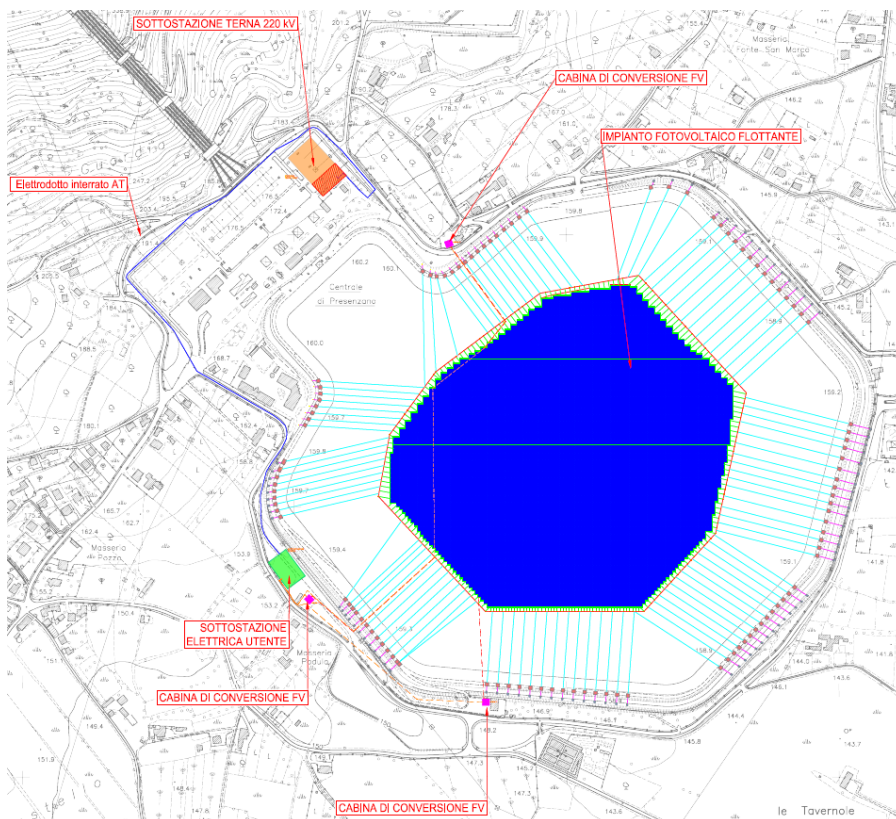


Figura 1-1 Layout su CTR per Progetto Definitivo di impianto e connessione alla RTN

2. OGGETTO E SCOPO

L'isola fotovoltaica flottante di Presenzano è di dimensioni estese e necessita quindi di una notevole quantità di ancoraggi al fine di trattenere le forze agenti. Tipicamente i sistemi di ancoraggio comprendono dei cavi che dall'isola vanno ad un sistema di contrasto, ottenuto con dei blocchi, più frequentemente appoggiati sul fondo dell'invaso.

Nel caso del bacino di Presenzano, la quantità di ancoraggi e blocchi da disporre sul fondo, sarebbe tale da non consentire una normale ed agevole ispezione del fondo del bacino, nè la sua manutenzione in caso di necessità. Al fine di evitare gli inconvenienti sopra discussi, ENEL ha raccomandato di studiare una soluzione in cui l'ancoraggio dell'isola fotovoltaica è ottenuto all'esterno dell'invaso, con cavi idealmente agganciati al coronamento.

La presente relazione tratta solamente il dimensionamento del sistema di ancoraggio, con particolare riferimento alle forze che si generano per effetto delle azioni esterne e che devono essere trattenute. Il sistema isola, composto da pannelli fotovoltaici e relative strutture, la trave ad anello di ripartizione, i cavi tra isola e trave ad anello, ed in parte i cavi esterni ad alta tenacità, non sono stati oggetto di dimensionamento strutturale in quanto parzialmente o integralmente coperti da brevetto e legati alla tecnologia che sarà proposta.

Il sistema di ancoraggio potrà subire adattamenti in funzione della tecnologia del sistema isola che sarà effettivamente adottata.

In ogni caso la tecnologia adottata per l'ancoraggio sarà confermata ed eventualmente modificata nelle successive fasi di progettazione tenendo conto dell'effettiva azione del vento inclusa l'analisi fluidodinamica ed effetto raffica. In queste analisi si dovrà inoltre tenere in conto anche dell'effetto seppur modesto prodotto dalle correnti generate nel lago dal flusso verso le derivazioni o lo scarico.

3. NORMATIVA, SPECIFICHE E LETTERATURA DI RIFERIMENTO

3.1. INTRODUZIONE

I riferimenti utilizzati nella progettazione proposta nel presente documento constano di Documenti Normativi del Regolamento Italiano per le costruzioni e per le opere all'interno e con interazione rispetto ai serbatoi artificiali, norme e specifiche internazionali, le Norme e prassi di progettazione ENEL, e pubblicazioni tecniche.

Dato che le normative italiane non riportano indicazioni specifiche per strutture flottanti si è fatto anche riferimento a norme e raccomandazioni relative a lavori portuali e all'ancoraggio dei natanti.

3.2. NORME DI REGOLAMENTO

Legge 5 novembre 1971, n° 1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica".

D.P.R. 6 giugno 2001, n.380: "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia".

NTC2018 - D.M. 17 gennaio 2018: "Aggiornamento delle nuove norme tecniche per le costruzioni"

Circ. 21 Gennaio 2019, n.° 7 C.S.LL.PP.: "Istruzioni per l'applicazione dell' << Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" >> di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".

D.M. 26/06/2014 "Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse).", in seguito chiamata anche "NTD14"

Circolare DG Dighe 26/07/2018 n. 17281 "Istruzioni per l'applicazione della normativa tecnica di cui al D.M. 26.06.2014 (NTD14) e al D.M. 17.01.2018 (NTC18)"

3.3. NORME E RACCOMANDAZIONI COMPLEMENTARI

CNR-DT-207-R1-2018 Consiglio nazionale delle ricerche- Istruzioni per la valutazione delle azioni degli effetti del vento sulle costruzioni.

EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures – EN 1991-1-4 Wind action 2005.

Eurocodice 2, "Progettazione delle strutture in calcestruzzo".

3.4. NORME E CAPITOLATI ENEL

Enel Standard: cod. S.27.XX.P.00000.00.129.01: "Floating Photovoltaic Power Plant – Design Criteria for Development"

3.5. DOCUMENTAZIONE TECNICA DI RIFERIMENTO

Wind Loads Acting on Solar Panels in a Row by CFD Analysis - Uslu Uzol Saritas: 2016 World congress on Advances in civil Environmental and Material Research (ACEM 16).

Belluzzi, "Scienza delle costruzioni", Volume 1, 1982, Zanichelli

Timoshenko, "Vibrations problems in engineering", 1937

4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO, DEL SISTEMA ISOLA E DI ANCORAGGIO

4.1. IMPIANTO IDROELETTRICO DI PRESENZANO ESISTENTE

Il sito oggetto dell'intervento è costituito dal bacino artificiale inferiore della centrale idroelettrica di generazione e pompaggio Domenico Cimarosa, di Presenzano, in provincia di Caserta.

L'invaso di Presenzano ha forma poligonale, con le prese di derivazione lungo il lato Nord-Ovest e lo scarico di fondo sul vertice a NE. Il bacino presenta una superficie di circa 73.2 ha per un volume di invaso pari a 6 milioni di metri cubi d'acqua. Eventuali perdite per evaporazione e filtrazione sono reintegrate tramite una derivazione ausiliaria dal Rio S. Bartolomeo, affluente di destra del fiume Volturno.

L'invaso non è stato ottenuto sbarrando una valle, ma è interamente confinato all'interno di una arginatura, che offre supporto a un sistema di tenuta, in conglomerato bituminoso, esteso al paramento di monte degli argini e a tutto il fondo. Il fondo-lago varia tra 141 e 146 m slm.

A parte la tenuta a monte, gli argini sono in pietrastrada zonata, con quota di coronamento a 159 m slm, e paramenti con pendenza 2H:1V, a monte, e 1.5H:1V, a valle.

Le caratteristiche generali del sito di Presenzano sono riassunte in Figura 4-1.

Per l'operatività della centrale, l'invaso subisce variazioni di livello pari a circa 10 in poche ore, come indica il diagramma di Figura 4-4, che riporta le registrazioni degli ultimi dieci anni.

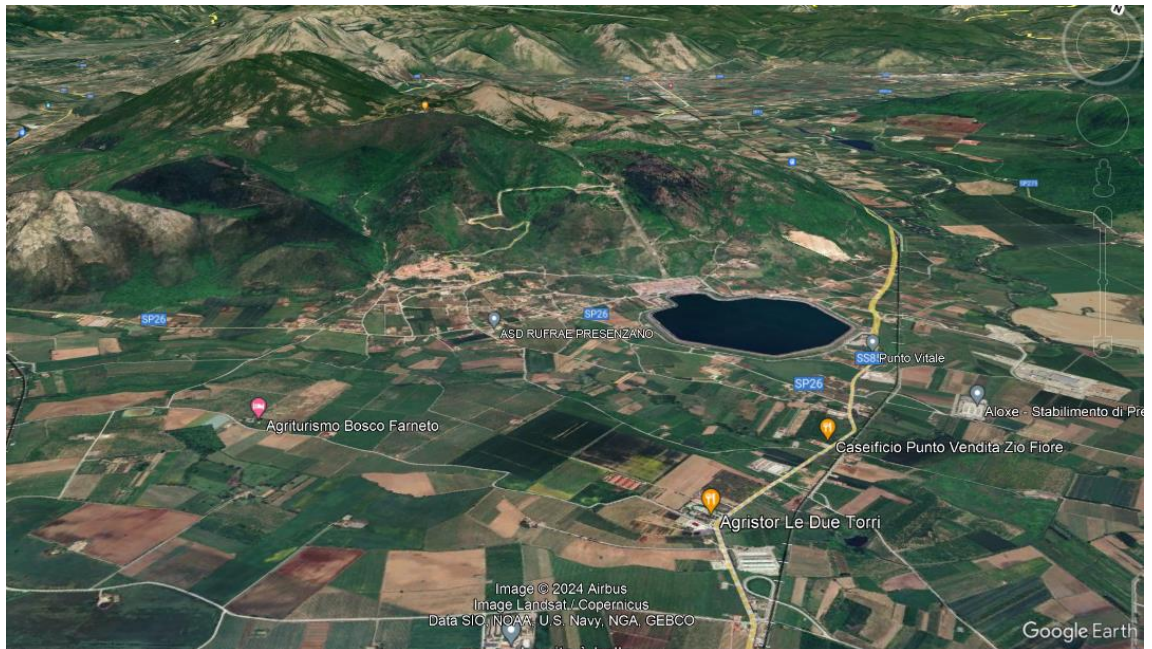
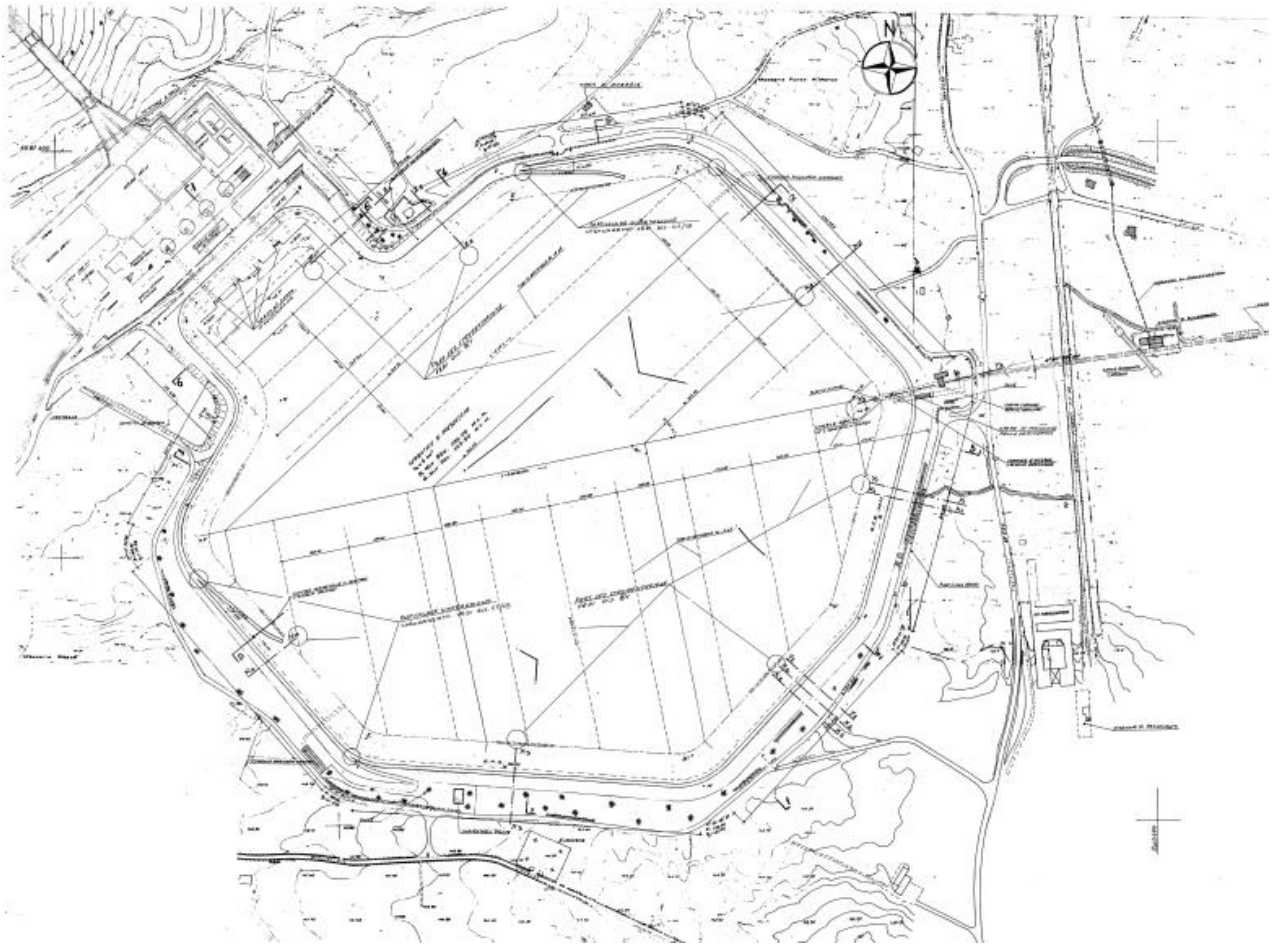


Figura 4-1 Vista generale dell'Impianto Idroelettrico di Presenzano, lungo il versante meridionale del Monte Cesima. Al piede del pendio l'Invaso di Presenzano, che ne costituisce il bacino inferiore



ALTEZZA DELLA DIGA DA D.L. DELL'08.08.1994	M	20.000
ALTEZZA DI MASSIMA RITENUTA FRANCO	M	11.550
FRANCO NETTO	M	2.950
SVILUPPO DEL CORONAMENTO	M	2.500
LARGHEZZA DEL CORONAMENTO	M	3300.000
VOLUME DELLA DIGA	M3	1400000.000
QUOTA DEL PIANO DI CORONAMENTO	MSM	159.000
QUOTA DI MASSIMO INVASO	MSM	156.050
QUOTA MASSIMA DI REGOLAZIONE	MSM	156.050
QUOTA MINIMA DI REGOLAZIONE	MSM	147.500
VOLUME D'INVASO DA D.L. DELL'08.08.1994	1E6M3	7.180
VOLUME UTILE DI REGOLAZIONE	1E6M3	6.000
SUPERFICIE DEL BACINO ALLA QUOTA DI MASSIMO INVASO	KM2	0.732
SUPERFICIE DEL BACINO ALLA QUOTA MASSIMA DI REGOLAZIONE	KM2	0.732
SUPERFICIE DEL BACINO ALLA QUOTA MINIMA DI REGOLAZIONE	KM2	0.675

Figura 4-2 Planimetria e dati salienti dell'Invaso di Presenzano

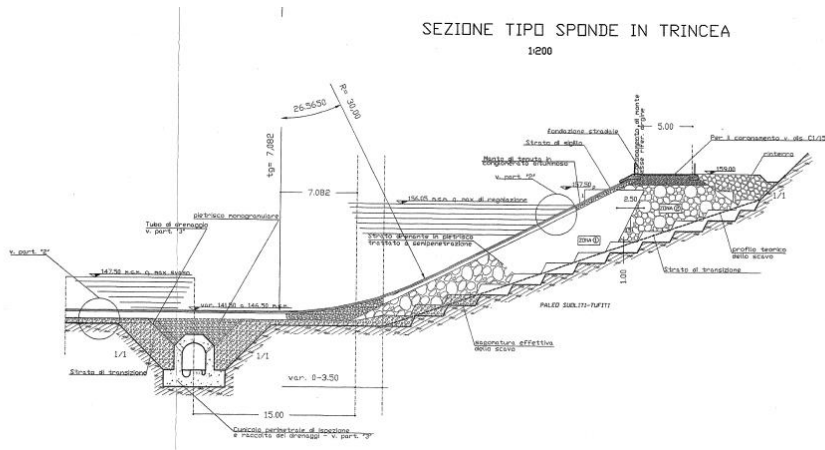
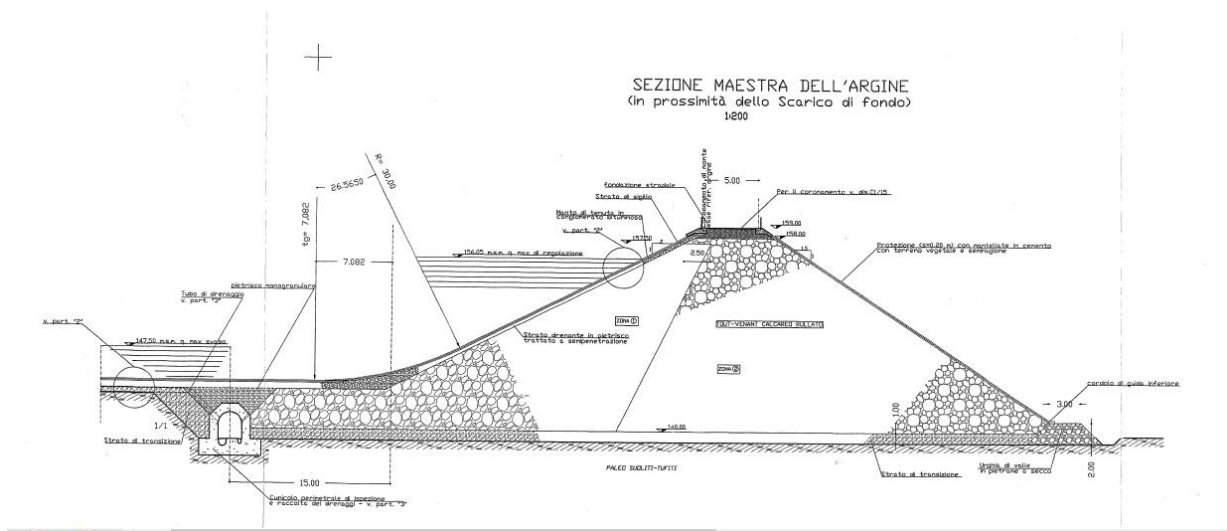


Figura 4-3 - Sezioni tipiche dell'argine perimetrale dell'Invaso di Presenzano

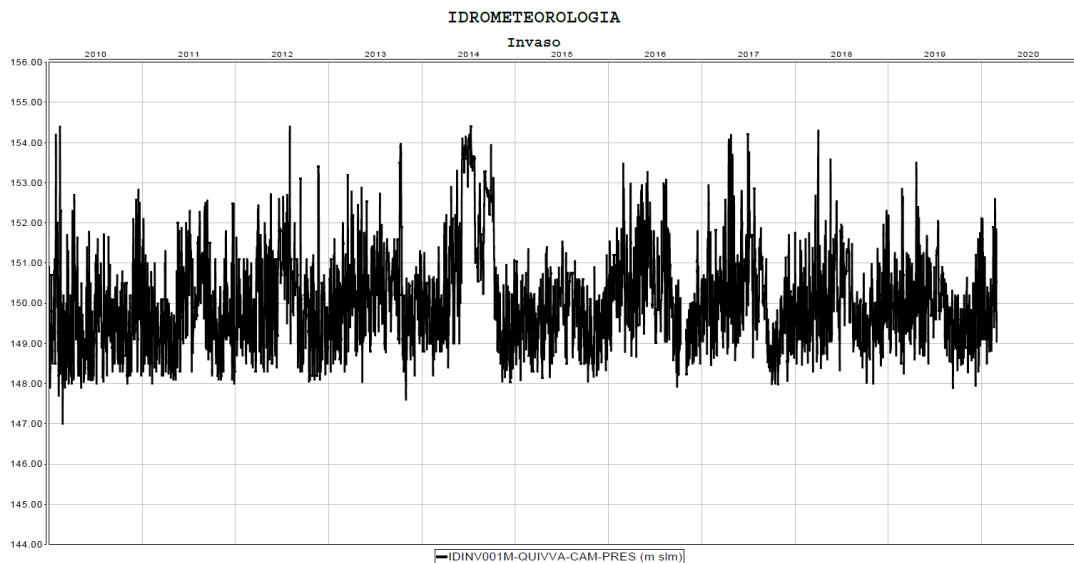


Figura 4-4 Storico Invaso Presenzano

4.2. IMPIANTO PROPOSTO

4.3. SCHEMA GENERALE

Le caratteristiche generali dell'impianto proposto sono riassunte nella seguente tabella:

Tabella 4-1: Caratteristiche impianto fotovoltaico PRESENZANO

IMPIANTO FOTOVOLTAICO FLOTTANTE IN OGGETTO	
Nome impianto	Presenzano Inferiore
Tecnologia	Solare Fotovoltaico Flottante
Vita utile prevista	25-30 anni
Localizzazione (Comune)	Presenzano (CE)
Superficie impianto	28 ha
Moduli (numero, inclinazione)	64664; 10° Nord-Sud

Da un punto di vista strutturale, l'impianto è costituito dai seguenti blocchi funzionali:

- Isola flottante su cui sono installati i pannelli;
- Sistema di ancoraggio dell'isola agli argini.

Entrambi i blocchi funzionali presentano un significativo aspetto tecnologico e una forte interazione, sia sotto l'aspetto tenso-deformazionale, sia rispetto all'installazione, per cui andranno previsti all'interno di un'unica fornitura. All'interno di tale fornitura, gli obiettivi e risultanze della Progettazione a base del Contratto dovranno essere confermati o perfezionati, sulla base dei dettagli costruttivi effettivamente adottati.

In tal senso, le analisi che seguono sono mirate alla identificazione delle forze significative agenti sui cavi, a seguito delle azioni previste, e che verranno deviate sul coronamento degli argini, per scaricarsi infine sui blocchi di ancoraggio al piede di valle degli argini. Scopo di tale operazione è fornire un dimensionamento dei cavi e dei blocchi di deviazione e di ancoraggio, e stabilire i potenziali effetti delle nuove azioni applicate agli argini.

4.3.1. BLOCCO ISOLA FLOTTANTE

4.3.1.1. SISTEMA ISOLA

L'isola flottante è costituita da una serie di elementi modulari prismatici, di modeste dimensioni, composti a formare banchine flottanti utilizzate sia come sostegno dei pannelli, sia come corridoi di accesso e servizio. Essendo gli elementi di base prismatici è in genere possibile costruire banchine rettilinee o diagonali, in quest'ultimo caso la frontiera risulta scalinata. L'assemblaggio di più banchine con i relativi pannelli costituisce un macromodulo, ossia un elemento indipendente che può essere aggiunto o staccato dall'isola, un'opzione utile per le manutenzioni o in caso di emergenza, in quanto consente smantellamento o ricostruzione dell'isola in tempi rapidi. Per l'impianto in esame, si prevede l'assemblaggio degli elementi modulari garantendo la creazione di un'isola flottante di forma poligonale, con lati paralleli agli argini del bacino.

Poichè l'azione del vento in senso verticale tende a concentrarsi nella fascia perimetrale, in corrispondenza dei quattro o cinque pannelli esterni bisognerà da un lato aumentare i galleggianti e dall'altro aggiungere zavorra. Questo in quanto i pannelli più esterni hanno un effetto di mascheratura rispetto a quelli interni, e conseguentemente, la pressione o depressione esercitata su questi pannelli esterni può essere fino a quattro volte superiore rispetto a quelli interni, che, in quanto numerosi, presentano valori di pressione/depressione vicini alla media, ottenuta su un'area così vasta.

Lungo i cordoli composti da elementi galleggianti, varrà la pena disporre questi ultimi con il fondo a due quote diverse, usando ad esempio blocchi di altezza 40 cm nelle linee interne e 25/30 cm in quelle esterne, in modo che sotto i pesi propri ci sia un affondamento di almeno 15/20 cm e che il contributo di galleggianti esterni venga attivato solo nel caso di carichi

variabili ed eccezionali (neve, vento, operatività per manutenzioni etc).

Ai fini di calcolo e dimensionamento è stato selezionato un pannello marca 3SUN modello 3SUNB60 da 660Wp/cad. I pannelli saranno installati verticalmente (c.d. modalità "portrait") su strutture fisse ad esposizione Nord-Sud, ciascuna delle quali è in grado di alloggiare N°4 moduli fotovoltaici. E' prevista la posa di N°16166 strutture per un totale di 64664 moduli, aventi inclinazione pari a 10° sull'orizzontale. La distanza tra le strutture fissata in 3 m e calcolata in modo da evitare gli auto-ombreggiamenti, che penalizzerebbero il rendimento dell'intero campo fotovoltaico.

È bene precisare che le indicazioni di modello e fornitura (così come le altre individuate per i diversi componenti) sono da intendersi come indicative, in considerazione del fatto che saranno ammissibili soluzioni alternative purché equivalenti e/o migliorative di quanto già previsto. In tutti i casi, i materiali e le apparecchiature montate in opera sono scelti tra quelle delle primarie società costruttrici a livello mondiale.

Si riporta nella successiva Figura 4-5 un'immagine su ortofoto rappresentativa del layout di impianto, con indicazione dei componenti. Nei successivi paragrafi si descrivono più dettagliatamente le caratteristiche dei componenti principali dell'impianto.

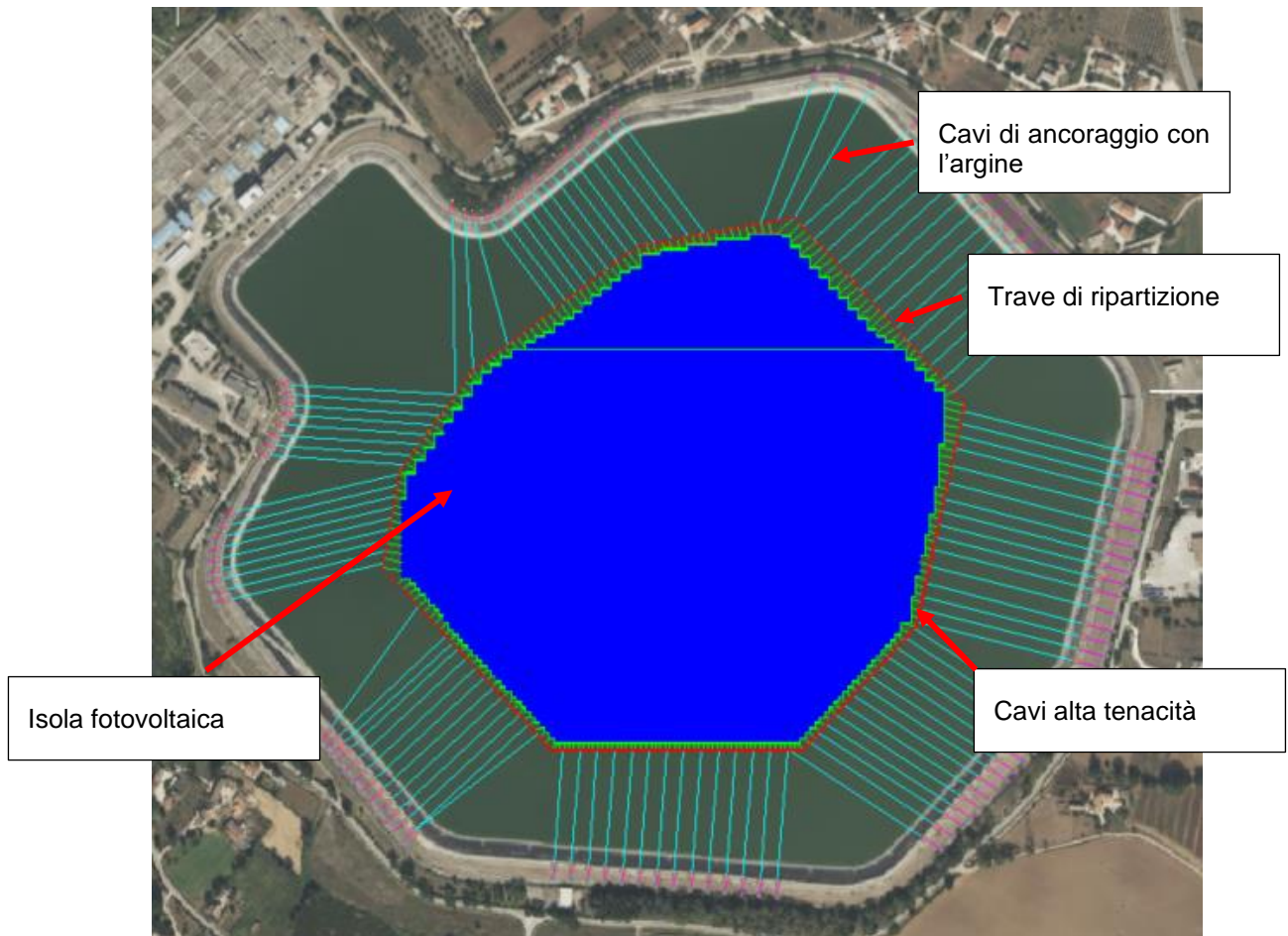


Figura 4-5: Layout di impianto

4.3.2. MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli fotovoltaici designati per la realizzazione dell'impianto sono in silicio monocristallino monofacciale, marca 3SUN modello 3SUNB60 da 660Wp/cad.

L'impianto fotovoltaico, nel complesso, sarà costituito da n.64664 moduli.

Le dimensioni di un singolo modulo sono pari a 2172mm*1303mm*35mm, il peso è pari a 36kg.

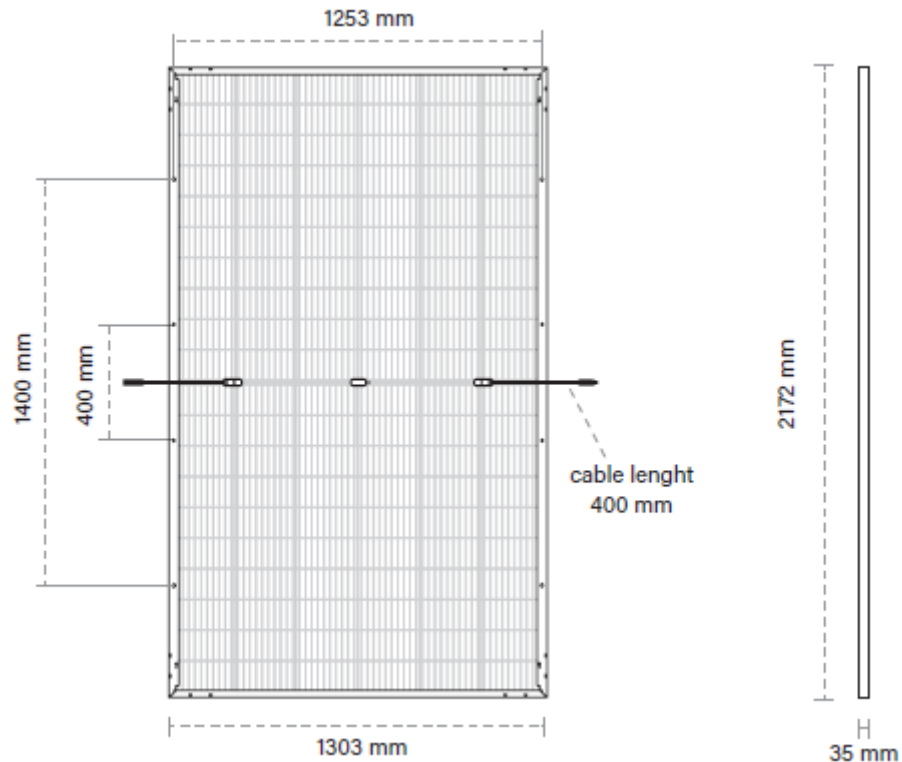
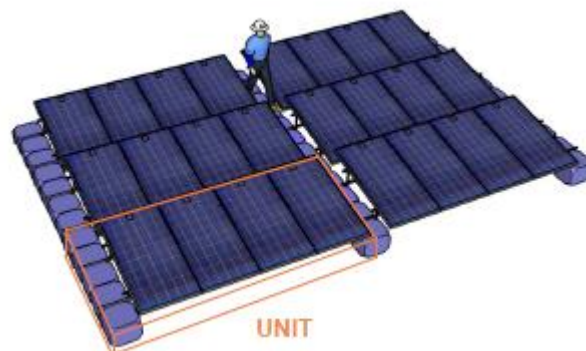


Figura 4-6: Scheda tecnica moduli fotovoltaici – Caratteristiche meccaniche ed operative

4.3.3. STRUTTURE DI SUPPORTO MODULI ED ELEMENTI GALLEGGIANTI

Il sistema è modulare ed è composto da unità orizzontalmente replicabili al fine di ottenere la potenza totale di output desiderata. Ciascuna unità è composta da:

- un telaio di supporto in alluminio che sostiene fino a quattro pannelli fotovoltaici in configurazione portrait;
- da galleggianti in HDPE che sostengono il telaio in alluminio su due lati.



Di seguito verranno descritti i principali componenti del sistema:

Galleggianti e connettori:

I galleggianti sono costituiti da materiale HDPE con una capacità di galleggiamento di 350 kg/m². I galleggianti sono collegati tra loro mediante speciali perni di connessione.

FLOATS and CONNECTORS

** Standard value. Can be investigated for specific projects.

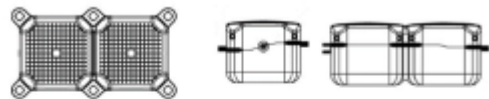
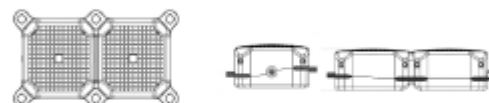
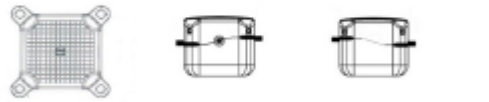

 <p>For frame support, walkways, spacing rows</p>	<p>DOUBLE FLOAT 100X50X40 cm</p>	<p>Weight (avg): 11,5 kg Material: HDPE Buoyancy: 350 kg/m2 Thickness (avg): 7-9 mm Temp: -55°C/+75°C</p>
 <p>For walkways</p>	<p>DOUBLE SHORT FLOAT 100x50x25 cm</p>	<p>Weight (avg): 9,3 kg Material: HDPE Buoyancy: 225 kg/m2 Thickness (avg): 7-9 mm Temp: -55°C/+75°C</p>
 <p>For frame support, walkways, spacing rows</p>	<p>SINGLE FLOAT 50x50x40 cm</p>	<p>Weight (avg): 6 kg Material: HDPE Buoyancy: 350 kg/m2 Thickness (avg): 7-9 mm Temp: -55°C/+75°C</p>
 <p>1) SIDE SCREWS + BOLT 2) CENTRAL PIN 3) SPECIAL PIN</p>		<p>Weight (avg): 1) 0,28kg 2) 0,75 kg 3) 1 kg Material: HDPE/HDPE+ stainless steel</p>

Figura 4-7 Caratteristiche indicative dei galleggianti e dei connettori

Nominal Physical Properties *	ASTM	Unit	Value
Density	D1505	g/cm ³	0.953
Melt Index, Condition 190°C/ 2.16 kg	D1238	g/10min	0.02
Condition 190°C/ 5.0 kg			0.14
Condition 190°C/ 21.6 kg			2.5
ESCR Condition B, F ₅₀ (100% Igepal)	D1693	h	300
Tensile Yield Strength, 50 mm/ min	D638	MPa	27
Elongation at Break, 50 mm/ min	D638	%	>600
Brittleness Temperature	D746	°C	<-75
Flexural Modulus, Tangent	D790	MPa	1,300
Shore D Hardness	D2240	-	63

Figura 4-8 Caratteristiche fisiche nominali HDPE (disponibili) dei galleggianti

Struttura porta pannelli:

La struttura porta pannelli è realizzata in alluminio e il carico del telaio è distribuito uniformemente sulle facce superiori dei galleggianti per garantire un minor stress prolungato nel tempo sulle componenti. Quanto descritto è illustrato in figura.

FRAME



For further information, for an offer request, or for design help, please contact us at info@nrgisland.com

Material	Aluminium
Dimensions when assembled	Length: 4 – 4,5 m Width: 1 – 1,5 m
Weight	23,5 – 30 kg
PV panels per unit	Up to 4
PV panels position	Portrait preferred

Figura 4-9: Esempio di struttura portamoduli di tipo fisso con singolo orientamento

4.3.4. STRUTTURA DI RIPARTIZIONE

Il bordo della piattaforma flottante è delicato, specialmente se scalinato, come nel caso in esame, ed è in grado di sostenere forze di ancoraggio limitate, incompatibili con quelle che si avrebbero collegando direttamente con esso i cavi di ancoraggio ad alta capacità.

Tra il bordo della piattaforma flottante ed i cavi di ancoraggio ad alta capacità si prevede quindi di interporre una struttura ad anello, con lo scopo di trasferire le forti sollecitazioni dei cavi di ancoraggio esterni collegati all'argine. L'anello sarà realizzato in conci e potrà essere completamente chiuso o con interruzioni per ottimizzarne la risposta.

Tra la piattaforma flottante e la struttura ad anello vengono interposti cavi di ripartizione ad alta tenacità interni, di portata nominale proporzionata alle caratteristiche di rigidità e resistenza degli elementi componenti l'isola galleggiante e della trave-anello di ripartizione. In adiacenza alla trave di ripartizione è necessario prevedere una passerella di servizio ai fini di supporto nella fase di installazione, esercizio e manutenzione.

L'anello di ripartizione, essendo parte costituente del sistema isola, non è stato oggetto di dimensionamento strutturale di dettaglio in quanto vincolato strettamente alla tecnologia che sarà procurata.

4.4. SISTEMA DI ANCORAGGIO

4.4.1. CAVI DI ANCORAGGIO

L'isola fotovoltaica sarà ancorata sugli argini del bacino mediante 107 cavi di ancoraggio ad alta capacità, che in questa fase di progettazione definitiva per autorizzazione, sono stati previsti in nylon, del tipo comunemente utilizzati in ambito marino e portuale.

I cavi saranno inanellati con galleggianti cilindrici, in modo che il loro tracciato altimetrico non scenda sotto al livello dell'acqua, mantenendosi orizzontale fino all'eventuale punto da cui spiccano verso il coronamento. La posizione di questo punto varia con la tensione del cavo essendo nelle condizioni di tiro massimo molto prossimo alla trave di ripartizione.

I cavi sono disposti radialmente rispetto all'isola, per ottimizzarne la resa. Ciò comporta l'instaurarsi di un sistema strutturale altamente iperstatico, in cui la distribuzione degli sforzi dipende in modo complesso dai rapporti di rigidità tra le parti.

Avendo l'isola flottante lati paralleli agli argini, i cavi radiali disposti lungo un lato risulteranno di lunghezza simile. In questo modo tutti i cavi di un lato avranno risposta simile e quindi una reazione omogenea. Si sono in pratica ottenuti 4 gruppi di lunghezza uniforme: 135 m (10 cavi), 150 m (17 cavi), 175 m (51 cavi) e 200 m (29 cavi).

L'interasse tra i cavi è tipicamente pari a 20 m, con infittimenti locali a 12-15 m, per un totale di 107 cavi di ancoraggio. Il cavo sarà leggermente preteso e sollevato dall'argine, per non danneggiare per sfregamento il paramento di monte, e allo stesso tempo consentendo di mantenere aperto un varco per passaggio di eventuali natanti di servizio, al di sotto dello stesso.

Il sistema è non lineare per geometria, in quanto una variazione di tensione di ciascun cavo, provoca una modifica della sua forma spaziale, oltre che del suo allungamento elastico; questo si traduce in notevoli spostamenti della sezione di estremità passando dalla tensione minima alla tensione massima e con i diversi livelli di invasione. Il sistema è stato dimensionato per mantenere tali spostamenti entro i 10 m circa, in modo tale che l'isola si mantenga sostanzialmente in mezzo al lago.

Nel predisporre il layout dei cavi si è prestata particolare attenzione ai vincoli presenti in sito (es: rampe, opere di presa, scarico di fondo) al fine di non generare interferenza e garantirne la fruibilità.

I cavi, per la loro lunghezza, sono esposti all'azione variabile del vento, che include anche raffiche. Sono pertanto predisposti anche degli accorgimenti mirati allo smorzamento e attenuazione di tale potenziale, come ammortizzatori nelle sezioni di aggancio dei cavi (tecnologia in uso nelle applicazioni navali) o masse distribuite lungo i cavi.

4.4.2. CONTRASTO ALLE FORZE DEI CAVI

I cavi così predisposti possono avere sollecitazioni nell'ordine di oltre 300 kN e per questo motivo non possono trovare contrasto su un elemento, per quanto pesante, disposto sul coronamento. L'ancoraggio è stato pertanto ottenuto con:

- a) Un blocco di ripartizione disposto sul coronamento e in grado di deviare il tiro dei cavi verso il punto fisso di ancoraggio
- b) Un punto fisso di ancoraggio ottenuto in alternativa con un blocco di calcestruzzo disposto al piede di valle dall'argine o con un tirante attivo, nelle zone in trincea
- c) Un elemento (cavo) che trasferisca le azioni dalla piastra al blocco di base o al tirante.

Il blocco di ripartizione sul coronamento degli argini è formato da uno scatolare a U in calcestruzzo armato, di lunghezza 6 m in cui il solettone è spesso 50 cm nella zona centrale a coprire la larghezza del coronamento e ha due appendici laterali leggermente sollevate dal coronamento su cui sono innestati i parapetti. Il solettone centrale si estende lungo il coronamento a formare le brevi rampe di accesso.

Questa rappresenta una configurazione minima per garantire la stabilità. In alternativa, per evitare di avere una superficie di coronamento di livello variabile, si può pensare di alzare tutto il livello di calpestio alla quota 159.50 m.s.l.m, realizzando una struttura di raccordo tra blocchi adiacenti, al posto delle rampe. Tale struttura sarà eventualmente alleggerita nella sua zona centrale, ponendo ad esempio dei tubi monte valle passanti, ricoperti dal getto di calcestruzzo.

Su ciascun lato del blocco, all'esterno dei parapetti, verranno installati due telai in acciaio formati da travi HEA220 allo scopo di raccogliere, deviare e trasferire le azioni dai cavi.

I cavi di ancoraggio verso valle saranno collegati ad un ancoraggio che può essere costituito

Il blocco di ancoraggio a valle diga sarà in calcestruzzo e posizionato sul piede di valle dell'argine. Il blocco è di forma irregolare, con dimensioni di circa 3.5 m x 2.5 m x 3 m. Laddove la topografia del sito non consente il posizionamento di blocchi di calcestruzzo a valle, o dove tale tecnologia non risulti efficace, il contrasto verrà ottenuto con ancoraggi mediante tiranti attivi di portata nominale 600 kN.

I tiranti attivi sono in totale 24, mentre i blocchi in calcestruzzo sono 82, di cui uno di dimensioni doppie rispetto agli altri, in quanto ad esso convergono due cavi.

I cavi di ancoraggio tra blocco di ripartizione e blocchi di ancoraggio saranno in acciaio, ossia più rigidi dei cavi sul lato opposto per una più pronta risposta. Il punto di aggancio di questi cavi al blocco di ripartizione è sostenuto con due corti micropali per fissare strutturalmente la labilità verticale di questo nodo.

Per i dettagli si vedano gli elaborati progettuali "GRE.EEC.D.27.IT.P.14456.00.033.00 - Dettaglio sistemi di ancoraggio" e "GRE.EEC.D.27.IT.P.14456.00.073.00 - Schema di posa ancoraggio".

5. MATERIALI

5.1. CAVI DI ANCORAGGIO

5.1.1. CAVI IN NYLON

In fase di progettazione definitiva per autorizzazione si è considerato l'utilizzo di cavi di ancoraggio tra piattaforma ed argine in nylon, comunemente utilizzati in ambito marino/portuale, in quanto combinano elevata resistenza a buona capacità di allungamento e resistenza all'abrasione. Inoltre, per la loro elasticità, sono indicati per la resistenza a carichi dinamici.

I cavi in nylon hanno un'elevata capacità di allungamento, infatti si possono estendere fino al 40% della loro lunghezza iniziale (anche se più comunemente il tasso di allungamento più comune è del 15-25%).

Il nylon, come materiale, possiede buona resistenza di raggi UV, inoltre si prevede di rivestire il cavo di galleggianti, che forniscono un'ulteriore protezione all'acqua ad all'abrasione.

Per il progetto in esame ed in questa fase progettuale, sono stati ipotizzati cavi in nylon a 12 trefoli (tipo II) della Chongqing Boomarine Supplies LTD, di cui si riportano, nella seguente Figura 5-1, tabelle riassuntive delle principali caratteristiche:

Nylon Ropes

- Gravity: 1.14g/cm³
- Melting Point: 215°C
- Elongation: 23%
- Melting Point: 420°F, 216°C
- Tensile Strength: 5800 psi
- Abrasion Resistance: Excellent
- UV Resistance: Good
- Chemical Resistance: Good

Specification for 8 strands & 12 strands nylon ropes

Size		Weight		Type I		Type I		Type II		Type II	
				Breaking Strength ISO MBF		Breaking Strength MEG4 LDBF		Breaking Strength ISO MBF		Breaking Strength MEG4 LDBF	
mm Dia.	Inch Cir.	g/m	kgs/220m	KN	Ton	KN	Ton	KN	Ton	KN	Ton
52	6-1/2	1680	369.6	588	60.0	529	54.0	777	9.3	700	71.4

Figura 5-1 Caratteristiche dei cavi in nylon ipotizzati

Inoltre si assume un modulo elastico $E = 3700000$ KPa ed un modulo di Poisson pari a 0.4.

5.1.2. CAVI IN ACCIAIO

Tra la piastra in calcestruzzo armato e l'ancoraggio di valle si utilizzano cavi di acciaio in acciaio da precompressione DYWIDAG aventi le seguenti caratteristiche:

Diametro nominale \varnothing [mm]	Tensione snerv./ rottura $F_{p0.1k}/F_{pk}$ [N/mm ²]	Sezione trasversale A [mm ²]	Carico snervamento $F_{p0.1k}$ [kN]	Carico ultimo F_{pk} [kN]	Peso [kg/m]	Peso DCP [kg/m]
36	950/1,050	1,018	960	1,070	8.27	12.3

5.2. BLOCCHI IN CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo previsto per la realizzazione della piattaforma e dei blocchi di ancoraggio al piede di valle è di classe di resistenza C25/30 e presenta le seguenti caratteristiche meccaniche:

$$E_{cm} = 31476 \text{ MPa};$$

$$\nu = 0.20;$$

$$\gamma = 24 \text{ kN/m}^3;$$

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa};$$

$$R_{ck} = 30 \text{ MPa};$$

$$f_{cd} = 14.17 \text{ MPa} (=0.85f_{ck}/1.5)$$

Classe di consistenza: S4 (slump tra 16 e 21 cm)

Classe di esposizione: XC2 (bagnato, raramente asciutto)

Dimensione massima aggregato: 25 mm

Massimo rapporto a/c: 0.6

Minimo contenuto in cemento: 300 kg/m³

Copriferro netto: 40 mm

5.3. ACCIAIO DA CARPENTERIA

Per la struttura in acciaio si prevede di utilizzare acciaio per impiego strutturale S235 aventi le seguenti caratteristiche:

Classe: S235

Resistenza caratteristica di snervamento f_{yk} : 235 MPa

Resistenza caratteristica di rottura f_{tk} : 360 MPa

Modulo Elastico E: 210000 MPa

Coefficiente di Poisson: 0.3

Densità: 7850 kg/m³

6. ANALISI DELLE FORZE AGENTI SULL'ISOLA FLOTTANTE

6.1. INTRODUZIONE

Il sistema strutturale in esame è costituito da:

- Isola flottante su cui sono installati i pannelli;
- Sistema di ancoraggio dell'isola agli argini.

Tra isola e sistema di ancoraggio si esercita una forte interazione dovuta principalmente alla iperstaticità del sistema di ancoraggio a sua volta legato al fatto che le direzioni vincolate sono multiple. Anche se le forze principali si generano sull'isola flottante, l'azione che ne consegue deriva anche dalla reazione del sistema di ancoraggio.

Le principali azioni considerate nell'analisi strutturale dell'isola flottante e del relativo sistema di ancoraggio sono:

- la forza di gravità;
- la spinta idrostatica di Archimede;
- azioni legate all'escursione del livello di acqua nel bacino;
- azioni del vento;
- azioni della neve;
- tiro di pre-sollecitazione esercitato dai cavi di ancoraggio;
- azione sismica.

L'azione della corrente non è stata inclusa in questa sede in quanto le velocità della corrente sono molto basse. In fase esecutiva sarà necessario effettuare un'analisi completa di fluidodinamica.

L'azione del vento è stata considerata principalmente con riferimento agli involucri di regolamento e dovrà, nelle fasi successive di progettazione, essere trattata in modo completo, con dati locali aggiornati, e tenendo conto dell'effetto raffica e dell'effettiva disposizione dei pannelli rispetto all'isola ed all'invaso con relativi eventuali effetti di mascheramento.

Le forze transitorie dovute al varo delle singole isole non sono state considerate e verranno trattate durante la progettazione esecutiva una volta stabilite le procedure di montaggio.

6.2. FORZE DI GRAVITA'

Per il calcolo del peso derivante dalla massa dei pannelli, strutture di sostegno, galleggianti e tutti gli elementi costituenti il sistema è stata considerata l'accelerazione di gravità pari a 9.806 m/s^2 .

6.3. SPINTA IDROSTATICA DI ARCHIMEDE

Nell'analisi è stata considerata la spinta idrostatica agente sui corpi immersi.

6.4. AZIONI LEGATE ALL'ESCURSIONE DEL LIVELLO DI ACQUA NEL BACINO

Il livello di acqua nel bacino subisce escursioni giornaliere, il livello di acqua al massimo invaso raggiunge i 156.050 m.s.l.m, mentre la quota minima di regolazione è pari a 147.500 m.s.l.m. La variazione del livello di acqua nel bacino ha influenza sul tiro esercitato dai cavi di ancoraggio.

6.5. AZIONE DEL VENTO

6.5.1. ANALISI DELL'AZIONE DEL VENTO

Per l'analisi delle azioni del vento, ed in particolare della direzione, si è considerata la rosa dei venti relativa al sito di Presenzano, che mostra come direzione prevalente di azione del vento quella Nord-Sud.

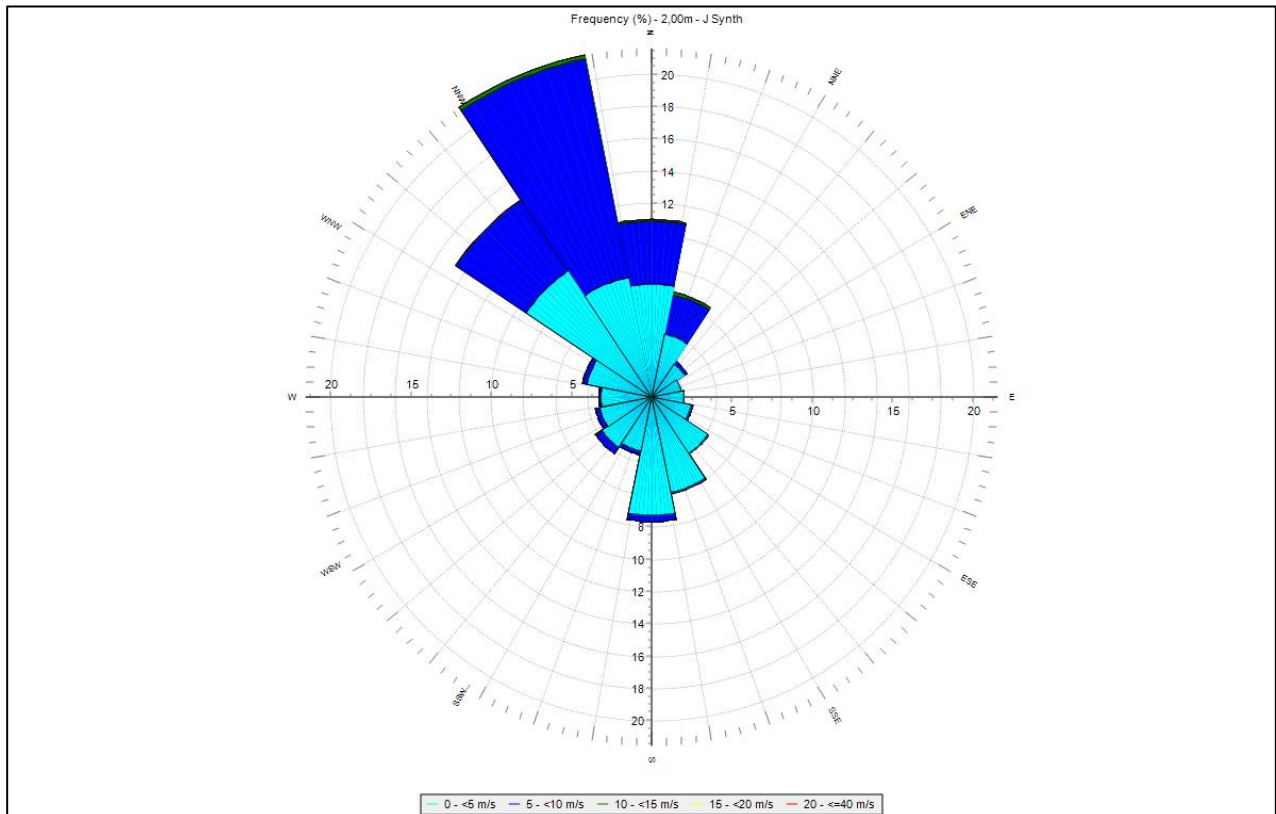


Figura 6-1 Rosa dei venti del sito Presenzano

Appurata la direzione prevalente del vento, si è provveduto a calcolare l'azione sulle strutture, seguendo le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC), aggiornate con Decreto del Ministero delle Infrastrutture e Dei Trasporti in data 17 gennaio 2018 e relativa Circolare emessa in data 21 gennaio 2019.

Tale Circolare è di importanza primaria per questo documento in quanto comprende, al capitolo C3.3.8.2, i criteri per valutare le azioni globali del vento su tettoie.

I criteri sono stati applicati per la valutazione delle forze agenti sui pannelli fotovoltaici in quanto le diverse componenti di quest'ultimi possono essere assimilate a quelle caratteristiche delle coperture a singola falda inclinata per geometria, funzione e proprietà meccaniche.

Nell'analisi della documentazione ministeriale è sorto un tema rapidamente risoltosi che si ritiene tuttavia opportuno citare.

Si segnala infatti che al capitolo C.3.3.8.2 per il calcolo delle forze agenti su tettoia viene riportata la seguente dicitura:

Per il calcolo della tettoia si considerano le condizioni di carico più gravose tra le quattro indicate nella Figura C3.3.22, dove la forza risultante $F = q_p(z) L^2 c_f$

Figura 6-2 Estratto da Circolare, capitolo 3.3.8.2

Il parametro $q_p(z)$ indicato nella formula ed avente le dimensioni di una pressione (N/m^2) non ha riscontro né nella circolare stessa né nelle NTC. Si è proceduto a ricercare quale potesse essere l'origine del parametro $q_p(z)$ indicato nella circolare o se questo potesse essere un errore di battitura nel documento.

La corrispondenza si è rapidamente ritrovata nel documento CNR-DT-207 R1/2018 "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni" pubblicato dal Consiglio Nazionale delle Ricerche, Commissione di Studio per la Predisposizione e l'Analisi di Norme Tecniche relative alle Costruzioni.

Dal confronto tra i due documenti è emerso che il capitolo C.3.3.8.2 "Tettoie" della Circolare 21 gennaio 2019 recepisce contenuti, formule e figure dal capitolo G.6 del CNR-DT-207 R1/2018 "Tettoie".

Il parametro $q_p(z)$ viene definito, infatti, nel capitolo G.6 del CNR-DT-207 R1/2018 "Tettoie" in una analoga formula per il calcolo delle forze su tettoia ed è definito al paragrafo 3.2.7 come "Pressione Cinetica di Picco". Tale definizione non è stata tuttavia riportata nella Circolare 21 gennaio 2019, generando quindi possibili fraintendimenti.

La Pressione Cinetica di Picco secondo la seguente formula:

(2) In mancanza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva rugosità e topografia del terreno limitrofo alla costruzione (Appendice C), per altezze sul suolo non maggiori di $z = 200$ m, la pressione cinetica di picco è fornita dalla relazione:

$$q_p(z) = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_r^2 \cdot c_e(z) \quad (3.9)$$

Figura 6-3 Estratto da CNR-DT-207 R1/2018

Si è fatto uso della Pressione Cinetica di Picco (come sopra definita) nel calcolo delle forze agenti sui pannelli fotovoltaici in quanto:

- 1) Il capitolo C.3.3.8.2 "Tettoie" della Circolare 21 gennaio 2019 corrisponde in contenuti, formule e figure al capitolo G.6 del CNR-DT-207 R1/2018 "Tettoie" pubblicato precedentemente.
- 2) Il capitolo C.3.3.8.2 "Tettoie" della Circolare 21 gennaio 2019 fa uso nelle formule del simbolo $q_p(z)$ senza fornirne una definizione. Definizione che è invece fornita nel CNR-DT-207 R1/2018.
- 3) Al capitolo 12 "Riferimenti Tecnici" delle NTC viene specificato che: "a integrazione delle presenti norme e per quanto con esse non in contrasto, possono essere utilizzati i documenti di seguito indicati che costituiscono riferimenti di comprovata validità: [...] - Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.)". Pertanto, il documento CNR-DT-207 R1/2018 può essere utilizzato per il calcolo degli sforzi agenti su tettoia in quanto non in contrasto con le NTC.
- 4) L'Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - parte 1-2: Azioni in Generale - Azioni del Vento" fa uso delle stesse simbologie e stesse definizioni del CNR-DT-207 R1/2018. Al capitolo 12 "Riferimenti Tecnici" delle NTC viene specificato che: Per quanto non diversamente specificato nella presente norma, si intendono coerenti con i principi alla base della stessa, le indicazioni riportate nei seguenti documenti: - Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN, con le precisazioni riportate nelle Appendici Nazionali".
- 5) Il CNR-DT-207 R1/2018 presenta al capitolo 4 "Applicazioni" una serie di esempi relativi ad alcune costruzioni rappresentative per facilitare e guidare una corretta applicazione delle presenti Istruzioni. L'uso della pressione Cinetica di Picco per il calcolo delle azioni globali sulle tettoie è coerente seguendo quanto riportato ai paragrafi 4.2.7 e 4.9.

Si riportano ora i dati di input per la determinazione della forza dovuta alle azioni del vento.

6.5.2. VELOCITÀ BASE DI RIFERIMENTO

Il Parco è localizzato in Provincia di Caserta, Campania, classificata come Zona 3.

Ne segue che:

- La velocità base di riferimento a livello del mare, ovvero il valore medio su 10 minuti, a 10 metri di altezza, sul suolo su un terreno pianeggiante ed omogeneo di categoria di esposizione II, riferito ad un periodo di ritorno di 50 anni è: $v_{b0} = 27$ m/s
- L'altitudine di riferimento per il calcolo del coefficiente di altitudine è: $a = 152$ m
- Il parametro di riferimento per il calcolo del coefficiente di altitudine è: $k_a = 0.37$

Il coefficiente di altitudine calcolato è pari a: $c_a = 1.00$

La velocità base di riferimento, ovvero il valore medio su 10 minuti, a 10 metri di altezza, sul suolo su un terreno pianeggiante ed omogeneo di categoria di esposizione II, riferito ad un periodo di ritorno di 50 anni, è pari a:

$$v_b = v_{b0} * c_a = 27 * 1 = 27 \text{ m/s.}$$

6.5.3. VELOCITÀ DI RIFERIMENTO

Per il progetto si è scelto un periodo di ritorno pari a: $T_R = 50$ anni, ne segue che il coefficiente di ritorno è pari a: $c_r = 1.00$

La velocità di riferimento di progetto, ovvero il valore medio su 10 minuti, a 10 m di altezza dal suolo su un terreno pianeggiante e omogeneo di categoria di esposizione II, riferito al periodo di ritorno di progetto T_{R_p} , è pari a:

$$v_r = v_b * c_r = 27 * 1 = 27 \text{ m/s.}$$

6.5.4. CATEGORIA DI ESPOSIZIONE

In mancanza di analisi specifiche che tengano conto della direzione di provenienza del vento e della rugosità e topografia del terreno che circonda la costruzione, la velocità media del vento, l'intensità di turbolenza e la pressione cinetica di picco del vento dipendono da tre parametri: il fattore di terreno k_r , la lunghezza di rugosità z_0 e l'altezza minima z_{min} , definiti in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione.

Il terreno su cui sorge l'impianto è stato classificato come appartenente alla classe di rugosità del terreno D.

Trovandosi in Zona 3, classe di rugosità D, l'impianto appartiene alla categoria di esposizione I. Ne segue che:

- Il fattore di terreno è pari a: $k_r = 0.17$
- La lunghezza di rugosità è pari a: $z_0 = 0.01 \text{ m}$
- L'altezza minima è pari a: $z_{min} = 2 \text{ m}$

6.5.5. COEFFICIENTE DI TOPOGRAFIA

Il coefficiente di topografia c_t , in genere funzione dell'altezza z sul suolo, tiene conto delle caratteristiche topografiche e orografiche del sito ove sorge la costruzione.

In mancanza di più approfondite valutazioni (Appendice C), il coefficiente di topografia è posto di regola pari a 1 sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose e montane. Ne segue che per questo progetto: $c_t = 1$

6.5.6. COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

Il coefficiente di esposizione c_e viene introdotto per tenere in considerazione fluttuazioni di velocità a breve e medio termine.

In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo non maggiori di $z = 200 \text{ m}$, esso può essere calcolato dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione.

Essendo l'altezza di riferimento del progetto inferiore all'altezza minima della categoria di esposizione I, il coefficiente di esposizione assume il suo valore minimo per la categoria di esposizione pari a:

$$c_e = 1.88$$

6.5.7. PRESSIONE CINETICA DI PICCO

La pressione cinetica di picco del vento q_p è il valore atteso della pressione cinetica massima del vento sull'intervallo di tempo $T = 10$ minuti. Essa dipende dall'altezza z sul suolo, dalla

ventosità della zona in esame, dal periodo di ritorno di progetto, dalle caratteristiche locali del sito ove sorge la costruzione e dalla densità dell'aria.

La quota di riferimento è pari all'altezza massima del pannello, pari a circa 0.78 m quindi inferiore all'altezza minima per la categoria di esposizione I.

In mancanza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva rugosità e topografia del terreno limitrofo alla costruzione, la pressione cinetica di picco è stata calcolata tramite la relazione fornita in CNR-DT-207 R1/2018 ed è pari a:

$$q_p = 0.5 * \rho * v_r^2 * c_e = 0.5 * 1.25 * (27)^2 * 1.88 = 858.01 \text{ N/m}^2.$$

6.5.8. INPUT DI CALCOLO AZIONI VENTO

In base all'area di installazione dell'impianto i dati di input per la determinazione della forza dovuta alle azioni del vento sono i seguenti:

Tabella 6-1: Input di calcolo azioni vento

INPUT PROGETTO			
zona italiana per proprietà anemologiche	zona	3.00	
classe di rugosità del terreno	cls.rug	D	
categoria di esposizione	cat.esp	I	
altitudine sul livello del mare	as	152.00	[m]
densità media di massa dell'aria	ρ	1.25	[kg / m ³]
tempo di ritorno	Tr	50.00	[anni]
altezza massima pannello	z	0.78	[m]

RISULTATI PRESSIONE VENTO			
velocità base di riferimento	vb	27.00	[m / s]
coefficiente di altitudine	ca	1.00	
velocità di riferimento di progetto	vr	27.00	[m / s]
coefficiente di ritorno	cr	1.00	
coefficiente di topografia	ct	1.00	
velocità media del vento	vm	24.32	[m / s]
coefficiente di profilo medio del vento	cm	0.90	
intensità di turbolenza	lv	0.22	
scala integrale della turbolenza	Lv	39.55	[m]
pressione cinetica di picco del vento	qp	858.01	[N / m²]
coefficiente di esposizione	ce	1.88	

PARAMETRI DA FORMULE E DIAGRAMMI			
velocità base di riferimento a livello del mare	vb0	27.00	[m / s ²]
parametro anemologico 1 zona italiana	a0	500.00	
parametro anemologico 2 zona italiana	ka	0.37	
fattore di terreno	kr	0.17	
lunghezza di rugosità	z0	0.01	[m]
altezza minima	zmin	2.00	[m]
altezza di riferimento	z [^]	200.00	[m]
lunghezza di riferimento	L [^]	300.00	[m]
coefficiente per scala della turbolenza	κ	0.44	
altezza sul suolo	z	0.78	[m]

6.5.9. AZIONI AERODINAMICHE INTRODUZIONE

Il vento esercita azioni aerodinamiche d'insieme sulla costruzione, e azioni aerodinamiche locali sui singoli elementi, strutturali e non strutturali, che compongono la costruzione. Esse dipendono dalla forma, dalla dimensione e dall'orientamento della costruzione e dei suoi elementi rispetto alla direzione del vento.

Le azioni aerodinamiche d'insieme esercitate dal vento sulla costruzione sono valutate considerando di regola, come direzioni di provenienza del vento, quelle corrispondenti a ciascuno degli assi principali della sezione della costruzione, considerati singolarmente.

Si definiscono azioni aerodinamiche di picco sulla costruzione, nel suo insieme o sui suoi singoli elementi, i valori attesi delle azioni massime del vento, su un intervallo $T = 10$ minuti, valutate trascurando gli effetti riduttivi dovuti alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e gli effetti amplificativi prodotti dalle vibrazioni strutturali. Esse sono proporzionali alla pressione cinetica di picco del vento q_p : le azioni aerodinamiche sono rappresentate dalle forze e dai momenti risultanti esercitati dal vento su costruzioni o elementi compatti, ad esempio le tettoie, le insegne e i tabelloni.

Le azioni aerodinamiche di picco esercitate dal vento su ciascuna faccia delle superfici di una costruzione o dei suoi elementi si traducono in sovrappressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici sia esterne che interne.

Le sovrappressioni sono definite convenzionalmente positive, le depressioni sono definite convenzionalmente negative.

L'azione del vento su ogni singolo elemento è determinata considerando la combinazione più gravosa della pressione agente sulle due facce della superficie.

Le azioni aerodinamiche di picco esercitate dal vento su ciascuna faccia delle superfici di una costruzione o di suoi elementi possono essere espresse mediante la pressione complessiva, o risultante, agente normalmente alle superfici.

Per le tettoie, si fa uso di tale coefficiente di pressione complessiva. L'azione del vento sulle tettoie è schematizzata attraverso forze F ortogonali al piano di ciascuna falda della tettoia. Tali forze sono quantificate mediante coefficienti di forza, c_F , e dalla posizione del loro punto di applicazione.

Le azioni aerodinamiche d'insieme esercitate dal vento sulla costruzione sono valutate considerando come direzioni di provenienza del vento, quelle corrispondenti a ciascuno degli assi principali della sezione della costruzione, considerati singolarmente.

6.5.10. AZIONI SU SINGOLA STRUTTURA PORTAMODULI

Si definisce grado di bloccaggio ϕ , il rapporto tra l'area esposta al vento di un'eventuale ostruzione presente al di sotto della tettoia e l'area totale della superficie ortogonale alla direzione del vento al di sotto della tettoia. Si identificano due situazioni limite:

- $\phi=0$ corrisponde all'assenza di ostruzioni al di sotto della tettoia (tettoia libera);
- $\phi=1$ corrisponde alla situazione in cui lo spazio al di sotto della tettoia risulti completamente ostruito.

Le azioni aerodinamiche esercitate dal vento sulle tettoie dipendono fortemente dal grado di bloccaggio in quanto la presenza di un'ostruzione, anche soltanto sul lato sottovento, impedisce il passaggio dell'aria al di sotto della tettoia.

Non essendo presenti elementi tra i pannelli e la struttura galleggiante, si è scelto di considerare la struttura come una tettoia libera prima di ostruzioni per la quale $\phi=0$.

Si considereranno ora le forze risultanti dal vento agente perpendicolarmente alla linea di colmo.

I coefficienti di forza, per una tettoia a singola falda con inclinazione di 10° e grado di bloccaggio $\phi=0$, sono pari a:

- Coefficiente di forza negativo $c_{FA} = - 0.93$
- Coefficiente di forza positivo $c_{FB} = + 0.53$

Le forze risultanti su una singola falda sono pertanto pari a:

- $F_A = q_p * A * c_{FA} = - 2.27$ kN
- $F_B = q_p * A * c_{FB} = + 1.30$ kN

Si considereranno le forze risultanti dal vento agente parallelamente alla linea di colmo.

In tale condizione, come indicato nelle NTC, il contesto può essere analizzato in prima approssimazione come tettoie piane a semplice falda con angolo di inclinazione pari a 0° .

I coefficienti di forza, per una tettoia con inclinazione di 0° e grado di bloccaggio $\varphi=0$, sono pari a:

- Coefficiente di forza negativo $c_{FC} = - 0.5$
- Coefficiente di forza positivo $c_{FD} = + 0.2$

Le forze risultanti su una singola falda sono pertanto pari a:

- $FC = q_p * A * c_{FC} = - 1.21 \text{ kN}$
- $FD = q_p * A * c_{FD} = + 0.49 \text{ kN}$

Dove per A si intende l'area totale del singolo pannello, considerando una sola faccia di esposizione, calcolata come

$$(2,172) * (1,303) = 2.830 \text{ m}^2$$

La spinta generata dal Vento in direzione Est e Ovest genera contemporaneamente un secondo tipo di azione sui pannelli: l'azione tangente di picco.

L'azione tangente è generata dalle forze di attrito, producendo una spinta in direzione Est o Ovest, in accordo alla direzione del vento stesso.

Essendo l'impianto caratterizzato da una superficie molto estesa, tale forza non è stata trascurata nella progettazione.

Le azioni tangenti si applicano su entrambe le superfici dei pannelli, interessando quindi un'area doppia rispetto ai casi precedenti.

L'azione tangente per unità di superficie è proporzionale alla pressione cinetica di picco. Fattore di proporzionalità è il coefficiente di attrito, che per una struttura liscia assume valore, come suggerito dalle NTC, pari a:

- $c_{ATT} = 0.02$

Le forze generate per il singolo pannello dal vento soffiante da est o da ovest sono uguali in valore assoluto e pari a:

- $F_{ATT-OVEST} = q_p * 2 * A * c_{ATT} = 0.097 \text{ kN}$
- $F_{ATT-EST} = q_p * 2 * A * c_{ATT} = - 0.097 \text{ kN}$

Le azioni complessive agenti sulla tettoia a singola falda sono ottenute dalle quattro situazioni indicate nella seguente figura:

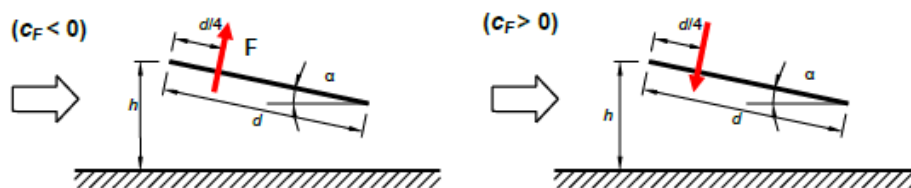


Figura 6-4 Azioni su pannello dovute a vento soffiante da Nord in direzione Sud

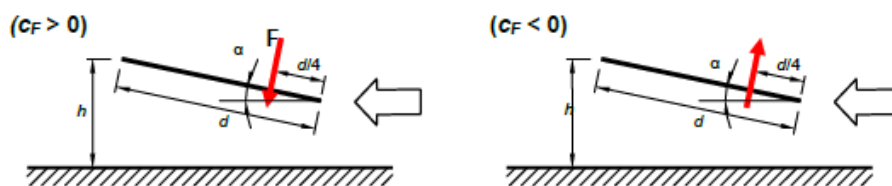


Figura 6-5 Azioni su pannello dovute a vento soffiante da Sud in direzione Nord

Introducendo i coefficienti di riduzione sono stati calcolati i valori di spinta lungo i principali assi di simmetria della struttura. Le direzioni prevalenti sono state individuate in funzione dell'orientamento del pannello (linea di colmo tettoia a singola falda), in particolare si indica:

- Direzione "X": la direzione sul piano orizzontale parallela alle file di pannelli;
- Direzione "Y": la direzione sul piano orizzontale ortogonale alle file di pannelli;

- Direzione "Z": la direzione verticale.

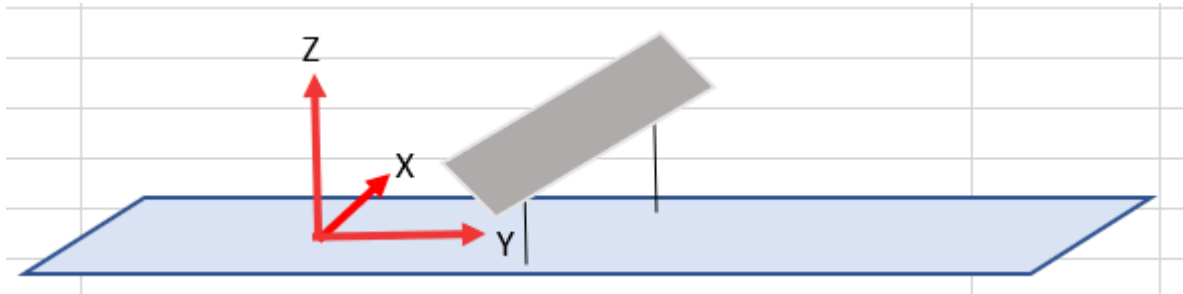


Figura 6-6 Sistema di riferimento per calcolo azione del vento

INPUT			
dimensione maggiore pannello	l1	2.1720	[m]
dimensione minore pannello	l2	1.3030	[m]
portrait / landscape	P/L	portrait	[]
inclinazione pannello	α	10.00	[°]
altezza pannello dal suolo	h-space	0.40	[m]
grado di bloccaggio	ϕ	0%	[%]
coefficiente di attrito	cf	0.02	[]

Tabella 6-2: Azioni del vento su singola tettoia

RISULTATI AZIONI SU PANNELLO			
SPINTA VENTO DIREZIONE Y<0 (Cf < 0)			
Forza risultante A: direzione ↗	Fa (↗)	- 2,266.38	[N]
Forza risultante A - componente perpendicolare	Faz	2231.95	[N]
Forza risultante A - componente piano parco	Fay	-393.55	[N]
SPINTA VENTO DIREZIONE Y>0 (Cf > 0)			
Forza risultante B: direzione ↙	Fb (↙)	1,295.08	[N]
Forza risultante B - componente perpendicolare	Fbz	- 1,275.40	[N]
Forza risultante B - componente piano parco	Fby	224.89	[N]
VENTO RADENTE -> SPINTA IN DIREZIONE X			
Forza direzione X>0 per attrito	Fatt-X>0	97.13	[N]
Forza direzione X<0 per attrito	Fatt-X<0	- 97.13	[N]
VENTO RADENTE -> SPINTA DIREZIONE Y<0 (Cf1<0)			
Forza Risultante C: direzione ↗	Fc (↗)	- 1,214.13	[N]
Forza risultante C - componente perpendicolare	Fcz	1,195.69	[N]
Forza risultante C - componente piano parco	Fcy	- 210.83	[N]
VENTO RADENTE -> SPINTA DIREZIONE Y>0 (Cf1>0)			
Forza Risultante D: direzione ↙	Fd (↙)	485.65	[N]
Forza risultante D - componente perpendicolare	Fdz	- 478.28	[N]
Forza risultante D - componente piano parco	Fdy	84.33	[N]

6.5.11. AZIONI COMPLESSIVE SUL PARCO

Nel calcolare i carichi generati dal vento nella fase di progettazione di un parco fotovoltaico, le NTC, così come i documenti pubblicati dal CNR e gli Eurocodici, permettono di stimare la forza agente sul singolo pannello, considerandolo per geometria e per struttura simile ad una tettoia a singola falda inclinata.

