



Regione Sardegna



Provincia di Sassari



Comune di Sassari

## REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO.

**PRODUZIONE AGRICOLA DA IMPIANTO INTENSIVO DI MELOGRANI E  
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA CONVERSIONE SOLARE  
FOTOVOLTAICA E OPERE DI CONNESSIONE SITO IN SASSARI – POTENZA  
46.175 MWdc  
(Immissione in rete 39MWac)**

## AU32 – Relazione Preliminare sulle Strutture

<b>Committente:</b>				
VERDE 7 SRL – Via Cino del Duca, 5 20122 Milano (MI)				
<b>Il Tecnico</b>		Revisioni	DATA	
				
			Protocollo Iter Autorizzativo	Giu/2021
Descrizione	<b>Relazione Preliminare sulle Strutture</b>			
Commessa	Sassari – Due Mari			

---

## Indice

<b>1. OGGETTO E SCOPO.....</b>	<b>5</b>
<b>2. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO .....</b>	<b>6</b>
2.1 Inquadramento Geografico e Territoriale.....	6
<b>3. AREA PARCO - STRUTTURE DI SUPPORTO MODULI.....</b>	<b>9</b>
3.1 Descrizione generale .....	9
3.2 Descrizione del modello.....	12
3.3 Carichi di progetto.....	16
3.3.1 Vento .....	16
3.4 Schematizzazione dei casi di carico e delle combinazioni.....	23
3.5 Calcolo delle sollecitazioni e degli spostamenti.....	25
3.6 Verifiche.....	29
3.6.1 Verifica delle tensioni di esercizio delle aste in acciaio.....	29
3.6.2 Verifica nei riguardi dello sfilamento .....	30
3.7 AREA PARCO - FONDAZIONI CABINE CONVERSIONE .....	31
3.8 Descrizione delle strutture di fondazione.....	32
3.9 Descrizione del modello.....	33
3.10 Caratteristiche dei materiali utilizzati .....	33
3.11 Azioni agenti sulla struttura .....	34
3.12 Azione sismica.....	35
3.13 Risultati grafici delle sollecitazioni .....	38
3.14 Verifiche degli elementi strutturali .....	41
<b>4. AREA SOTTOSTAZIONE - PREMESSA .....</b>	<b>43</b>
<b>5. AREA STAZIONE - EDIFICIO DI COMANDO .....</b>	<b>44</b>
5.1 Normativa di riferimento.....	44
5.2 Materiali e durabilità.....	46
5.2.1 Calcestruzzi .....	46
5.3 Descrizione del modello numerico .....	47
5.4 Analisi dei carichi .....	48
5.5 Azione sismica.....	49
5.6 Combinazioni di carico.....	51
5.7 Risultati delle analisi: sollecitazioni sulla struttura .....	52
5.8 Verifiche degli elementi strutturali .....	56
<b>6. AREA STAZIONE - FONDAZIONE TRASFORMATORE DI POTENZA .....</b>	<b>63</b>
6.1 Materiali e durabilità.....	64
6.2 Modellazione struttura.....	65
6.2.1 Elementi shell .....	65

---

6.3	Modellazione delle azioni.....	67
6.4	Verifiche elementi parete e/o guscio in c.a.....	71
<b>7.</b>	<b>FONDAZIONI APPARECCHIATURE AT .....</b>	<b>75</b>
7.1	Fondazione per sezionatore orizzontale.....	76
7.2	Fondazione per interruttore tripolare .....	79
7.3	Fondazioni unipolari per Trasformatore di Tensione TV.....	81
7.4	Fondazioni unipolari per Trasformatore di Corrente TA.....	83
7.5	Fondazioni unipolari per Scaricatori.....	85
7.6	Fondazioni per sistema sbarre.....	87
7.7	Muro tagliafiamma .....	89
7.7.1	Verifica a ribaltamento.....	90
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>91</b>

---

---

---

## 1. OGGETTO E SCOPO

Lo scopo del presente documento è quello di descrivere i criteri di progetto adottati, in via preliminare, nel dimensionamento delle opere strutturali rilevanti, inserite nell'impianto agrivoltaico per la produzione di energia elettrica e delle opere di connessione, da realizzarsi nel comune di Sassari.

Le opere strutturali analizzate sono state divise per:

- AREA PARCO
- AREA SOTTOSTAZIONE

Nell'area parco vengono prese in esame:

- Strutture di supporto moduli fotovoltaici
- Fondazioni cabine di conversione

Nell'area Sottostazione, invece, vengono prese in esame:

- Edificio di comando
- Fondazione Trasformatore di potenza MT/AT
- Fondazioni apparecchiature AT

---

## 2. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

### 2.1 Inquadramento Geografico e Territoriale

L'area presa in considerazione nel presente progetto ricade nel territorio comunale di Sassari e si divide in due lotti, uno in località Bazzinitta e l'altro in località Serra Fenosa, posizionati ad una distanza media di circa 17 km in direzione Ovest rispetto al nucleo urbano della città di Sassari, ad una distanza media di circa 2 km in direzione Sud rispetto al nucleo urbano di Campanedda, ad una distanza media di circa 2.3 km in direzione Nord rispetto al nucleo urbano di Rumanedda, la porzione nord dell'impianto è localizzata a Nord-Est rispetto all'incrocio viario tra la SP42 e la SP18 e la porzione Sud dell'impianto confina a Sud con la SP65.

Cartograficamente questa area è all'interno delle tavole CTR regionali alla scala 1:10.000 denominate Elemento n. 458080 ed Elemento n. 459050.



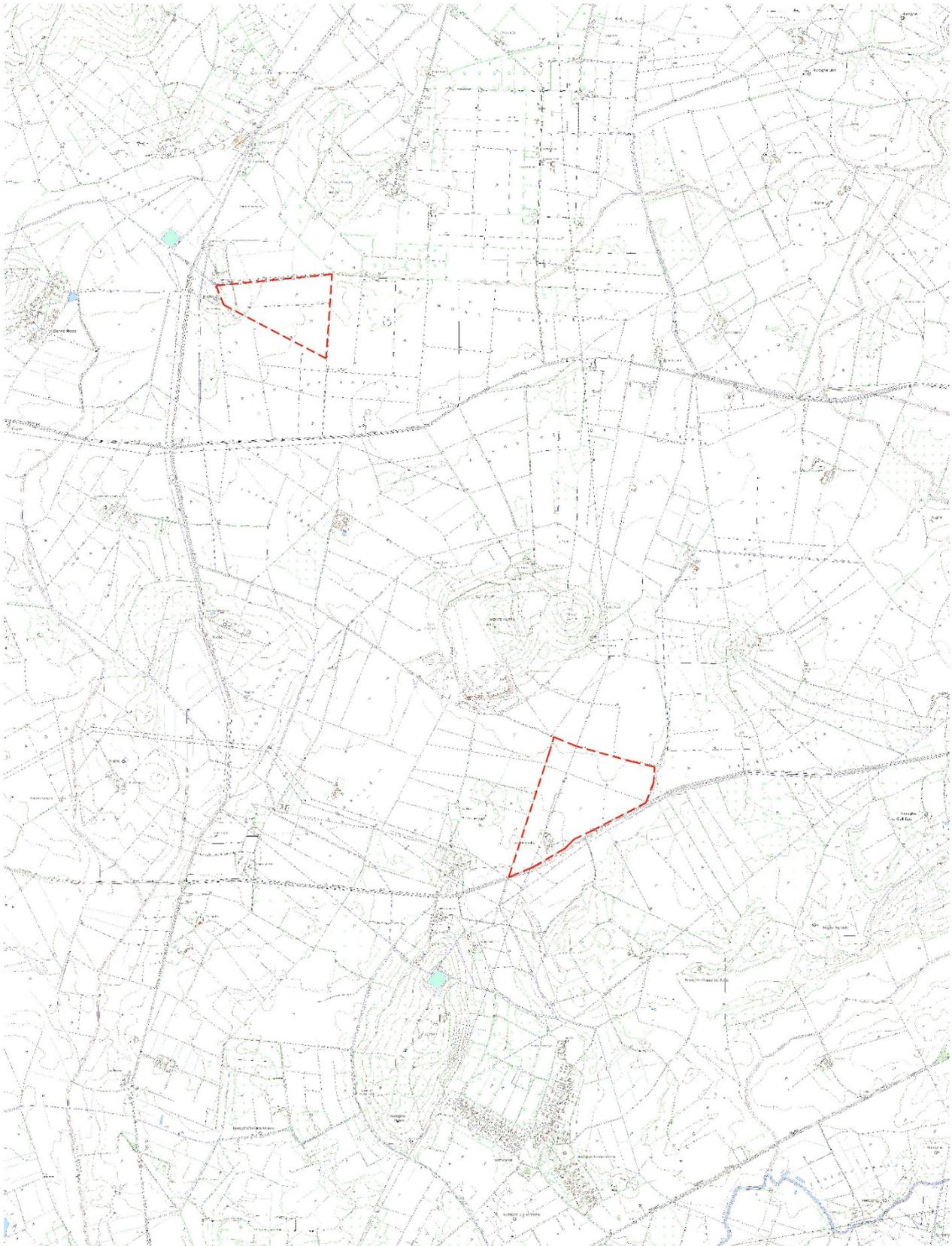
## Inquadramento regionale



Stralcio Ortofoto

### Coordinate Geografiche Sito:

Lat. 40.740885° - Lat. 40.703285°  
Long. 8.330362° - Long. 8.369830°



Inquadramento lay-out di progetto su CTR

### 3. AREA PARCO - STRUTTURE DI SUPPORTO MODULI

#### 3.1 Descrizione generale

Le strutture di supporto dei moduli appartengono alla tipologia Tracker mono-assiale, con asse di rotazione in sviluppo longitudinale lungo l'asse Nord-Sud, ed esposizione dei moduli variabile da Est a Ovest.

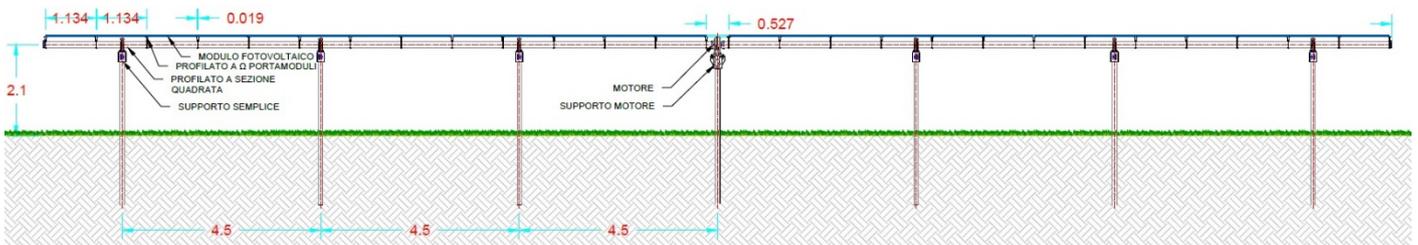
L'inclinazione delle vele varia da 0° a 60° rispetto all'orizzontale, in funzione dell'orbita solare.

Le strutture sono ancorate al terreno mediante una serie di pali in acciaio zincato, infissi nel terreno tramite battitura o trivellazione, a profondità dettate dalle condizioni geologiche del sito.

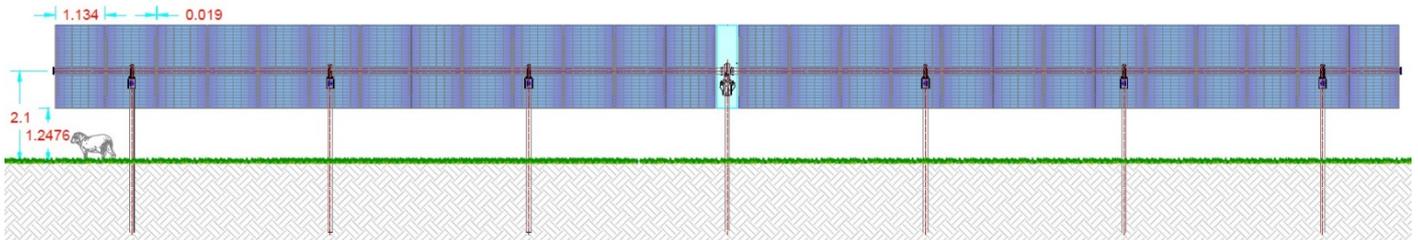
Nel caso in esame i moduli sono disposti in configurazione 1V, a formare vele di dimensioni circa pari a 35,0x2,4mt.

Il centro di rotazione della vela è posto a 2,2mt da piano campagna.

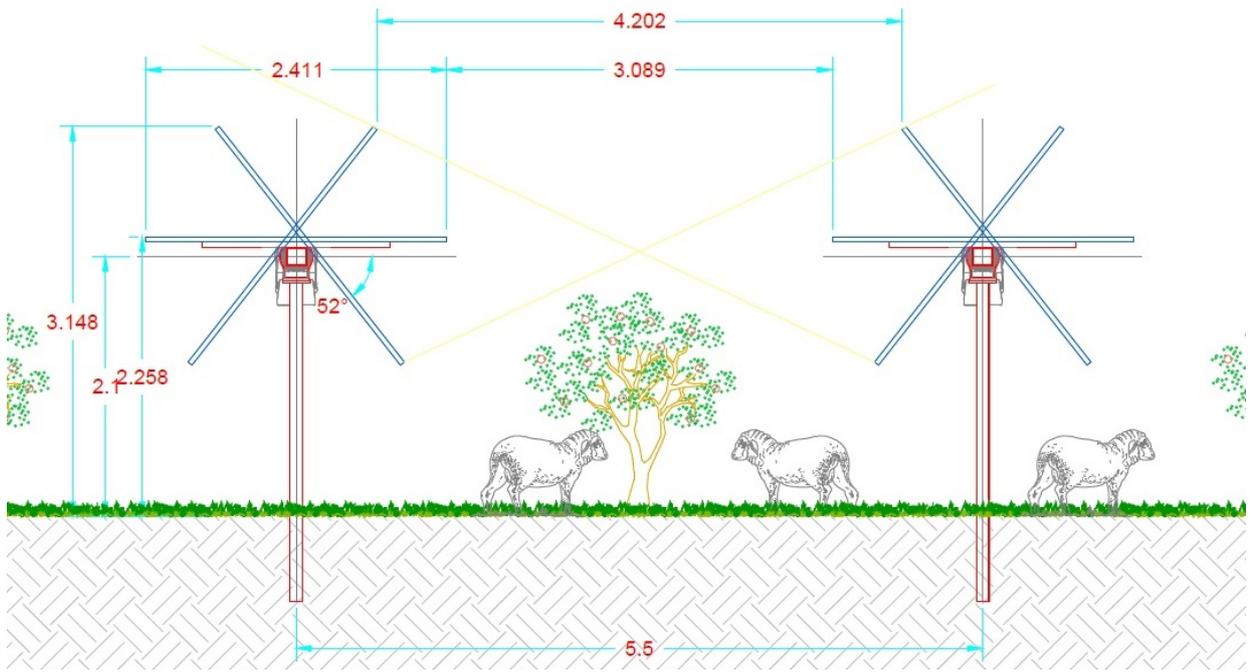
Sono previsti n.6 montanti posti a interasse di 4,5mt, infissi al suolo ad una profondità di 2,5mt.



VISTA FRONTALE CON ROTAZIONE 52° - SCALA 1:100



Vista frontale ed in pianta struttura Tracker (1Vx26 moduli)



Sezione trasversale tipologica struttura Tracker



Vista qualitativa di vele in configurazione 1V



Immagine qualitativa della struttura di supporto



Dettaglio dell'attacco asse rotazione-montante

### 3.2 Descrizione del modello

L'inseguitore solare – Tracker - è costituito principalmente da una trave longitudinale continua, sorretta dai montanti verticali infissi al suolo.

La trave longitudinale, disposta in orizzontale, è modellata come elemento asta su più appoggi. In corrispondenza dei montanti l'asta è vincolata come semplice appoggio, con possibilità di rotazione intorno all'asse; in corrispondenza del montante centrale, tuttavia, ove ha sede il motore che gestisce la rotazione solare, l'asta è vincolata con un vincolo tipo incastro.

I pali sono modellati come elementi asta, ai quali è attribuito un vincolo di incastro al piede posto a 50cm sotto il piano campagna, ove si suppone si manifesti la rigidità del terreno.

La vela fotovoltaica è assimilata ad un pannello di carico, elemento virtuale che trasmette i carichi esterni (vento, neve, ecc...) alla trave principale;

La modellazione viene svolta mediante il solutore agli elementi finiti:

AXIS VM X5

licenza n.7754

rilasciato da STA DATA srl,

Gli elementi strutturali che compongono l'inseguitore sono i seguenti:

	Nome	Figura	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	Ax [mm <sup>2</sup> ]	Ay [mm <sup>2</sup> ]	Az [mm <sup>2</sup> ]	Ix [mm <sup>4</sup> ]	Iy [mm <sup>4</sup> ]	Iz [mm <sup>4</sup> ]
1	W 8x15	Palo	206,0	102,0	6,2	8,0	2814,23	1388,15	1194,64	49858,3	2E+07	1418158,0
2	150X150X 4	Tubolare	150,0	150,0	4,0	4,0	2294,61	983,35	983,35	1,3E+07	8077154,0	8077154,0
3	W 8x21	Palo	210,3	133,9	6,4	10,2	3926,46	2293,24	1236,52	107694,0	3,1E+07	4065481,0

	Nome	W <sub>1,el,t</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>1,el,b</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,el,t</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,el,b</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>1,pl</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,pl</sub> [mm <sup>3</sup> ]	i <sub>y</sub> [mm]	i <sub>z</sub> [mm]
1	W 8x15	189893,5	189893,5	27812,1	27812,1	217711,5	43445,3	83,4	22,4
2	150X150X 4	107695,4	107695,4	107695,4	107695,4	124854,7	124854,7	59,3	59,3
3	W 8x21	293791,8	293791,8	60743,1	60743,1	329512,1	92939,0	88,7	32,2

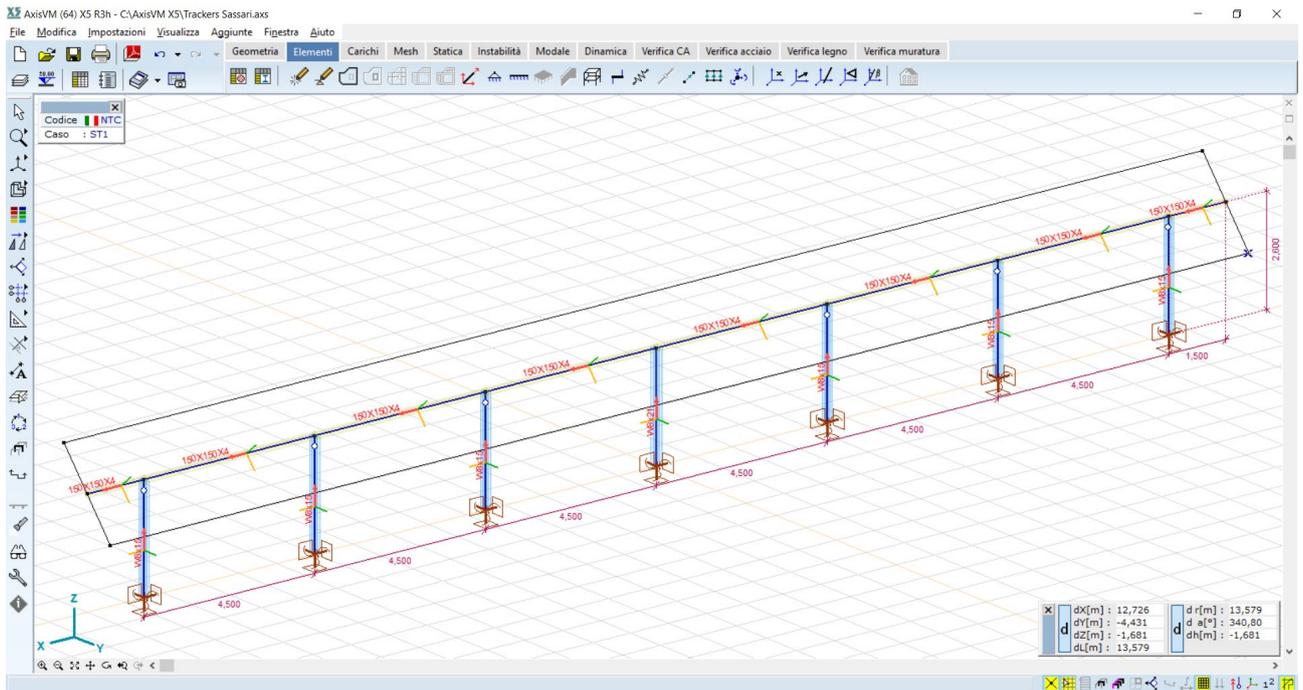
Le caratteristiche dei materiali sono le seguenti:

	Nome	Tipo	Normativa nazionale	Codice materiale	Modello	E <sub>x</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	E <sub>y</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]
1	S 355	Acciaio	NTC (Italiane)	UNI EN 10025-2 (Acciaio)	Lineare	210000	210000

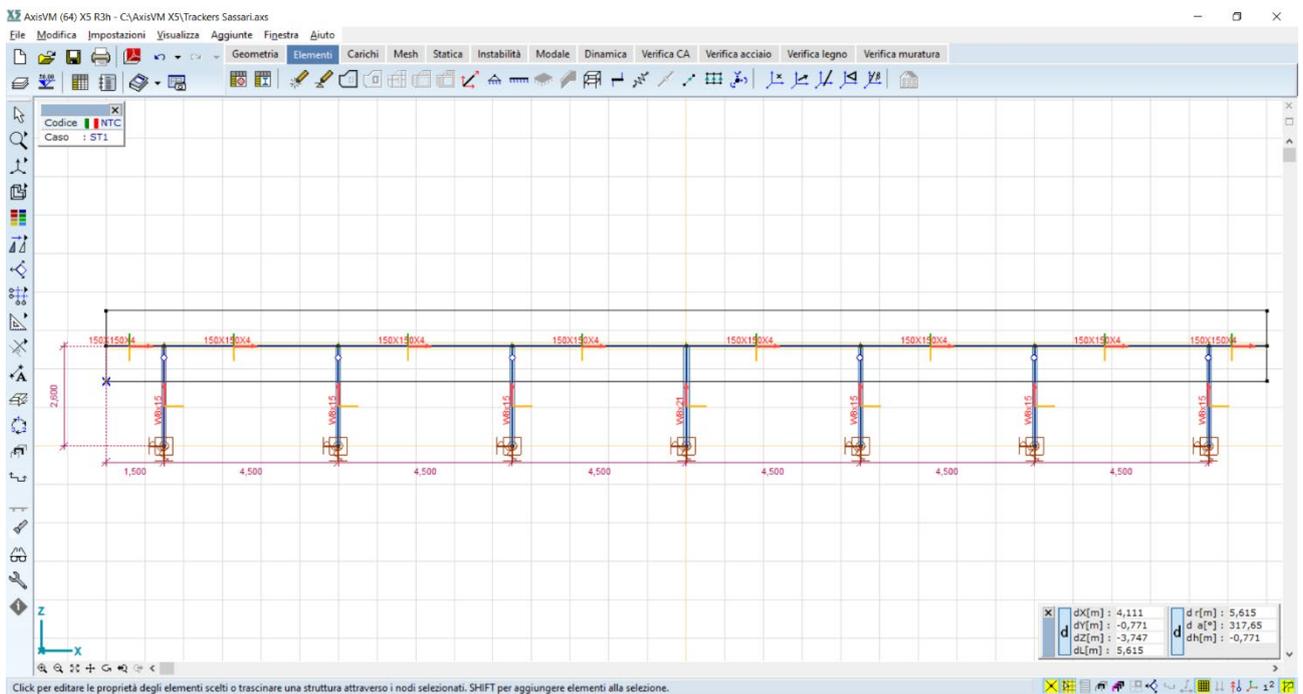
	Nome	v	α <sub>T</sub> [1/°C]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
1	S 355	0,30	1,2E-5	7850	f <sub>y</sub> [N/mm <sup>2</sup> ] = 355,00	f <sub>u</sub> [N/mm <sup>2</sup> ] = 510,00

## Aste

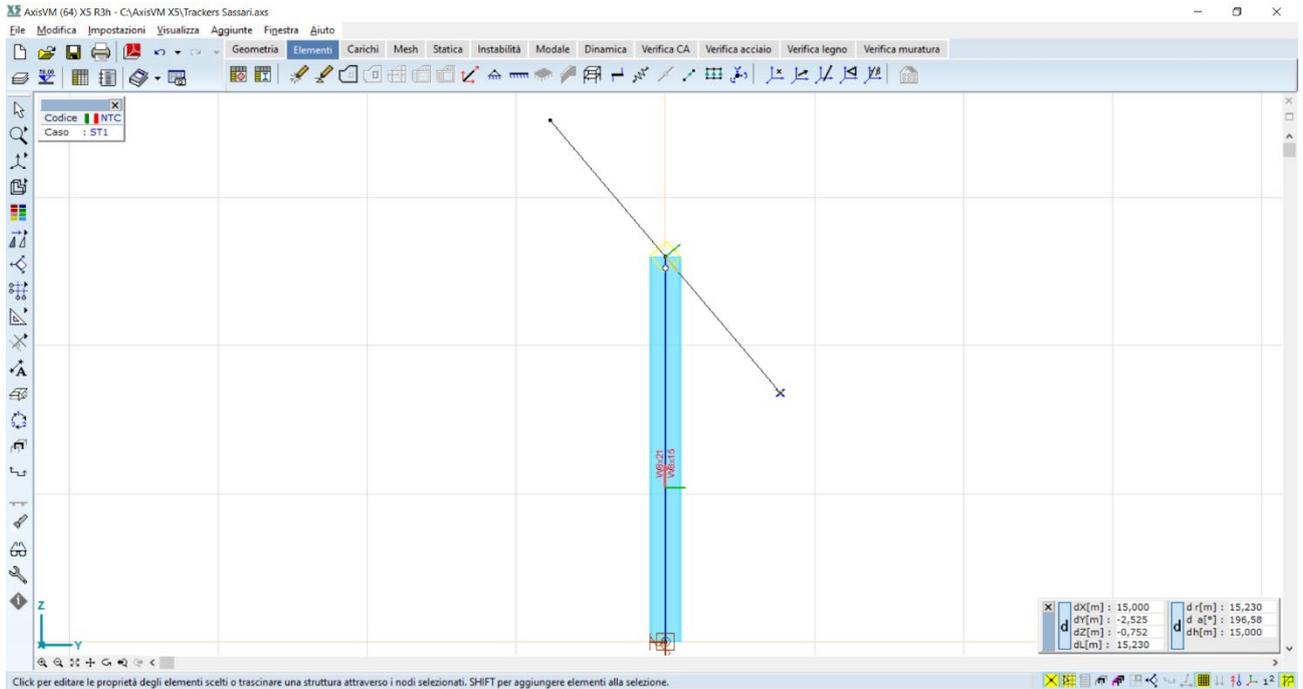
	Nodo i	Nodo j	Lunghezza	x Locale	Materiale	Start sezione	End sezione	Ref <sub>z</sub>	Ri <sub>p</sub>	Ri <sub>f</sub>
1	4	® 11	2,600	i - j	S 355	1	1	R1	.	Crd-yz
2	3	® 10	2,600	i - j	S 355	1	1	R1	.	Crd-yz
3	2	® 9	2,600	i - j	S 355	1	1	R1	.	Crd-yz
4	1	® 8	2,600	i - j	S 355	3	3	R1	.	.
5	5	® 12	2,600	i - j	S 355	1	1	R1	.	Crd-yz
6	6	® 13	2,600	i - j	S 355	1	1	R1	.	Crd-yz
7	7	® 14	2,600	i - j	S 355	1	1	R1	.	Crd-yz
8	14	~ 15	1,500	j - i	S 355	2	2	R3	.	.
9	11	® 16	1,500	i - j	S 355	2	2	R3	.	.
10	8	® 9	4,500	i - j	S 355	2	2	R3	.	.
11	8	~ 12	4,500	j - i	S 355	2	2	R3	.	.
12	9	® 10	4,500	i - j	S 355	2	2	R3	.	.
13	10	® 11	4,500	i - j	S 355	2	2	R3	.	.
14	12	~ 13	4,500	j - i	S 355	2	2	R3	.	.
15	13	~ 14	4,500	j - i	S 355	2	2	R3	.	.