Questi stessi documenti, tuttavia, non suggeriscono una modalità per poter calcolare il carico generato su una serie di pannelli disposti per file consecutive come in un parco fotovoltaico.

Tutti e tre i documenti presentano un breve paragrafo dedicato alle tettoie a falde multiple ma tale tipologia di copertura non è adatta a simulare un parco fotovoltaico in quanto composta:

- da coppie di falde e non da falde singole;
- da falde tra loro affiancate senza alcun distanziamento tra una fila e la successiva.

Si è quindi deciso di effettuare una ricerca bibliografia per cercare lo stato dell'arte sul tema.

Dopo aver analizzato diversi studi, la decisione finale è ricaduta su: "Uslu, Veysel Emre, Oguz Uzol, and Afsin Saritas. "Wind Loads Acting on Solar Panels in a Row by CFD Analysis." World Congress on Advances in Civil, Environmental, and Materials Research, ACEM16. 2016."

La scelta è motivata dal fatto che tale documento si dedica non solo all'analisi dei carichi del vento sui pannelli solari montati a terra ma anche agli effetti del vento sulle diverse file componenti un parco fotovoltaico a terra. Lo studio è effettuato tramite computational fluid dynamic (CFD) sfruttando il software ANSYS FLUENT.

Come è possibile osservare nel successivo grafico, la presenza di più file di pannelli (per la simulazione pari a dieci) provoca un calo notevole nell'azione del vento sulle file interne.

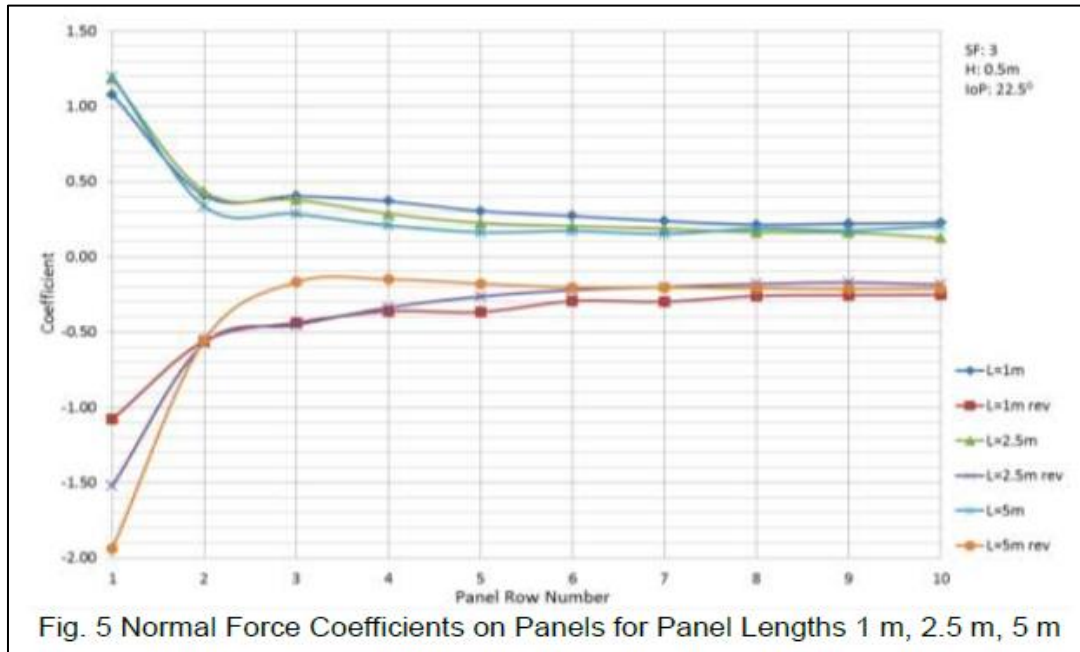
Dai Coefficienti di Forza nel documento si è proseguito a quantificare gli effetti di riduzione sulle forze agenti sulle diverse file del parco rispetto alla prima fila di pannelli. I risultati sono riportati nella seguente tabella.

Si segnala che il numero di file del parco fotovoltaico di Presenzano raggiunge un valore massimo pari a 188. È pertanto possibile ipotizzare che tali coefficienti moltiplicatori sopra riportati possano essere conservativi rispetto a quelli reali, in quanto ottenuti per un sistema costituito unicamente da dieci file.

Si è deciso per gli scopi autorizzativi del documento di utilizzare i coefficienti sopra indicati al fine di mantenere un approccio conservativo. In fase di progettazione esecutiva, stabiliti gli elementi costituenti il parco e quindi la loro geometria, sarà possibile simulare con opportuni software di *Computational Fluid Dynamics* l'interazione il reale carico sul parco.

Tabella 6-3: Azioni complessive sul parco

INPUT - COEFFICIENTI MOLTIPLICATORI			
		cf > 0	cf < 0
Fila/Colonna prima		100,00%	100,00%
Fila/Colonna seconda		36,36%	54,55%
Fila/Colonna terza		36,36%	36,36%
Fila/Colonna quarta		36,36%	36,36%
Fila/Colonna quinta		27,27%	36,36%
Fila/Colonna sesta		27,27%	27,27%
Fila/Colonna settima		18,18%	27,27%
Fila/Colonna ottava		18,18%	22,73%
Fila/Colonna nona		18,18%	22,73%
Fila/Colonna decima e successive		18,18%	22,73%



Si riportano le spinte del vento ottenute, agenti su un singolo pannello, appartenente alle varie file.

Tabella 6-4: Calcolo spinta vento direzione Y<0

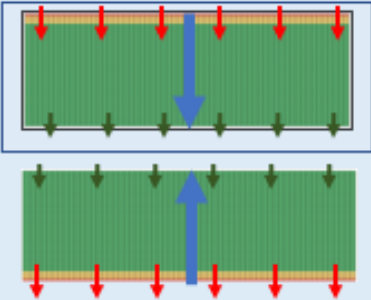
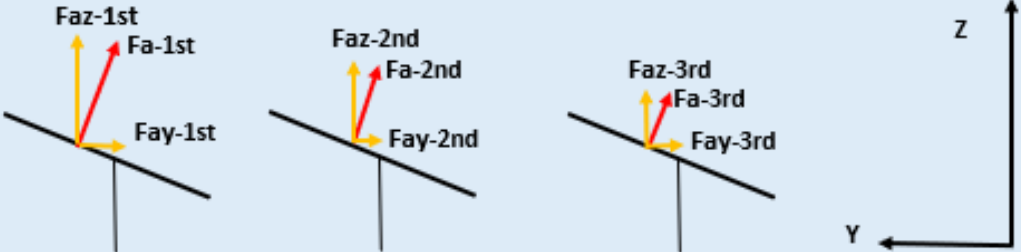
SPINTA VENTO DIREZIONE Y<0 (Cf < 0)		
Forza risultante A		
Fila prima		Fa-1st - 2,266.38 [N]
Fila seconda		Fa-2nd - 1,236.21 [N]
Fila terza		Fa-3rd - 824.14 [N]
Fila quarta		Fa-4th - 824.14 [N]
Fila quinta		Fa-5th - 824.14 [N]
Fila sesta		Fa-6th - 618.10 [N]
Fila settima		Fa-7th - 618.10 [N]
Fila ottava		Fa-8th - 515.09 [N]
Fila nona		Fa-9th - 515.09 [N]
Fila decima e successive		Fa-10th - 515.09 [N]
Forza risultante A - componente perpendicolare		
Fila prima		Faz-1st 2,231.95 [N]
Fila seconda		Faz-2nd 1,217.43 [N]
Fila terza		Faz-3rd 811.62 [N]
Fila quarta		Faz-4th 811.62 [N]
Fila quinta		Faz-5th 811.62 [N]
Fila sesta		Faz-6th 608.71 [N]
Fila settima		Faz-7th 608.71 [N]
Fila ottava		Faz-8th 507.26 [N]
Fila nona		Faz-9th 507.26 [N]
Fila decima e successive		Faz-10th 507.26 [N]
Forza risultante A - componente orizzontale		
Fila prima		Fay-1st - 393.55 [N]
Fila seconda		Fay-2nd - 214.67 [N]
Fila terza		Fay-3rd - 143.11 [N]
Fila quarta		Fay-4th - 143.11 [N]
Fila quinta		Fay-5th - 143.11 [N]
Fila sesta		Fay-6th - 107.33 [N]
Fila settima		Fay-7th - 107.33 [N]
Fila ottava		Fay-8th - 89.44 [N]
Fila nona		Fay-9th - 89.44 [N]
Fila decima e successive		Fay-10th - 89.44 [N]
		

Tabella 6-5: Calcolo spinta vento direzione Y>0

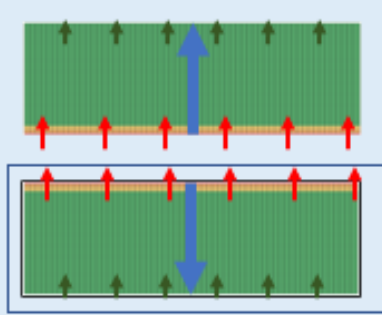
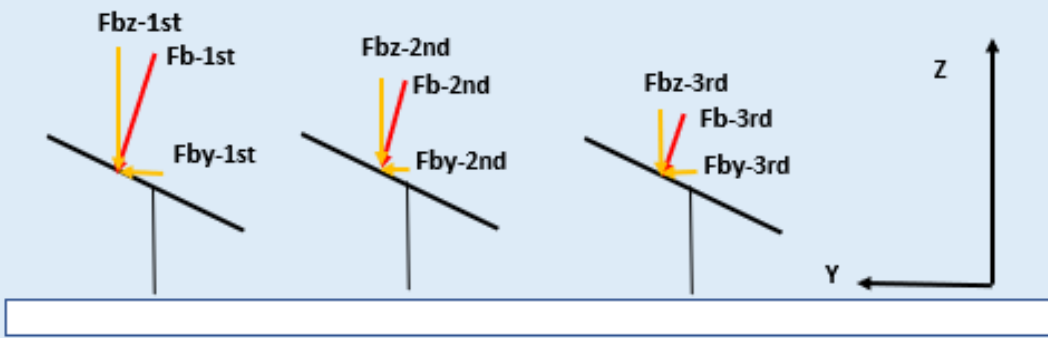
SPINTA VENTO DIREZIONE Y>0 ($C_f > 0$)		
Forza risultante B		
Fila prima		Fb-1st 1,295.08 [N]
Fila seconda		Fb-2nd 470.94 [N]
Fila terza		Fb-3rd 470.94 [N]
Fila quarta		Fb-4th 470.94 [N]
Fila quinta		Fb-5th 353.20 [N]
Fila sesta		Fb-6th 353.20 [N]
Fila settima		Fb-7th 235.47 [N]
Fila ottava		Fb-8th 235.47 [N]
Fila nona		Fb-9th 235.47 [N]
Fila decima e successive		Fb-10th 235.47 [N]
Forza risultante B - componente verticale		
Fila prima		Fbz-1st - 1,275.40 [N]
Fila seconda		Fbz-2nd - 463.78 [N]
Fila terza		Fbz-3rd - 463.78 [N]
Fila quarta		Fbz-4th - 463.78 [N]
Fila quinta		Fbz-5th - 347.84 [N]
Fila sesta		Fbz-6th - 347.84 [N]
Fila settima		Fbz-7th - 231.89 [N]
Fila ottava		Fbz-8th - 231.89 [N]
Fila nona		Fbz-9th - 231.89 [N]
Fila decima e successive		Fbz-10th - 231.89 [N]
Forza risultante B - componente orizzontale		
Fila prima		Fby-1st 224.89 [N]
Fila seconda		Fby-2nd 81.78 [N]
Fila terza		Fby-3rd 81.78 [N]
Fila quarta		Fby-4th 81.78 [N]
Fila quinta		Fby-5th 61.33 [N]
Fila sesta		Fby-6th 61.33 [N]
Fila settima		Fby-7th 40.89 [N]
Fila ottava		Fby-8th 40.89 [N]
Fila nona		Fby-9th 40.89 [N]
Fila decima e successive		Fby-10th 40.89 [N]
		

Tabella 6-6: Calcolo spinta vento radente direzione X

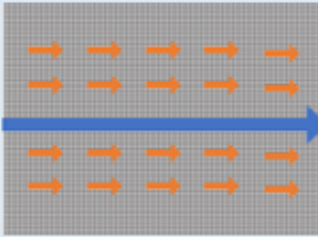
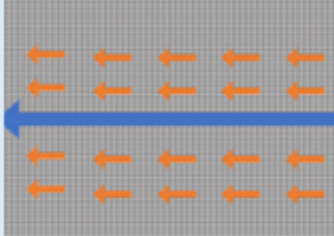
VENTO RADENTE -> SPINTA IN DIREZIONE X			
NO COEFFICIENTI MOLTIPLICATORI			
Spinta radente verso est			
Colonna prima		F_X>0-1st	97.13 [N]
Colonna seconda		F_X>0-2nd	97.13 [N]
Colonna terza		F_X>0-3rd	97.13 [N]
Colonna quarta		F_X>0-4th	97.13 [N]
Colonna quinta		F_X>0-5th	97.13 [N]
Colonna sesta		F_X>0-6th	97.13 [N]
Colonna settima		F_X>0-7th	97.13 [N]
Colonna ottava		F_X>0-8th	97.13 [N]
Colonna nona		F_X>0-9th	97.13 [N]
Colonna decima e successive		F_X>0-10th	97.13 [N]
Spinta radente verso ovest			
Colonna prima		F_X<0-1st	- 97.13 [N]
Colonna seconda		F_X<0-2nd	- 97.13 [N]
Colonna terza		F_X<0-3rd	- 97.13 [N]
Colonna quarta		F_X<0-4th	- 97.13 [N]
Colonna quinta		F_X<0-5th	- 97.13 [N]
Colonna sesta		F_X<0-6th	- 97.13 [N]
Colonna settima		F_X<0-7th	- 97.13 [N]
Colonna ottava		F_X<0-8th	- 97.13 [N]
Colonna nona		F_X<0-9th	- 97.13 [N]
Colonna decima e successive		F_X<0-10th	- 97.13 [N]

Tabella 6-7: Calcolo spinta vento radente direzione Y<0

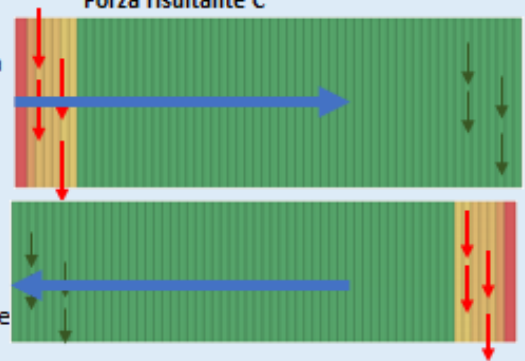

VENTO RADENTE -> SPINTA DIREZIONE Y<0 (Cf1<0)			
Forza risultante C			
Colonna prima		Fc-1st	- 1,214.13 [N]
Colonna seconda		Fc-2nd	- 662.25 [N]
Colonna terza		Fc-3rd	- 441.50 [N]
Colonna quarta		Fc-4th	- 441.50 [N]
Colonna quinta		Fc-5th	- 441.50 [N]
Colonna sesta		Fc-6th	- 331.13 [N]
Colonna settima		Fc-7th	- 331.13 [N]
Colonna ottava		Fc-8th	- 275.94 [N]
Colonna nona		Fc-9th	- 275.94 [N]
Colonna decima e successive		Fc-10th	- 275.94 [N]
Forza risultante C - componente verticale			
Colonna prima	Fcz-1st	1,195.69 [N]	
Colonna seconda	Fcz-2nd	652.19 [N]	
Colonna terza	Fcz-3rd	434.80 [N]	
Colonna quarta	Fcz-4th	434.80 [N]	
Colonna quinta	Fcz-5th	434.80 [N]	
Colonna sesta	Fcz-6th	326.10 [N]	
Colonna settima	Fcz-7th	326.10 [N]	
Colonna ottava	Fcz-8th	271.75 [N]	
Colonna nona	Fcz-9th	271.75 [N]	
Colonna decima e successive	Fcz-10th	271.75 [N]	
Forza risultante C - componente orizzontale			
Colonna prima	Fcy-1st	- 210.83 [N]	
Colonna seconda	Fcy-2nd	- 115.00 [N]	
Colonna terza	Fcy-3rd	- 76.67 [N]	
Colonna quarta	Fcy-4th	- 76.67 [N]	
Colonna quinta	Fcy-5th	- 76.67 [N]	
Colonna sesta	Fcy-6th	- 57.50 [N]	
Colonna settima	Fcy-7th	- 57.50 [N]	
Colonna ottava	Fcy-8th	- 47.92 [N]	
Colonna nona	Fcy-9th	- 47.92 [N]	
Colonna decima e successive	Fcy-10th	- 47.92 [N]	

Tabella 6-8: Calcolo spinta vento radente direzione Y>0

VENTO RADENTE -> SPINTA DIREZIONE Y>0 (Cf1>0)			
Forza risultante D			
Colonna prima		Fd-1st	485.65 [N]
Colonna seconda		Fd-2nd	176.60 [N]
Colonna terza		Fd-3rd	176.60 [N]
Colonna quarta		Fd-4th	176.60 [N]
Colonna quinta		Fd-5th	132.45 [N]
Colonna sesta		Fd-6th	132.45 [N]
Colonna settima		Fd-7th	88.30 [N]
Colonna ottava		Fd-8th	88.30 [N]
Colonna nona		Fd-9th	88.30 [N]
Colonna decima e successive		Fd-10th	88.30 [N]
Forza risultante D - componente verticale			
Colonna prima	Fdz-1st	- 478.28 [N]	
Colonna seconda	Fdz-2nd	- 173.92 [N]	
Colonna terza	Fdz-3rd	- 173.92 [N]	
Colonna quarta	Fdz-4th	- 173.92 [N]	
Colonna quinta	Fdz-5th	- 130.44 [N]	
Colonna sesta	Fdz-6th	- 130.44 [N]	
Colonna settima	Fdz-7th	- 86.96 [N]	
Colonna ottava	Fdz-8th	- 86.96 [N]	
Colonna nona	Fdz-9th	- 86.96 [N]	
Colonna decima e successive	Fdz-10th	- 86.96 [N]	
Forza risultante D - componente orizzontale			
Colonna prima	Fdy-1st	84.33 [N]	
Colonna seconda	Fdy-2nd	30.67 [N]	
Colonna terza	Fdy-3rd	30.67 [N]	
Colonna quarta	Fdy-4th	30.67 [N]	
Colonna quinta	Fdy-5th	23.00 [N]	
Colonna sesta	Fdy-6th	23.00 [N]	
Colonna settima	Fdy-7th	15.33 [N]	
Colonna ottava	Fdy-8th	15.33 [N]	
Colonna nona	Fdy-9th	15.33 [N]	
Colonna decima e successive	Fdy-10th	15.33 [N]	

Preliminarmente, si riassumono, per ciascuna direzione di azione del vento, il numero di pannelli per ciascuna fila:

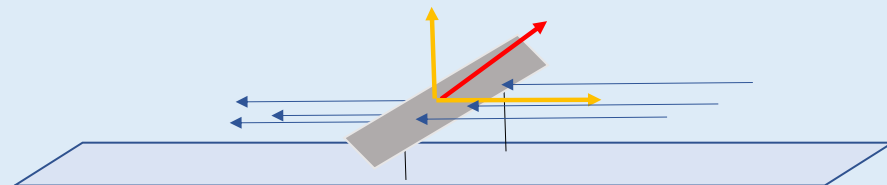
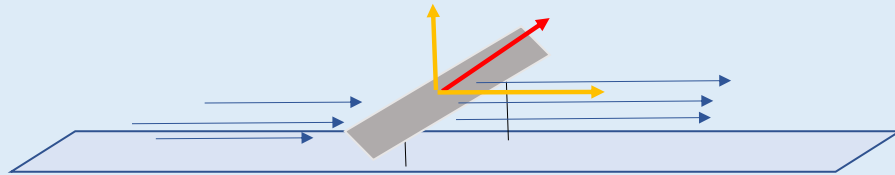
Tabella 6-9: Numero pannelli per ciascuna fila

DIREZIONE Nord - Sud		DIREZIONE Sud - Nord		DIREZIONE Est - Ovest		DIREZIONE Ovest - Est	
Fila	N. Pannelli	Fila	N. Pannelli	Fila	N. Pannelli	Fila	N. Pannelli
1	452.00	1.00	432.00	1.00	776.00	1.00	748.00
2	452.00	2.00	432.00	2.00	776.00	2.00	748.00
3	452.00	3.00	432.00	3.00	776.00	3.00	748.00
4	452.00	4.00	432.00	4.00	776.00	4.00	748.00
5	452.00	5.00	432.00	5.00	776.00	5.00	748.00
6	452.00	6.00	432.00	6.00	776.00	6.00	748.00
7	452.00	7.00	432.00	7.00	776.00	7.00	748.00
8	452.00	8.00	432.00	8.00	776.00	8.00	748.00
9	452.00	9.00	432.00	9.00	776.00	9.00	748.00
10 e succ	60596.00	10 e succ	60776.00	10 e succ	57680.00	10 e succ	57932.00

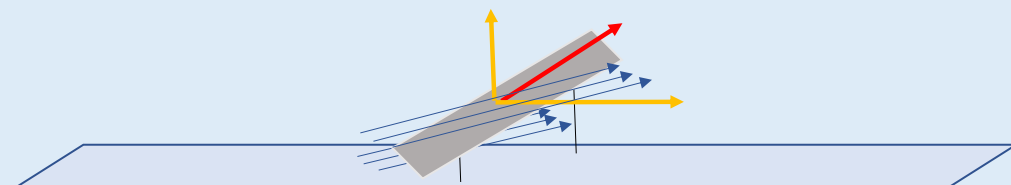
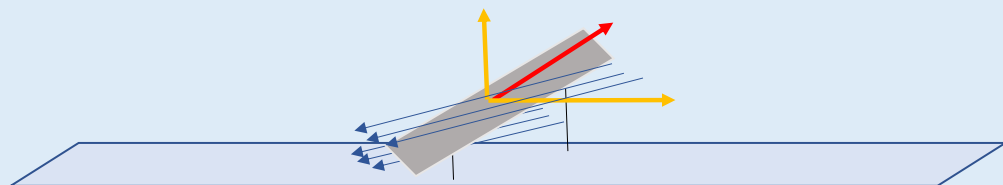
È stata quindi effettuata la sommatoria delle forze agenti ottenendo quindi le spinte compressive agenti sull'intera piattaforma:

Tabella 6-10: Spinte su intera piattaforma

SPINTA VENTO DIREZIONE Y < 0 (Cf < 0)		
Forza risultante A: direzione ↗	- 34,937,336.03	[N]
Forza risultante A - componente perpendicolare	34,406,559.39	[N]
Forza risultante A - componente piano parco	- 6,066,804.73	[N]

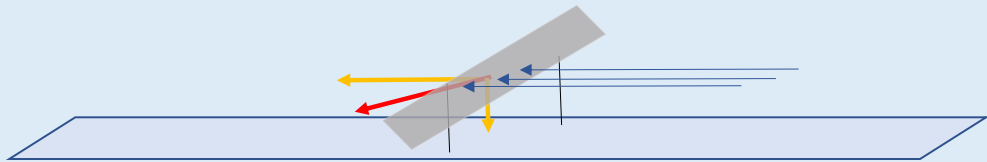
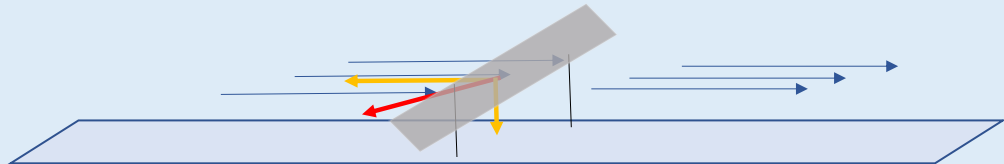


VENTO RADENTE VERSO X -> SPINTA DIREZIONE Y < 0 (Cf1 < 0)		
Forza Risultante C: direzione ↗	- 19,342,260.99	[N]
Forza risultante C - componente perpendicolare	19,048,408.58	[N]
Forza risultante C - componente piano parco	- 3,358,748.37	[N]



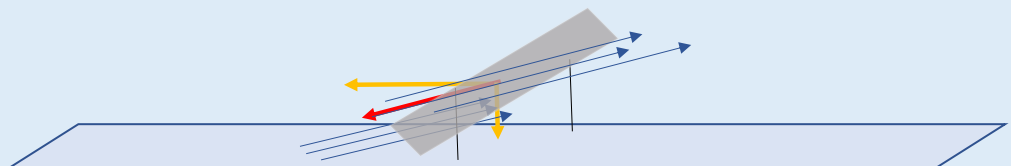
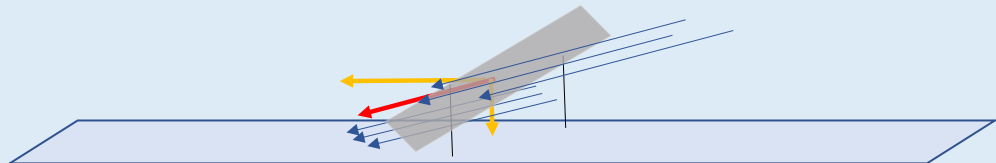
SPINTA VENTO DIREZIONE Y > 0 (Cf > 0)

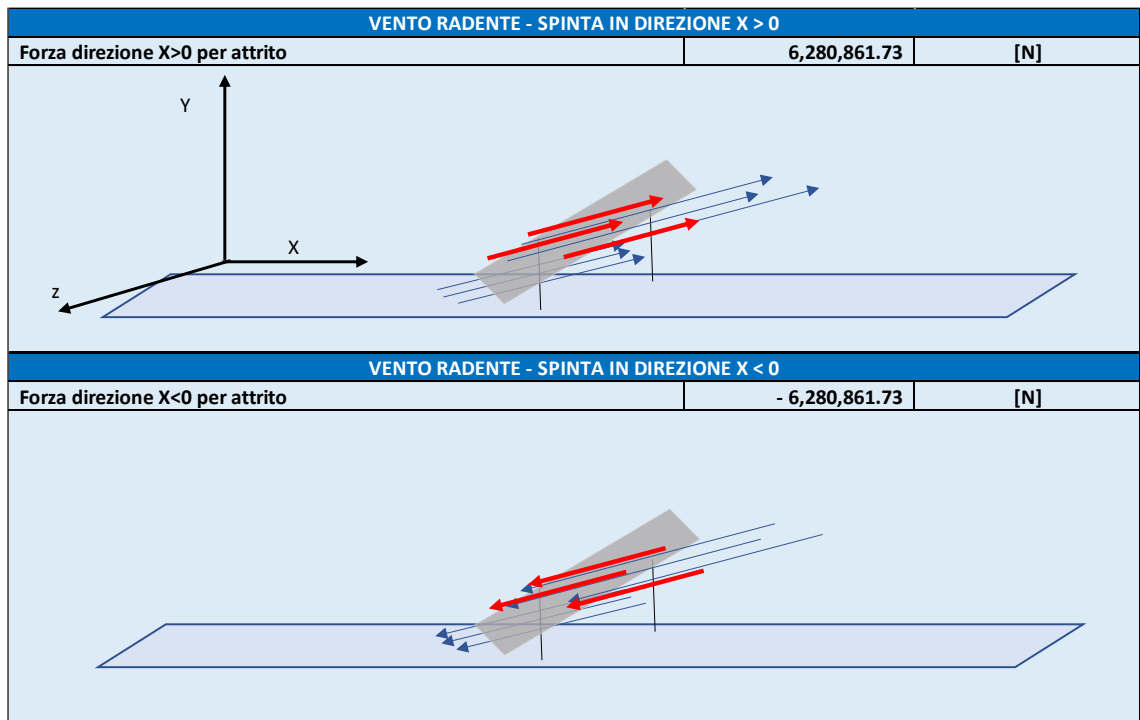
Forza risultante B: direzione \perp	16,131,001.22	[N]
Forza risultante B - componente perpendicolare	- 15,885,935.06	[N]
Forza risultante B - componente piano parco	2,801,118.97	[N]



VENTO RADENTE VERSO X -> SPINTA DIREZIONE Y>0 (Cf1>0)

Forza Risultante D: direzione \perp	6,292,305.49	[N]
Forza risultante D - componente perpendicolare	- 6,196,711.23	[N]
Forza risultante D - componente piano parco	1,092,647.38	[N]





In base alle condizioni di vento sopra esposte le forze compressive agenti sulle piattaforme nelle condizioni peggiori sono riassunte in Tabella 6-11. Nella stima delle forze agenti non è stata considerata la diversa schermatura offerta dagli argini per il diverso livello di invaso.

Tabella 6-11: Carichi massimi su isola fotovoltaica

CARICHI MASSIMI AGENTI SULL'ISOLA FOTOVOLTAICA		
SPINTA VENTO DIREZIONE Y > 0		
Y > 0 (da Sud a Nord)	2,801.12	[kN]
SPINTA VENTO DIREZIONE Y < 0		
Y < 0 (da Nord a Sud)	- 6,066.80	[kN]
SPINTA VENTO DIREZIONE X > 0		
X > 0 (da Est ad Ovest)	6,280.86	[kN]
SPINTA VENTO DIREZIONE X < 0		
X < 0 (da Ovest ad Est)	- 6,280.86	[kN]
SPINTA VENTO DIREZIONE Z > 0		
Z > 0 (verso l'alto)	34,406.56	[kN]
SPINTA VENTO DIREZIONE Z < 0		
Z < 0 (verso il basso)	- 15,885.94	[kN]

	X	Y	Z
Azione del vento massima direzione Nord-Sud [kN]	0	6066.80	0
Azione del vento massima direzione Sud-Nord [kN]	0	2801.12	
Azione del vento massima direzione Est-Ovest [kN]	6280.86	0	0
Azione del vento massima direzione Ovest-Est [kN]	6280.86	0	0
Azione del vento massima verso l'alto [kN]	0	0	34406.56
Azione del vento massima verso il basso [kN]	0	0	15885.94

Cautelativamente, al fine di incrementare il grado di sicurezza della struttura, si è assunto come carico di progetto, per entrambi i versi, il massimo valore calcolato per la data direzione. Si riportano nella tabella sottostante i carichi di progetto assunti per l'isola fotovoltaica:

Tabella 6-12: Carichi di progetto

CARICO VENTO DI PROGETTO		
SPINTA VENTO DIREZIONE Y		
Y >/< 0	6,066.80	[kN]
SPINTA VENTO DIREZIONE X		
X >/< 0	6,280.86	[kN]
SPINTA VENTO DIREZIONE Z		
Z > 0 (verso l'alto)	34,406.56	[kN]
Z < 0 (verso il basso)	- 15,885.94	[kN]

Il database di rianalisi "ERA5", implementato da ECMWF, ha permesso di ottenere i dati delle velocità di raffiche di vento istantanee a 10 m dal suolo. Si riportano nella tabella sottostante i dati delle velocità maggiori degli ultimi 10 anni.

Tabella 6-13: Velocità di raffica

Anno	Velocità di raffica [m/s]
2014	23.86424
2015	25.44479
2016	26.20044
2017	25.83511
2018	33.30069
2019	29.73392
2020	31.01599
2021	25.61359
2022	29.1662
2023	28.76427

Analizzando tali valori si ottiene una velocità di raffica media degli ultimi 10 anni pari a 27.89 m/s ed elaborando statisticamente i valori risulta che i valori di progetto assunti per la velocità del vento includono anche l'effetto raffica fino al 84% dei casi.

In fase esecutiva si renderà necessaria un'analisi completa di fluidodinamica al fine di individuare le effettive forze agenti sull'isola fotovoltaica.

6.6. ANALISI DELLE FORZE DOVUTE ALLA NEVE

Per calcolare il carico provocato dalla neve si deve tenere in considerazione la seguente espressione:

$$q_s = q_{sk} * \mu_i * C_E * C_t$$

dove

$q_{sk} = 0.6 \text{ kN/m}^2$ (zona III con altitudine inferiore ai 200 metri)

μ_i = coefficiente di forma pari a 0.8

C_E = coefficiente di esposizione pari a 0.9

C_t = coefficiente termico pari a 1

Il carico $q_s = q_{sk} * \mu_i * C_E * C_t$, considerate la forma e la tipologia di installazione, è pari a 0.43 kN/m^2 .

Tabella 6-14: Carico da neve

CARICO NEVE		
Valore di riferimento del carico della neve al suolo	0.6	[kN/m ²]
Coefficiente di forma della copertura	0.8	#
Coefficiente di esposizione	0.9	#
Coefficiente termico	1.0	#
Carico provocato dalla neve	0.43	[kN/m ²]
Area parco fotovoltaico	304,000	[m ²]
Carico neve totale	- 131,328,000	[N]

La superficie totale su cui sono stati valutati i carichi da neve è la superficie dell'isola flottante interna alla trave ad anello di ripartizione.

6.7. TIRO DI PRE-SOLLECITAZIONE ESERCITATO DAI CAVI DI ANCORAGGIO

I cavi saranno soggetti ad un tiro di pre-sollecitazione affinché il sistema sia messo in tensione, l'argomento sarà discusso nel successivo capitolo 7.

6.8. AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stimata come descritto nell'elaborato "GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.072.00 - Relazione di interferenza ancoraggio con il corpo diga".

A partire dai dati di accelerazione si è provveduto a stimare la forza sismica come indicato al §7.11.4. Per lo Stato Limite di Vita di ottiene:

$$F_h = 504 \text{ kN}$$

Per lo Stato Limite di Danno di ottiene:

$$F_h = 198 \text{ kN}$$

7. MODELLAZIONE DEL CAVO

Il sistema strutturale da analizzare è altamente iperstatico, essendo l'isola trattenuta da una raggiera di cavi in tensione. Per questo motivo la deformabilità dei cavi assume un significato particolarmente importante.

I cavi sospesi si dispongono secondo una geometria funicolare in funzione del loro peso e della densità del fluido in cui si trovano immersi (peso netto effettivo). Le tensioni di equilibrio alle estremità dipendono dalla forma e dalla lunghezza, oltre che dalle caratteristiche elastiche del cavo stesso.

Oltre alle forze derivanti dalle azioni applicate sull'isola, i cavi di ancoraggio sono soggetti anche ad altri effetti quali le variazioni del livello di invaso, che si traducono in una variazione della forma. Per determinare le relazioni tra tensioni e spostamenti da inserire nel modello numerico che rappresenta il sistema strutturale isola-ancoraggi, sono stati pertanto costruiti i diagrammi di risposta in cui la tensione applicata è stata fatta aumentare con diverse configurazioni geometriche, variate per lunghezza di cavi ($L = 135$ m, $L = 150$ m, $L = 175$ m ed $L = 200$ m) e posizione dell'invaso (massimo e minimo).

Nelle modellazione analitica (Belluzzi, 1982, vol.1), il cavo può essere assimilato ad una fune molto tesa in quanto la freccia "f" è piccola rispetto alla corda "l". Per la piccola inclinazione della fune in ogni punto è possibile quindi confondere il peso per unità della proiezione orizzontale, con il peso unitario costante q della fune. L'equazione differenziale della funicolare integrata dà l'equazione di una parabola ad asse verticale rappresentata dalla seguente equazione:

$$H = -\frac{qx^2}{2h} + C_1x + C_2$$

[7. 1]

Se gli estremi sono a livello, si ottengono le seguenti relazioni tra il peso della fune q , la componente orizzontale costante dello sforzo H , la lunghezza della corda l e la freccia f .

$$H = \frac{ql^2}{8f} \quad f = \frac{ql^2}{8H} \quad l = \sqrt{\frac{8Hf}{q}}$$

[7. 2]

Le relazioni [7. 2] sono valide finchè nella condizione in cui la parabola rappresentante il tracciato del cavo ha vertice all'interno dei due punti estremi di attracco. In questa situazione, per ogni lunghezza della corda "l", il valore della freccia "f" non cambia. Questa condizione permane fino a quando la componente orizzontale dello sforzo della fune H si mantiene al di sotto della tensione critica H_{CR} espressa come:

$$H_{CR} = \frac{ql^2}{2h}$$

[7. 3]

Quando la componente orizzontale dello sforzo $H \geq H_{CR}$, la fune si dice "fortemente tesa" ed il vertice della parabola è esterno ai due estremi di attracco e la freccia diminuisce all'aumentare della forza applicata, di conseguenza, le relazioni [7. 2] si modificano come riportato in [7. 4]:

$$H'f' = \frac{ql'^2}{8}$$

[7. 4]

I casi sopra esposti si riferiscono ad una fune completamente sospesa tra due punti, il che, nel nostro caso, si manifesta per valori di tensione modesti. Per valori di tensione più bassi, la fune, che si dispone secondo una parabola sopra la superficie dell'acqua, mentre è orizzontale sulla superficie dell'acqua, in quanto avvolta da galleggianti, avrebbe caratteristiche variabili al variare della tensione (al variare della tensione, si sposta il punto di distacco e quindi si modifica la forma della fune).

Per rappresentare questa configurazione, si è assunto che il punto di distacco dall'acqua sia il vertice di una parabola ad asse verticale che corrisponde a metà di una funicolare di luce pari a due volte il tratto in aria. In questo modo sono state sfruttate le relazioni sopra esposte, riferendosi a:

- 1) Distanza effettiva dei punti di ancoraggio se la fune è totalmente sospesa;
- 2) Una lunghezza pari al doppio della distanza tra punto di distacco dall'acqua e punto di ancoraggio quando una parte del cavo galleggia sull'acqua. Visto il modesto livello di carico per cui questo si manifesta, in realtà si è adottata una unica configurazione corrispondente al carico limite.

Sulla base delle precedenti relazioni è stato predisposto un foglio di calcolo che permettesse di calcolare la lunghezza totale in aria del cavo e sua rigidezza, per le quattro lunghezze comuni di cavi previste dal layout di impianto.

Per le analisi è stato adottato come riferimento il cavo in nylon da 12 trefoli di tipo II della Chongqing Boomarine Supplies LTD, le cui caratteristiche essenziali sono riportate in Tabella 7-1.

Tabella 7-1: Caratteristiche cavi

Modulo elastico E	3700000	KPa
Peso del cavo q	0.017	kN/m
Area del cavo A	0.0021	m ²

A partire da un livello di tensione fissato, si provvede a calcolare la lunghezza "l" tenendo conto della relazione [7. 2] e degli effetti di allungamento di natura elastica.

Al variare dei valori di trazione H si presentano le seguenti situazioni:

- Per valori di $H < H_{CR}$, all'aumentare della trazione si incrementerà la lunghezza "l", ovvero si avrà una variazione di forma del cavo, che diminuirà la lunghezza della parte rimanente flottante sull'acqua;
- Per $H = H_{CR}$, la "l" è pari alla distanza tra gli appoggi;
- Per $H > H_{CR}$ si entra nel caso di fune "fortemente tesa", dove, all'aumentare della trazione applicata, si ha una riduzione della freccia che passa da "f" ad "f'", non costante, l'equazione governante è la [7. 4].

Per $H < H_{CR}$, la lunghezza L_0 nelle formule è pari al doppio della distanza tra punto di distacco dall'acqua e punto di ancoraggio. In realtà il distacco della fune dall'acqua avviene per valori modesti di tensione, per cui la modellazione è stata semplificata assumendo il solo valore corrispondente al punto di distacco.

Per $H > H_{CR}$, la lunghezza L_0 sarà pari alla distanza tra i punti di ancoraggio, a cui si somma l'allungamento elastico.

Nelle successive tabelle si riportano sinteticamente i risultati dell'elaborazione ed i diagrammi forza-spostamento che rappresentano la reazione dei cavi.

L geometrica cavo = 135 m – Massimo invaso					
H [kN]	l [m]	f' [m]	Δl [m]	L ₀ [m]	k [kN/m]
10	59.49	-	-	59.49	71.6
28	99.77	-	-	99.77	71.6
51(*)	135.00	-	0.7	135.71	71.6
100	135.00	0.39	1.6	136.56	57.6
120	135.00	0.32	1.9	136.91	57.6
300	135.00	0.12	5.0	140.04	57.6

L geometrica cavo = 135 m – Minimo invaso					
H [kN]	l [m]	f' [m]	Δl [m]	L ₀ [m]	k [kN/m]
10	118.97	-	-	118.97	73.7
12.9(*)	135.00	-	0.1	135.10	73.7
28	135.00	1.38	0.3	135.31	57.5
100	135.00	0.38	1.6	136.56	57.5
120	135.00	0.32	1.9	136.91	57.5
300	135.00	0.13	5.0	140.05	57.5

L geometrica cavo = 150 m – Massimo invaso					
H [kN]	l [m]	f' [m]	Δl [m]	L ₀ [m]	k [kN/m]
10	59.49	-	-	59.49	61.4
28	99.77	-	-	99.77	61.4
63(*)	150.00	-	1.0	151.00	51.7
100	150.00	0.48	1.7	151.74	51.7
120	150.00	0.40	2.1	152.12	51.7
300	150.00	0.16	5.6	155.60	51.7

L geometrica cavo = 150 m – Minimo invaso					
H [kN]	l [m]	f' [m]	Δl [m]	L ₀ [m]	k [kN/m]
10	118.97	-	-	118.97	74.3
15.9(*)	150.00	-	0.1	150.00	74.3
28	150.00	1.70	0.3	150.30	51.7
100	150.00	0.48	1.7	151.83	51.7
120	150.00	0.40	2.1	152.10	51.7
300	150.00	0.16	5.6	155.60	51.7

L geometrica cavo = 175 m – Massimo invaso					
H [kN]	l [m]	f' [m]	Δl [m]	L ₀ [m]	k [kN/m]
10	59.49	-	-	59.49	47.5
28	99.77	-	-	99.77	47.5
85(*)	175.00	-	1.7	176.70	44.4
100	175.00	0.65	2.0	177.00	44.4
120	175.00	0.54	2.5	177.50	44.4
300	175.00	0.21	6.5	181.50	44.4

L geometrica cavo = 175 m – Minimo invaso					
H [kN]	l [m]	f' [m]	Δl [m]	L ₀ [m]	k [kN/m]
10	118.97	-	-	118.97	59.8
21.6(*)	175.00	-	0.3	175.30	59.8
28	175.00	2.32	0.4	175.40	44.4
100	175.00	0.65	2.0	177.00	44.4
120	175.00	0.54	2.5	177.50	44.4
300	175.00	0.21	6.5	181.60	44.4

L geometrica cavo = 200 m – Massimo invaso					
H [kN]	l [m]	f' [m]	Δl [m]	L ₀ [m]	k [kN/m]
10	59.49	-	-	59.49	42.7
28	99.77	-	-	99.77	42.7
111(*)	200.00	-	2.6	202.60	38.7
150	200.00	0.57	3.6	203.60	38.7
120	200.00	0.42	4.9	204.90	38.7
300	200.00	0.29	7.5	207.50	38.7

L geometrica cavo = 200 m – Minimo invaso					
H [kN]	l [m]	f' [m]	Δl [m]	L ₀ [m]	k [kN/m]
10	118.97	-	-	118.97	59.9
28.3(*)	200.00	-	0.5	200.50	59.9
70	200.00	1.22	1.5	201.50	38.7
100	200.00	0.86	2.3	202.30	38.7
120	200.00	0.71	2.8	202.80	38.7
300	200.00	0.28	7.5	207.50	38.7

dove con (*) si indica il valore di H_{CR}.

RIEPILOGO RISULTATI

Lunghezza geometria cavo [m]	Condizione	H _{CR} [kN]	Rigidezza H < H _{CR}	Rigidezza H ≥ H _{CR}
135	Massimo invasivo	51.0	71.6	57.6
	Minimo invasivo	12.9	73.7	57.5
150	Massimo invasivo	63.0	61.4	51.7
	Minimo invasivo	15.9	74.3	51.7
175	Massimo invasivo	85.0	47.5	44.4
	Minimo invasivo	21.6	59.8	44.4
200	Massimo invasivo	111.0	42.7	38.7
	Minimo invasivo	28.3	59.9	38.7

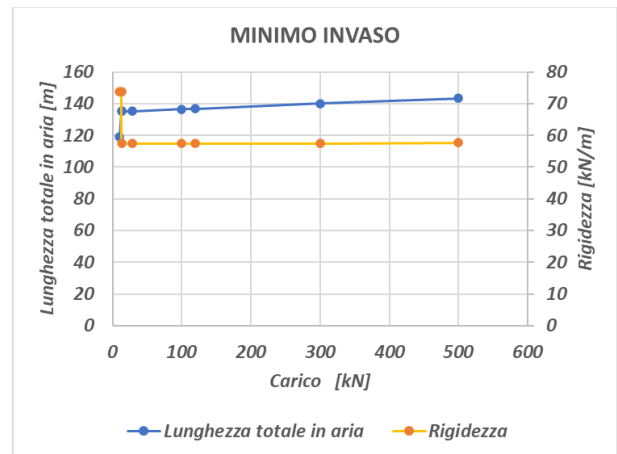
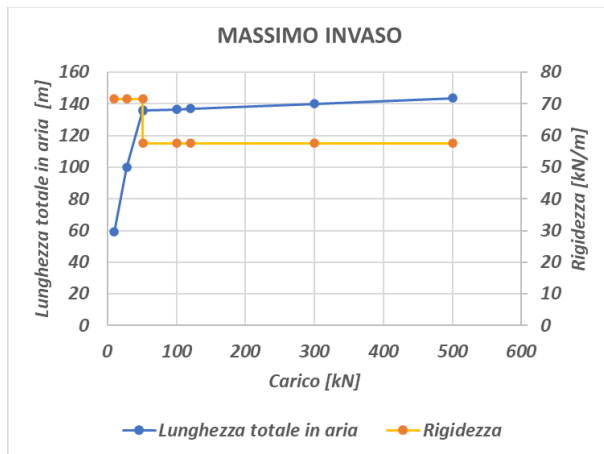


Figura 7-1: Cavo 135 m

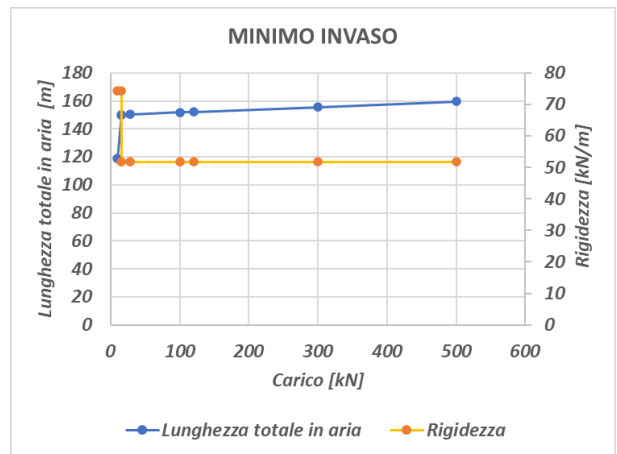
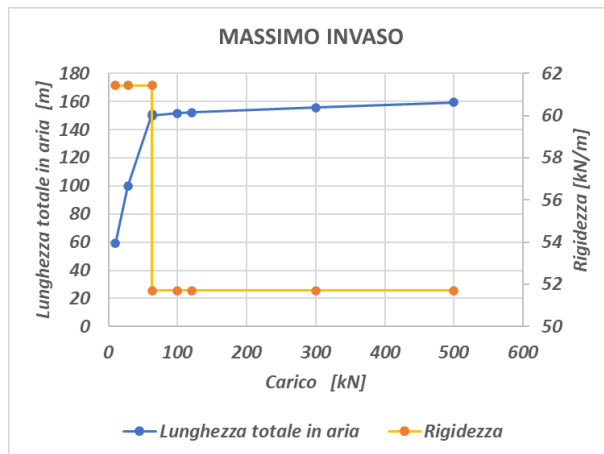


Figura 7-2: Cavo 150 m

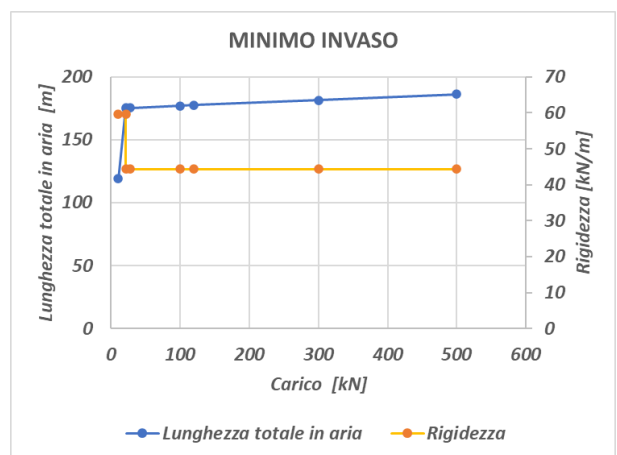
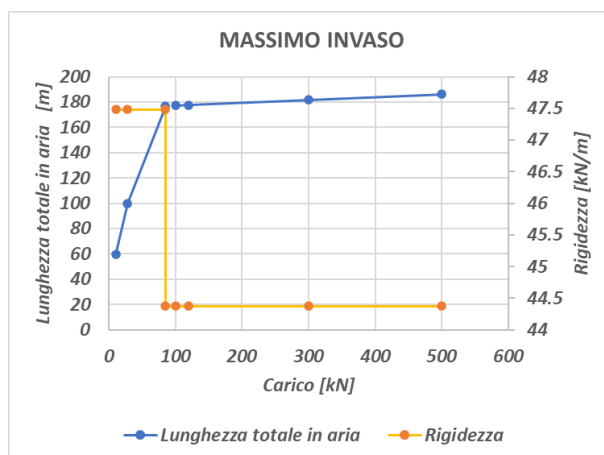


Figura 7-3: Cavo 175 m

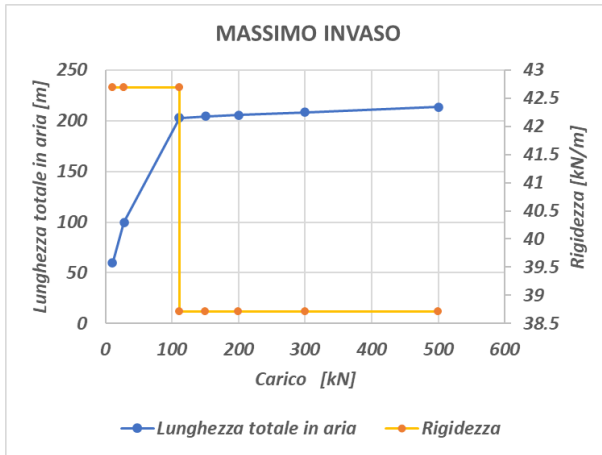
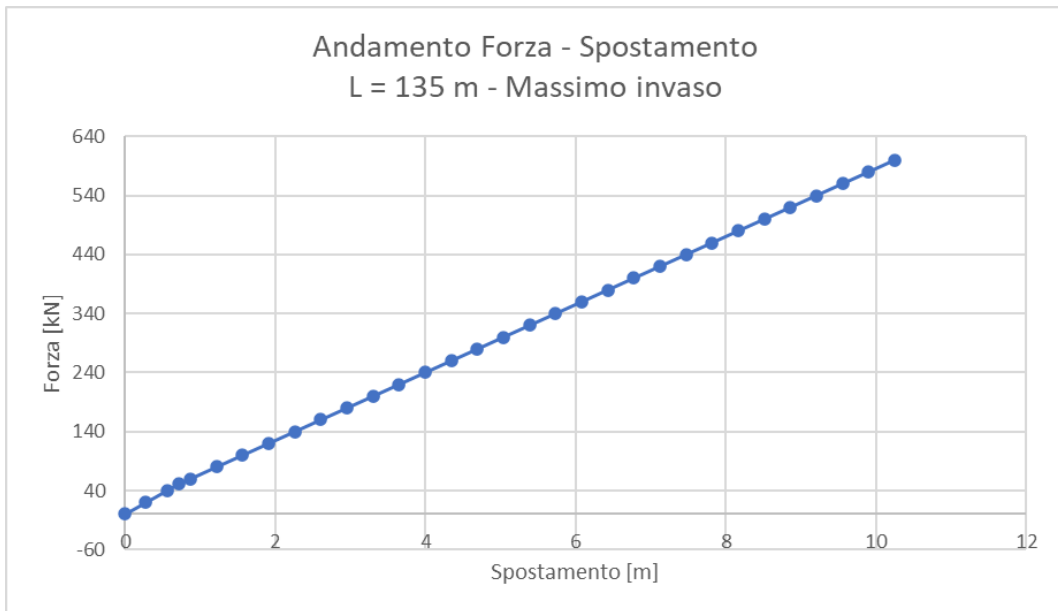


Figura 7-4: Cavo 200 m



Spostamento [m]	Forza [kN]
0.00	0
0.28	20
0.56	40
0.71	51
0.87	60
1.22	80
1.56	100
1.91	120
2.26	140
2.61	160
2.95	180
3.30	200
3.65	220
4.00	240
4.34	260
4.69	280
5.04	300
5.39	320
5.73	340
6.08	360
6.43	380
6.78	400
7.12	420
7.47	440
7.82	460
8.17	480
8.51	500
8.86	520
9.21	540
9.56	560
9.90	580
10.25	600

Figura 7-5: Andamento forza spostamento - L = 135 m - Max invaso

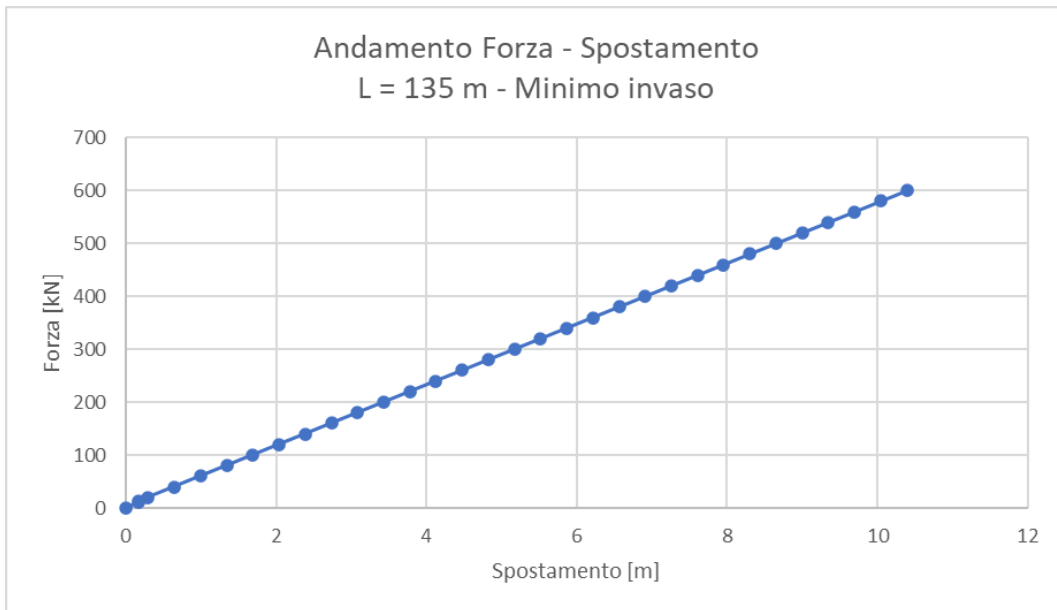


Figura 7-6: Andamento forza spostamento - L = 135 m - Min invaso

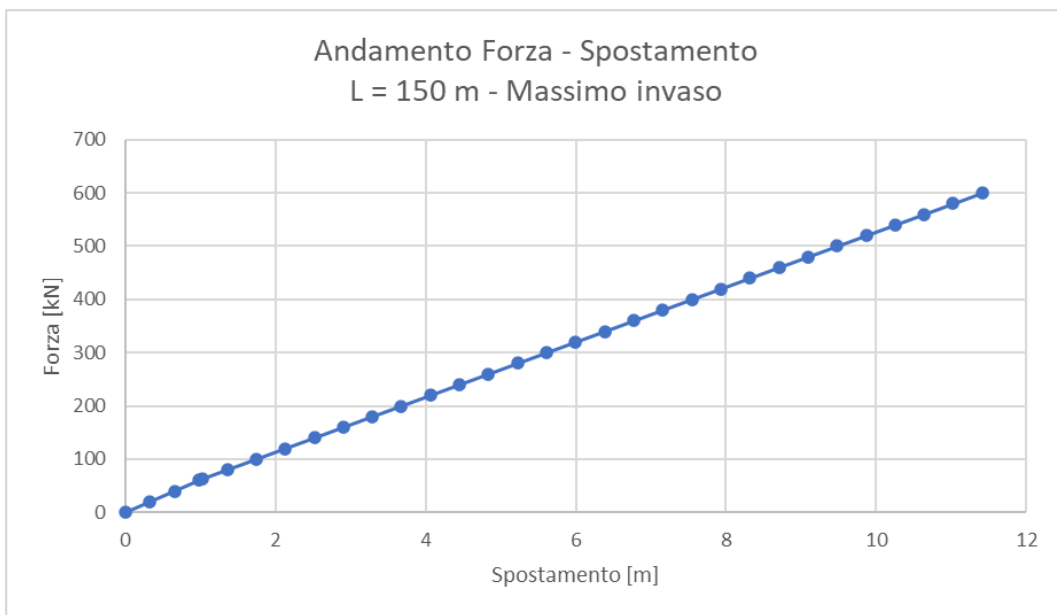


Figura 7-7: Andamento forza spostamento - L = 150 m - Max invaso

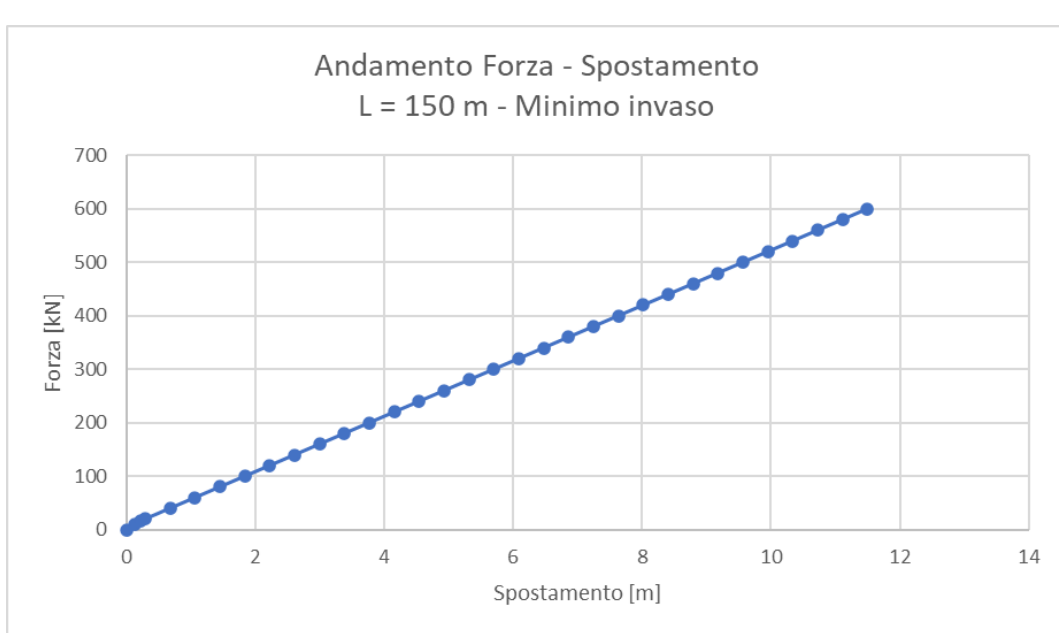


Figura 7-8: Andamento forza spostamento – L = 150 m – Min invaso

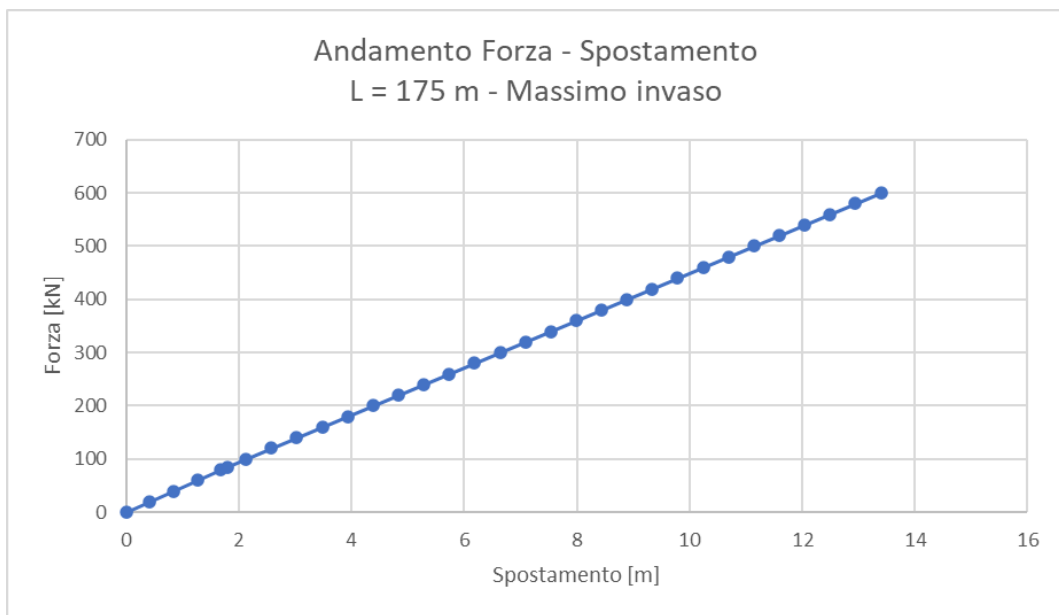


Figura 7-9: Andamento forza spostamento – L = 175 m – Max invaso

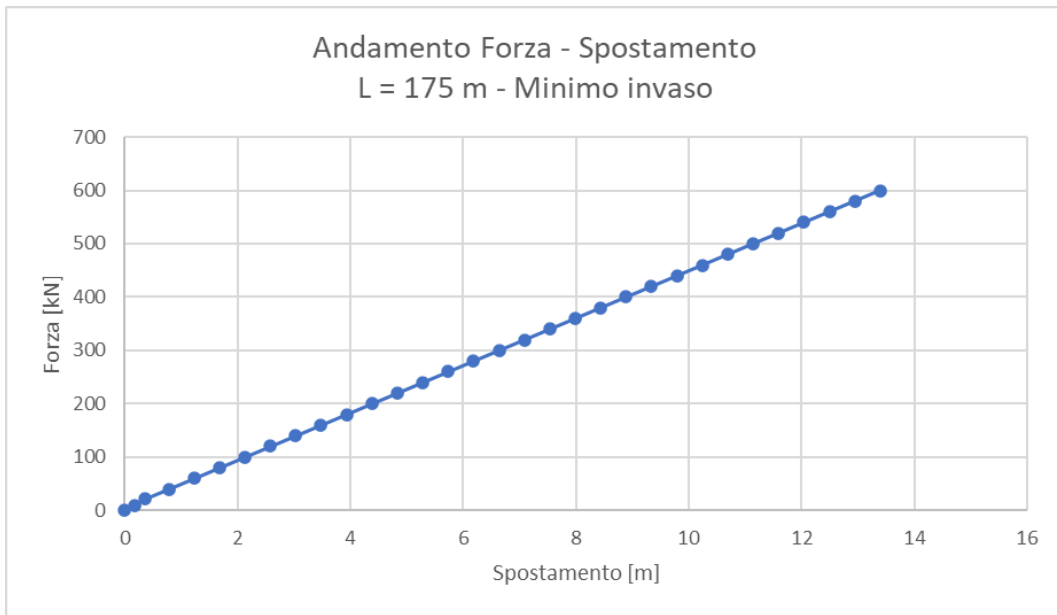


Figura 7-10: Andamento forza spostamento – L = 175 m – Min invaso

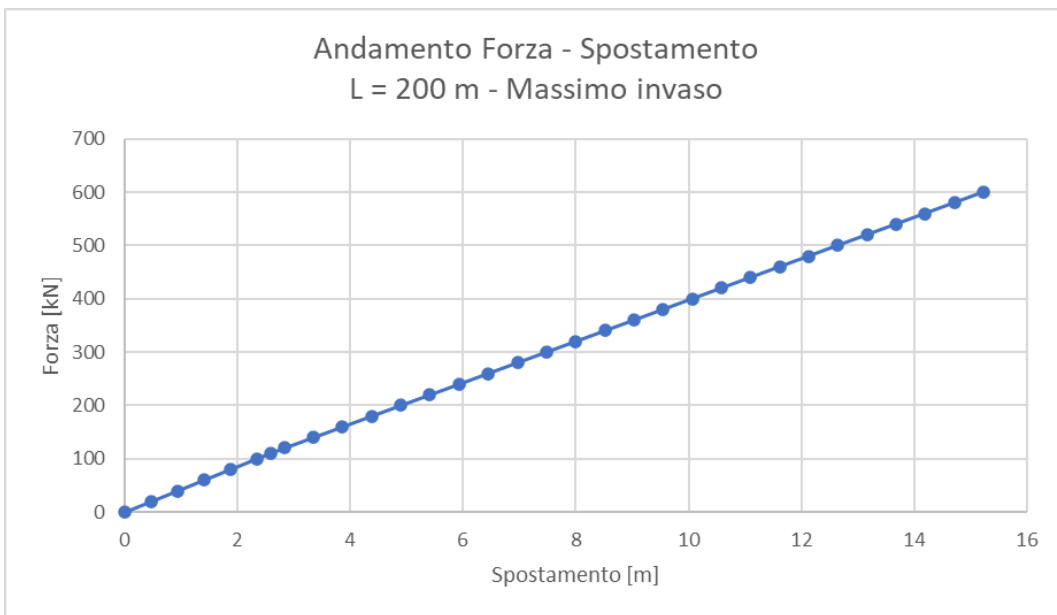


Figura 7-11: Andamento forza spostamento – L = 200 m – Max invaso

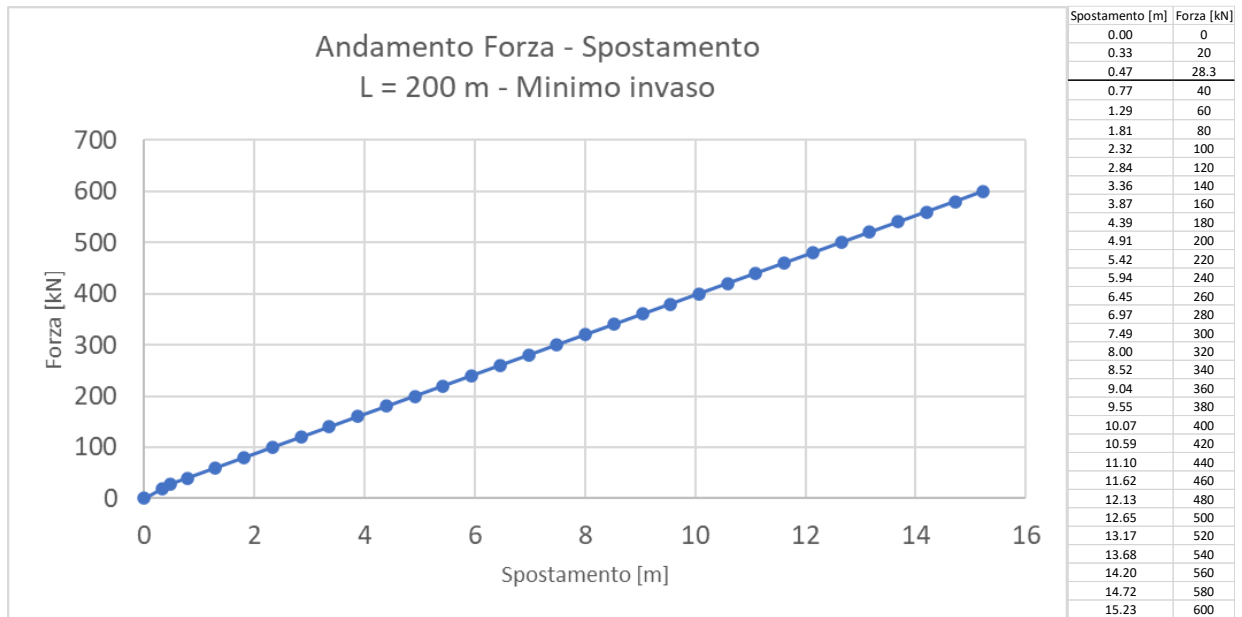


Figura 7-12: Andamento forza spostamento – L = 200 m – Min invasivo

8. SOFTWARE IMPIEGATO PER LE ANALISI FEM

Le sollecitazioni di progetto utili per la verifica delle strutture sono state desunte da un modello agli elementi finiti tridimensionale elaborato con il codice di calcolo Midas Gen di Midas Information Technology di estesa commercializzazione.

I modelli strutturali sono stati realizzati congruentemente alle geometrie strutturali e alle caratteristiche dei materiali rappresentate negli elaborati strutturali di progetto.

8.1. SISTEMI DI RIFERIMENTO

In Midas Gen sono definiti i seguenti sistemi di coordinate

- Global Coordinate System (GCS)
- Element Coordinate System (ECS)
- Node local Coordinate System (NCS)

Il GCS usa le lettere maiuscole X, Y e Z per definire un sistema di coordinate cartesiale globale, che segue la regola della mano destra. È utilizzato per la maggior parte della definizione degli input, compreso ad esempio la definizione dei nodi e la restituzione di risultati globali ad essi associati, quali spostamenti e reazioni vincolari.

Il GCS definisce la posizione geometrica della struttura da analizzare e il suo punto di riferimento (l'origine) è automaticamente fissata al set di coordinate (0,0,0). Dal momento che la direzione verticale è rappresentata dall'asse Z è convenzionale modellare le strutture nel loro sviluppo verticale lungo questo asse.

L'ECS usa le lettere minuscole x,y e z per definire un sistema di riferimento cartesiano, che segue la regola della mano destra, associati a un elemento. I risultati delle analisi in termini di forze interne e tensioni e la maggior parte degli input associati al singolo elemento sono espressi in questo sistema di coordinate locali.

8.2. ELEMENTI PLATE

Gli elementi planari a 3 o 4 nodi sono definiti come elementi plate (i nodi che definiscono l'elemento saranno chiamati N1, N2, N3 e, nel caso di elemento a 4 nodi, N4). Questa tipologia di elemento è capace di tener conto di tensioni e compressioni nel piano, sforzi di taglio dentro e fuori dal piano e sollecitazioni di momento flettente nel piano.

Questo elemento può essere utilizzato per modellare strutture in cui sono permesse sia flessioni nel piano sia fuori dal piano, ad esempio per definire serbatoi in pressioni, muri di contenimento, impalcati da ponte, impalcati di edifici, fondazioni continue.

I carichi di pressione possono essere applicati sulle superfici degli elementi secondo i sistemi di riferimento GCS o ECS.

Un elemento plate può avere forma quadrilatera o triangolare, con rigidità assiale e a taglio nel piano e rigidità flessionale e a taglio fuori dal piano di riferimento.

Il comportamento flessionale degli elementi plate è descritto secondo due approcci: DKT/DKQ (Discrete Kirchhoff elements) e DKMT/DKMQ (Discrete Kirchhoff-Mindlin elements). DKT/DKQ è sviluppato sulla base della teoria di Kirchhoff per elementi bidimensionali sottili, DKMT/DKMQ è sviluppata sulla base della teoria Mindlin-Reissner per elementi bidimensionali moderatamente spessi.

Il comportamento nel piano è formulato in accordo alla teoria LST (Linear Strain Triangle) per gli elementi a 3 nodi e in accordo alla formulazione degli elementi isoparametrici a tensione piana con aggiunta di modi incompatibili per gli elementi a 4 nodi.

In generale, la rigidità è valutata in maniera automatica dal software a partire dallo spessore e dai parametri meccanici definiti dall'utente per gli elementi; il peso proprio strutturale e la massa strutturale di un elemento plate sono valutati in maniera automatica dal software a partire dallo spessore assegnato all'elemento e da peso nell'unità di volume e densità di massa definita per il materiale assegnati all'elemento.

8.2.1. GRADI DI LIBERTÀ DEGLI ELEMENTI E ECS

Il sistema di riferimento ECS di ogni elemento è utilizzato quando il programma calcola la matrice di rigidità per l'elemento. Gli output grafici delle componenti di sollecitazione sono riportate anche nell'ECS nella fase di post-processing.

I gradi di libertà traslazionali esistono nell'ECS come direzioni XYZ e le rotazioni sono definite rispetto agli assi x e y dell'ECS. Le direzioni degli assi dell'ECS sono rappresentate nella Figura 8-1. In caso di elementi quadrilateri, la direzione del pollice rispetto alla regola della mano destra definisce l'asse Z dell'ECS. La direzione di rotazione (N1, N2, N3, N4) segue la regola della mano destra e definisce la direzione del verso positivo. L'asse Z dell'ECS ha origine dal centro della superficie dell'elemento e ha direzione perpendicolare a essa. La linea che connette il punto medio tra N1 e N4 e il punto medio tra N2 e N3 definisce la direzione dell'asse x. La direzione perpendicolare all'asse x diventa la direzione dell'asse y dell'ECS con verso stabilito dalla regola della mano destra.

Per un elemento triangolare, la linea parallela alla direzione che va da N1 a N2, passante per il centro dell'elemento diventa l'asse X dell'ECS. Le direzioni y e z sono definite come per gli elementi a 4 lati prima descritti.

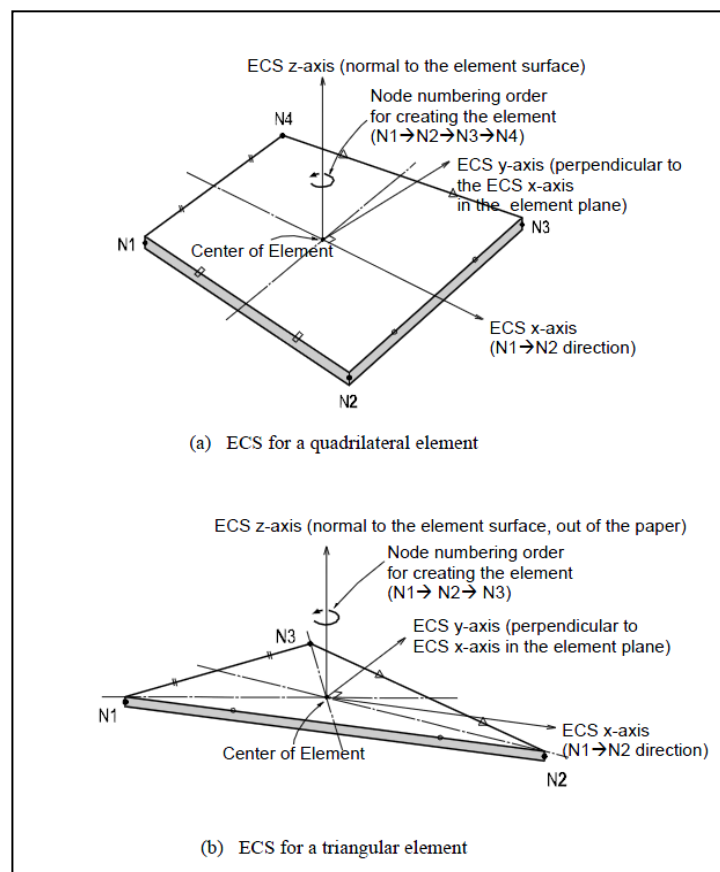


Figura 8-1 - Definizione degli elementi plate e rispettivi ECS

8.2.2. OUTPUT DELLE AZIONI INTERNE

La convenzione dei segni per le azioni interne di un elemento plate e per le sollecitazioni è definita sia dall'ECS che dal GCS.

I seguenti risultati di output sono definite con riferimento all'ECS:

- Azioni sui nodi di connessione
- Azioni per unità di lunghezza sui nodi di connessione e sul baricentro dell'elemento
- Tensioni sulla superficie superiore e inferiore in corrispondenza dei nodi di

connessione

In ogni nodo, moltiplicando ogni componente di spostamento nodale per la corrispondente componenti di rigidezza viene determinata l'azione dell'elemento sul nodo.

Per calcolare le forze per unità di lunghezza in un nodo di connessione o nel baricentro di un elemento, le tensioni sono calcolate separatamente per il comportamento nel piano e quello fuori dal piano e integrate nella direzione dello spessore.

Nelle figure successive sono mostrate le convenzioni secondo le quali sono esplicitate le sollecitazioni sugli elementi plate. Le frecce indicano il verso positivo delle forze.

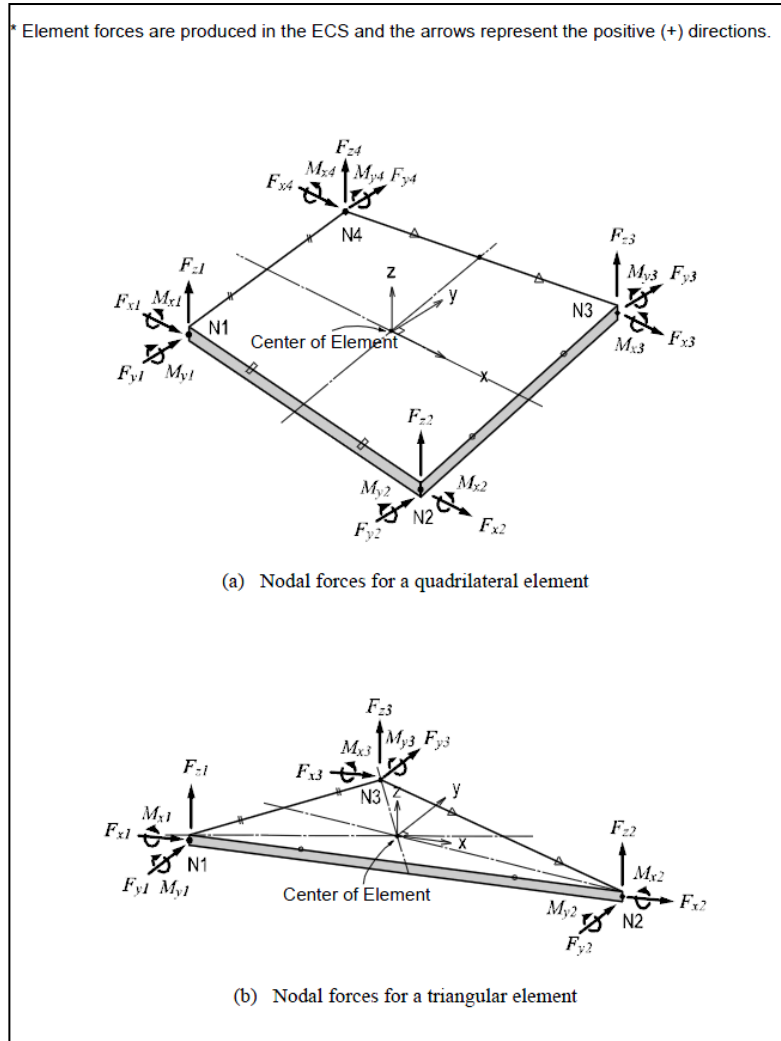
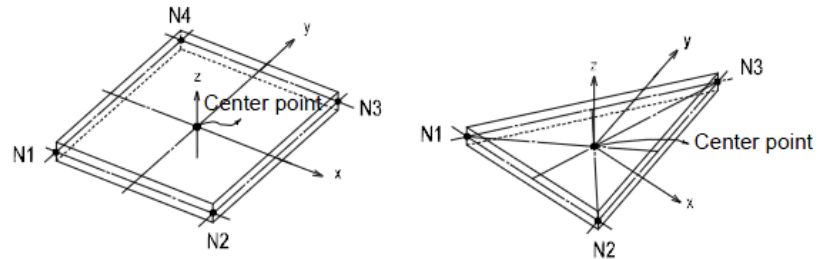


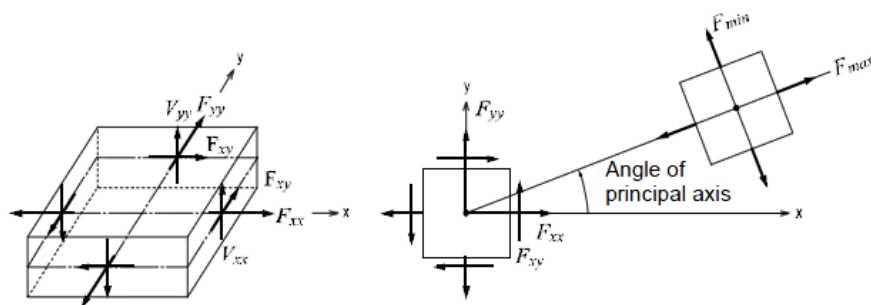
Figura 8-2 - Convenzione dei segni per le forze nodali degli elementi plate

* Element forces are produced in the ECS and the arrows represent the positive (+) directions.



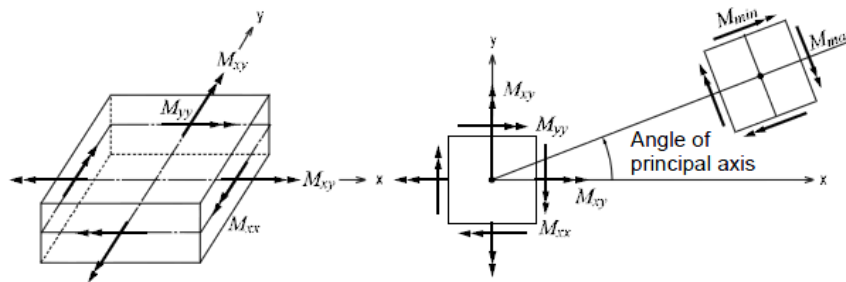
• Out put locations of element forces per unit length

(a) Output locations of element forces



(b) Forces per unit length due to in-plane actions at the output locations

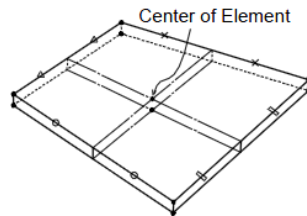
Figura 8-3 – Convenzione dei segni per l'output delle forze per unità di lunghezza



(c) Moments per unit length due to out-of-plane bending actions at the output locations

Figura 8-4 - Convenzione dei segni per le azioni flessionali fuori dal piano

* Element forces are produced in the ECS and the arrows represent the positive (+) directions.



- Output locations of the element stresses (at each connecting node and the center at top/bottom surfaces)

(a) Output locations of element stresses

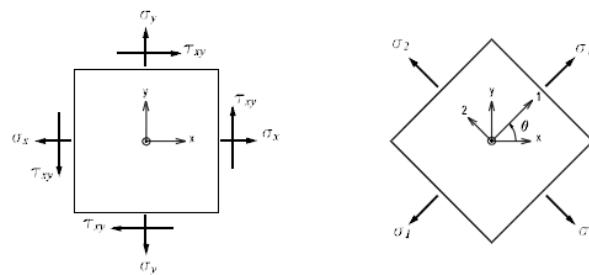


Figura 8-5 - Convenzione dei segni per le tensioni agenti

σ_x : Axial stress in the ECS x - direction

σ_y : Axial stress in the ECS y - direction

τ_{xy} : Shear stress in the ECS x - y plane

$$\sigma_1 : \text{Maximum principal stress} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_2 : \text{Minimum principal stress} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\tau_{xy} : \text{Maximum shear stress} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

θ : Angle between the x - axis and the principal axis, 1

$$\sigma_{eff} : \text{von - Mises Stress} = \sqrt{(\sigma_1^2 - \sigma_1\sigma_2 + \sigma_2^2)}$$

(b) Sign convention for plate element stresses

Figura 8-6 - Determinazione delle principali componenti di tensione

9. MODELLAZIONE STRUTTURALE ISOLA FOTOVOLTAICA E CAVI DI ANCORAGGIO

9.1. MODELLAZIONE STRUTTURALE TRAMITE MODELLO FEM

L'analisi strutturale del sistema isola fotovoltaica flottante e cavi di ancoraggio è stata effettuata utilizzando il software MidasGen 2023, realizzando un modello ad elementi finiti ed avviando un'analisi statica non lineare.

Nei successivi paragrafi vengono riportati nel dettaglio le ipotesi poste alla base delle analisi.

9.2. GEOMETRIA DEL MODELLO

L'isola fotovoltaica è stata modellata attraverso un modello piano costituito da elementi finiti di tipo "plate", a 3 e 4 nodi, ed "elastic links" per simulare il comportamento dei cavi di ancoraggio. Il modello è composto da un totale di 792 nodi, inclusi i nodi sull'argine, di cui 682 interni all'isola. Gli elementi "plate" sono 642, mentre gli "elastic links" sono 107.

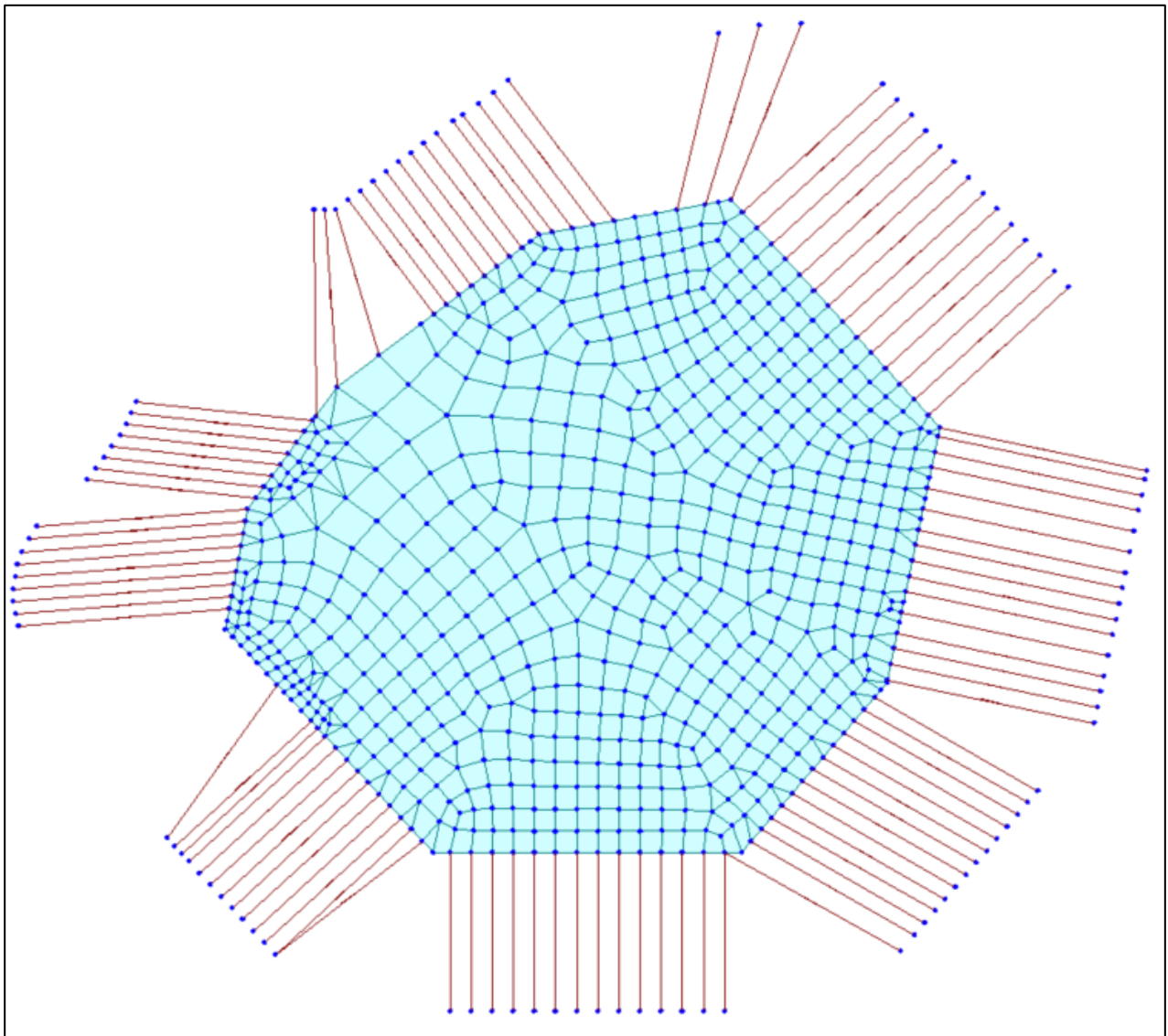
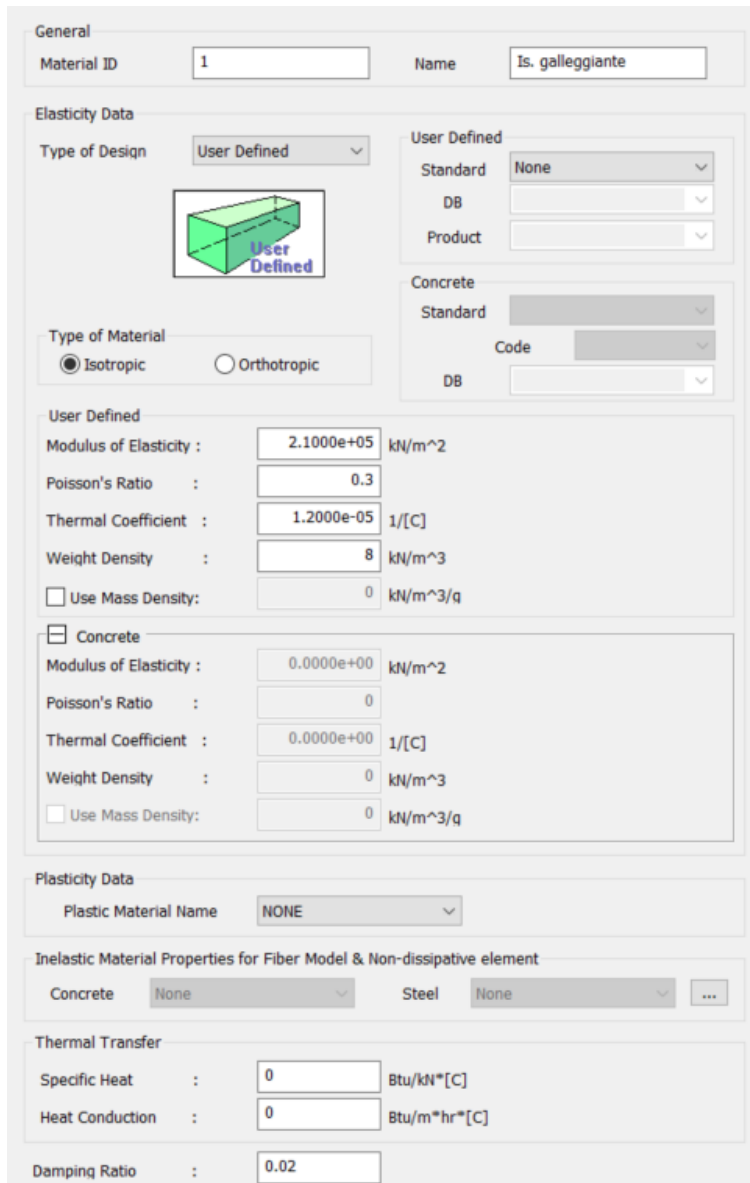


Figura 9-1: Geometria del modello

9.3. MATERIALI

Agli elementi "plate" è stato assegnato lo spessore fittizio di 1 m ed un materiale avente le medesime proprietà dell'acciaio, ad eccezione del modulo elastico, fissato ad un valore di 1000 volte inferiore. Si riassumono di seguito:



The screenshot shows a software interface for defining material properties. The material is identified as 'Is. galleggiante' with ID '1'. It is a 'User Defined' material with 'User Defined' design type. The material is isotropic. The 'User Defined' section lists the following properties: Modulus of Elasticity: 2.1000e+05 kN/m²; Poisson's Ratio: 0.3; Thermal Coefficient: 1.2000e-05 1/[C]; Weight Density: 8 kN/m³; and an option to use mass density (0 kN/m³/q). The 'Concrete' section lists: Modulus of Elasticity: 0.0000e+00 kN/m²; Poisson's Ratio: 0; Thermal Coefficient: 0.0000e+00 1/[C]; Weight Density: 0 kN/m³; and an option to use mass density (0 kN/m³/q). The 'Plasticity Data' section shows 'Plastic Material Name' as NONE. The 'Inelastic Material Properties for Fiber Model & Non-dissipative element' section shows 'Concrete' as None and 'Steel' as None. The 'Thermal Transfer' section shows 'Specific Heat' as 0 Btu/kN*[C] and 'Heat Conduction' as 0 Btu/m*hr*[C]. The 'Damping Ratio' is set to 0.02.

I cavi in nylon non sono stati effettivamente modellati, ma introdotti in forma di vincolo attraverso gli "elastic links", come meglio descritto nel paragrafo 9.4.

9.4. VINCOLI

Nei punti di ancoraggio con l'argine, rappresentati dai nodi evidenziati, sono stati introdotti vincoli di incastro.

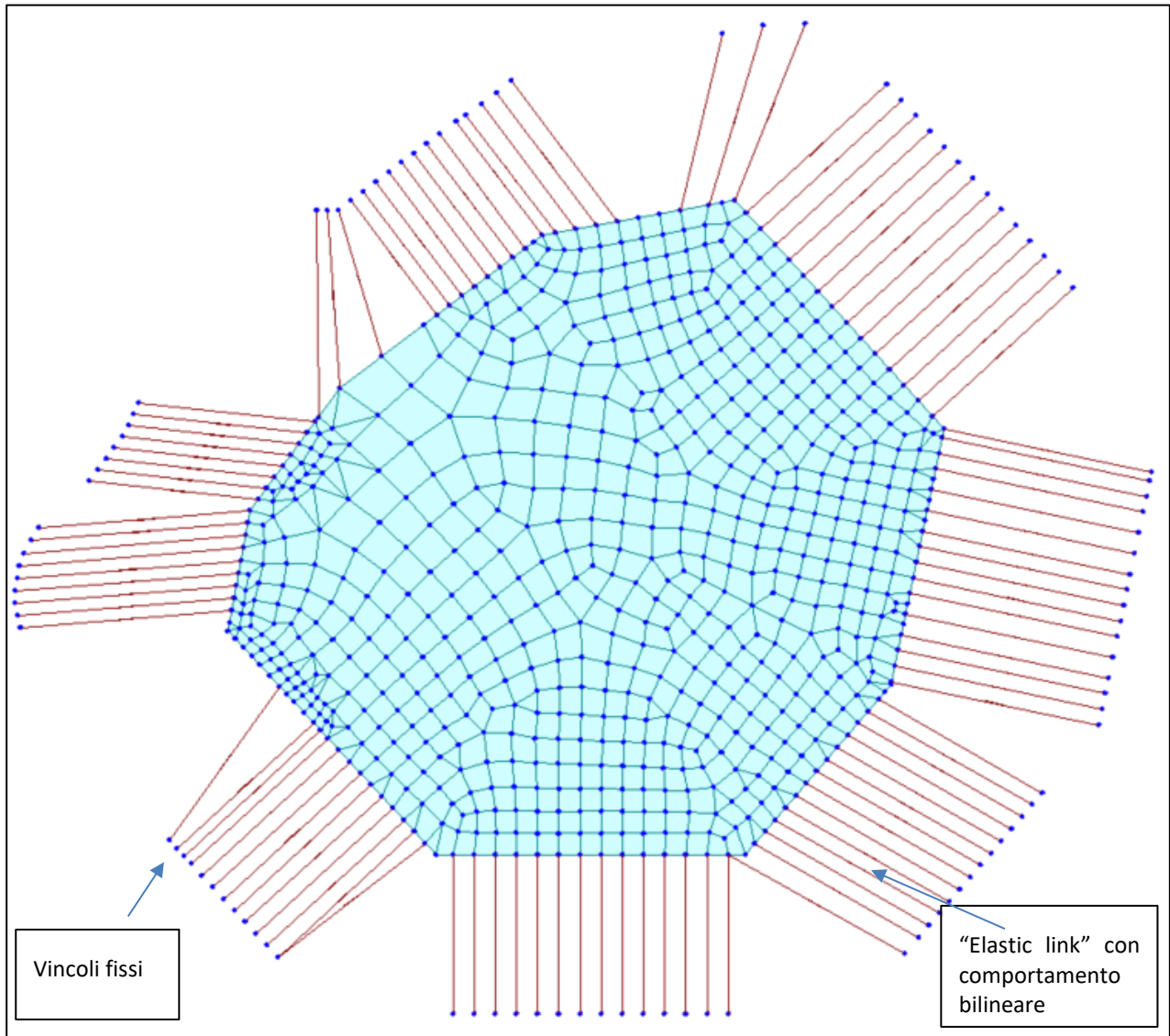


Figura 9-2: Vincoli

La legge forza-spostamento descritta al paragrafo 7 è stata introdotta in Midas Gen ed assegnata ad elementi di vincolo di tipo "elastic link" che congiungono i nodi rappresentanti l'argine a quelli che appartengono all'isola fotovoltaica. La legge forza-spostamento viene assegnata agli "elastic links" lungo la direzione locale x , come indicato nell'immagine di dettaglio Figura 9-3.

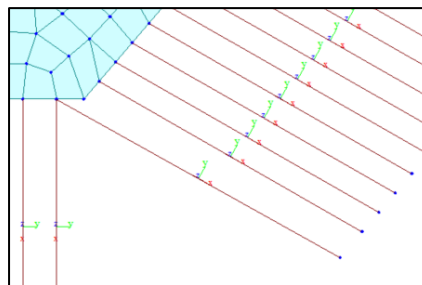


Figura 9-3: Sistema di riferimento elastic links

9.5. CARICHI E RELATIVA APPLICAZIONE

I casi di carico considerati nel modello FEM sono rappresentati dall'azione del vento agente nelle quattro direzioni principali:

- Nord – Sud;
- Sud – Nord;
- Est – Ovest;
- Ovest – Est;

Per la direzioni Nord – Sud si è considerata l'azione di progetto in direzione Y, mentre per la direzione Est – Ovest si è considerata l'azione di progetto in direzione X. Tale carico è applicato sull'isola galleggiante come pressione nelle direzioni globali X e Y secondo il verso di azione, ossia come rapporto tra l'azione del vento nella direzione considerata, e l'area dell'isola.

Si assegnano i seguenti carichi di progetto per unità di superficie, ottenuti dividendo i carichi al paragrafo 6.5.1 per la superficie coperta dall'impianto:

- Vento da Nord a Sud, denominato "NW-NS" = 0.020 kN/mq
- Vento da Sud a Nord, denominato "NW-SN" = 0.020 kN/mq
- Vento da Est ad Ovest, denominato "NW-EO" = 0.021 kN/mq
- Vento da Ovest ad Est, denominato "NW-OE" = 0.021 kN/mq

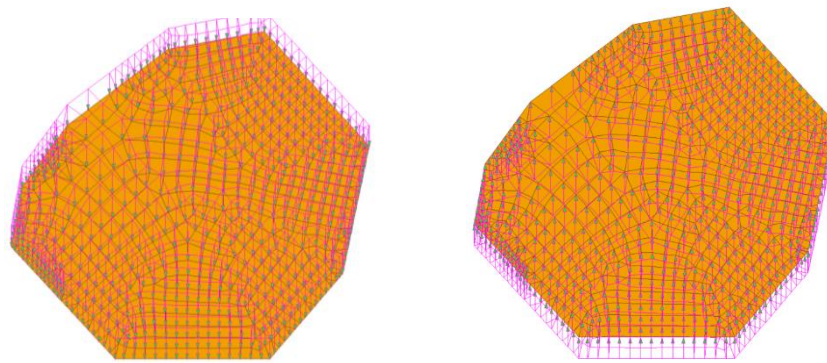


Figura 9-4: Componente orizzontale carico vento; destra: NW-NS, sinistra NW-SN

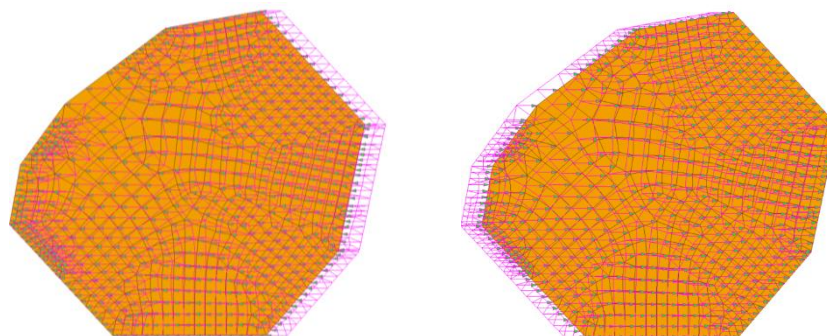


Figura 9-5: Componente orizzontale carico vento; destra: NW-EO, sinistra NW-OE

Non sono stati applicati coefficienti amplificativi ai carichi inseriti nel modello FEM, i coefficienti amplificativi, dove necessari, verranno applicati direttamente in sede di verifica nel paragrafo 11.

9.6. RISULTATI

Si riporta di seguito una sintesi risultati ottenuti dalle analisi effettuate, i tabulati di calcolo sono riportati in Appendice.

9.6.1. SOLLECITAZIONI NEI CAVI

9.6.1.1. Massimo invaso

Nella Figura 9-6, Figura 9-7, Figura 9-8 e Figura 9-9 si riportano le reazioni sui vincoli fissi per la condizione di massimo invaso e per vento spirante nelle quattro direzioni analizzate. Risulta quindi possibile individuare quali risultano essere i cavi reagenti nelle varie situazioni di sollecitazione.

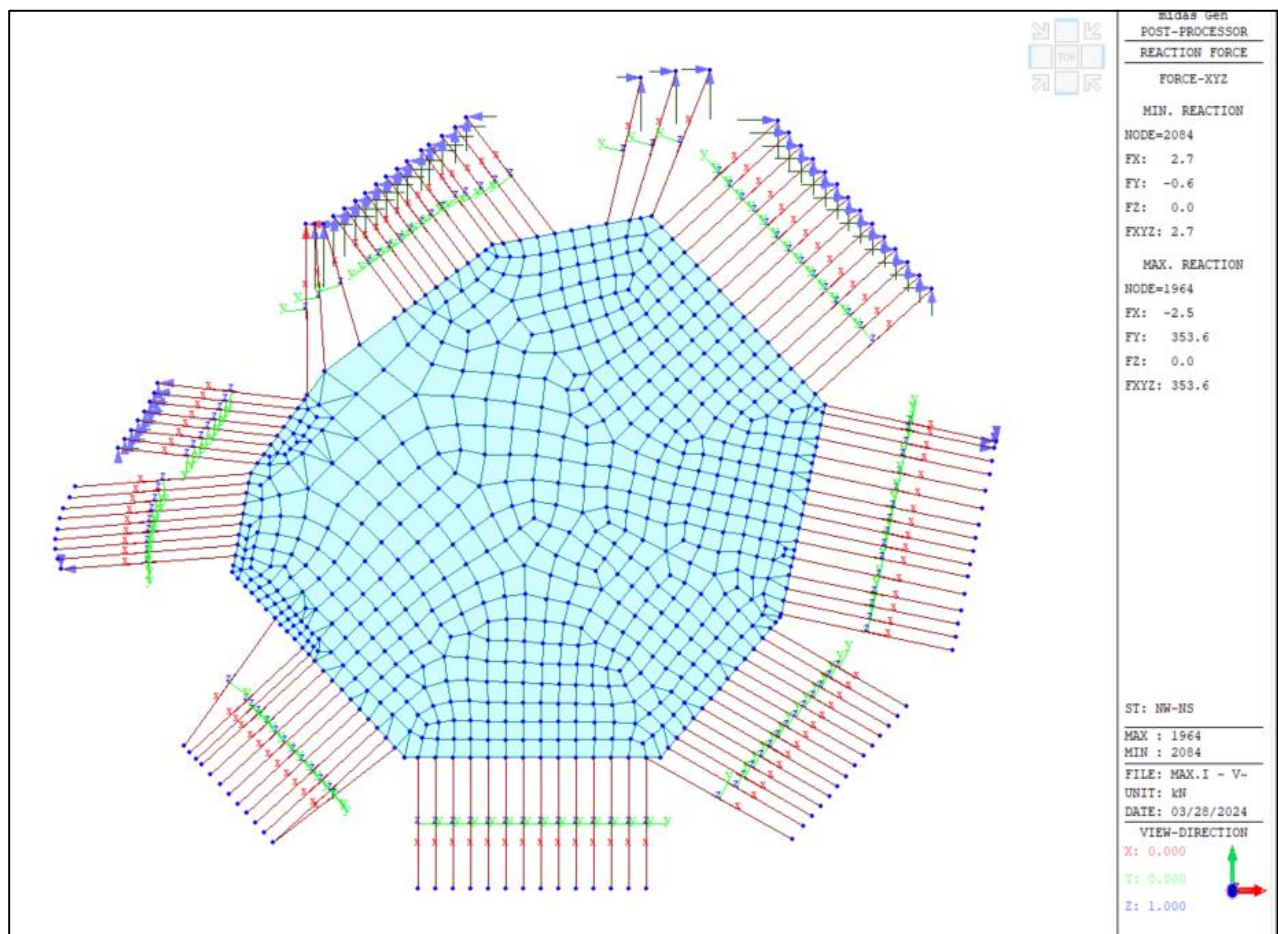


Figura 9-6: Sollecitazioni nei cavi, caso di carico NW-NS

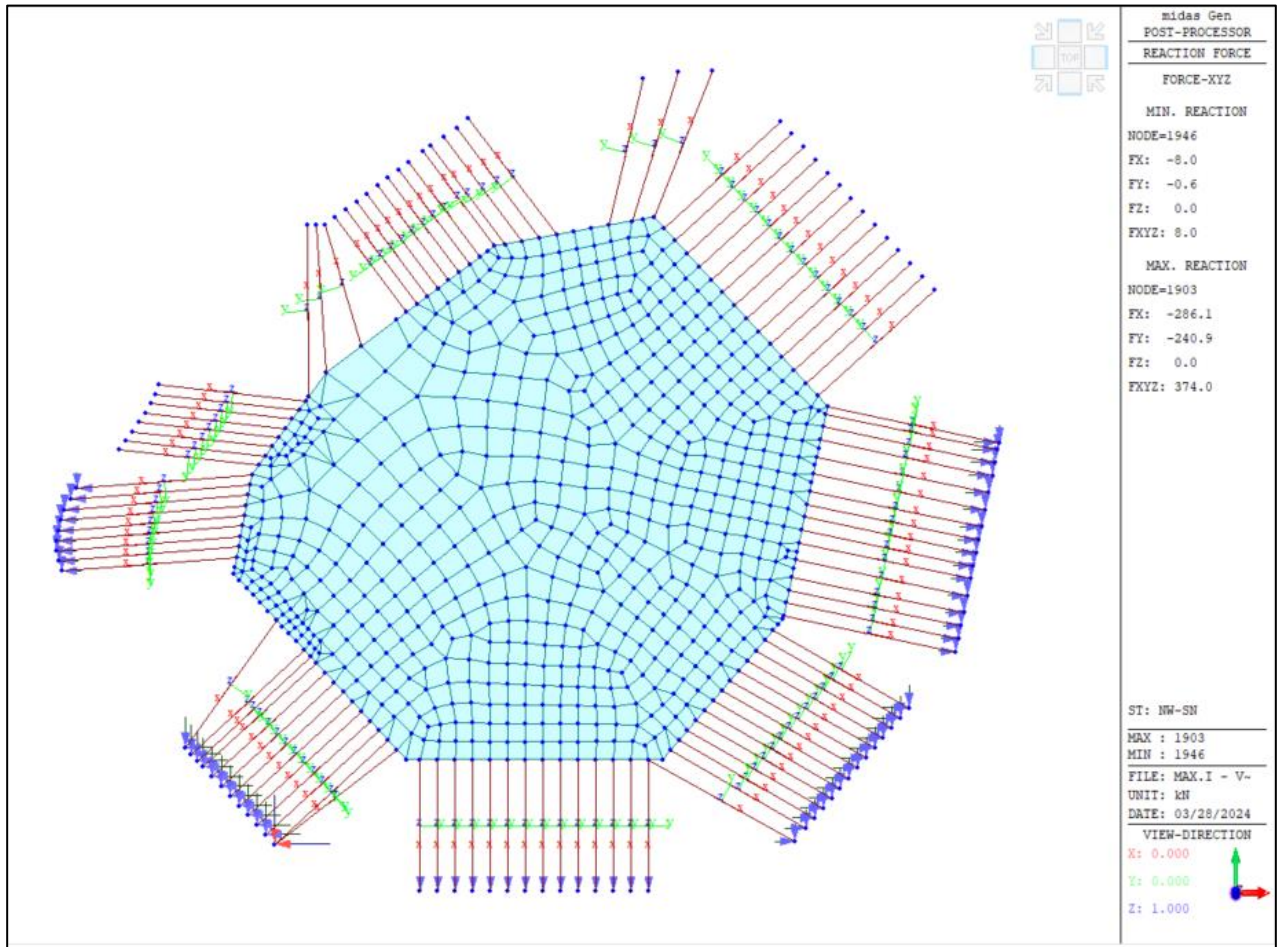


Figura 9-7: Sollecitazioni nei cavi, caso di carico NW-SN

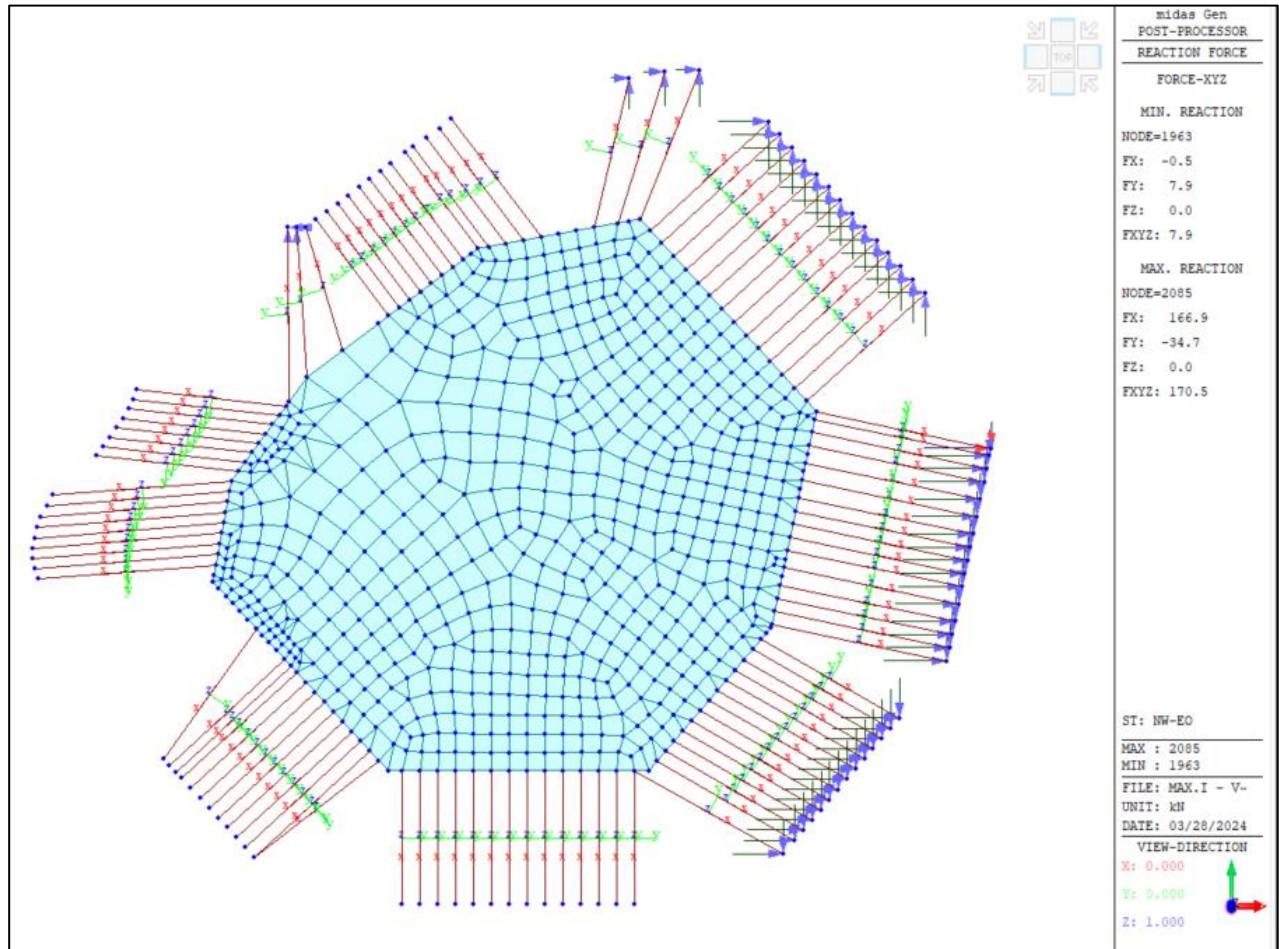


Figura 9-8: Sollecitazioni nei cavi, caso di carico NW-EO

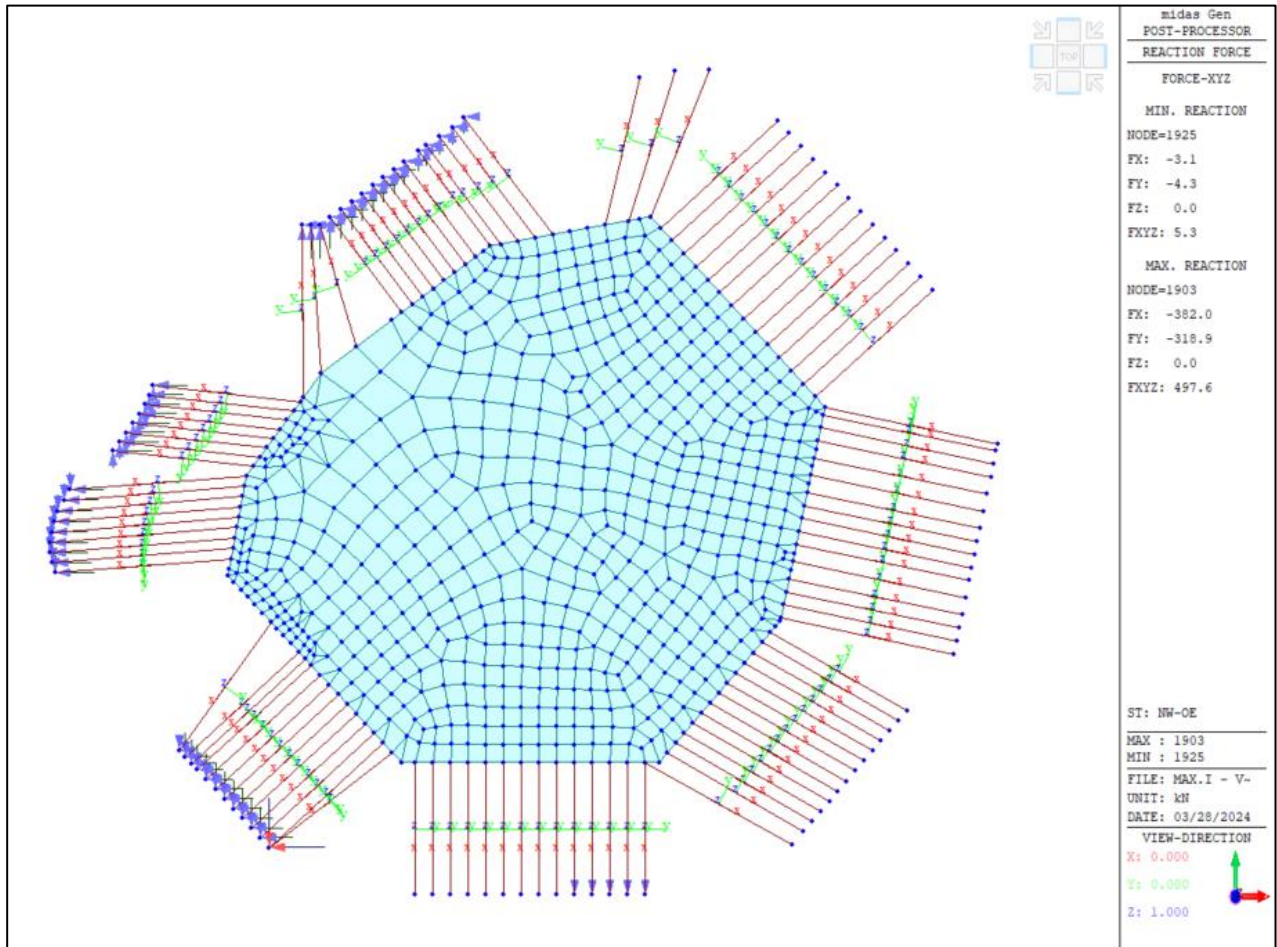


Figura 9-9: Sollecitazioni nei cavi, caso di carico NW-OE

Si riportano di seguito i valori delle azioni assiali nei cavi, e per vento spirante nelle quattro direzioni analizzate. Si riportano il valore di azione massima nel cavo e relativa tensione, un'indicazione di quanti cavi sono sollecitati con una forza prossima a quella massima ed il valore di azione media.

Tabella 9-1: Massimo invaso – Azione assiale

N° Nodi del cavo	Caso carico	Trazione Max [kN]	Tensione corrispondente alla trazione max [MPa]	N° Cavi con Trazione vicina al massimo	Trazione media [kN]
1964 -1965	Nord - Sud	353.6	166.6	4	174.6
1132 -1795	Sud - Nord	316.9	149.3	14	122.2
3 - 2085	Est - Ovest	170	80.1	30	143.6
1899 - 1903	Ovest - Est	271.6	128.0	30	154.0

9.6.1.2. Minimo invasivo

Nella Figura 9-10, Figura 9-11, Figura 9-12 e Figura 9-13 si riportano le reazioni sui vincoli fissi per la condizione di minimo invasivo e per vento spirante nelle quattro direzioni analizzate. Risulta quindi possibile individuare quali risultano essere i cavi reagenti nelle varie situazioni di sollecitazione.

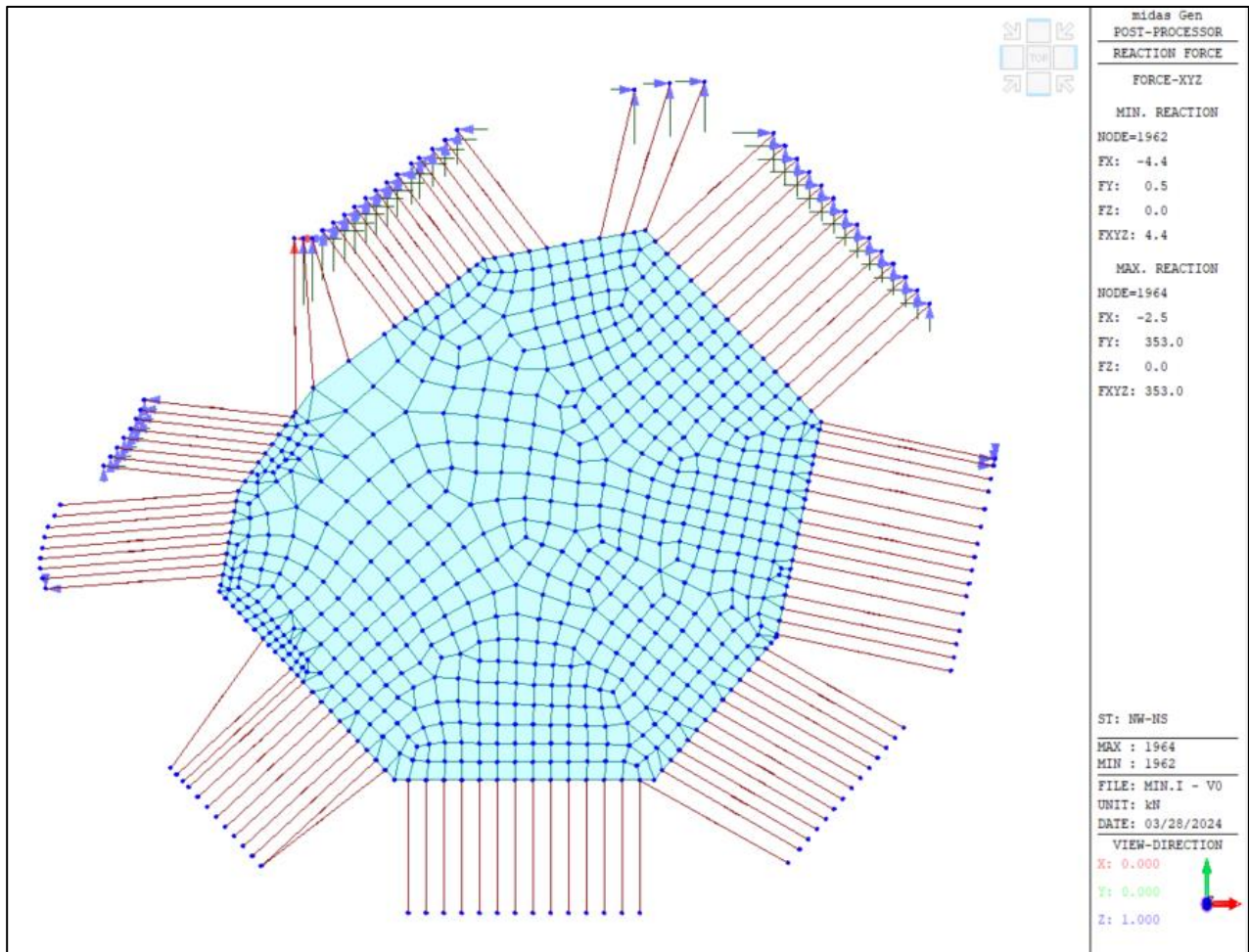


Figura 9-10: Sollecitazioni nei cavi, caso di carico NW-NS

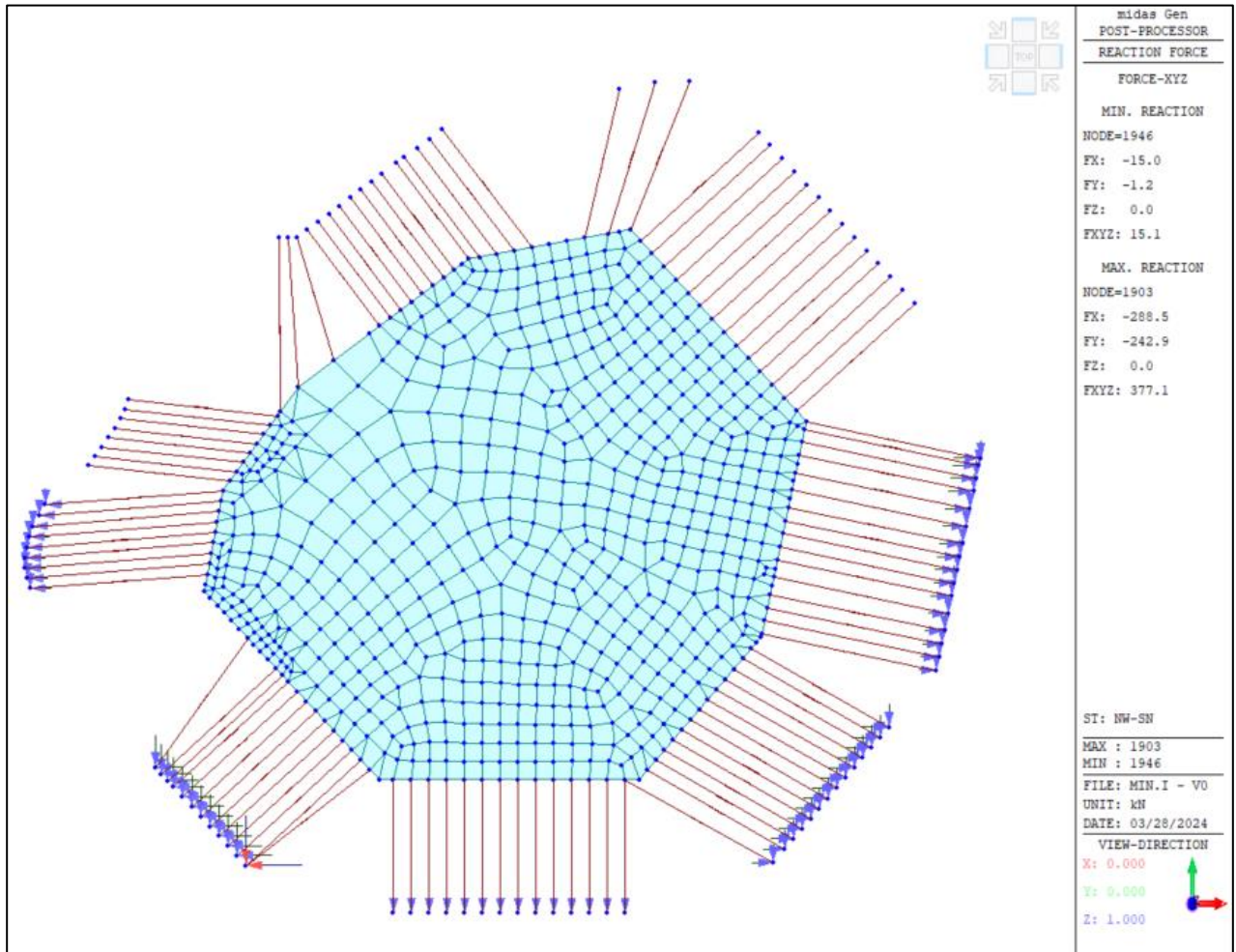


Figura 9-11: Sollecitazioni nei cavi, caso di carico NW-SN

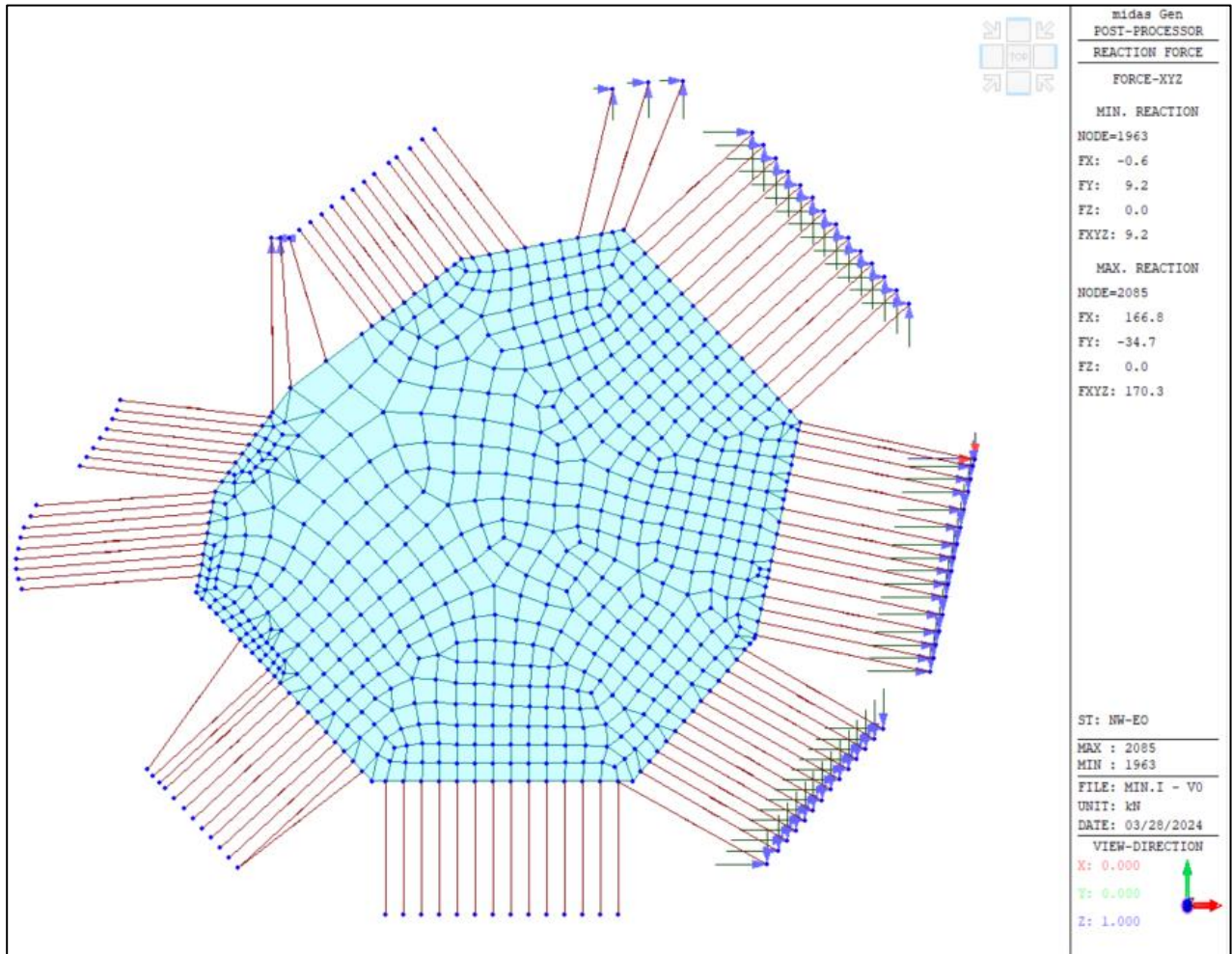


Figura 9-12: Sollecitazioni nei cavi, caso di carico NW-EO

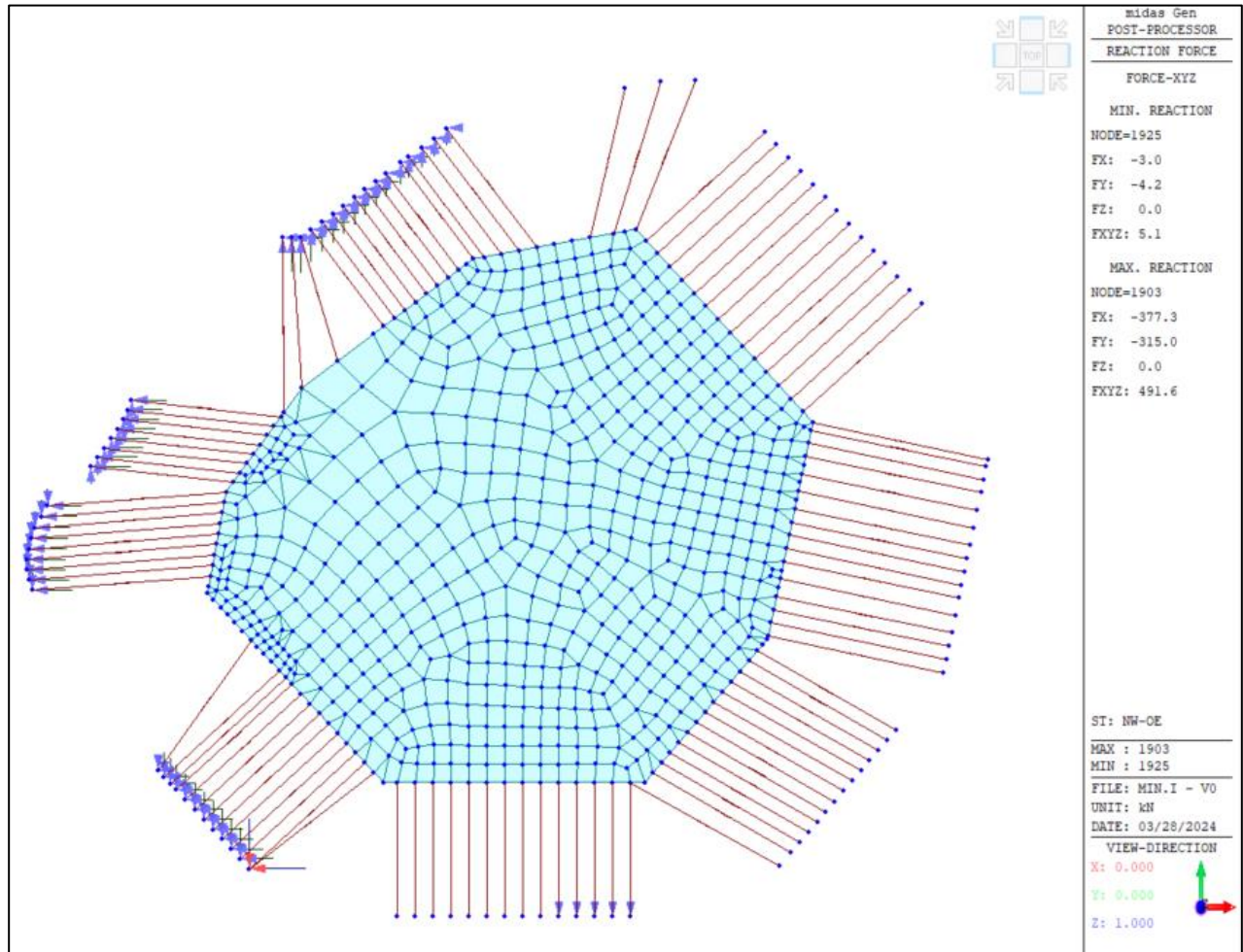


Figura 9-13: Sollecitazioni nei cavi, caso di carico NW-OE

Si riportano di seguito i valori delle azioni assiali nei cavi, e per vento spirante nelle quattro direzioni analizzate. Si riportano il valore di azione massima nel cavo e relativa tensione, un'indicazione di quanti cavi sono sollecitati con una forza prossima a quella massima ed il valore di azione media.

Tabella 9-2: Minimo invaso – Azione assiale

N° Nodi del cavo	Caso carico	Trazione Max [kN]	Tensione corrispondente alla trazione max [MPa]	N° Cavi con Trazione vicina al massimo	Trazione media [kN]
1964 -1965	Nord - Sud	353.0	166.3	4	175.7
1132 -1795	Sud - Nord	311.2	146.61	14	124.9
3 - 2085	Est - Ovest	170.1	80.1	30	143.8
1899 - 1903	Ovest - Est	267.6	126.1	30	154.9

9.6.1. AZIONI SU PIASTRA IN CALCESTRUZZO ARMATO

Per una migliore comprensione della distribuzione delle azioni sui cavi e sulla piastra in calcestruzzo armato posta sul coronamento si è provveduto a suddividere i gruppi di cavi in nove zone, indicate in Figura 9-14, esplicitando anche se l'ancoraggio avviene tramite tirante attivo o blocco in calcestruzzo.

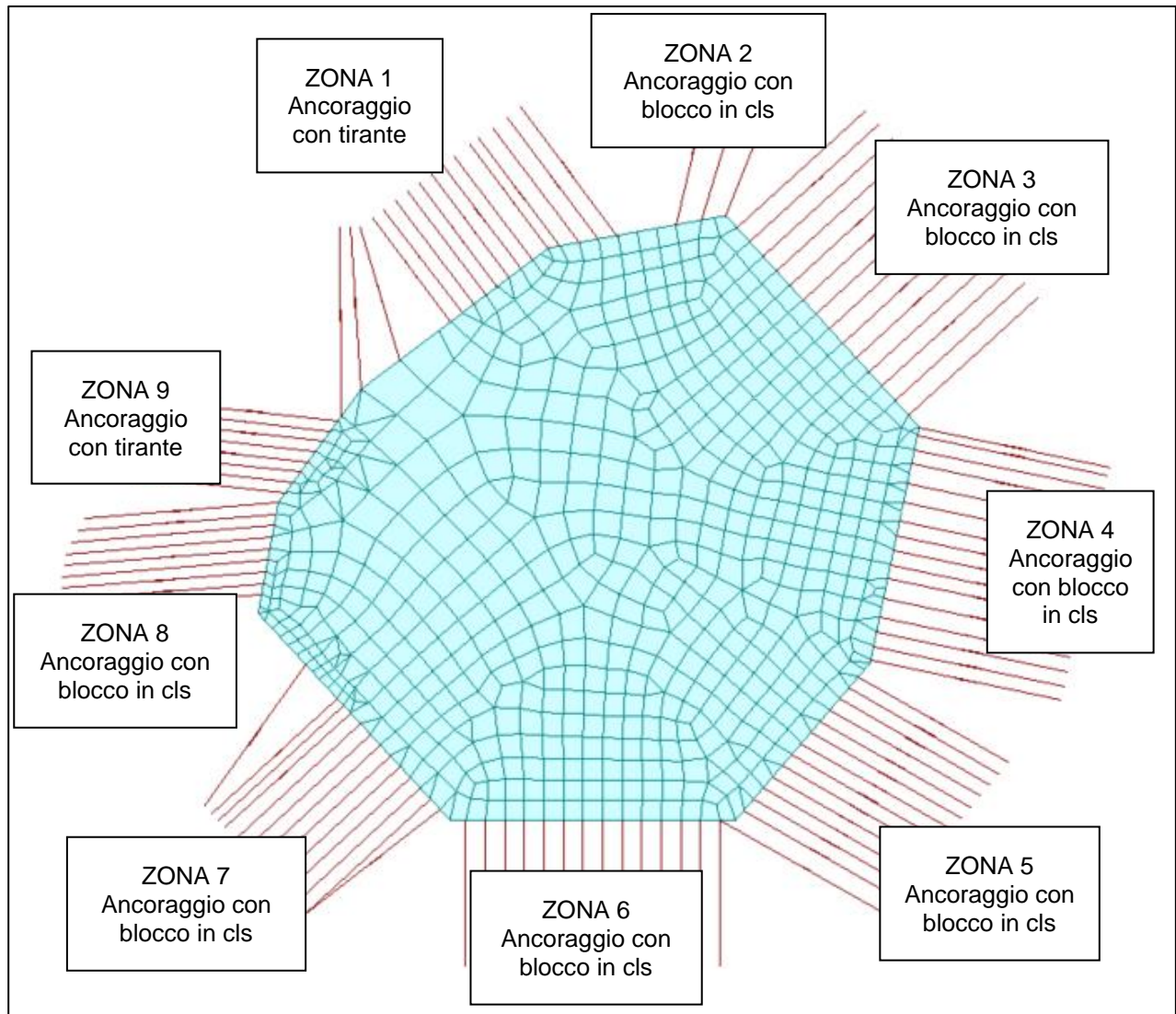


Figura 9-14 Suddivisione in zone

In Figura 9-15 si riporta un riepilogo delle massime azioni nei cavi e sulla piastra in calcestruzzo armato, per ogni zona, per le condizioni di massimo e minimo invaso, precisando se all'ancoraggio converge un unico cavo, oppure due cavi affiancati.

N° Zona	Tipologia di ancoraggio	Livello bacino (Max/Min invaso)	Massima trazione cavo	Massima forza su ancoraggio	Condizione di carico	Cavo (singolo/affiancato)
			[kN]	[kN]		
1	Tirante attivo	Max Invaso	353.6	353.6	Da Nord a Sud	Singolo
		Max Invaso	0	0	Da Sud a Nord	Singolo
		Max Invaso	19.6	19.6	Da Est ad Ovest	Singolo
		Max Invaso	194.3	194.3	Da Ovest ad Est	Singolo
		Min Invaso	353	353	Da Nord a Sud	Singolo
		Min Invaso	0	0	Da Sud a Nord	Singolo
		Min Invaso	26.2	26.2	Da Est ad Ovest	Singolo
2	Blocco di valle in cls	Max Invaso	272.5	272.5	Da Nord a Sud	Singolo
		Max Invaso	0	0	Da Sud a Nord	Singolo
		Max Invaso	78.1	78.1	Da Est ad Ovest	Singolo
		Max Invaso	0	0	Da Ovest ad Est	Singolo
		Min Invaso	272.6	272.6	Da Nord a Sud	Singolo
		Min Invaso	0	0	Da Sud a Nord	Singolo
		Min Invaso	80.3	80.3	Da Est ad Ovest	Singolo
3	Blocco di valle in cls	Max Invaso	242.6	242.6	Da Nord a Sud	Singolo
		Max Invaso	0	0	Da Sud a Nord	Singolo
		Max Invaso	153.5	153.5	Da Est ad Ovest	Singolo
		Max Invaso	0	0	Da Ovest ad Est	Singolo
		Min Invaso	243.5	243.5	Da Nord a Sud	Singolo
		Min Invaso	0	0	Da Sud a Nord	Singolo
		Min Invaso	151.3	151.3	Da Est ad Ovest	Singolo
4	Blocco di valle in cls	Max Invaso	5.9	5.9	Da Nord a Sud	Singolo
		Max Invaso	80.7	80.7	Da Sud a Nord	Singolo
		Max Invaso	170.48	170.48	Da Est ad Ovest	Singolo
		Max Invaso	0	0	Da Ovest ad Est	Singolo
		Min Invaso	11.5	11.5	Da Nord a Sud	Singolo
		Min Invaso	85.9	85.9	Da Sud a Nord	Singolo
		Min Invaso	170.3	170.3	Da Est ad Ovest	Singolo
5	Blocco di valle in cls	Max Invaso	0	0	Da Ovest ad Est	Singolo
		Max Invaso	110.3	110.3	Da Nord a Sud	Singolo
		Max Invaso	159.6	159.6	Da Sud a Nord	Singolo
		Max Invaso	0	0	Da Est ad Ovest	Singolo
		Min Invaso	0	0	Da Ovest ad Est	Singolo
		Min Invaso	111.1	111.1	Da Nord a Sud	Singolo
		Min Invaso	158.7	158.7	Da Sud a Nord	Singolo
6	Blocco di valle in cls	Max Invaso	0	0	Da Est ad Ovest	Singolo
		Max Invaso	316.9	316.9	Da Ovest ad Est	Singolo
		Max Invaso	0	0	Da Nord a Sud	Singolo
		Max Invaso	80.7	80.7	Da Sud a Nord	Singolo
		Min Invaso	0	0	Da Est ad Ovest	Singolo
		Min Invaso	311.2	311.2	Da Ovest ad Est	Singolo
		Min Invaso	0	0	Da Nord a Sud	Singolo
7	Blocco di valle in cls	Max Invaso	86.9	86.9	Da Sud a Nord	Singolo
		Max Invaso	0	0	Da Est ad Ovest	Affiancato
		Max Invaso	188.6 185.7	374	Da Ovest ad Est	Affiancato
		Max Invaso	0	0	Da Nord a Sud	Affiancato
		Max Invaso	226.5 271.6	497.6	Da Sud a Nord	Affiancato
		Min Invaso	0	0	Da Est ad Ovest	Affiancato
		Min Invaso	187.6 189.9	377.1	Da Ovest ad Est	Affiancato
8	Blocco di valle in cls	Min Invaso	0	0	Da Nord a Sud	Affiancato
		Min Invaso	267.6 224.4	491.6	Da Sud a Nord	Affiancato
		Max Invaso	3.6	3.6	Da Est ad Ovest	Affiancato
		Max Invaso	32.2	32.2	Da Ovest ad Est	Affiancato
		Max Invaso	0	0	Da Nord a Sud	Singolo
		Max Invaso	233.5	233.5	Da Sud a Nord	Singolo
		Max Invaso	0	0	Da Est ad Ovest	Singolo
9	Tirante attivo	Max Invaso	233.5	233.5	Da Ovest ad Est	Singolo
		Max Invaso	38.4	38.4	Da Nord a Sud	Singolo
		Max Invaso	0	0	Da Sud a Nord	Singolo
		Max Invaso	0	0	Da Est ad Ovest	Singolo
		Max Invaso	236.9	236.9	Da Ovest ad Est	Singolo
		Min Invaso	43.7	43.7	Da Nord a Sud	Singolo
		Min Invaso	0	0	Da Sud a Nord	Singolo

Figura 9-15 Riepilogo azioni sulle piastre in calcestruzzo armato

Nelle Tabella 9-3 e Tabella 9-4 si riportano le azioni massime trasmesse dai cavi a sintesi della tabella precedente.

Tabella 9-3: Massimo invasivo – Azione su piastre in calcestruzzo armato

N° Nodo ancoraggio	Caso carico	Numero cavi affiancati	Trazione Max [kN]	Tipologia di ancoraggio valle
1964	Nord - Sud	1	353.6	Tirante attivo
1795	Sud - Nord	1	316.9	Blocco in calcestruzzo
2085	Est - Ovest	1	170.5	Blocco in calcestruzzo
1903	Ovest - Est	2	497	Blocco in calcestruzzo

Tabella 9-4: Minimo invasivo – Azioni su piastre in calcestruzzo armato

N° Nodo ancoraggio	Caso carico	Numero cavi affiancati	Trazione Max [kN]	Tipologia di ancoraggio valle
1964	Nord - Sud	1	353.0	Tirante attivo
1795	Sud - Nord	1	311.2	Blocco in calcestruzzo
2085	Est - Ovest	1	170.3	Blocco in calcestruzzo
1903	Ovest - Est	2	497.6	Blocco in calcestruzzo

9.6.2. DEFORMAZIONI DEI CAVI

Si riportano di seguito i valori massimi di allungamento dei cavi per le condizioni di massimo e minimo invasivo, e per vento spirante nelle quattro direzioni analizzate. Si riportano il valore risultante massimo di allungamento.

9.6.2.1. Massimo invasivo

Tabella 9-5: Massimo invasivo – Deformazioni

N° Nodi del cavo	Caso carico	Allungamento [m]
1964-1965	Nord - Sud	9.12
1132-1795	Sud - Nord	6.53
3-2085	Est - Ovest	4.45
1899-1903	Ovest - Est	10.56

9.6.2.2. Minimo invasivo

Tabella 9-6: Minimo invasivo – Deformazioni

N° Nodi del cavo	Caso carico	Allungamento [m]
1964-1965	Nord - Sud	8.91
1132-1795	Sud - Nord	6.30
3-2085	Est - Ovest	4.20
1899-1903	Ovest - Est	10.20

9.6.3. SPOSTAMENTI DELL'ISOLA FLOTTANTE

Si riportano di seguito i valori massimi di spostamenti dell'isola flottante per le condizioni di massimo e minimo invaso, e per vento spirante nelle quattro direzioni analizzate. Si riportano il valore risultante massimo di spostamento e le relative componenti in X e Y.

9.6.3.1. Massimo invaso

Tabella 9-7: Massimo invaso – Spostamenti massimi

N° Nodo	Caso carico	Dx [m]	Dy [m]	Risultante [m]
790	Nord - Sud	3.20	9.93	9.99
3	Sud - Nord	2.15	7.55	7.57
2	Est - Ovest	4.72	0.64	4.72
6	Ovest - Est	10.31	6.15	10.71

9.6.3.1. Minimo invaso

Tabella 9-8: Minimo invaso – Spostamenti massimi

N° Nodo	Caso carico	Dx [m]	Dy [m]	Risultante [m]
790	Nord - Sud	3.17	9.72	9.78
3	Sud - Nord	2.15	7.27	7.28
2	Est - Ovest	4.43	0.56	4.43
6	Ovest - Est	9.94	5.95	10.32

9.6.4. TENSIONI NEL PIANO DELL'ISOLA FLOTTANTE

Si riportano di seguito un'indicazione dei valori massimi e medi di tensioni principali, di trazione e compressione, nell'isola flottante per le condizioni di massimo e minimo invaso, e per vento spirante nelle quattro direzioni analizzate.

9.6.4.1. Massimo invaso

Tabella 9-9: Massimo invaso – Tensioni

Caso carico	σ_T max [kPa]	σ_C max [kPa]	σ_T medio [kPa]	σ_C medio [kPa]
Nord - Sud	35.60	-9.7	18.0	-0.9
Sud - Nord	21.8	-4.7	15.0	-0.8
Est - Ovest	28.0	-5.3	20.0	-1.0
Ovest - Est	50.2	-6.1	12.0	-1.0

9.6.4.1. Minimo invaso

Tabella 9-10: Minimo invaso – Tensioni

Caso carico	σ_T max [kPa]	σ_C max [kPa]	σ_T medio [kPa]	σ_C medio [kPa]
Nord - Sud	35.6	-9.6	18.0	-1.0
Sud - Nord	21.7	-4.7	15.0	-1.0
Est - Ovest	27.9	-5.3	15.0	-0.8
Ovest - Est	50.2	-6.2	15.0	-0.8

10. MODELLAZIONE STRUTTURALE ANCORAGGIO SULL'ARGINE E A VALLE

Le forze che risultano dai cavi ad alta capacità sono eccessive per poter essere trattenute da un blocco semplicemente appoggiato sul coronamento, per cui l'ancoraggio viene ottenuto a valle del coronamento, con un blocco in calcestruzzo di dimensioni adeguate, mentre sul coronamento si dispone un blocco di ausiliario, che raccoglie le azioni dei cavi dal lago e le trasmette al blocco di ancoraggio a valle.

Dove l'invaso è confinato in trincea, anziché utilizzare un blocco di calcestruzzo, l'ancoraggio è ottenuto con un tirante attivo, inserito nella scarpata naturale.

10.1. ANCORAGGIO A VALLE CON BLOCCO IN CALCESTRUZZO

Il sistema piastra in calcestruzzo armato e cavo di ancoraggio verso valle, è stato analizzato tramite l'ausilio dello strumento Ftool, che permette l'analisi di telai bidimensionali.

Il modello permette di calcolare la ripartizione della sollecitazione sul sistema di ancoraggio.

10.1.1. GEOMETRIA DEL MODELLO

Il modello è stato creato assegnando agli elementi differenti proprietà sezionali e materiali. Gli elementi in orizzontale rappresentano la piastra in calcestruzzo armato, modellata assegnando agli elementi una sezione 6.0 m x 0.5 m.

L'elemento obliquo sulla destra rappresenta il cavo in acciaio verso il blocco posto al piede di valle, modellato assegnando alla sezione le relative proprietà (diametro 36 mm).

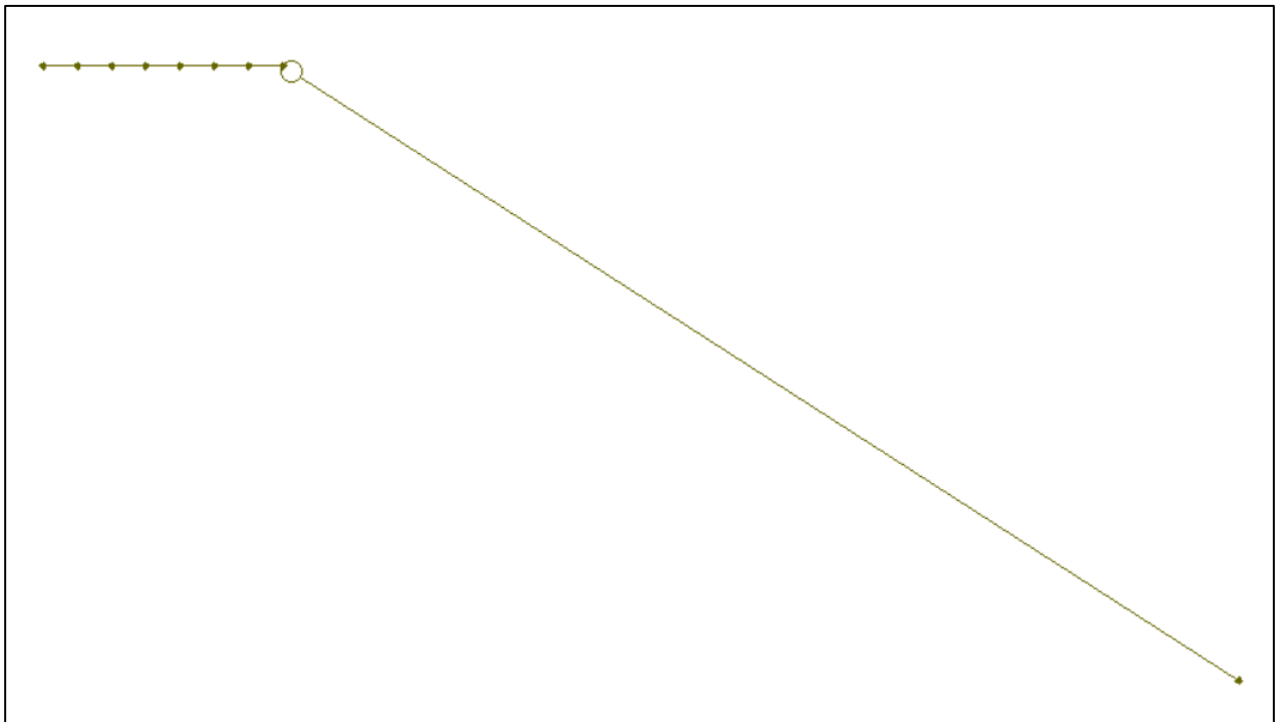




Figura 10-1: Geometria del modello

10.1.2. MATERIALI

Agli elementi rappresentanti la piastra sono state assegnate le proprietà del materiale calcestruzzo, mentre al cavo quelle del materiale acciaio.