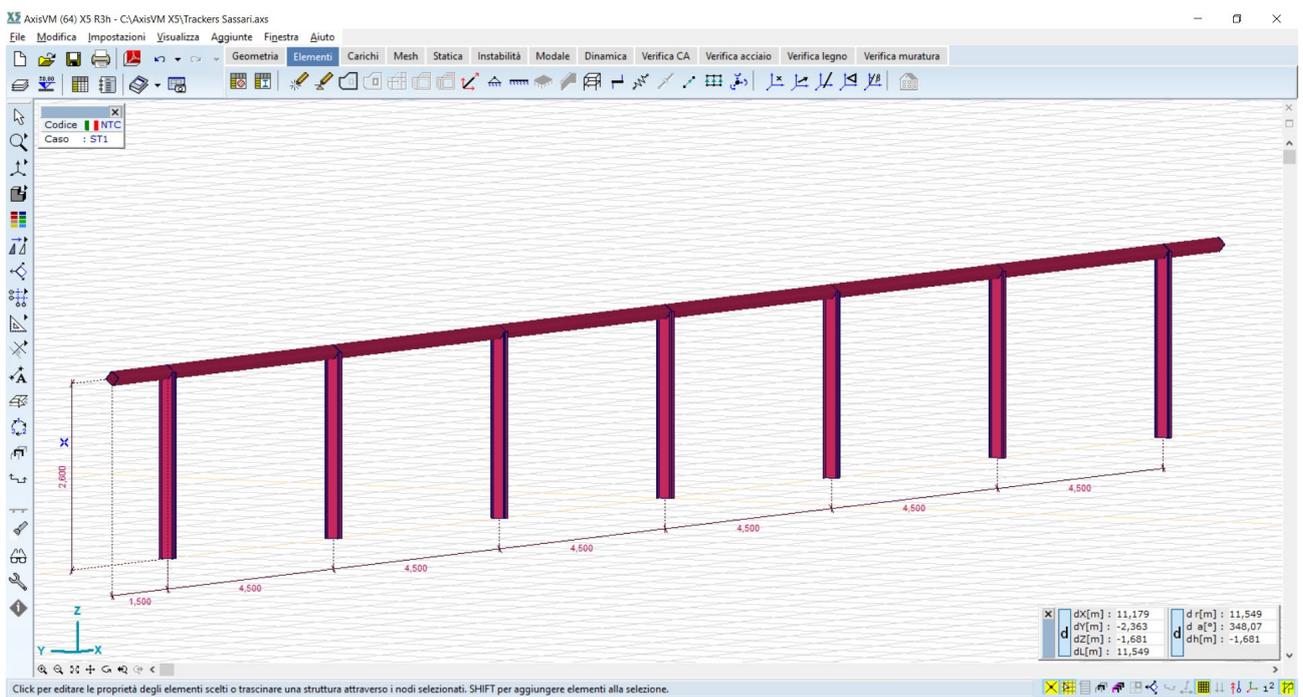
Rappresentazione del modello FEM 3D



Rappresentazione del modello FEM nel piano x-z



Rappresentazione del modello FEM nel piano y-z



Rappresentazione del modello FEM 3D – vista render

---

### 3.3 Carichi di progetto

Le vele fotovoltaiche vengono dimensionate nei riguardi dei carichi prevalenti dovuti ai venti, che per questo tipo di strutture sono di gran lunga più gravosi rispetto ai carichi neve ed ai carichi sismici, che per tal motivo non vengono presi in considerazione.

Per quanto riguarda i carichi da vento si utilizzano gli schemi riportati al DM 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) – Cap. 3 AZIONI SULLE COSTRUZIONI

#### 3.3.1 Vento

L'azione del vento viene ricondotta ad un'azione statica equivalente agente sulla superficie della vela fotovoltaica.

La pressione del vento  $p$  è data dall'espressione (par.3.3.4):

$$p = q_r * c_e * c_p * c_d$$

dove

- $q_r$  pressione cinetica di riferimento
- $c_e$  coefficiente di esposizione,
- $c_p$  coefficiente di pressione (ex coefficiente di forma),
- $c_d$  coefficiente dinamico;

I metodi di calcolo dei valori dei coefficienti  $c_e$   $c_p$   $c_d$  sono riportati nella Circolare Applicativa (paragrafi C.3.3.7-C.3.3.9).

#### **Pressione cinetica di riferimento $q_r$**

La pressione cinetica di riferimento si calcola mediante la formula (par. 3.3.6)

$$q_r = \frac{1}{2} * \rho * v_r^2$$

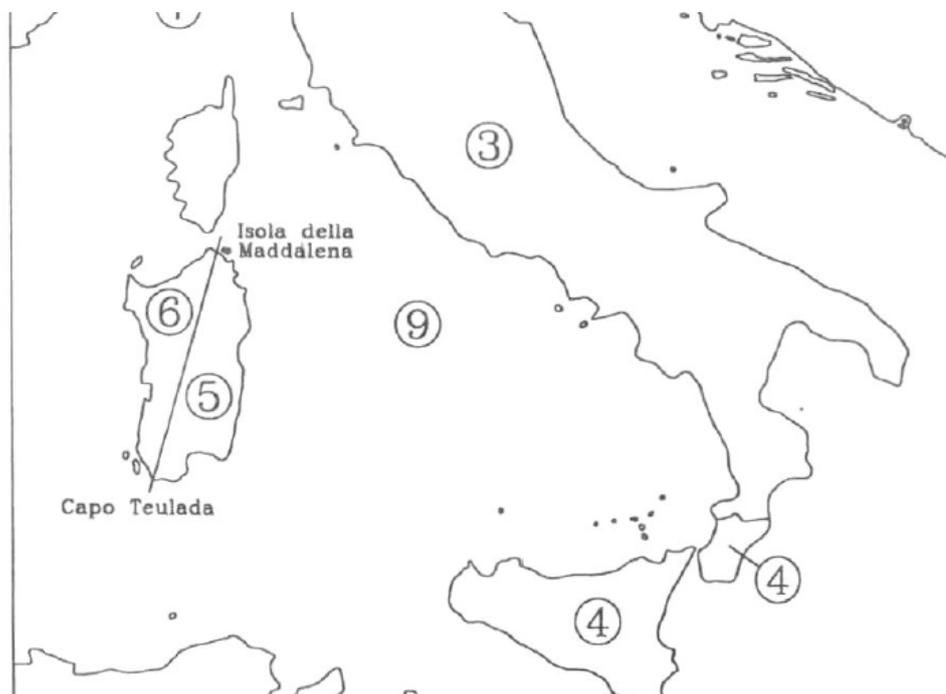
dove

$v_r$  è la velocità di riferimento  $v_r = v_{b,0} * C_a$

$\rho$  è la densità dell'aria, espressa convenzionalmente in 1,25 daN/mc

La pressione cinetica di riferimento si calcola a partire dalla zona di vento e dall'altezza del sito slm, secondo la procedura seguente:

Nota la Zona di vento: 6



Tab. 3.3.I - Valori dei parametri  $v_{b,0}$ ,  $a_0$ ,  $k_s$

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Si ricavano i valori di  $v_{b,0}$ ,  $a_0$ ,  $k_s$ :

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

$$a_0 = 500 \text{ m};$$

$$k_s = 0,36$$

Nota l'altezza del sito slm ( $a_s$ ), e confrontata questa con il valore di  $a_0$ , si determina il coeff. altitudine  $c_a$

$$c_a = 1 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$c_a = 1 + k_s \left( \frac{a_s}{a_0} - 1 \right) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

nel nostro caso  $a_s = 70\text{m} < a_0 = 500 \text{ m}$ ; si ha pertanto  $c_a=1$

si calcola la velocità di riferimento  $v_r = v_{b,0} * c_a = 28\text{m/s}$

e la pressione cinetica di riferimento  $q_r = \frac{1}{2} * \rho * v_r^2 = 0,5 * 1,25 * 27 = 490,00$  (espressa in N/mq), ossia 49,00 daN/mq

### Coefficiente di esposizione $c_e$

Il coefficiente di esposizione  $c_e$  è tabellato in funzione della quota in cui sorge l'edificio, della topografia del terreno e della categoria di esposizione del sito (3.3.7);

Partendo dalla Classe di rugosità del terreno: D –

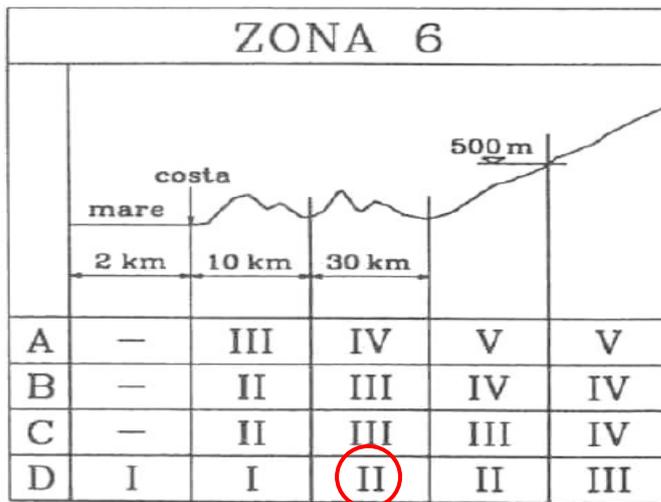
Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, ...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Si può assumere che il sito appartenga alla Classe A o B, purché la costruzione si trovi nell'area relativa per non meno di 1 km e comunque per non meno di 20 volte l'altezza della costruzione, per tutti i settori di provenienza del vento ampi almeno 30°. Si deve assumere che il sito appartenga alla Classe D, qualora la costruzione sorga nelle aree indicate con le lettere a) o b), oppure entro un raggio di 1 km da essa vi sia un settore ampio 30°, dove il 90% del terreno sia del tipo indicato con la lettera c). Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, si deve assegnare la classe più sfavorevole (l'azione del vento è in genere minima in Classe A e massima in Classe D).

nota la Distanza del sito dalla costa: 10km,

si possono incrociare i dati relativi alla zona di vento e la classe di rugosità per risalire alla categoria di esposizione:



Si ottiene la Categoria esposizione: II

Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	$K_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Dalla categoria di esposizione ricaviamo i valori

$$k_r = 0,19;$$

$$z_0 = 0,05 \text{ m};$$

$$z_{min} = 4 \text{ m}$$

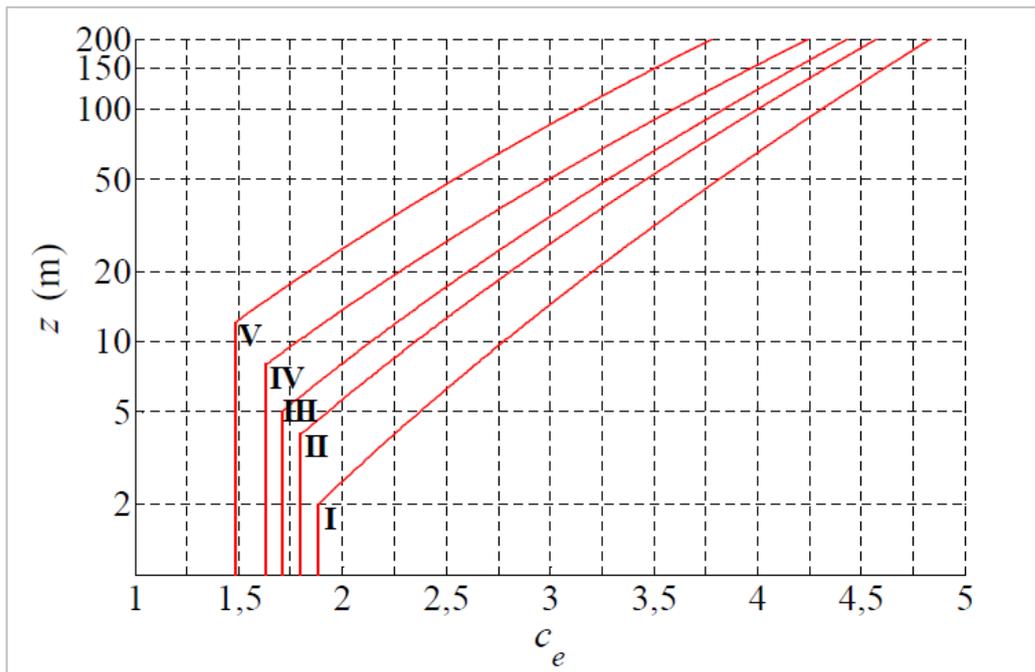
Nota l'altezza della costruzione ( $z$ ) la si confrontata col valore di  $z_{min}$  (4mt), si calcola il coefficiente di esposizione, mediante la formula:

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

Oppure mediante:

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

con il grafico seguente:



Nel nostro caso,  $z=2,5\text{m} \leq z_{\min} (4\text{m})$ , per la categoria di esposizione tipo II,

$$c_e=1,8$$

#### Coefficiente dinamico $c_d$

Il coefficiente dinamico  $c_d$  è il coefficiente con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali (3.3.9).

Esso può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

#### Coefficiente di pressione $c_p$

Il coefficiente aerodinamico (o di pressione)  $c_p$  dipende dalla tipologia della costruzione, dalla sua geometria e dal suo orientamento rispetto alla direzione del vento.

Le strutture fotovoltaiche sono trattate come tettoie a singola falda, con assenza di ostruzioni al di sotto di esse (coefficiente di bloccaggio  $\Phi=0$ )

La pressione cinetica di riferimento vale pertanto:

$$p = 49.0 \text{ daN/mq} * 1.8 * 1.0 * 1.0 = 88.2 \text{ daN/mq}$$

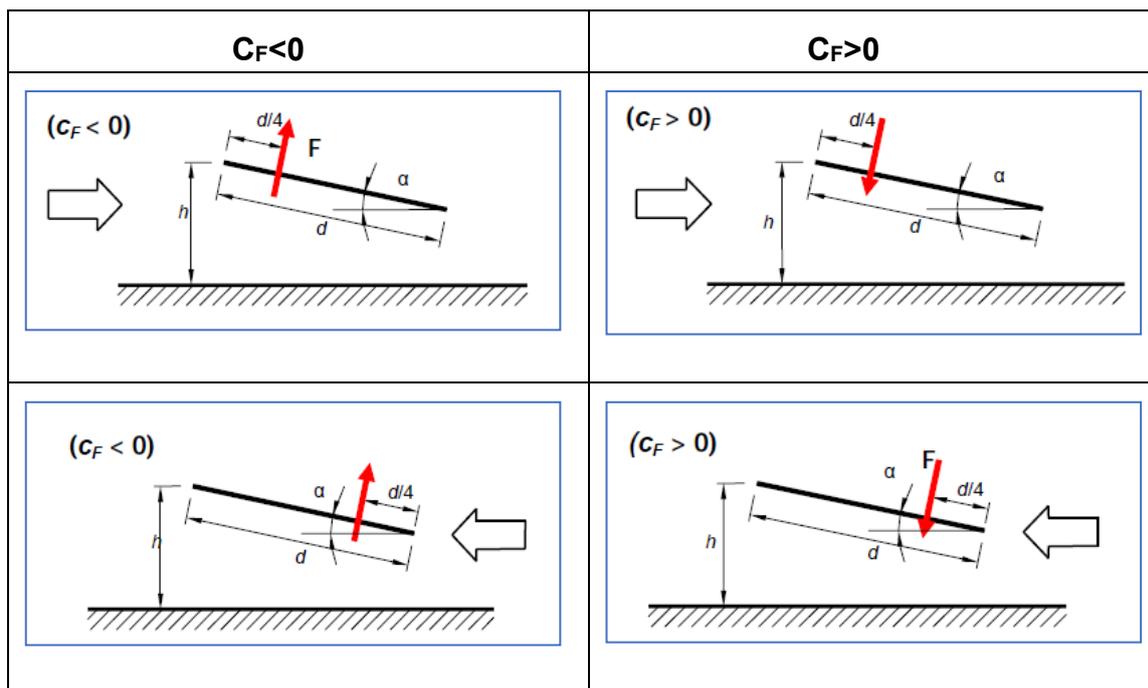
## Coefficiente di forza $C_F$

Al punto C3.3.8.2 della Circolare, che fornisce i criteri per la valutazione dell'azione del vento sulle strutture tipo tettoia, si introduce il coefficiente di forza  $C_F$ , così definito:

Per valori positivi  $C_F = +0,2 + \alpha/30$

Per valori negativi  $C_F = -0,5 + 1,3 * \alpha/30$

L'azione del vento sulle tettoie è schematizzata attraverso 4 schemi di carico in cui le forze  $F$ , risultanti dal campo di pressioni sulla superficie della falda della tettoia, sono dirette ortogonalmente ad essa:



I valori di  $C_F$  variano a seconda dell'angolo di inclinazione dei moduli:

Ang (°)	$C_F > 0$	$C_F < 0$
0	0,20	0,50
15	0,70	1,15
20	0,87	1,37
25	1,03	1,58
30	1,20	1,80
35	1,37	2,02
40	1,53	2,23
45	1,70	2,45
50	1,87	2,67
55	2,03	2,88

---

### Calcolo della forza agente sulla struttura

Le pressioni del vento variano di conseguenza con l'angolo di inclinazione:

Ang (°)	q+ (daN/mq) sopravvento	q- (daN/mq) sottovento
0	17,64	44,10
15	61,74	101,43
20	76,44	120,54
25	91,14	139,65
30	105,84	158,76
35	120,54	177,87
40	135,24	196,98
45	149,94	216,09
50	164,64	<b>235,20</b>
55	179,34	254,31
60	194,04	273,42

Il tracker verrà dimensionato per la configurazione cosiddetta “di protezione”, che si verifica allorquando i sensori di vento rilevano velocità di vento prossime a quella di riferimento (28,0m/s), ed il tracker si inclina a 50° con vento in back side.

Si prende come valore di riferimento di pressione:

$$q=235.20 \text{ daN/mq}$$

### 3.4 Schematizzazione dei casi di carico e delle combinazioni

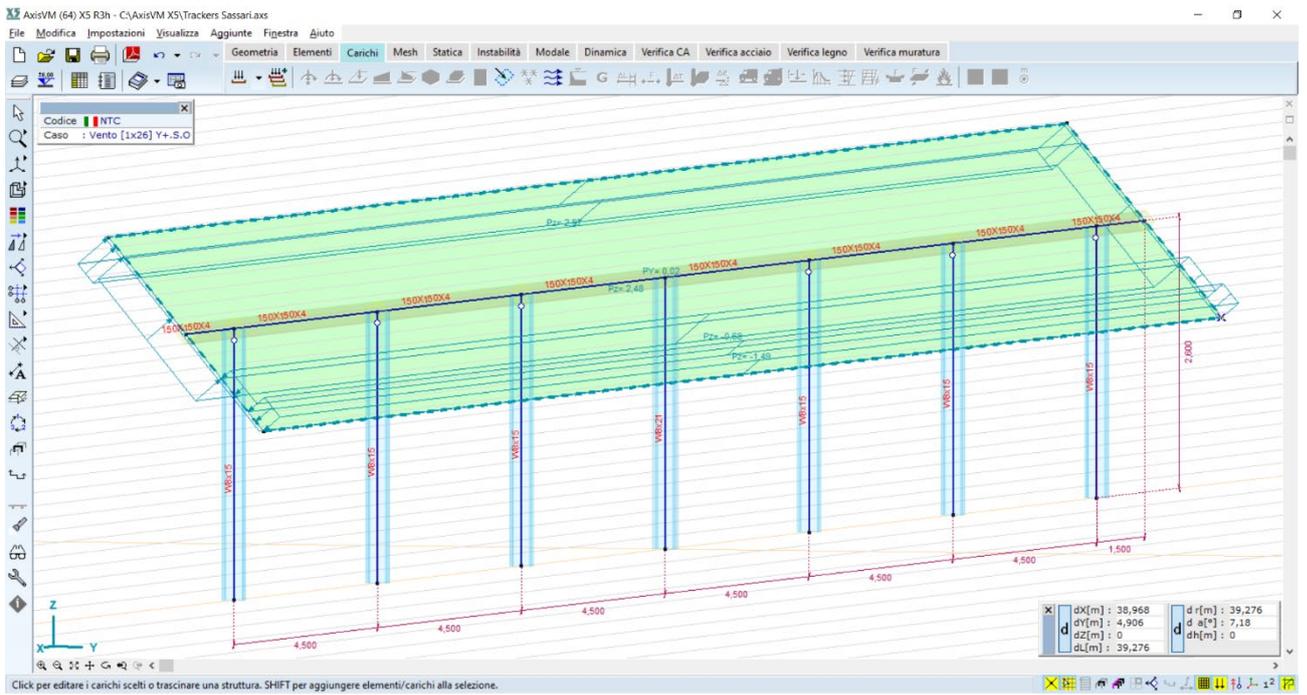
Vengono generati i seguenti casi di carico:

	Nome	Gruppo	Tipo gruppo
1	ST1	---	---
2	Vento [1x26] X+.P.O	Vento	Vento
3	Vento [1x26] X+.S.O	Vento	Vento
4	Vento [1x26] X-.P.O	Vento	Vento
5	Vento [1x26] X-.S.O	Vento	Vento
6	Vento [1x26] Y+.P.O	Vento	Vento
7	Vento [1x26] Y+.S.O	Vento	Vento
8	Vento [1x26] Y-.P.O	Vento	Vento
9	Vento [1x26] Y-.S.O	Vento	Vento

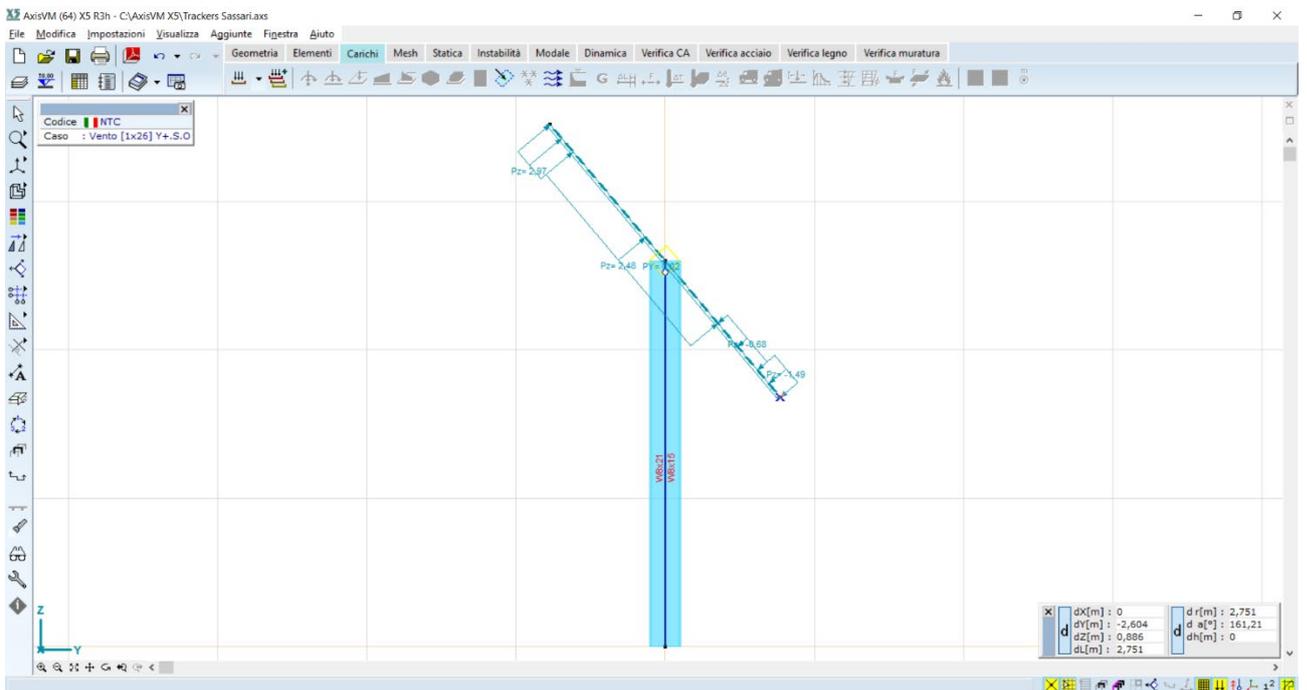
Parametri carico vento [1x26]

Direzione	Categoria del terreno	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]	$l_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$v_m$ [m/s]	$q_p$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]
X+	II	0,050	4,000	0,228	23,3	0,88	0
X-	II	0,050	4,000	0,228	23,3	0,88	0
Y+	II	0,050	4,000	0,228	23,3	0,88	0
Y-	II	0,050	4,000	0,228	23,3	0,88	0
$v_{b0} = 28,0$ m/s							
$C_{season} = 1,000$							
$C_o = 1,000$							

Tra i diversi casi di carico (CDC) viene esaminato quello che massimizza le sollecitazioni sulla struttura quando il pannello di carico è inclinato a 50° con il vento in back side [caso di carico Y+S.O.]



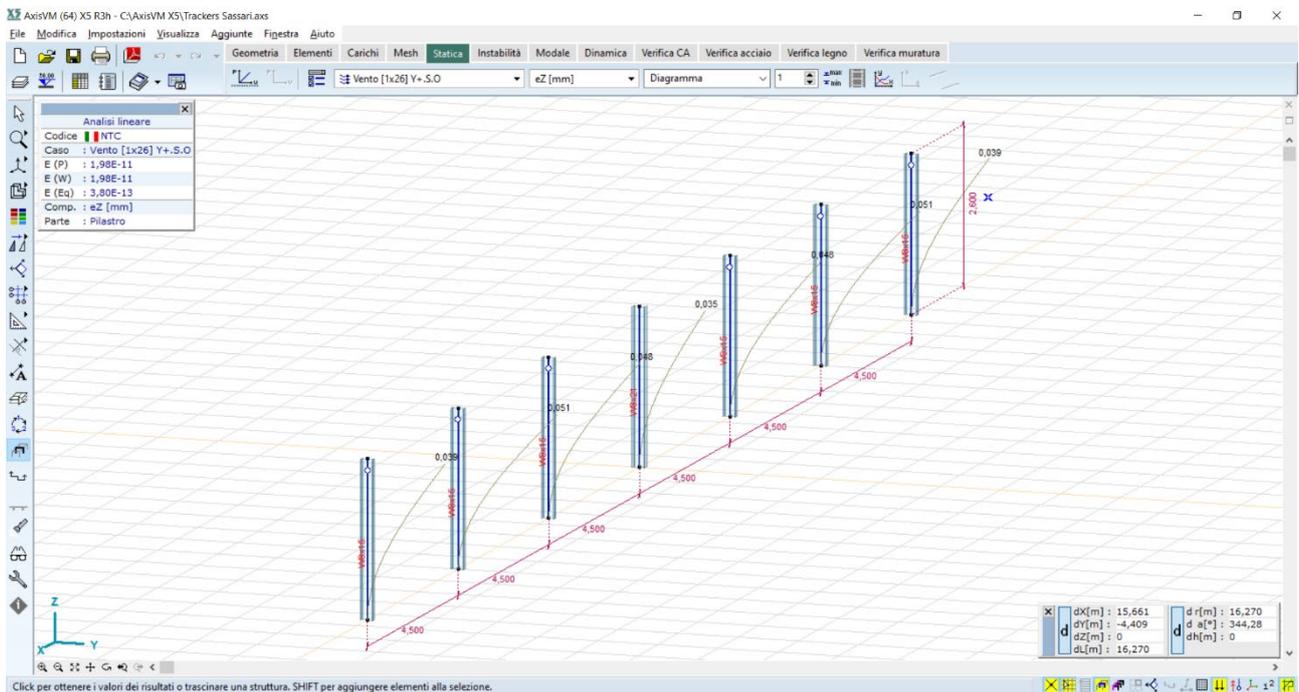
Carico vento in back side– vista 3D e pannello di carico



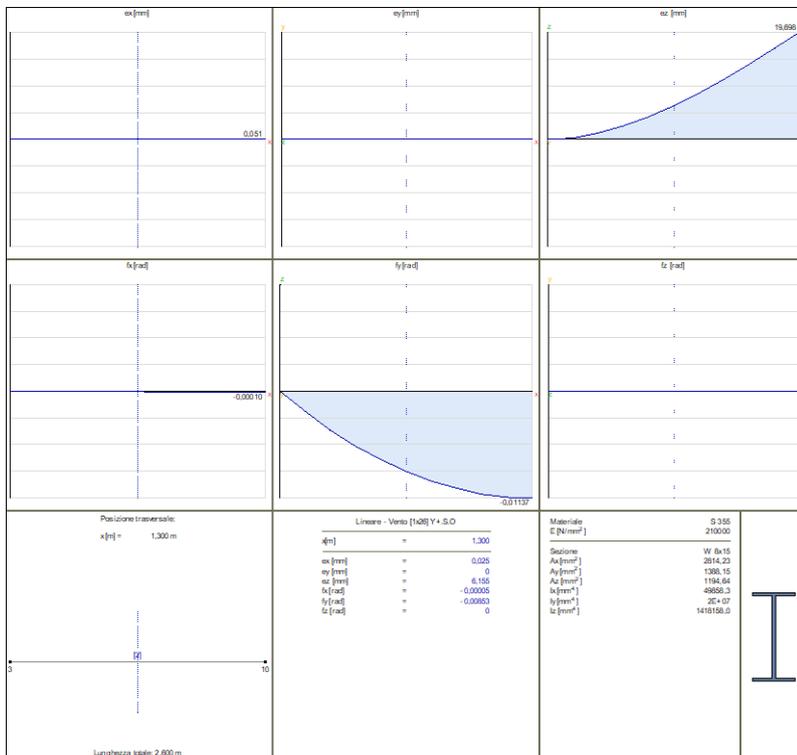
Carico vento in back side– vista nel piano y-z

## 3.5 Calcolo delle sollecitazioni e degli spostamenti

### Diagrammi degli spostamenti

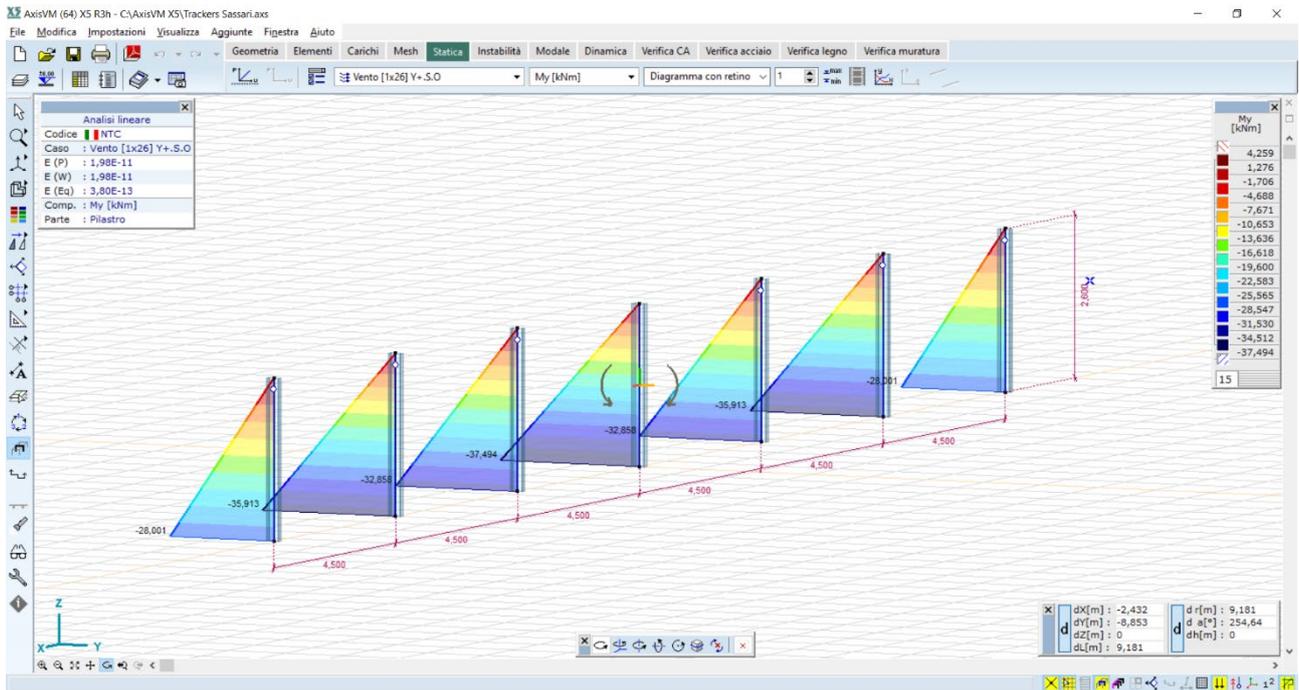


Spostamenti nodali delle teste pali – valore max 19mm

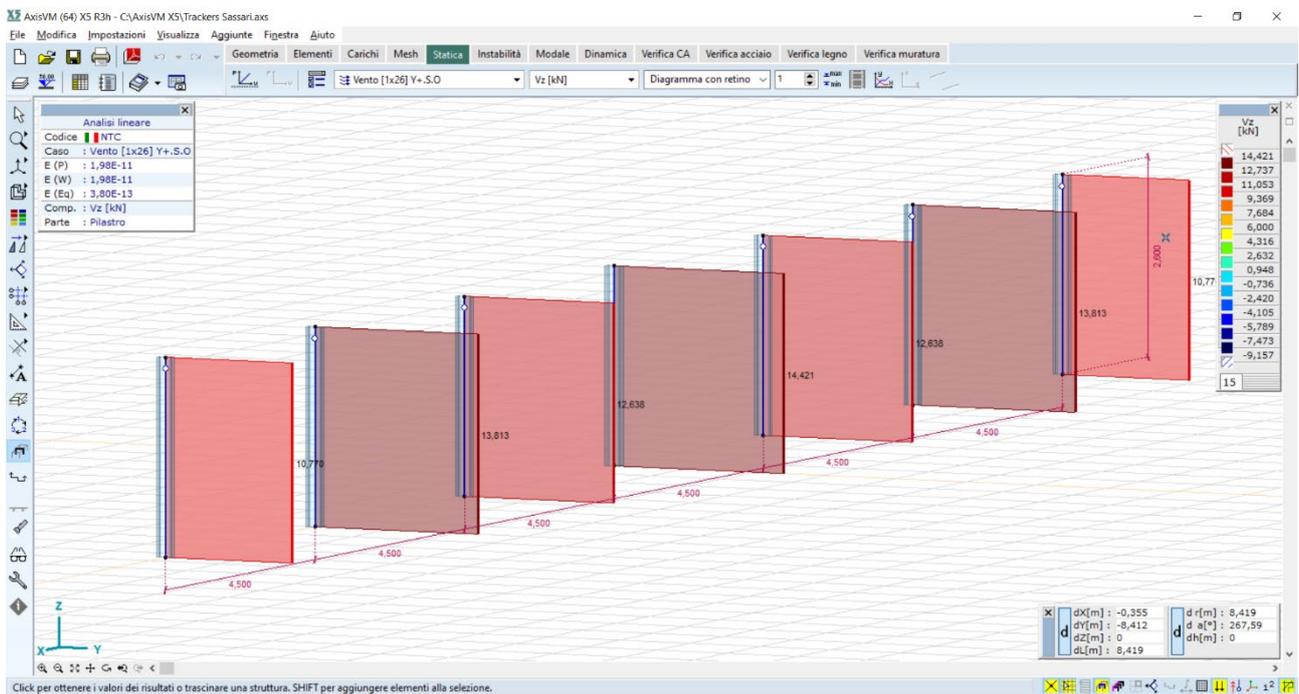


Il valore di spostamento di 19mm in testa palo è accettabile, pertanto le verifiche in termini di spostamenti sono da considerarsi soddisfatte.

## Diagrammi delle sollecitazioni



Momento flettente My – Pilastri – valori max 37,50 kNm



Sollecitazione tagliante Vz – Pilastri – valori max 9,15 kN





---

## 3.6 Verifiche

### 3.6.1 Verifica delle tensioni di esercizio delle aste in acciaio

Viene eseguita la verifica dei seguenti tipi di elementi:

- verifica a pressoflessione dei montanti verticali
- verifica a flessione della trave orizzontale

Per quel che riguarda i montanti verticali, come visto al paragrafo precedente, il valore del momento sollecitante massimo, è pari a:

$$M_{\max} = 37,50 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Il valore del momento di snervamento è pari a:

$$M_y = W_x \cdot \sigma_y = 217,7 \text{ cm}^3 \cdot 3550 \text{ daN/cm}^2 = 77,28 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

dal rapporto tra momento di snervamento e momento sollecitante si ottiene:

$$M_y/M_{\max} = 77,28/37,50 = 2.06$$

il quale può essere considerato un coeff di sicurezza accettabile in via di dimensionamento preliminare.

Per quel che riguarda la trave di supporto, come visto al paragrafo precedente, il valore del momento sollecitante massimo, è pari a:

$$M_{\max} = 7,8 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Il valore del momento di snervamento è pari a

$$M_y = W_x \cdot \sigma_y = 124,85 \text{ cm}^3 \cdot 3550 \text{ daN/cm}^2 = 44,32 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

dal rapporto tra momento di snervamento momento sollecitante si ottiene:

$$M_y/M_{\max} = 44,32/7,80 = 5.7$$

il quale può essere considerato un coeff di sicurezza accettabile in via di dimensionamento preliminare.

L'esito delle verifiche è dunque positivo in termini di tensioni di lavoro.

---

### 3.6.2 Verifica nei riguardi dello sfilamento

L'azione di uplift massima calcolata sul singolo montante è pari a:

$$T_{\max} = 11.5 \text{ kN}$$

L'azione di sfilamento viene contrastata dalla resistenza laterale per attrito nell'intorno del montante.

Nel caso di montante in profilato di acciaio, infisso nel terreno per battitura, la tensione laterale vale:

$$s = a + \mu \cdot \sigma_h$$

dove:

- $a$  = adesione – termine di tipo coesivo, che in condizioni drenate viene assunto pari a 0
- $\mu$  = coeff attrito palo-terreno, che per pali battuti in tubolari di acciaio vale 0,36 (cfr Viggiani, Fondazioni)
- $\sigma_h$  = tensione orizzontale =  $k \cdot \sigma_v$ , con  $\sigma_v$  che corrisponde alla tensione litostatica verticale alla generica profondità  $z$ , mentre  $k$ , per pali battuti in tubolari di acciaio, vale 0,85 (cfr Viggiani, Fondazioni)

in prima approssimazione si può ricavare la relazione

$$s = 0,3 \cdot \sigma_v$$

La resistenza laterale nasce dall'integrazione delle tensioni orizzontali tra la profondità 0 ed H

$$S = \pi \cdot d \cdot 0,3 \int (\gamma \cdot z) dz$$

ossia

$$S = \pi \cdot d \cdot 0,3 \cdot \gamma \cdot H^2 / 2$$

funzione della sola variabile H

La profondità di infissione viene pertanto determinata ponendo la condizione che

$$S/T > 1.5$$

dove T è l'azione di sfilamento precedentemente calcolata.

Nel caso in oggetto, posto:

$$d = 20 \text{ cm}$$

$$\gamma = 1600 \text{ daN/cm}^3$$

può essere ritenuta sufficiente una profondità di infissione pari a 2,5mt

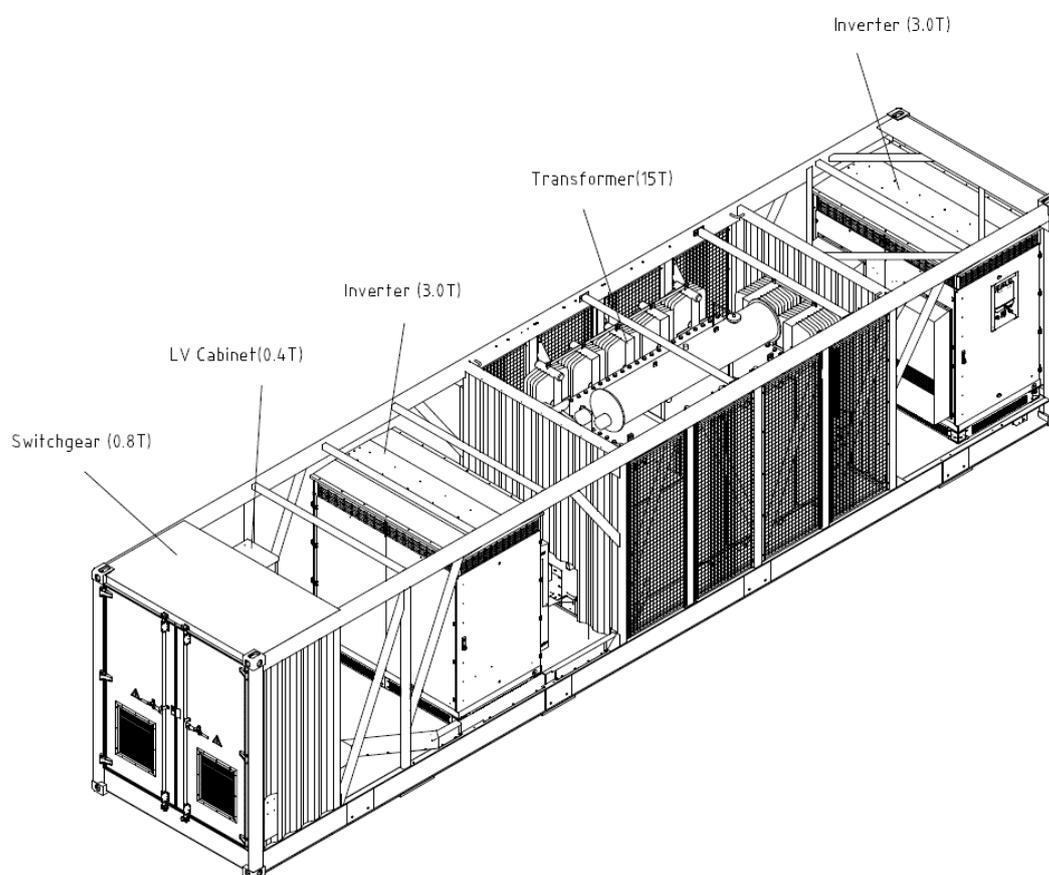
Si raccomanda ad ogni modo per questi tipi di strutture una attenta valutazione delle prestazioni attese confrontando le massime sollecitazioni di sfilamento teoriche con quelle determinate da prove di estrazione in situ (pull out tests).

### 3.7 AREA PARCO - FONDAZIONI CABINE CONVERSIONE

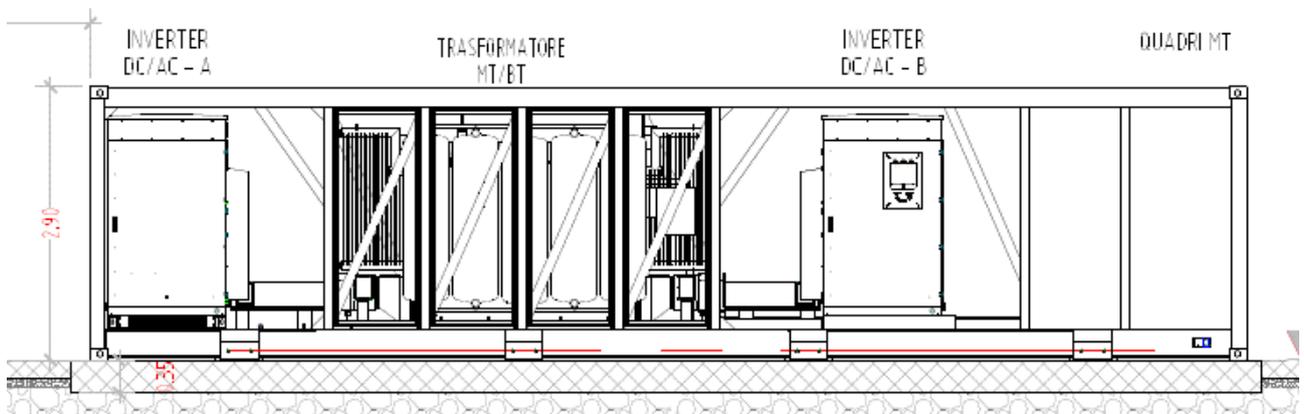
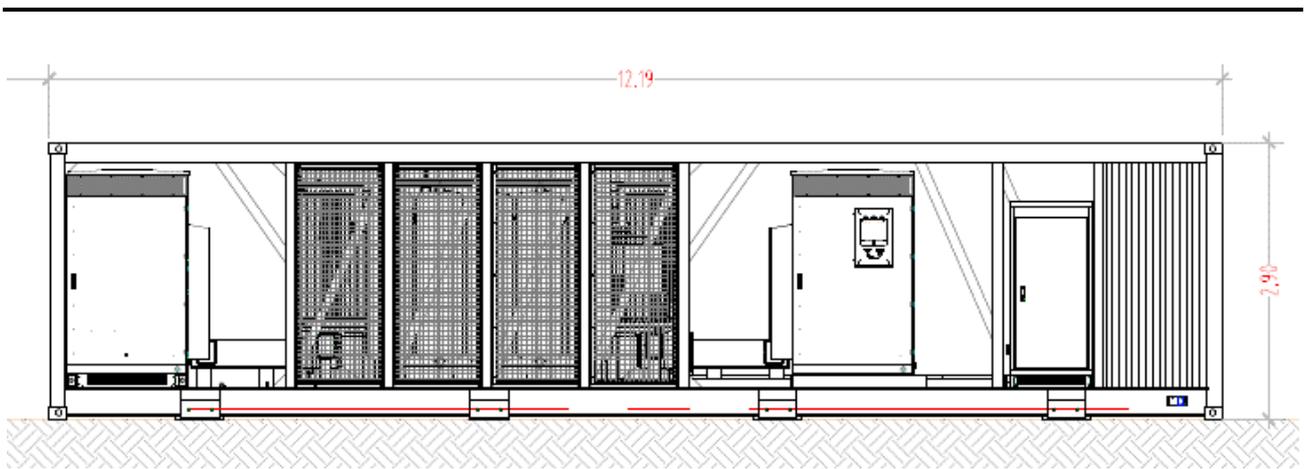
Le cabine di conversione Inverter ITS (Power Station) sono quei manufatti metallici tipo container all'interno dei quali sono ubicate le apparecchiature elettromeccaniche funzionali alla conversione dell'energia proveniente dai sottocampi.

I layout dei container vengono forniti dal produttore degli stessi; essi sono comprensivi delle distribuzioni delle apparecchiature elettromeccaniche e dei loro pesi sui punti di scarico.

Sulla base di questi sono state dimensionate le fondazioni, delle quali si illustrano nel seguito i modelli di calcolo e le verifiche di resistenza nei riguardi dei carichi di esercizio



vista 3D del tipologico



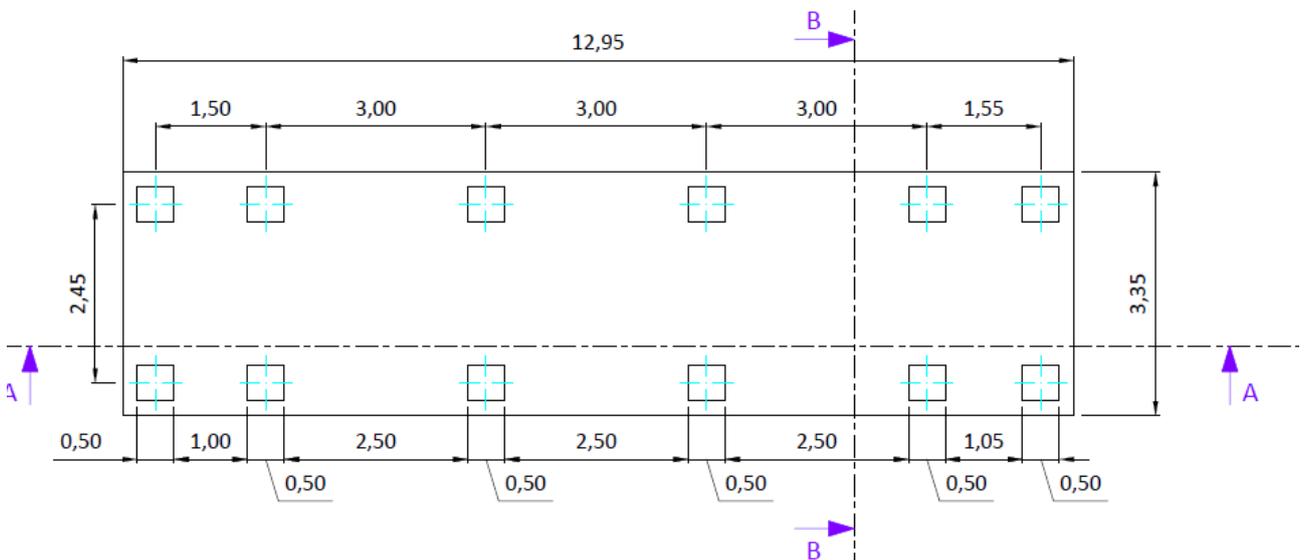
Viste prospettive del tipologico

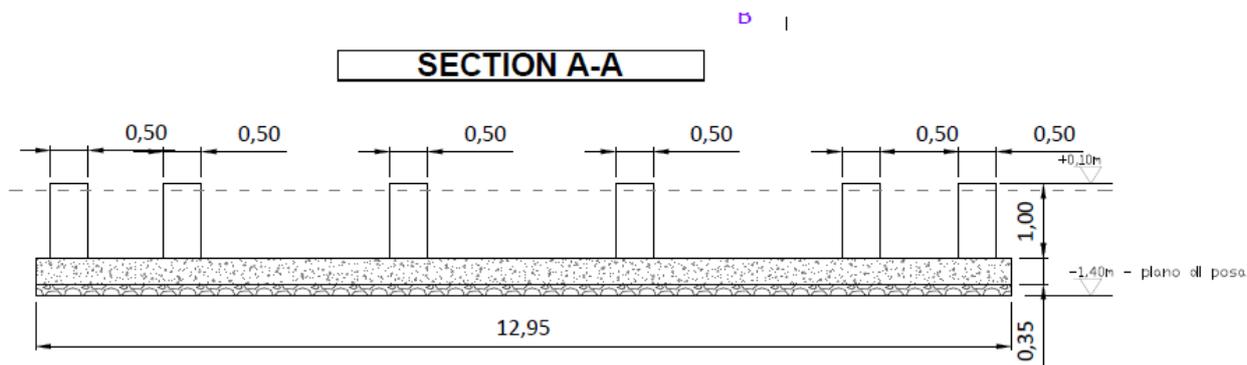
### 3.8 Descrizione delle strutture di fondazione

Le fondazioni sono del tipo superficiale a platea, in c.a., dello spessore di 35cm.

Il piano di imposta è progettato a -1,4m da piano campagna.

#### PIANTA CARPENTERIE





### 3.9 Descrizione del modello

La fondazione è stata modellata mediante platea su suolo elastico di spessore 35cm; vincolata al suolo mediante un letto di molle alla Winkler, avente  $k_{vert} = 2500 \text{ daN/mq}$  nella direzione  $z$  globale.

Sono stati modellati una serie di elementi verticali tipo pilastro tozzo, in corrispondenza dei punti di scarico dei container (tracciati sulla base dei layout forniti dal produttore); questi elementi strutturali trasferiscono i carichi dalla quota del piede del container, posto a quota +0,10 da p.c., alla platea, impostata a -1,4mt da p.c.