Material Parameters	
CLS	
	
E:	25000 MPa
ν:	0.20
α:	0.000010 /°C

Material Parameters	
Acciaio	
	
E:	210000 MPa
ν:	0.30
α:	0.000012 /°C

10.1.3. VINCOLI

Il cavo di ancoraggio a valle è stato bloccato tramite vincolo di appoggio, mentre in corrispondenza del coronamento è stato introdotto uno svincolamento interno affinché il collegamento fosse a cerniera. In questo modo il cavo risulterà sollecitato solamente ad azione assiale.

La piastra in calcestruzzo, essendo appoggiata sul coronamento è stata vincolata tramite quattro molle verticali ed orizzontali a cui è stata attribuita diversa rigidezza. Per le molle orizzontali è stata attribuita $K_h = 1250$ kN/m, mentre per le molle verticali $K_v = 24000$ kN/m. In corrispondenza del punto di partenza del cavo verso valle è stato inserito un vincolo cedevole di rigidezza $K_v = 100000$ kN/m per simulare la presenza del palo.

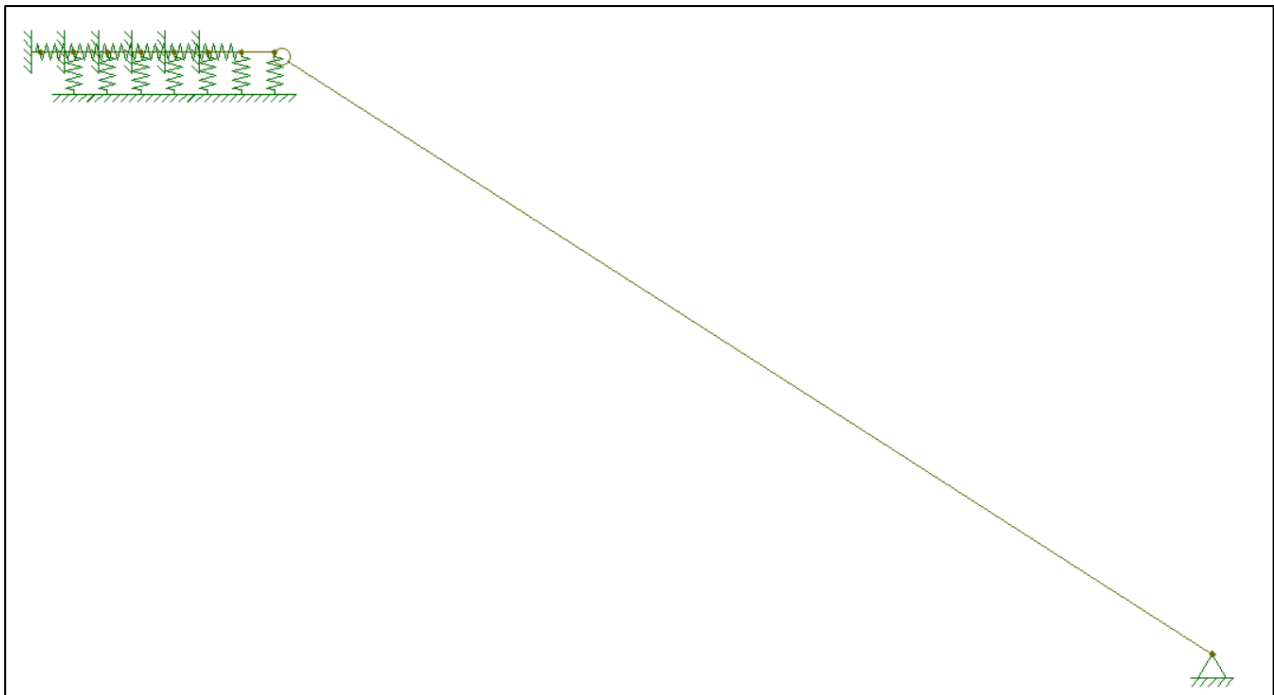


Figura 10-2: Vincoli

10.1.4. CARICHI, RELATIVA APPLICAZIONE E COMBINAZIONI DI CARICO

La massima azione di trazione sui cavi in combinazione caratteristica (rara), riportata in Tabella 9-3 e Tabella 9-4, risulta pari a 353.6 kN a massimo invaso e 353 kN a minimo invaso. Per l'analisi a massimo invaso si assume che il cavo forma un angolo sull'orizzontale pari a 7° ed a minimo invaso pari a 15°.

Si ottengono le seguenti componenti del tiro a massimo invaso:

$$H = 340 \text{ kN}$$

$$V = 91 \text{ kN}$$

Si ottengono le seguenti componenti del tiro a minimo invaso:

$$H = 350 \text{ kN}$$

$$V = 43 \text{ kN}$$

L'azione di pretensione applicata ai cavi si assume pari 30 kN, in accordo con il valore H_{cr} riportato nelle tabelle al paragrafo 7. Le componenti sono le seguenti:

$$H = 29 \text{ kN}$$

$$V = 8 \text{ kN}$$

Al modello vengono assegnati i seguenti carichi:

- Componenti, orizzontale e verticale, dell'azione assiale nei cavi in corrispondenza del punto di aggancio tra la piattaforma ed il cavo;
- Peso proprio della piastra in calcestruzzo armato, come carico lineare;
- Azione sismica, ripartita nel baricentro di ogni porzione di piastra, di dimensione 1 m.

Si analizzano otto differenti casi di carico:

- 1) Statico, con applicazione della massima azione di tiro del cavo a massimo invaso;
- 2) Statico, con applicazione della massima azione di tiro del cavo a minimo invaso;
- 3) Sismica SLV, con applicazione dell'80% della massima azione di tiro del cavo a massimo invaso e azione sismica SLV ($F_h = 504 \text{ kN}$) in direzione concorde;
- 4) Sismica SLV, con applicazione dell'80% della massima azione di tiro del cavo a minimo invaso e azione sismica SLV ($F_h = 504 \text{ kN}$) in direzione opposta;
- 5) Sismica SLV, con applicazione della minima azione di tiro del cavo a massimo invaso e azione sismica SLV ($F_h = 504 \text{ kN}$) in direzione opposta;
- 6) Sismica SLD, con applicazione dell'80% della massima azione di tiro del cavo a massimo invaso e azione sismica SLD ($F_h = 198 \text{ kN}$) in direzione concorde;
- 7) Sismica SLD, con applicazione dell'80% della massima azione di tiro del cavo a minimo invaso e azione sismica SLD ($F_h = 198 \text{ kN}$) in direzione opposta;
- 8) Sismica SLD, con applicazione della minima azione di tiro del cavo a massimo invaso e azione sismica SLD ($F_h = 198 \text{ kN}$) in direzione opposta;

Si riporta lo schema statico nel caso di carico 1), gli schemi statici relativi agli altri casi di carico sono riportati in Appendice.

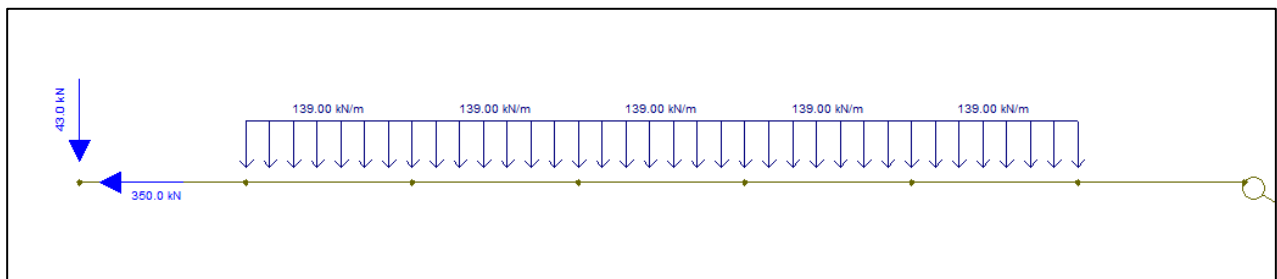


Figura 10-3: Casi di carico e relativa applicazione

10.2. RISULTATI

Nella tabella sottostante si sintetizzano i risultati delle elaborazioni effettuate, dove:

- T: tiro del cavo verso l'argine;
- T_H : componente orizzontale del tiro del cavo verso l'argine;
- T_V : componente verticale del tiro del cavo verso l'argine;
- $M_{Ed,max}$: massima azione flettente nella piastra sul coronamento;
- $V_{Ed,max}$: massima azione tagliante nella piastra sul coronamento;
- Tiro ancoraggio: tiro del cavo di ancoraggio;
- R_H : reazione orizzontale massima delle molle alla base della piastra;
- τ : sforzo tangenziale alla base della piastra;
- R_V : reazione verticale massima delle molle alla base della piastra;
- σ_v : sforzo verticale alla base della piastra.

Tabella 10-1: Forze sul coronamento

	Caso	invaso	direzione azione sismica	azione orizzontale cresta (5m)		azione verticale cresta		azione verticale palo		ancoraggio valle
				kN	kN/m	kN	kN/m	kN	kN/palo	
1	statico	max		40 (-)	8	114.3	22.9	126.9	63.5	138.3
2	statico	min		38 (-)	7.6	126.5	25.3	100.2	50.1	134.7
3	SLV	max	monte	87.75 (-)	17.55	113.7	22.7	211	105.5	311.0
4	SLV	min	valle	39 (+)	7.8	120.0	24.0	47.7	23.9	0.0
5	SLV	max	valle	79.7 (+)	15.9	103.6	20.7	81.5	40.75	0
6	SLD	max	monte	53.5 (-)	10.7	112.8	22.6	154.8	77.4	189.2
7	SLD	min	valle	8.3 (-)	1.66	120.4	24.1	60.9	30.45	28.7
8	SLD	max	valle	28.3 (+)	5.66	103.6	20.7	81.5	40.75	0

Dove con (+) si intende azione orizzontale diretta verso valle, mentre con (-) verso monte

Caso carico	Tipologia	T [kN]	T_H [kN]	T_V [kN]	$M_{Ed,max}$ [kNm]	$V_{Ed,max}$ [kN]	Tiro ancoraggio [kN]	R_H [kN]	τ [kPa]	R_V [kN]	σ_v [kPa]
1	Statico	353.0	350	43	77	117.8	138.3	47.1	7.8	181.3	30.2
2	Statico	353.6	340	91	128.5	129.7	134.7	45.7	7.6	206.7	34.5
3	SLV	282.4	280	34.4	66.3	108.7	311	105.3	17.6	173.5	28.9
4	SLV	280	272	72.8	95.8	130.7	0	37.5	12.5	199.9	33.3
5	SLV	30	29.8	8	128.8	115	0	86.3	14.4	165.8	27.6
6	SLD	282.4	280	34.4	79.0	113.7	189.8	64.3	10.7	175.7	29.3
7	SLD	280	272	72.8	96.4	129.6	28.7	10.1	1.7	199.3	33.2
8	SLD	30	29.8	8	128.8	115.0	0	33.9	5.65	165.8	27.6

Si riportano i diagrammi ottenuti nel caso di carico 1), relativi agli altri casi di carico sono riportati in Appendice.

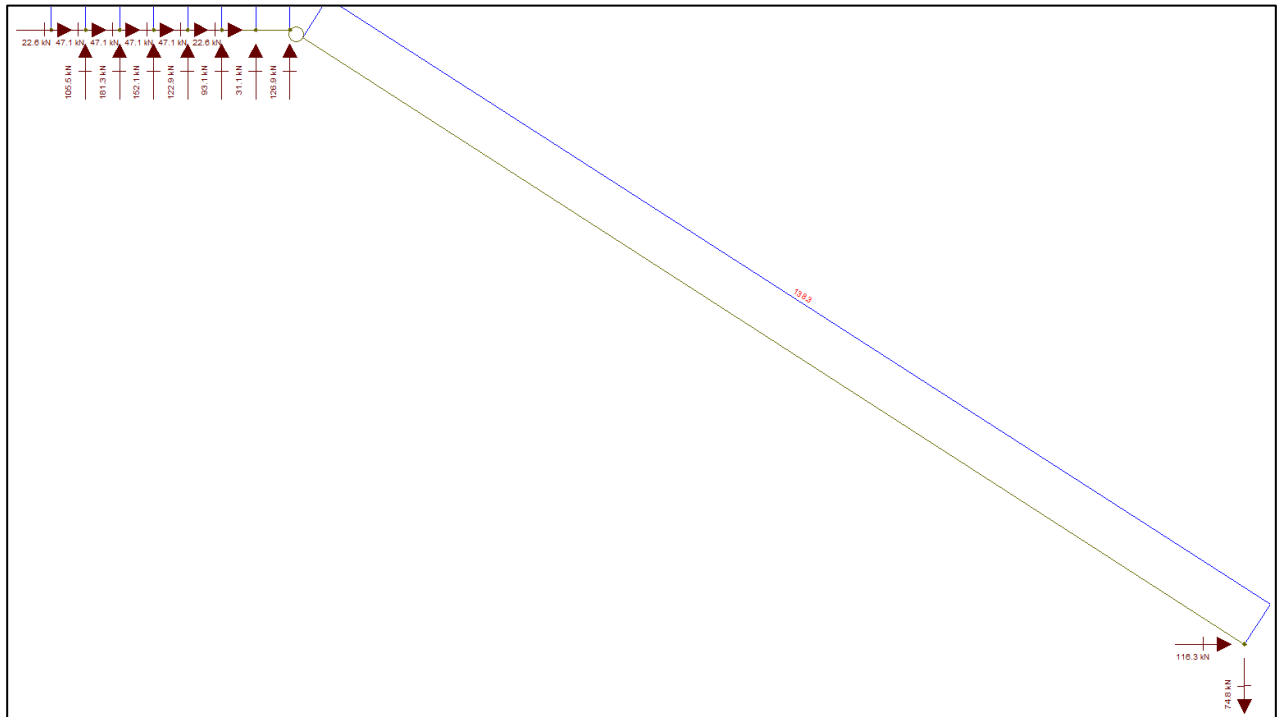


Figura 10-4: Reazioni vincolari

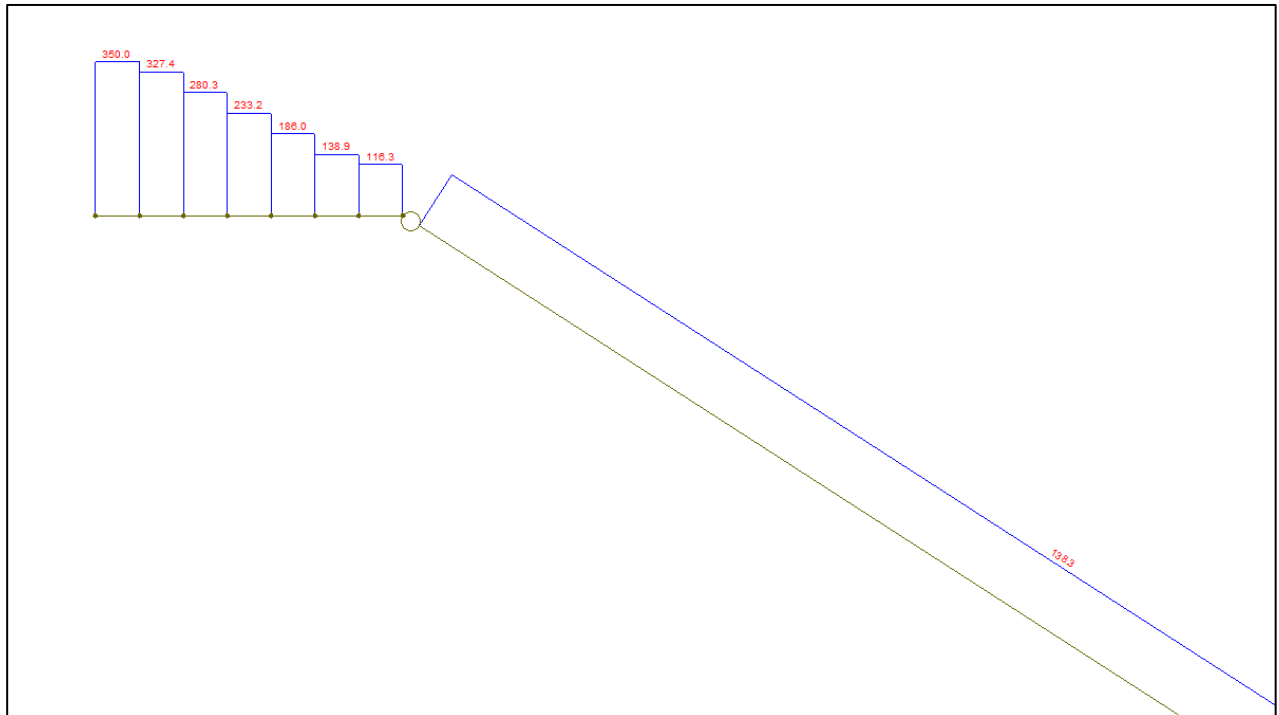


Figura 10-5: Azione assiale

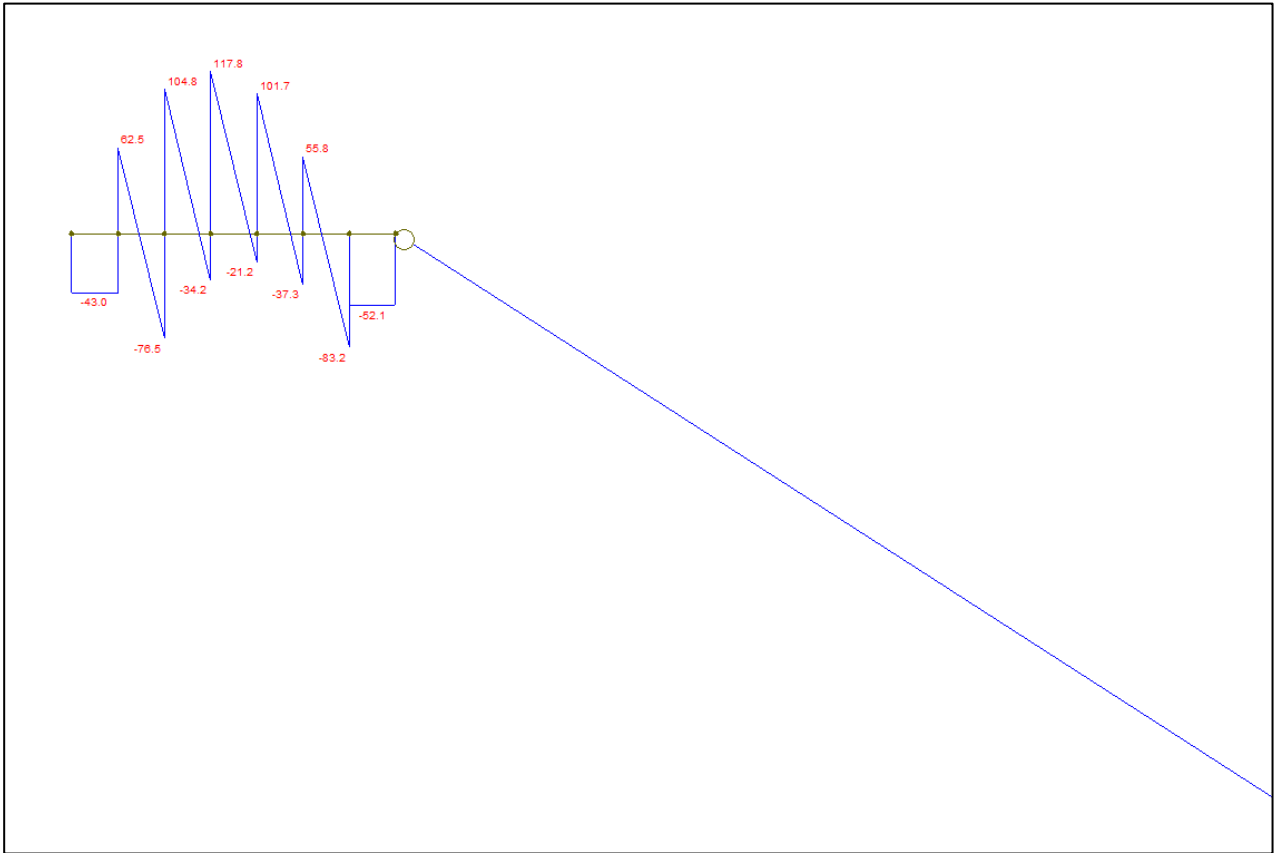


Figura 10-6: Azione tagliante

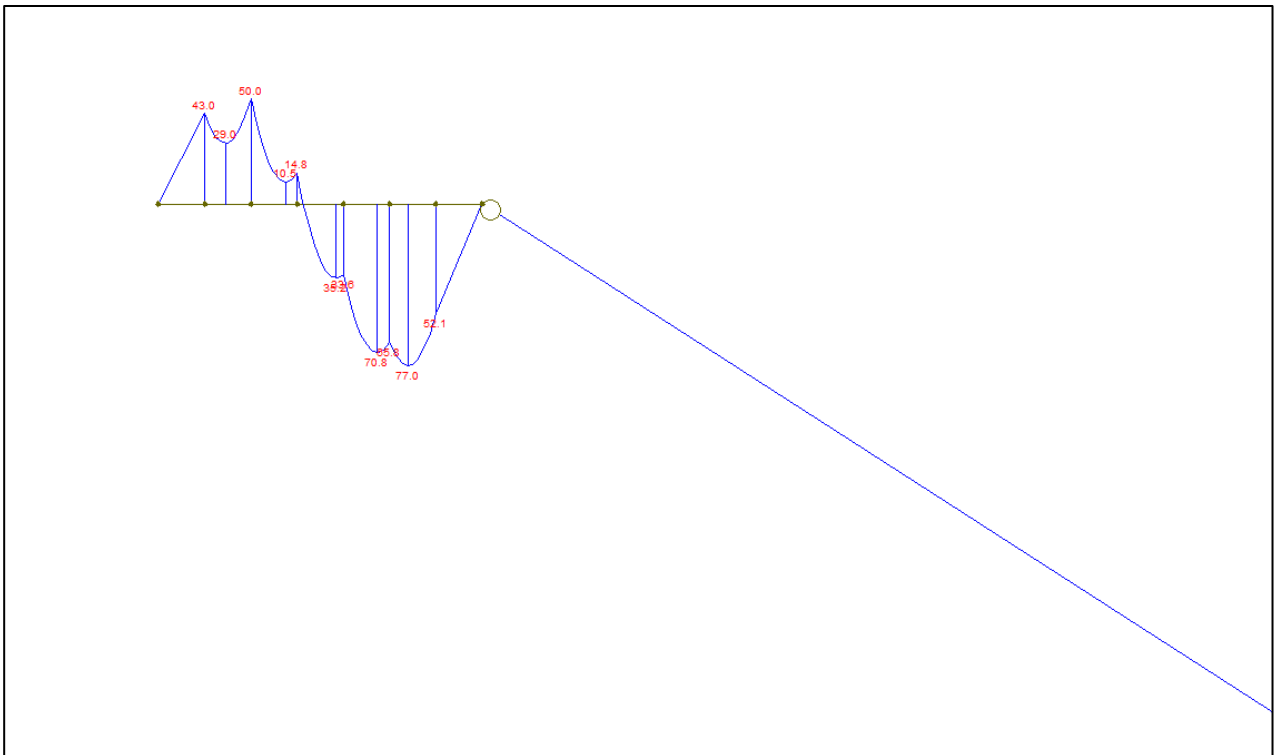


Figura 10-7: Azione flettente

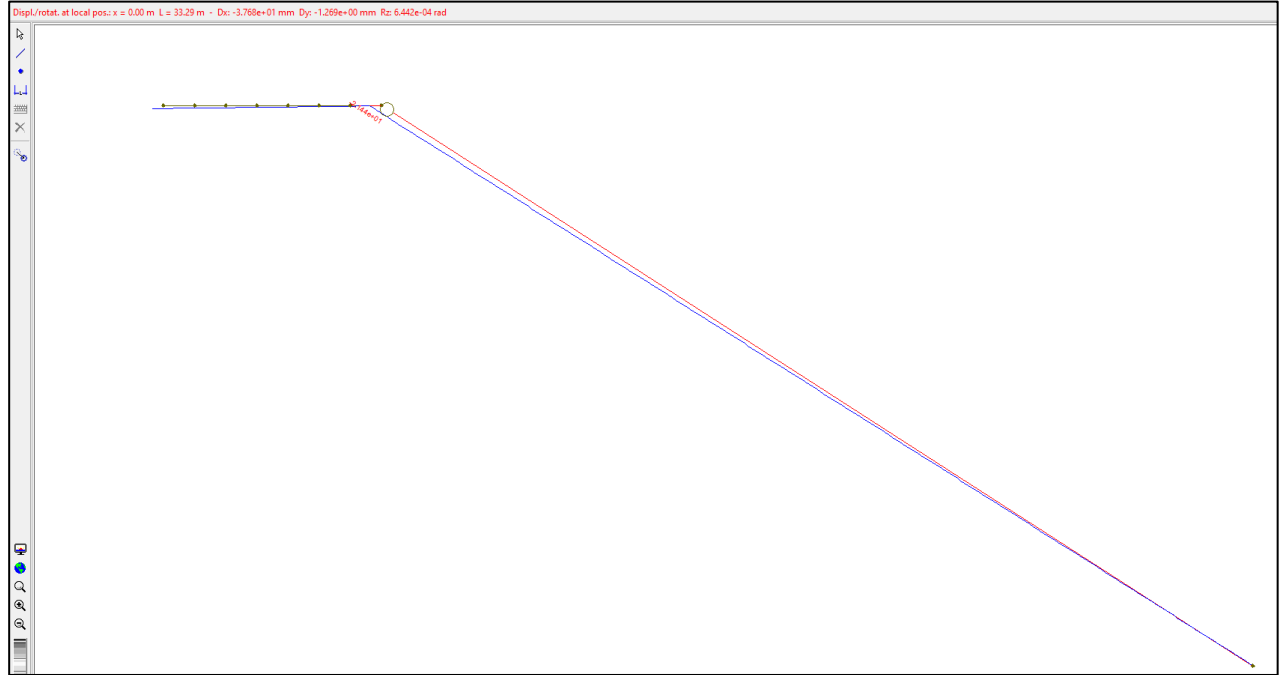


Figura 10-8: Deformata (fattore scala 10)

11. VERIFICHE

11.1. VERIFICHE ISOLA FLOTTANTE

Si considerano in questo paragrafo le condizioni più gravose per le quali bisogna garantire il galleggiamento e impedire il sollevamento.

Le stime sono approssimative e di principio in quanto per una maggiore precisione è necessario entrare in un dettaglio tecnologico che dipende dalla fornitura effettivamente scelta.

Le verifiche sono indipendenti dalle variazioni del livello di invaso.

11.1.1. VERIFICA GALLEGGIAMENTO

Per garantire il galleggiamento della struttura sono state considerate le seguenti combinazioni:

- Per le verifiche allo SLU: combinazione fondamentale, equazione 2.5.1 delle NTC 2018, con i coefficienti della colonna EQU della tabella 2.6.I. Sono stati omessi i carichi variabili che danno un contributo favorevole.
- Per le verifiche allo SLE: combinazione caratteristica (rara), equazione 2.5.2 delle NTC 2018.

11.1.1.1. CASO SLU STATICO

- Carico permanente 1: forza peso data da massa pannelli, strutture di sostegno e peso dei galleggianti stimato (-47441 kN), condizione di progettazione sfavorevole (coefficiente parziale = 1.10)

La somma di tutte le forze verticali verso il basso risulta pari a -47441 kN, l'equivalente generato da una massa di 4744 tonnellate.

Tabella 11-1: Verifica galleggiamento SLU statico

VERIFICA		
CARICHI PERMANENTI		
Peso da massa pannelli	- 25,120.41	kN
Peso da massa strutture di sostegno	- 5,233.42	kN
Peso dei galleggianti (stimato)	- 17,087	kN
Somma contributi precedenti	- 47,441.23	kN
CARICHI TOTALI	- 47,441.23	kN
	- 4,744.12	ton
Area minima di galleggianti necessaria (Fattore sicurezza 0.9)	15,060.71	m ²

11.1.1.2. CASO SLU NEVE

- Carico permanente 1: forza peso data da massa pannelli, strutture di sostegno e peso dei galleggianti stimato (-45889 kN), condizione di progettazione sfavorevole (coefficiente parziale = 1.10)
- Carico variabile 1: neve sulla piattaforma pari a -196992 kN. Condizione di progettazione sfavorevole, coefficiente parziale = 1.50
- Carico variabile 2: spinta del vento verso il basso pari a -14297 kN. Condizione di progettazione sfavorevole, coefficiente parziale = 1.50, coefficiente di contemporaneità = 0.6

La somma di tutte le forze verticali verso il basso risulta pari a -257178 kN, l'equivalente generato da una massa di 25717 tonnellate.

Tabella 11-2: Verifica galleggiamento SLU neve

VERIFICA		
CARICHI PERMANENTI		
Peso da massa pannelli	- 25,120.41	kN
Peso da massa strutture di sostegno	- 5,233.42	kN
Peso dei galleggianti (stimato)	- 15,534	kN
Somma contributi precedenti	- 45,887.83	kN
CARICHI VARIABILI		
Neve	- 196,992.00	kN
Vento	- 14,297.34	kN
CARICHI TOTALI	- 257,177.17	kN
	- 25,717.72	ton
Area minima di galleggianti necessaria (Fattore sicurezza 0.9)	81,644	m ²

11.1.1.3. CASO SLU VENTO

- Carico permanente 1: forza peso data da massa pannelli e strutture di sostegno e peso dei galleggianti stimato (-45889 kN), condizione di progettazione sfavorevole (coefficiente parziale = 1.10)
- Carico variabile 1: neve sulla piattaforma pari a -98496 kN. Condizione di progettazione sfavorevole, coefficiente parziale = 1.50
- Carico variabile 2: spinta del vento verso il basso pari a -23828 kN. Condizione di progettazione sfavorevole, coefficiente parziale = 1.50, coefficiente di contemporaneità = 0.6

La somma di tutte le forze verticali verso il basso risulta pari a -168212 kN, l'equivalente generato da una massa di 16821 tonnellate.

Tabella 11-3: Verifica galleggiamento SLU vento

VERIFICA		
CARICHI PERMANENTI		
Peso da massa pannelli	- 25,120.41	kN
Peso da massa strutture di sostegno	- 5,233.42	kN
Peso dei galleggianti (stimato)	- 15,534	kN
Somma contributi precedenti	- 45,887.83	kN
CARICHI VARIABILI		
Neve	- 98,496.00	kN
Vento	- 23,828.90	kN
CARICHI TOTALI	- 168,212.73	kN
	- 16,821.27	ton
Area minima di galleggianti necessaria (Fattore sicurezza 0.9)	53,401	m ²

11.1.1.4. CASO SLE VENTO

- Carico permanente 1: forza peso data da massa pannelli e strutture di sostegno e peso dei galleggianti stimato (-43128 kN).
- Carico variabile 1: spinta del vento verso il basso pari a -15886 kN.

La somma di tutte le forze verticali verso il basso risulta pari a - 59015 kN, l'equivalente generato da una massa di 5901 tonnellate.

Tabella 11-4: Verifica galleggiamento SLE vento

VERIFICA		
CARICHI PERMANENTI		
Peso da massa pannelli	- 22,836.74	kN
Peso da massa strutture di sostegno	- 4,757.65	kN
Peso dei galleggianti (stimato)	- 15,534	kN
Somma contributi precedenti	- 43,128.39	kN
CARICHI VARIABILI		
Vento	- 15,885.94	kN
CARICHI TOTALI	- 59,014.33	kN
	- 5,901.43	ton
Area minima di galleggianti necessaria (Fattore sicurezza 0.9)	18,735	m ²

11.1.2. VERIFICA SOLLEVAMENTO

Per garantire il non-sollevamento della struttura è stata considerata la combinazione fondamentale, equazione 2.5.1 delle NTC 2018, con i coefficienti della colonna EQU della tabella 2.6.I. La verifica viene effettuata solo in presenza di azione del vento. Sono stati omessi i carichi variabili che danno un contributo favorevole. Nella presente verifica si applica il coefficiente di combinazione previsto dalla tabella 2.5.I della Normativa per le azioni da vento in quanto l'isola è molto vasta ed è pensabile che l'azione non agisca contemporaneamente sull'intera area.

Tabella 11-5: Verifica sollevamento SLU vento

VERIFICA		
CARICHI PERMANENTI		
Peso da massa pannelli	- 20,553.06	kN
Peso da massa strutture di sostegno	- 4,281.89	kN
Peso dei galleggianti	- 13,981	kN
Somma contributi precedenti	- 38,815.55	kN
CARICHI VARIABILI		
Vento	30,965.90	kN
CARICHI TOTALI	- 7,849.65	kN
	- 784.96	ton
Rapporto Fsollevamento/Faffondamento	1.25	

11.1.3. VERIFICA AFFONDAMENTO DEL SISTEMA

Dalle verifiche precedenti prevede di disporre un'area di galleggianti minima pari a 81644 m² (condizione SLU neve). Viste le diverse caratteristiche indicative dei galleggianti per sistemi flottanti disponibili in commercio si prevede indicativamente di disporre:

- 74938 m² di galleggianti della tipologia "double float" (Figura 4-7), di dimensioni 100x50x40 cm e capacità di galleggiamento 350 kg/m² (pari a quattro volte l'area minima di galleggianti richiesta dal caso SLU statico).
- 6705 m² di galleggianti della tipologia "double short float" (Figura 4-7), di dimensioni 100x50x25 cm e capacità di galleggiamento 225 kg/m² (pari alla differenza tra l'area minima di galleggianti richiesta dal caso SLU neve ed i galleggianti di dimensioni 100x50x40 cm).

Si è verificato che nella condizione massimo alleggerimento (verifica sollevamento) sia garantito il non sollevamento della struttura, e che, sotto l'azione dei carichi massimi (verifica galleggiamento SLU neve), l'abbassamento totale non sia superiore a 35 cm.

In tale configurazione, dalle verifiche sopra effettuate, si rileva che il sistema è accettabile per garantirne la funzionalità, è possibile che vada ulteriormente zavorrato sulla base di un calcolo fluidodinamico preciso.

11.1.4. SPOSTAMENTI

Dalle immagini e dai valori degli spostamenti riportati in Appendice si evince che ogni azione agente sull'isola si traduce in una rotazione della stessa, in quanto sono presenti più centri di azione delle molle, che non coincidono con il baricentro dell'isola.

Il valore di rotazione dell'isola risulta tuttavia essere modesto, sia nella condizione di massimo invaso sia nella condizione di minimo invaso e da ritenersi quindi accettabile.

Potrebbe essere necessario introdurre sistemi di controvento per mantenere inalterata la forma dell'isola.

11.1.5. TENSIONI

Pur considerando i limiti della presente modellazione, dai valori di tensione nel piano riportati nelle Tabella 9-9 e Tabella 9-10 si deduce che le tensioni medie all'interno dell'isola hanno valori confrontabili con quelle previste sul bordo, ragionevolmente compatibili con i sistemi di aggancio standard per gli impianti in oggetto.

In alcune situazioni locali i valori di tensione raggiungono dei picchi da attenzionare e studiare in fase esecutiva, in sede di modellazione strutturale più precisa.

11.2. VERIFICHE CAVI DI ANCORAGGIO

11.2.1. CAVI DI ANCORAGGIO IN NYLON

11.2.1.1. VERIFICHE DI RESISTENZA

Per le verifiche di resistenza dei cavi di ancoraggio è stata considerata la combinazione fondamentale, equazione 2.5.1 delle NTC 2018, con i coefficienti della colonna A1 della tabella 2.6.I. L'adozione della combinazione fondamentale si traduce nell'amplificazione, attraverso il fattore 1,5, delle azioni assiali nei cavi riportate al paragrafo [9.6.1].

Le azioni assiali sollecitanti massime allo SLU sono le seguenti:

Tabella 11-6: Azioni trazione massime SLU

Condizione	Caso carico	Trazione Max SLU [kN]
Massimo Invaso	Nord - Sud	530
	Sud - Nord	467
	Est - Ovest	255
	Ovest - Est	402
Minimo Invaso	Nord - Sud	530
	Sud - Nord	467
	Est - Ovest	255
	Ovest - Est	401

Le azioni di trazione nei cavi sono compatibili con le caratteristiche di resistenza per la tipologia di cavo in progetto.

11.2.1.2. VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ

Per la verifica di deformabilità dei cavi di ancoraggio è stata considerata la combinazione caratteristica (rara) equazione 2.5.2 delle NTC 2018 e si è valutata la deformazione dei cavi sotto i carichi di progetto derivanti dall'applicazione di tale combinazione.

Tabella 11-7: Allungamenti cavi

Condizione	Caso carico	Lunghezza cavo iniziale [m]	Allungamento [m]	Allungamento [%]
Massimo Invaso	Nord - Sud	200	9.12	4.56
	Sud - Nord	200	6.53	3.27
	Est - Ovest	175	4.45	2.54
	Ovest - Est	175	10.56	6.03
Minimo Invaso	Nord - Sud	200	8.91	4.46
	Sud - Nord	200	6.30	3.15
	Est - Ovest	175	4.20	2.40
	Ovest - Est	175	10.20	5.83

Gli allungamenti percentuali dei cavi sono compatibili con la capacità di allungamento prevista per la tipologia di cavo ipotizzata. I valori di spostamento risultano simili a massimo e minimo invasivo in quanto i cavi risultano "fortemente tesi" e quindi con la stessa risposta a partire da livelli modesti di carico.

11.2.2. CAVI DI ANCORAGGIO IN ACCIAIO

11.2.2.1. VERIFICHE DI RESISTENZA

Per le verifiche di resistenza dei cavi di ancoraggio a Stato Limite Ultimo è stata considerata la combinazione fondamentale, equazione 2.5.1 delle NTC 2018, con i coefficienti della colonna A1 della tabella 2.6.I. L'adozione della combinazione fondamentale si traduce nell'amplificazione, attraverso il fattore 1.5, delle azioni di tiro dell'ancoraggio riportate al paragrafo 10.2.

Il valori di tiro sull'ancoraggio allo SLU sono i seguenti:

Tabella 11-8: Tiro ancoraggio SLU

Caso carico	Tipologia	Tiro ancoraggio [kN]
1)	Statico	207.5
2)	Statico	202.1

Per le verifiche di resistenza dei cavi di ancoraggio a Stato Limite di Vita ed a Stato Limite di Danno è stata considerata la combinazione sismica equazione 2.5.5 delle NTC 2018.

Il valori di tiro sull'ancoraggio allo SLV ed allo SLD sono i seguenti:

Tabella 11-9: Tiro ancoraggio SLV e SLD

Caso carico	Tipologia	Tiro ancoraggio [kN]
3	SLV	311
4	SLV	0
5	SLV	0
6	SLD	189.2
7	SLD	28.7
8	SLD	0

Sia a SLU che a SLV i valori di trazione sui cavi di ancoraggio sono abbondantemente al di sotto del carico di snervamento per la tipologia di cavo prevista (960 kN).

11.3. VERIFICHE PIASTRA IN CALCESTRUZZO

11.3.1. VERIFICHE DI RESISTENZA ALLO SLU

Per le verifiche di resistenza della piastra in calcestruzzo armato allo SLU è stata considerata la combinazione fondamentale, equazione 2.5.1 delle NTC 2018, con i coefficienti della colonna A1 della tabella 2.6.I. L'adozione della combinazione fondamentale si traduce nell'amplificazione, attraverso il fattore 1.5 delle sollecitazioni riportate al paragrafo 10.2, ottenute dall'applicazione di carichi non amplificati.

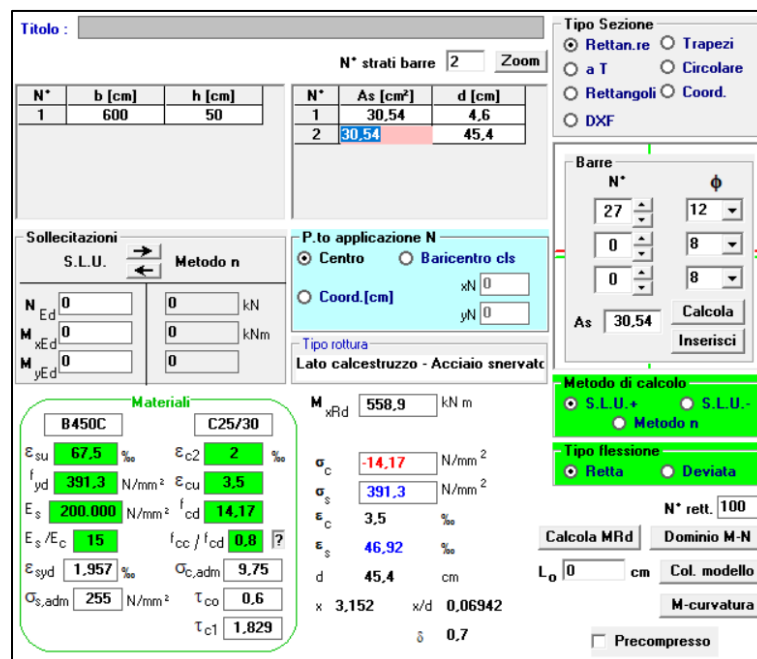
La verifica si effettua con acciaio snervato e calcestruzzo con deformazione allo 0.35%

Le azioni di progetto risultano essere quelle riferite al caso di carico 1), amplificate di 1.5:

Azione flettente = 192.8 kNm

Azione tagliante = 194.6 kNm

Disponendo sia superiormente che inferiormente l'armatura prevista dalla Normativa al §7.2.5, pari a 0.1% dell'area della sezione trasversale della platea, la verifica a flessione risulta soddisfatta. Tale armatura equivale a disporre armatura $\Phi 12/20 \times 20$, tuttavia si raccomanda di utilizzare un'armatura leggermente più pesante, ad esempio $\Phi 16$, mantenendo invariato il passo, vista l'esposizione della piastra.



Titolo : []

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	600	50	1	30.54	4.6
			2	30.54	45.4

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N Ed: 0 kN
M xEd: 0 kNm
M yEd: 0 kNm

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Materiali
B450C C25/30
 ϵ_{su} : 67.5% ϵ_{c2} : 2%
 f_{yd} : 391.3 N/mm² ϵ_{cu} : 3.5%
 E_s : 200.000 N/mm² f_{cd} : 14.17
 E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0.8
 ϵ_{syd} : 1.957% $\sigma_{c,adm}$: 9.75
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0.6
 τ_{c1} : 1.829

Metodo di calcolo
S.L.U. Metodo n

Tipo flessione
Retta Deviata
N° rett: 100

Calcola MRd Dominio M-N
L0: 0 cm Col. modello
M-curvatura
Precompresso

M xRd: 558.9 kNm
 σ_c : -14.17 N/mm²
 σ_s : 391.3 N/mm²
 ϵ_c : 3.5%
 ϵ_s : 46.92%
d: 45.4 cm
x: 3.152 x/d: 0.06942
 δ : 0.7

11.3.2. VERIFICHE DI RESISTENZA ALLO SLV

Per le verifiche di resistenza della piastra in calcestruzzo armato allo SLV è stata considerata la combinazione sismica, in cui i carichi non sono ulteriormente amplificati.

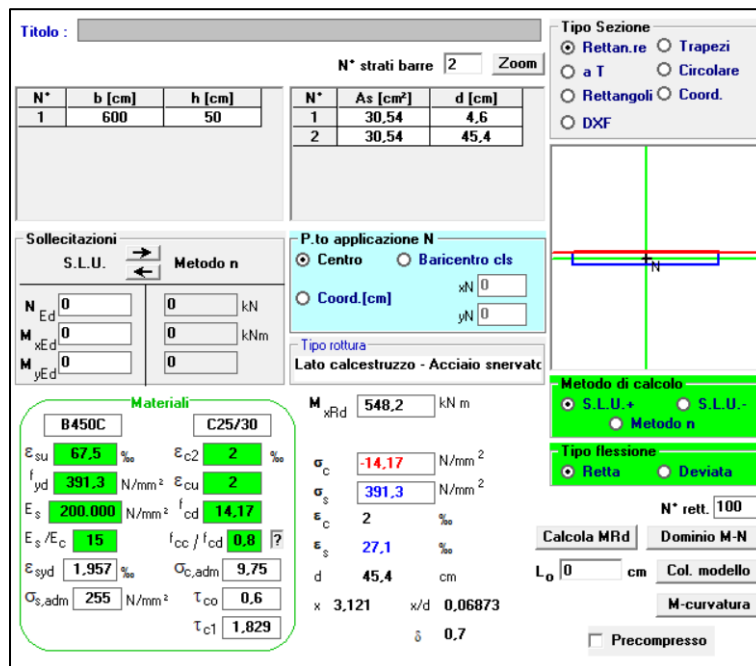
La verifica con acciaio in campo elastico e calcestruzzo in campo elastico.

Le azioni di progetto risultano essere quelle riferite al caso di carico 3), in quanto sono le massime tra tutti i casi di carico con azione sismica analizzati:

Azione flettente = 128.8 kNm

Azione tagliante = 115 kNm

Disponendo sia superiormente che inferiormente l'armatura prevista dalla Normativa al §7.2.5, pari a 0.1% dell'area della sezione trasversale della platea, la verifica a flessione risulta soddisfatta. Tale armatura equivale a disporre armatura $\Phi 12/20 \times 20$, tuttavia si raccomanda di utilizzare un'armatura leggermente più pesante, ad esempio $\Phi 16$, mantenendo invariato il passo, vista l'esposizione della piastra.



Titolo : _____

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	600	50	1	30.54	4.6
			2	30.54	45.4

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd}

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
 yN

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
 B450C C25/30
 ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ‰
 ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} ‰
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1}

M_{xRd} kNm
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_c ‰
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ cm Col. modello
 M-curvatura
 Precompresso

11.4. VERIFICHE TIRANTI ATTIVI

Si illustra la verifica degli ancoraggi mediante tiranti attivi.
 Si considerano i seguenti dati di input:

Tabella 11-10: Input verifica tiranti attivi

Profondità totale di ancoraggio	l _t	12 m
Lunghezza bulbo	l _b	8 m
Diametro tirante	d	240 mm
Altezza terreno soprastante	h	10 m
Peso specifico terreno	γ	20 kN/m ³
Fattore di amplificazione per diametro efficace		1.5
Angolo di attrito tirante-terreno	Φ	38°

Area laterale per ogni metro di infissione:

$$2p = 0.24 * 1.5 * \pi = 1.13 \text{ m}^2/\text{m}$$

Pressione per ogni metro di infissione:

$$\tau = 10 * 20 * \tan(38) = 156 \text{ kPa}$$

Resistenza per ogni metro di infissione:

$$r = 2p * \tau = 156 * 1.13 = 176 \text{ kN/m}$$

Resistenza ultima totale:

$$R_u = r * l_b = 176 * 9 = 1584 \text{ kN}$$

Resistenza di calcolo:

$$R_d = 1408/2.5 = 634 \text{ kN}$$

La resistenza di calcolo risulta superiore al tiro esercitato sull'ancoraggio, con coefficiente moltiplicativo di 1.5, pari a 530 kN (paragrafo 11.2). La verifica è quindi soddisfatta.

11.5. FENOMENI AEROELASTICI

Sono stati valutati in forma preliminare i fenomeni aeroelastici. Sono stati considerati i cavi sottoposti all'azione del vento di progetto. La forma circolare dei cavi attenua gli effetti potenziali di tale azioni. In ogni caso la eventuale instabilità è legata alla massa del cavo che risulta modesta, avendo considerato i cavi in nylon.

Potenziati miglioramenti possono essere conseguiti con l'impiego di masse galleggianti collegati ai cavi che si attivano nel momento in cui il cavo si allontana dall'acqua.

Queste valutazioni dovranno essere ripetute ed approfondite nelle fasi successive di progettazione a fronte di un'analisi fluidodinamica più dettagliata.



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

1 di/of 93

RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE DEL SISTEMA DI ANCORAGGIO

APPENDICE

1. SPOSTAMENTI

1.1. CONDIZIONE DI MASSIMO INVASO

Si riportano nel paragrafo seguente gli spostamenti nelle direzioni X e Y globali e la risultante degli spostamenti nelle due direzioni, per la condizione di massimo invaso.

1.1.1. VENTO SPIRANTE DA NORD A SUD

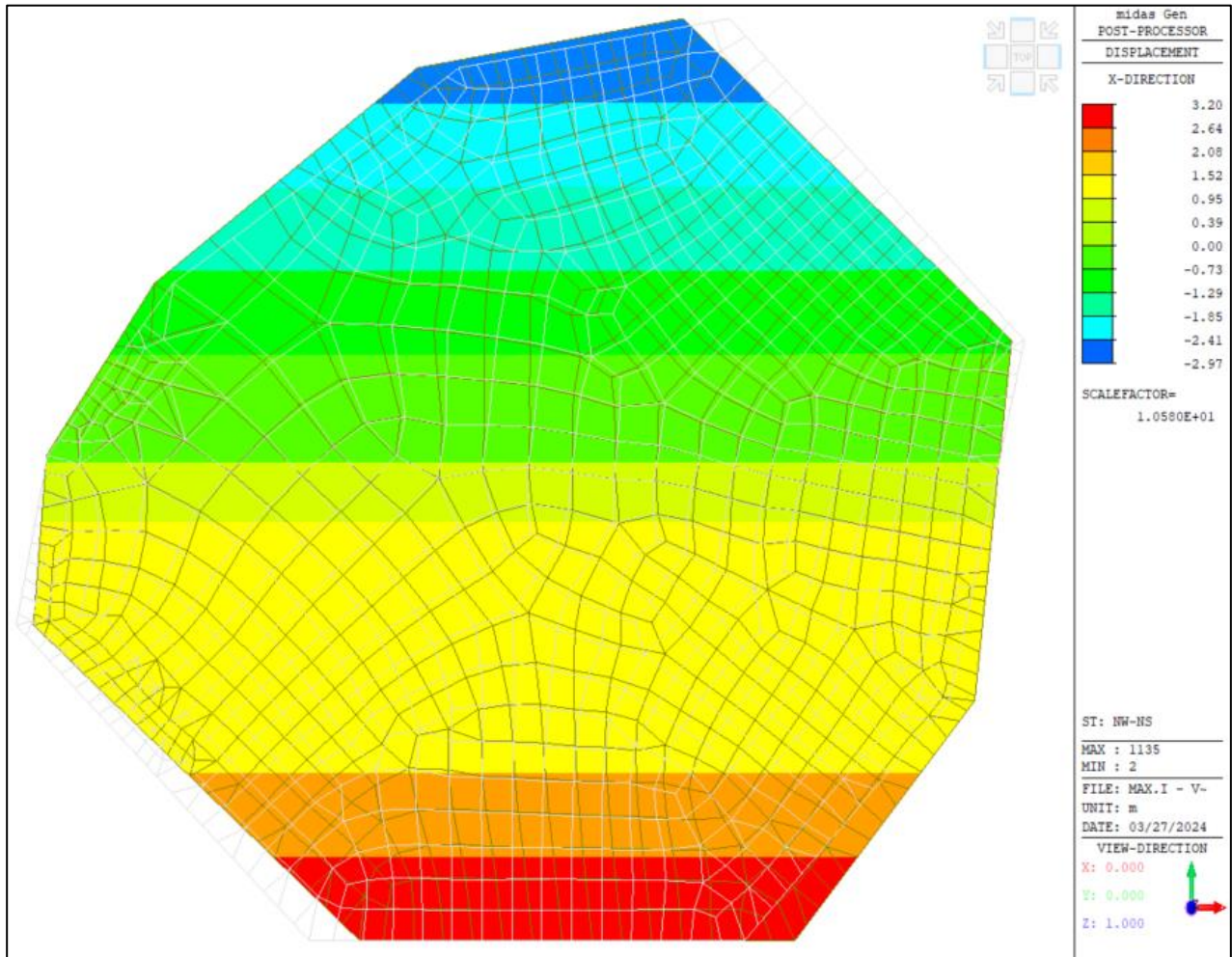


Figura 1-1 Vento da Nord a Sud – Spostamenti direzione X

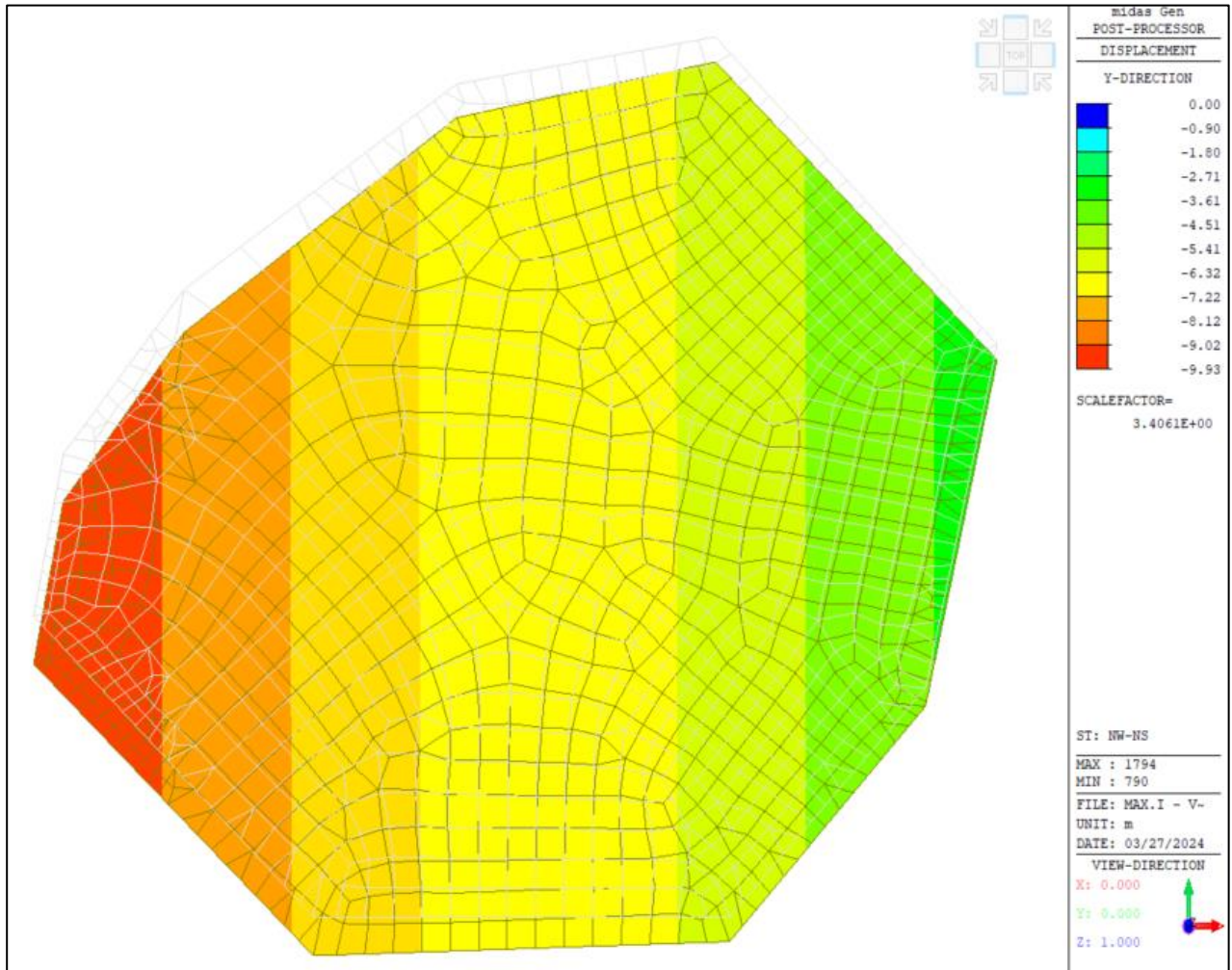


Figura 1-2 Vento da Nord a Sud – Spostamenti direzione Y

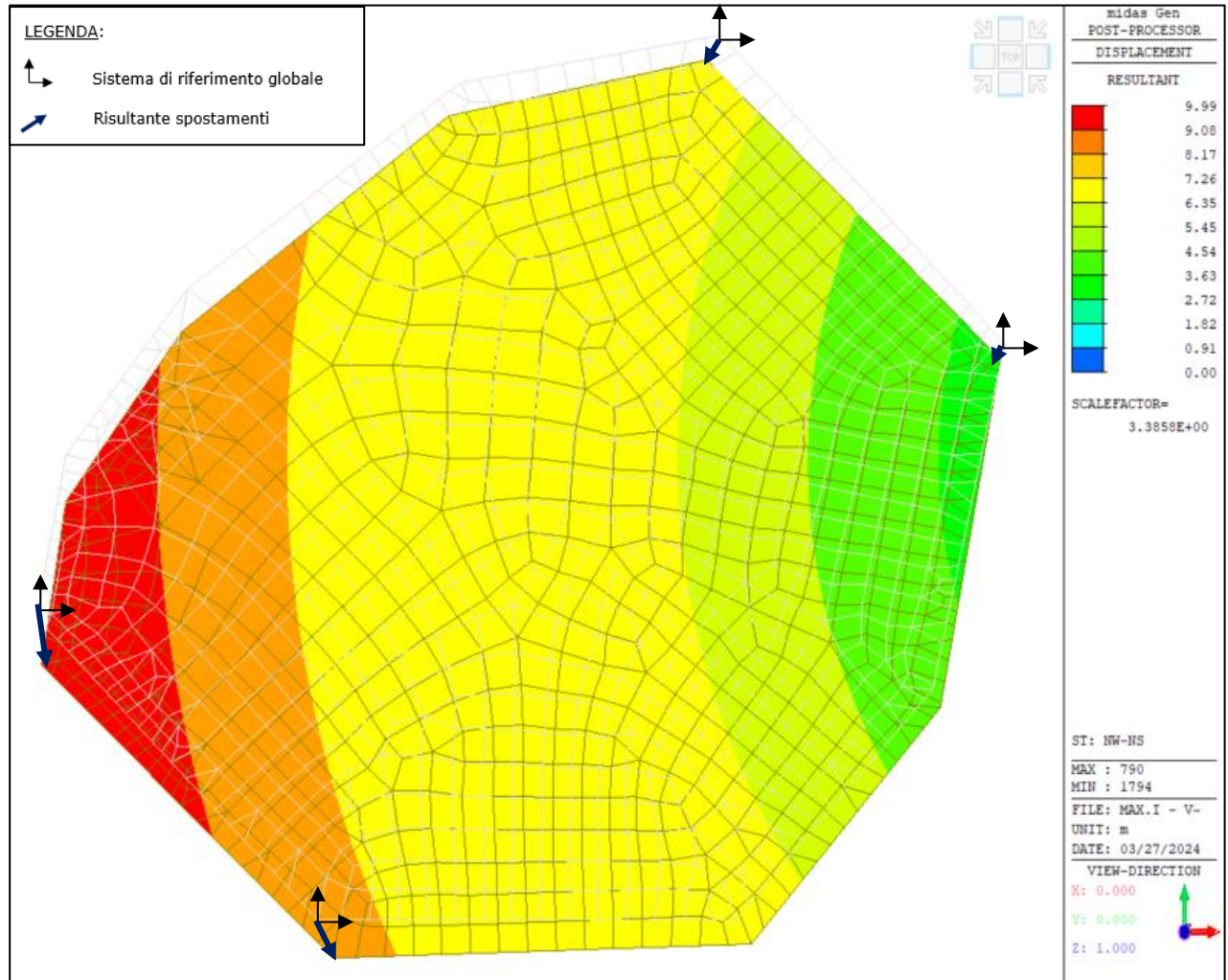


Figura 1-3 Vento da Nord a Sud – Risultante spostamenti

1.1.2. VENTO SPIRANTE DA SUD A NORD

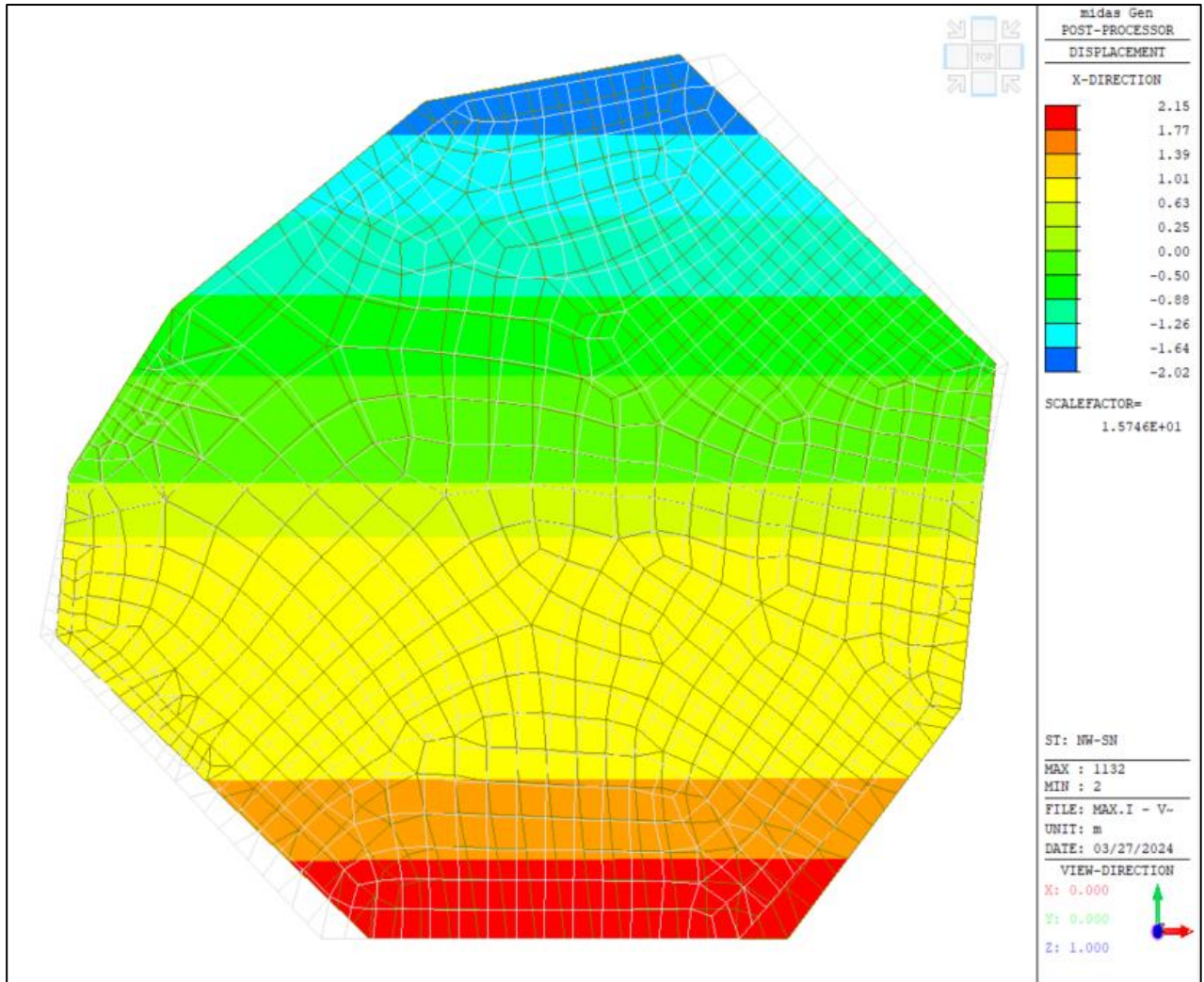


Figura 1-4 Vento da Sud a Nord – Spostamenti direzione X

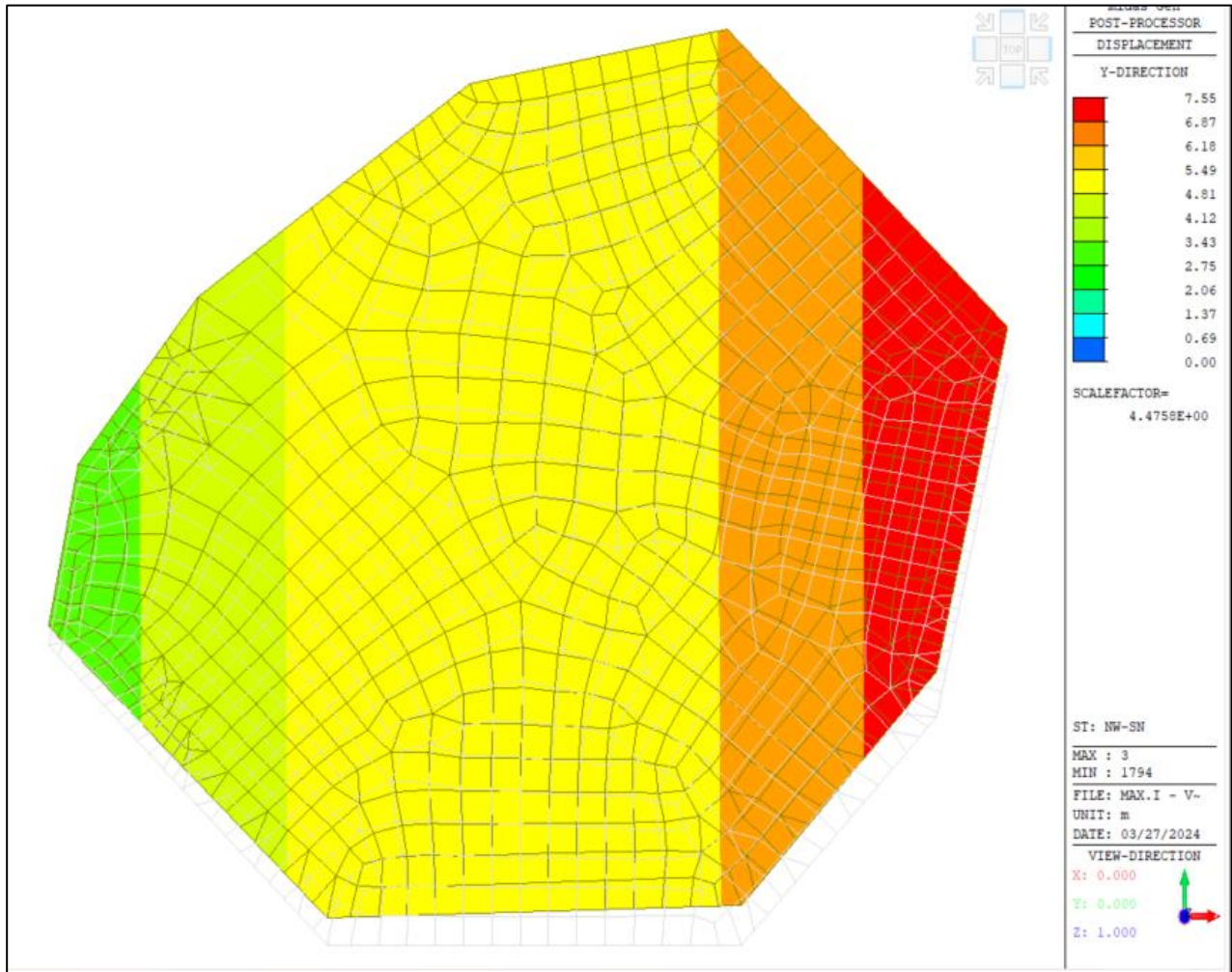


Figura 1-5 Vento da Sud a Nord – Spostamenti direzione Y

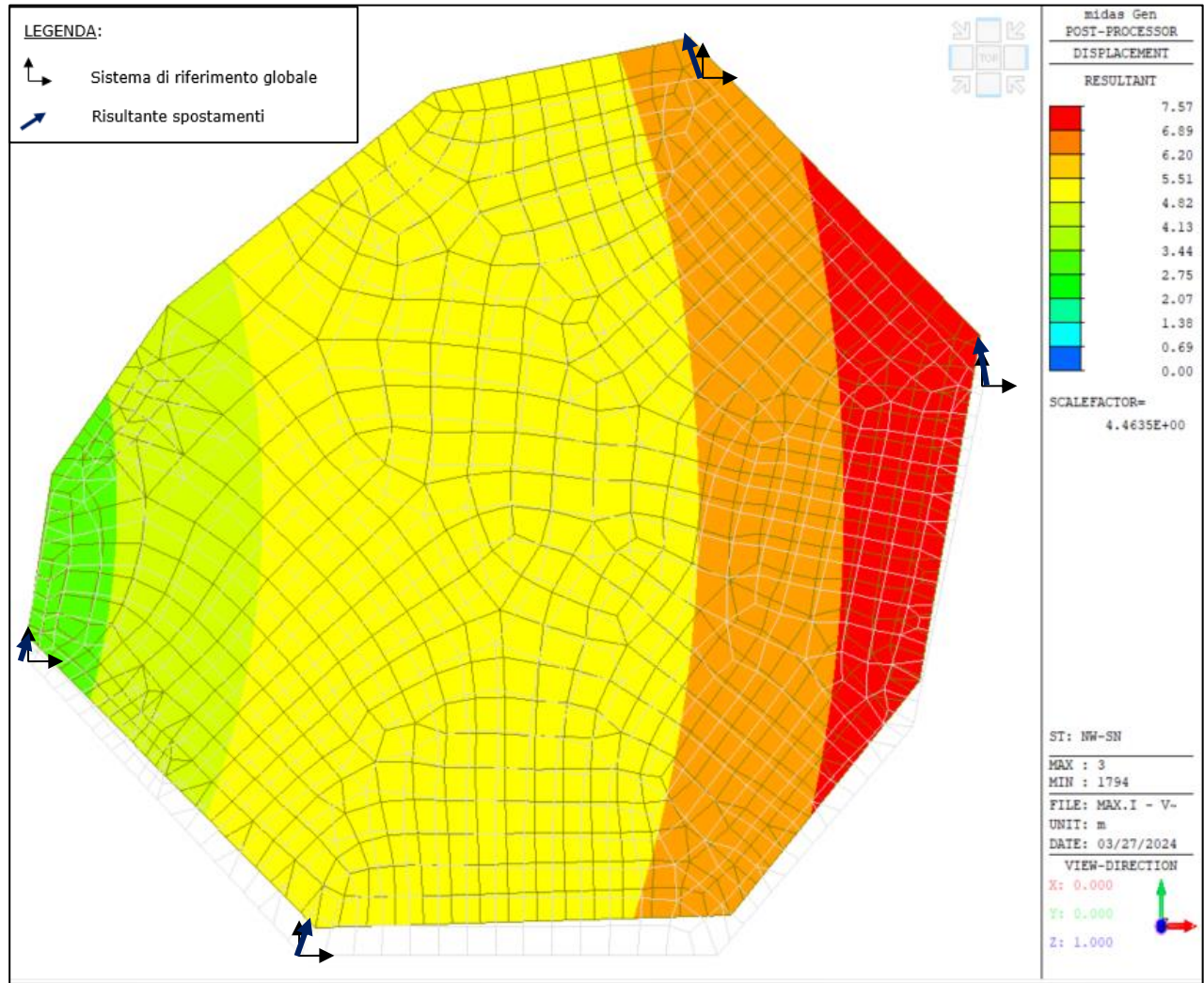


Figura 1-6 Vento da Sud a Nord – Risultante spostamenti

1.1.3. VENTO SPIRANTE DA EST AD OVEST

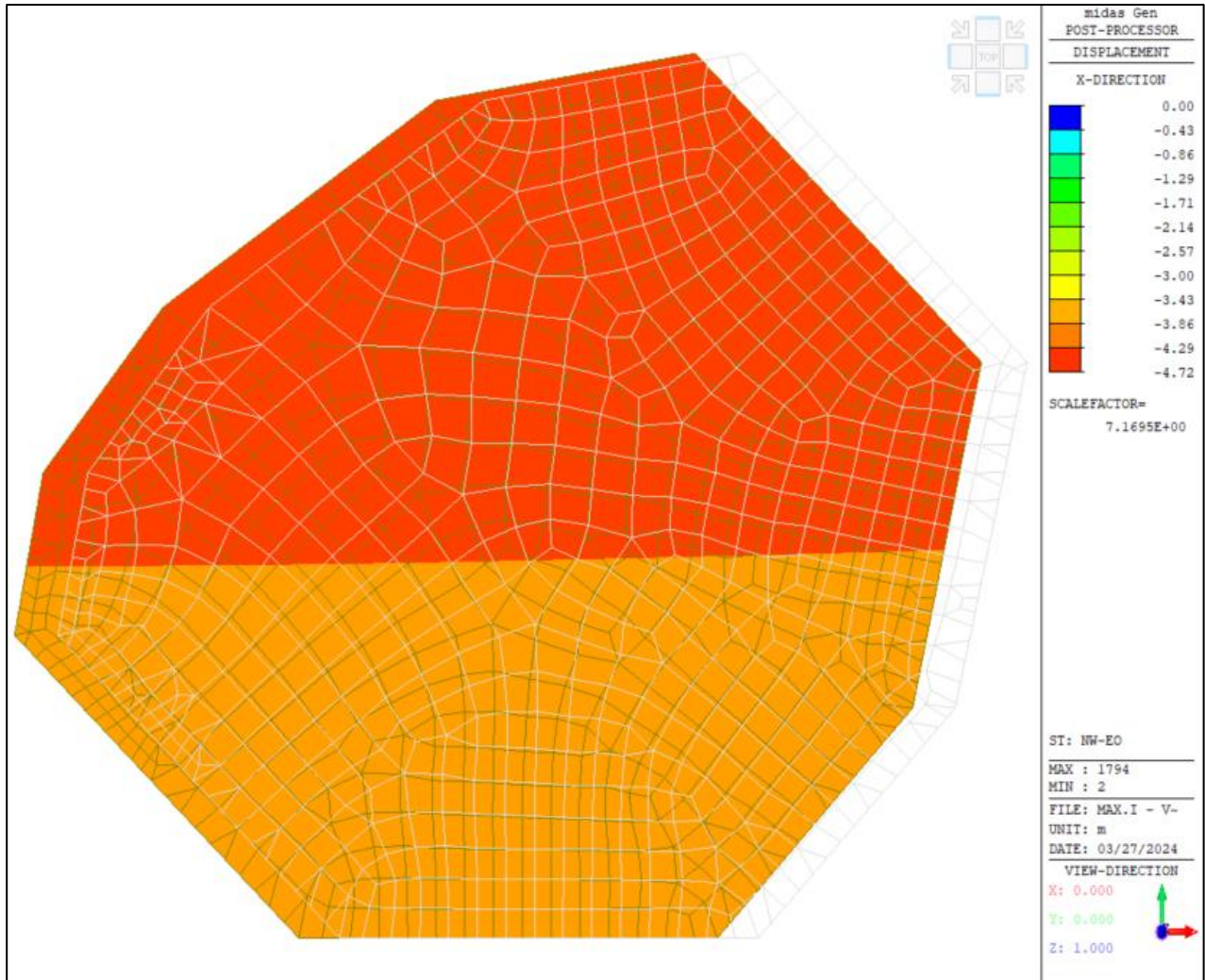


Figura 1-7 Vento da Est ad Ovest – Spostamenti direzione X

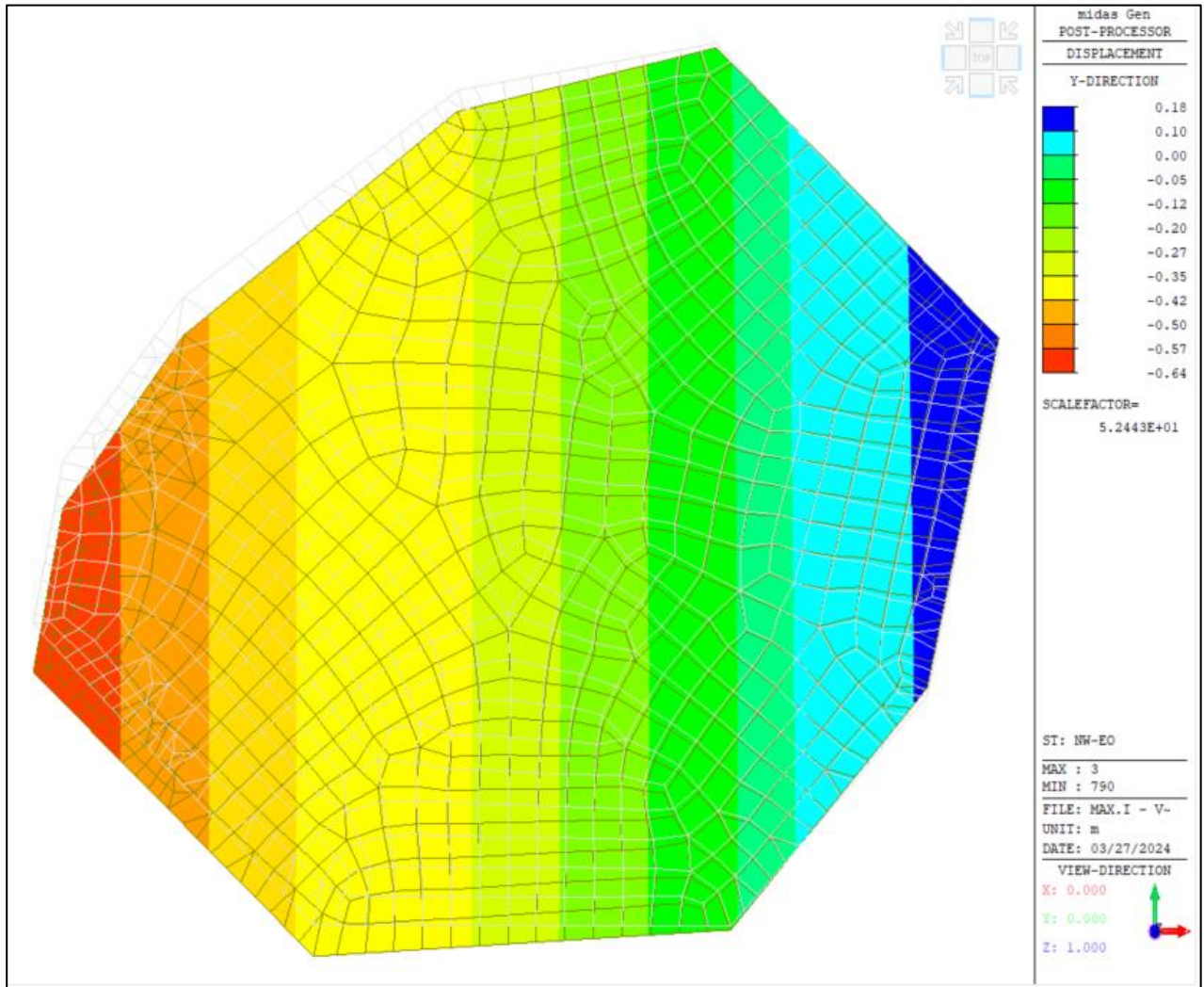


Figura 1-8 Vento da Est ad Ovest – Spostamenti direzione Y

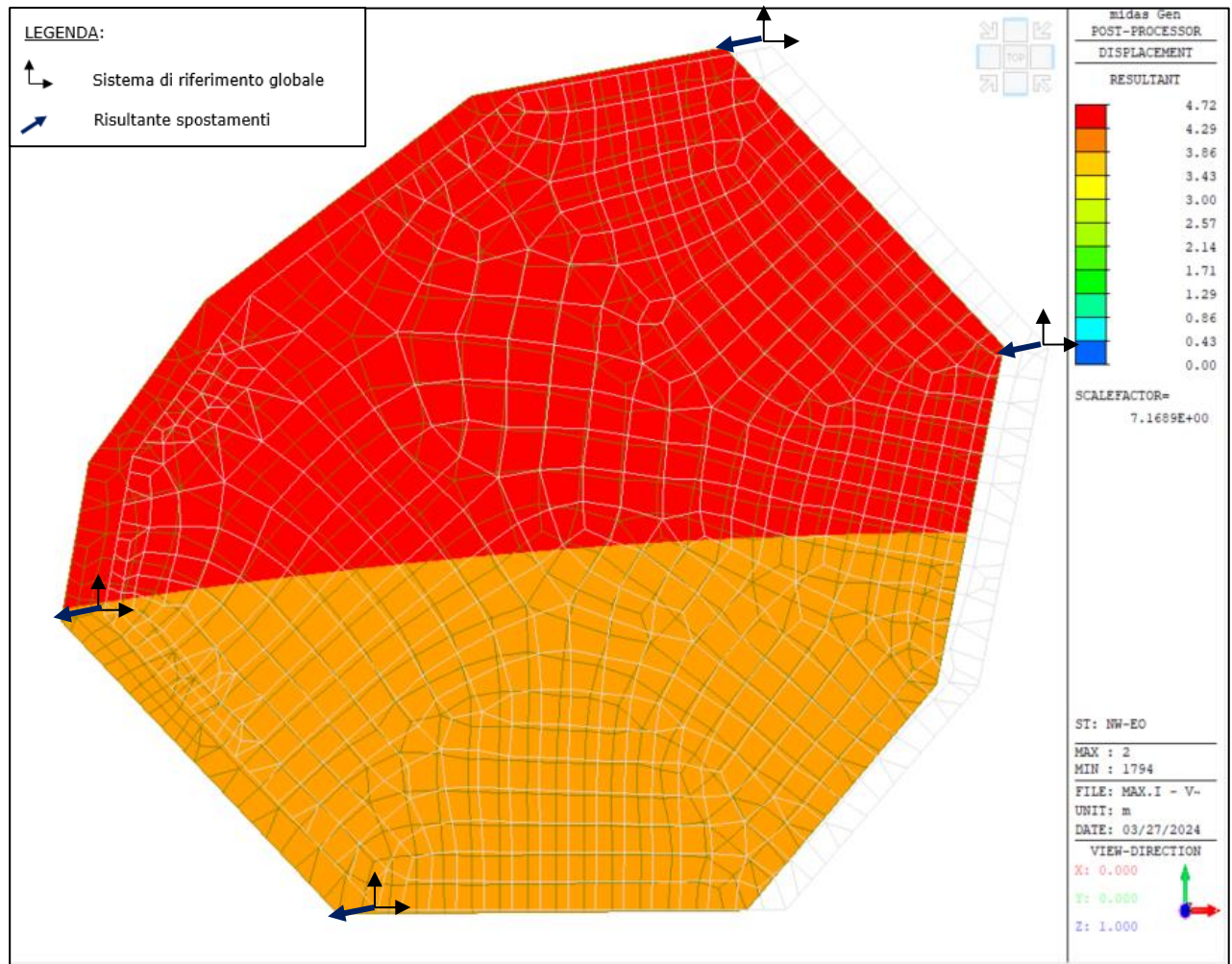


Figura 1-9 Vento da Est ad Ovest – Risultante spostamenti

1.1.4. VENTO SPIRANTE DA OVEST AD EST

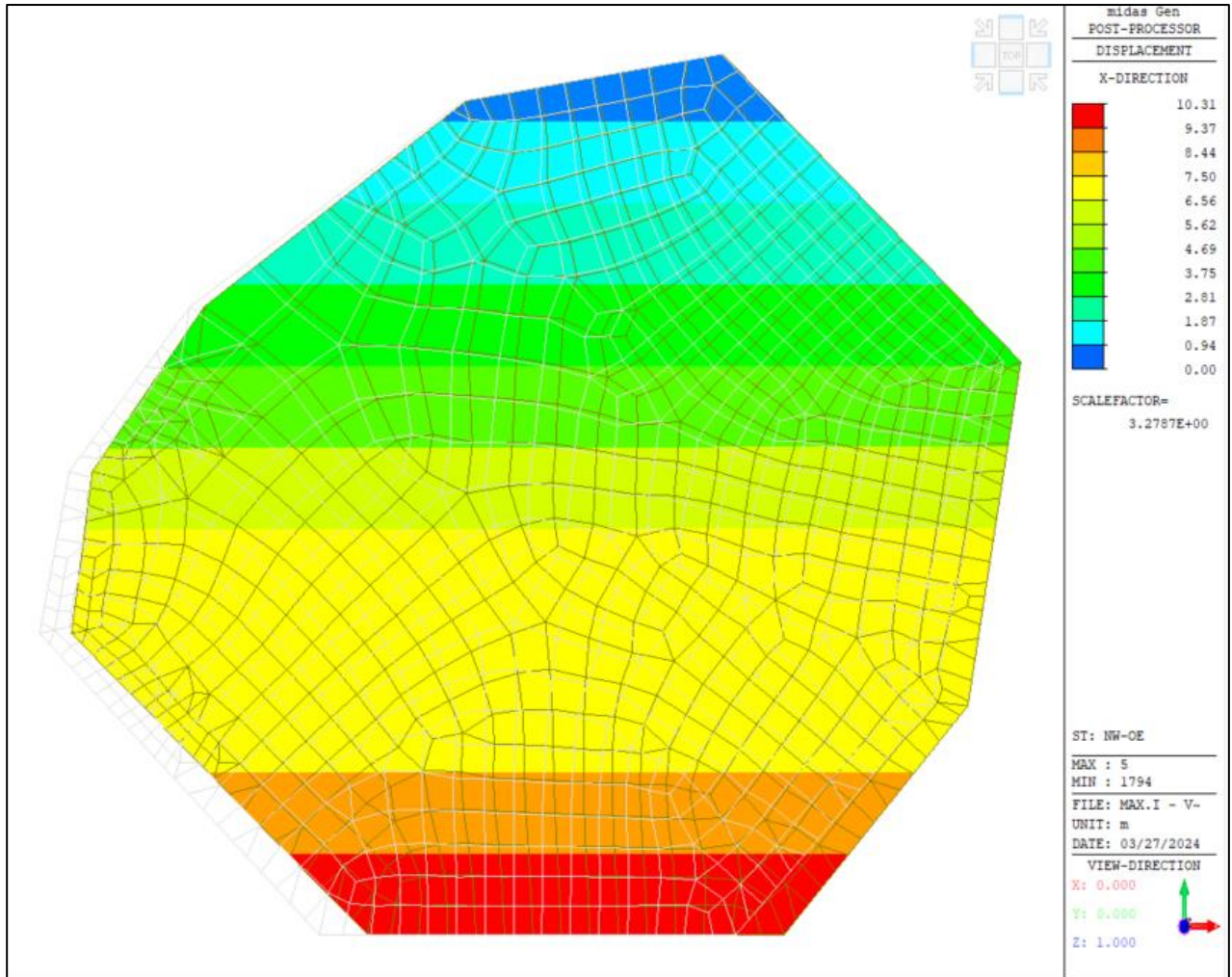


Figura 1-10 Vento da Ovest ad Est – Spostamenti direzione X

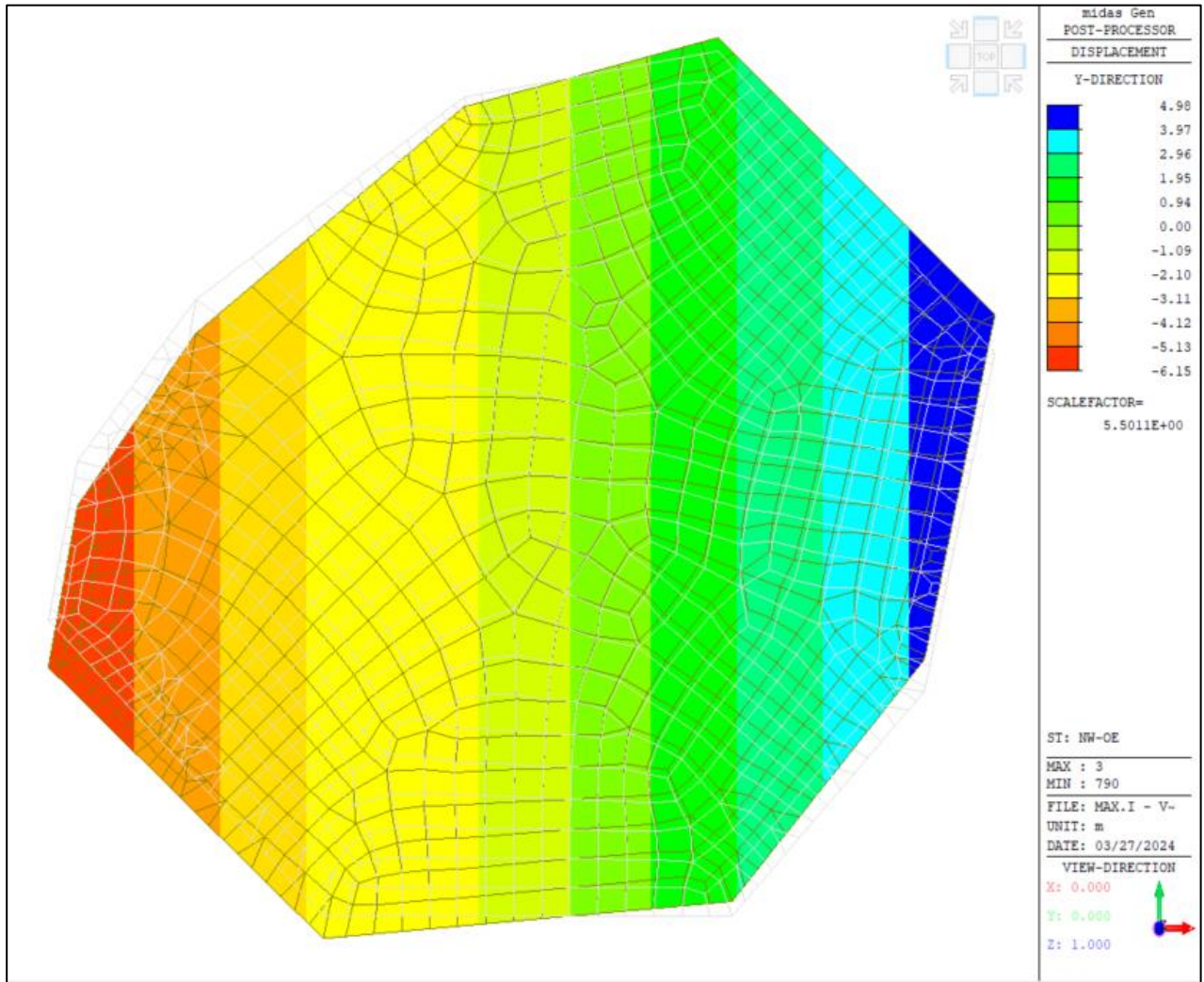


Figura 1-11 Vento da Ovest ad Est – Spostamenti direzione Y

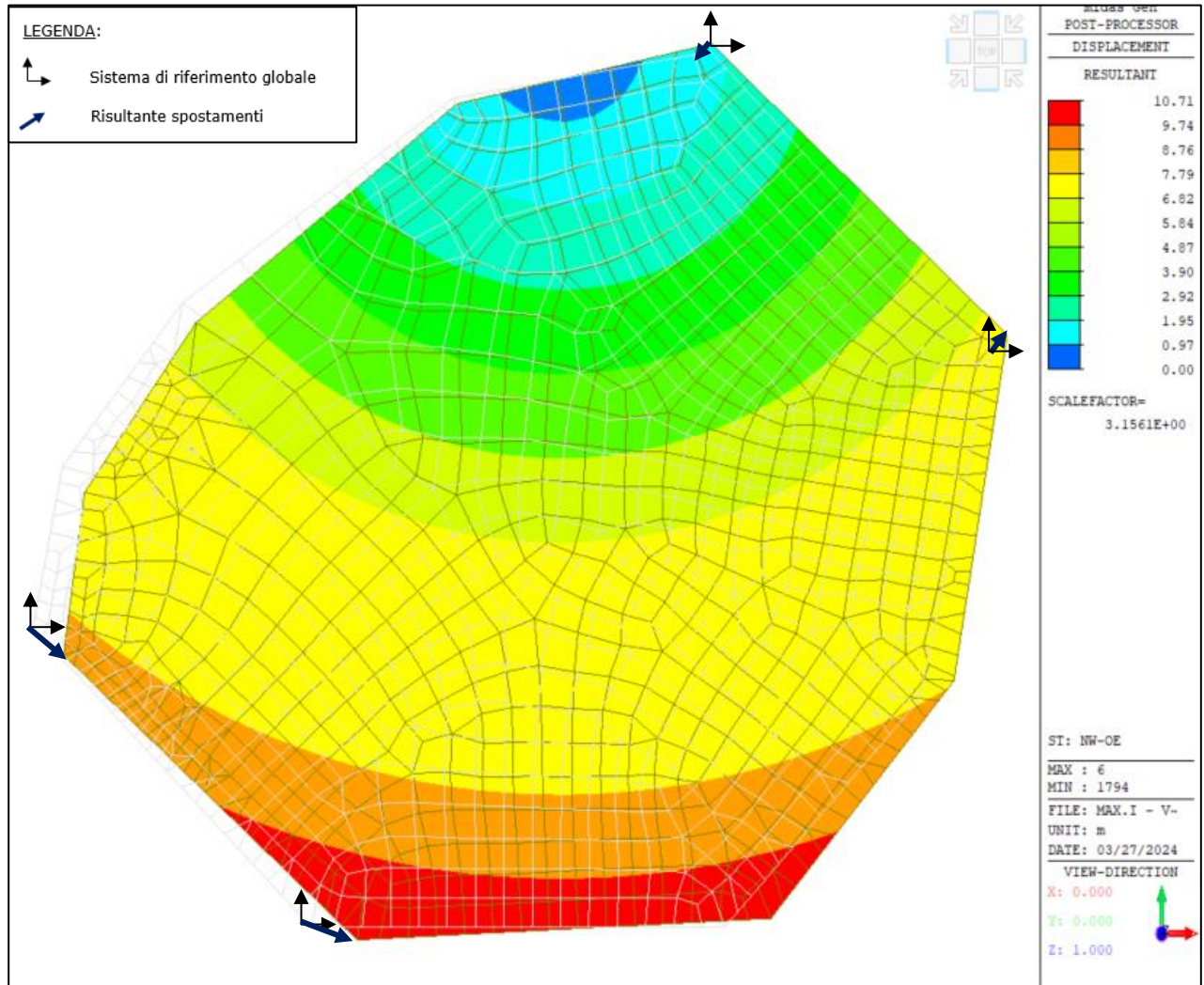


Figura 1-12 Vento da Ovest ad Est – Risultante spostamenti

1.2. CONDIZIONE DI MINIMO INVASO

Si riportano nel paragrafo seguente gli spostamenti nelle direzioni X e Y globali e la risultante degli spostamenti nelle due direzioni, per la condizione di minimo invaso.

1.2.1. VENTO SPIRANTE DA NORD A SUD

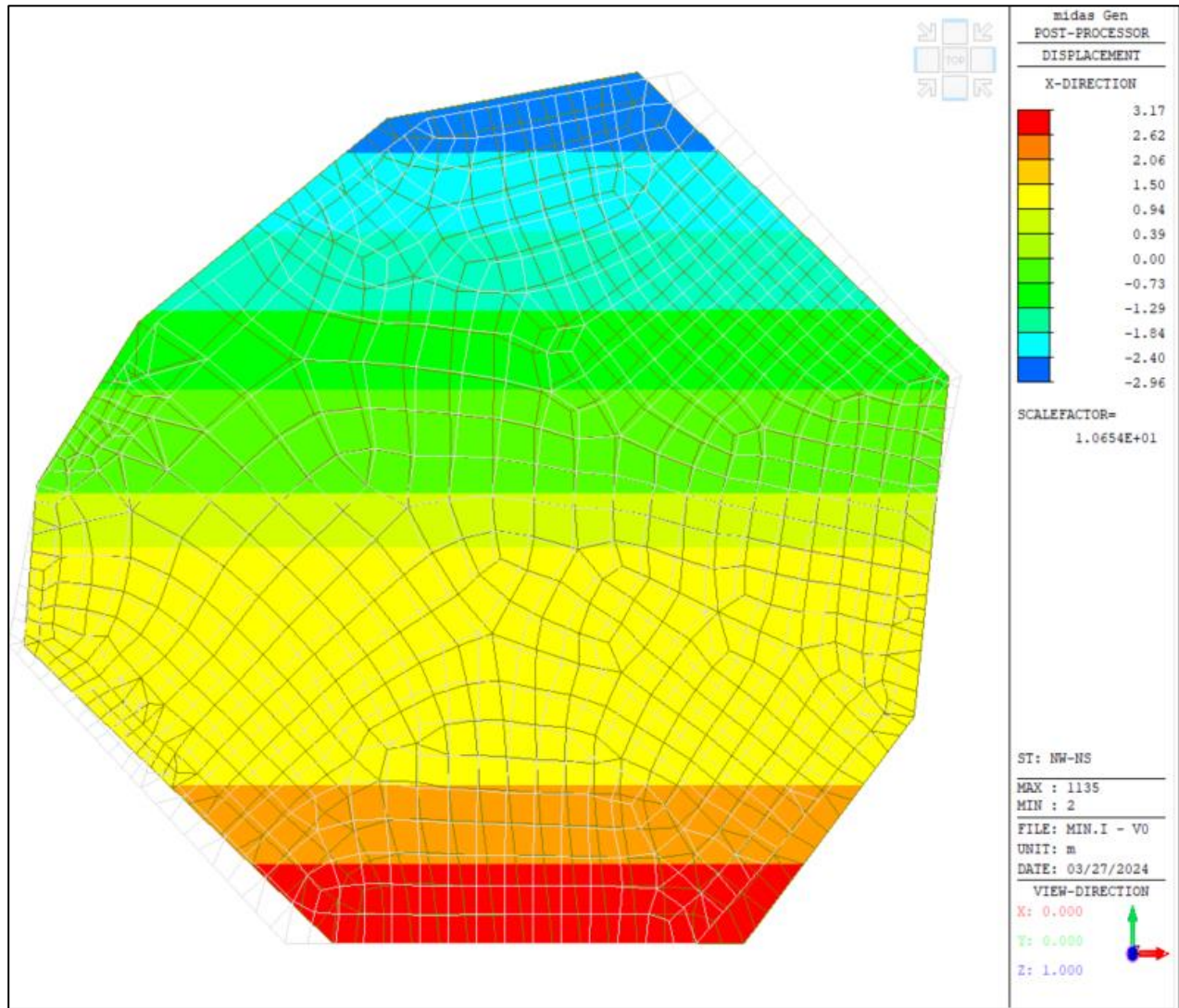


Figura 1-13 Vento da Nord a Sud – Spostamenti direzione X

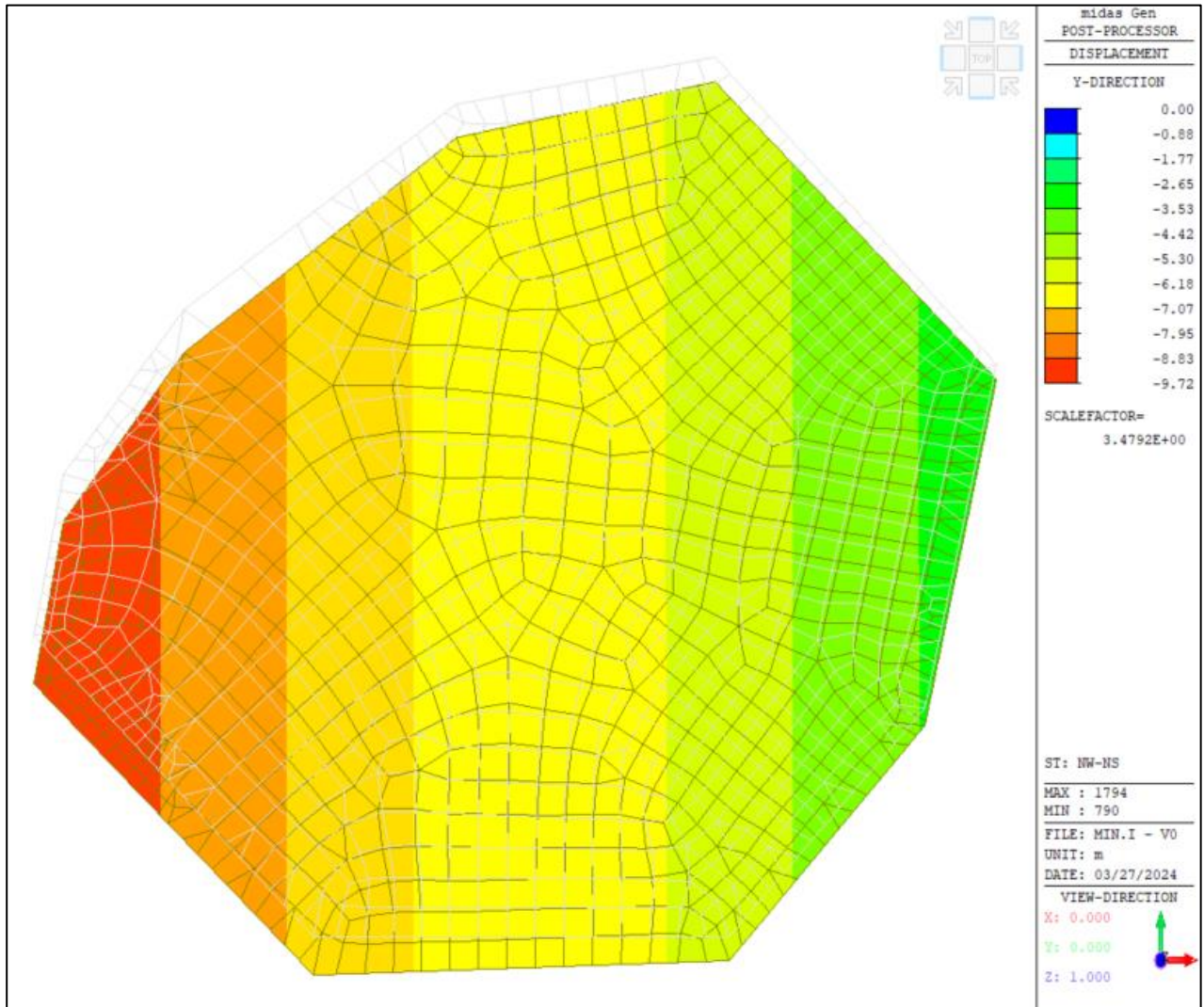


Figura 1-14 Vento da Nord a Sud – Spostamenti direzione Y

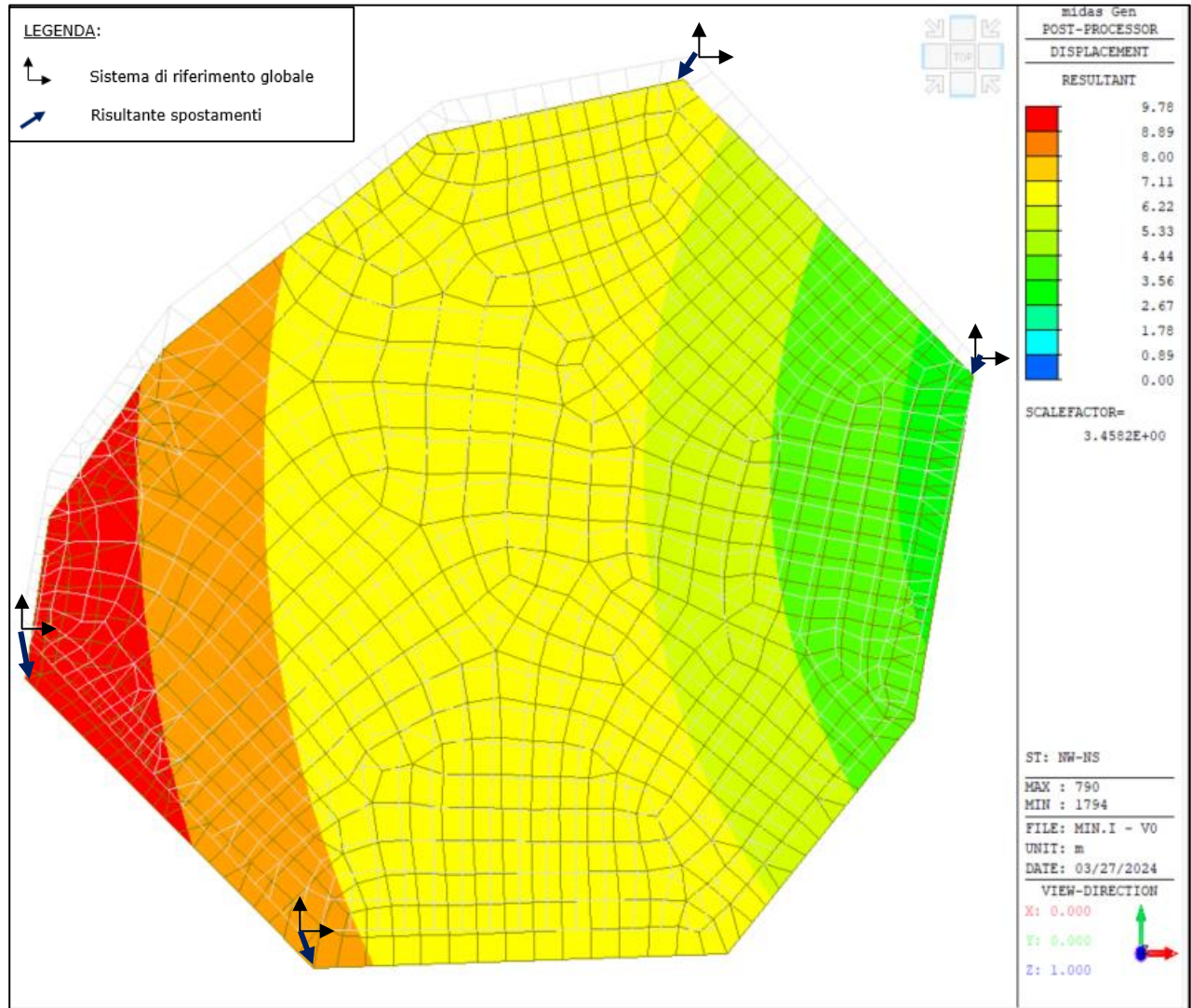


Figura 1-15 Vento da Nord a Sud – Risultante spostamenti

1.2.2. VENTO SPIRANTE DA SUD A NORD

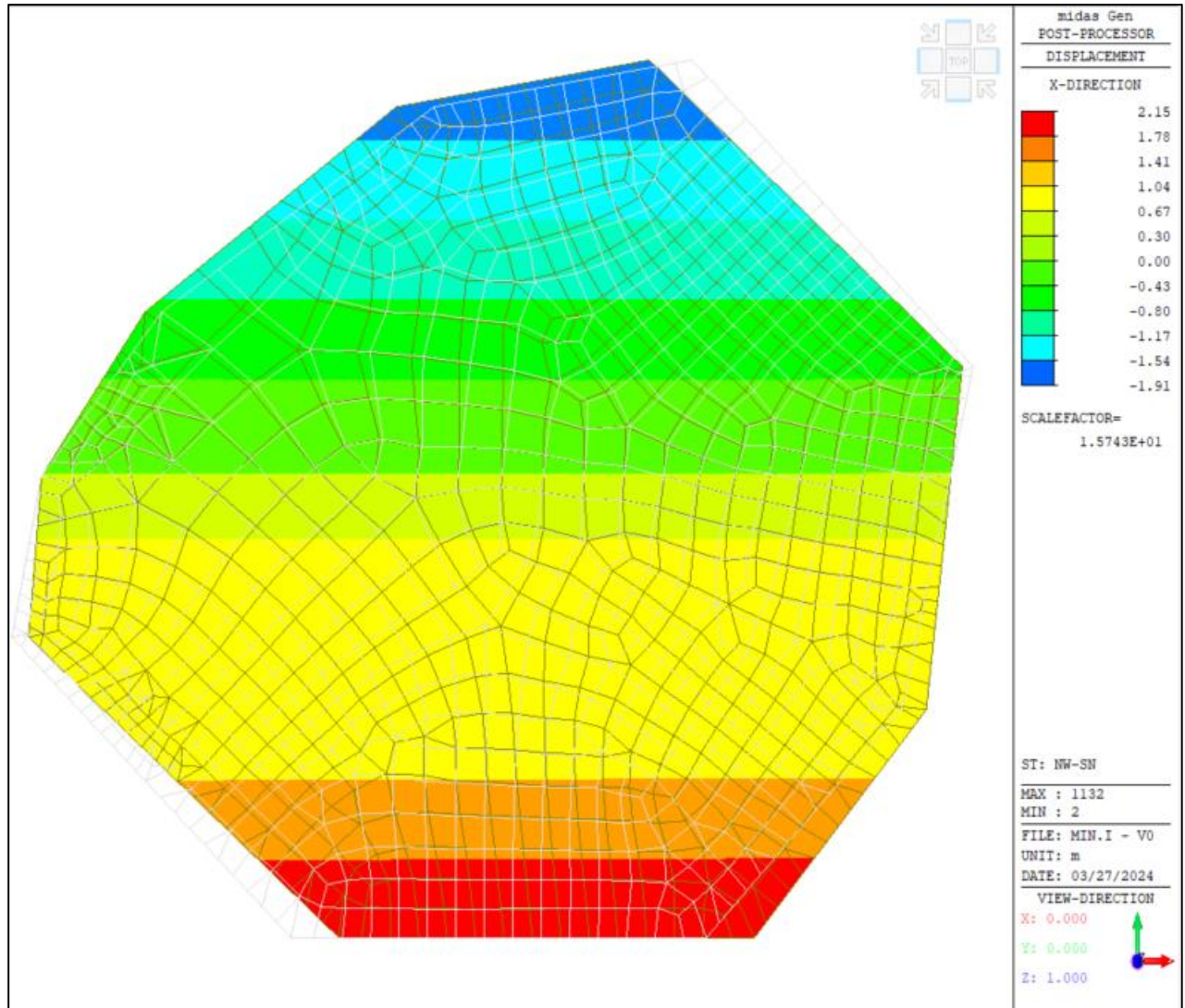


Figura 1-16 Vento da Sud a Nord – Spostamenti direzione X

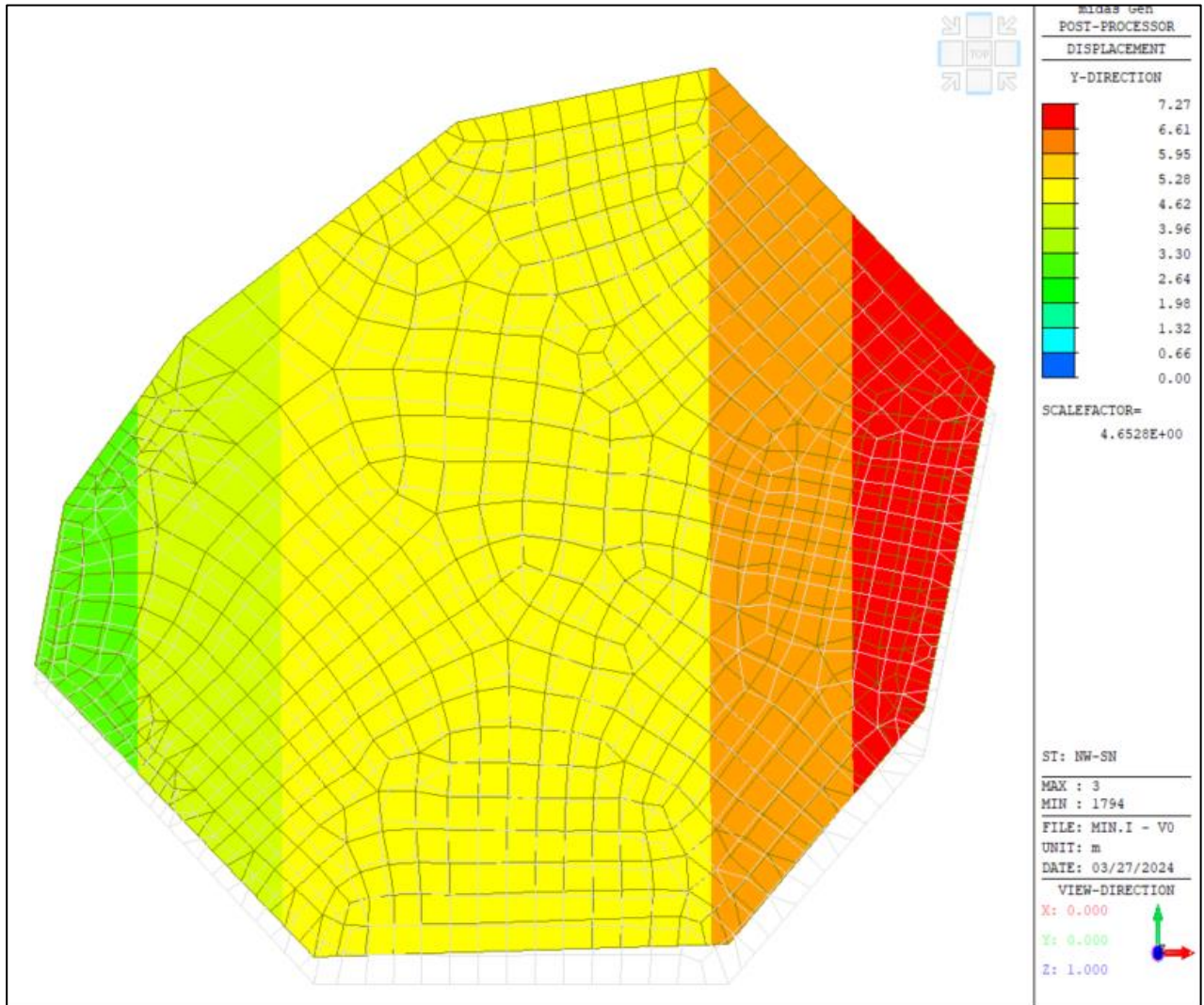


Figura 1-17 Vento da Sud a Nord – Spostamenti direzione Y

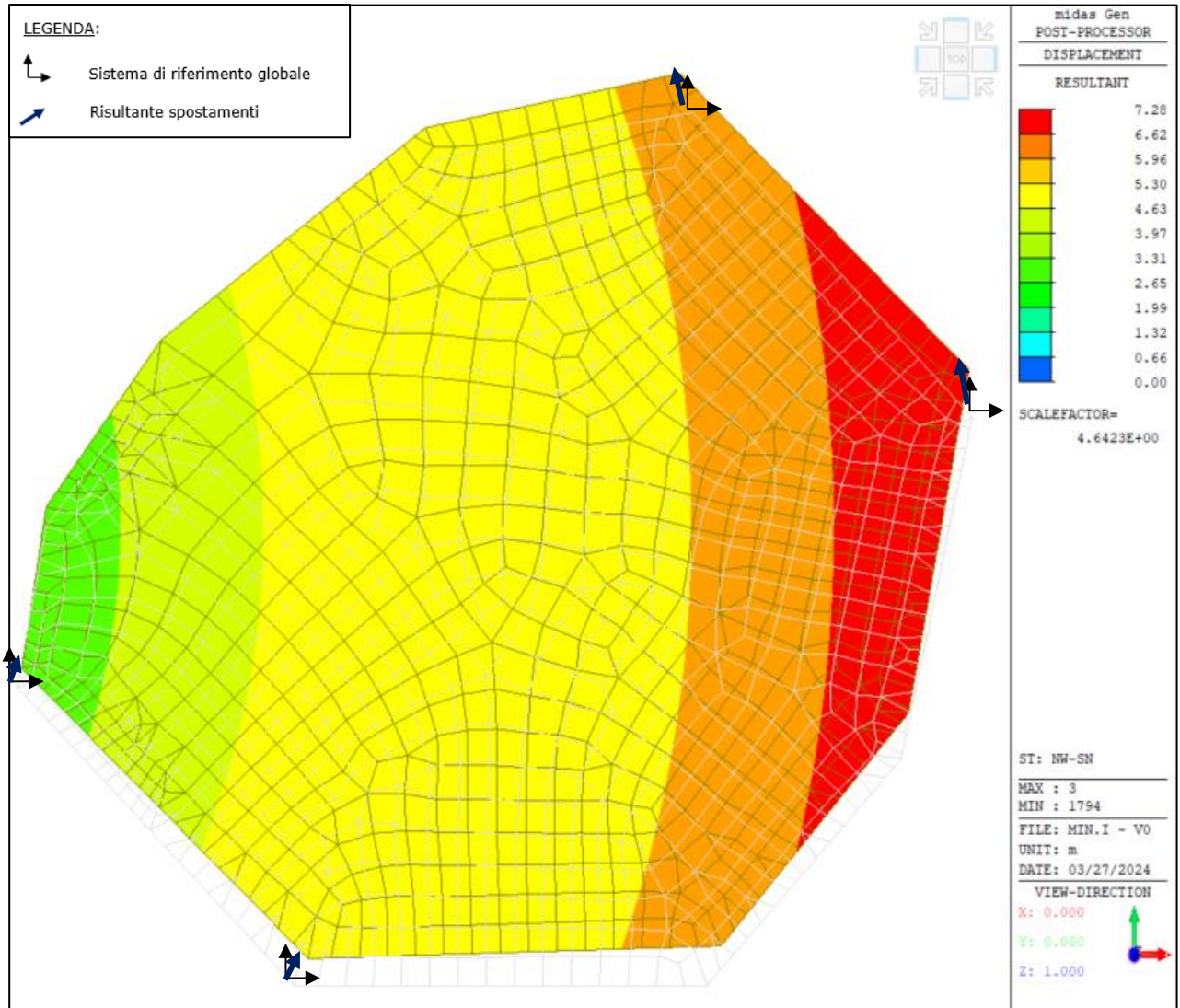


Figura 1-18 Vento da Sud a Nord – Risultante spostamenti

1.2.3. VENTO SPIRANTE DA EST AD OVEST

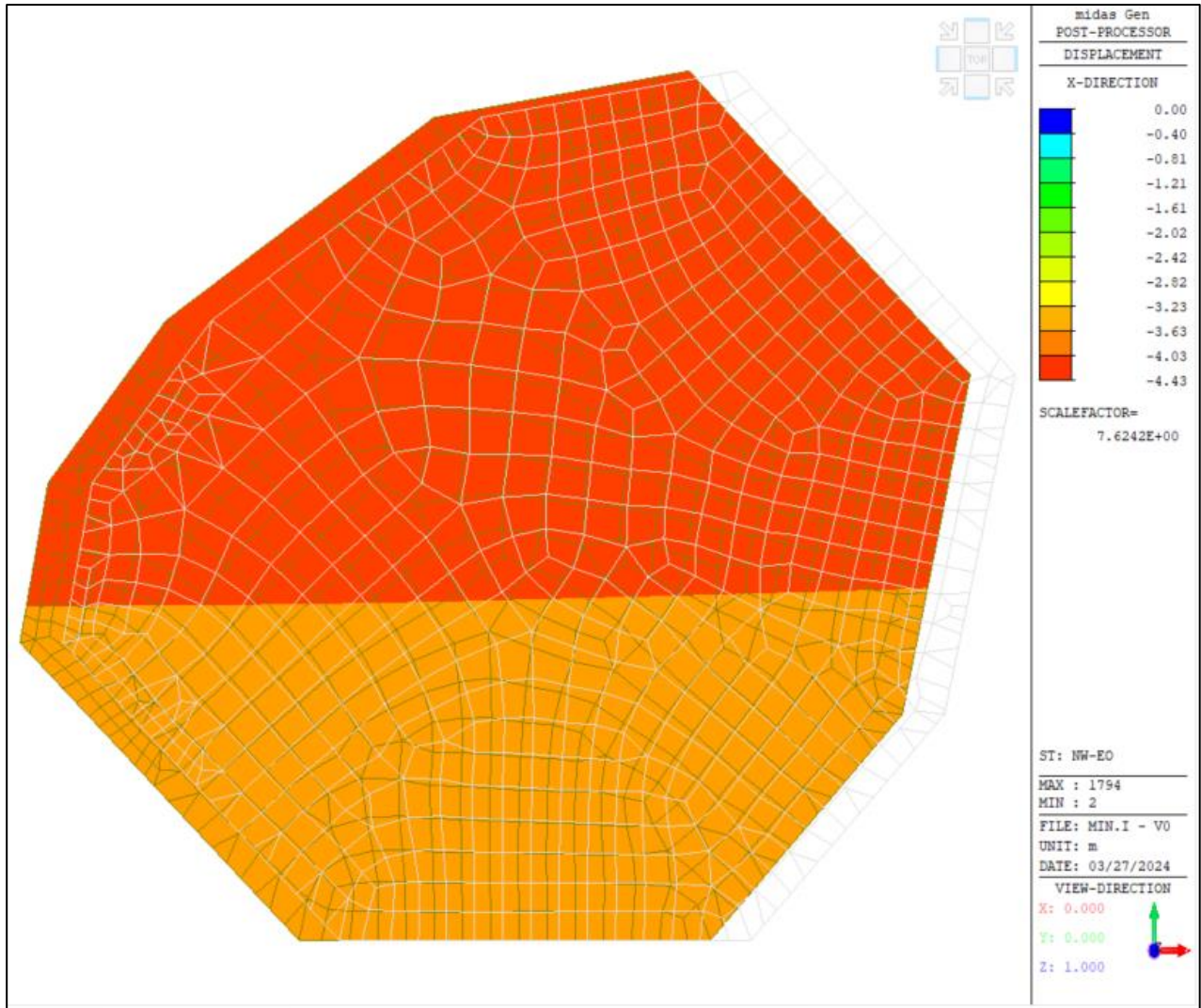


Figura 1-19 Vento da Est a Ovest – Spostamenti direzione X

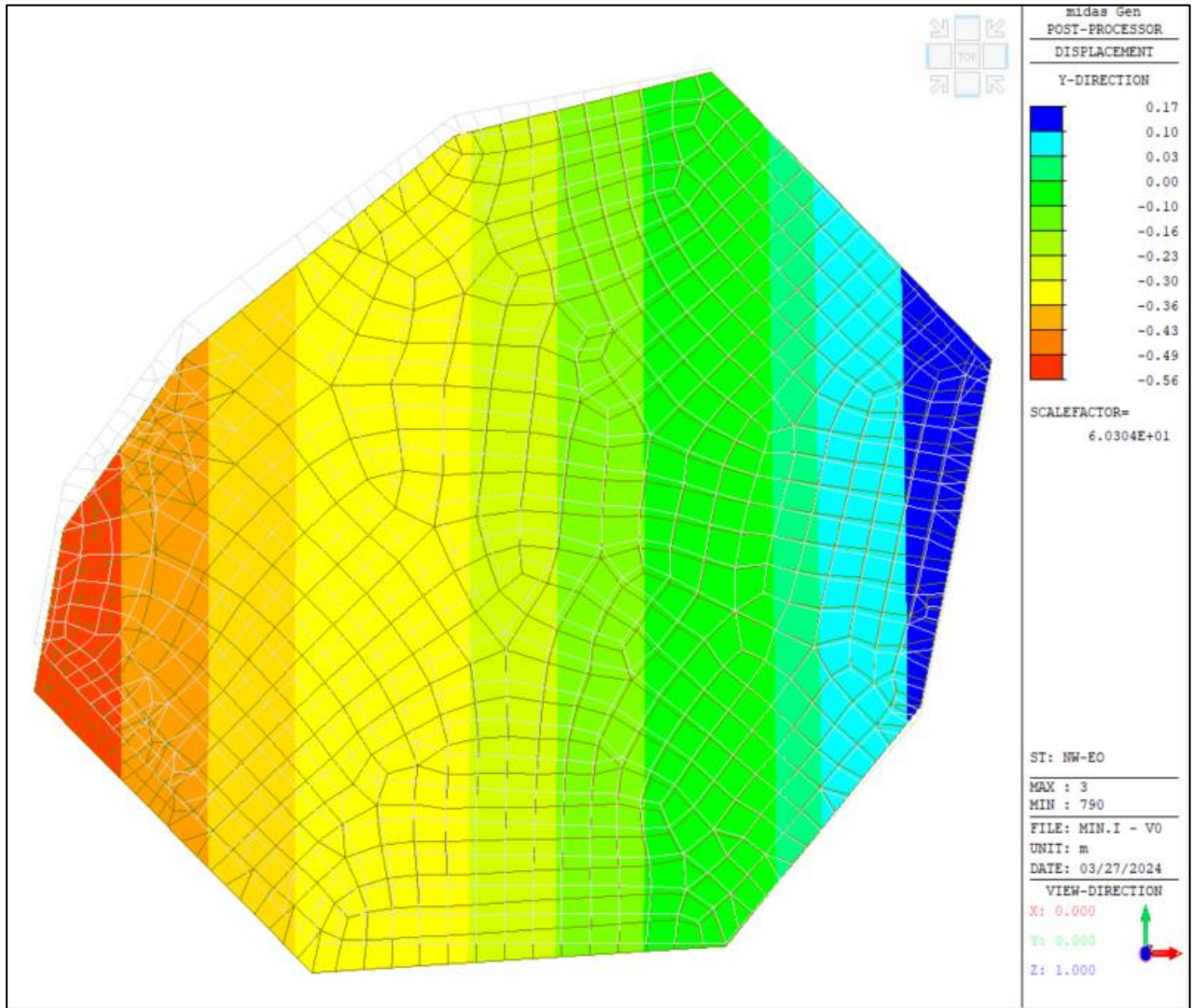


Figura 1-20 Vento da Est a Ovest – Spostamenti direzione Y

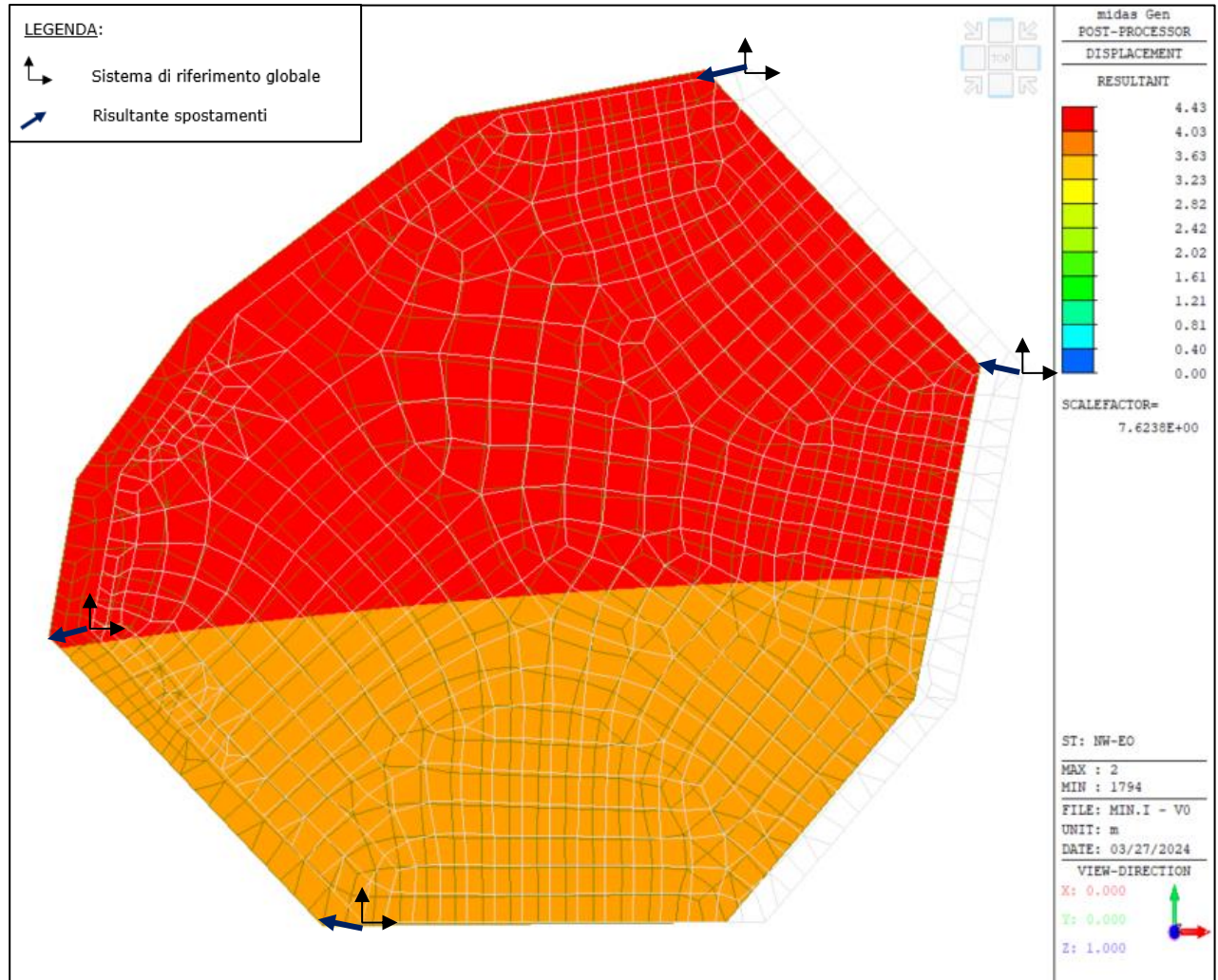


Figura 1-21 Vento da Est a Ovest – Risultante spostamenti

1.2.4. VENTO SPIRANTE DA OVEST AD EST

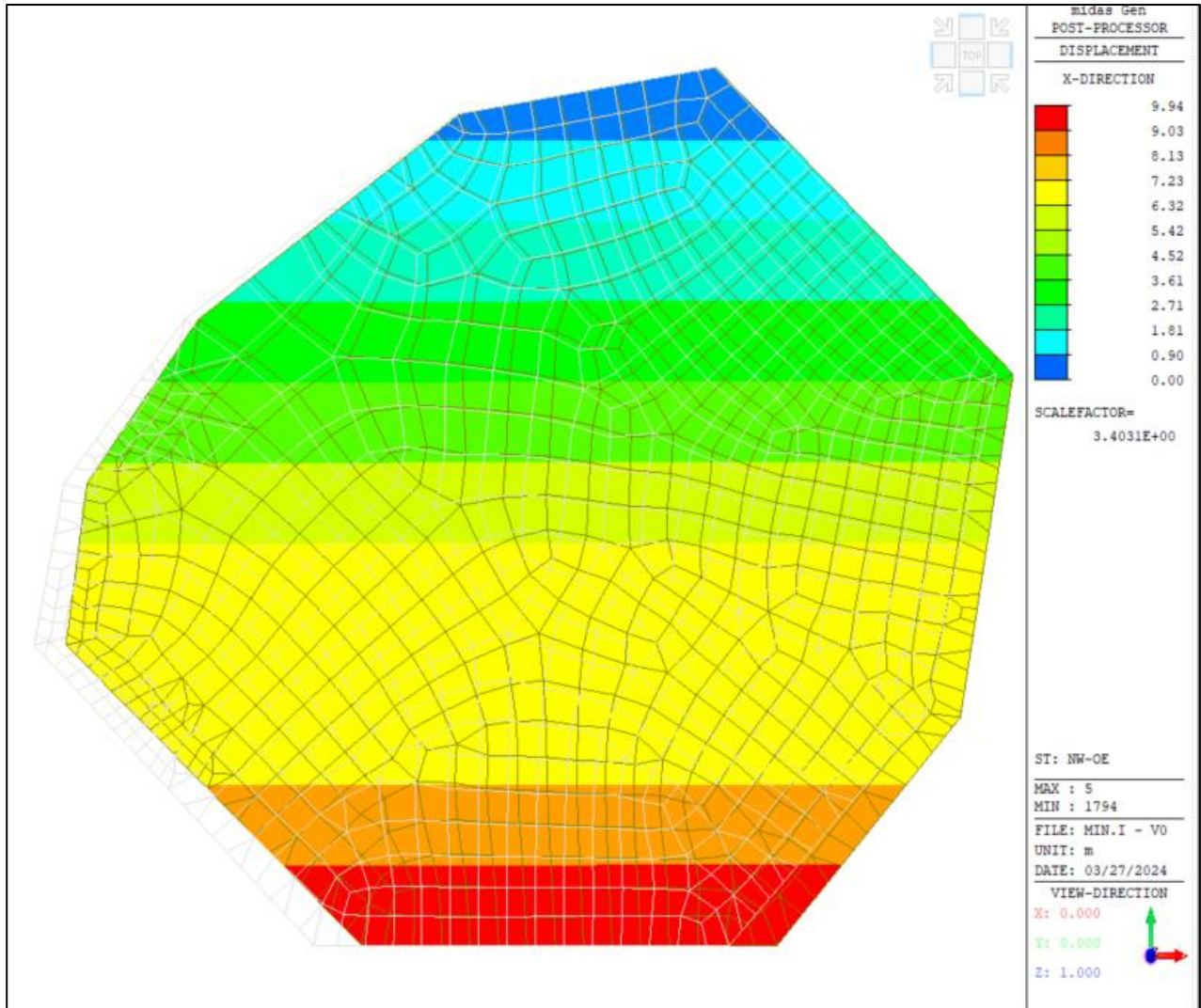


Figura 1-22 Vento da Ovest ad Est – Spostamenti direzione X

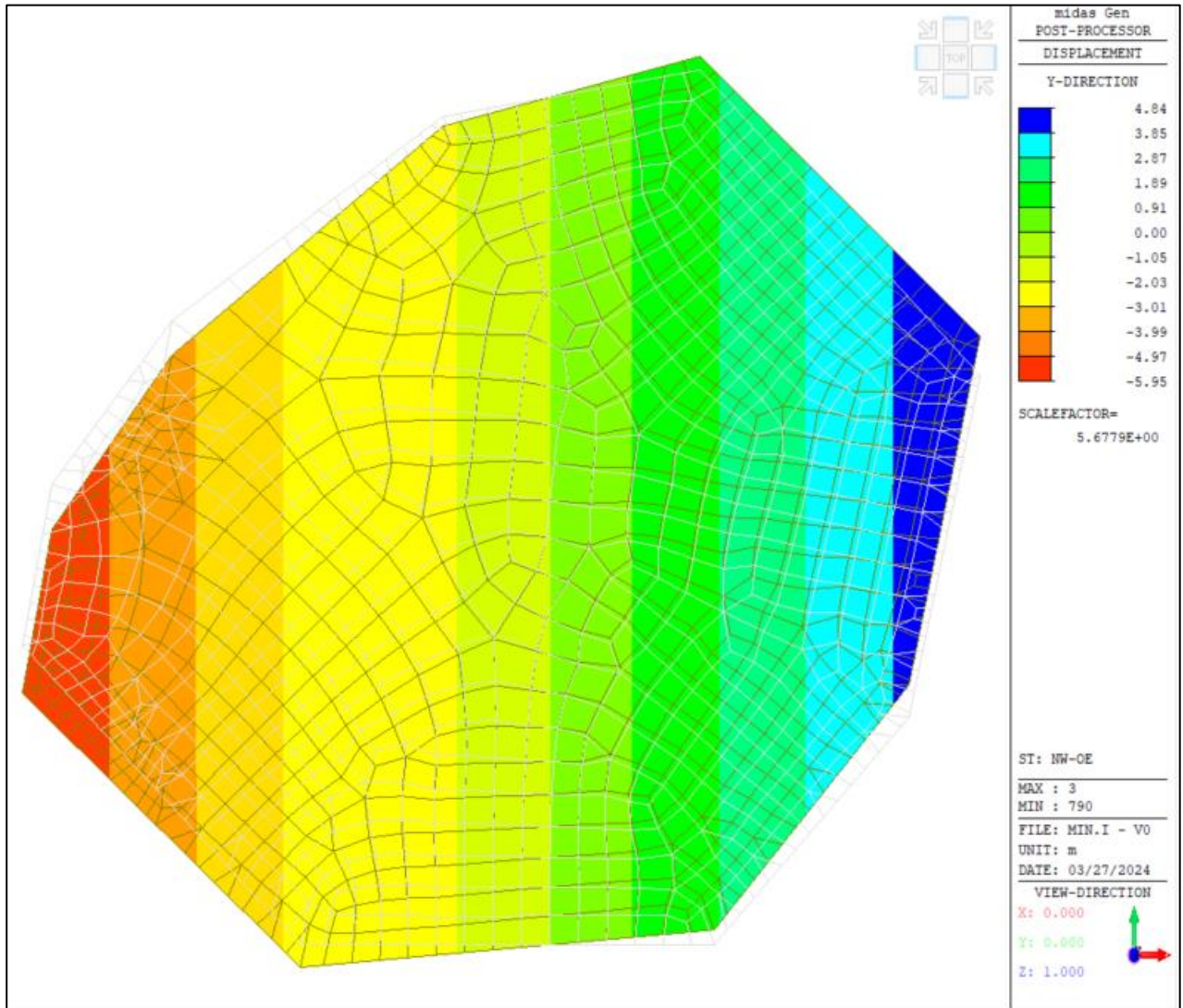


Figura 1-23 Vento da Ovest ad Est – Spostamenti direzione Y

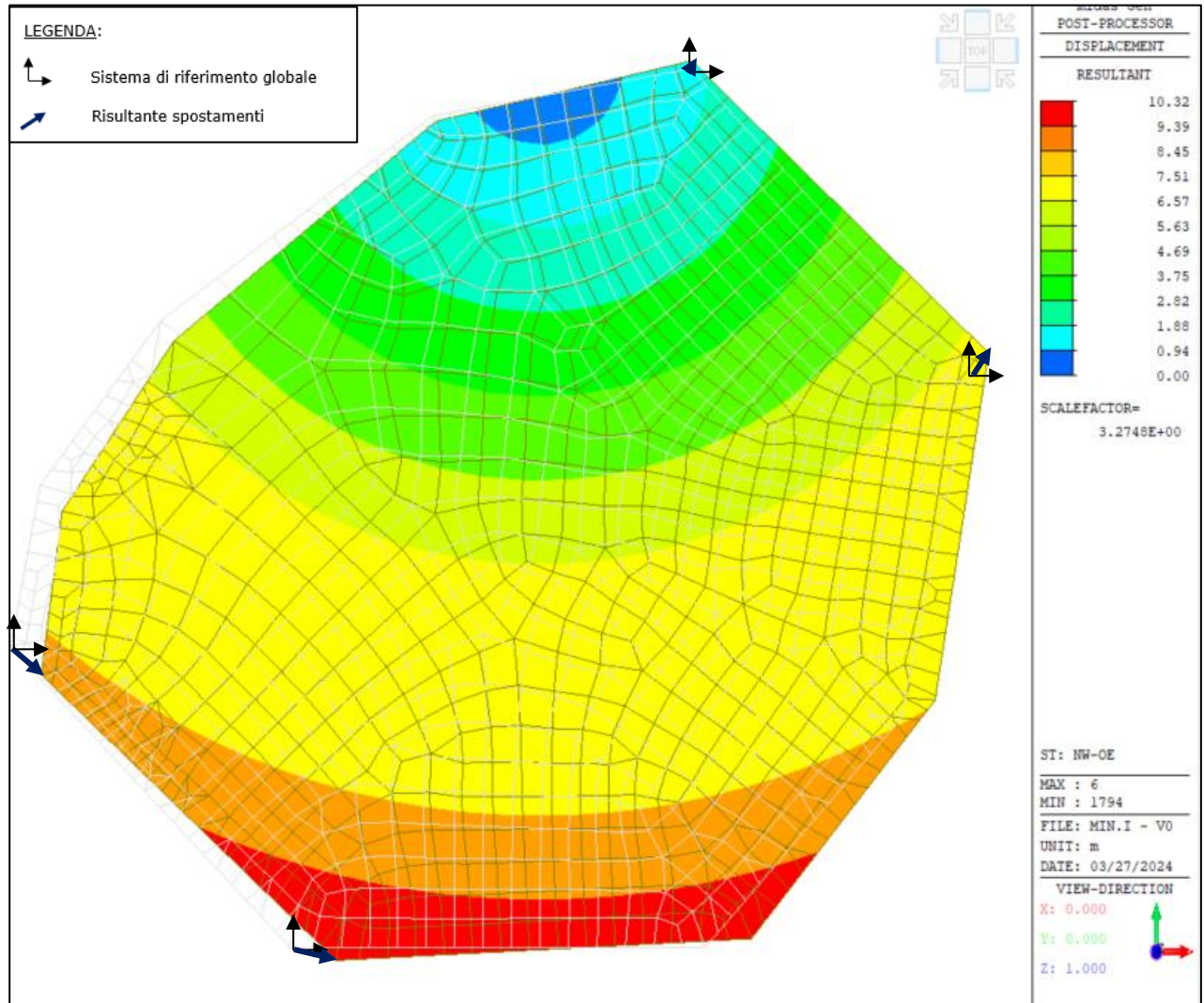


Figura 1-24 Vento da Ovest ad Est – Risultante spostamenti

2. TENSIONI PRINCIPALI NEL PIANO DELL'ISOLA FLOTTANTE

2.1. CONDIZIONE DI MASSIMO INVASO

Si riportano nel paragrafo seguente le tensioni principali di trazione e compressione, per la condizione di massimo invaso.