Il piano di imposta della fondazione è stato scelto sulla scorta delle risultanze della relazione geologica, della quale sono stati recepiti integralmente tutti i contenuti.

La fondazione è stata modellata come elemento shell 2D con comportamento a piastra

I carichi permanenti sono attribuiti come carichi nodali applicati al nodo di attacco piede del container-elemento rigido; i valori dei carichi permanenti sono calcolati tenendo conto della effettiva distribuzione baricentrica delle masse.

Gli elementi verticali 50x50cm h 100cm sono considerati elementi secondari, ad elevata rigidezza, modellati come link rigido nelle verifiche globali.

L'analisi della struttura è stata eseguita per mezzo del solutore FEM 3D:

AXIS VM X5

Licenza n. 7754

rilasciata da: STA DATA srl Torino

### 3.10 Caratteristiche dei materiali utilizzati

La platea è in calcestruzzo armato, le caratteristiche meccaniche dei materiali sono le seguenti:

#### Calcestruzzo

Classe di resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica $f_{ck}$	25 N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico	31.475 N/mm <sup>2</sup>
Coeff Poisson	0,2
Diam max inerti	32mm
Slump	S4

## Acciaio da armatura

Acciaio tipo	B450C
Resistenza elastica $f_{yd}$	391 N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico	206.000 N/mm <sup>2</sup>
Limite di deformazione elast $\epsilon_{s1}$	0.198%
Limite di deformazione ultima $\epsilon_{su}$	6.750%

### 3.11 Azioni agenti sulla struttura

I carichi agenti sulle strutture fondali sono determinati dal peso proprio del container, comprensivo delle apparecchiature elettromeccaniche in esso installate.

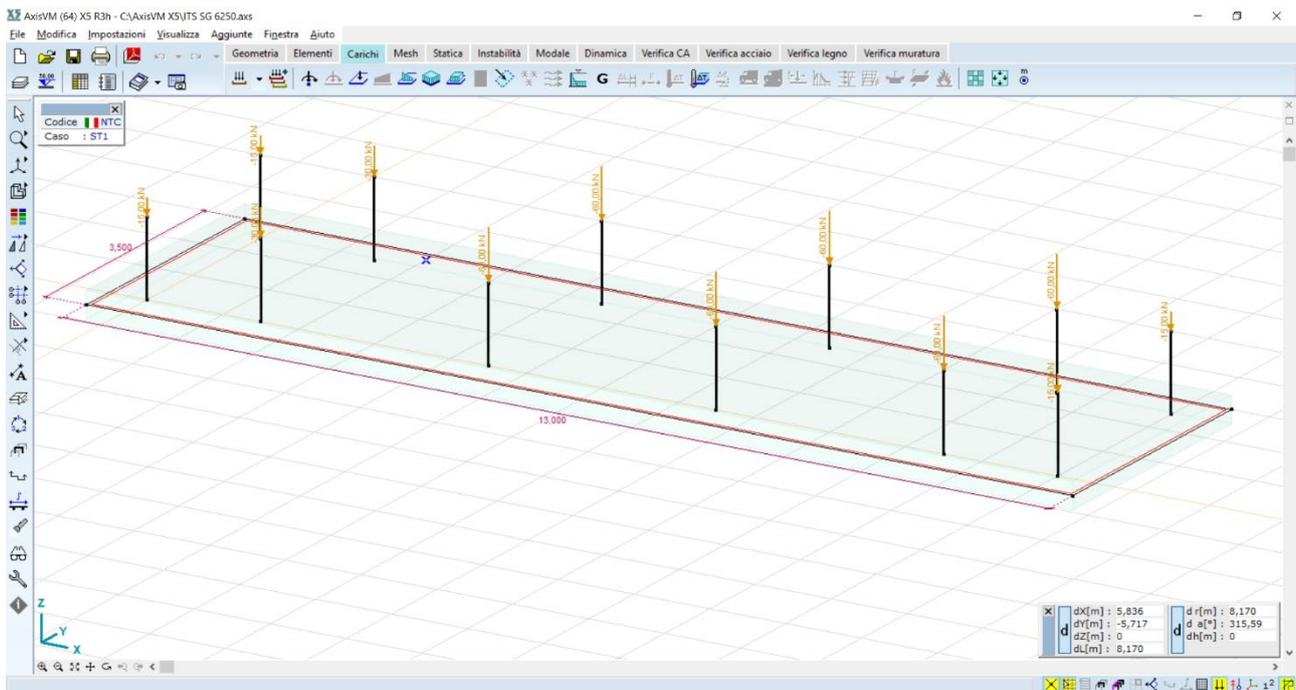
I pesi delle apparecchiature sono forniti dal produttore; possono essere presi in esame i seguenti:

Trasformatore	15tonn
Inverter	3,0tonn
Quadri	0,4tonn
Interruttore	0,8tonn
Peso proprio container	9,1tonn

Per un totale lordo di 32,2 tonn

In fase di progettazione si amplifica tale valore per un fattore 1,5, pertanto il peso lordo dell'ITS, sul quale verranno dimensionate le fondazioni vale:

$$P = 32,2 \times 1,5 = 48,3 \text{ tonn}$$



Platea con elementi rigidi e carichi nodali verticali

---

### 3.12 Azione sismica

L'azione sismica sulla struttura di fondazione si esplica come forza di taglio, applicata alla testa dei pilastri, dovuta alla massa del container.

L'analisi viene effettuata ai sensi del cap. 7.3.3.2 delle NTC2018 "[...] L'analisi lineare statica consiste nell'applicazione di forze statiche equivalenti alle forze d'inerzia indotte dall'azione sismica [...]", mediante la formula:

$$F_h = S_d(T1) * W / g * \lambda$$

Dove:

$S_d(T1)$  è l'ordinata dello spettro di risposta di progetto definito al § 3.2.3.5 (\*);

$W$  è il peso della massa del container

$G$  è l'accelerazione di gravità

$\lambda$  è un coefficiente pari a 1.0 nel nostro caso

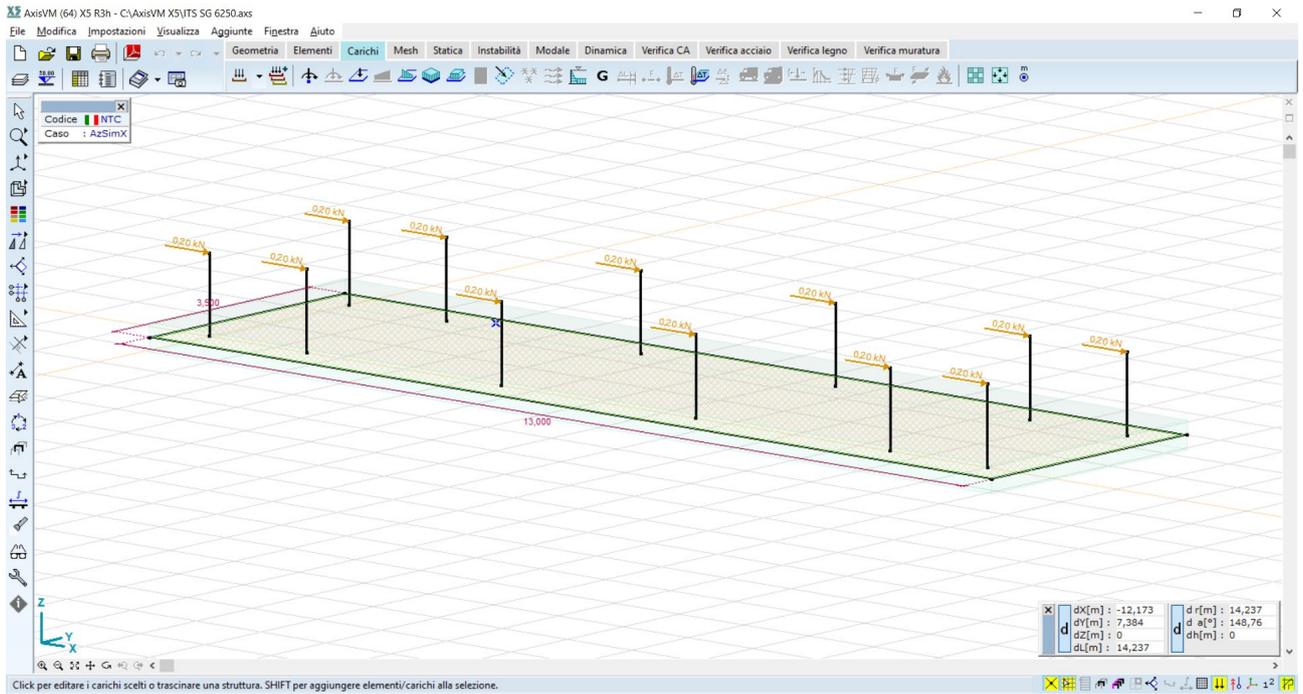
Avendo convertito i carichi in masse, il valore dell'azione tagliante è approssimabile a circa il 2% della massa del container; a vantaggio di sicurezza verrà applicato un carico sismico pari al 5% della massa del container, dunque:

$$F_h = 5\% * 48,3 \text{ tonn} = 2,4 \text{ kN}$$

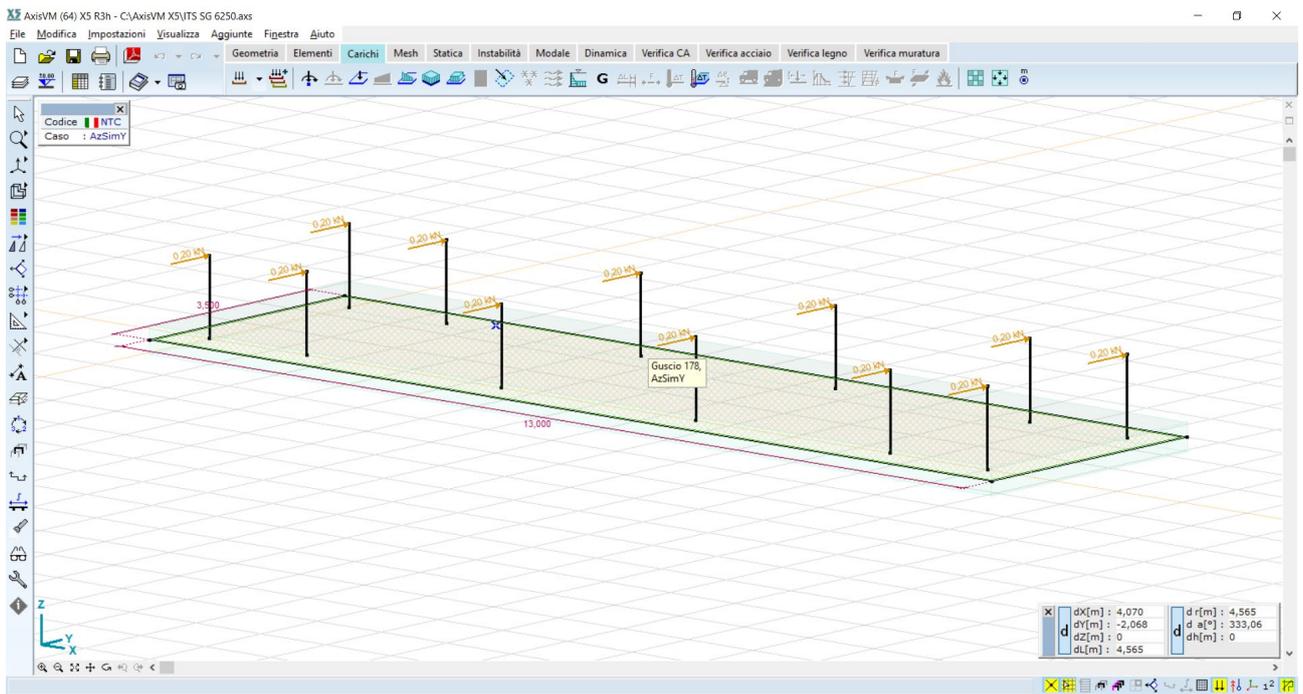
I carichi sismici sono applicati al baricentro del container, il quale, essendo fissato alla struttura fondale mediante delle piastre inghisate, trasferisce tale azione sulle teste sui pilastri tozzi, con intensità proporzionale alla rigidità degli stessi; in questo caso, avendo i pilastri uguale rigidità, l'azione tagliante verrà ugualmente ripartita tra questi, secondo la formula.

$$F_i = F_h / 12 = 2,4 / 12 = 0,2 \text{ kN}$$

Verranno pertanto generati 2 casi di carico sismico: Sism X e Sism Y, con carichi nodali applicati alle teste dei pilastri, come nel seguito illustrato.



Carichi sismici - Sism X



Carichi sismici - Sism Y

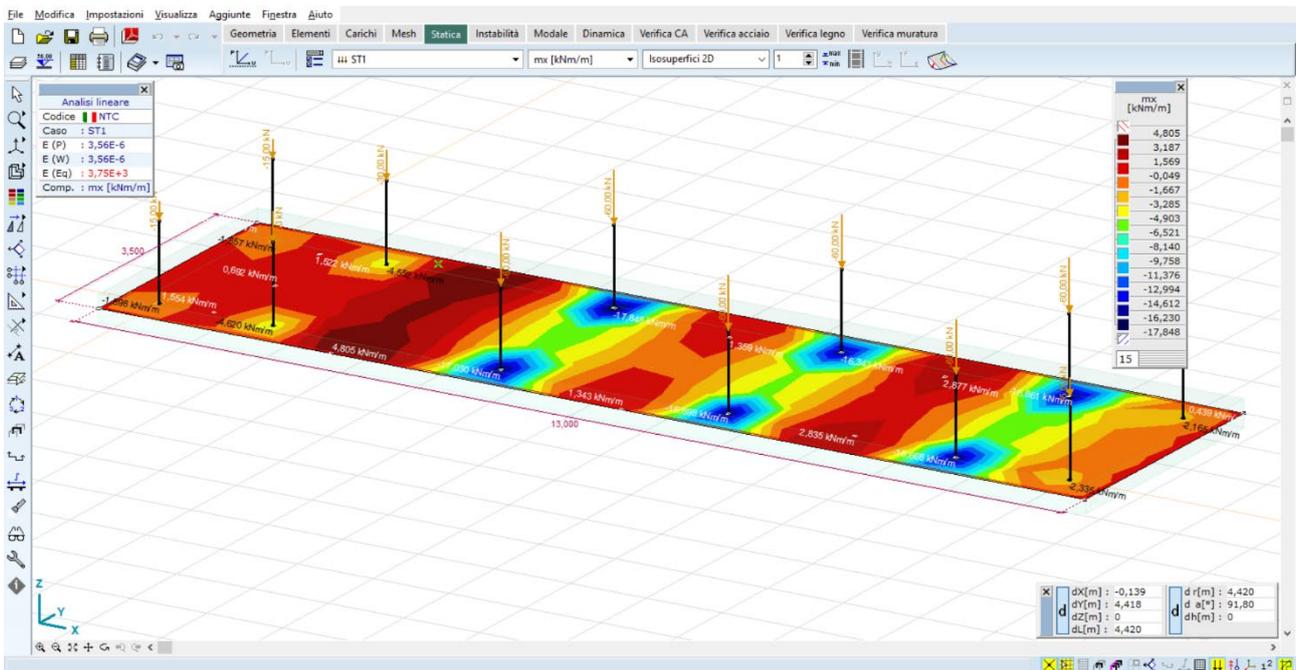
I casi di carico generati sono i seguenti:

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	Generato dal software
2	Qk	CDC=Qk (permanente portato)	Azione :Fz=-48.30 kN
3	Sism X		Azione Fh=2,4kN
4	Sism Y		Azione Fh=2,4kN

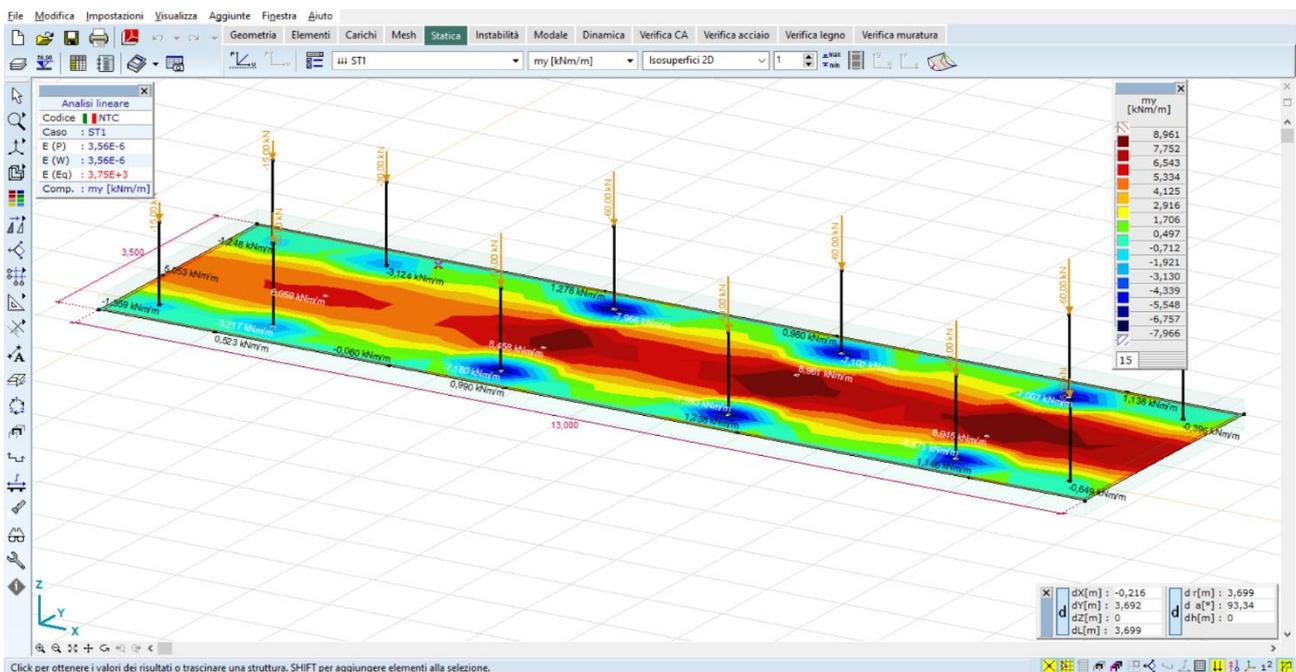
Direzione	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Qk	0	0	-15,00	0	0	0
Qk	0	0	-30,00	0	0	0
Qk	0	0	-60,00	0	0	0
Qk	0	0	-60,00	0	0	0
Qk	0	0	-60,00	0	0	0
Qk	0	0	-15,00	0	0	0
Qk	0	0	-15,00	0	0	0
Qk	0	0	-30,00	0	0	0
Qk	0	0	-60,00	0	0	0
Qk	0	0	-60,00	0	0	0
Qk	0	0	-60,00	0	0	0
Qk	0	0	-15,00	0	0	0

### 3.13 Risultati grafici delle sollecitazioni

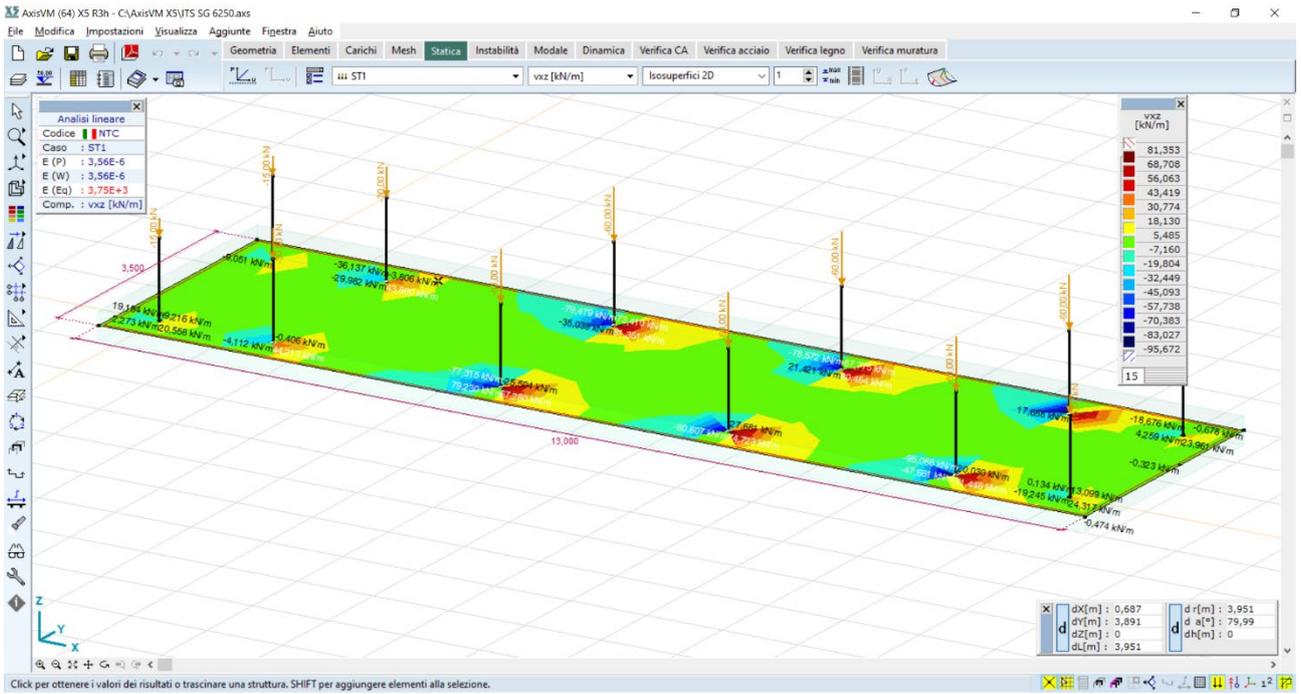
I risultati delle analisi condotte sono illustrati nelle immagini sottostanti:



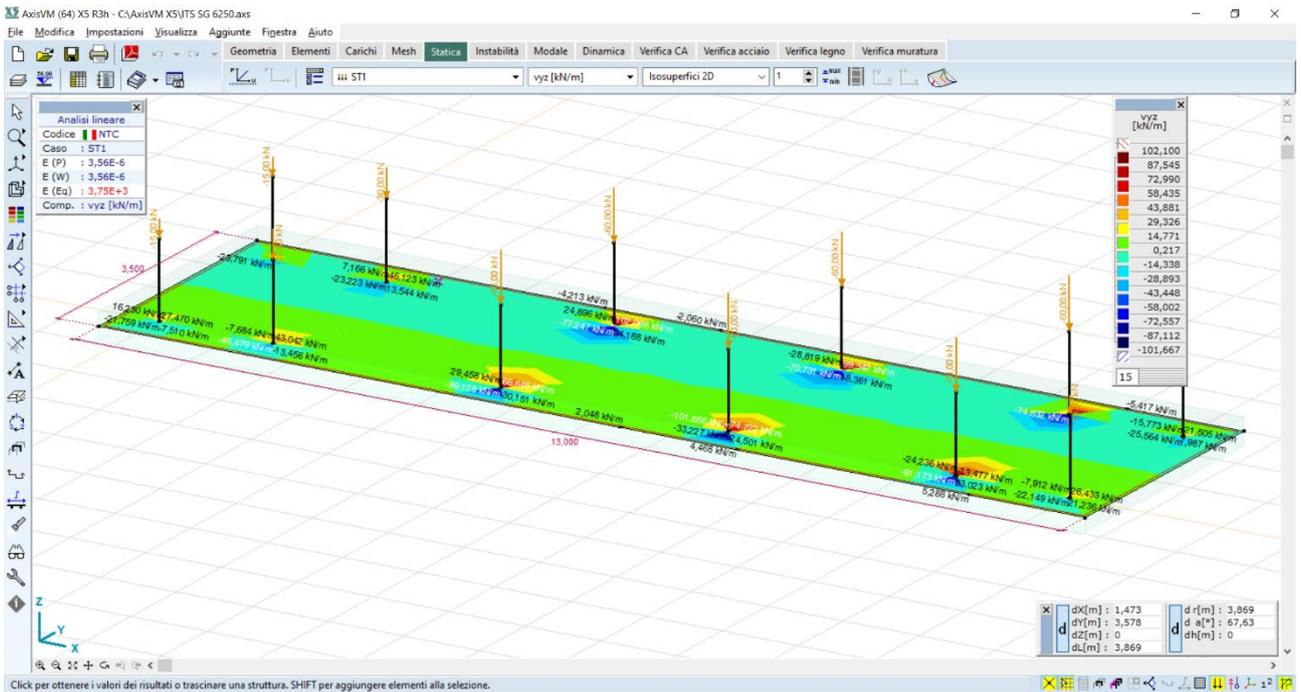
Sollecitazioni elemento plate – mx – valori max 17.8kNm/m



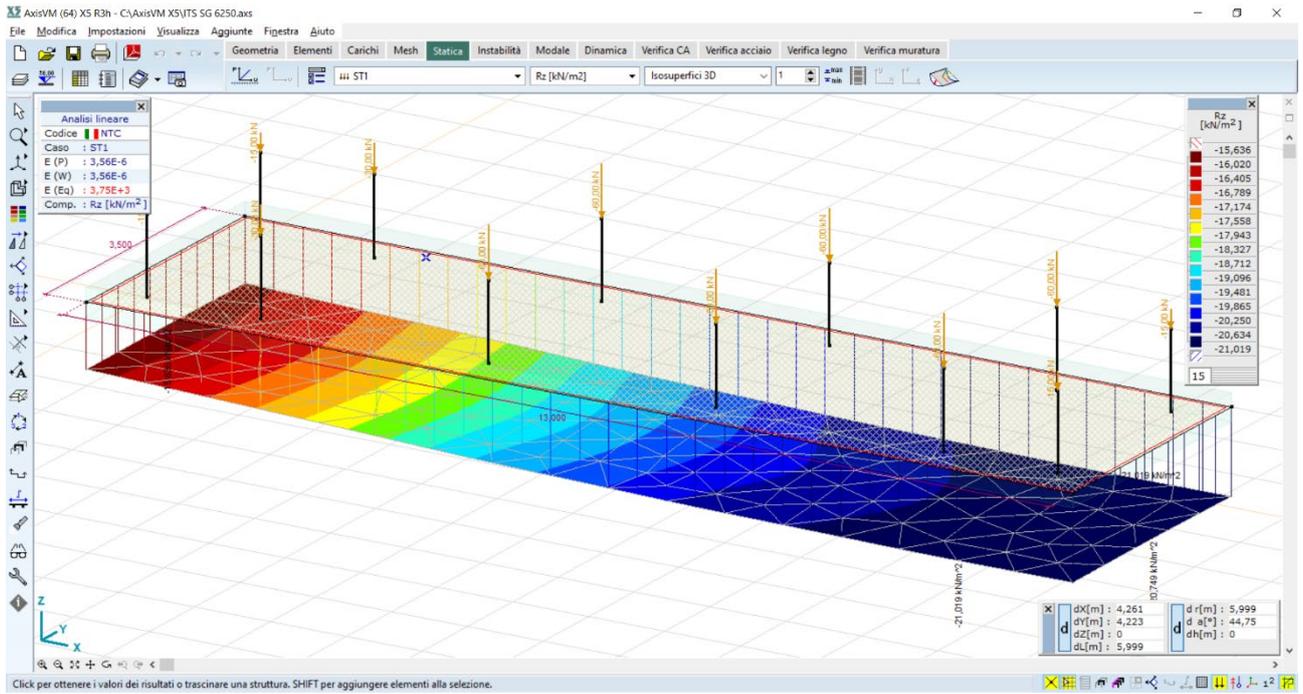
Sollecitazioni elemento plate – my – valori max 7.8kNm/m