2.1.1. VENTO SPIRANTE DA NORD A SUD

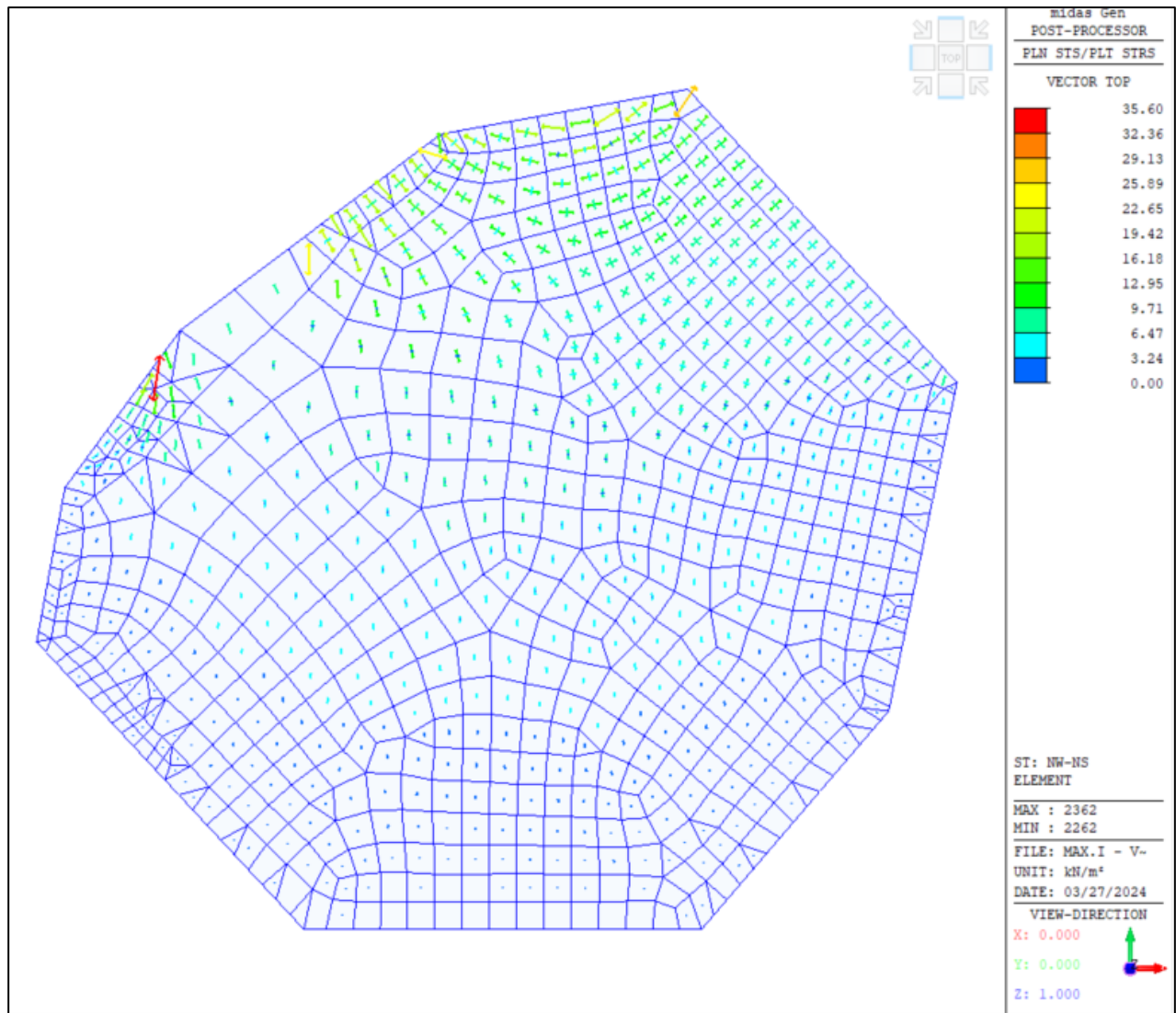


Figura 2-1 Vento da Nord a Sud – Tensioni principali di trazione

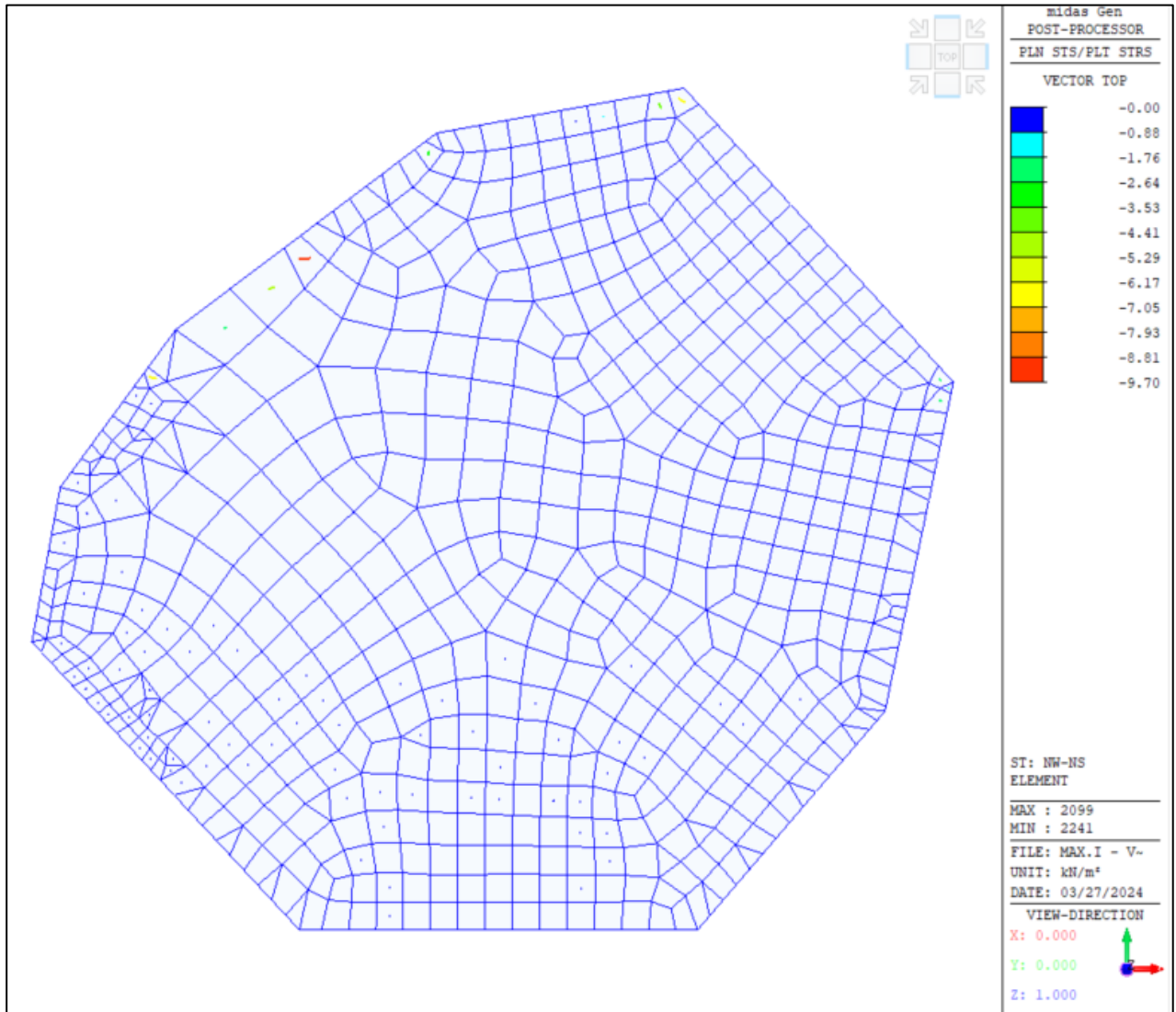


Figura 2-2 Vento da Nord a Sud – Tensioni principali di compressione

2.1.1. VENTO SPIRANTE DA SUD A NORD

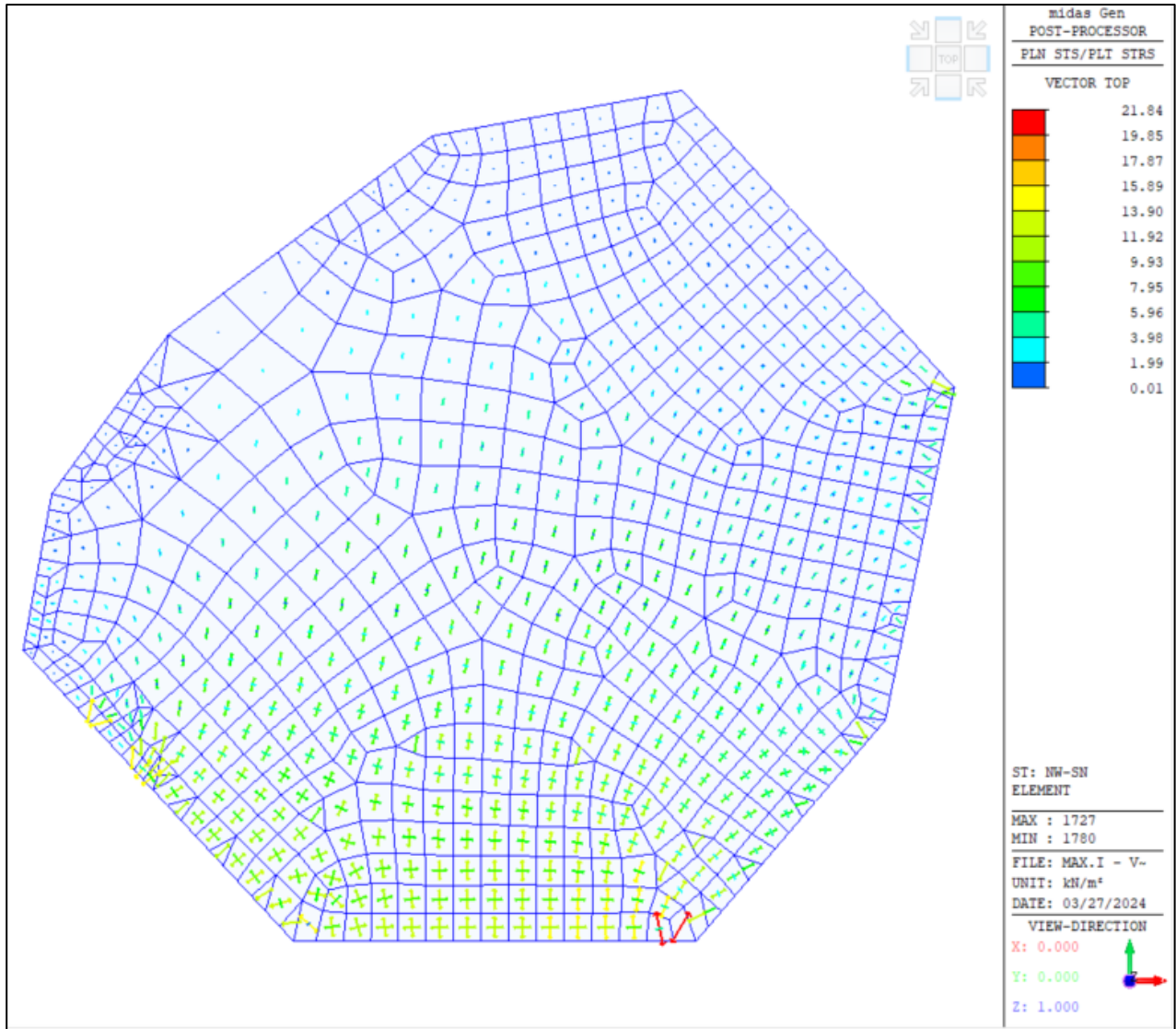


Figura 2-3 Vento da Sud a Nord – Tensioni principali di trazione

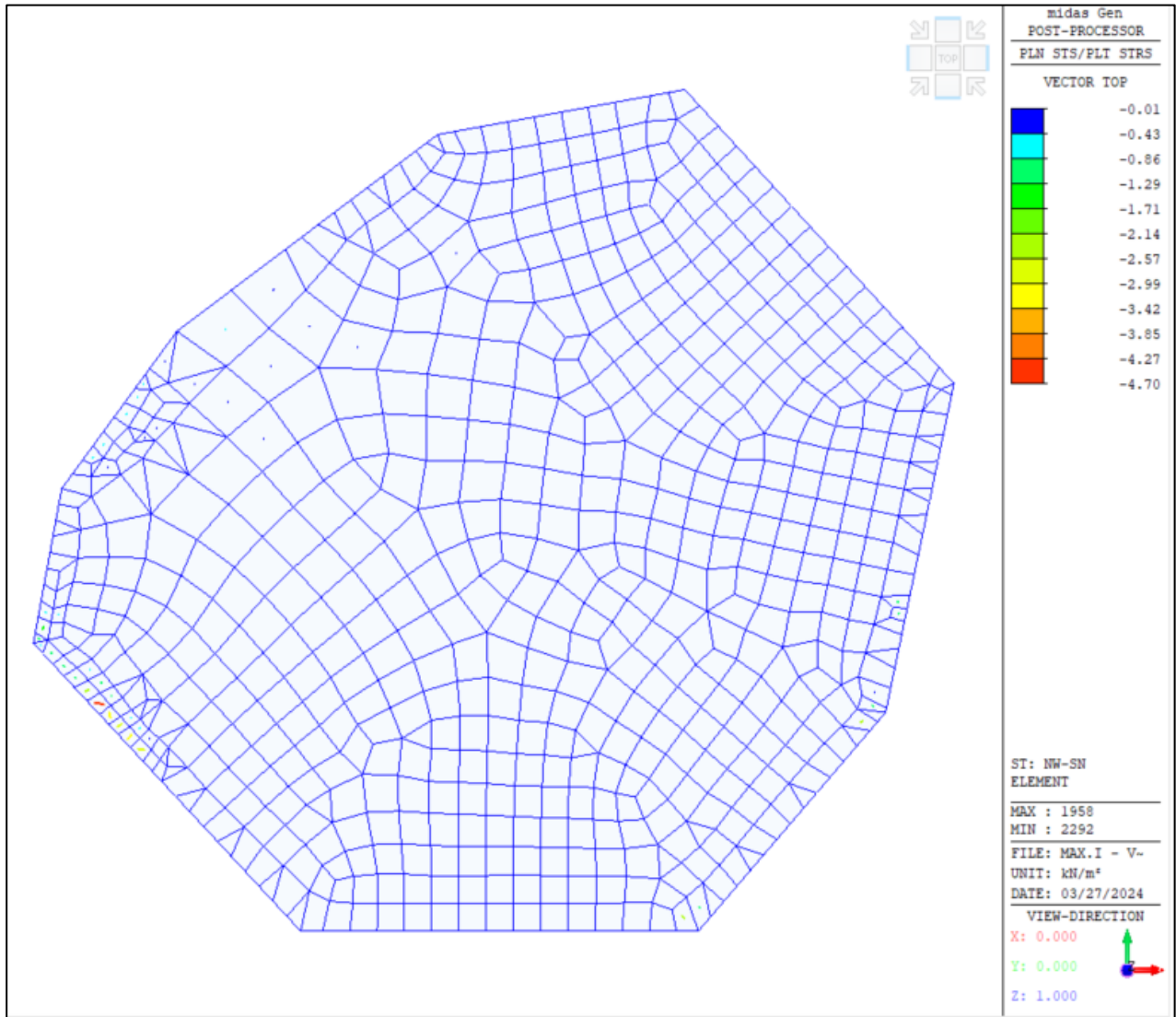


Figura 2-4 Vento da Sud a Nord – Tensioni principali di compressione

2.1.2. VENTO SPIRANTE DA EST AD OVEST

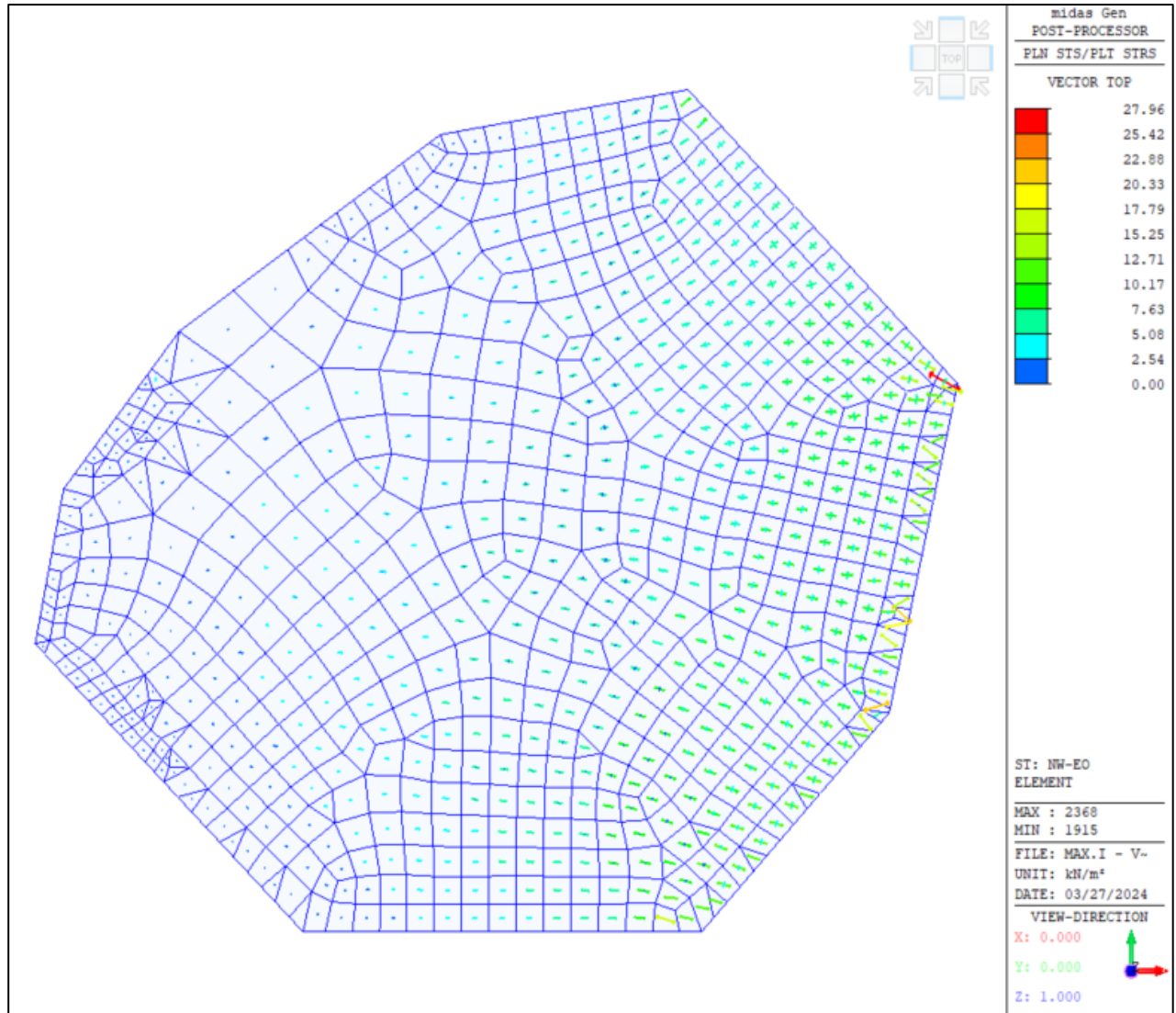


Figura 2-5 Vento da Est a Ovest – Tensioni principali di trazione

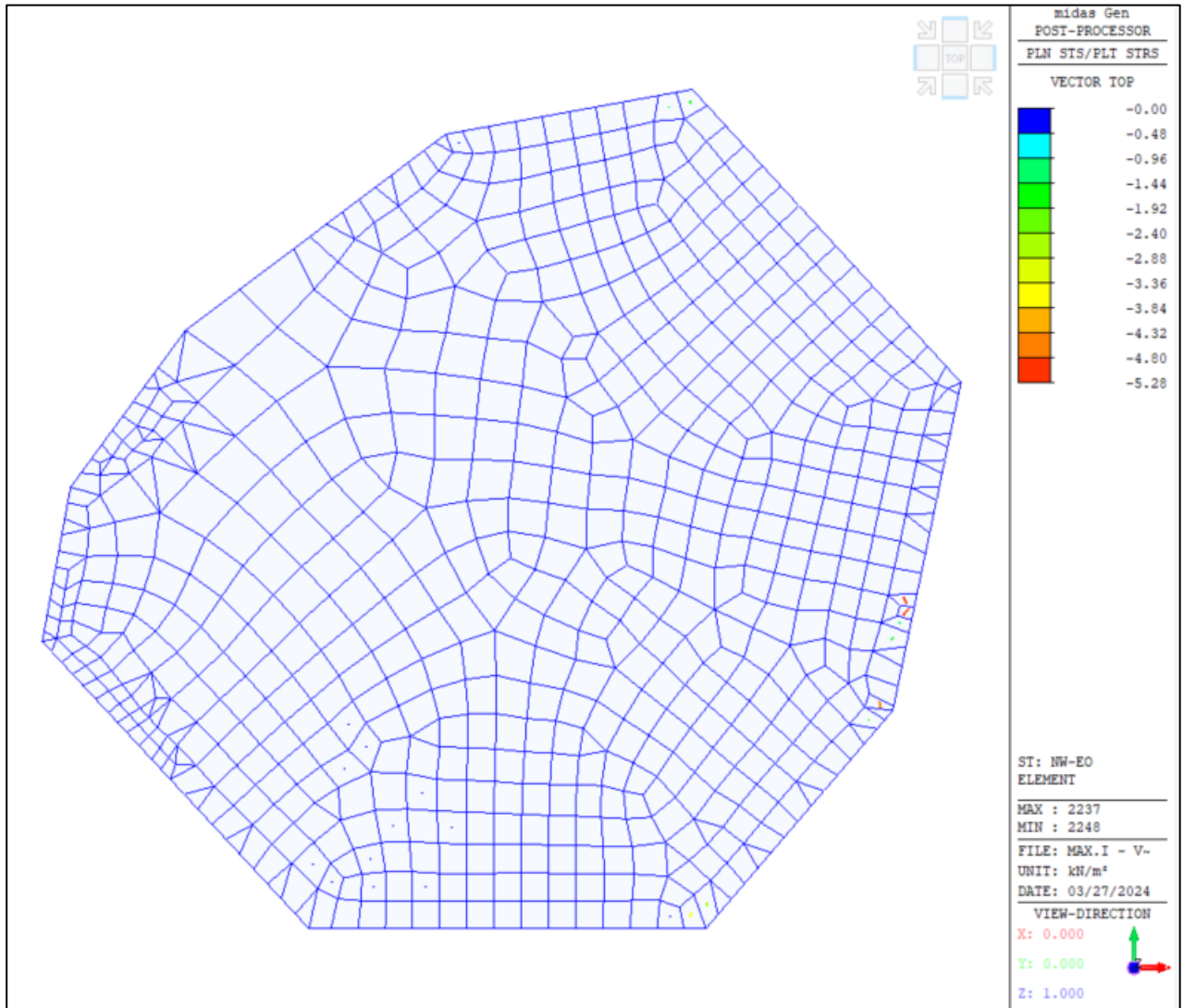


Figura 2-6 Vento da Est a Ovest – Tensioni principali di compressione

2.1.3. VENTO SPIRANTE DA OVEST AD EST

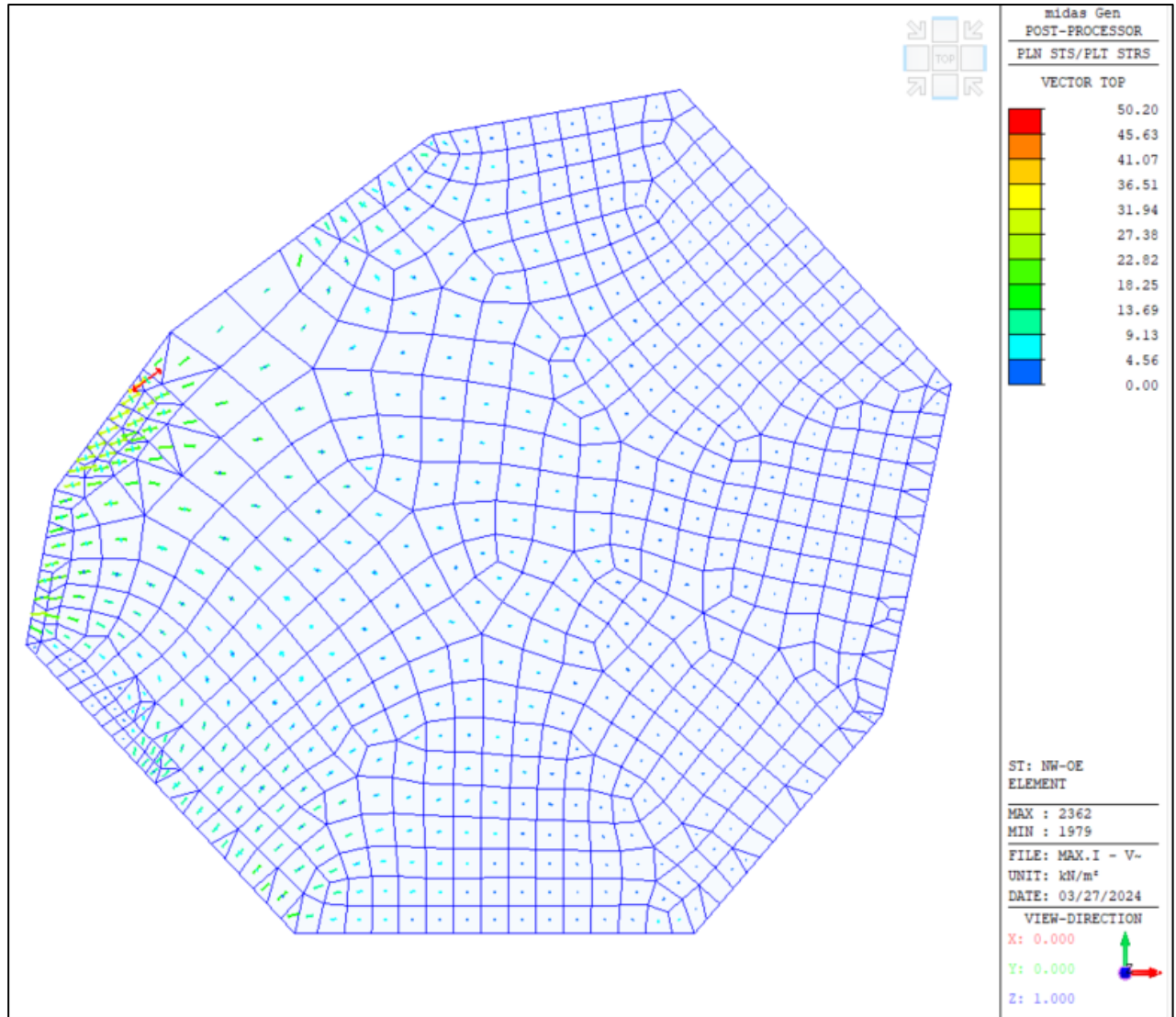


Figura 2-7 Vento da Ovest a Est – Tensioni principali di trazione

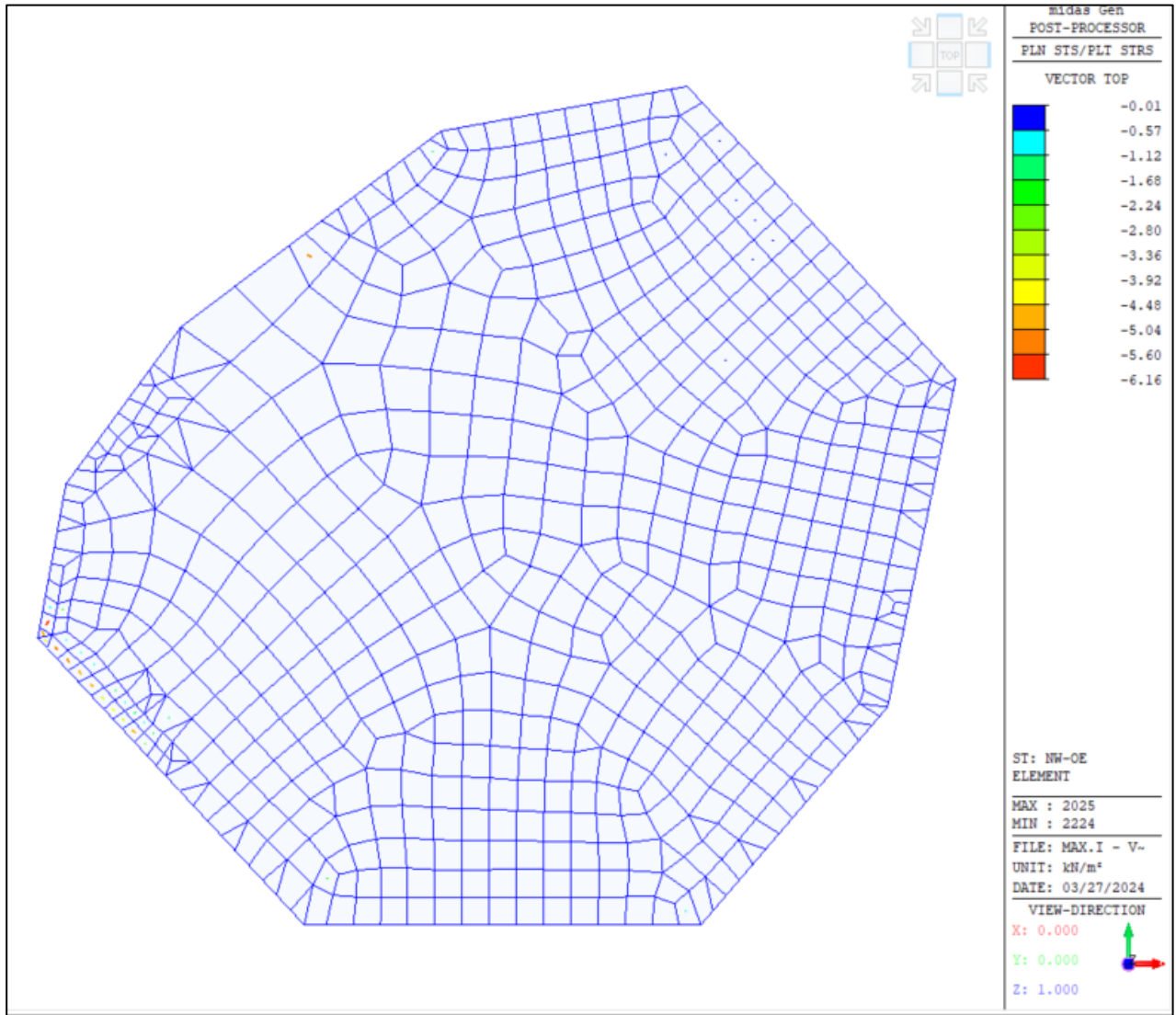


Figura 2-8 Vento da Ovest a Est – Tensioni principali di compressione

2.2. CONDIZIONE DI MINIMO INVASO

Si riportano nel paragrafo seguente le tensioni principali di trazione e compressione, per la condizione di minimo invaso.

2.2.1. VENTO SPIRANTE DA NORD A SUD

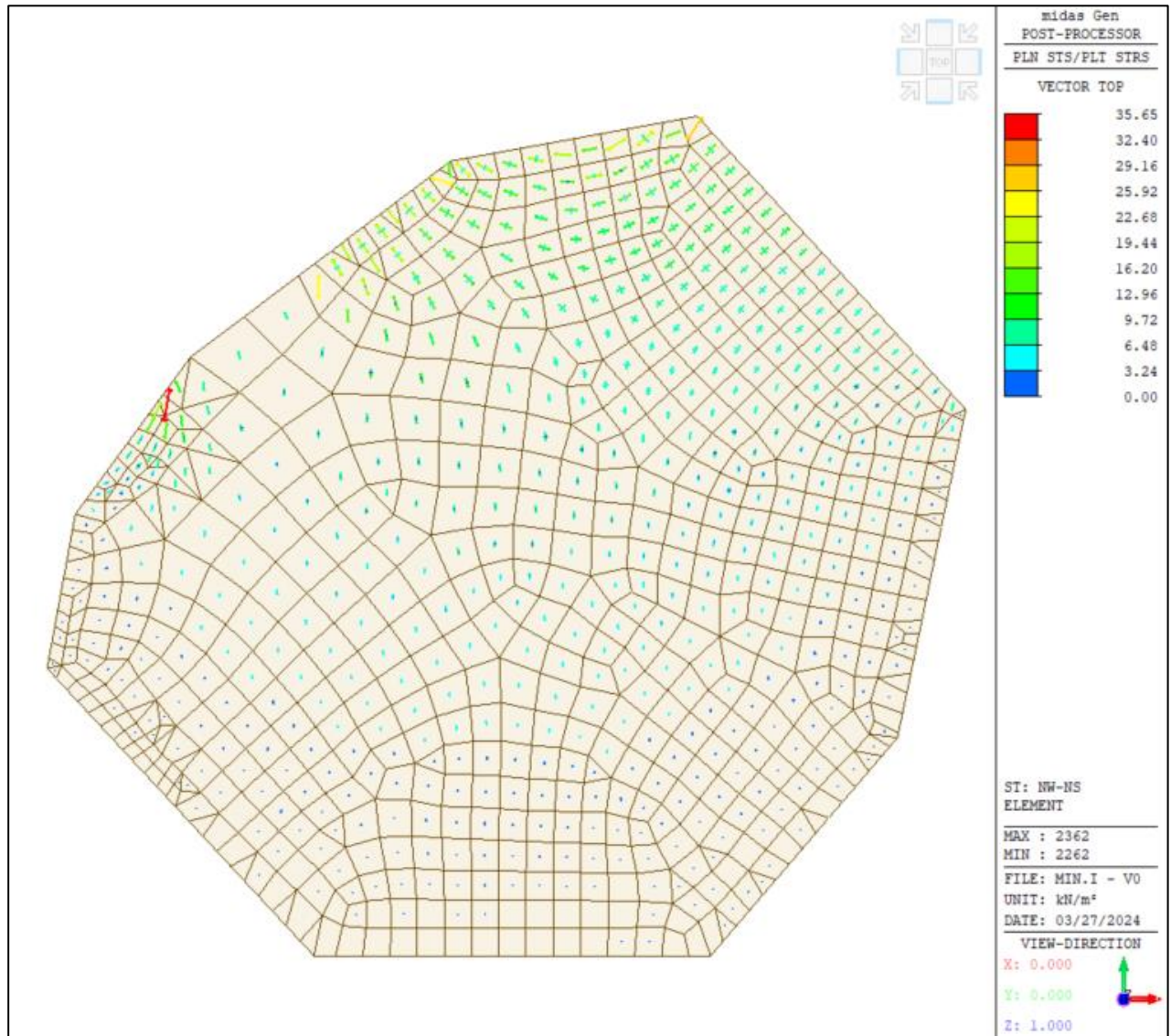


Figura 2-9 Vento da Nord a Sud – Tensioni principali di trazione

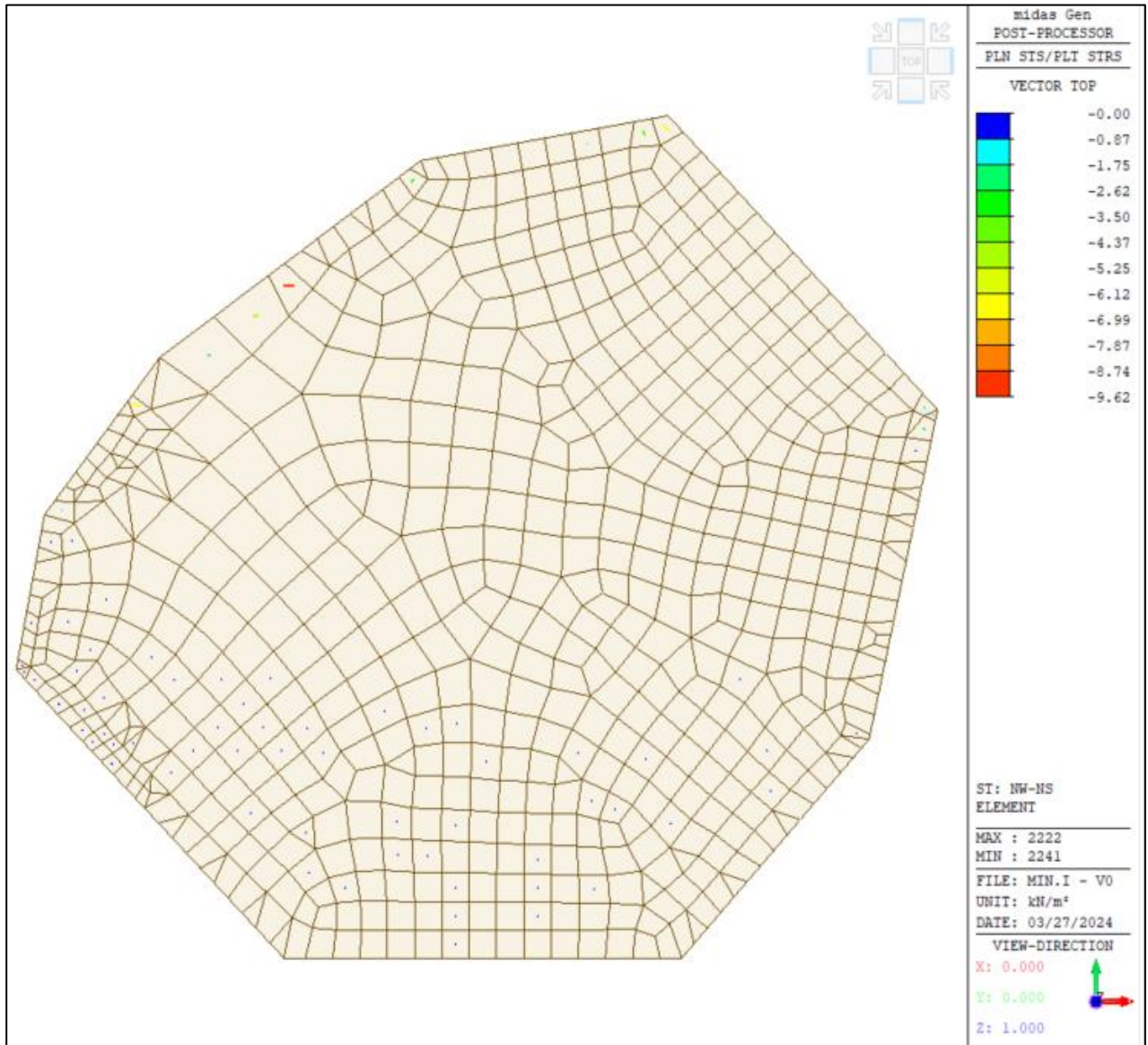


Figura 2-10 Vento da Nord a Sud – Tensioni principali di compressione

2.2.2. VENTO SPIRANTE DA SUD A NORD

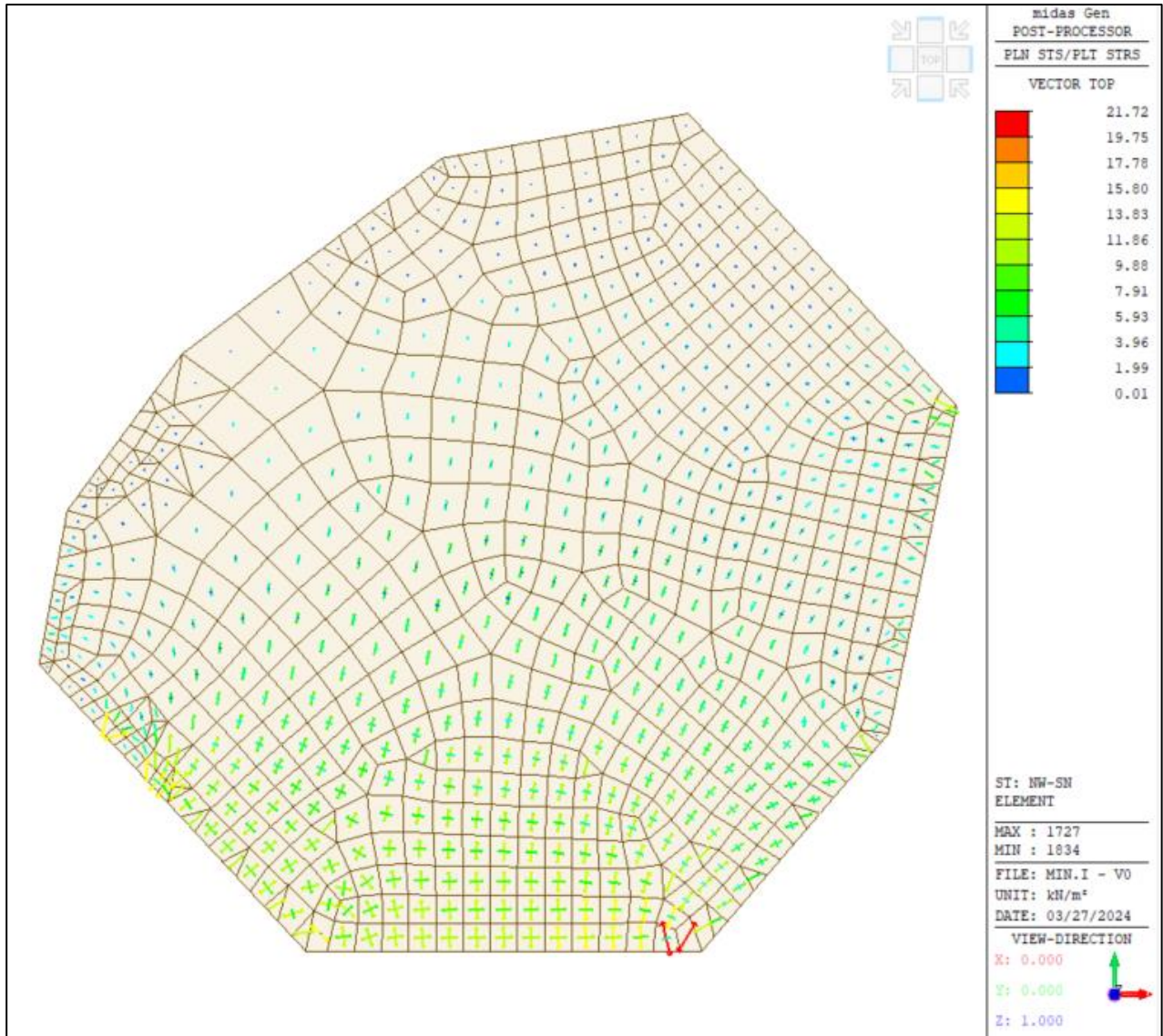


Figura 2-11 Vento da Sud a Nord – Tensioni principali di trazione

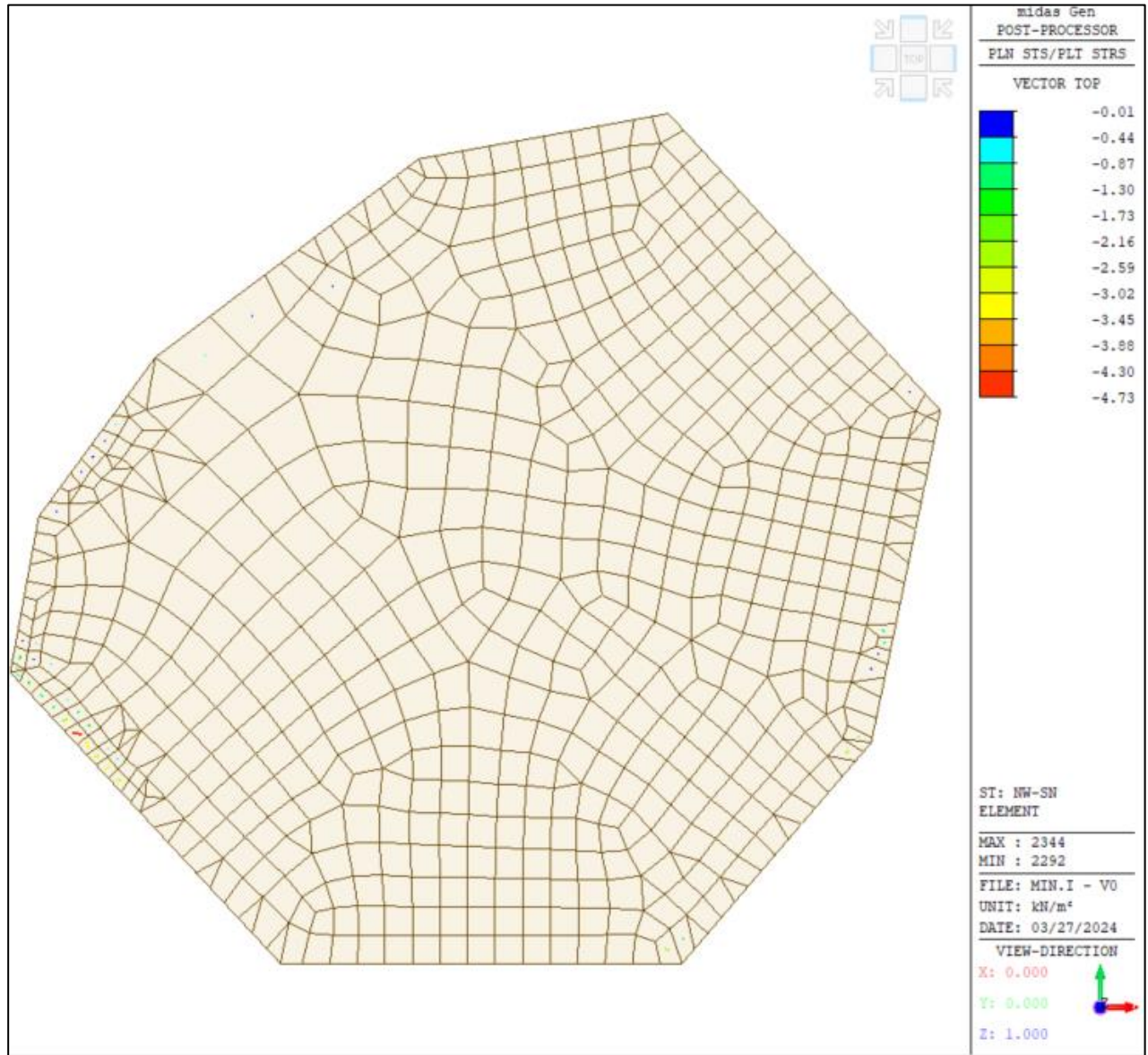


Figura 2-12 Vento da Sud a Nord – Tensioni principali di compressione

2.2.3. VENTO SPIRANTE DA EST AD OVEST

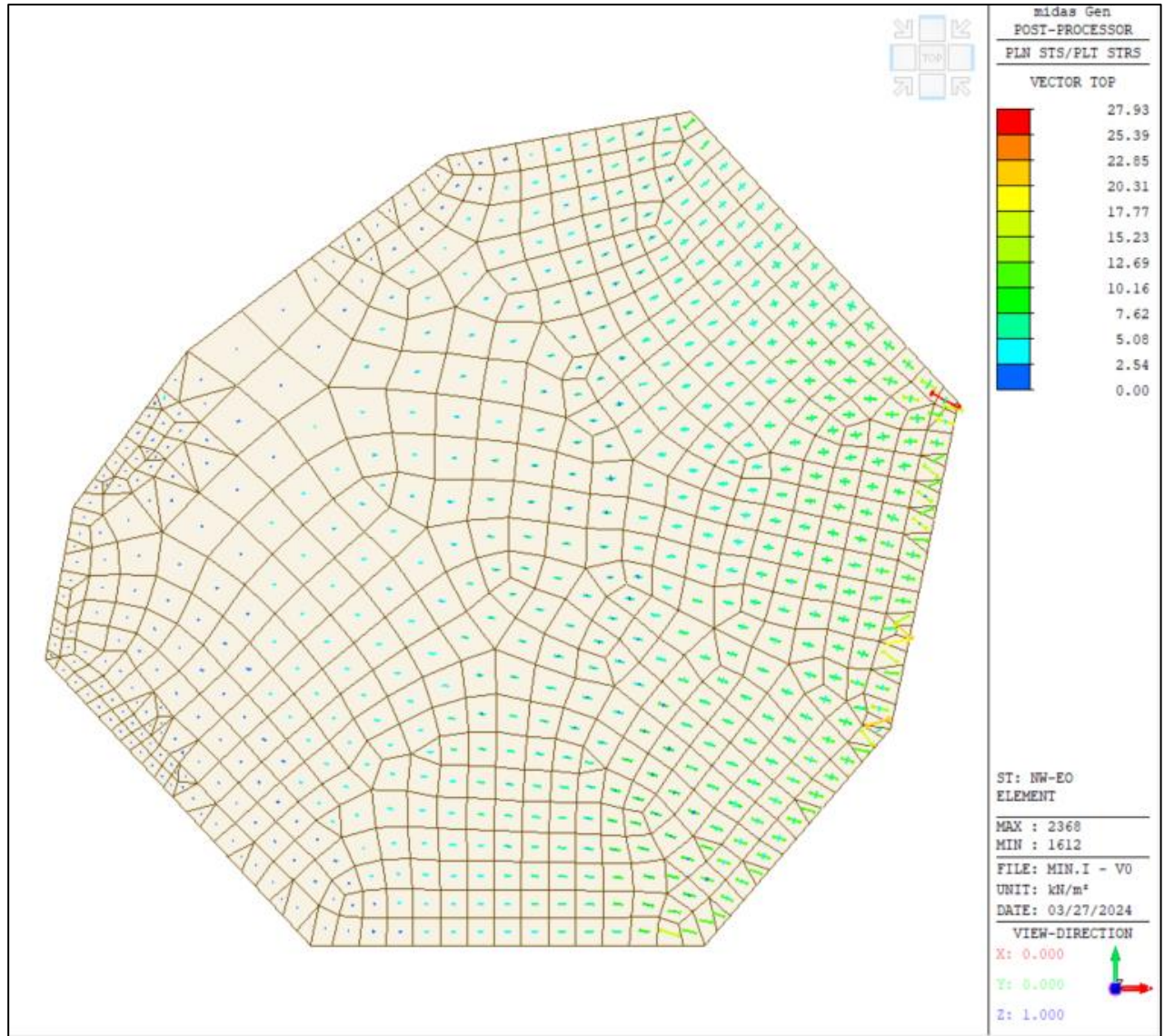


Figura 2-13 Vento da Est a Ovest – Tensioni principali di trazione

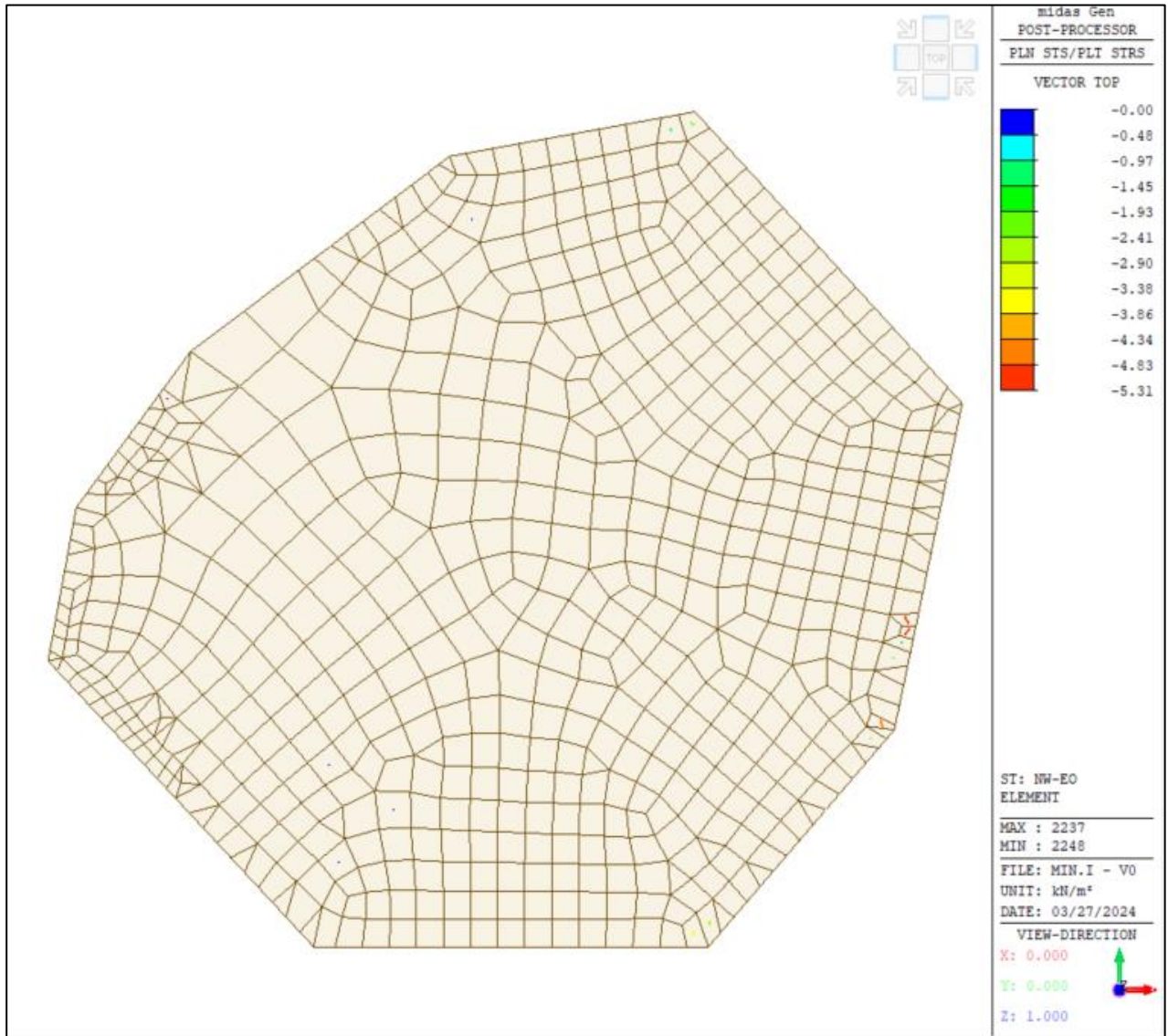


Figura 2-14 Vento da Est a Ovest – Tensioni principali di compressione

2.2.4. VENTO SPIRANTE DA OVEST AD EST

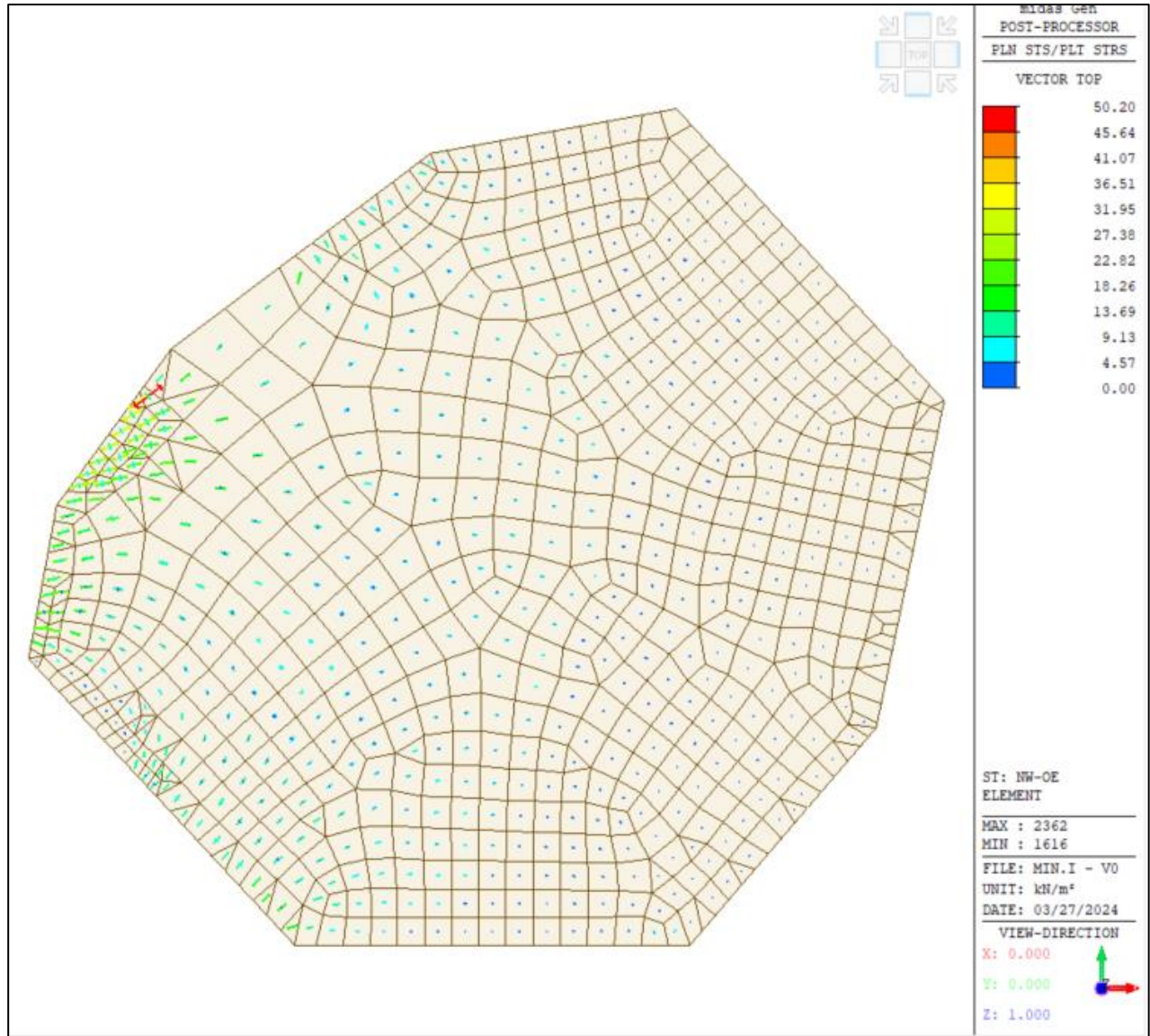


Figura 2-15 Vento da Ovest ad Est – Tensioni principali trazione

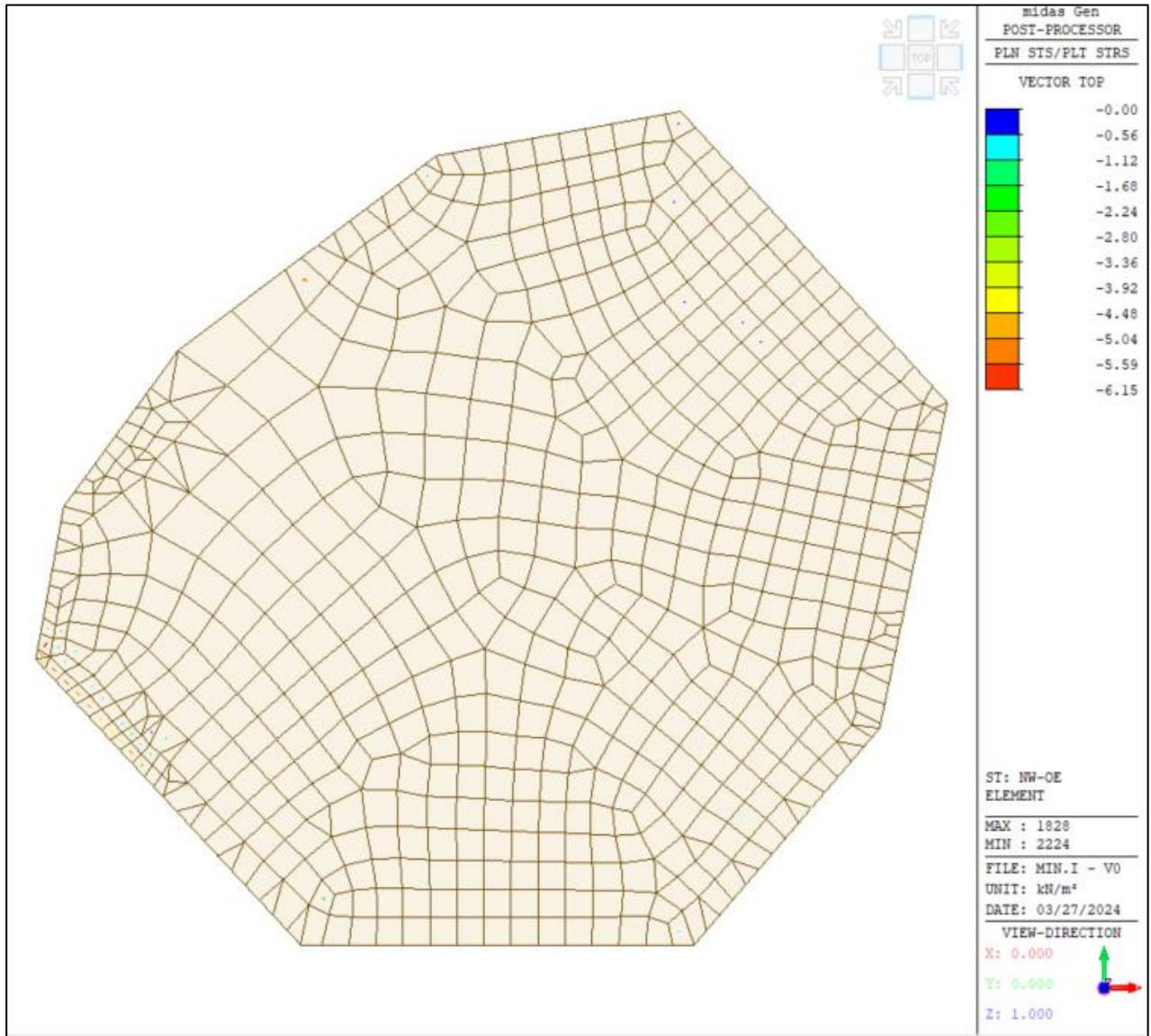
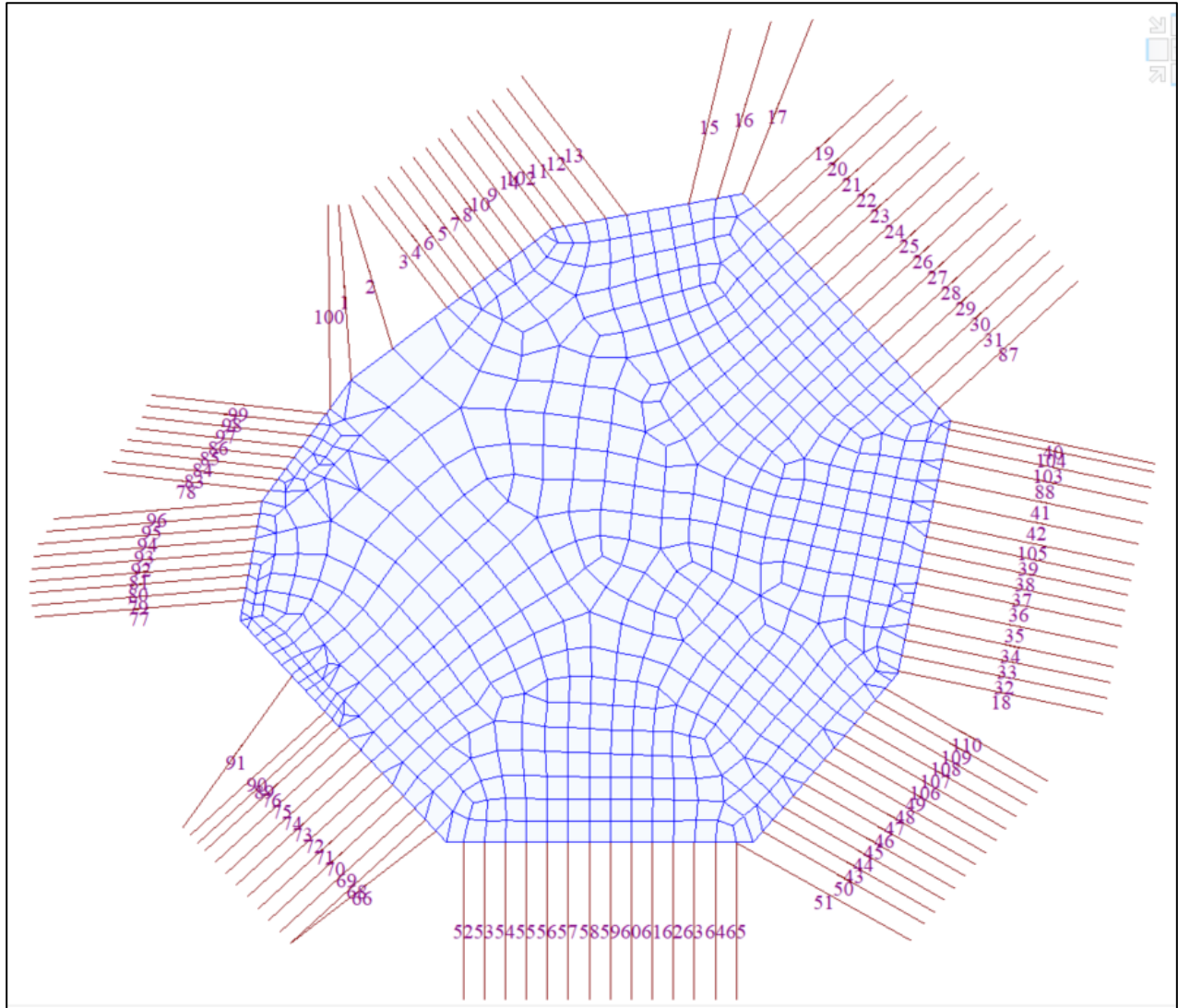


Figura 2-16 Vento da Ovest ad Est – Tensioni principali compressione

3. AZIONI ASSIALI CAVI

3.1. CONDIZIONE DI MASSIMO INVASO

Si riporta in figura sottostante la numerazione degli elastic links assimilati ai cavi.



Si riportano nel paragrafo seguente i valori di azione assiale nei cavi, per i quattro casi di carico, nella condizione di massimo invaso. Dove:

- NW-NS: vento spirante in direzione Nord-Sud;
- NW-SN: vento spirante in direzione Sud-Nord;
- NW-EO: vento spirante in direzione Est-Ovest;
- NW-OE: vento spirante in direzione Ovest-Est;



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

43 di/of 93

No.	Tipologia ancoraggio	Load	Node	Axial (kN)
1	Tirante	NW-NS	9	341.88
1	Tirante	NW-SN	9	0
1	Tirante	NW-EO	9	7.92
1	Tirante	NW-OE	9	178.91
1	Tirante	NW-NS	1963	341.88
1	Tirante	NW-SN	1963	0
1	Tirante	NW-EO	1963	7.92
1	Tirante	NW-OE	1963	178.91
2	Tirante	NW-NS	1184	340.46
2	Tirante	NW-SN	1184	0
2	Tirante	NW-EO	1184	0
2	Tirante	NW-OE	1184	190.52
2	Tirante	NW-NS	1854	340.46
2	Tirante	NW-SN	1854	0
2	Tirante	NW-EO	1854	0
2	Tirante	NW-OE	1854	190.52
3	Tirante	NW-NS	2023	294.6
3	Tirante	NW-SN	2023	0
3	Tirante	NW-EO	2023	0
3	Tirante	NW-OE	2023	194.28
3	Tirante	NW-NS	2041	294.6
3	Tirante	NW-SN	2041	0
3	Tirante	NW-EO	2041	0
3	Tirante	NW-OE	2041	194.28
4	Tirante	NW-NS	2024	285.86
4	Tirante	NW-SN	2024	0
4	Tirante	NW-EO	2024	0
4	Tirante	NW-OE	2024	179.92
4	Tirante	NW-NS	2042	285.86
4	Tirante	NW-SN	2042	0
4	Tirante	NW-EO	2042	0
4	Tirante	NW-OE	2042	179.92
5	Tirante	NW-NS	2026	268.43
5	Tirante	NW-SN	2026	0
5	Tirante	NW-EO	2026	0
5	Tirante	NW-OE	2026	151.26
5	Tirante	NW-NS	2044	268.43
5	Tirante	NW-SN	2044	0
5	Tirante	NW-EO	2044	0
5	Tirante	NW-OE	2044	151.26
6	Tirante	NW-NS	2025	277.13
6	Tirante	NW-SN	2025	0
6	Tirante	NW-EO	2025	0
6	Tirante	NW-OE	2025	165.58
6	Tirante	NW-NS	2043	277.13
6	Tirante	NW-SN	2043	0
6	Tirante	NW-EO	2043	0
6	Tirante	NW-OE	2043	165.58
7	Tirante	NW-NS	2027	259.75

7	Tirante	NW-SN	2027	0
7	Tirante	NW-EO	2027	0
7	Tirante	NW-OE	2027	136.94
7	Tirante	NW-NS	2045	259.75
7	Tirante	NW-SN	2045	0
7	Tirante	NW-EO	2045	0
7	Tirante	NW-OE	2045	136.94
8	Tirante	NW-NS	2028	251.07
8	Tirante	NW-SN	2028	0
8	Tirante	NW-EO	2028	0
8	Tirante	NW-OE	2028	122.63
8	Tirante	NW-NS	2046	251.07
8	Tirante	NW-SN	2046	0
8	Tirante	NW-EO	2046	0
8	Tirante	NW-OE	2046	122.63
9	Tirante	NW-NS	2030	233.75
9	Tirante	NW-SN	2030	0
9	Tirante	NW-EO	2030	0
9	Tirante	NW-OE	2030	94.44
9	Tirante	NW-NS	2048	233.75
9	Tirante	NW-SN	2048	0
9	Tirante	NW-EO	2048	0
9	Tirante	NW-OE	2048	94.44
10	Tirante	NW-NS	2029	242.41
10	Tirante	NW-SN	2029	0
10	Tirante	NW-EO	2029	0
10	Tirante	NW-OE	2029	108.33
10	Tirante	NW-NS	2047	242.41
10	Tirante	NW-SN	2047	0
10	Tirante	NW-EO	2047	0
10	Tirante	NW-OE	2047	108.33
11	Tirante	NW-NS	1175	186.28
11	Tirante	NW-SN	1175	0
11	Tirante	NW-EO	1175	0
11	Tirante	NW-OE	1175	46.88
11	Tirante	NW-NS	1895	186.28
11	Tirante	NW-SN	1895	0
11	Tirante	NW-EO	1895	0
11	Tirante	NW-OE	1895	46.88
12	Tirante	NW-NS	1176	176.99
12	Tirante	NW-SN	1176	0
12	Tirante	NW-EO	1176	0
12	Tirante	NW-OE	1176	32.37
12	Tirante	NW-NS	1892	176.99
12	Tirante	NW-SN	1892	0
12	Tirante	NW-EO	1892	0
12	Tirante	NW-OE	1892	32.37
13	Tirante	NW-NS	1177	167.71
13	Tirante	NW-SN	1177	0
13	Tirante	NW-EO	1177	0
13	Tirante	NW-OE	1177	17.86



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

45 di/of 93

13	Tirante	NW-NS	1893	167.71
13	Tirante	NW-SN	1893	0
13	Tirante	NW-EO	1893	0
13	Tirante	NW-OE	1893	17.86
14	Blocco cls	NW-NS	1	222.2
14	Blocco cls	NW-SN	1	0
14	Blocco cls	NW-EO	1	0
14	Blocco cls	NW-OE	1	76.71
14	Blocco cls	NW-NS	2258	222.2
14	Blocco cls	NW-SN	2258	0
14	Blocco cls	NW-EO	2258	0
14	Blocco cls	NW-OE	2258	76.71
15	Blocco cls	NW-NS	1180	272.45
15	Blocco cls	NW-SN	1180	0
15	Blocco cls	NW-EO	1180	51.98
15	Blocco cls	NW-OE	1180	0
15	Blocco cls	NW-NS	1884	272.45
15	Blocco cls	NW-SN	1884	0
15	Blocco cls	NW-EO	1884	51.98
15	Blocco cls	NW-OE	1884	0
16	Blocco cls	NW-NS	1181	265.59
16	Blocco cls	NW-SN	1181	0
16	Blocco cls	NW-EO	1181	63.8
16	Blocco cls	NW-OE	1181	0
16	Blocco cls	NW-NS	2051	265.59
16	Blocco cls	NW-SN	2051	0
16	Blocco cls	NW-EO	2051	63.8
16	Blocco cls	NW-OE	2051	0
17	Blocco cls	NW-NS	2	259.49
17	Blocco cls	NW-SN	2	0
17	Blocco cls	NW-EO	2	78.1
17	Blocco cls	NW-OE	2	0
17	Blocco cls	NW-NS	2053	259.49
17	Blocco cls	NW-SN	2053	0
17	Blocco cls	NW-EO	2053	78.1
17	Blocco cls	NW-OE	2053	0
18	Blocco cls	NW-NS	1110	0
18	Blocco cls	NW-SN	1110	17.43
18	Blocco cls	NW-EO	1110	158.91
18	Blocco cls	NW-OE	1110	0
18	Blocco cls	NW-NS	2070	0
18	Blocco cls	NW-SN	2070	17.43
18	Blocco cls	NW-EO	2070	158.91
18	Blocco cls	NW-OE	2070	0
19	Blocco cls	NW-NS	1095	242.6
19	Blocco cls	NW-SN	1095	0
19	Blocco cls	NW-EO	1095	153.45
19	Blocco cls	NW-OE	1095	0
19	Blocco cls	NW-NS	1830	242.6
19	Blocco cls	NW-SN	1830	0
19	Blocco cls	NW-EO	1830	153.45



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

46 di/of 93

19	Blocco cls	NW-OE	1830	0
20	Blocco cls	NW-NS	1097	233.69
20	Blocco cls	NW-SN	1097	0
20	Blocco cls	NW-EO	1097	152.34
20	Blocco cls	NW-OE	1097	0
20	Blocco cls	NW-NS	1832	233.69
20	Blocco cls	NW-SN	1832	0
20	Blocco cls	NW-EO	1832	152.34
20	Blocco cls	NW-OE	1832	0
21	Blocco cls	NW-NS	1098	224.77
21	Blocco cls	NW-SN	1098	0
21	Blocco cls	NW-EO	1098	151.23
21	Blocco cls	NW-OE	1098	0
21	Blocco cls	NW-NS	1833	224.77
21	Blocco cls	NW-SN	1833	0
21	Blocco cls	NW-EO	1833	151.23
21	Blocco cls	NW-OE	1833	0
22	Blocco cls	NW-NS	1099	215.85
22	Blocco cls	NW-SN	1099	0
22	Blocco cls	NW-EO	1099	150.13
22	Blocco cls	NW-OE	1099	0
22	Blocco cls	NW-NS	1834	215.85
22	Blocco cls	NW-SN	1834	0
22	Blocco cls	NW-EO	1834	150.13
22	Blocco cls	NW-OE	1834	0
23	Blocco cls	NW-NS	1100	206.93
23	Blocco cls	NW-SN	1100	0
23	Blocco cls	NW-EO	1100	149.03
23	Blocco cls	NW-OE	1100	0
23	Blocco cls	NW-NS	1835	206.93
23	Blocco cls	NW-SN	1835	0
23	Blocco cls	NW-EO	1835	149.03
23	Blocco cls	NW-OE	1835	0
24	Blocco cls	NW-NS	1101	198.01
24	Blocco cls	NW-SN	1101	0
24	Blocco cls	NW-EO	1101	147.93
24	Blocco cls	NW-OE	1101	0
24	Blocco cls	NW-NS	1836	198.01
24	Blocco cls	NW-SN	1836	0
24	Blocco cls	NW-EO	1836	147.93
24	Blocco cls	NW-OE	1836	0
25	Blocco cls	NW-NS	1102	189.08
25	Blocco cls	NW-SN	1102	0
25	Blocco cls	NW-EO	1102	146.84
25	Blocco cls	NW-OE	1102	0
25	Blocco cls	NW-NS	1837	189.08
25	Blocco cls	NW-SN	1837	0
25	Blocco cls	NW-EO	1837	146.84
25	Blocco cls	NW-OE	1837	0
26	Blocco cls	NW-NS	1103	180.15
26	Blocco cls	NW-SN	1103	0



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

47 di/of 93

26	Blocco cls	NW-EO	1103	145.74
26	Blocco cls	NW-OE	1103	0
26	Blocco cls	NW-NS	1838	180.15
26	Blocco cls	NW-SN	1838	0
26	Blocco cls	NW-EO	1838	145.74
26	Blocco cls	NW-OE	1838	0
27	Blocco cls	NW-NS	1104	171.22
27	Blocco cls	NW-SN	1104	0
27	Blocco cls	NW-EO	1104	144.64
27	Blocco cls	NW-OE	1104	0
27	Blocco cls	NW-NS	1839	171.22
27	Blocco cls	NW-SN	1839	0
27	Blocco cls	NW-EO	1839	144.64
27	Blocco cls	NW-OE	1839	0
28	Blocco cls	NW-NS	1105	162.29
28	Blocco cls	NW-SN	1105	0
28	Blocco cls	NW-EO	1105	143.54
28	Blocco cls	NW-OE	1105	0
28	Blocco cls	NW-NS	1840	162.29
28	Blocco cls	NW-SN	1840	0
28	Blocco cls	NW-EO	1840	143.54
28	Blocco cls	NW-OE	1840	0
29	Blocco cls	NW-NS	1106	153.37
29	Blocco cls	NW-SN	1106	0
29	Blocco cls	NW-EO	1106	142.44
29	Blocco cls	NW-OE	1106	0
29	Blocco cls	NW-NS	1841	153.37
29	Blocco cls	NW-SN	1841	0
29	Blocco cls	NW-EO	1841	142.44
29	Blocco cls	NW-OE	1841	0
30	Blocco cls	NW-NS	1107	144.45
30	Blocco cls	NW-SN	1107	0
30	Blocco cls	NW-EO	1107	141.34
30	Blocco cls	NW-OE	1107	0
30	Blocco cls	NW-NS	1842	144.45
30	Blocco cls	NW-SN	1842	0
30	Blocco cls	NW-EO	1842	141.34
30	Blocco cls	NW-OE	1842	0
31	Blocco cls	NW-NS	1108	135.53
31	Blocco cls	NW-SN	1108	0
31	Blocco cls	NW-EO	1108	140.24
31	Blocco cls	NW-OE	1108	0
31	Blocco cls	NW-NS	1843	135.53
31	Blocco cls	NW-SN	1843	0
31	Blocco cls	NW-EO	1843	140.24
31	Blocco cls	NW-OE	1843	0
32	Blocco cls	NW-NS	2054	0
32	Blocco cls	NW-SN	2054	21.35
32	Blocco cls	NW-EO	2054	159.64
32	Blocco cls	NW-OE	2054	0
32	Blocco cls	NW-NS	2071	0

32	Blocco cls	NW-SN	2071	21.35
32	Blocco cls	NW-EO	2071	159.64
32	Blocco cls	NW-OE	2071	0
33	Blocco cls	NW-NS	2055	0
33	Blocco cls	NW-SN	2055	25.26
33	Blocco cls	NW-EO	2055	160.36
33	Blocco cls	NW-OE	2055	0
33	Blocco cls	NW-NS	2072	0
33	Blocco cls	NW-SN	2072	25.26
33	Blocco cls	NW-EO	2072	160.36
33	Blocco cls	NW-OE	2072	0
34	Blocco cls	NW-NS	2058	0
34	Blocco cls	NW-SN	2058	29.16
34	Blocco cls	NW-EO	2058	161.08
34	Blocco cls	NW-OE	2058	0
34	Blocco cls	NW-NS	2073	0
34	Blocco cls	NW-SN	2073	29.16
34	Blocco cls	NW-EO	2073	161.08
34	Blocco cls	NW-OE	2073	0
35	Blocco cls	NW-NS	2059	0
35	Blocco cls	NW-SN	2059	34.36
35	Blocco cls	NW-EO	2059	162.03
35	Blocco cls	NW-OE	2059	0
35	Blocco cls	NW-NS	2074	0
35	Blocco cls	NW-SN	2074	34.36
35	Blocco cls	NW-EO	2074	162.03
35	Blocco cls	NW-OE	2074	0
36	Blocco cls	NW-NS	2060	0
36	Blocco cls	NW-SN	2060	39.56
36	Blocco cls	NW-EO	2060	162.99
36	Blocco cls	NW-OE	2060	0
36	Blocco cls	NW-NS	2075	0
36	Blocco cls	NW-SN	2075	39.56
36	Blocco cls	NW-EO	2075	162.99
36	Blocco cls	NW-OE	2075	0
37	Blocco cls	NW-NS	2061	0
37	Blocco cls	NW-SN	2061	43.46
37	Blocco cls	NW-EO	2061	163.7
37	Blocco cls	NW-OE	2061	0
37	Blocco cls	NW-NS	2076	0
37	Blocco cls	NW-SN	2076	43.46
37	Blocco cls	NW-EO	2076	163.7
37	Blocco cls	NW-OE	2076	0
38	Blocco cls	NW-NS	2062	0
38	Blocco cls	NW-SN	2062	47.35
38	Blocco cls	NW-EO	2062	164.41
38	Blocco cls	NW-OE	2062	0
38	Blocco cls	NW-NS	2077	0
38	Blocco cls	NW-SN	2077	47.35
38	Blocco cls	NW-EO	2077	164.41
38	Blocco cls	NW-OE	2077	0

39	Blocco cls	NW-NS	2063	0
39	Blocco cls	NW-SN	2063	51.25
39	Blocco cls	NW-EO	2063	165.13
39	Blocco cls	NW-OE	2063	0
39	Blocco cls	NW-NS	2078	0
39	Blocco cls	NW-SN	2078	51.25
39	Blocco cls	NW-EO	2078	165.13
39	Blocco cls	NW-OE	2078	0
40	Blocco cls	NW-NS	3	5.9
40	Blocco cls	NW-SN	3	80.67
40	Blocco cls	NW-EO	3	170.48
40	Blocco cls	NW-OE	3	0
40	Blocco cls	NW-NS	2085	5.9
40	Blocco cls	NW-SN	2085	80.67
40	Blocco cls	NW-EO	2085	170.48
40	Blocco cls	NW-OE	2085	0
41	Blocco cls	NW-NS	2066	0
41	Blocco cls	NW-SN	2066	65.53
41	Blocco cls	NW-EO	2066	167.76
41	Blocco cls	NW-OE	2066	0
41	Blocco cls	NW-NS	2081	0
41	Blocco cls	NW-SN	2081	65.53
41	Blocco cls	NW-EO	2081	167.76
41	Blocco cls	NW-OE	2081	0
42	Blocco cls	NW-NS	2065	0
42	Blocco cls	NW-SN	2065	60.34
42	Blocco cls	NW-EO	2065	166.81
42	Blocco cls	NW-OE	2065	0
42	Blocco cls	NW-NS	2080	0
42	Blocco cls	NW-SN	2080	60.34
42	Blocco cls	NW-EO	2080	166.81
42	Blocco cls	NW-OE	2080	0
43	Blocco cls	NW-NS	2134	0
43	Blocco cls	NW-SN	2134	62.55
43	Blocco cls	NW-EO	2134	150.97
43	Blocco cls	NW-OE	2134	0
43	Blocco cls	NW-NS	2122	0
43	Blocco cls	NW-SN	2122	62.55
43	Blocco cls	NW-EO	2122	150.97
43	Blocco cls	NW-OE	2122	0
44	Blocco cls	NW-NS	2135	0
44	Blocco cls	NW-SN	2135	66.87
44	Blocco cls	NW-EO	2135	151.74
44	Blocco cls	NW-OE	2135	0
44	Blocco cls	NW-NS	2123	0
44	Blocco cls	NW-SN	2123	66.87
44	Blocco cls	NW-EO	2123	151.74
44	Blocco cls	NW-OE	2123	0
45	Blocco cls	NW-NS	2136	0
45	Blocco cls	NW-SN	2136	71.18
45	Blocco cls	NW-EO	2136	152.52



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

50 di/of 93

45	Blocco cls	NW-OE	2136	0
45	Blocco cls	NW-NS	2124	0
45	Blocco cls	NW-SN	2124	71.18
45	Blocco cls	NW-EO	2124	152.52
45	Blocco cls	NW-OE	2124	0
46	Blocco cls	NW-NS	2137	0
46	Blocco cls	NW-SN	2137	75.49
46	Blocco cls	NW-EO	2137	153.3
46	Blocco cls	NW-OE	2137	0
46	Blocco cls	NW-NS	2125	0
46	Blocco cls	NW-SN	2125	75.49
46	Blocco cls	NW-EO	2125	153.3
46	Blocco cls	NW-OE	2125	0
47	Blocco cls	NW-NS	2138	0
47	Blocco cls	NW-SN	2138	79.79
47	Blocco cls	NW-EO	2138	154.09
47	Blocco cls	NW-OE	2138	0
47	Blocco cls	NW-NS	2126	0
47	Blocco cls	NW-SN	2126	79.79
47	Blocco cls	NW-EO	2126	154.09
47	Blocco cls	NW-OE	2126	0
48	Blocco cls	NW-NS	2139	0
48	Blocco cls	NW-SN	2139	84.1
48	Blocco cls	NW-EO	2139	154.87
48	Blocco cls	NW-OE	2139	0
48	Blocco cls	NW-NS	2127	0
48	Blocco cls	NW-SN	2127	84.1
48	Blocco cls	NW-EO	2127	154.87
48	Blocco cls	NW-OE	2127	0
49	Blocco cls	NW-NS	2140	0
49	Blocco cls	NW-SN	2140	88.4
49	Blocco cls	NW-EO	2140	155.66
49	Blocco cls	NW-OE	2140	0
49	Blocco cls	NW-NS	2128	0
49	Blocco cls	NW-SN	2128	88.4
49	Blocco cls	NW-EO	2128	155.66
49	Blocco cls	NW-OE	2128	0
50	Blocco cls	NW-NS	1123	0
50	Blocco cls	NW-SN	1123	51.92
50	Blocco cls	NW-EO	1123	132.92
50	Blocco cls	NW-OE	1123	0
50	Blocco cls	NW-NS	1816	0
50	Blocco cls	NW-SN	1816	51.92
50	Blocco cls	NW-EO	1816	132.92
50	Blocco cls	NW-OE	1816	0
51	Blocco cls	NW-NS	1132	0
51	Blocco cls	NW-SN	1132	44
51	Blocco cls	NW-EO	1132	132.66
51	Blocco cls	NW-OE	1132	0
51	Blocco cls	NW-NS	1809	0
51	Blocco cls	NW-SN	1809	44