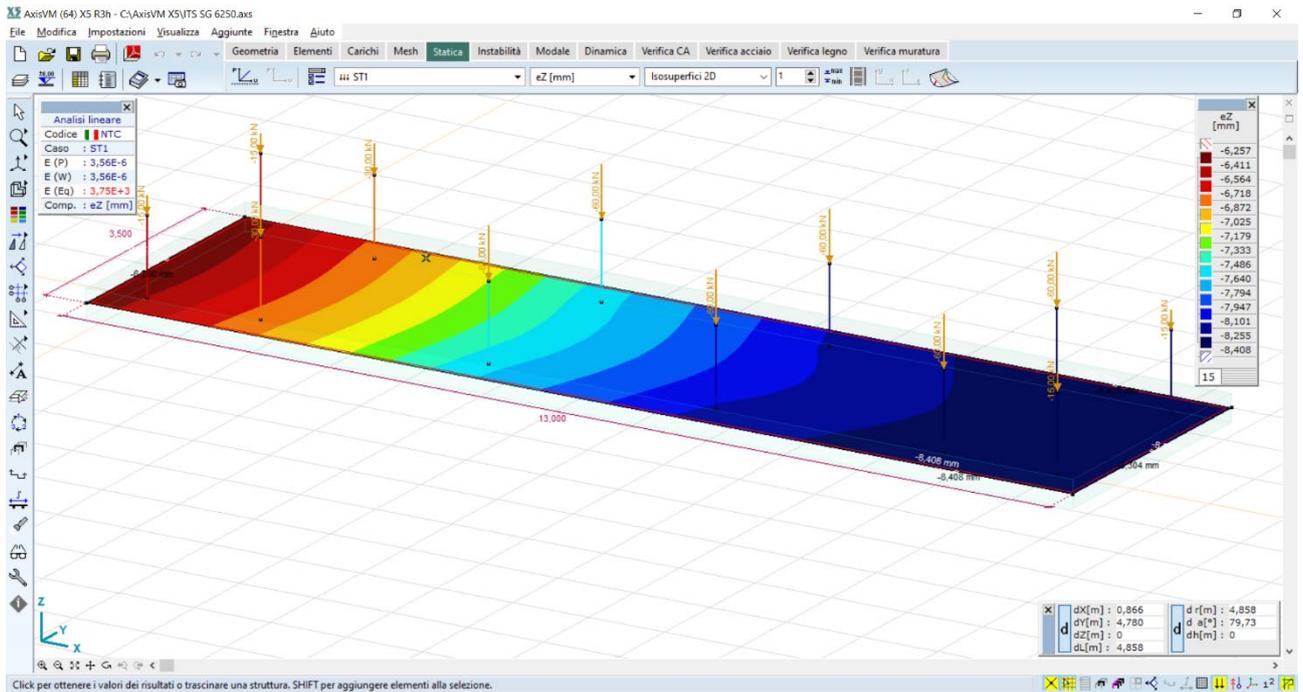
Sollecitazioni elemento plate – vxz – valori max 83.4kN/m



Sollecitazioni elemento plate – vyz – valori max 87.5kN/m



Valori delle pressioni al suolo – Rz – valori max 20.6kN/mq



Spostamenti nodali – ez – valori max 8,4mm

### 3.14 Verifiche degli elementi strutturali

Posti come criteri di progetto i seguenti parametri:

- armatura superiore dir x:  $\Phi 14$  passo 20"
- armatura inferiore dir x:  $\Phi 14$  passo 20"
- armatura superiore dir y:  $\Phi 14$  passo 20"
- armatura inferiore dir y:  $\Phi 14$  passo 20"
- copristaffa 35mm
- copriferro 50mm

Parametri armatura bidimensionale (NTC (Italiane))

Materiali Armatura Fessurazione Taglio

Materiali Calcestruzzo C25/30  
Dimensione max. aggregati [mm] = 30  
Barre B450C

Classe strutturale S4

Classe di esposizione Superiore  
XC1 Asciutto o subacqueo  
XC1 Asciutto o subacqueo  
Inferiore

Coefficiente per le forze sismiche  $f_{se} = 1$

Analisi non-lineare  
 Prendere in considerazione la resistenza del calcestruzzo a trazio  
  $f_{ctm}$   $\epsilon_{cs} [‰] = 0,473$   
  $f_{ctm,fl}$

Impostazioni predefinite  
Seleziona >> OK Annulla

Parametri armatura bidimensionale (NTC (Italiane))

Materiali Armatura Fessurazione Taglio

Calcolare con spessore effettivo  
Spessore (h) [mm] = 350  
Eccentricità sfavorevole (N > 0) = 0 \* h  
Eccentricità sfavorevole (N < 0) = 0 \* h

Copriferro Diametro (mm) Direzione

$c_T$  [mm] = 25  $\geq$  25  $\varnothing = 14$  x y  
 $c_T$  [mm] = 39  $\geq$  39  $\varnothing = 14$  x y

$c_B$  [mm] = 39  $\geq$  39  $\varnothing = 14$  x y  
 $c_B$  [mm] = 25  $\geq$  25  $\varnothing = 14$  x y

Applica il ricoprimento minimo

Trasferimento carico  
 Solaio bidirezionale  
 Solaio monodirezionale  
 In direzione locale x  In direzione locale y

Prendere in considerazione l'armatura minima richiesta  Armatura superiore  Armatura inferiore

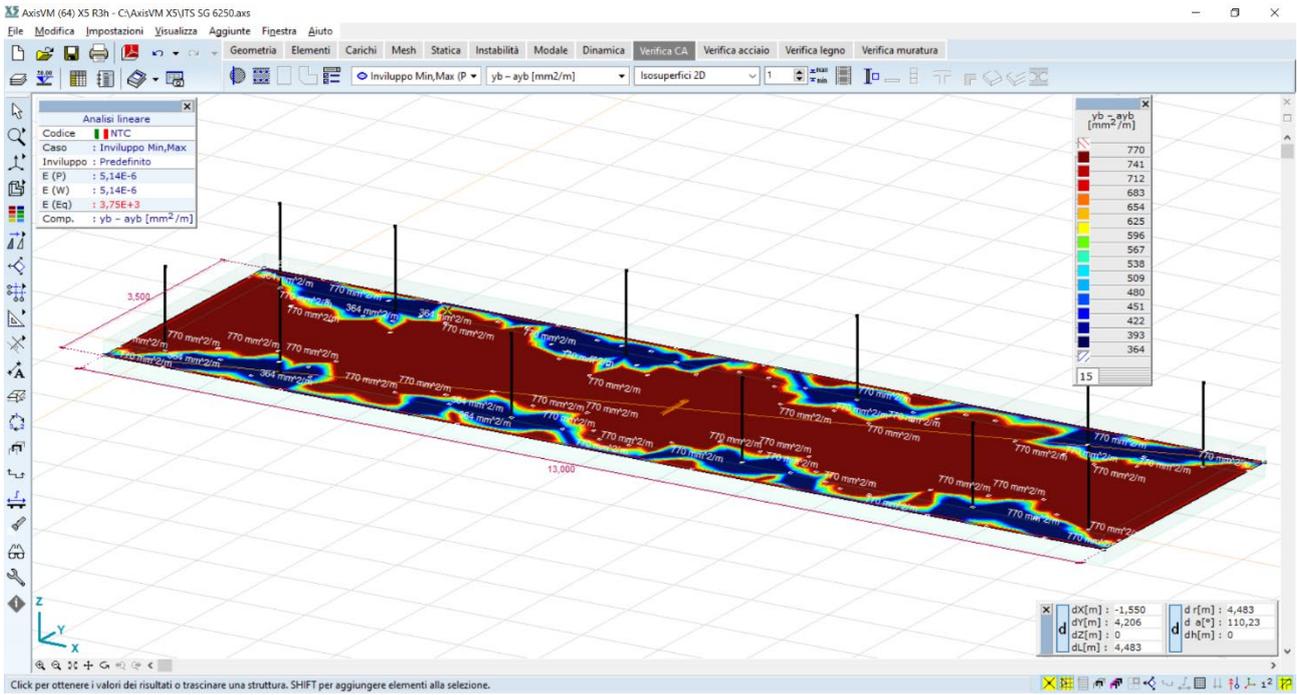
Direzioni d'armatura  
 Locale x, y  
 Personalizzato

Impostazioni predefinite  
Seleziona >> OK Annulla

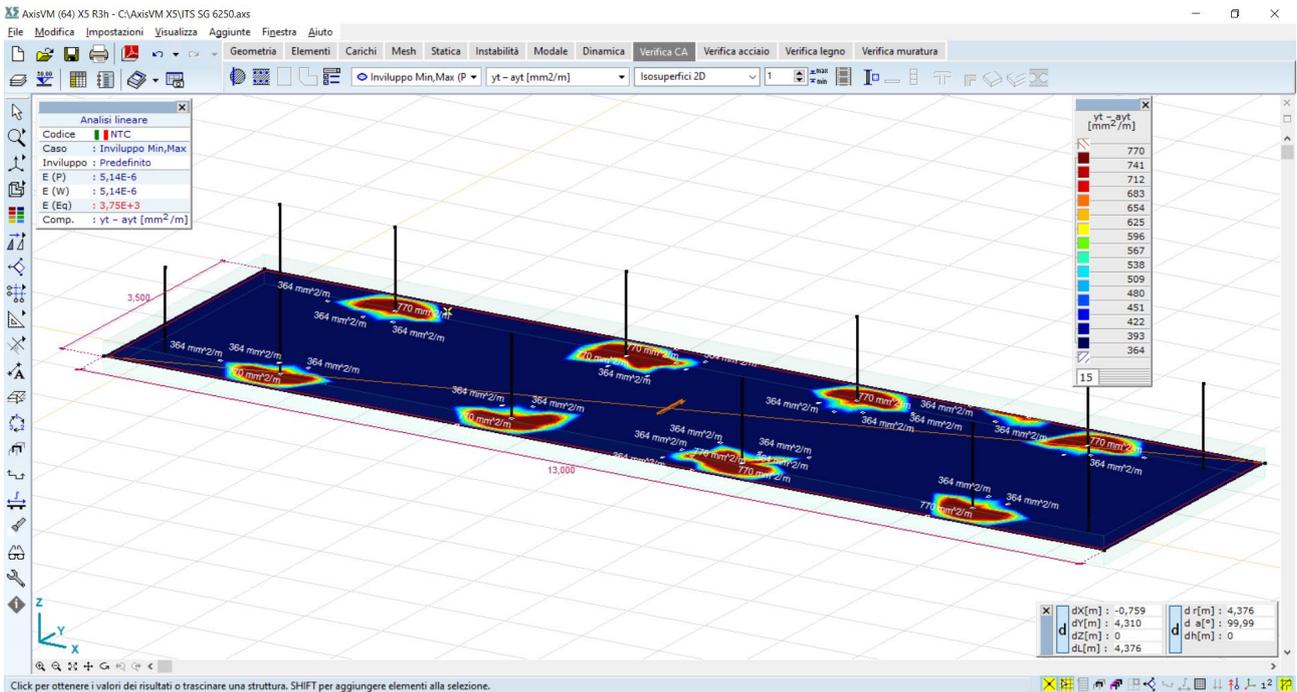
Vengono calcolate automaticamente le quantità di armature strettamente necessarie; indicate con:

- axb Armatura inferiore necessaria in direzione x
- ayb Armatura inferiore necessaria in direzione y
- axt Armatura superiore necessaria in direzione x
- ayt Armatura superiore necessaria in direzione y
- xb Armatura inferiore disposta in direzione x
- yb Armatura inferiore disposta in direzione y
- xt Armatura superiore disposta in direzione x
- yt Armatura superiore disposta in direzione y

Vengono dunque illustrate graficamente le differenze tra le armature disposte e quelle necessarie:



Differenze di armatura [ $y_b - ay_b$ ] – verifiche OK

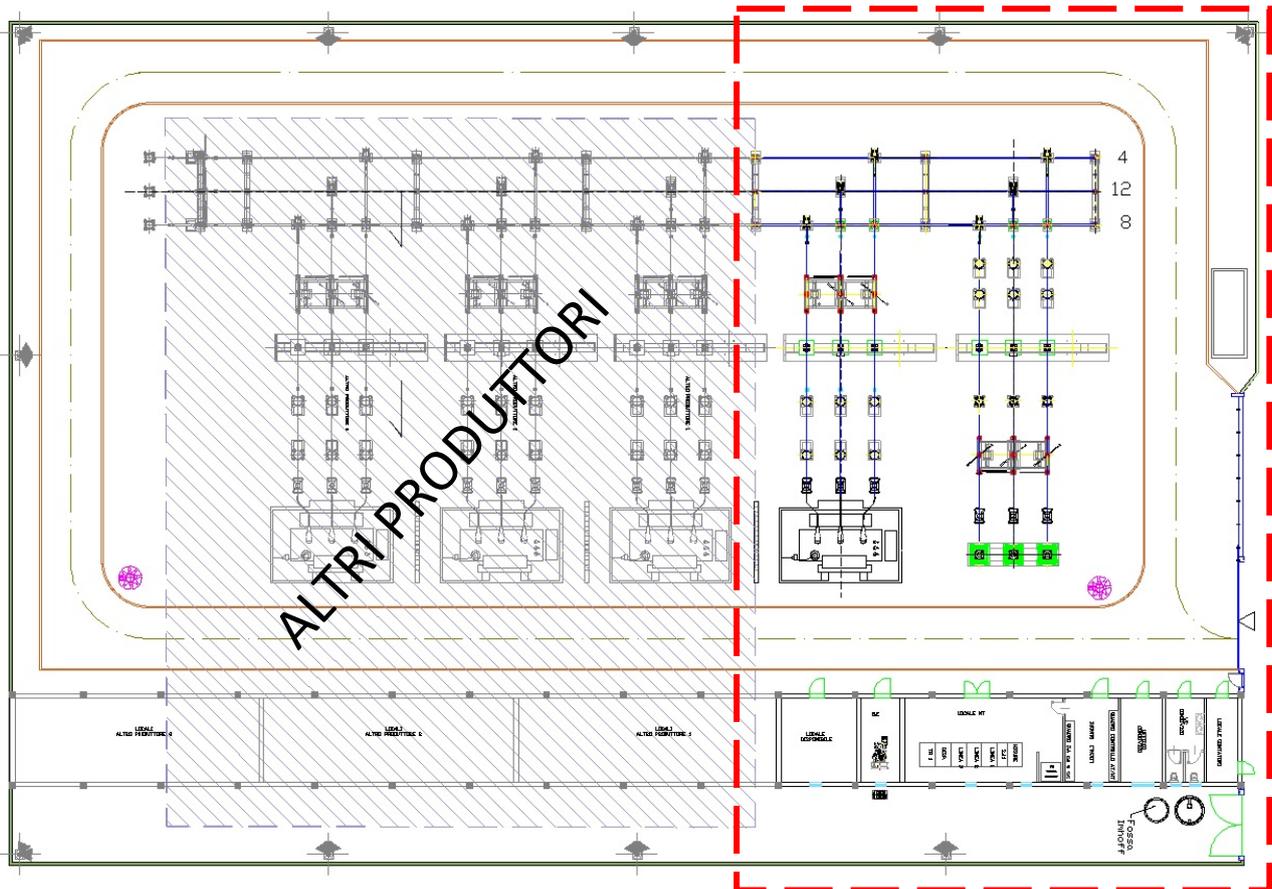


Differenze di armatura [ $y_t - a_{y_t}$ ] – verifiche OK

I valori positivi significano che il quantitativo di armature disposta è superiore a quella strettamente necessaria, pertanto le sezioni risultano ampiamente verificate.

#### 4. AREA SOTTOSTAZIONE - PREMESSA

Il progetto per la connessione prevede la costruzione di una stazione elettrica in condominio con altri produttori;



*Layout stazione elettrica - impianto produttore e condominio*

Dal punto di vista delle opere strutturali, saranno oggetto di dimensionamento preliminare le seguenti:

1. L'edificio di comando
2. La fondazione del Trasformatore MT/AT e la relativa vasca olio
3. Le fondazioni delle apparecchiature AT

## 5. AREA STAZIONE - EDIFICIO DI COMANDO

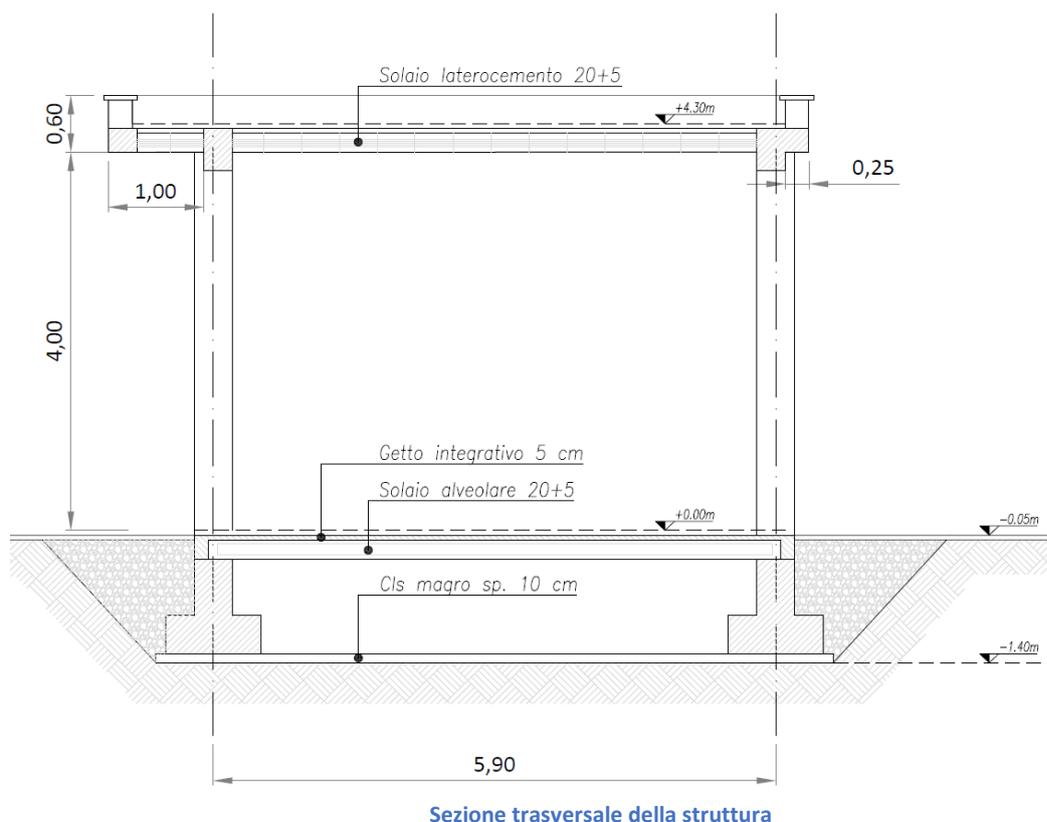
Trattasi dell'edificio destinato ad ospitare i locali tecnici a servizio della stazione elettrica.

L'opera in oggetto è un edificio monopiano con struttura in calcestruzzo armato a telaio (travi e pilastri);

Sulla base del progetto architettonico si è ipotizzata una struttura portante costituita da un reticolo di pilastri e travi, dalle geometrie più avanti descritte, copertura costituita da solaio laterocementizio di spessore 25+5cm e struttura di fondazione costituita da una platea nervata dello spessore di 25cm, impostata a -1,00mt da piano campagna attuale.

Sulla base delle risultanze delle indagini geologiche per le fondazioni si è scelta la soluzione a platea nervata, impostata a -1,40 m dal piano di campagna, al fine di attestarsi sull'orizzonte dei depositi coesivi di buona consistenza; tale aspetto andrà accertato in fase esecutiva ed in ogni caso lo scavo dovrà spingersi fino ad intercettare il substrato consistente per almeno 20cm (eventuale successivo riempimento con materiale arido compattato meccanicamente per raggiungere la quota di imposta).

Il solaio di piano terra è previsto del tipo alveolare di spessore 20cm oltre a 5cm di getto integrativo in cls armato con rete elettrosaldata; in copertura è invece previsto un solaio in laterocemento di altezza 20 + 5 cm.



### 5.1 Normativa di riferimento

1. D.M. 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
2. Circolare 21/01/19, n. 7 C.S.LL.PP "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento

---

delle N.T.C. di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”

## 5.2 Materiali e durabilità

### 5.2.1 Calcestruzzi

Classi di esposizione:

1. Magri di fondazione: X0;
2. Opere di fondazione: XC2;
3. Opere di elevazione: XC3.

Calcestruzzi a prestazione garantita in accordo alla UNI EN 206-1:2006

Tipo	Campi di impiego	(UNI 11104-prosp.1)	(UNI 11104-prosp. 4)				D <sub>MAX</sub> mm	Classe di consistenza al getto	Tipo di cemento - solo se necessario	Coprifero nominale minimo
		Classi esposizione e ambientale	Classe resistenza C (X/Y)	Rapporto a/c max	Contenuto minimo di cemento kg/m <sup>3</sup>	Contenuto di aria (solo per classi XF2, XF3 e XF4)				
1	Magri di fondazione	X0	C(12/15)	-	-	-	-	-	-	-
2	Pali e opere di fondazione	XC2	C(25/30)	0.60	300	-	32*	S4	-	35mm**
3	Opere di elevazione	XC3	C(28/35)	0.55	320	-	32*	S4	-	25mm

\* Per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm

\*\* Pali: 40mm

### **ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO**

Acciaio B450C conforme al D.M. 14/01/2008 (p.to 11.3.2.1)

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7,5\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$

### 5.3 Descrizione del modello numerico

Le assunzioni principali della presente modellazione sono:

- I pilastri e le travi sono stati modellati come elementi momodimensionali tipo asta (beam)
- La Trave di fondazione è modellata come elemento monodimensionale tipo asta; il vincolo al suolo è modellato come appoggio elastico monodimensionale, mediante letto di molle verticali aventi rigidezza nella direzione globale z pari a  $k_z = 5E+3$  KN/m
- Il solaio di copertura è modellato come diaframma, ossia elemento infinitamente rigido nel proprio piano, che trasmette alle travi i carichi portati

La struttura è stata modellata per mezzo di un solutore FEM (Finite Element Method), nello specifico:

AxisVM X5 - Release 3h

licenza d'uso n. 7754,

rilasciato da: STA DATA srl – corso Raffaello 12, 10126 Torino

Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

	Nome	Figura	h [mm]	b [mm]	Ix [mm <sup>4</sup> ]	Iy [mm <sup>4</sup> ]
1	PILASTRO 30x30	Rett.	300,0	300,0	1,1E+09	6,7E+08
2	TRAVE 30x50	Rett.	500,0	300,0	2,8E+09	3,1E+09
3	TRAVE fond 120x90	T	900,0	1200,0	3,9E+10	4,5E+10

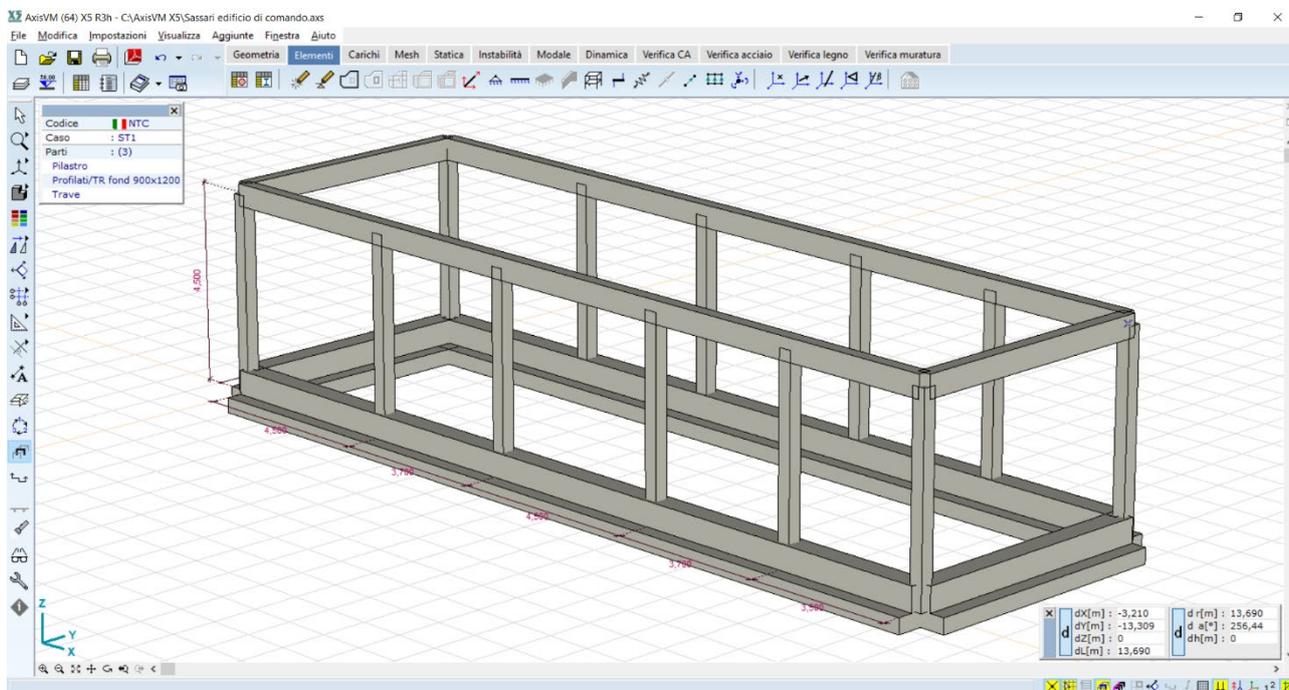


Figura 1: Vista del modello solido della struttura

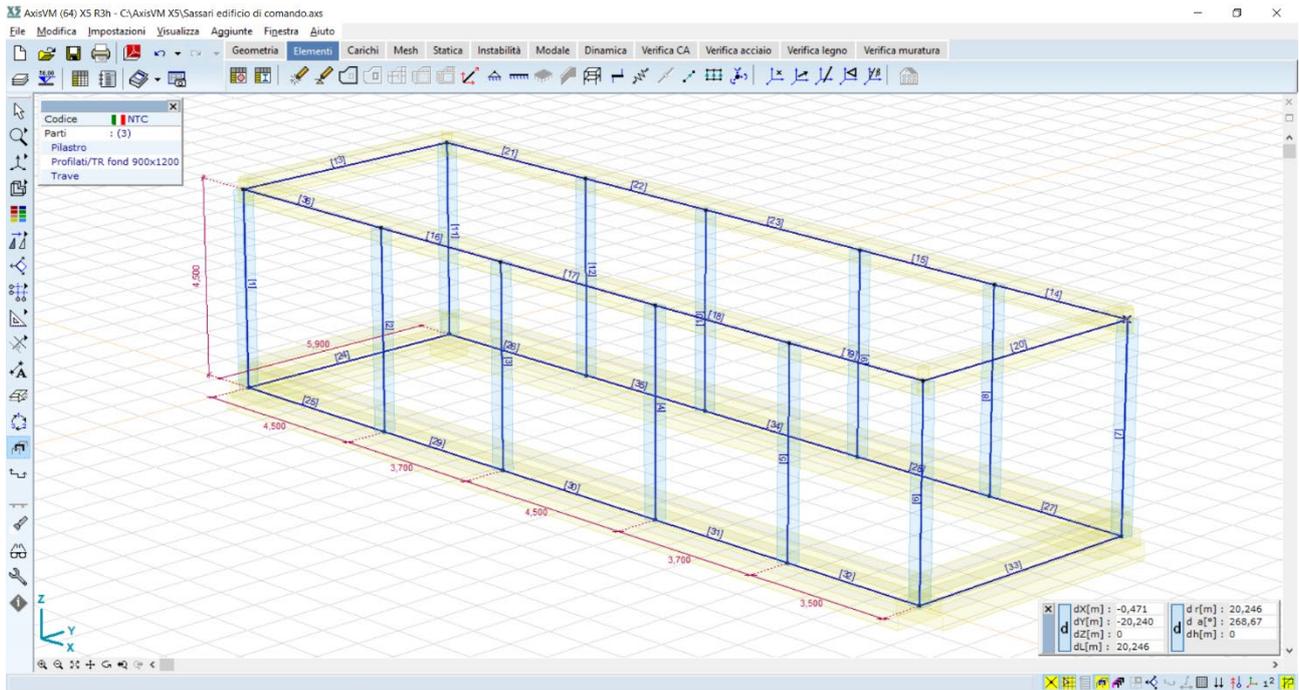


Figura 2: Vista del modello a filo della struttura con numerazione degli elementi

## 5.4 Analisi dei carichi

### Carichi da solaio di copertura

Peso proprio strutturale solaio laterocementizio 25+5cm	360daN/mq
Peso permanente portato dal solaio	140daN/mq
Carico accidentale (Cat.H tab 3.1.II della NTC2018)	50daN/mq

### CARICO NEVE

Zona III, aslm<200mt	qsk=60daN/mq
coeff forma per coperture piane	$\mu_i=0,8$
coeff Esposizione (aree non ostruite)	$C_e=0,9$
coeff termico	$C_t=1,0$
pertanto $qsk * \mu_i * C_e * C_t = 43,2daN/mq$ , valore inferiore a 50daN/mq (di cui alla Cat.H tab 3.1.II della NTC2018), pertanto non considerato nelle combinazioni	

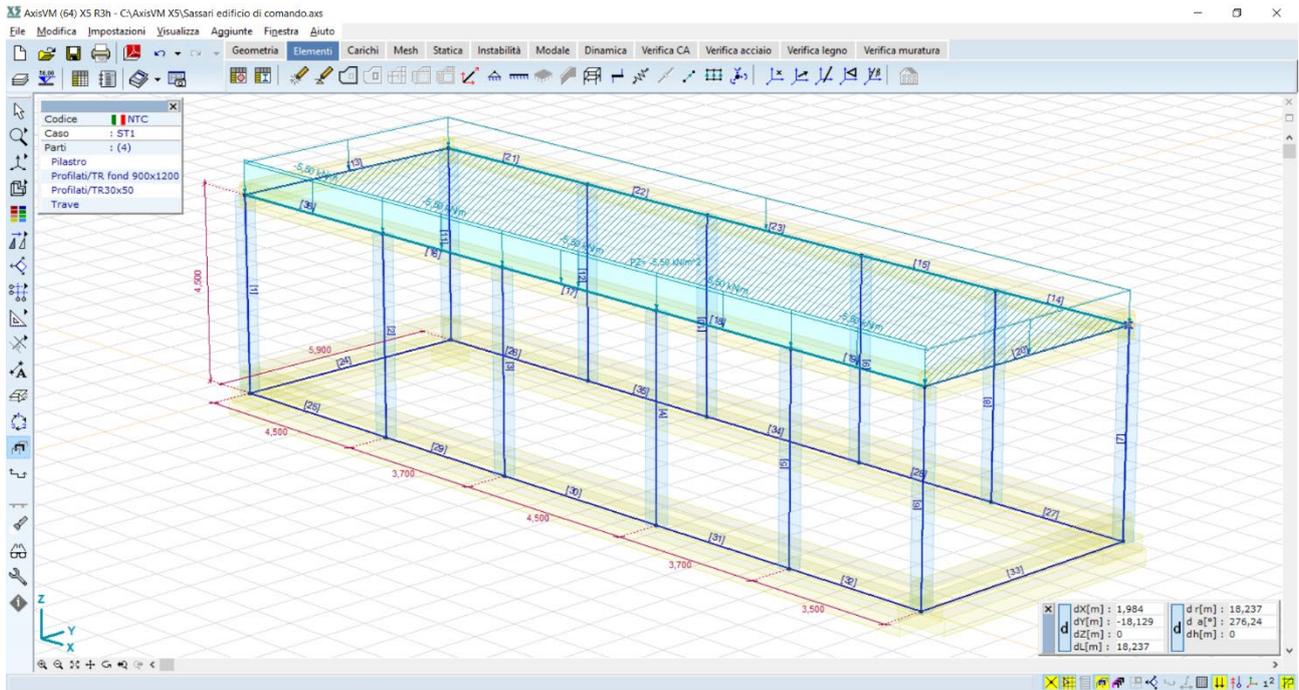


Figura 3: Vista del modello con carichi impalcato – pesi propri

## 5.5 Azione sismica

Ai sensi del cap. 7.0 della NTC2018, per le costruzioni caratterizzate, allo SLV, dalla condizione:

$$a_g * S < 0.075g$$

è ammessa un'analisi sismica semplificata che consente di introdurre un sistema di forze orizzontali in direzione x e y di intensità pari a:

$$F_h = 0,10 \lambda * W$$

dove:

- $a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima del terreno, funzione del Tempo di ritorno e dello SL di riferimento
- $S$  è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione  $S = S_s * S_t$
- $\lambda$  è un coeff nel nostro caso pari a 1,0
- $W$  è la massa dell'impalcato

$S_s$  è determinato dalla formula  $= 1,4 - 0,4 F_0 * a_g / g = 1,4 - (0,4 * 2,648 * 0,485 / 9,81)$

Quindi  $S = S_s * S_t = 1.347 * 1.0$

Si deve verificare la condizione che  $a_g * S < 0.075g$

ossia che  $0.485 * 1.347 < 0.075 * 9,81$        $0.653 < 0.735$       condizione verificata

In definitiva per tali ipotesi è ammesso assimilare l'azione sismica, di tipo inerziale, ad un'azione orizzontale applicata al centro di massa del solaio con un'intensità pari al 10% del peso della copertura.

Tale considerazione è congrua ai risultati dell'analisi modale di seguito illustrata; risulta infatti che il primo modo di vibrare della struttura è di tipo flessionale, ed eccita il 93% delle masse; questo modo ha una frequenza propria di vibrazione pari a 1,66Hz, che equivale ad un periodo proprio pari a:

$$T_1 = 0,602 \text{sec}$$

I valori che possono essere restituiti sono quelli relativi al fattore S che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione ed ai fattori TB, TC, TD che rappresentano i periodi che separano i diversi rami dello spettro e dipendono anch'essi dal profilo stratigrafico del suolo di fondazione.

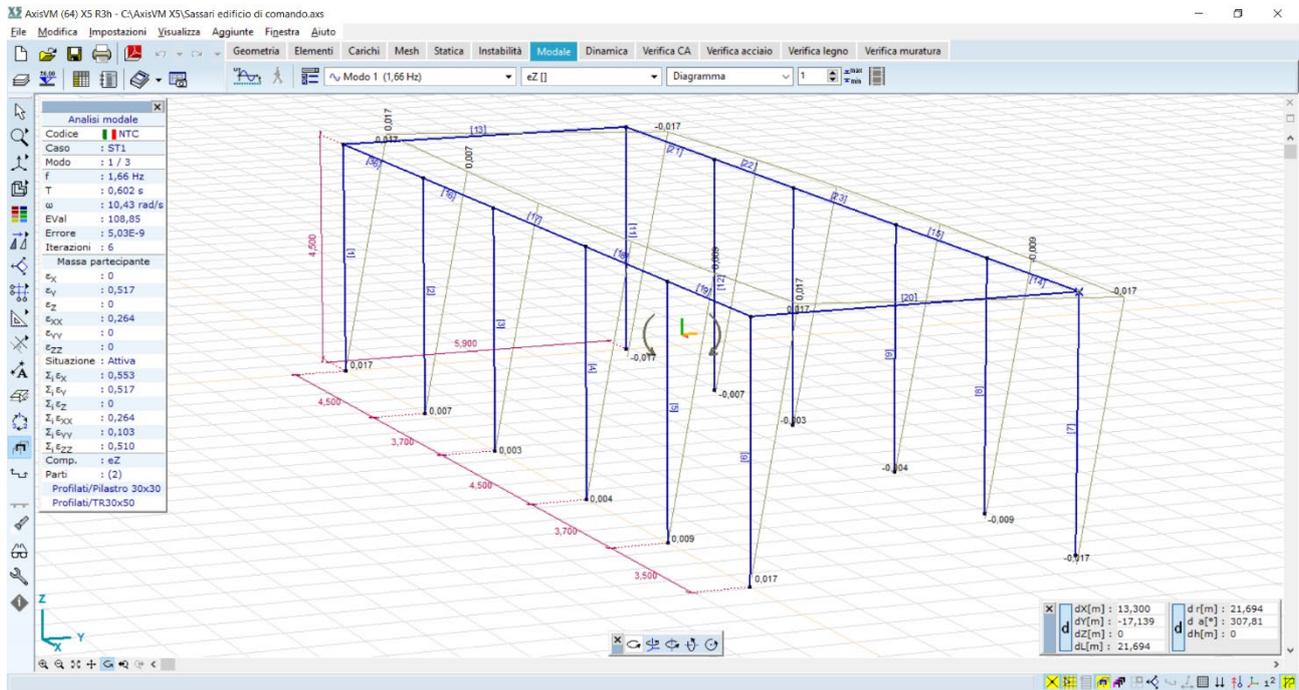


Figura 4: 1° modo di vibrare – T=0,602 sec

Al quale corrisponde un'accelerazione spettrale orizzontale pari a:

$$S_d(T_1) = 1,074$$

Ai sensi del cap. 7.3.3.2 della NTC2018 l'azione sismica può essere assimilata ad una forza orizzontale alla massa che costituisce il solaio di copertura pari a:

$$F_h = S_d(T_1) * \lambda * W / g$$

dove:

- $S_d(T_1)$  è l'accelerazione spettrale orizzontale pari a 1,074, precedentemente definita
- $\lambda$  è un coeff nel nostro caso pari a 1,0
- $W$  è la massa dell'impalcato
- $g$  è l'accelerazione di gravità ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )

Il valore  $S_d(T_1)/g=0,109$  conferma le ipotesi di applicabilità in quanto l'azione sismica, di tipo inerziale, possa essere considerata un'azione orizzontale applicata al centro di massa del solaio con un'intensità pari a  $S_d(T_1)/g = 10\%$  del peso della copertura.

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita $V_n$ [anni]	Coeff. Uso	Periodo $V_r$ [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
II	50.0	1.0	50.0	C	T1

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza	Km
Loc.	16.686	40.731		
33681	16.655	40.691	5.140	
33682	16.721	40.689	5.487	
33460	16.723	40.739	3.218	

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza
33459	16.658	40.741	2.619

SL	Pver	Tr	ag	Fo	T*c
		Anni	g		sec
SLO	81.0	30.0	0.035	2.459	0.274
SLD	63.0	50.0	0.045	2.492	0.302
SLV	10.0	475.0	0.113	2.592	0.369
SLC	5.0	975.0	0.141	2.627	0.391

SL	ag	S	Fo	Fv	Tb	Tc	Td
	g				sec	sec	sec
SLO	0.035	1.500	2.459	0.622	0.147	0.441	1.740
SLD	0.045	1.500	2.492	0.712	0.157	0.471	1.779
SLV	0.113	1.500	2.592	1.175	0.179	0.538	2.051
SLC	0.141	1.478	2.627	1.332	0.187	0.560	2.164

## 5.6 Combinazioni di carico

Sono stati combinati i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente (D.M. 14.01.2008 P.to 2.5.3 e P.to 3.2.4):

$$\gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_p P + \gamma_{Q1}[Q_{K1} + \sum_{i=2}^{i=n}(\psi_{0i}Q_{ki})]$$

Comb. SLU non sismiche

$$E + G_1 + G_2 + P + \sum_j(\psi_{2j}Q_{kj})$$

Comb. SL sismiche

$$G_1 + G_2 + P + Q_{K1} + \sum_{i=2}^{i=n}(\psi_{0i}Q_{ki})$$

Comb. SLE rara

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11}Q_{K1} + \sum_{i=2}^{i=n}(\psi_{2i}Q_{ki})$$

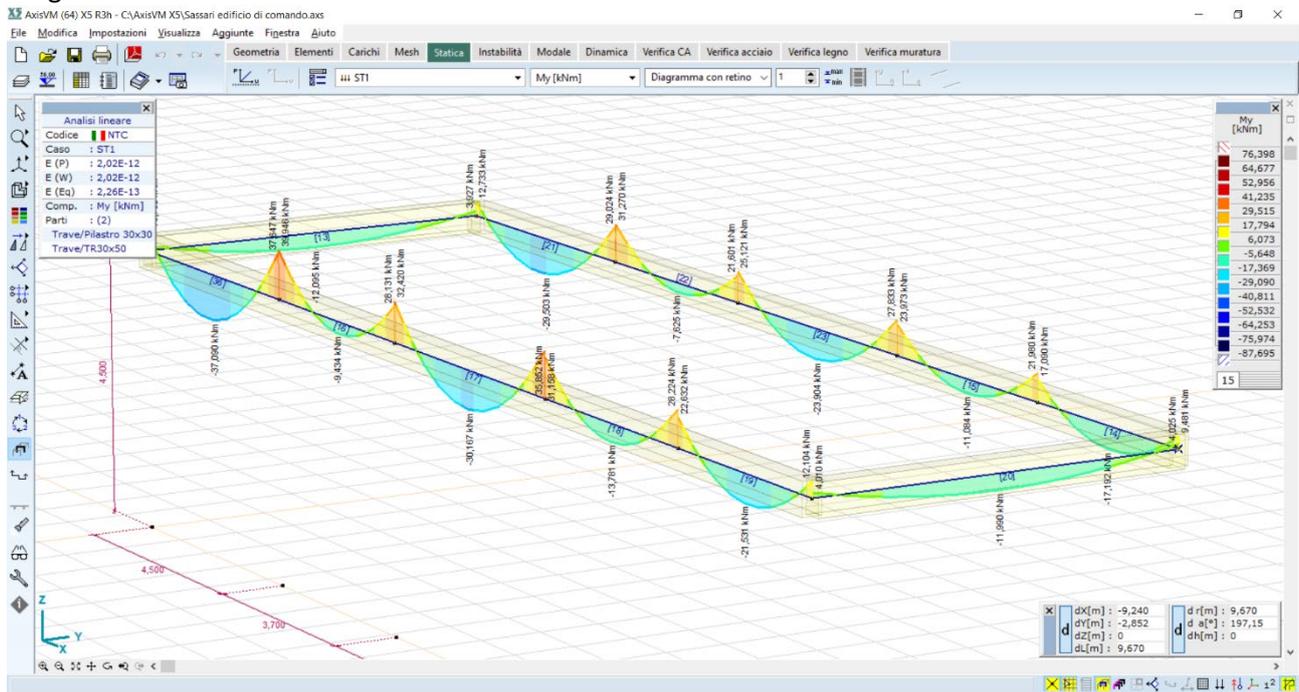
Comb. SLE frequente

$$G_1 + G_2 + P + \sum_{i=1}^{i=n}(\psi_{2i}Q_{ki})$$

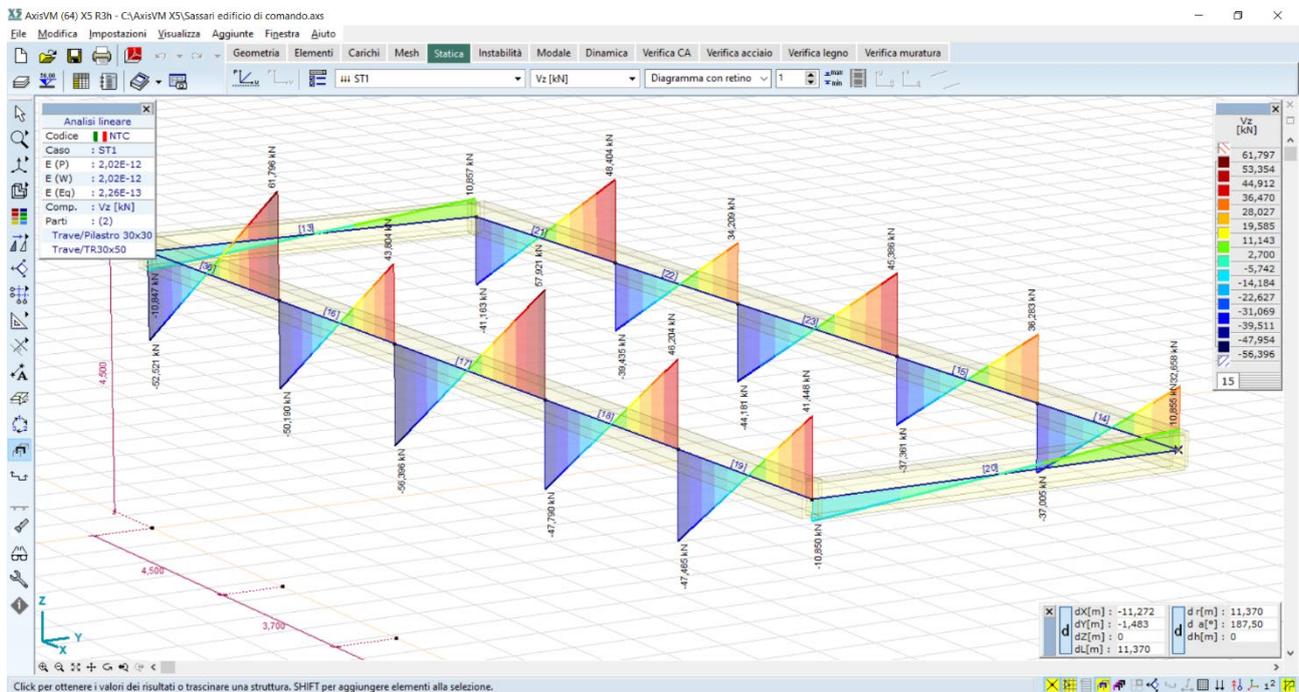
Comb. SLE quasi permanente

## 5.7 Risultati delle analisi: sollecitazioni sulla struttura

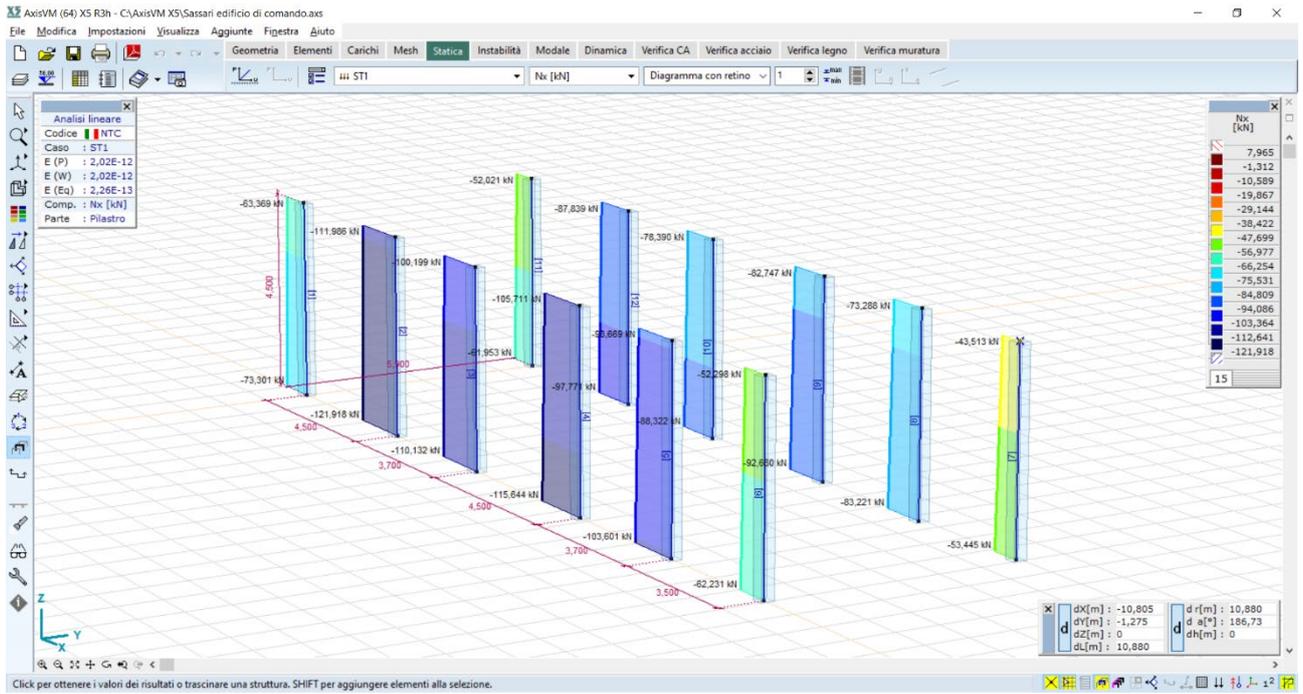
Si riportano sinteticamente in formato grafico gli involuipi delle principali sollecitazioni risultanti dall'analisi eseguita.