51	Blocco cls	NW-EO	1809	132.66
51	Blocco cls	NW-OE	1809	0
52	Blocco cls	NW-NS	1131	0
52	Blocco cls	NW-SN	1131	225.43
52	Blocco cls	NW-EO	1131	0
52	Blocco cls	NW-OE	1131	0
52	Blocco cls	NW-NS	1794	0
52	Blocco cls	NW-SN	1794	225.43
52	Blocco cls	NW-EO	1794	0
52	Blocco cls	NW-OE	1794	0
53	Blocco cls	NW-NS	1133	0
53	Blocco cls	NW-SN	1133	232.44
53	Blocco cls	NW-EO	1133	0
53	Blocco cls	NW-OE	1133	0
53	Blocco cls	NW-NS	1796	0
53	Blocco cls	NW-SN	1796	232.44
53	Blocco cls	NW-EO	1796	0
53	Blocco cls	NW-OE	1796	0
54	Blocco cls	NW-NS	1134	0
54	Blocco cls	NW-SN	1134	239.44
54	Blocco cls	NW-EO	1134	0
54	Blocco cls	NW-OE	1134	0
54	Blocco cls	NW-NS	1797	0
54	Blocco cls	NW-SN	1797	239.44
54	Blocco cls	NW-EO	1797	0
54	Blocco cls	NW-OE	1797	0
55	Blocco cls	NW-NS	1135	0
55	Blocco cls	NW-SN	1135	246.44
55	Blocco cls	NW-EO	1135	0
55	Blocco cls	NW-OE	1135	0
55	Blocco cls	NW-NS	1798	0
55	Blocco cls	NW-SN	1798	246.44
55	Blocco cls	NW-EO	1798	0
55	Blocco cls	NW-OE	1798	0
56	Blocco cls	NW-NS	1136	0
56	Blocco cls	NW-SN	1136	253.45
56	Blocco cls	NW-EO	1136	0
56	Blocco cls	NW-OE	1136	0
56	Blocco cls	NW-NS	1799	0
56	Blocco cls	NW-SN	1799	253.45
56	Blocco cls	NW-EO	1799	0
56	Blocco cls	NW-OE	1799	0
57	Blocco cls	NW-NS	1137	0
57	Blocco cls	NW-SN	1137	260.47
57	Blocco cls	NW-EO	1137	0
57	Blocco cls	NW-OE	1137	0
57	Blocco cls	NW-NS	1800	0
57	Blocco cls	NW-SN	1800	260.47
57	Blocco cls	NW-EO	1800	0
57	Blocco cls	NW-OE	1800	0
58	Blocco cls	NW-NS	1138	0

58	Blocco cls	NW-SN	1138	267.49
58	Blocco cls	NW-EO	1138	0
58	Blocco cls	NW-OE	1138	0
58	Blocco cls	NW-NS	1801	0
58	Blocco cls	NW-SN	1801	267.49
58	Blocco cls	NW-EO	1801	0
58	Blocco cls	NW-OE	1801	0
59	Blocco cls	NW-NS	1139	0
59	Blocco cls	NW-SN	1139	274.51
59	Blocco cls	NW-EO	1139	0
59	Blocco cls	NW-OE	1139	0
59	Blocco cls	NW-NS	1802	0
59	Blocco cls	NW-SN	1802	274.51
59	Blocco cls	NW-EO	1802	0
59	Blocco cls	NW-OE	1802	0
60	Blocco cls	NW-NS	1140	0
60	Blocco cls	NW-SN	1140	281.54
60	Blocco cls	NW-EO	1140	0
60	Blocco cls	NW-OE	1140	0
60	Blocco cls	NW-NS	1803	0
60	Blocco cls	NW-SN	1803	281.54
60	Blocco cls	NW-EO	1803	0
60	Blocco cls	NW-OE	1803	0
61	Blocco cls	NW-NS	1141	0
61	Blocco cls	NW-SN	1141	288.58
61	Blocco cls	NW-EO	1141	0
61	Blocco cls	NW-OE	1141	15.63
61	Blocco cls	NW-NS	1804	0
61	Blocco cls	NW-SN	1804	288.58
61	Blocco cls	NW-EO	1804	0
61	Blocco cls	NW-OE	1804	15.63
62	Blocco cls	NW-NS	1142	0
62	Blocco cls	NW-SN	1142	295.63
62	Blocco cls	NW-EO	1142	0
62	Blocco cls	NW-OE	1142	31.9
62	Blocco cls	NW-NS	1805	0
62	Blocco cls	NW-SN	1805	295.63
62	Blocco cls	NW-EO	1805	0
62	Blocco cls	NW-OE	1805	31.9
63	Blocco cls	NW-NS	1143	0
63	Blocco cls	NW-SN	1143	302.69
63	Blocco cls	NW-EO	1143	0
63	Blocco cls	NW-OE	1143	48.16
63	Blocco cls	NW-NS	1806	0
63	Blocco cls	NW-SN	1806	302.69
63	Blocco cls	NW-EO	1806	0
63	Blocco cls	NW-OE	1806	48.16
64	Blocco cls	NW-NS	1144	0
64	Blocco cls	NW-SN	1144	309.76
64	Blocco cls	NW-EO	1144	0
64	Blocco cls	NW-OE	1144	64.43

64	Blocco cls	NW-NS	1807	0
64	Blocco cls	NW-SN	1807	309.76
64	Blocco cls	NW-EO	1807	0
64	Blocco cls	NW-OE	1807	64.43
65	Blocco cls	NW-NS	1132	0
65	Blocco cls	NW-SN	1132	316.85
65	Blocco cls	NW-EO	1132	0
65	Blocco cls	NW-OE	1132	80.71
65	Blocco cls	NW-NS	1795	0
65	Blocco cls	NW-SN	1795	316.85
65	Blocco cls	NW-EO	1795	0
65	Blocco cls	NW-OE	1795	80.71
66	Blocco cls	NW-NS	1899	0
66	Blocco cls	NW-SN	1899	185.77
66	Blocco cls	NW-EO	1899	0
66	Blocco cls	NW-OE	1899	271.58
66	Blocco cls	NW-NS	1903	0
66	Blocco cls	NW-SN	1903	185.77
66	Blocco cls	NW-EO	1903	0
66	Blocco cls	NW-OE	1903	271.58
68	Blocco cls	NW-NS	1900	0
68	Blocco cls	NW-SN	1900	188.58
68	Blocco cls	NW-EO	1900	0
68	Blocco cls	NW-OE	1900	226.52
68	Blocco cls	NW-NS	1903	0
68	Blocco cls	NW-SN	1903	188.58
68	Blocco cls	NW-EO	1903	0
68	Blocco cls	NW-OE	1903	226.52
69	Blocco cls	NW-NS	1906	0
69	Blocco cls	NW-SN	1906	184.06
69	Blocco cls	NW-EO	1906	0
69	Blocco cls	NW-OE	1906	215.45
69	Blocco cls	NW-NS	1904	0
69	Blocco cls	NW-SN	1904	184.06
69	Blocco cls	NW-EO	1904	0
69	Blocco cls	NW-OE	1904	215.45
70	Blocco cls	NW-NS	1907	0
70	Blocco cls	NW-SN	1907	179.54
70	Blocco cls	NW-EO	1907	0
70	Blocco cls	NW-OE	1907	204.39
70	Blocco cls	NW-NS	1914	0
70	Blocco cls	NW-SN	1914	179.54
70	Blocco cls	NW-EO	1914	0
70	Blocco cls	NW-OE	1914	204.39
71	Blocco cls	NW-NS	1908	0
71	Blocco cls	NW-SN	1908	175.02
71	Blocco cls	NW-EO	1908	0
71	Blocco cls	NW-OE	1908	193.33
71	Blocco cls	NW-NS	1915	0
71	Blocco cls	NW-SN	1915	175.02
71	Blocco cls	NW-EO	1915	0



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

54 di/of 93

71	Blocco cls	NW-OE	1915	193.33
72	Blocco cls	NW-NS	1909	0
72	Blocco cls	NW-SN	1909	170.51
72	Blocco cls	NW-EO	1909	0
72	Blocco cls	NW-OE	1909	182.27
72	Blocco cls	NW-NS	1916	0
72	Blocco cls	NW-SN	1916	170.51
72	Blocco cls	NW-EO	1916	0
72	Blocco cls	NW-OE	1916	182.27
73	Blocco cls	NW-NS	1910	0
73	Blocco cls	NW-SN	1910	166.01
73	Blocco cls	NW-EO	1910	0
73	Blocco cls	NW-OE	1910	171.21
73	Blocco cls	NW-NS	1917	0
73	Blocco cls	NW-SN	1917	166.01
73	Blocco cls	NW-EO	1917	0
73	Blocco cls	NW-OE	1917	171.21
74	Blocco cls	NW-NS	1911	0
74	Blocco cls	NW-SN	1911	161.5
74	Blocco cls	NW-EO	1911	0
74	Blocco cls	NW-OE	1911	160.16
74	Blocco cls	NW-NS	1918	0
74	Blocco cls	NW-SN	1918	161.5
74	Blocco cls	NW-EO	1918	0
74	Blocco cls	NW-OE	1918	160.16
75	Blocco cls	NW-NS	1912	0
75	Blocco cls	NW-SN	1912	157
75	Blocco cls	NW-EO	1912	0
75	Blocco cls	NW-OE	1912	149.11
75	Blocco cls	NW-NS	1919	0
75	Blocco cls	NW-SN	1919	157
75	Blocco cls	NW-EO	1919	0
75	Blocco cls	NW-OE	1919	149.11
76	Blocco cls	NW-NS	1913	0
76	Blocco cls	NW-SN	1913	152.49
76	Blocco cls	NW-EO	1913	0
76	Blocco cls	NW-OE	1913	138.06
76	Blocco cls	NW-NS	1920	0
76	Blocco cls	NW-SN	1920	152.49
76	Blocco cls	NW-EO	1920	0
76	Blocco cls	NW-OE	1920	138.06
77	Blocco cls	NW-NS	1930	3.61
77	Blocco cls	NW-SN	1930	32.02
77	Blocco cls	NW-EO	1930	0
77	Blocco cls	NW-OE	1930	233.45
77	Blocco cls	NW-NS	1938	3.61
77	Blocco cls	NW-SN	1938	32.02
77	Blocco cls	NW-EO	1938	0
77	Blocco cls	NW-OE	1938	233.45
78	Tirante	NW-NS	1947	38.44
78	Tirante	NW-SN	1947	0

78	Tirante	NW-EO	1947	0
78	Tirante	NW-OE	1947	236.87
78	Tirante	NW-NS	1955	38.44
78	Tirante	NW-SN	1955	0
78	Tirante	NW-EO	1955	0
78	Tirante	NW-OE	1955	236.87
79	Blocco cls	NW-NS	1931	0
79	Blocco cls	NW-SN	1931	29.02
79	Blocco cls	NW-EO	1931	0
79	Blocco cls	NW-OE	1931	225.94
79	Blocco cls	NW-NS	1939	0
79	Blocco cls	NW-SN	1939	29.02
79	Blocco cls	NW-EO	1939	0
79	Blocco cls	NW-OE	1939	225.94
80	Blocco cls	NW-NS	1932	0
80	Blocco cls	NW-SN	1932	26.01
80	Blocco cls	NW-EO	1932	0
80	Blocco cls	NW-OE	1932	218.44
80	Blocco cls	NW-NS	1940	0
80	Blocco cls	NW-SN	1940	26.01
80	Blocco cls	NW-EO	1940	0
80	Blocco cls	NW-OE	1940	218.44
81	Blocco cls	NW-NS	1933	0
81	Blocco cls	NW-SN	1933	23.01
81	Blocco cls	NW-EO	1933	0
81	Blocco cls	NW-OE	1933	210.95
81	Blocco cls	NW-NS	1941	0
81	Blocco cls	NW-SN	1941	23.01
81	Blocco cls	NW-EO	1941	0
81	Blocco cls	NW-OE	1941	210.95
83	Tirante	NW-NS	1948	33.56
83	Tirante	NW-SN	1948	0
83	Tirante	NW-EO	1948	0
83	Tirante	NW-OE	1948	228.59
83	Tirante	NW-NS	1956	33.56
83	Tirante	NW-SN	1956	0
83	Tirante	NW-EO	1956	0
83	Tirante	NW-OE	1956	228.59
84	Tirante	NW-NS	1949	28.69
84	Tirante	NW-SN	1949	0
84	Tirante	NW-EO	1949	0
84	Tirante	NW-OE	1949	220.32
84	Tirante	NW-NS	1957	28.69
84	Tirante	NW-SN	1957	0
84	Tirante	NW-EO	1957	0
84	Tirante	NW-OE	1957	220.32
85	Tirante	NW-NS	1950	23.81
85	Tirante	NW-SN	1950	0
85	Tirante	NW-EO	1950	0
85	Tirante	NW-OE	1950	212.06
85	Tirante	NW-NS	1958	23.81

85	Tirante	NW-SN	1958	0
85	Tirante	NW-EO	1958	0
85	Tirante	NW-OE	1958	212.06
86	Tirante	NW-NS	1951	18.94
86	Tirante	NW-SN	1951	0
86	Tirante	NW-EO	1951	0
86	Tirante	NW-OE	1951	203.81
86	Tirante	NW-NS	1959	18.94
86	Tirante	NW-SN	1959	0
86	Tirante	NW-EO	1959	0
86	Tirante	NW-OE	1959	203.81
87	Blocco cls	NW-NS	1096	126.62
87	Blocco cls	NW-SN	1096	0
87	Blocco cls	NW-EO	1096	139.13
87	Blocco cls	NW-OE	1096	0
87	Blocco cls	NW-NS	1831	126.62
87	Blocco cls	NW-SN	1831	0
87	Blocco cls	NW-EO	1831	139.13
87	Blocco cls	NW-OE	1831	0
88	Blocco cls	NW-NS	2067	0
88	Blocco cls	NW-SN	2067	70.73
88	Blocco cls	NW-EO	2067	168.71
88	Blocco cls	NW-OE	2067	0
88	Blocco cls	NW-NS	2082	0
88	Blocco cls	NW-SN	2082	70.73
88	Blocco cls	NW-EO	2082	168.71
88	Blocco cls	NW-OE	2082	0
89	Blocco cls	NW-NS	1921	0
89	Blocco cls	NW-SN	1921	149.49
89	Blocco cls	NW-EO	1921	0
89	Blocco cls	NW-OE	1921	130.69
89	Blocco cls	NW-NS	1922	0
89	Blocco cls	NW-SN	1922	149.49
89	Blocco cls	NW-EO	1922	0
89	Blocco cls	NW-OE	1922	130.69
90	Blocco cls	NW-NS	1923	0
90	Blocco cls	NW-SN	1923	146.51
90	Blocco cls	NW-EO	1923	0
90	Blocco cls	NW-OE	1923	123.34
90	Blocco cls	NW-NS	1924	0
90	Blocco cls	NW-SN	1924	146.51
90	Blocco cls	NW-EO	1924	0
90	Blocco cls	NW-OE	1924	123.34
91	Blocco cls	NW-NS	1926	0
91	Blocco cls	NW-SN	1926	145.57
91	Blocco cls	NW-EO	1926	0
91	Blocco cls	NW-OE	1926	5.31
91	Blocco cls	NW-NS	1925	0
91	Blocco cls	NW-SN	1925	145.57
91	Blocco cls	NW-EO	1925	0
91	Blocco cls	NW-OE	1925	5.31

92	Blocco cls	NW-NS	1934	0
92	Blocco cls	NW-SN	1934	20
92	Blocco cls	NW-EO	1934	0
92	Blocco cls	NW-OE	1934	203.46
92	Blocco cls	NW-NS	1942	0
92	Blocco cls	NW-SN	1942	20
92	Blocco cls	NW-EO	1942	0
92	Blocco cls	NW-OE	1942	203.46
93	Blocco cls	NW-NS	1935	0
93	Blocco cls	NW-SN	1935	17
93	Blocco cls	NW-EO	1935	0
93	Blocco cls	NW-OE	1935	195.98
93	Blocco cls	NW-NS	1943	0
93	Blocco cls	NW-SN	1943	17
93	Blocco cls	NW-EO	1943	0
93	Blocco cls	NW-OE	1943	195.98
94	Blocco cls	NW-NS	1936	0
94	Blocco cls	NW-SN	1936	13.99
94	Blocco cls	NW-EO	1936	0
94	Blocco cls	NW-OE	1936	188.49
94	Blocco cls	NW-NS	1944	0
94	Blocco cls	NW-SN	1944	13.99
94	Blocco cls	NW-EO	1944	0
94	Blocco cls	NW-OE	1944	188.49
95	Blocco cls	NW-NS	1937	0
95	Blocco cls	NW-SN	1937	10.99
95	Blocco cls	NW-EO	1937	0
95	Blocco cls	NW-OE	1937	181
95	Blocco cls	NW-NS	1945	0
95	Blocco cls	NW-SN	1945	10.99
95	Blocco cls	NW-EO	1945	0
95	Blocco cls	NW-OE	1945	181
96	Blocco cls	NW-NS	791	0
96	Blocco cls	NW-SN	791	8.05
96	Blocco cls	NW-EO	791	0
96	Blocco cls	NW-OE	791	173.68
96	Blocco cls	NW-NS	1946	0
96	Blocco cls	NW-SN	1946	8.05
96	Blocco cls	NW-EO	1946	0
96	Blocco cls	NW-OE	1946	173.68
97	Tirante	NW-NS	1952	14.07
97	Tirante	NW-SN	1952	0
97	Tirante	NW-EO	1952	0
97	Tirante	NW-OE	1952	195.56
97	Tirante	NW-NS	1960	14.07
97	Tirante	NW-SN	1960	0
97	Tirante	NW-EO	1960	0
97	Tirante	NW-OE	1960	195.56
98	Tirante	NW-NS	1953	9.19
98	Tirante	NW-SN	1953	0
98	Tirante	NW-EO	1953	0



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

58 di/of 93

98	Tirante	NW-OE	1953	187.32
98	Tirante	NW-NS	1961	9.19
98	Tirante	NW-SN	1961	0
98	Tirante	NW-EO	1961	0
98	Tirante	NW-OE	1961	187.32
99	Tirante	NW-NS	1954	4.32
99	Tirante	NW-SN	1954	0
99	Tirante	NW-EO	1954	0
99	Tirante	NW-OE	1954	179.08
99	Tirante	NW-NS	1962	4.32
99	Tirante	NW-SN	1962	0
99	Tirante	NW-EO	1962	0
99	Tirante	NW-OE	1962	179.08
100	Tirante	NW-NS	1965	353.57
100	Tirante	NW-SN	1965	0
100	Tirante	NW-EO	1965	19.64
100	Tirante	NW-OE	1965	185.03
100	Tirante	NW-NS	1964	353.57
100	Tirante	NW-SN	1964	0
100	Tirante	NW-EO	1964	19.64
100	Tirante	NW-OE	1964	185.03
102	Blocco cls	NW-NS	1169	215.92
102	Blocco cls	NW-SN	1169	0
102	Blocco cls	NW-EO	1169	0
102	Blocco cls	NW-OE	1169	67.02
102	Blocco cls	NW-NS	2050	215.92
102	Blocco cls	NW-SN	2050	0
102	Blocco cls	NW-EO	2050	0
102	Blocco cls	NW-OE	2050	67.02
103	Blocco cls	NW-NS	2068	0
103	Blocco cls	NW-SN	2068	74.62
103	Blocco cls	NW-EO	2068	169.41
103	Blocco cls	NW-OE	2068	0
103	Blocco cls	NW-NS	2083	0
103	Blocco cls	NW-SN	2083	74.62
103	Blocco cls	NW-EO	2083	169.41
103	Blocco cls	NW-OE	2083	0
104	Blocco cls	NW-NS	2069	2.72
104	Blocco cls	NW-SN	2069	78.52
104	Blocco cls	NW-EO	2069	170.1
104	Blocco cls	NW-OE	2069	0
104	Blocco cls	NW-NS	2084	2.72
104	Blocco cls	NW-SN	2084	78.52
104	Blocco cls	NW-EO	2084	170.1
104	Blocco cls	NW-OE	2084	0
105	Blocco cls	NW-NS	2064	0
105	Blocco cls	NW-SN	2064	55.14
105	Blocco cls	NW-EO	2064	165.85
105	Blocco cls	NW-OE	2064	0
105	Blocco cls	NW-NS	2079	0
105	Blocco cls	NW-SN	2079	55.14



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

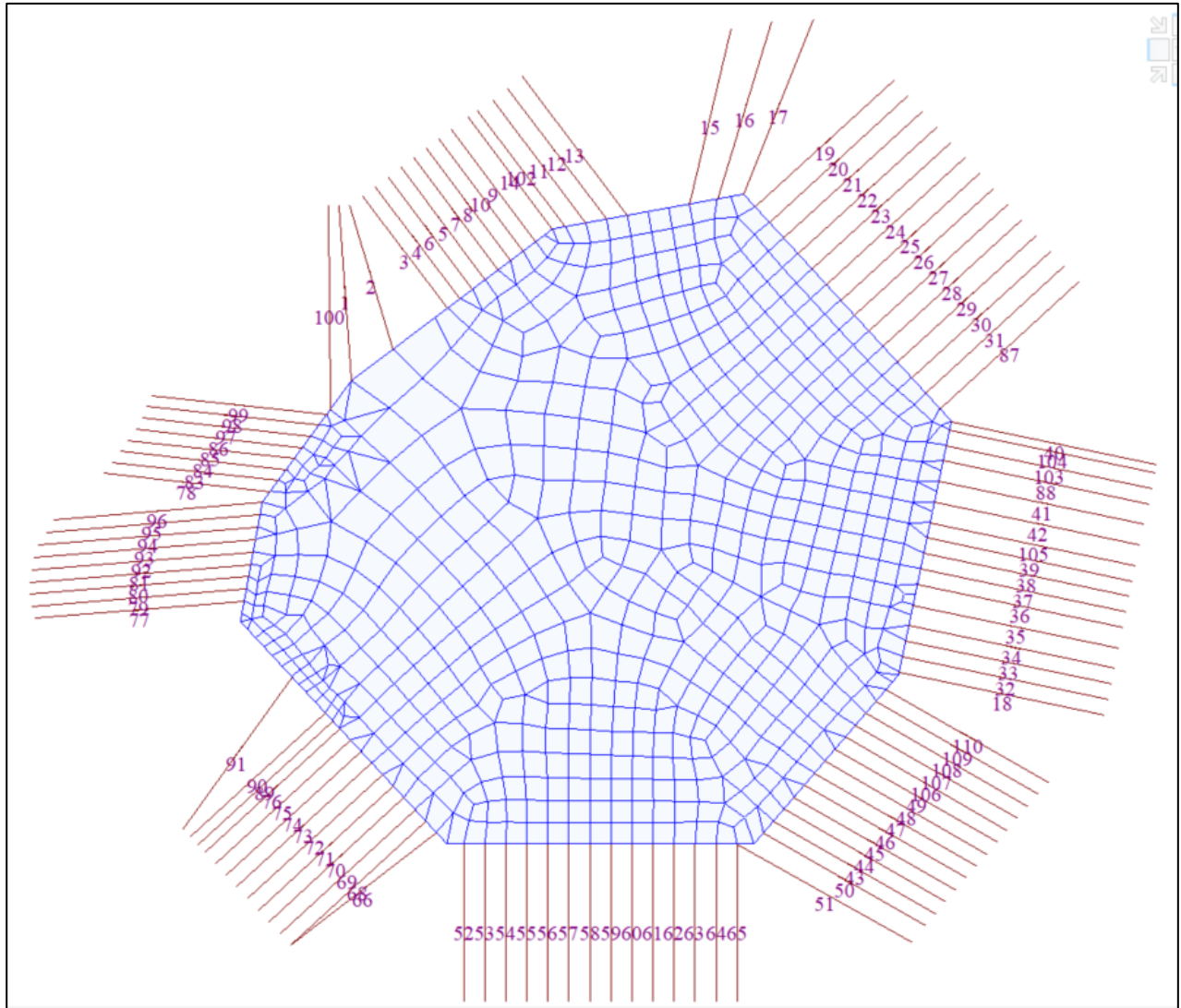
PAGE

59 di/of 93

105	Blocco cls	NW-EO	2079	165.85
105	Blocco cls	NW-OE	2079	0
106	Blocco cls	NW-NS	2141	0
106	Blocco cls	NW-SN	2141	92.7
106	Blocco cls	NW-EO	2141	156.45
106	Blocco cls	NW-OE	2141	0
106	Blocco cls	NW-NS	2129	0
106	Blocco cls	NW-SN	2129	92.7
106	Blocco cls	NW-EO	2129	156.45
106	Blocco cls	NW-OE	2129	0
107	Blocco cls	NW-NS	2142	0
107	Blocco cls	NW-SN	2142	97
107	Blocco cls	NW-EO	2142	157.25
107	Blocco cls	NW-OE	2142	0
107	Blocco cls	NW-NS	2130	0
107	Blocco cls	NW-SN	2130	97
107	Blocco cls	NW-EO	2130	157.25
107	Blocco cls	NW-OE	2130	0
108	Blocco cls	NW-NS	2143	0
108	Blocco cls	NW-SN	2143	101.36
108	Blocco cls	NW-EO	2143	158.04
108	Blocco cls	NW-OE	2143	0
108	Blocco cls	NW-NS	2131	0
108	Blocco cls	NW-SN	2131	101.36
108	Blocco cls	NW-EO	2131	158.04
108	Blocco cls	NW-OE	2131	0
109	Blocco cls	NW-NS	2144	0
109	Blocco cls	NW-SN	2144	105.82
109	Blocco cls	NW-EO	2144	158.84
109	Blocco cls	NW-OE	2144	0
109	Blocco cls	NW-NS	2132	0
109	Blocco cls	NW-SN	2132	105.82
109	Blocco cls	NW-EO	2132	158.84
109	Blocco cls	NW-OE	2132	0
110	Blocco cls	NW-NS	2145	0
110	Blocco cls	NW-SN	2145	110.29
110	Blocco cls	NW-EO	2145	159.63
110	Blocco cls	NW-OE	2145	0
110	Blocco cls	NW-NS	2133	0
110	Blocco cls	NW-SN	2133	110.29
110	Blocco cls	NW-EO	2133	159.63
110	Blocco cls	NW-OE	2133	0

3.1. CONDIZIONE DI MINIMO INVASO

Si riporta in figura sottostante la numerazione degli elastic links assimilati ai cavi.



Si riportano nel paragrafo seguente i valori di azione assiale nei cavi, per i quattro casi di carico, nella condizione di minimo invaso. Dove:

- NW-NS: vento spirante in direzione Nord-Sud;
- NW-SN: vento spirante in direzione Sud-Nord;
- NW-EO: vento spirante in direzione Est-Ovest;
- NW-OE: vento spirante in direzione Ovest-Est;



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

61 di/of 93

No.	Tipologia ancoraggio	Load	Node	Axial (kN)
1	Tirante	NW-NS	9	341.52
1	Tirante	NW-SN	9	0
1	Tirante	NW-EO	9	9.19
1	Tirante	NW-OE	9	182.48
1	Tirante	NW-NS	1963	341.52
1	Tirante	NW-SN	1963	0
1	Tirante	NW-EO	1963	9.19
1	Tirante	NW-OE	1963	182.48
2	Tirante	NW-NS	1184	337.63
2	Tirante	NW-SN	1184	0
2	Tirante	NW-EO	1184	0
2	Tirante	NW-OE	1184	190.78
2	Tirante	NW-NS	1854	337.63
2	Tirante	NW-SN	1854	0
2	Tirante	NW-EO	1854	0
2	Tirante	NW-OE	1854	190.78
3	Tirante	NW-NS	2023	292.77
3	Tirante	NW-SN	2023	0
3	Tirante	NW-EO	2023	0
3	Tirante	NW-OE	2023	193.84
3	Tirante	NW-NS	2041	292.77
3	Tirante	NW-SN	2041	0
3	Tirante	NW-EO	2041	0
3	Tirante	NW-OE	2041	193.84
4	Tirante	NW-NS	2024	284.13
4	Tirante	NW-SN	2024	0
4	Tirante	NW-EO	2024	0
4	Tirante	NW-OE	2024	180.08
4	Tirante	NW-NS	2042	284.13
4	Tirante	NW-SN	2042	0
4	Tirante	NW-EO	2042	0
4	Tirante	NW-OE	2042	180.08
5	Tirante	NW-NS	2026	266.92
5	Tirante	NW-SN	2026	0
5	Tirante	NW-EO	2026	0
5	Tirante	NW-OE	2026	152.6
5	Tirante	NW-NS	2044	266.92
5	Tirante	NW-SN	2044	0
5	Tirante	NW-EO	2044	0
5	Tirante	NW-OE	2044	152.6
6	Tirante	NW-NS	2025	275.51
6	Tirante	NW-SN	2025	0
6	Tirante	NW-EO	2025	0
6	Tirante	NW-OE	2025	166.33
6	Tirante	NW-NS	2043	275.51
6	Tirante	NW-SN	2043	0
6	Tirante	NW-EO	2043	0
6	Tirante	NW-OE	2043	166.33
7	Tirante	NW-NS	2027	258.34



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

62 di/of 93

7	Tirante	NW-SN	2027	0
7	Tirante	NW-EO	2027	0
7	Tirante	NW-OE	2027	138.88
7	Tirante	NW-NS	2045	258.34
7	Tirante	NW-SN	2045	0
7	Tirante	NW-EO	2045	0
7	Tirante	NW-OE	2045	138.88
8	Tirante	NW-NS	2028	249.77
8	Tirante	NW-SN	2028	0
8	Tirante	NW-EO	2028	0
8	Tirante	NW-OE	2028	125.16
8	Tirante	NW-NS	2046	249.77
8	Tirante	NW-SN	2046	0
8	Tirante	NW-EO	2046	0
8	Tirante	NW-OE	2046	125.16
9	Tirante	NW-NS	2030	232.66
9	Tirante	NW-SN	2030	0
9	Tirante	NW-EO	2030	0
9	Tirante	NW-OE	2030	97.74
9	Tirante	NW-NS	2048	232.66
9	Tirante	NW-SN	2048	0
9	Tirante	NW-EO	2048	0
9	Tirante	NW-OE	2048	97.74
10	Tirante	NW-NS	2029	241.22
10	Tirante	NW-SN	2029	0
10	Tirante	NW-EO	2029	0
10	Tirante	NW-OE	2029	111.46
10	Tirante	NW-NS	2047	241.22
10	Tirante	NW-SN	2047	0
10	Tirante	NW-EO	2047	0
10	Tirante	NW-OE	2047	111.46
11	Tirante	NW-NS	1175	186.85
11	Tirante	NW-SN	1175	0
11	Tirante	NW-EO	1175	0
11	Tirante	NW-OE	1175	50.15
11	Tirante	NW-NS	1895	186.85
11	Tirante	NW-SN	1895	0
11	Tirante	NW-EO	1895	0
11	Tirante	NW-OE	1895	50.15
12	Tirante	NW-NS	1176	177.71
12	Tirante	NW-SN	1176	0
12	Tirante	NW-EO	1176	0
12	Tirante	NW-OE	1176	35.44
12	Tirante	NW-NS	1892	177.71
12	Tirante	NW-SN	1892	0
12	Tirante	NW-EO	1892	0
12	Tirante	NW-OE	1892	35.44
13	Tirante	NW-NS	1177	168.58
13	Tirante	NW-SN	1177	0
13	Tirante	NW-EO	1177	0
13	Tirante	NW-OE	1177	20.73



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

63 di/of 93

13	Tirante	NW-NS	1893	168.58
13	Tirante	NW-SN	1893	0
13	Tirante	NW-EO	1893	0
13	Tirante	NW-OE	1893	20.73
14	Blocco cls	NW-NS	1	221.26
14	Blocco cls	NW-SN	1	0
14	Blocco cls	NW-EO	1	0
14	Blocco cls	NW-OE	1	79.46
14	Blocco cls	NW-NS	2258	221.26
14	Blocco cls	NW-SN	2258	0
14	Blocco cls	NW-EO	2258	0
14	Blocco cls	NW-OE	2258	79.46
15	Blocco cls	NW-NS	1180	270.59
15	Blocco cls	NW-SN	1180	0
15	Blocco cls	NW-EO	1180	54.91
15	Blocco cls	NW-OE	1180	0
15	Blocco cls	NW-NS	1884	270.59
15	Blocco cls	NW-SN	1884	0
15	Blocco cls	NW-EO	1884	54.91
15	Blocco cls	NW-OE	1884	0
16	Blocco cls	NW-NS	1181	263.98
16	Blocco cls	NW-SN	1181	0
16	Blocco cls	NW-EO	1181	66.38
16	Blocco cls	NW-OE	1181	0
16	Blocco cls	NW-NS	2051	263.98
16	Blocco cls	NW-SN	2051	0
16	Blocco cls	NW-EO	2051	66.38
16	Blocco cls	NW-OE	2051	0
17	Blocco cls	NW-NS	2	258.18
17	Blocco cls	NW-SN	2	0
17	Blocco cls	NW-EO	2	80.25
17	Blocco cls	NW-OE	2	0
17	Blocco cls	NW-NS	2053	258.18
17	Blocco cls	NW-SN	2053	0
17	Blocco cls	NW-EO	2053	80.25
17	Blocco cls	NW-OE	2053	0
18	Blocco cls	NW-NS	1110	0
18	Blocco cls	NW-SN	1110	21.89
18	Blocco cls	NW-EO	1110	160.2
18	Blocco cls	NW-OE	1110	0
18	Blocco cls	NW-NS	2070	0
18	Blocco cls	NW-SN	2070	21.89
18	Blocco cls	NW-EO	2070	160.2
18	Blocco cls	NW-OE	2070	0
19	Blocco cls	NW-NS	1095	243.47
19	Blocco cls	NW-SN	1095	0
19	Blocco cls	NW-EO	1095	151.3
19	Blocco cls	NW-OE	1095	0
19	Blocco cls	NW-NS	1830	243.47
19	Blocco cls	NW-SN	1830	0
19	Blocco cls	NW-EO	1830	151.3



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

64 di/of 93

19	Blocco cls	NW-OE	1830	0
20	Blocco cls	NW-NS	1097	234.69
20	Blocco cls	NW-SN	1097	0
20	Blocco cls	NW-EO	1097	150.33
20	Blocco cls	NW-OE	1097	0
20	Blocco cls	NW-NS	1832	234.69
20	Blocco cls	NW-SN	1832	0
20	Blocco cls	NW-EO	1832	150.33
20	Blocco cls	NW-OE	1832	0
21	Blocco cls	NW-NS	1098	225.89
21	Blocco cls	NW-SN	1098	0
21	Blocco cls	NW-EO	1098	149.36
21	Blocco cls	NW-OE	1098	0
21	Blocco cls	NW-NS	1833	225.89
21	Blocco cls	NW-SN	1833	0
21	Blocco cls	NW-EO	1833	149.36
21	Blocco cls	NW-OE	1833	0
22	Blocco cls	NW-NS	1099	217.09
22	Blocco cls	NW-SN	1099	0
22	Blocco cls	NW-EO	1099	148.39
22	Blocco cls	NW-OE	1099	0
22	Blocco cls	NW-NS	1834	217.09
22	Blocco cls	NW-SN	1834	0
22	Blocco cls	NW-EO	1834	148.39
22	Blocco cls	NW-OE	1834	0
23	Blocco cls	NW-NS	1100	208.29
23	Blocco cls	NW-SN	1100	0
23	Blocco cls	NW-EO	1100	147.43
23	Blocco cls	NW-OE	1100	0
23	Blocco cls	NW-NS	1835	208.29
23	Blocco cls	NW-SN	1835	0
23	Blocco cls	NW-EO	1835	147.43
23	Blocco cls	NW-OE	1835	0
24	Blocco cls	NW-NS	1101	199.49
24	Blocco cls	NW-SN	1101	0
24	Blocco cls	NW-EO	1101	146.46
24	Blocco cls	NW-OE	1101	0
24	Blocco cls	NW-NS	1836	199.49
24	Blocco cls	NW-SN	1836	0
24	Blocco cls	NW-EO	1836	146.46
24	Blocco cls	NW-OE	1836	0
25	Blocco cls	NW-NS	1102	190.69
25	Blocco cls	NW-SN	1102	0
25	Blocco cls	NW-EO	1102	145.5
25	Blocco cls	NW-OE	1102	0
25	Blocco cls	NW-NS	1837	190.69
25	Blocco cls	NW-SN	1837	0
25	Blocco cls	NW-EO	1837	145.5
25	Blocco cls	NW-OE	1837	0
26	Blocco cls	NW-NS	1103	181.89
26	Blocco cls	NW-SN	1103	0



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

65 di/of 93

26	Blocco cls	NW-EO	1103	144.53
26	Blocco cls	NW-OE	1103	0
26	Blocco cls	NW-NS	1838	181.89
26	Blocco cls	NW-SN	1838	0
26	Blocco cls	NW-EO	1838	144.53
26	Blocco cls	NW-OE	1838	0
27	Blocco cls	NW-NS	1104	173.1
27	Blocco cls	NW-SN	1104	0
27	Blocco cls	NW-EO	1104	143.57
27	Blocco cls	NW-OE	1104	0
27	Blocco cls	NW-NS	1839	173.1
27	Blocco cls	NW-SN	1839	0
27	Blocco cls	NW-EO	1839	143.57
27	Blocco cls	NW-OE	1839	0
28	Blocco cls	NW-NS	1105	164.31
28	Blocco cls	NW-SN	1105	0
28	Blocco cls	NW-EO	1105	142.6
28	Blocco cls	NW-OE	1105	0
28	Blocco cls	NW-NS	1840	164.31
28	Blocco cls	NW-SN	1840	0
28	Blocco cls	NW-EO	1840	142.6
28	Blocco cls	NW-OE	1840	0
29	Blocco cls	NW-NS	1106	155.51
29	Blocco cls	NW-SN	1106	0
29	Blocco cls	NW-EO	1106	141.64
29	Blocco cls	NW-OE	1106	0
29	Blocco cls	NW-NS	1841	155.51
29	Blocco cls	NW-SN	1841	0
29	Blocco cls	NW-EO	1841	141.64
29	Blocco cls	NW-OE	1841	0
30	Blocco cls	NW-NS	1107	146.73
30	Blocco cls	NW-SN	1107	0
30	Blocco cls	NW-EO	1107	140.67
30	Blocco cls	NW-OE	1107	0
30	Blocco cls	NW-NS	1842	146.73
30	Blocco cls	NW-SN	1842	0
30	Blocco cls	NW-EO	1842	140.67
30	Blocco cls	NW-OE	1842	0
31	Blocco cls	NW-NS	1108	137.94
31	Blocco cls	NW-SN	1108	0
31	Blocco cls	NW-EO	1108	139.7
31	Blocco cls	NW-OE	1108	0
31	Blocco cls	NW-NS	1843	137.94
31	Blocco cls	NW-SN	1843	0
31	Blocco cls	NW-EO	1843	139.7
31	Blocco cls	NW-OE	1843	0
32	Blocco cls	NW-NS	2054	0
32	Blocco cls	NW-SN	2054	27.81
32	Blocco cls	NW-EO	2054	160.84
32	Blocco cls	NW-OE	2054	0
32	Blocco cls	NW-NS	2071	0



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

66 di/of 93

32	Blocco cls	NW-SN	2071	27.81
32	Blocco cls	NW-EO	2071	160.84
32	Blocco cls	NW-OE	2071	0
33	Blocco cls	NW-NS	2055	0
33	Blocco cls	NW-SN	2055	31.8
33	Blocco cls	NW-EO	2055	161.46
33	Blocco cls	NW-OE	2055	0
33	Blocco cls	NW-NS	2072	0
33	Blocco cls	NW-SN	2072	31.8
33	Blocco cls	NW-EO	2072	161.46
33	Blocco cls	NW-OE	2072	0
34	Blocco cls	NW-NS	2058	0
34	Blocco cls	NW-SN	2058	35.62
34	Blocco cls	NW-EO	2058	162.09
34	Blocco cls	NW-OE	2058	0
34	Blocco cls	NW-NS	2073	0
34	Blocco cls	NW-SN	2073	35.62
34	Blocco cls	NW-EO	2073	162.09
34	Blocco cls	NW-OE	2073	0
35	Blocco cls	NW-NS	2059	0
35	Blocco cls	NW-SN	2059	40.7
35	Blocco cls	NW-EO	2059	162.93
35	Blocco cls	NW-OE	2059	0
35	Blocco cls	NW-NS	2074	0
35	Blocco cls	NW-SN	2074	40.7
35	Blocco cls	NW-EO	2074	162.93
35	Blocco cls	NW-OE	2074	0
36	Blocco cls	NW-NS	2060	0
36	Blocco cls	NW-SN	2060	45.77
36	Blocco cls	NW-EO	2060	163.77
36	Blocco cls	NW-OE	2060	0
36	Blocco cls	NW-NS	2075	0
36	Blocco cls	NW-SN	2075	45.77
36	Blocco cls	NW-EO	2075	163.77
36	Blocco cls	NW-OE	2075	0
37	Blocco cls	NW-NS	2061	0
37	Blocco cls	NW-SN	2061	49.58
37	Blocco cls	NW-EO	2061	164.39
37	Blocco cls	NW-OE	2061	0
37	Blocco cls	NW-NS	2076	0
37	Blocco cls	NW-SN	2076	49.58
37	Blocco cls	NW-EO	2076	164.39
37	Blocco cls	NW-OE	2076	0
38	Blocco cls	NW-NS	2062	0
38	Blocco cls	NW-SN	2062	53.39
38	Blocco cls	NW-EO	2062	165.02
38	Blocco cls	NW-OE	2062	0
38	Blocco cls	NW-NS	2077	0
38	Blocco cls	NW-SN	2077	53.39
38	Blocco cls	NW-EO	2077	165.02
38	Blocco cls	NW-OE	2077	0



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

67 di/of 93

39	Blocco cls	NW-NS	2063	0
39	Blocco cls	NW-SN	2063	57.19
39	Blocco cls	NW-EO	2063	165.64
39	Blocco cls	NW-OE	2063	0
39	Blocco cls	NW-NS	2078	0
39	Blocco cls	NW-SN	2078	57.19
39	Blocco cls	NW-EO	2078	165.64
39	Blocco cls	NW-OE	2078	0
40	Blocco cls	NW-NS	3	11.51
40	Blocco cls	NW-SN	3	85.93
40	Blocco cls	NW-EO	3	170.33
40	Blocco cls	NW-OE	3	0
40	Blocco cls	NW-NS	2085	11.51
40	Blocco cls	NW-SN	2085	85.93
40	Blocco cls	NW-EO	2085	170.33
40	Blocco cls	NW-OE	2085	0
41	Blocco cls	NW-NS	2066	0
41	Blocco cls	NW-SN	2066	71.15
41	Blocco cls	NW-EO	2066	167.95
41	Blocco cls	NW-OE	2066	0
41	Blocco cls	NW-NS	2081	0
41	Blocco cls	NW-SN	2081	71.15
41	Blocco cls	NW-EO	2081	167.95
41	Blocco cls	NW-OE	2081	0
42	Blocco cls	NW-NS	2065	0
42	Blocco cls	NW-SN	2065	66.07
42	Blocco cls	NW-EO	2065	167.11
42	Blocco cls	NW-OE	2065	0
42	Blocco cls	NW-NS	2080	0
42	Blocco cls	NW-SN	2080	66.07
42	Blocco cls	NW-EO	2080	167.11
42	Blocco cls	NW-OE	2080	0
43	Blocco cls	NW-NS	2134	0
43	Blocco cls	NW-SN	2134	63.84
43	Blocco cls	NW-EO	2134	151.14
43	Blocco cls	NW-OE	2134	0
43	Blocco cls	NW-NS	2122	0
43	Blocco cls	NW-SN	2122	63.84
43	Blocco cls	NW-EO	2122	151.14
43	Blocco cls	NW-OE	2122	0
44	Blocco cls	NW-NS	2135	0
44	Blocco cls	NW-SN	2135	68.16
44	Blocco cls	NW-EO	2135	151.82
44	Blocco cls	NW-OE	2135	0
44	Blocco cls	NW-NS	2123	0
44	Blocco cls	NW-SN	2123	68.16
44	Blocco cls	NW-EO	2123	151.82
44	Blocco cls	NW-OE	2123	0
45	Blocco cls	NW-NS	2136	0
45	Blocco cls	NW-SN	2136	72.46
45	Blocco cls	NW-EO	2136	152.5



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

68 di/of 93

45	Blocco cls	NW-OE	2136	0
45	Blocco cls	NW-NS	2124	0
45	Blocco cls	NW-SN	2124	72.46
45	Blocco cls	NW-EO	2124	152.5
45	Blocco cls	NW-OE	2124	0
46	Blocco cls	NW-NS	2137	0
46	Blocco cls	NW-SN	2137	76.76
46	Blocco cls	NW-EO	2137	153.18
46	Blocco cls	NW-OE	2137	0
46	Blocco cls	NW-NS	2125	0
46	Blocco cls	NW-SN	2125	76.76
46	Blocco cls	NW-EO	2125	153.18
46	Blocco cls	NW-OE	2125	0
47	Blocco cls	NW-NS	2138	0
47	Blocco cls	NW-SN	2138	81.05
47	Blocco cls	NW-EO	2138	153.87
47	Blocco cls	NW-OE	2138	0
47	Blocco cls	NW-NS	2126	0
47	Blocco cls	NW-SN	2126	81.05
47	Blocco cls	NW-EO	2126	153.87
47	Blocco cls	NW-OE	2126	0
48	Blocco cls	NW-NS	2139	0
48	Blocco cls	NW-SN	2139	85.35
48	Blocco cls	NW-EO	2139	154.56
48	Blocco cls	NW-OE	2139	0
48	Blocco cls	NW-NS	2127	0
48	Blocco cls	NW-SN	2127	85.35
48	Blocco cls	NW-EO	2127	154.56
48	Blocco cls	NW-OE	2127	0
49	Blocco cls	NW-NS	2140	0
49	Blocco cls	NW-SN	2140	89.64
49	Blocco cls	NW-EO	2140	155.25
49	Blocco cls	NW-OE	2140	0
49	Blocco cls	NW-NS	2128	0
49	Blocco cls	NW-SN	2128	89.64
49	Blocco cls	NW-EO	2128	155.25
49	Blocco cls	NW-OE	2128	0
50	Blocco cls	NW-NS	1123	0
50	Blocco cls	NW-SN	1123	57.1
50	Blocco cls	NW-EO	1123	136.48
50	Blocco cls	NW-OE	1123	0
50	Blocco cls	NW-NS	1816	0
50	Blocco cls	NW-SN	1816	57.1
50	Blocco cls	NW-EO	1816	136.48
50	Blocco cls	NW-OE	1816	0
51	Blocco cls	NW-NS	1132	0
51	Blocco cls	NW-SN	1132	49.38
51	Blocco cls	NW-EO	1132	136.3
51	Blocco cls	NW-OE	1132	0
51	Blocco cls	NW-NS	1809	0
51	Blocco cls	NW-SN	1809	49.38



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

69 di/of 93

51	Blocco cls	NW-EO	1809	136.3
51	Blocco cls	NW-OE	1809	0
52	Blocco cls	NW-NS	1131	0
52	Blocco cls	NW-SN	1131	222.88
52	Blocco cls	NW-EO	1131	0
52	Blocco cls	NW-OE	1131	0
52	Blocco cls	NW-NS	1794	0
52	Blocco cls	NW-SN	1794	222.88
52	Blocco cls	NW-EO	1794	0
52	Blocco cls	NW-OE	1794	0
53	Blocco cls	NW-NS	1133	0
53	Blocco cls	NW-SN	1133	229.65
53	Blocco cls	NW-EO	1133	0
53	Blocco cls	NW-OE	1133	0
53	Blocco cls	NW-NS	1796	0
53	Blocco cls	NW-SN	1796	229.65
53	Blocco cls	NW-EO	1796	0
53	Blocco cls	NW-OE	1796	0
54	Blocco cls	NW-NS	1134	0
54	Blocco cls	NW-SN	1134	236.41
54	Blocco cls	NW-EO	1134	0
54	Blocco cls	NW-OE	1134	0
54	Blocco cls	NW-NS	1797	0
54	Blocco cls	NW-SN	1797	236.41
54	Blocco cls	NW-EO	1797	0
54	Blocco cls	NW-OE	1797	0
55	Blocco cls	NW-NS	1135	0
55	Blocco cls	NW-SN	1135	243.18
55	Blocco cls	NW-EO	1135	0
55	Blocco cls	NW-OE	1135	0
55	Blocco cls	NW-NS	1798	0
55	Blocco cls	NW-SN	1798	243.18
55	Blocco cls	NW-EO	1798	0
55	Blocco cls	NW-OE	1798	0
56	Blocco cls	NW-NS	1136	0
56	Blocco cls	NW-SN	1136	249.95
56	Blocco cls	NW-EO	1136	0
56	Blocco cls	NW-OE	1136	0
56	Blocco cls	NW-NS	1799	0
56	Blocco cls	NW-SN	1799	249.95
56	Blocco cls	NW-EO	1799	0
56	Blocco cls	NW-OE	1799	0
57	Blocco cls	NW-NS	1137	0
57	Blocco cls	NW-SN	1137	256.73
57	Blocco cls	NW-EO	1137	0
57	Blocco cls	NW-OE	1137	0
57	Blocco cls	NW-NS	1800	0
57	Blocco cls	NW-SN	1800	256.73
57	Blocco cls	NW-EO	1800	0
57	Blocco cls	NW-OE	1800	0
58	Blocco cls	NW-NS	1138	0



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

70 di/of 93

58	Blocco cls	NW-SN	1138	263.51
58	Blocco cls	NW-EO	1138	0
58	Blocco cls	NW-OE	1138	0
58	Blocco cls	NW-NS	1801	0
58	Blocco cls	NW-SN	1801	263.51
58	Blocco cls	NW-EO	1801	0
58	Blocco cls	NW-OE	1801	0
59	Blocco cls	NW-NS	1139	0
59	Blocco cls	NW-SN	1139	270.3
59	Blocco cls	NW-EO	1139	0
59	Blocco cls	NW-OE	1139	0
59	Blocco cls	NW-NS	1802	0
59	Blocco cls	NW-SN	1802	270.3
59	Blocco cls	NW-EO	1802	0
59	Blocco cls	NW-OE	1802	0
60	Blocco cls	NW-NS	1140	0
60	Blocco cls	NW-SN	1140	277.09
60	Blocco cls	NW-EO	1140	0
60	Blocco cls	NW-OE	1140	0
60	Blocco cls	NW-NS	1803	0
60	Blocco cls	NW-SN	1803	277.09
60	Blocco cls	NW-EO	1803	0
60	Blocco cls	NW-OE	1803	0
61	Blocco cls	NW-NS	1141	0
61	Blocco cls	NW-SN	1141	283.89
61	Blocco cls	NW-EO	1141	0
61	Blocco cls	NW-OE	1141	20.92
61	Blocco cls	NW-NS	1804	0
61	Blocco cls	NW-SN	1804	283.89
61	Blocco cls	NW-EO	1804	0
61	Blocco cls	NW-OE	1804	20.92
62	Blocco cls	NW-NS	1142	0
62	Blocco cls	NW-SN	1142	290.7
62	Blocco cls	NW-EO	1142	0
62	Blocco cls	NW-OE	1142	37.41
62	Blocco cls	NW-NS	1805	0
62	Blocco cls	NW-SN	1805	290.7
62	Blocco cls	NW-EO	1805	0
62	Blocco cls	NW-OE	1805	37.41
63	Blocco cls	NW-NS	1143	0
63	Blocco cls	NW-SN	1143	297.52
63	Blocco cls	NW-EO	1143	0
63	Blocco cls	NW-OE	1143	53.9
63	Blocco cls	NW-NS	1806	0
63	Blocco cls	NW-SN	1806	297.52
63	Blocco cls	NW-EO	1806	0
63	Blocco cls	NW-OE	1806	53.9
64	Blocco cls	NW-NS	1144	0
64	Blocco cls	NW-SN	1144	304.36
64	Blocco cls	NW-EO	1144	0
64	Blocco cls	NW-OE	1144	70.39



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

71 di/of 93

64	Blocco cls	NW-NS	1807	0
64	Blocco cls	NW-SN	1807	304.36
64	Blocco cls	NW-EO	1807	0
64	Blocco cls	NW-OE	1807	70.39
65	Blocco cls	NW-NS	1132	0
65	Blocco cls	NW-SN	1132	311.21
65	Blocco cls	NW-EO	1132	0
65	Blocco cls	NW-OE	1132	86.9
65	Blocco cls	NW-NS	1795	0
65	Blocco cls	NW-SN	1795	311.21
65	Blocco cls	NW-EO	1795	0
65	Blocco cls	NW-OE	1795	86.9
66	Blocco cls	NW-NS	1899	0
66	Blocco cls	NW-SN	1899	187.59
66	Blocco cls	NW-EO	1899	0
66	Blocco cls	NW-OE	1899	267.56
66	Blocco cls	NW-NS	1903	0
66	Blocco cls	NW-SN	1903	187.59
66	Blocco cls	NW-EO	1903	0
66	Blocco cls	NW-OE	1903	267.56
68	Blocco cls	NW-NS	1900	0
68	Blocco cls	NW-SN	1900	189.9
68	Blocco cls	NW-EO	1900	0
68	Blocco cls	NW-OE	1900	224.43
68	Blocco cls	NW-NS	1903	0
68	Blocco cls	NW-SN	1903	189.9
68	Blocco cls	NW-EO	1903	0
68	Blocco cls	NW-OE	1903	224.43
69	Blocco cls	NW-NS	1906	0
69	Blocco cls	NW-SN	1906	185.54
69	Blocco cls	NW-EO	1906	0
69	Blocco cls	NW-OE	1906	213.8
69	Blocco cls	NW-NS	1904	0
69	Blocco cls	NW-SN	1904	185.54
69	Blocco cls	NW-EO	1904	0
69	Blocco cls	NW-OE	1904	213.8
70	Blocco cls	NW-NS	1907	0
70	Blocco cls	NW-SN	1907	181.19
70	Blocco cls	NW-EO	1907	0
70	Blocco cls	NW-OE	1907	203.17
70	Blocco cls	NW-NS	1914	0
70	Blocco cls	NW-SN	1914	181.19
70	Blocco cls	NW-EO	1914	0
70	Blocco cls	NW-OE	1914	203.17
71	Blocco cls	NW-NS	1908	0
71	Blocco cls	NW-SN	1908	176.83
71	Blocco cls	NW-EO	1908	0
71	Blocco cls	NW-OE	1908	192.55
71	Blocco cls	NW-NS	1915	0
71	Blocco cls	NW-SN	1915	176.83
71	Blocco cls	NW-EO	1915	0



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

72 di/of 93

71	Blocco cls	NW-OE	1915	192.55
72	Blocco cls	NW-NS	1909	0
72	Blocco cls	NW-SN	1909	172.49
72	Blocco cls	NW-EO	1909	0
72	Blocco cls	NW-OE	1909	181.94
72	Blocco cls	NW-NS	1916	0
72	Blocco cls	NW-SN	1916	172.49
72	Blocco cls	NW-EO	1916	0
72	Blocco cls	NW-OE	1916	181.94
73	Blocco cls	NW-NS	1910	0
73	Blocco cls	NW-SN	1910	168.14
73	Blocco cls	NW-EO	1910	0
73	Blocco cls	NW-OE	1910	171.33
73	Blocco cls	NW-NS	1917	0
73	Blocco cls	NW-SN	1917	168.14
73	Blocco cls	NW-EO	1917	0
73	Blocco cls	NW-OE	1917	171.33
74	Blocco cls	NW-NS	1911	0
74	Blocco cls	NW-SN	1911	163.8
74	Blocco cls	NW-EO	1911	0
74	Blocco cls	NW-OE	1911	160.73
74	Blocco cls	NW-NS	1918	0
74	Blocco cls	NW-SN	1918	163.8
74	Blocco cls	NW-EO	1918	0
74	Blocco cls	NW-OE	1918	160.73
75	Blocco cls	NW-NS	1912	0
75	Blocco cls	NW-SN	1912	159.46
75	Blocco cls	NW-EO	1912	0
75	Blocco cls	NW-OE	1912	150.12
75	Blocco cls	NW-NS	1919	0
75	Blocco cls	NW-SN	1919	159.46
75	Blocco cls	NW-EO	1919	0
75	Blocco cls	NW-OE	1919	150.12
76	Blocco cls	NW-NS	1913	0
76	Blocco cls	NW-SN	1913	155.12
76	Blocco cls	NW-EO	1913	0
76	Blocco cls	NW-OE	1913	139.52
76	Blocco cls	NW-NS	1920	0
76	Blocco cls	NW-SN	1920	155.12
76	Blocco cls	NW-EO	1920	0
76	Blocco cls	NW-OE	1920	139.52
77	Blocco cls	NW-NS	1930	5.91
77	Blocco cls	NW-SN	1930	43.16
77	Blocco cls	NW-EO	1930	0
77	Blocco cls	NW-OE	1930	232.65
77	Blocco cls	NW-NS	1938	5.91
77	Blocco cls	NW-SN	1938	43.16
77	Blocco cls	NW-EO	1938	0
77	Blocco cls	NW-OE	1938	232.65
78	Tirante	NW-NS	1947	43.66
78	Tirante	NW-SN	1947	0



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

73 di/of 93

78	Tirante	NW-EO	1947	0
78	Tirante	NW-OE	1947	233.47
78	Tirante	NW-NS	1955	43.66
78	Tirante	NW-SN	1955	0
78	Tirante	NW-EO	1955	0
78	Tirante	NW-OE	1955	233.47
79	Blocco cls	NW-NS	1931	0
79	Blocco cls	NW-SN	1931	40.22
79	Blocco cls	NW-EO	1931	0
79	Blocco cls	NW-OE	1931	225.45
79	Blocco cls	NW-NS	1939	0
79	Blocco cls	NW-SN	1939	40.22
79	Blocco cls	NW-EO	1939	0
79	Blocco cls	NW-OE	1939	225.45
80	Blocco cls	NW-NS	1932	0
80	Blocco cls	NW-SN	1932	37.29
80	Blocco cls	NW-EO	1932	0
80	Blocco cls	NW-OE	1932	218.25
80	Blocco cls	NW-NS	1940	0
80	Blocco cls	NW-SN	1940	37.29
80	Blocco cls	NW-EO	1940	0
80	Blocco cls	NW-OE	1940	218.25
81	Blocco cls	NW-NS	1933	0
81	Blocco cls	NW-SN	1933	34.35
81	Blocco cls	NW-EO	1933	0
81	Blocco cls	NW-OE	1933	211.07
81	Blocco cls	NW-NS	1941	0
81	Blocco cls	NW-SN	1941	34.35
81	Blocco cls	NW-EO	1941	0
81	Blocco cls	NW-OE	1941	211.07
83	Tirante	NW-NS	1948	38.69
83	Tirante	NW-SN	1948	0
83	Tirante	NW-EO	1948	0
83	Tirante	NW-OE	1948	225.52
83	Tirante	NW-NS	1956	38.69
83	Tirante	NW-SN	1956	0
83	Tirante	NW-EO	1956	0
83	Tirante	NW-OE	1956	225.52
84	Tirante	NW-NS	1949	33.71
84	Tirante	NW-SN	1949	0
84	Tirante	NW-EO	1949	0
84	Tirante	NW-OE	1949	217.57
84	Tirante	NW-NS	1957	33.71
84	Tirante	NW-SN	1957	0
84	Tirante	NW-EO	1957	0
84	Tirante	NW-OE	1957	217.57
85	Tirante	NW-NS	1950	28.74
85	Tirante	NW-SN	1950	0
85	Tirante	NW-EO	1950	0
85	Tirante	NW-OE	1950	209.63
85	Tirante	NW-NS	1958	28.74



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

74 di/of 93

85	Tirante	NW-SN	1958	0
85	Tirante	NW-EO	1958	0
85	Tirante	NW-OE	1958	209.63
86	Tirante	NW-NS	1951	23.77
86	Tirante	NW-SN	1951	0
86	Tirante	NW-EO	1951	0
86	Tirante	NW-OE	1951	201.7
86	Tirante	NW-NS	1959	23.77
86	Tirante	NW-SN	1959	0
86	Tirante	NW-EO	1959	0
86	Tirante	NW-OE	1959	201.7
87	Blocco cls	NW-NS	1096	129.16
87	Blocco cls	NW-SN	1096	0
87	Blocco cls	NW-EO	1096	138.72
87	Blocco cls	NW-OE	1096	0
87	Blocco cls	NW-NS	1831	129.16
87	Blocco cls	NW-SN	1831	0
87	Blocco cls	NW-EO	1831	138.72
87	Blocco cls	NW-OE	1831	0
88	Blocco cls	NW-NS	2067	0
88	Blocco cls	NW-SN	2067	76.22
88	Blocco cls	NW-EO	2067	168.78
88	Blocco cls	NW-OE	2067	0
88	Blocco cls	NW-NS	2082	0
88	Blocco cls	NW-SN	2082	76.22
88	Blocco cls	NW-EO	2082	168.78
88	Blocco cls	NW-OE	2082	0
89	Blocco cls	NW-NS	1921	0
89	Blocco cls	NW-SN	1921	152.23
89	Blocco cls	NW-EO	1921	0
89	Blocco cls	NW-OE	1921	132.45
89	Blocco cls	NW-NS	1922	0
89	Blocco cls	NW-SN	1922	152.23
89	Blocco cls	NW-EO	1922	0
89	Blocco cls	NW-OE	1922	132.45
90	Blocco cls	NW-NS	1923	0
90	Blocco cls	NW-SN	1923	149.36
90	Blocco cls	NW-EO	1923	0
90	Blocco cls	NW-OE	1923	125.4
90	Blocco cls	NW-NS	1924	0
90	Blocco cls	NW-SN	1924	149.36
90	Blocco cls	NW-EO	1924	0
90	Blocco cls	NW-OE	1924	125.4
91	Blocco cls	NW-NS	1926	0
91	Blocco cls	NW-SN	1926	147.52
91	Blocco cls	NW-EO	1926	0
91	Blocco cls	NW-OE	1926	5.12
91	Blocco cls	NW-NS	1925	0
91	Blocco cls	NW-SN	1925	147.52
91	Blocco cls	NW-EO	1925	0
91	Blocco cls	NW-OE	1925	5.12



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

75 di/of 93

92	Blocco cls	NW-NS	1934	0
92	Blocco cls	NW-SN	1934	31.42
92	Blocco cls	NW-EO	1934	0
92	Blocco cls	NW-OE	1934	203.89
92	Blocco cls	NW-NS	1942	0
92	Blocco cls	NW-SN	1942	31.42
92	Blocco cls	NW-EO	1942	0
92	Blocco cls	NW-OE	1942	203.89
93	Blocco cls	NW-NS	1935	0
93	Blocco cls	NW-SN	1935	28.48
93	Blocco cls	NW-EO	1935	0
93	Blocco cls	NW-OE	1935	196.72
93	Blocco cls	NW-NS	1943	0
93	Blocco cls	NW-SN	1943	28.48
93	Blocco cls	NW-EO	1943	0
93	Blocco cls	NW-OE	1943	196.72
94	Blocco cls	NW-NS	1936	0
94	Blocco cls	NW-SN	1936	24.05
94	Blocco cls	NW-EO	1936	0
94	Blocco cls	NW-OE	1936	189.55
94	Blocco cls	NW-NS	1944	0
94	Blocco cls	NW-SN	1944	24.05
94	Blocco cls	NW-EO	1944	0
94	Blocco cls	NW-OE	1944	189.55
95	Blocco cls	NW-NS	1937	0
95	Blocco cls	NW-SN	1937	19.51
95	Blocco cls	NW-EO	1937	0
95	Blocco cls	NW-OE	1937	182.37
95	Blocco cls	NW-NS	1945	0
95	Blocco cls	NW-SN	1945	19.51
95	Blocco cls	NW-EO	1945	0
95	Blocco cls	NW-OE	1945	182.37
96	Blocco cls	NW-NS	791	0
96	Blocco cls	NW-SN	791	15.08
96	Blocco cls	NW-EO	791	0
96	Blocco cls	NW-OE	791	175.36
96	Blocco cls	NW-NS	1946	0
96	Blocco cls	NW-SN	1946	15.08
96	Blocco cls	NW-EO	1946	0
96	Blocco cls	NW-OE	1946	175.36
97	Tirante	NW-NS	1952	17.83
97	Tirante	NW-SN	1952	0
97	Tirante	NW-EO	1952	0
97	Tirante	NW-OE	1952	193.78
97	Tirante	NW-NS	1960	17.83
97	Tirante	NW-SN	1960	0
97	Tirante	NW-EO	1960	0
97	Tirante	NW-OE	1960	193.78
98	Tirante	NW-NS	1953	11.13
98	Tirante	NW-SN	1953	0
98	Tirante	NW-EO	1953	0



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

76 di/of 93

98	Tirante	NW-OE	1953	185.87
98	Tirante	NW-NS	1961	11.13
98	Tirante	NW-SN	1961	0
98	Tirante	NW-EO	1961	0
98	Tirante	NW-OE	1961	185.87
99	Tirante	NW-NS	1954	4.44
99	Tirante	NW-SN	1954	0
99	Tirante	NW-EO	1954	0
99	Tirante	NW-OE	1954	177.97
99	Tirante	NW-NS	1962	4.44
99	Tirante	NW-SN	1962	0
99	Tirante	NW-EO	1962	0
99	Tirante	NW-OE	1962	177.97
100	Tirante	NW-NS	1965	353.04
100	Tirante	NW-SN	1965	0
100	Tirante	NW-EO	1965	26.24
100	Tirante	NW-OE	1965	188.49
100	Tirante	NW-NS	1964	353.04
100	Tirante	NW-SN	1964	0
100	Tirante	NW-EO	1964	26.24
100	Tirante	NW-OE	1964	188.49
102	Blocco cls	NW-NS	1169	215.05
102	Blocco cls	NW-SN	1169	0
102	Blocco cls	NW-EO	1169	0
102	Blocco cls	NW-OE	1169	69.48
102	Blocco cls	NW-NS	2050	215.05
102	Blocco cls	NW-SN	2050	0
102	Blocco cls	NW-EO	2050	0
102	Blocco cls	NW-OE	2050	69.48
103	Blocco cls	NW-NS	2068	0
103	Blocco cls	NW-SN	2068	80.03
103	Blocco cls	NW-EO	2068	169.39
103	Blocco cls	NW-OE	2068	0
103	Blocco cls	NW-NS	2083	0
103	Blocco cls	NW-SN	2083	80.03
103	Blocco cls	NW-EO	2083	169.39
103	Blocco cls	NW-OE	2083	0
104	Blocco cls	NW-NS	2069	6.62
104	Blocco cls	NW-SN	2069	83.83
104	Blocco cls	NW-EO	2069	170
104	Blocco cls	NW-OE	2069	0
104	Blocco cls	NW-NS	2084	6.62
104	Blocco cls	NW-SN	2084	83.83
104	Blocco cls	NW-EO	2084	170
104	Blocco cls	NW-OE	2084	0
105	Blocco cls	NW-NS	2064	0
105	Blocco cls	NW-SN	2064	61
105	Blocco cls	NW-EO	2064	166.27
105	Blocco cls	NW-OE	2064	0
105	Blocco cls	NW-NS	2079	0
105	Blocco cls	NW-SN	2079	61



Enel Produzione S.p.A.



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.14456.00.032.00

PAGE

77 di/of 93

105	Blocco cls	NW-EO	2079	166.27
105	Blocco cls	NW-OE	2079	0
106	Blocco cls	NW-NS	2141	0
106	Blocco cls	NW-SN	2141	93.94
106	Blocco cls	NW-EO	2141	155.94
106	Blocco cls	NW-OE	2141	0
106	Blocco cls	NW-NS	2129	0
106	Blocco cls	NW-SN	2129	93.94
106	Blocco cls	NW-EO	2129	155.94
106	Blocco cls	NW-OE	2129	0
107	Blocco cls	NW-NS	2142	0
107	Blocco cls	NW-SN	2142	98.23
107	Blocco cls	NW-EO	2142	156.63
107	Blocco cls	NW-OE	2142	0
107	Blocco cls	NW-NS	2130	0
107	Blocco cls	NW-SN	2130	98.23
107	Blocco cls	NW-EO	2130	156.63
107	Blocco cls	NW-OE	2130	0
108	Blocco cls	NW-NS	2143	0
108	Blocco cls	NW-SN	2143	102.53
108	Blocco cls	NW-EO	2143	157.33
108	Blocco cls	NW-OE	2143	0
108	Blocco cls	NW-NS	2131	0
108	Blocco cls	NW-SN	2131	102.53
108	Blocco cls	NW-EO	2131	157.33
108	Blocco cls	NW-OE	2131	0
109	Blocco cls	NW-NS	2144	0
109	Blocco cls	NW-SN	2144	106.83
109	Blocco cls	NW-EO	2144	158.03
109	Blocco cls	NW-OE	2144	0
109	Blocco cls	NW-NS	2132	0
109	Blocco cls	NW-SN	2132	106.83
109	Blocco cls	NW-EO	2132	158.03
109	Blocco cls	NW-OE	2132	0
110	Blocco cls	NW-NS	2145	0
110	Blocco cls	NW-SN	2145	111.13
110	Blocco cls	NW-EO	2145	158.73
110	Blocco cls	NW-OE	2145	0
110	Blocco cls	NW-NS	2133	0
110	Blocco cls	NW-SN	2133	111.13
110	Blocco cls	NW-EO	2133	158.73
110	Blocco cls	NW-OE	2133	0

4. MODELLO STRUTTURALE ANCORAGGIO

4.1. SCHEMI STATICI E APPLICAZIONE CARICHI

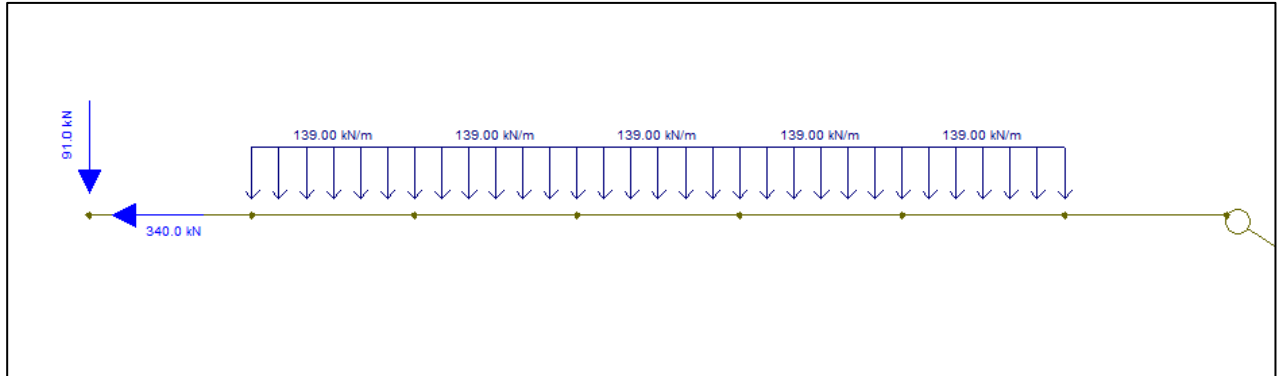


Figura 4-1 Caso di carico 2)

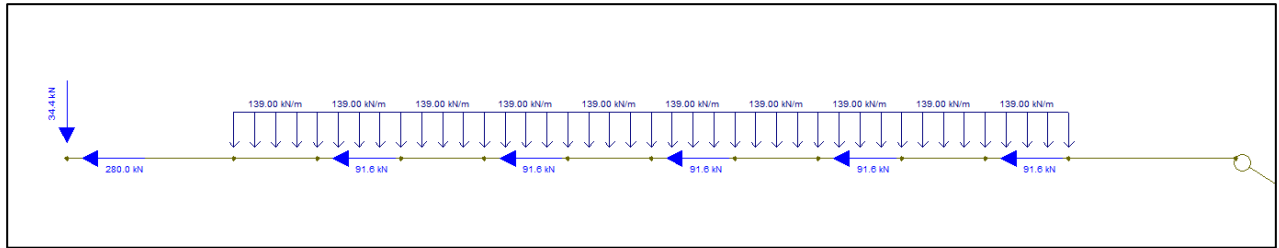


Figura 4-2 Caso di carico 3)

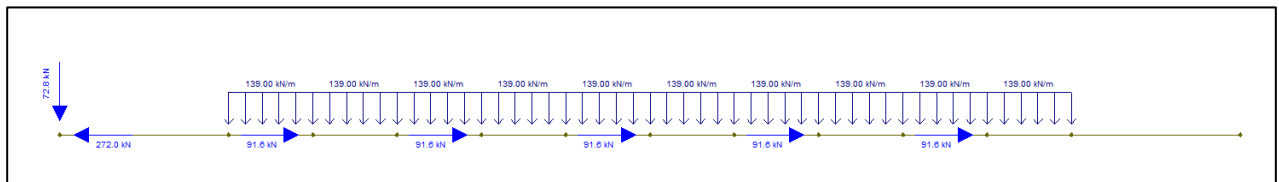


Figura 4-3 Caso di carico 4)

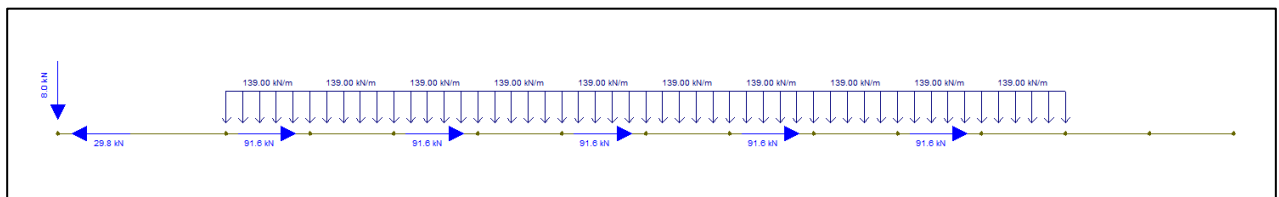


Figura 4-4 Caso di carico 5)

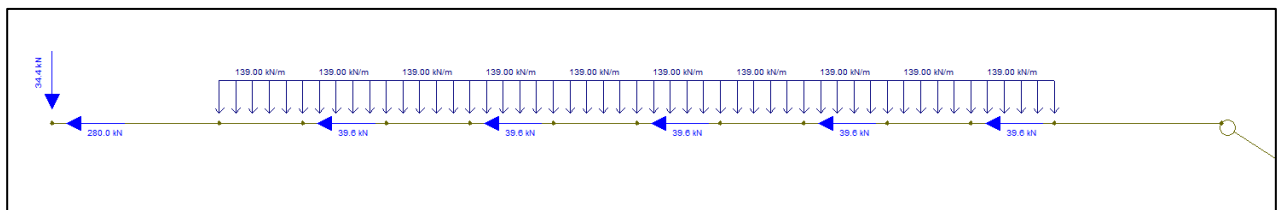


Figura 4-5 Caso di carico 6)

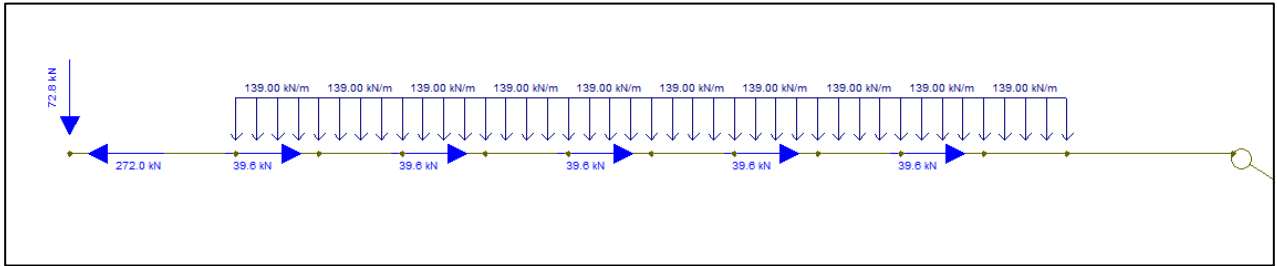


Figura 4-6 Caso di carico 7)

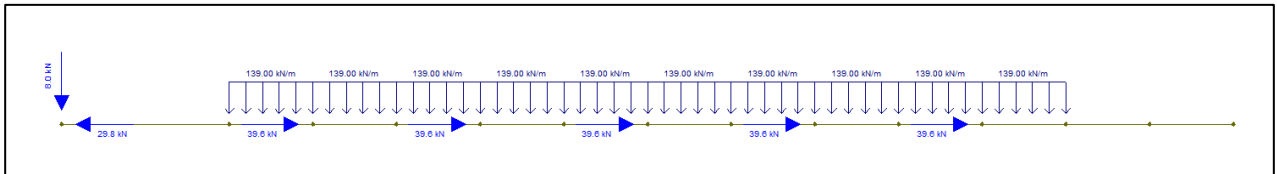


Figura 4-7 Caso di carico 8)

4.2. RISULTATI

Caso di carico 2):

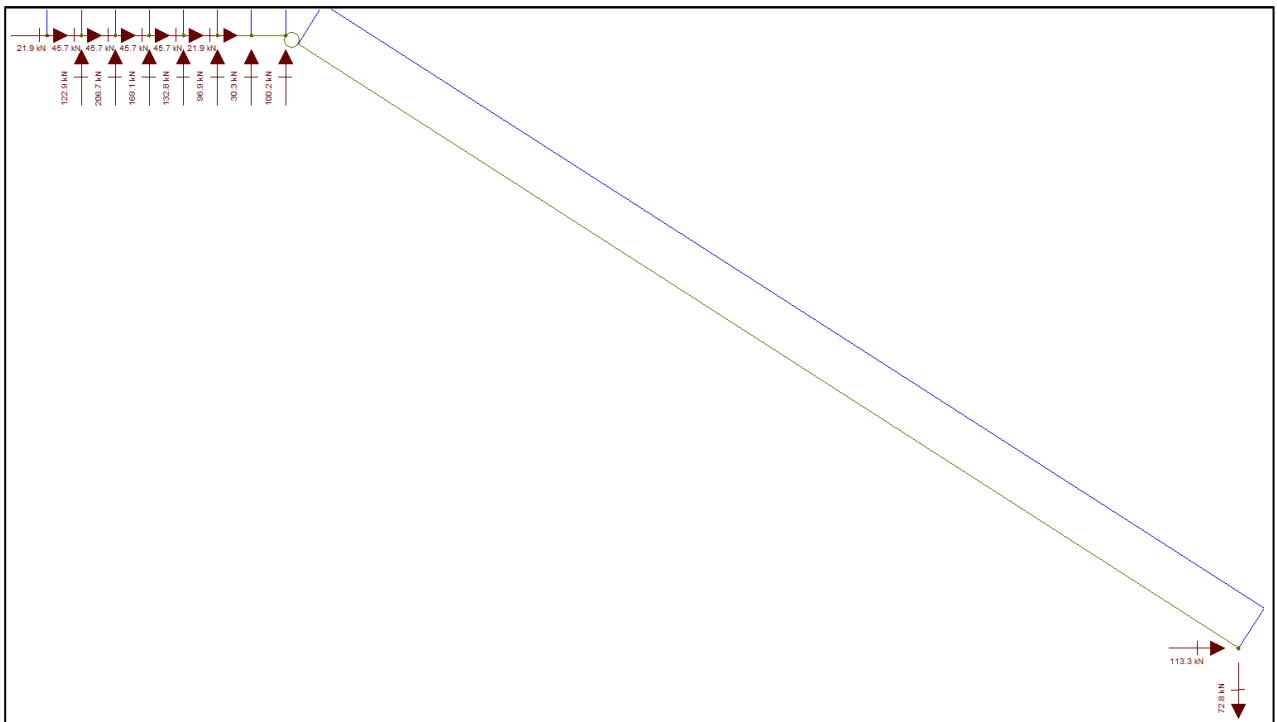


Figura 4-8 Caso di carico 2) – Reazioni vincolari

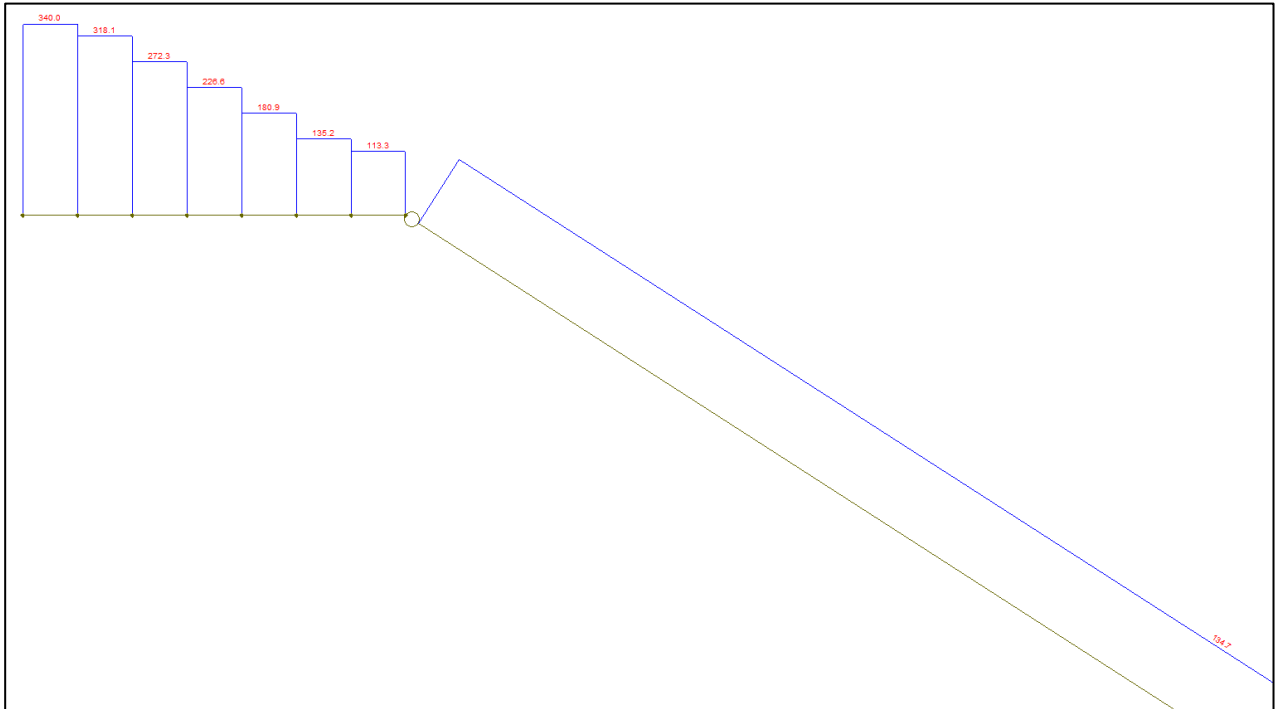


Figura 4-9 Caso di carico 2) – Azione assiale

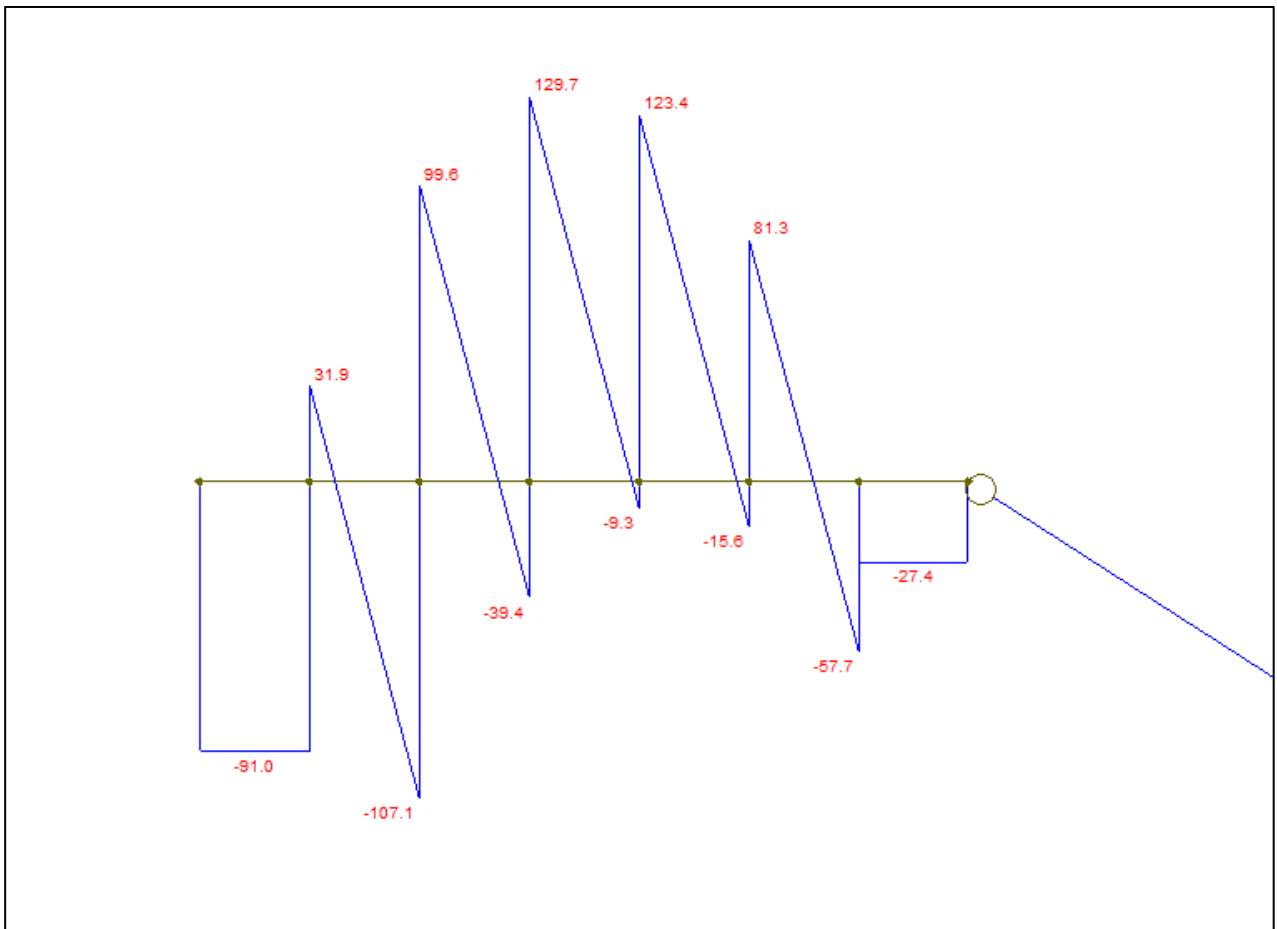


Figura 4-10 Caso di carico 2) – Azione tagliante

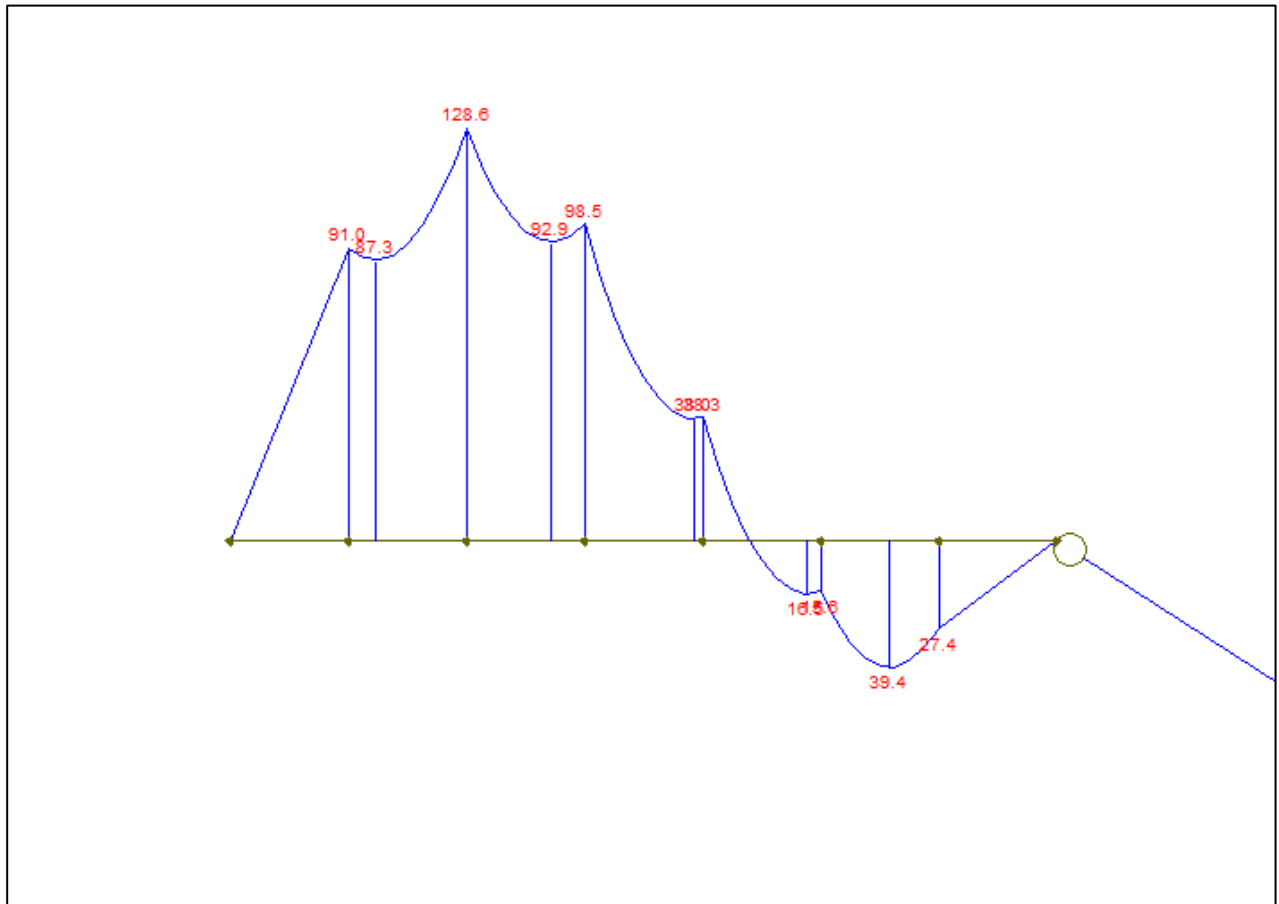


Figura 4-11 Caso di carico 2) – Azione flettente

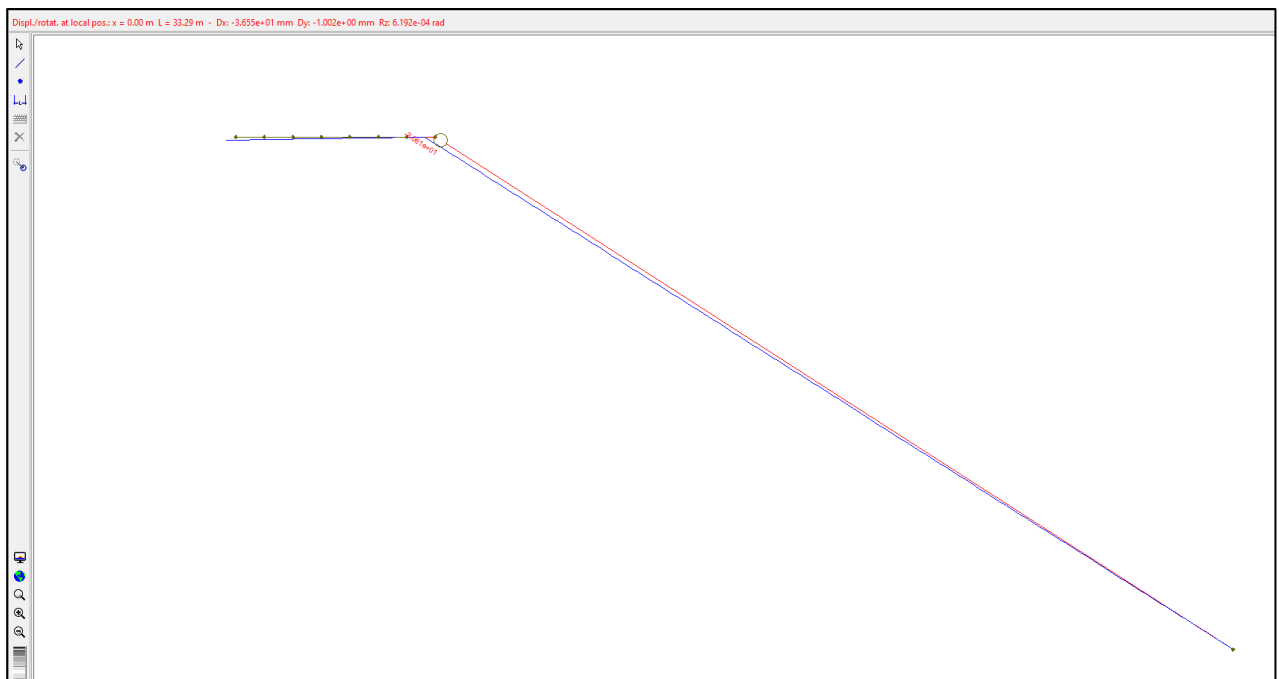


Figura 4-12 Caso di carico 2) – Deformata (fattore di scala 10)

Caso di carico 3):

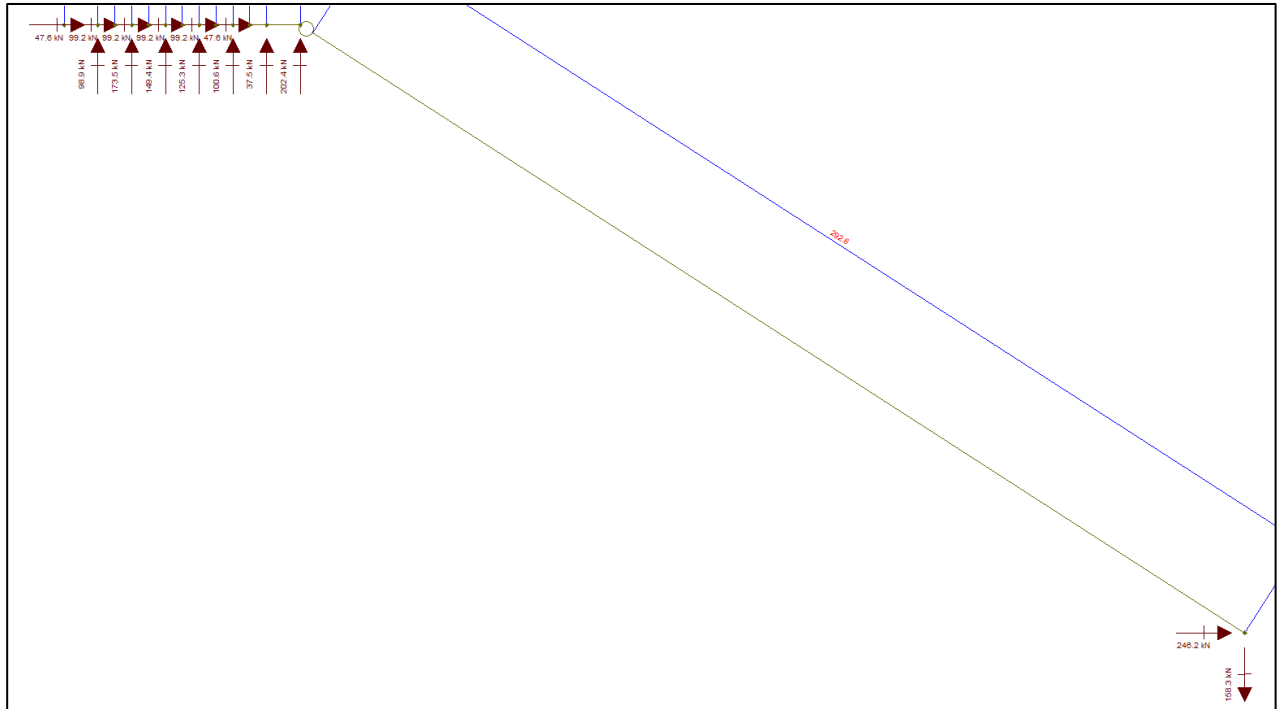


Figura 4-13 Caso di carico 3) – Reazioni vincolari

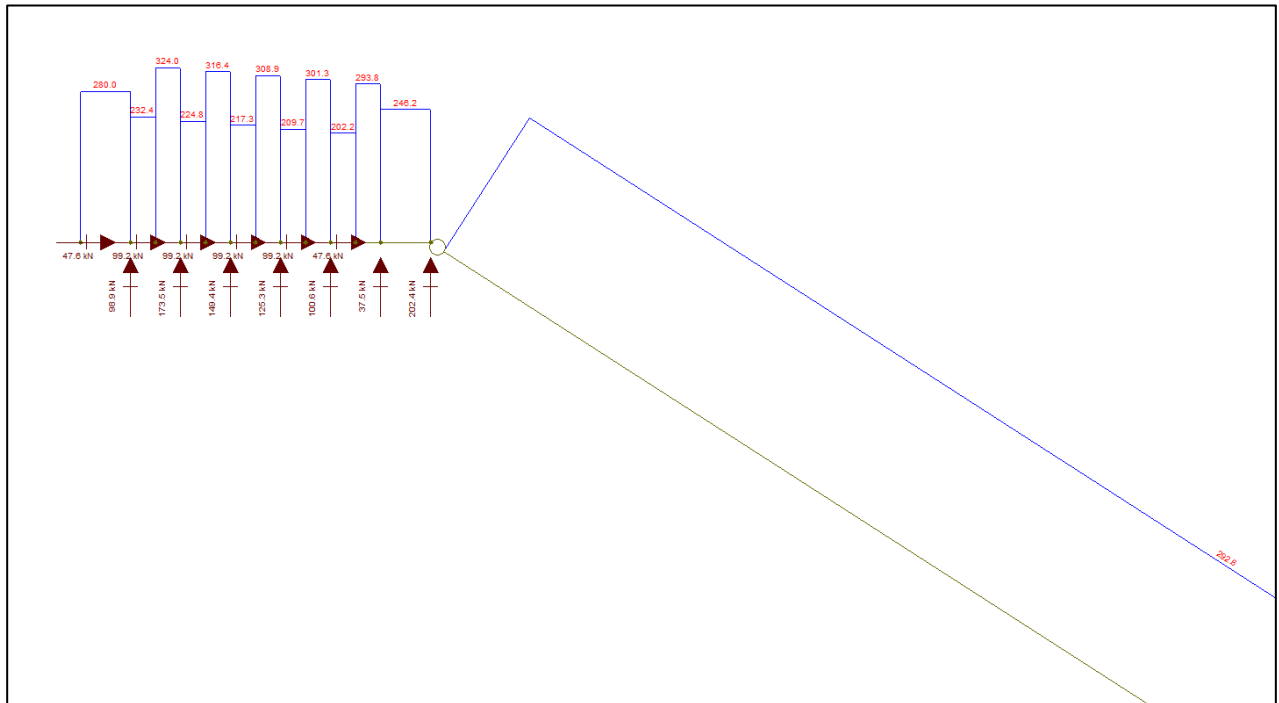


Figura 4-14 Caso di carico 3) – Azione assiale

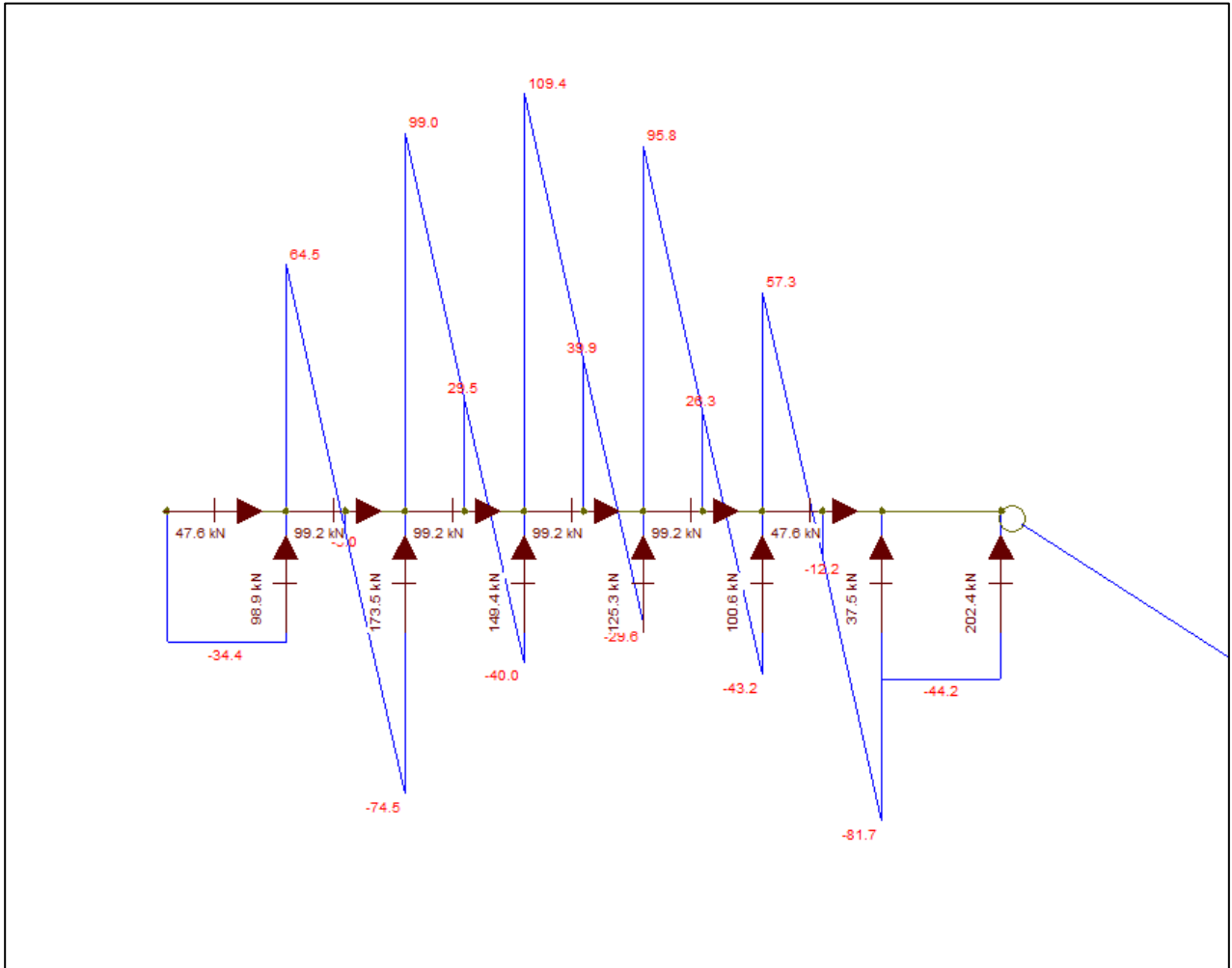


Figura 4-15 Caso di carico 3) – Azione tagliante

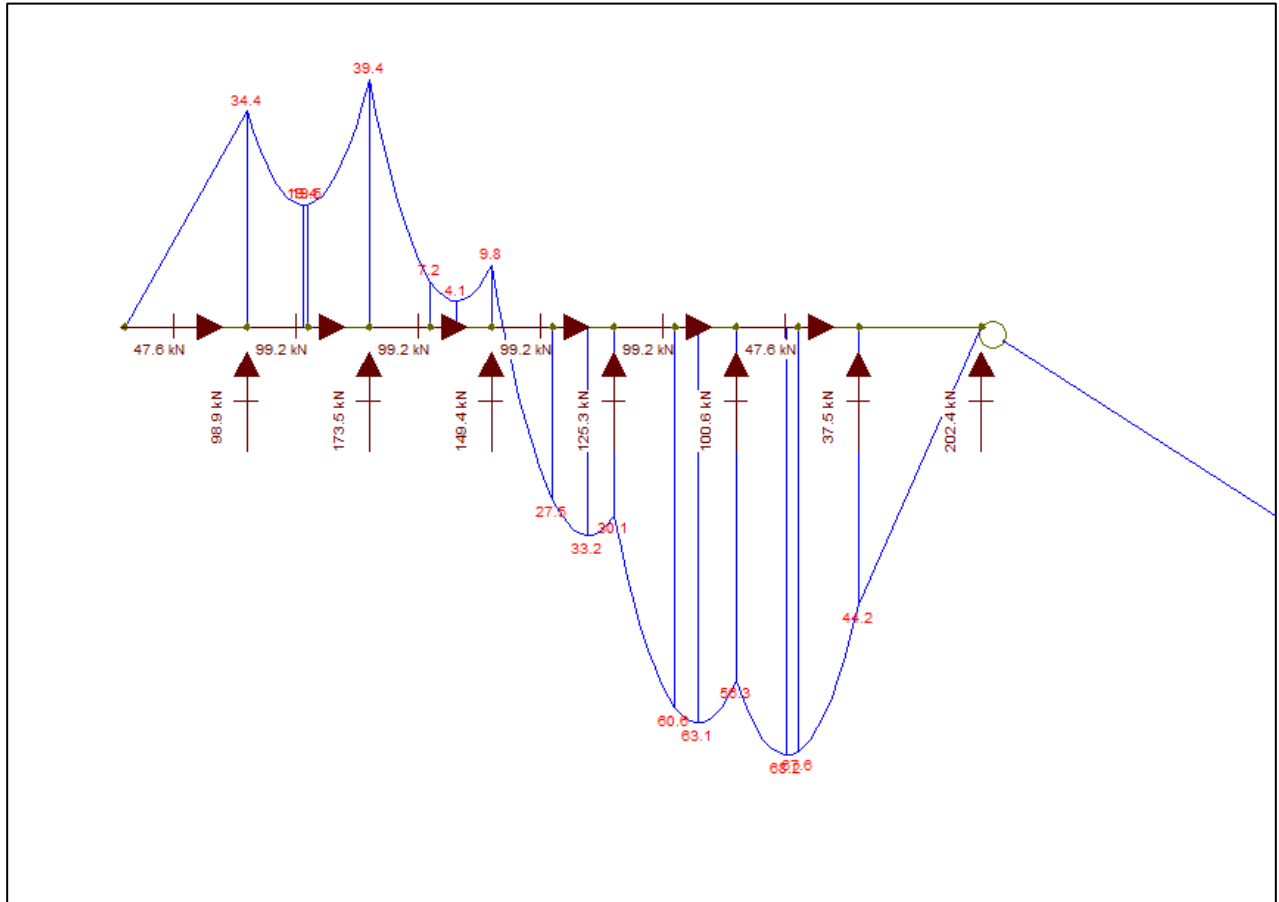


Figura 4-16 Caso di carico 3) – Azione flettente



Figura 4-17 Caso di carico 3) – Deformata (fattore di scala 10)

Caso di carico 4):

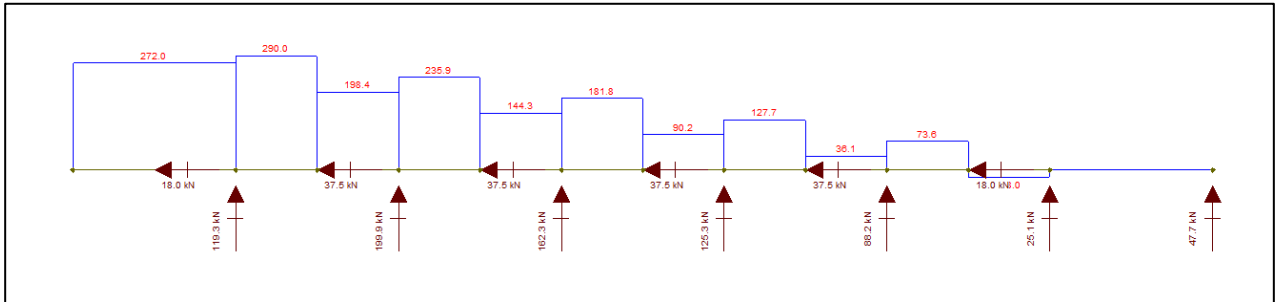


Figura 4-18 Caso di carico 4) – Reazioni vincolari

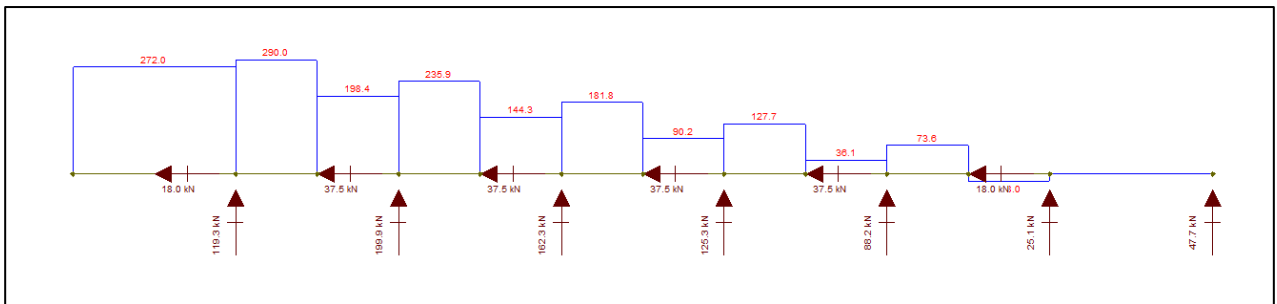


Figura 4-19 Caso di carico 4) – Azione assiale

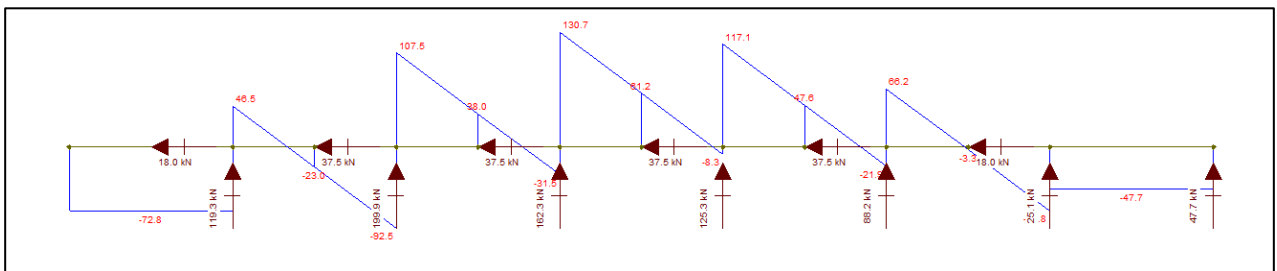


Figura 4-20 Caso di carico 4) – Azione tagliante

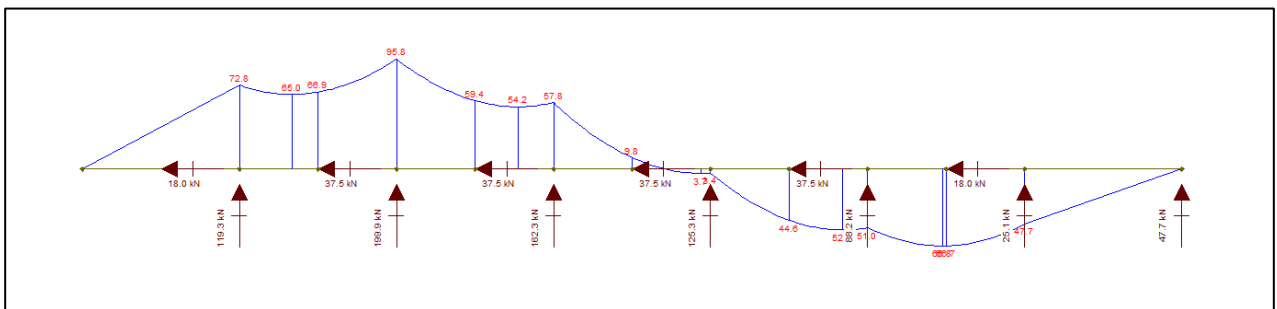


Figura 4-21 Caso di carico 4) – Azione flettente

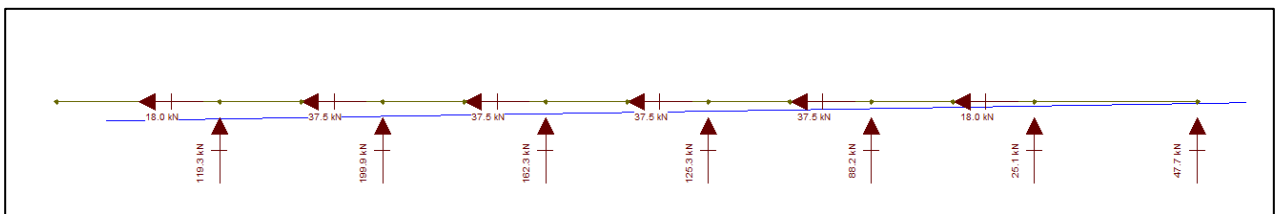


Figura 4-22 Caso di carico 4) – Deformata (fattore scala 10)

Caso di carico 5):

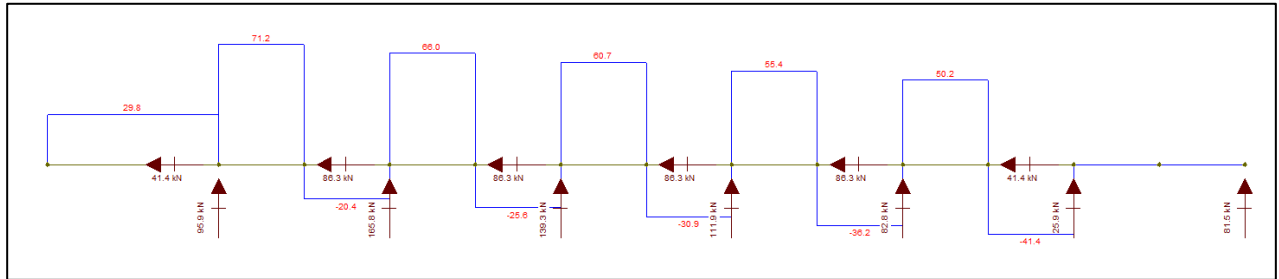


Figura 4-23 Caso di carico 5) – Reazioni vincolari

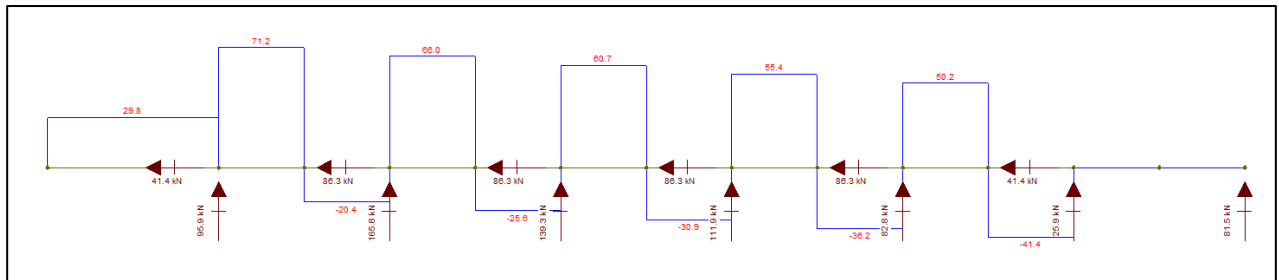


Figura 4-24 Caso di carico 5) – Azione assiale

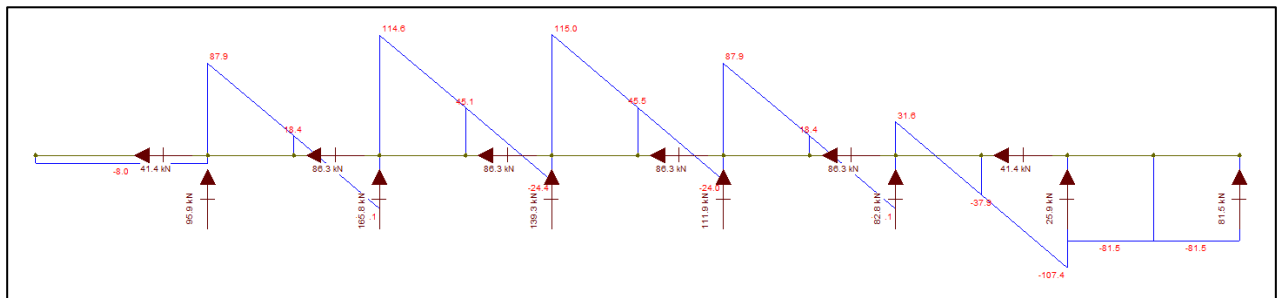


Figura 4-25 Caso di carico 5) – Azione tagliante

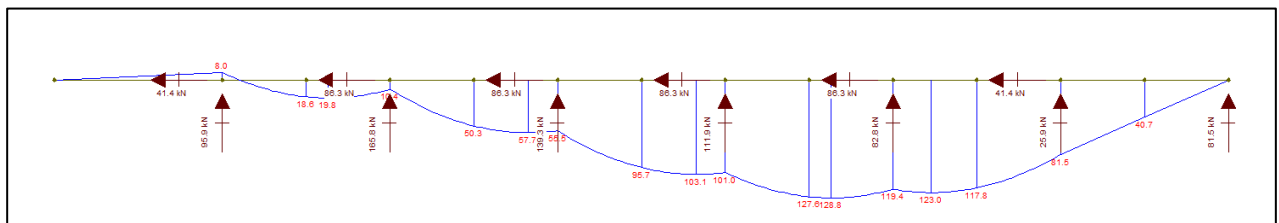


Figura 4-26 Caso di carico 5) – Azione flettente

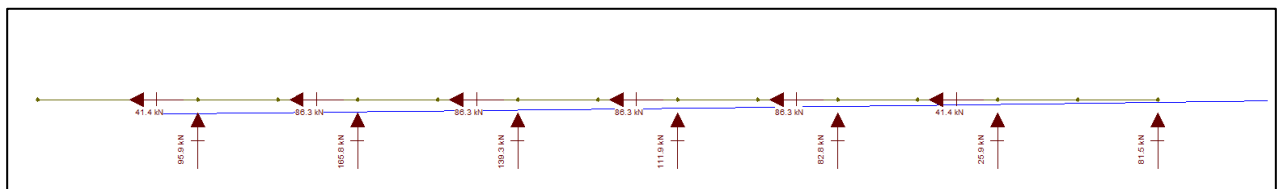


Figura 4-27 Caso di carico 5) – Deformata (fattore scala 10)

Caso di carico 6):

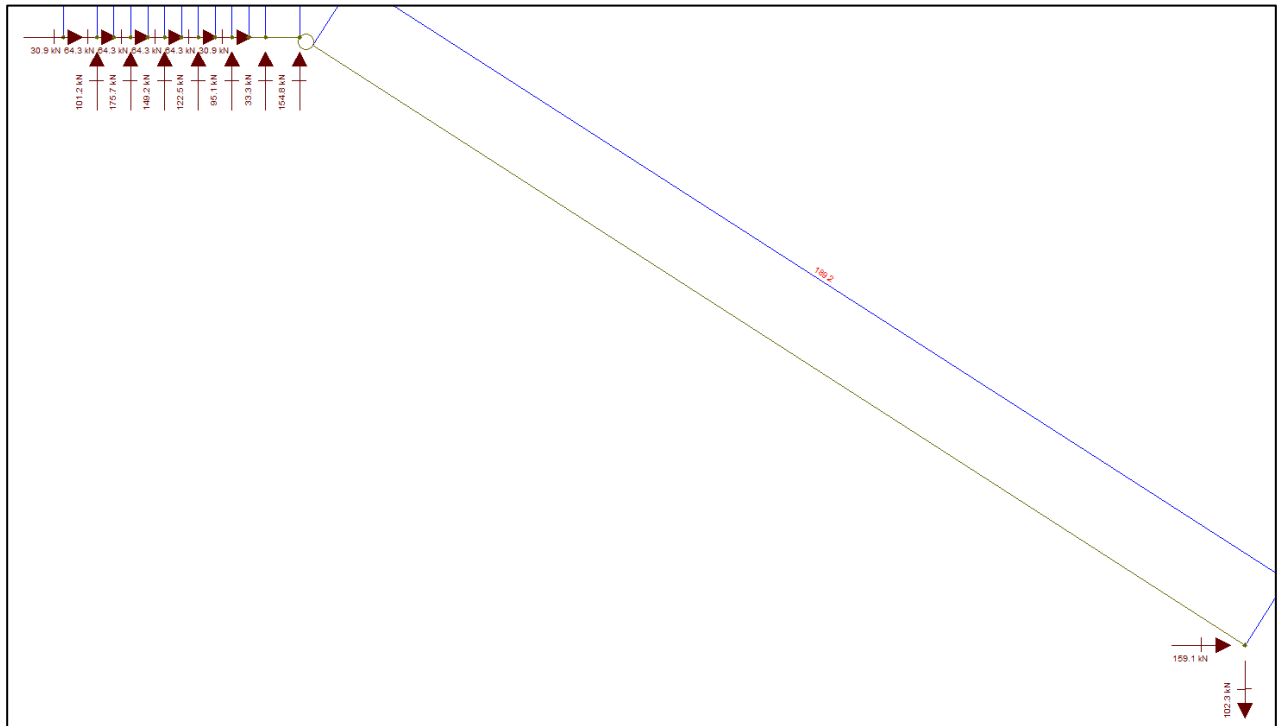


Figura 4-28 Caso di carico 6) – Reazioni vincolari

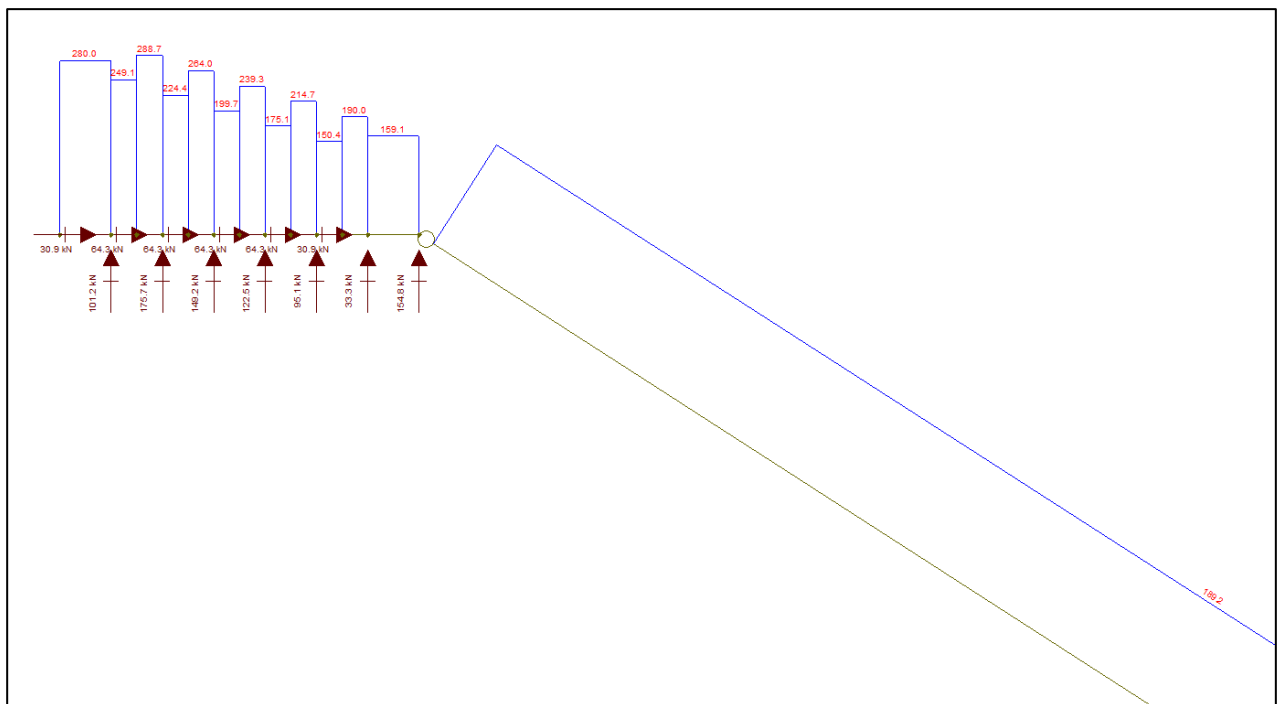


Figura 4-29 Caso di carico 6) – Azione assiale

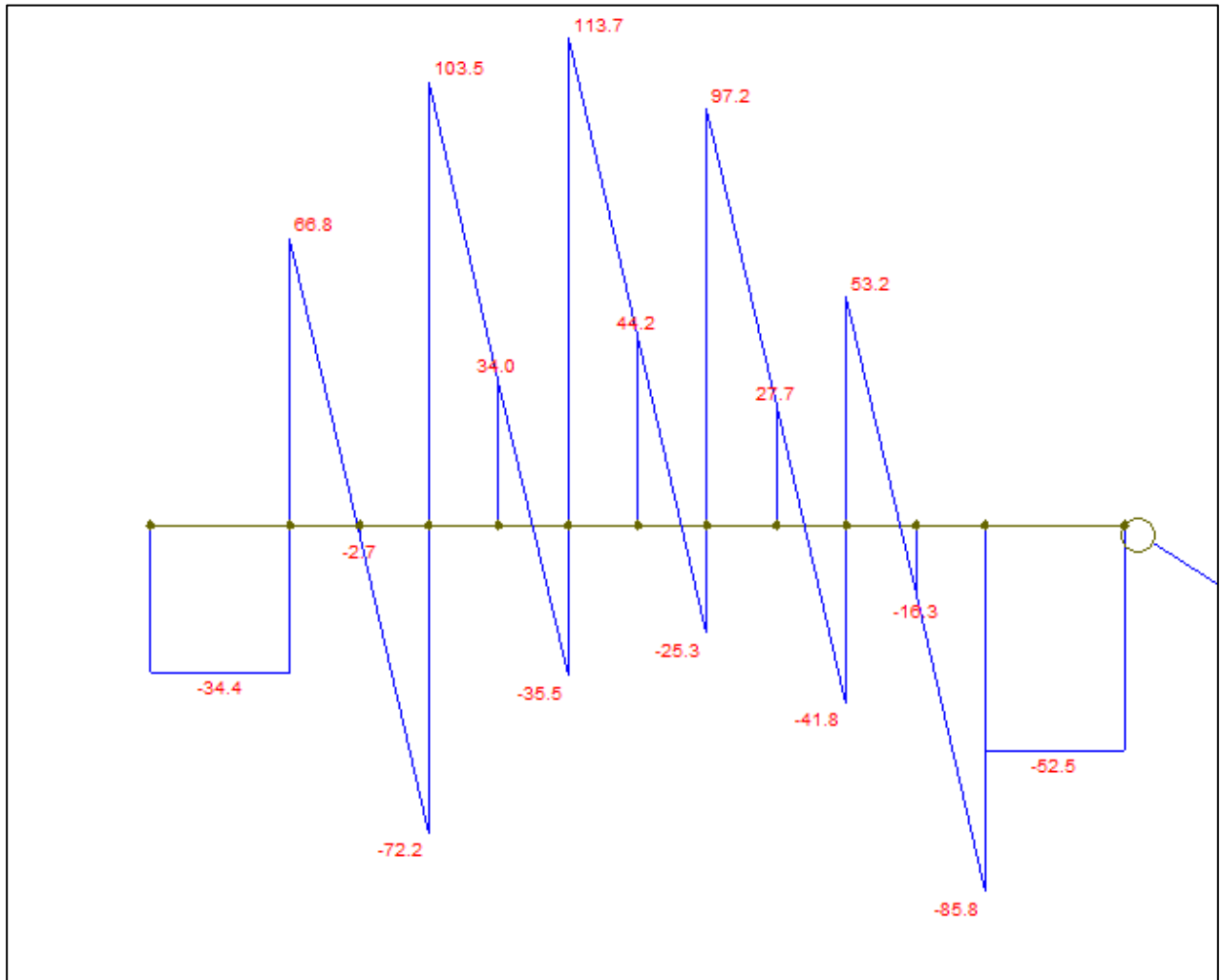


Figura 4-30 Caso di carico 6) – Azione tagliante

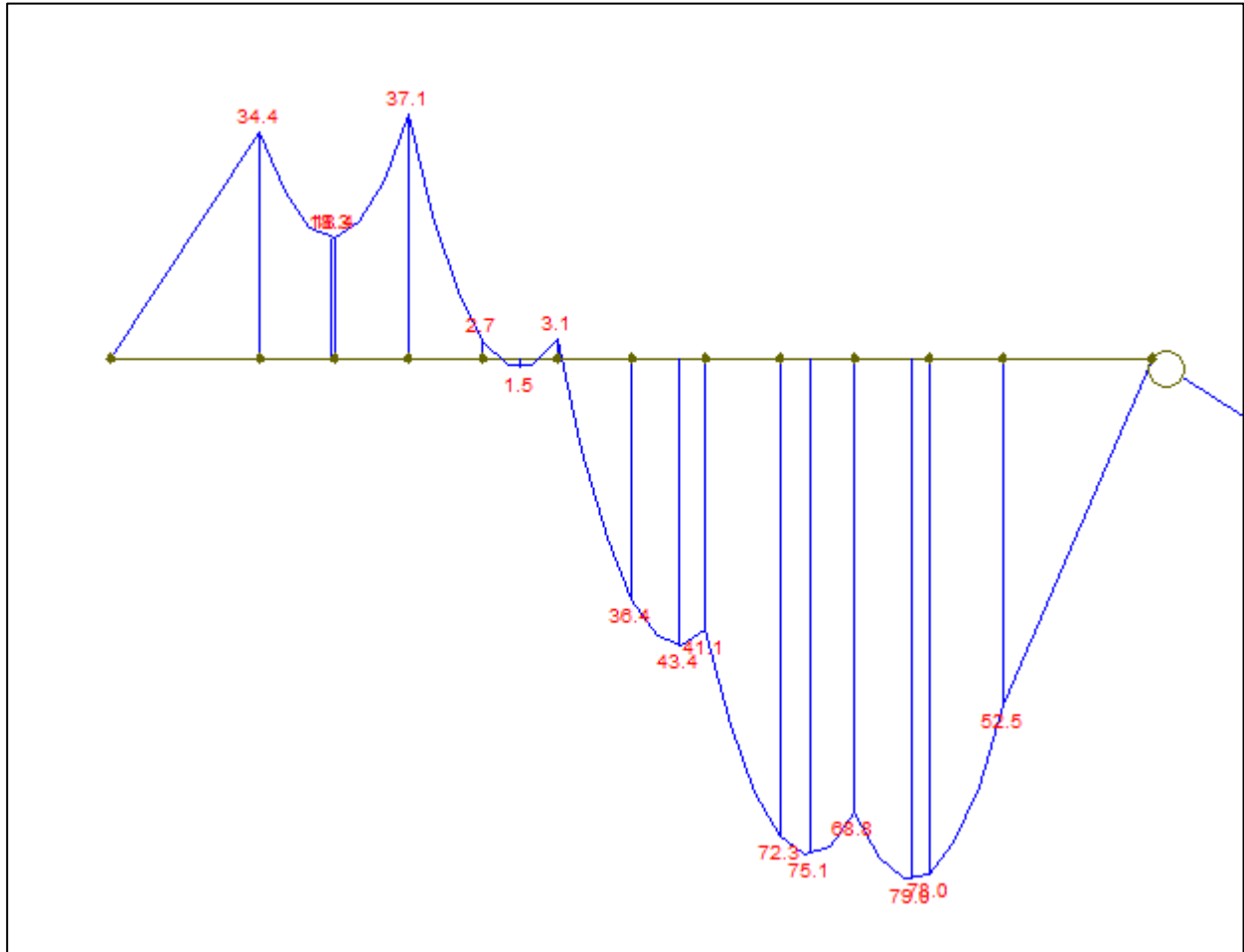


Figura 4-31 Caso di carico 6) – Azione flettente



Figura 4-32 Caso di carico 6) – Deformata (fattore scala 10)

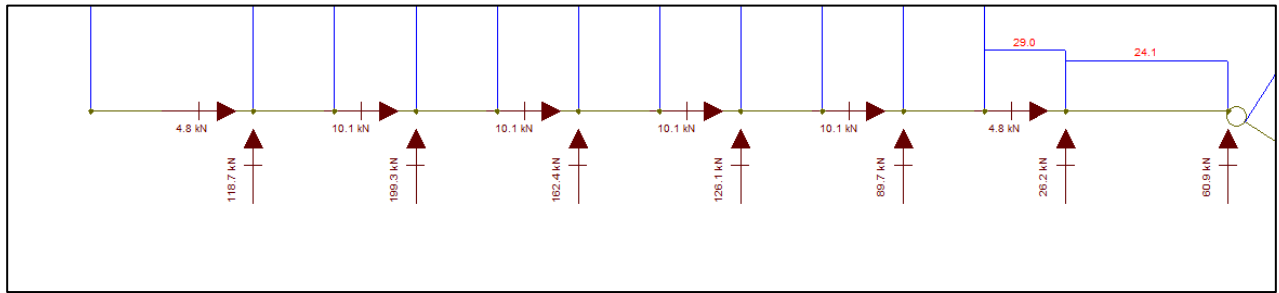


Figura 4-33 Caso di carico 7) – Reazioni vincolari

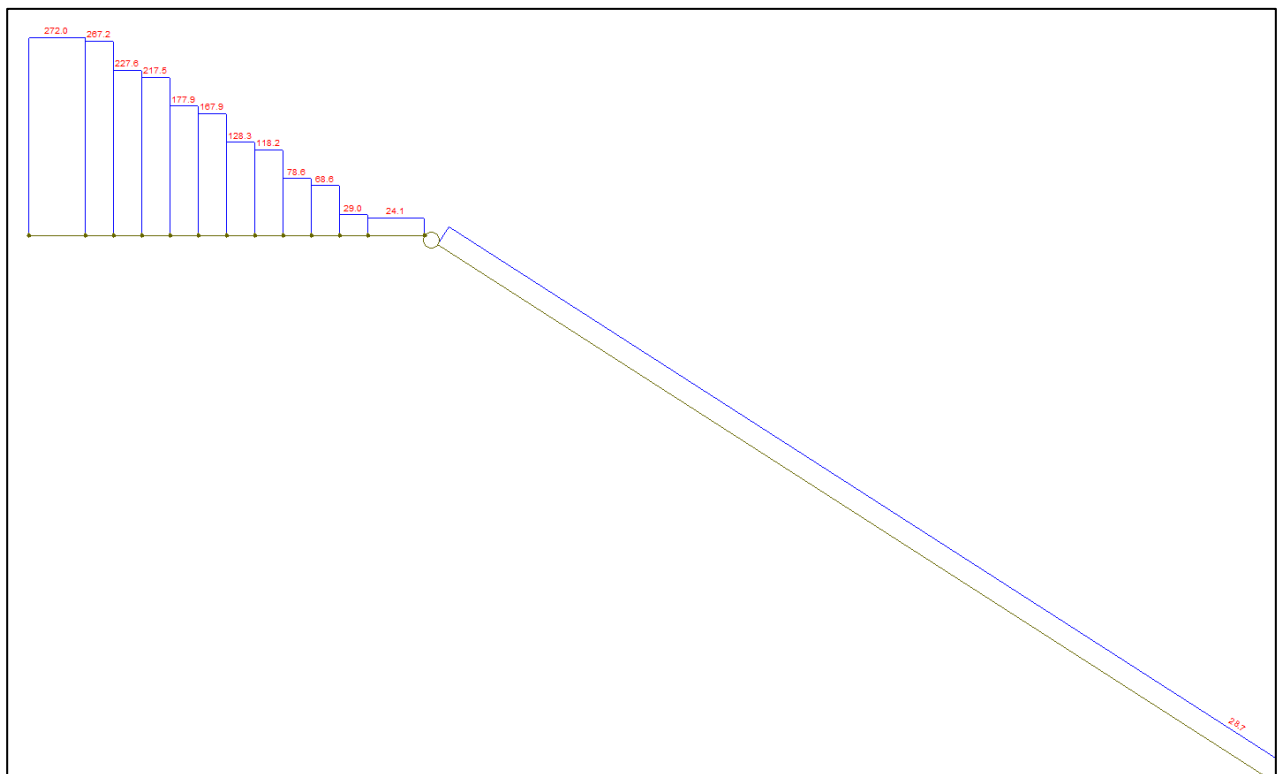


Figura 4-34 Caso di carico 7) – Azione assiale

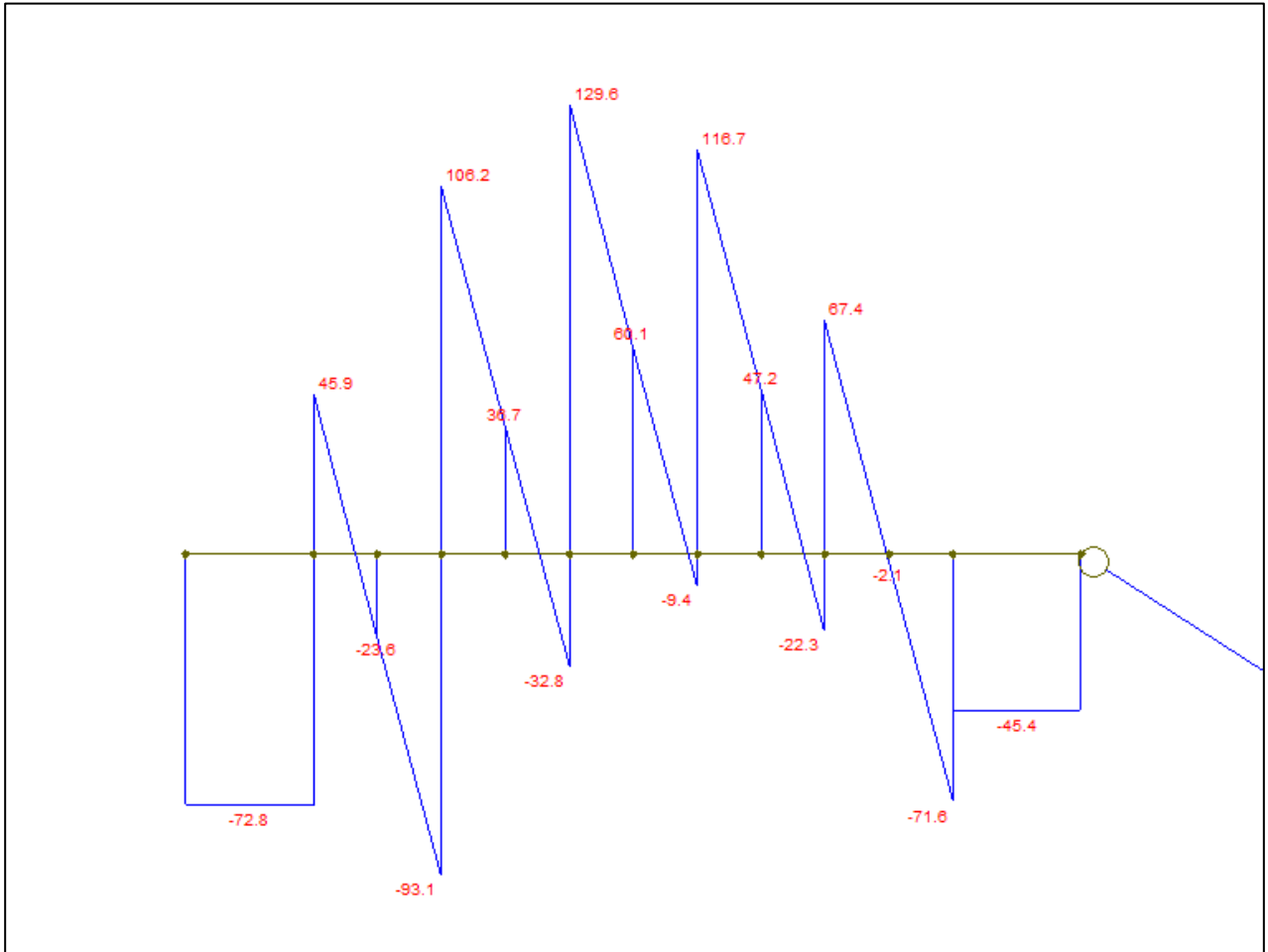


Figura 4-35 Caso di carico 7) – Azione tagliante

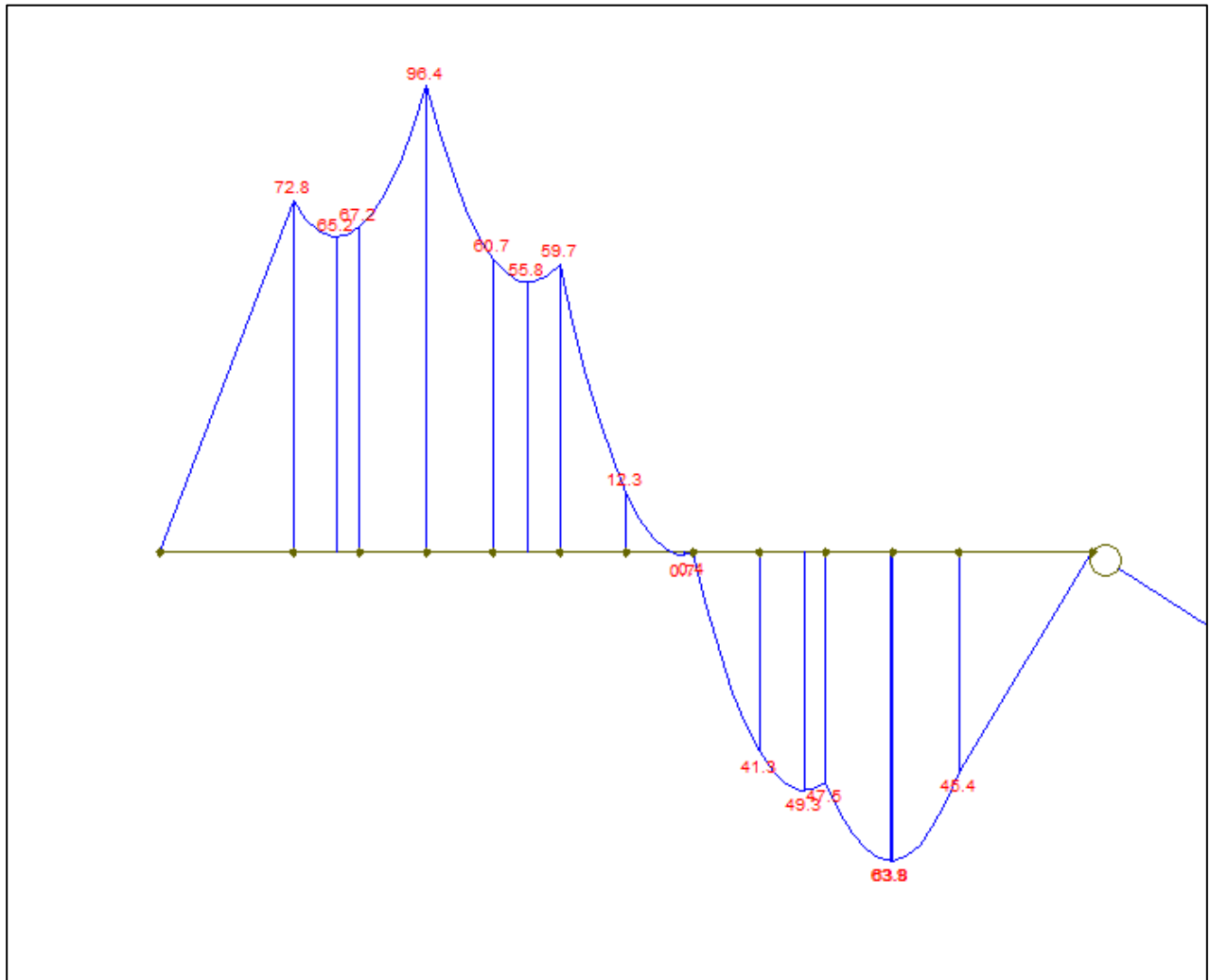


Figura 4-36 Caso di carico 7) – Azione flettente

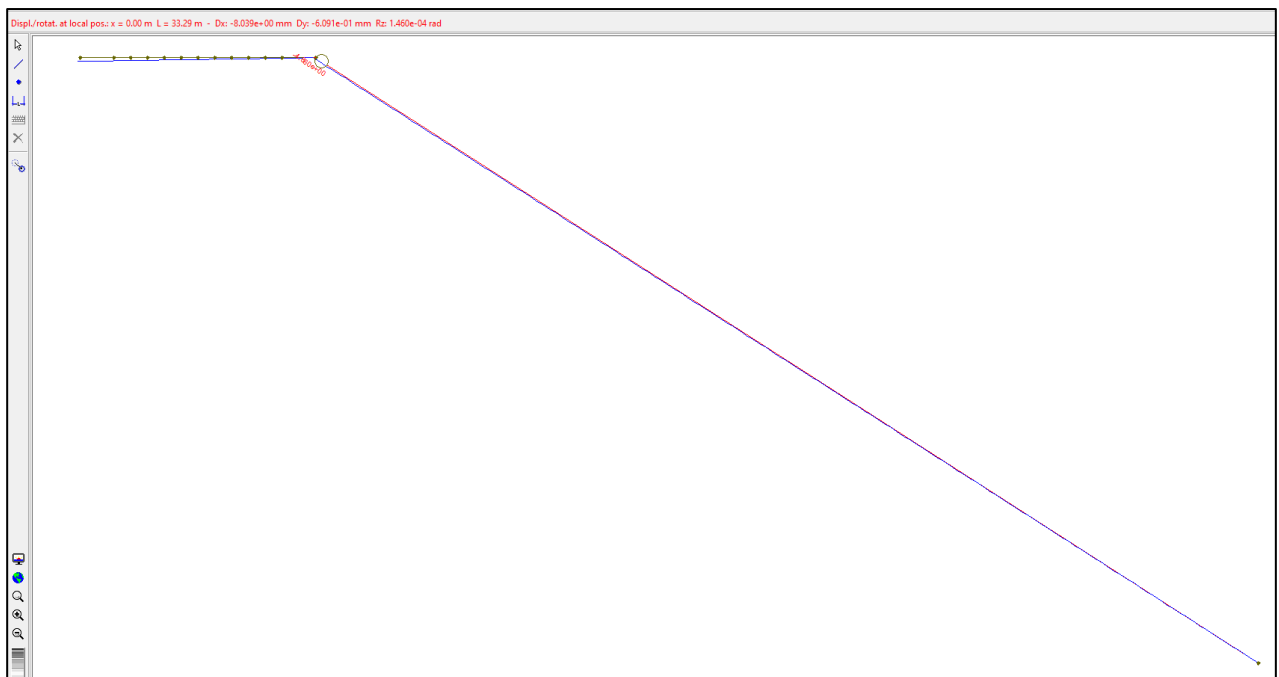


Figura 4-37 Caso di carico 7) – Deformata (fattore scala 10)

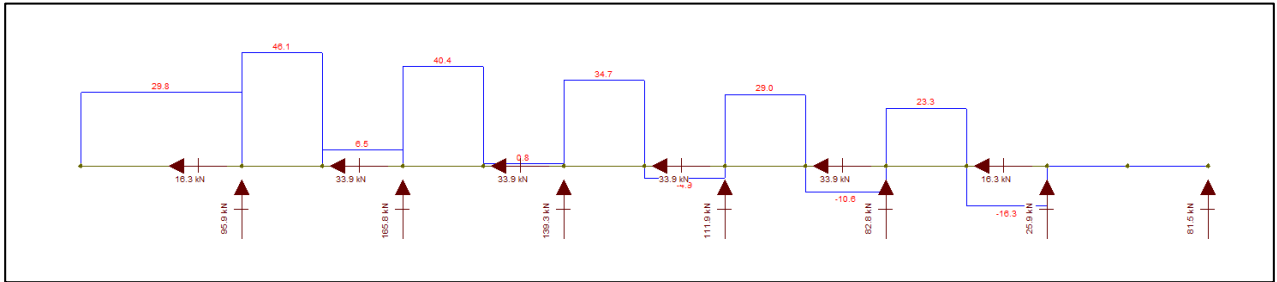


Figura 4-38 Caso di carico 8) – Reazioni vincolari

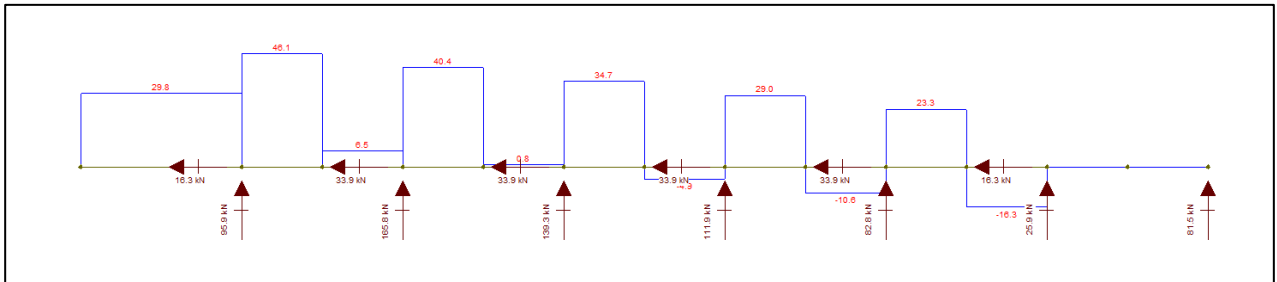


Figura 4-39 Caso di carico 8) – Azione assiale

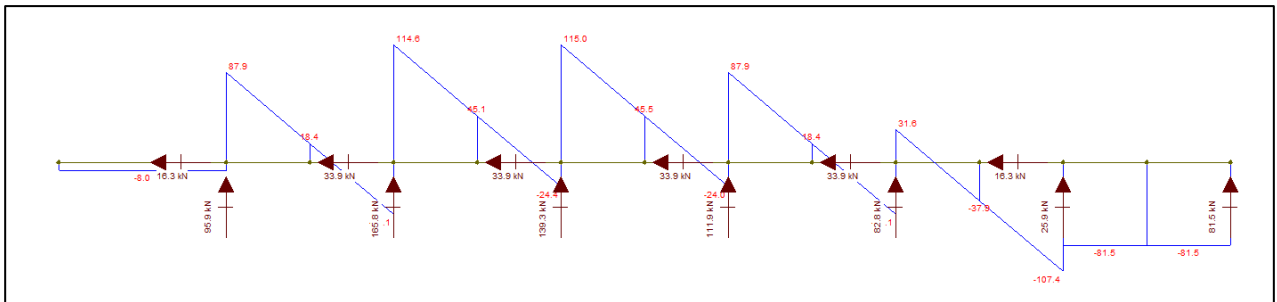


Figura 4-40 Caso di carico 8) – Azione tagliante

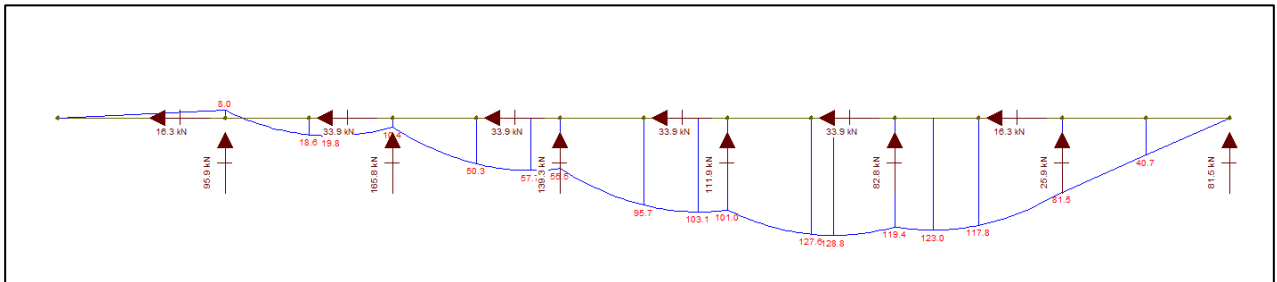


Figura 4-41 Caso di carico 8) – Azione flettente

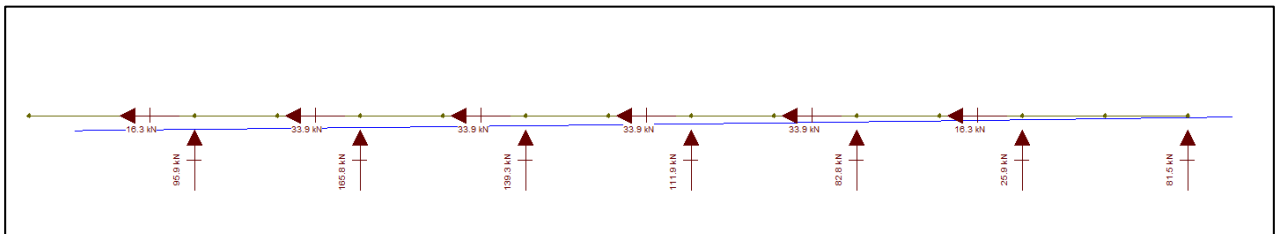


Figura 4-42 Caso di carico 8) – Deformata (fattore scala 10)