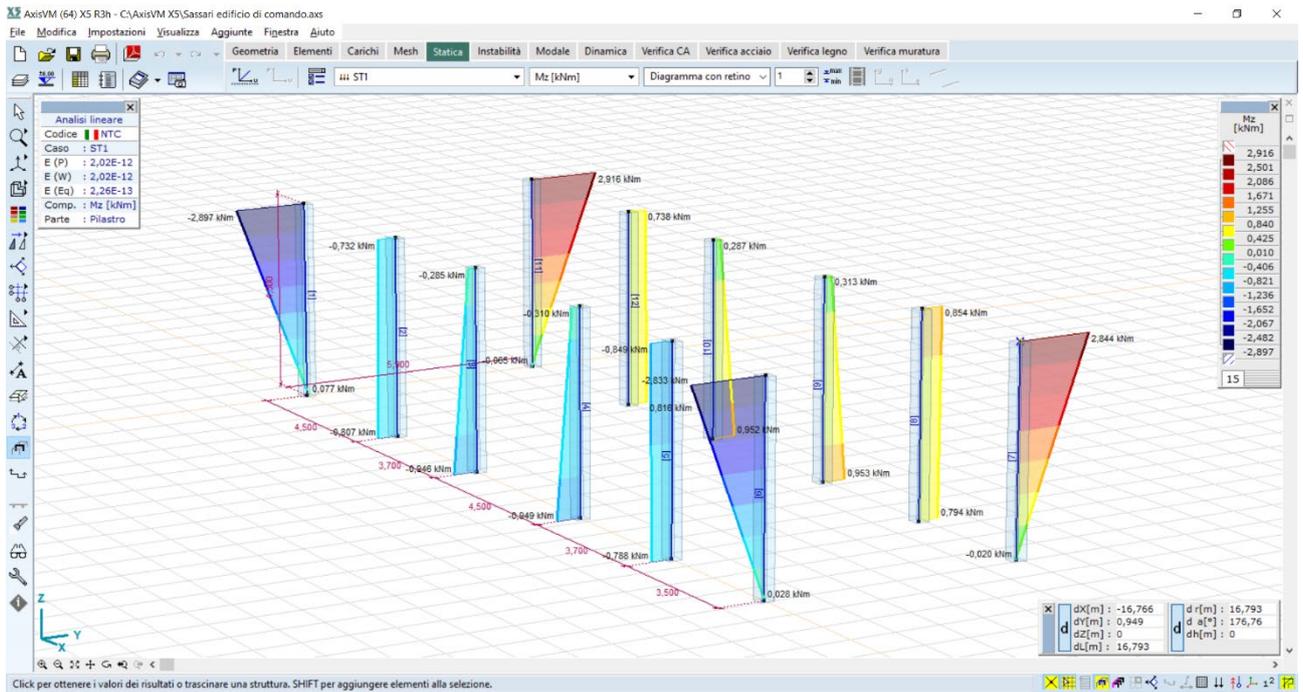
Momenti flettenti su travi elevazione – valori max 31kNm



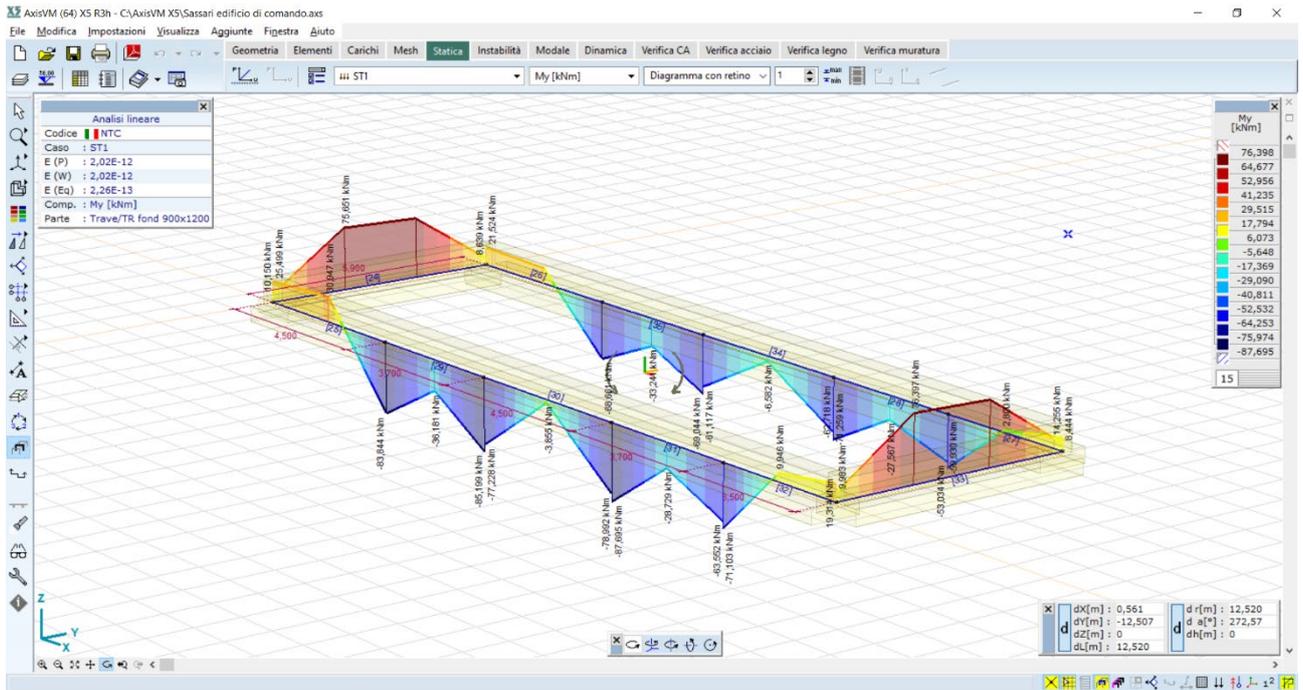
Azioni taglianti su travi elevazione – valori max 56kN



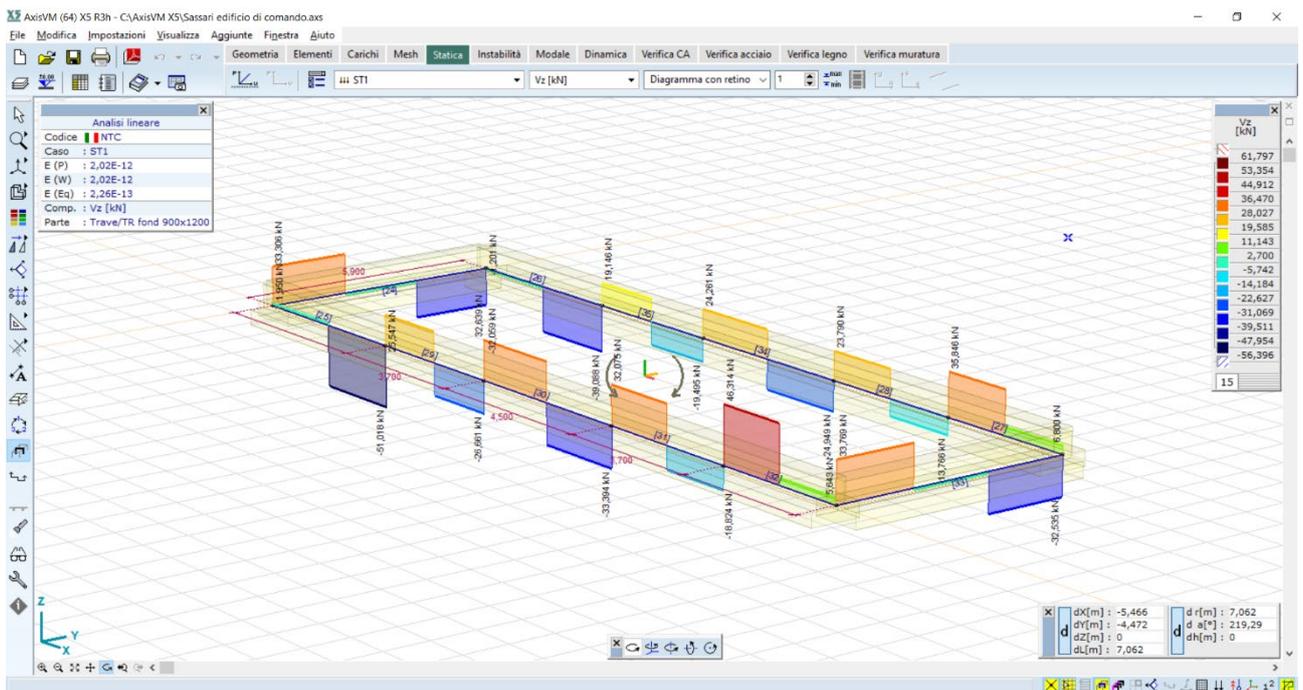
Pilastri – carichi normali – valori max 110kN



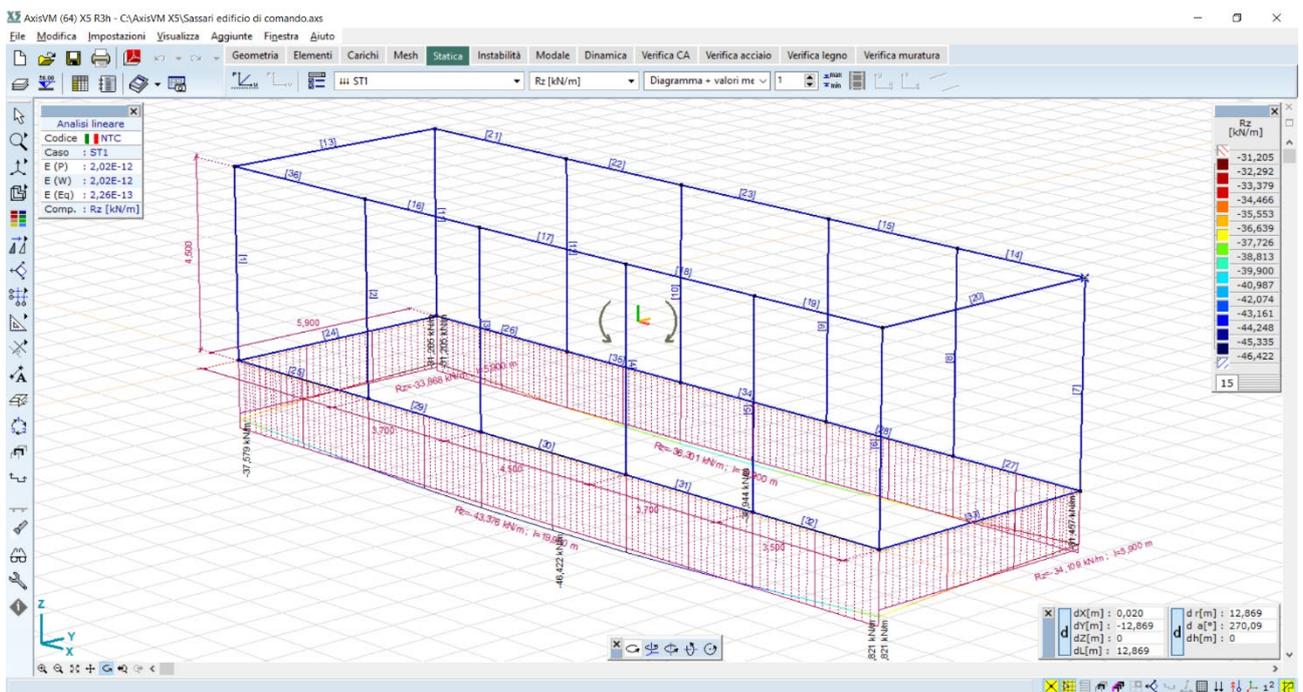
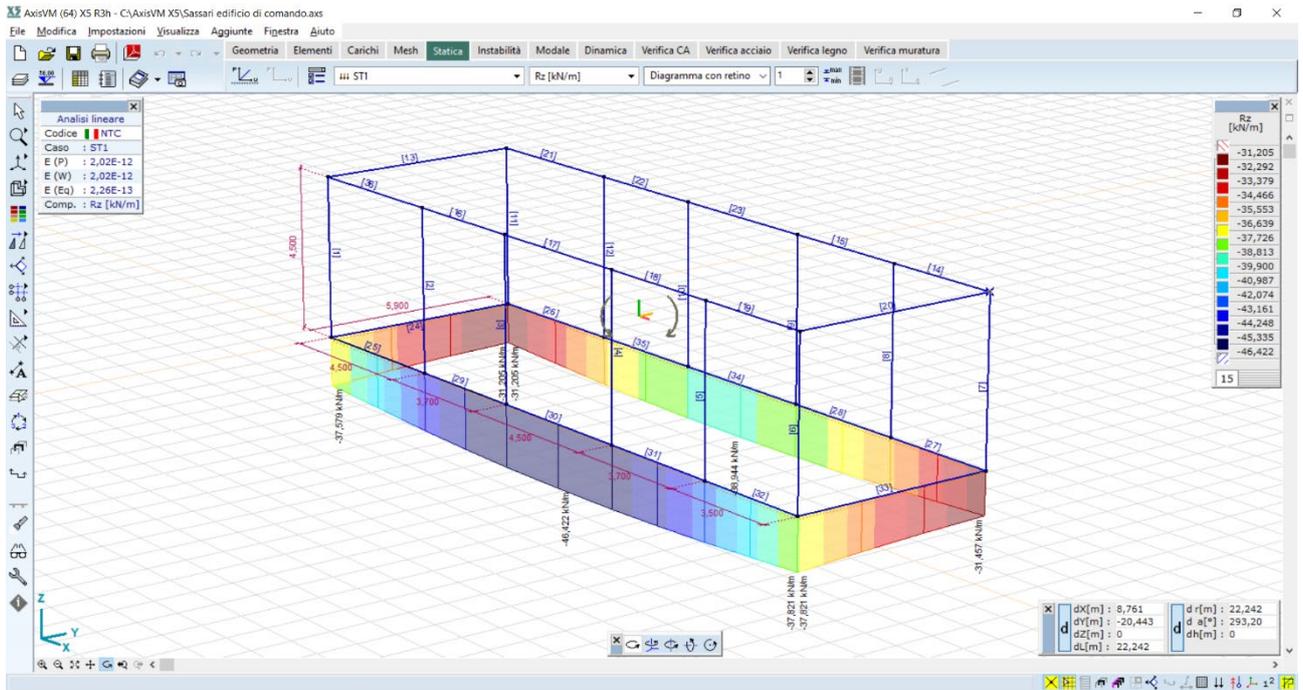
Pilastri – momenti flettenti – valori max 2,80kNm



Travi fondaz – momenti flettenti – valori max 83,84kNm



Travi fondaz – taglio Vz – valori max 51,43kN



## 5.8 Verifiche degli elementi strutturali

Per gli **Stati Limite Ultimi** vengono riportati per ogni elemento il numero dello stesso ed il codice di verifica. Vengono riportati il rapporto  $x/d$ , le verifiche per sollecitazioni proporzionali e la verifica per compressione media con l'indicazione delle combinazioni in cui si sono attinti i rispettivi valori.

Per gli elementi tipo pilastro sono riportati numero e diametro dei ferri di vertice, numero e diametro di ferri disposti lungo i lati L1 (paralleli alla base della sezione) e lungo i lati L2 (paralleli all'altezza della sezione).

Per gli elementi tipo trave sono riportati infine le quantità di armatura inferiore e superiore.

i simboli utilizzati con il metodo degli stati limite assumono il seguente significato:

### TRAVI DI ELEVAZIONE - SLU

													<b>M<sub>T</sub> = 5</b>	<b>Z=432.0</b>	<b>P=1</b>	<b>P=11</b>					
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb									
		cm									L=cm										
9	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.81	0.19	0.14	2d8/10 L=50	38,38,44									
	s=2,m=3	295.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.16	0.14	0.20	2d8/20 L=450	10,38,44									
		590.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.75	0.19	0.14	2d8/10 L=50	39,38,44									
													<b>M<sub>T</sub> = 6</b>	<b>Z=432.0</b>	<b>P=11</b>	<b>P=20</b>					
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb									
10	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.55	0.32	0.24	2d8/10 L=50	28,39,44									
	s=2,m=3	250.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.39	0.17	0.24	2d8/20 L=360	9,38,44									
		500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.78	0.33	0.24	2d8/10 L=50	25,38,44									
18	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.62	0.33	0.24	2d8/10 L=50	23,39,44									
	s=2,m=3	250.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.30	0.16	0.24	2d8/20 L=360	10,38,44									
		500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.63	0.33	0.24	2d8/10 L=50	17,38,44									
26	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.62	0.33	0.24	2d8/10 L=50	23,39,44									
	s=2,m=3	250.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.29	0.16	0.24	2d8/20 L=360	10,39,44									
		500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.63	0.33	0.24	2d8/10 L=50	17,38,44									
34	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.62	0.33	0.24	2d8/10 L=50	23,39,44									
	s=2,m=3	250.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.29	0.16	0.24	2d8/20 L=360	9,39,44									
		500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.63	0.33	0.24	2d8/10 L=50	17,29,44									
42	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.62	0.33	0.24	2d8/10 L=50	23,39,44									
	s=2,m=3	250.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.29	0.16	0.24	2d8/20 L=360	9,29,44									
		500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.62	0.33	0.24	2d8/10 L=50	25,29,44									
50	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.63	0.33	0.24	2d8/10 L=50	15,39,44									
	s=2,m=3	250.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.29	0.16	0.24	2d8/20 L=360	9,29,44									
		500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.62	0.33	0.24	2d8/10 L=50	25,29,44									
58	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.63	0.33	0.24	2d8/10 L=50	15,32,44									
	s=2,m=3	250.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.29	0.16	0.24	2d8/20 L=360	10,29,44									
		500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.62	0.33	0.24	2d8/10 L=50	25,29,44									
66	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.63	0.33	0.24	2d8/10 L=50	15,32,44									
	s=2,m=3	250.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.30	0.16	0.24	2d8/20 L=360	10,32,44									
		500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.62	0.33	0.24	2d8/10 L=50	25,29,44									
74	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.78	0.33	0.24	2d8/10 L=50	23,32,44									
	s=2,m=3	250.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.39	0.17	0.24	2d8/20 L=360	9,32,44									
		500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.55	0.32	0.24	2d8/10 L=50	22,29,44									
													<b>M<sub>T</sub> = 7</b>	<b>Z=432.0</b>	<b>P=2</b>	<b>P=12</b>					
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb									
11	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.72	0.16	0.13	2d8/10 L=50	38,32,44									
	s=2,m=3	295.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.10	0.12	0.20	2d8/20 L=450	10,32,44									
		590.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.63	0.16	0.13	2d8/10 L=50	39,32,44									
													<b>M<sub>T</sub> = 8</b>	<b>Z=432.0</b>	<b>P=1</b>	<b>P=10</b>					
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb									
12	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.62	0.45	0.27	2d8/10 L=50	27,39,44									
	s=2,m=3	250.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.48	0.17	0.24	2d8/20 L=360	9,39,44									
		500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.95	0.43	0.27	2d8/10 L=50	9,38,44									
20	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.71	0.43	0.27	2d8/10 L=50	9,39,44									
	s=2,m=3	250.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.36	0.16	0.24	2d8/20 L=360	10,39,44									
		500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.72	0.43	0.27	2d8/10 L=50	26,38,44									
28	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.71	0.43	0.27	2d8/10 L=50	24,39,44									
	s=2,m=3	250.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.36	0.16	0.24	2d8/20 L=360	10,38,44									

								<b>M T= 5</b>	<b>Z=432.0</b>	<b>P=1</b>	<b>P=11</b>		
36	ok,ok	500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.72	0.43	0.27	2d8/10 L=50	26,38,44	
	s=2,m=3	250.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.71	0.43	0.27	2d8/10 L=50	24,32,44	
		500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.72	0.43	0.27	2d8/20 L=360	9,38,44	
44	ok,ok	500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.72	0.43	0.27	2d8/10 L=50	26,38,44	
	s=2,m=3	250.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.36	0.16	0.24	2d8/10 L=50	24,32,44	
		500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.72	0.43	0.27	2d8/20 L=360	9,38,44	
52	ok,ok	500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.72	0.43	0.27	2d8/10 L=50	26,38,44	
	s=2,m=3	250.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.72	0.43	0.27	2d8/10 L=50	24,32,44	
		500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.36	0.16	0.24	2d8/20 L=360	9,32,44	
60	ok,ok	500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.71	0.43	0.27	2d8/10 L=50	26,38,44	
	s=2,m=3	250.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.72	0.43	0.27	2d8/10 L=50	24,32,44	
		500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.36	0.16	0.24	2d8/20 L=360	10,32,44	
68	ok,ok	500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.71	0.43	0.27	2d8/10 L=50	26,29,44	
	s=2,m=3	250.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.72	0.43	0.27	2d8/10 L=50	24,32,44	
		500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.36	0.16	0.24	2d8/20 L=360	10,29,44	
76	ok,ok	500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.71	0.43	0.27	2d8/10 L=50	9,29,44	
	s=2,m=3	250.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.95	0.43	0.27	2d8/10 L=50	9,32,44	
		500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.48	0.17	0.24	2d8/20 L=360	9,29,44	
		500.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.62	0.45	0.27	2d8/10 L=50	21,29,44	
								<b>M T= 10</b>	<b>Z=432.0</b>	<b>P=3</b>	<b>P=13</b>		
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb	
19	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.64	0.16	0.13	2d8/10 L=50	38,38,44	
	s=2,m=3	295.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.10	0.13	0.20	2d8/20 L=450	10,38,44	
		590.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.55	0.16	0.13	2d8/10 L=50	39,38,44	
								<b>M T= 12</b>	<b>Z=432.0</b>	<b>P=4</b>	<b>P=14</b>		
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb	
27	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.56	0.16	0.13	2d8/10 L=50	38,39,44	
	s=2,m=3	295.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.10	0.13	0.20	2d8/20 L=450	10,39,44	
		590.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.47	0.16	0.13	2d8/10 L=50	39,39,44	
								<b>M T= 14</b>	<b>Z=432.0</b>	<b>P=5</b>	<b>P=15</b>		
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb	
35	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.48	0.16	0.13	2d8/10 L=50	38,39,44	
	s=2,m=3	295.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.10	0.13	0.20	2d8/20 L=450	10,39,44	
		590.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.39	0.16	0.13	2d8/10 L=50	39,39,44	
								<b>M T= 16</b>	<b>Z=432.0</b>	<b>P=6</b>	<b>P=16</b>		
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb	
43	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.48	0.16	0.13	2d8/10 L=50	32,29,44	
	s=2,m=3	295.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.10	0.13	0.20	2d8/20 L=450	10,29,44	
		590.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.39	0.16	0.13	2d8/10 L=50	29,29,44	
								<b>M T= 18</b>	<b>Z=432.0</b>	<b>P=7</b>	<b>P=17</b>		
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb	
51	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.56	0.16	0.13	2d8/10 L=50	32,29,44	
	s=2,m=3	295.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.10	0.13	0.20	2d8/20 L=450	10,29,44	
		590.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.47	0.16	0.13	2d8/10 L=50	29,29,44	
								<b>M T= 20</b>	<b>Z=432.0</b>	<b>P=8</b>	<b>P=18</b>		
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb	
59	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.64	0.16	0.13	2d8/10 L=50	32,32,44	
	s=2,m=3	295.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.10	0.13	0.20	2d8/20 L=450	10,32,44	
		590.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.55	0.16	0.13	2d8/10 L=50	29,32,44	
								<b>M T= 22</b>	<b>Z=432.0</b>	<b>P=9</b>	<b>P=19</b>		
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb	
67	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.72	0.16	0.13	2d8/10 L=50	32,38,44	
	s=2,m=3	295.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.10	0.12	0.20	2d8/20 L=450	10,38,44	
		590.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.63	0.16	0.13	2d8/10 L=50	29,38,44	
								<b>M T= 24</b>	<b>Z=432.0</b>	<b>P=10</b>	<b>P=20</b>		
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb	
75	ok,ok	0.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.81	0.19	0.14	2d8/10 L=50	32,32,44	
	s=2,m=3	295.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.16	0.14	0.20	2d8/20 L=450	10,32,44	
		590.0	0.45	6.0	6.0	0.0	0.12	0.75	0.19	0.14	2d8/10 L=50	29,32,44	
Trave			%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc			
			0.45	6.03	6.03	0.0	0.12	0.95	0.45	0.27			

## TRAVI DI ELEVAZIONE - SLE

Trave	Pos.	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb	wR	wF	wP	Rif. cmb	dR	dF	dP	Rif. cmb
	cm					mm	mm	mm		cm	cm	cm	

Trave	Pos.	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb	wR	wF	wP	Rif. cmb	dR	dF	dP	Rif. cmb
9	0.0	0.09	0.23	0.12	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-0.08	-0.08	-0.08	79,84,89
	295.0	0.06	0.18	0.08	79,82,89	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	590.0	0.05	0.17	0.07	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
10	0.0	0.17	0.40	0.20	82,82,89	0.12	0.0	0.0	82,0,0	-0.15	-0.11	-0.10	82,87,89
	250.0	0.15	0.38	0.19	81,81,88	0.12	0.0	0.0	81,0,0				
	500.0	0.31	0.67	0.38	81,81,88	0.22	0.23	0.23	81,85,88				
11	0.0	0.07	0.20	0.10	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-0.05	-0.05	-0.05	81,84,89
	295.0	0.04	0.13	0.05	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	590.0	0.02	0.10	0.02	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
12	0.0	0.20	0.49	0.24	82,82,89	0.15	0.15	0.14	82,87,89	-0.26	-0.26	-0.26	82,87,89
	250.0	0.19	0.46	0.22	81,81,88	0.14	0.13	0.13	81,85,88				
	500.0	0.38	0.82	0.46	81,81,88	0.29	0.30	0.29	81,85,88				
18	0.0	0.28	0.50	0.33	81,81,88	0.15	0.15	0.15	81,85,88	-0.09	-0.08	-0.08	82,87,89
	250.0	0.14	0.25	0.17	82,82,89	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	500.0	0.28	0.51	0.34	81,82,88	0.15	0.16	0.15	82,87,89				
19	0.0	0.08	0.19	0.10	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-0.05	-0.05	-0.05	81,84,89
	295.0	0.04	0.13	0.05	81,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	590.0	0.02	0.09	0.02	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
20	0.0	0.34	0.61	0.40	81,81,88	0.19	0.20	0.20	81,85,88	-0.10	-0.09	-0.08	82,87,89
	250.0	0.17	0.31	0.20	82,82,89	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	500.0	0.34	0.62	0.41	81,82,88	0.19	0.21	0.20	82,87,89				
26	0.0	0.28	0.50	0.34	81,81,88	0.15	0.15	0.15	81,85,88	-0.08	-0.08	-0.08	81,85,88
	250.0	0.14	0.25	0.17	82,81,89	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	500.0	0.28	0.50	0.34	82,82,89	0.15	0.15	0.15	82,87,89				
27	0.0	0.08	0.19	0.10	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-0.05	-0.05	-0.05	82,84,89
	295.0	0.04	0.13	0.05	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	590.0	0.02	0.09	0.02	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
28	0.0	0.34	0.61	0.41	81,81,88	0.19	0.20	0.20	81,85,88	-0.10	-0.09	-0.08	81,85,88
	250.0	0.17	0.31	0.20	82,81,89	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	500.0	0.34	0.61	0.41	82,82,89	0.19	0.20	0.20	82,87,89				
34	0.0	0.28	0.50	0.34	81,81,88	0.15	0.15	0.15	81,85,88	-0.08	-0.08	-0.08	81,85,88
	250.0	0.14	0.25	0.17	82,81,89	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	500.0	0.28	0.50	0.34	82,81,89	0.15	0.15	0.15	81,85,88				
35	0.0	0.08	0.19	0.10	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-0.05	-0.05	-0.05	82,84,89
	295.0	0.04	0.13	0.05	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	590.0	0.02	0.09	0.02	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
36	0.0	0.34	0.61	0.41	81,81,88	0.19	0.20	0.20	81,85,88	-0.10	-0.09	-0.08	81,85,88
	250.0	0.17	0.31	0.20	82,81,89	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	500.0	0.34	0.61	0.41	82,81,89	0.19	0.20	0.20	81,85,88				
42	0.0	0.28	0.50	0.34	82,81,89	0.15	0.15	0.15	81,85,88	-0.08	-0.08	-0.08	81,85,88
	250.0	0.14	0.25	0.17	82,81,89	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	500.0	0.28	0.50	0.34	82,81,89	0.15	0.15	0.15	81,85,88				
43	0.0	0.08	0.19	0.10	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-0.05	-0.05	-0.05	82,84,89
	295.0	0.04	0.13	0.05	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	590.0	0.02	0.09	0.02	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
44	0.0	0.34	0.61	0.41	82,81,89	0.19	0.20	0.20	81,85,88	-0.10	-0.09	-0.08	81,85,88
	250.0	0.17	0.31	0.20	82,81,89	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	500.0	0.34	0.61	0.41	82,81,89	0.19	0.20	0.20	81,85,88				
50	0.0	0.28	0.50	0.34	82,81,89	0.15	0.15	0.15	81,85,88	-0.08	-0.08	-0.08	82,87,89
	250.0	0.14	0.25	0.17	82,81,89	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	500.0	0.28	0.50	0.34	81,81,88	0.15	0.15	0.15	81,85,88				
51	0.0	0.08	0.19	0.10	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-0.05	-0.05	-0.05	82,84,89
	295.0	0.04	0.13	0.05	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	590.0	0.02	0.09	0.02	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
52	0.0	0.34	0.61	0.41	82,81,89	0.19	0.20	0.20	81,85,88	-0.10	-0.09	-0.08	82,87,89
	250.0	0.17	0.31	0.20	82,81,89	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	500.0	0.34	0.61	0.41	81,81,88	0.19	0.20	0.20	81,85,88				
58	0.0	0.28	0.50	0.34	82,82,89	0.15	0.15	0.15	82,87,89	-0.08	-0.08	-0.08	82,87,89
	250.0	0.14	0.25	0.17	82,81,89	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	500.0	0.28	0.50	0.34	81,81,88	0.15	0.15	0.15	81,85,88				
59	0.0	0.08	0.19	0.10	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-0.05	-0.05	-0.05	81,84,89
	295.0	0.04	0.13	0.05	81,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	590.0	0.02	0.09	0.02	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
60	0.0	0.34	0.61	0.41	82,82,89	0.19	0.20	0.20	82,87,89	-0.10	-0.09	-0.08	82,87,89
	250.0	0.17	0.31	0.20	82,81,89	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	500.0	0.34	0.61	0.41	81,81,88	0.19	0.20	0.20	81,85,88				
66	0.0	0.28	0.51	0.34	81,82,88	0.15	0.16	0.15	82,87,89	-0.09	-0.08	-0.08	81,85,88
	250.0	0.14	0.25	0.17	82,82,89	0.0	0.0	0.0	0,0,0				

Trave	Pos.	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb	wR	wF	wP	Rif. cmb	dR	dF	dP	Rif. cmb
	500.0	0.28	0.50	0.33	81,81,88	0.15	0.15	0.15	81,85,88				
67	0.0	0.07	0.20	0.10	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-0.05	-0.05	-0.05	81,84,89
	295.0	0.04	0.13	0.05	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	590.0	0.02	0.10	0.02	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
68	0.0	0.34	0.62	0.41	81,82,88	0.19	0.21	0.20	82,87,89	-0.10	-0.09	-0.08	81,85,88
	250.0	0.17	0.31	0.20	82,82,89	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	500.0	0.34	0.61	0.40	81,81,88	0.19	0.20	0.20	81,85,88				
74	0.0	0.31	0.67	0.38	81,81,88	0.22	0.23	0.23	81,85,88	-0.15	-0.11	-0.10	81,85,88
	250.0	0.15	0.38	0.19	81,81,88	0.12	0.0	0.0	81,0,0				
	500.0	0.17	0.40	0.20	82,82,89	0.12	0.0	0.0	82,0,0				
75	0.0	0.09	0.23	0.12	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-0.08	-0.08	-0.08	79,84,89
	295.0	0.06	0.18	0.08	79,82,89	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	590.0	0.05	0.17	0.07	77,82,88	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
76	0.0	0.38	0.82	0.46	81,81,88	0.29	0.30	0.29	81,85,88	-0.26	-0.26	-0.26	81,85,88
	250.0	0.19	0.46	0.22	81,81,88	0.14	0.13	0.13	81,85,88				
	500.0	0.20	0.49	0.24	82,82,89	0.15	0.15	0.14	82,87,89				
Trave		rRfck	rRfyk	rPfck		wR	wF	wP		dR	dF	dP	
										-0.26	-0.26	-0.26	
		0.38	0.82	0.46		0.29	0.30	0.29		-0.05	-0.05	-0.05	

## PILASTRI - SLU

					M_P= 1	X=0.0	Y=0.0						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
			cm						L=cm				
5	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.01	0.31	4d16 2+2 d16	0.74	0.06	3+3d8/10 L=80	0.26	0.17	39,40,43,37	
			216.0	1.01	0.31	4d16 2+2 d16	0.12	0.05	3+3d8/15 L=272	0.26	0.25	41,40,43,37	
	[b=1.0;1.0]		432.0	1.01	0.31	4d16 2+2 d16	0.55	0.05	3+3d8/10 L=80	0.26	0.17	39,40,43,37	
					M_P= 2	X=500.0	Y=0.0						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
7	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.01	0.41	4d16 2+2 d16	0.62	0.09	3+3d8/10 L=80	0.26	0.18	39,38,18,38	
			216.0	1.01	0.41	4d16 2+2 d16	0.10	0.09	3+3d8/15 L=272	0.26	0.27	39,38,18,38	
	[b=1.0;1.0]		432.0	1.01	0.41	4d16 2+2 d16	0.45	0.08	3+3d8/10 L=80	0.26	0.18	39,38,18,38	
					M_P= 3	X=1000.0	Y=0.0						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
16	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.01	0.40	4d16 2+2 d16	0.55	0.09	3+3d8/10 L=80	0.25	0.17	39,38,39,39	
			216.0	1.01	0.40	4d16 2+2 d16	0.09	0.08	3+3d8/15 L=272	0.25	0.26	39,38,39,39	
	[b=1.0;1.0]		432.0	1.01	0.40	4d16 2+2 d16	0.40	0.08	3+3d8/10 L=80	0.25	0.17	38,38,39,39	
					M_P= 4	X=1500.0	Y=0.0						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
24	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.01	0.40	4d16 2+2 d16	0.47	0.09	3+3d8/10 L=80	0.25	0.17	39,38,39,38	
			216.0	1.01	0.40	4d16 2+2 d16	0.07	0.08	3+3d8/15 L=272	0.25	0.26	39,38,39,38	
	[b=1.0;1.0]		432.0	1.01	0.40	4d16 2+2 d16	0.35	0.08	3+3d8/10 L=80	0.25	0.17	38,38,39,38	
					M_P= 5	X=2000.0	Y=0.0						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
32	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.01	0.40	4d16 2+2 d16	0.40	0.08	3+3d8/10 L=80	0.25	0.17	39,38,39,39	
			216.0	1.01	0.40	4d16 2+2 d16	0.06	0.08	3+3d8/15 L=272	0.25	0.26	39,38,39,39	
	[b=1.0;1.0]		432.0	1.01	0.40	4d16 2+2 d16	0.34	0.07	3+3d8/10 L=80	0.25	0.17	26,38,39,39	
					M_P= 6	X=2500.0	Y=0.0						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
40	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.01	0.40	4d16 2+2 d16	0.40	0.08	3+3d8/10 L=80	0.25	0.17	29,32,29,29	
			216.0	1.01	0.40	4d16 2+2 d16	0.06	0.08	3+3d8/15 L=272	0.25	0.26	29,32,29,29	
	[b=1.0;1.0]		432.0	1.01	0.40	4d16 2+2 d16	0.34	0.07	3+3d8/10 L=80	0.25	0.17	24,32,29,29	
					M_P= 7	X=3000.0	Y=0.0						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
48	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.01	0.40	4d16 2+2 d16	0.47	0.09	3+3d8/10 L=80	0.25	0.17	29,32,29,32	
			216.0	1.01	0.40	4d16 2+2 d16	0.07	0.08	3+3d8/15 L=272	0.25	0.26	29,32,29,32	
	[b=1.0;1.0]		432.0	1.01	0.40	4d16 2+2 d16	0.35	0.08	3+3d8/10 L=80	0.25	0.17	32,32,29,32	
					M_P= 8	X=3500.0	Y=0.0						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	

					<b>M_P = 1</b>	<b>X=0.0</b>	<b>Y=0.0</b>						
56	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.01	0.40	4d16 2+2 d16	0.55	0.09	3+3d8/10 L=80	0.25	0.17	29,32,29,29	
			216.0	1.01	0.40	4d16 2+2 d16	0.09	0.08	3+3d8/15 L=272	0.25	0.26	29,32,29,29	
	[b=1.0;1.0]		432.0	1.01	0.40	4d16 2+2 d16	0.40	0.08	3+3d8/10 L=80	0.25	0.17	32,32,29,29	
					<b>M_P = 9</b>	<b>X=4000.0</b>	<b>Y=0.0</b>						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
64	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.01	0.41	4d16 2+2 d16	0.62	0.09	3+3d8/10 L=80	0.26	0.18	29,32,16,32	
			216.0	1.01	0.41	4d16 2+2 d16	0.10	0.09	3+3d8/15 L=272	0.26	0.27	29,32,16,32	
	[b=1.0;1.0]		432.0	1.01	0.41	4d16 2+2 d16	0.45	0.08	3+3d8/10 L=80	0.26	0.18	29,32,16,32	
					<b>M_P = 10</b>	<b>X=4500.0</b>	<b>Y=0.0</b>						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
72	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.01	0.31	4d16 2+2 d16	0.74	0.06	3+3d8/10 L=80	0.26	0.17	29,30,33,31	
			216.0	1.01	0.31	4d16 2+2 d16	0.12	0.05	3+3d8/15 L=272	0.26	0.25	35,30,33,31	
	[b=1.0;1.0]		432.0	1.01	0.31	4d16 2+2 d16	0.55	0.05	3+3d8/10 L=80	0.26	0.17	29,30,33,31	
					<b>M_P = 11</b>	<b>X=0.0</b>	<b>Y=590.0</b>						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
6	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.01	0.29	4d16 2+2 d16	0.73	0.05	3+3d8/10 L=80	0.25	0.17	38,43,44,38	
			216.0	1.01	0.29	4d16 2+2 d16	0.14	0.05	3+3d8/15 L=272	0.25	0.25	38,43,44,38	
	[b=1.0;1.0]		432.0	1.01	0.29	4d16 2+2 d16	0.55	0.04	3+3d8/10 L=80	0.26	0.17	39,43,44,38	
					<b>M_P = 12</b>	<b>X=500.0</b>	<b>Y=590.0</b>						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
8	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.01	0.38	4d16 2+2 d16	0.63	0.08	3+3d8/10 L=80	0.25	0.17	44,37,37,37	
			216.0	1.01	0.38	4d16 2+2 d16	0.11	0.07	3+3d8/15 L=272	0.25	0.26	38,37,37,37	
	[b=1.0;1.0]		432.0	1.01	0.38	4d16 2+2 d16	0.46	0.07	3+3d8/10 L=80	0.25	0.17	41,37,37,37	
					<b>M_P = 13</b>	<b>X=1000.0</b>	<b>Y=590.0</b>						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
17	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.01	0.37	4d16 2+2 d16	0.56	0.08	3+3d8/10 L=80	0.24	0.17	44,39,44,38	
			216.0	1.01	0.37	4d16 2+2 d16	0.10	0.07	3+3d8/15 L=272	0.25	0.25	38,39,44,38	
	[b=1.0;1.0]		432.0	1.01	0.37	4d16 2+2 d16	0.41	0.07	3+3d8/10 L=80	0.25	0.17	41,39,44,38	
					<b>M_P = 14</b>	<b>X=1500.0</b>	<b>Y=590.0</b>						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
25	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.01	0.37	4d16 2+2 d16	0.48	0.07	3+3d8/10 L=80	0.24	0.17	44,39,44,39	
			216.0	1.01	0.37	4d16 2+2 d16	0.09	0.07	3+3d8/15 L=272	0.24	0.25	38,39,44,39	
	[b=1.0;1.0]		432.0	1.01	0.37	4d16 2+2 d16	0.36	0.06	3+3d8/10 L=80	0.24	0.17	41,39,44,39	
					<b>M_P = 15</b>	<b>X=2000.0</b>	<b>Y=590.0</b>						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
33	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.01	0.37	4d16 2+2 d16	0.42	0.07	3+3d8/10 L=80	0.24	0.17	44,39,44,38	
			216.0	1.01	0.37	4d16 2+2 d16	0.08	0.07	3+3d8/15 L=272	0.24	0.25	38,39,44,38	
	[b=1.0;1.0]		432.0	1.01	0.37	4d16 2+2 d16	0.34	0.06	3+3d8/10 L=80	0.24	0.17	25,39,44,38	
					<b>M_P = 16</b>	<b>X=2500.0</b>	<b>Y=590.0</b>						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
41	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.01	0.37	4d16 2+2 d16	0.42	0.07	3+3d8/10 L=80	0.24	0.17	34,29,34,32	
			216.0	1.01	0.37	4d16 2+2 d16	0.08	0.07	3+3d8/15 L=272	0.24	0.25	32,29,34,32	
	[b=1.0;1.0]		432.0	1.01	0.37	4d16 2+2 d16	0.34	0.06	3+3d8/10 L=80	0.24	0.17	23,29,34,32	
					<b>M_P = 17</b>	<b>X=3000.0</b>	<b>Y=590.0</b>						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
49	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.01	0.37	4d16 2+2 d16	0.48	0.07	3+3d8/10 L=80	0.24	0.17	34,29,34,29	
			216.0	1.01	0.37	4d16 2+2 d16	0.09	0.07	3+3d8/15 L=272	0.24	0.25	32,29,34,29	
	[b=1.0;1.0]		432.0	1.01	0.37	4d16 2+2 d16	0.36	0.06	3+3d8/10 L=80	0.24	0.17	35,29,34,29	
					<b>M_P = 18</b>	<b>X=3500.0</b>	<b>Y=590.0</b>						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
57	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.01	0.37	4d16 2+2 d16	0.56	0.08	3+3d8/10 L=80	0.24	0.17	34,29,34,32	
			216.0	1.01	0.37	4d16 2+2 d16	0.10	0.07	3+3d8/15 L=272	0.25	0.25	32,29,34,32	
	[b=1.0;1.0]		432.0	1.01	0.37	4d16 2+2 d16	0.41	0.07	3+3d8/10 L=80	0.25	0.17	35,29,34,32	
					<b>M_P = 19</b>	<b>X=4000.0</b>	<b>Y=590.0</b>						
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
65	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.01	0.38	4d16 2+2 d16	0.63	0.08	3+3d8/10 L=80	0.25	0.17	34,31,31,31	
			216.0	1.01	0.38	4d16 2+2 d16	0.11	0.07	3+3d8/15 L=272	0.25	0.26	32,31,31,31	
	[b=1.0;1.0]		432.0	1.01	0.38	4d16 2+2 d16	0.46	0.07	3+3d8/10 L=80	0.25	0.17	35,31,31,31	

					M P= 1	X=0.0	Y=0.0							
					M P= 20	X=4500.0	Y=590.0							
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb		
73	s=1,m=3	ok,ok	0.0	1.01	0.29	4d16 2+2 d16	0.73	0.05	3+3d8/10 L=80	0.25	0.17	32,33,34,32		
			216.0	1.01	0.29	4d16 2+2 d16	0.14	0.05	3+3d8/15 L=272	0.25	0.25	32,33,34,32		
	[b=1.0;1.0]		432.0	1.01	0.29	4d16 2+2 d16	0.55	0.04	3+3d8/10 L=80	0.26	0.17	29,33,34,32		
Pilas.				%Af	r. snell.		V N/M	V N sis		V V/T cls	V V/T acc			
				1.01	0.41		0.74	0.09		0.26	0.27			

Nodo	Conf.	Stato	Pilas.	Diam st	Passo	n. br. 2	Bj2	Hjc2	n. br. 3	Bj3	Hjc3	V. 7.4.8	V. Ash	7.4.10	Rif. cmb
				mm	cm		cm	cm		cm	cm				
5	NO	ok	5	10	10.0	3	40.0	30.4	3	40.0	30.4	0.3	0.8	NO	13,37
6	NO	ok	6	10	10.0	3	40.0	30.4	3	40.0	30.4	0.3	0.8	NO	13,42
7	NO	ok	7	10	6.0	3	40.0	30.4	3	40.0	30.4	0.5	0.9	NO	13,13
8	NO	ok	8	10	6.0	3	40.0	30.4	3	40.0	30.4	0.5	0.9	NO	13,13
15	NO	ok	16	10	6.0	3	40.0	30.4	3	40.0	30.4	0.5	0.9	NO	13,13
16	NO	ok	17	10	6.0	3	40.0	30.4	3	40.0	30.4	0.5	0.9	NO	13,13
21	NO	ok	24	10	6.0	3	40.0	30.4	3	40.0	30.4	0.5	0.9	NO	13,13
22	NO	ok	25	10	6.0	3	40.0	30.4	3	40.0	30.4	0.5	0.9	NO	13,13
27	NO	ok	32	10	6.0	3	40.0	30.4	3	40.0	30.4	0.5	0.9	NO	13,13
28	NO	ok	33	10	6.0	3	40.0	30.4	3	40.0	30.4	0.5	0.9	NO	13,13
33	NO	ok	40	10	6.0	3	40.0	30.4	3	40.0	30.4	0.5	0.9	NO	13,13
34	NO	ok	41	10	6.0	3	40.0	30.4	3	40.0	30.4	0.5	0.9	NO	13,13
39	NO	ok	48	10	6.0	3	40.0	30.4	3	40.0	30.4	0.5	0.9	NO	13,13
40	NO	ok	49	10	6.0	3	40.0	30.4	3	40.0	30.4	0.5	0.9	NO	13,13
45	NO	ok	56	10	6.0	3	40.0	30.4	3	40.0	30.4	0.5	0.9	NO	13,13
46	NO	ok	57	10	6.0	3	40.0	30.4	3	40.0	30.4	0.5	0.9	NO	13,13
51	NO	ok	64	10	6.0	3	40.0	30.4	3	40.0	30.4	0.5	0.9	NO	13,13
52	NO	ok	65	10	6.0	3	40.0	30.4	3	40.0	30.4	0.5	0.9	NO	13,13
57	NO	ok	72	10	10.0	3	40.0	30.4	3	40.0	30.4	0.3	0.8	NO	13,31
58	NO	ok	73	10	10.0	3	40.0	30.4	3	40.0	30.4	0.3	0.8	NO	13,36
Nodo					Passo							V. 7.4.8	V. Ash		
					6.00							0.49	0.94		

## PILASTRI - SLE

Pilas.	Pos.	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb	Pos.	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb
	cm					cm				
5	0.0	0.09	0.05	0.10	82,82,89	216.0	0.06	0.04	0.07	81,81,88
	432.0	0.21	0.19	0.26	82,82,89					
6	0.0	0.09	0.05	0.11	82,82,89	216.0	0.06	0.04	0.07	81,81,88
	432.0	0.19	0.17	0.23	82,82,89					
7	0.0	0.06	0.04	0.07	82,82,89	216.0	0.05	0.04	0.06	82,82,89
	432.0	0.05	0.04	0.06	82,82,89					
8	0.0	0.06	0.04	0.07	82,82,89	216.0	0.05	0.03	0.06	82,82,89
	432.0	0.05	0.03	0.07	82,82,89					
16	0.0	0.05	0.04	0.07	82,82,89	216.0	0.05	0.03	0.06	82,82,89
	432.0	0.05	0.03	0.06	81,81,88					
17	0.0	0.05	0.04	0.06	82,82,89	216.0	0.05	0.03	0.06	82,82,89
	432.0	0.05	0.03	0.06	81,81,88					
24	0.0	0.05	0.04	0.06	82,82,89	216.0	0.05	0.03	0.06	82,82,89
	432.0	0.05	0.03	0.06	81,81,88					
25	0.0	0.05	0.04	0.07	82,82,89	216.0	0.05	0.03	0.06	82,82,89
	432.0	0.05	0.03	0.06	81,81,88					
32	0.0	0.05	0.04	0.06	82,82,89	216.0	0.05	0.03	0.06	82,82,89
	432.0	0.05	0.03	0.06	81,81,88					
33	0.0	0.05	0.04	0.06	82,82,89	216.0	0.05	0.03	0.06	82,82,89
	432.0	0.05	0.03	0.06	81,81,88					
40	0.0	0.05	0.04	0.06	82,82,89	216.0	0.05	0.03	0.06	82,82,89

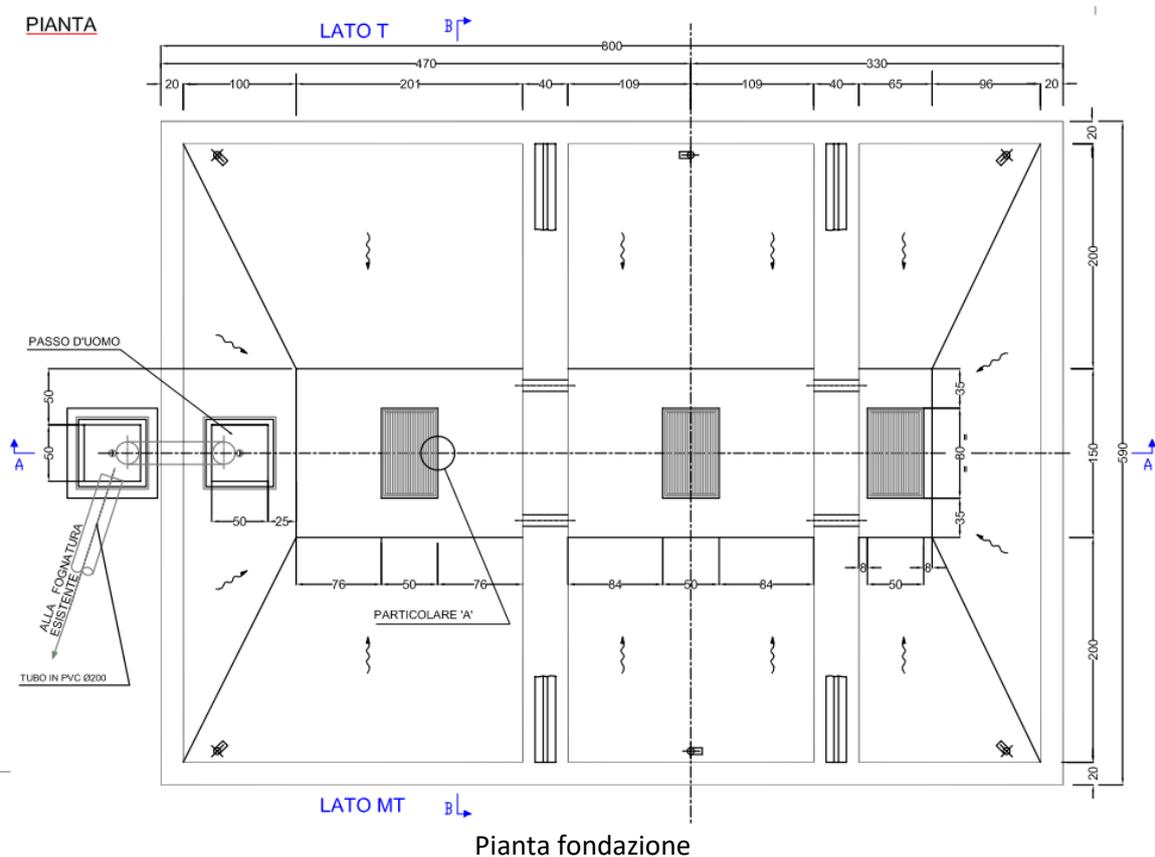
<b>Pilas.</b>	<b>Pos.</b>	<b>rRfck</b>	<b>rRfyk</b>	<b>rPfck</b>	<b>Rif. cmb</b>	<b>Pos.</b>	<b>rRfck</b>	<b>rRfyk</b>	<b>rPfck</b>	<b>Rif. cmb</b>
	432.0	0.05	0.03	0.06	81,81,88					
41	0.0	0.05	0.04	0.06	82,82,89	216.0	0.05	0.03	0.06	82,82,89
	432.0	0.05	0.03	0.06	81,81,88					
48	0.0	0.05	0.04	0.06	82,82,89	216.0	0.05	0.03	0.06	82,82,89
	432.0	0.05	0.03	0.06	81,81,88					
49	0.0	0.05	0.04	0.07	82,82,89	216.0	0.05	0.03	0.06	82,82,89
	432.0	0.05	0.03	0.06	81,81,88					
56	0.0	0.05	0.04	0.07	82,82,89	216.0	0.05	0.03	0.06	82,82,89
	432.0	0.05	0.03	0.06	81,81,88					
57	0.0	0.05	0.04	0.06	82,82,89	216.0	0.05	0.03	0.06	82,82,89
	432.0	0.05	0.03	0.06	81,81,88					
64	0.0	0.06	0.04	0.07	82,82,89	216.0	0.05	0.04	0.06	82,82,89
	432.0	0.05	0.04	0.06	82,82,89					
65	0.0	0.06	0.04	0.07	82,82,89	216.0	0.05	0.03	0.06	82,82,89
	432.0	0.05	0.03	0.07	82,82,89					
72	0.0	0.09	0.05	0.10	82,82,89	216.0	0.06	0.04	0.07	81,81,88
	432.0	0.21	0.19	0.26	82,82,89					
73	0.0	0.09	0.05	0.11	82,82,89	216.0	0.06	0.04	0.07	81,81,88
	432.0	0.19	0.17	0.23	82,82,89					
<b>Pilas.</b>		<b>rRfck</b>	<b>rRfyk</b>	<b>rPfck</b>			<b>rRfck</b>	<b>rRfyk</b>	<b>rPfck</b>	
		0.21	0.19	0.26						

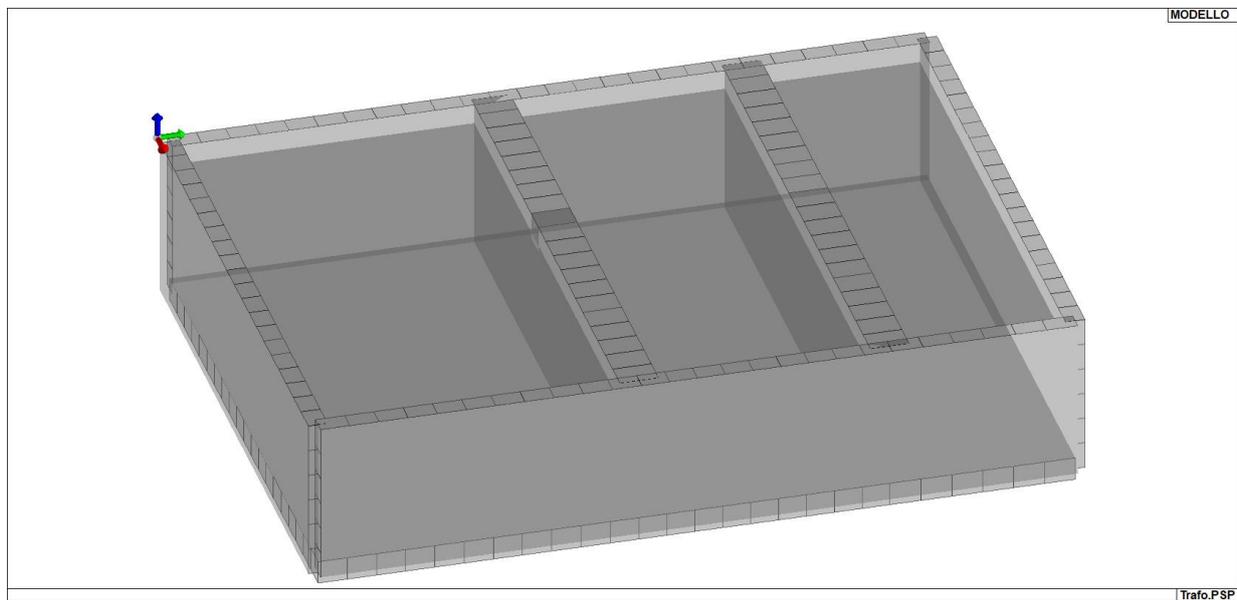
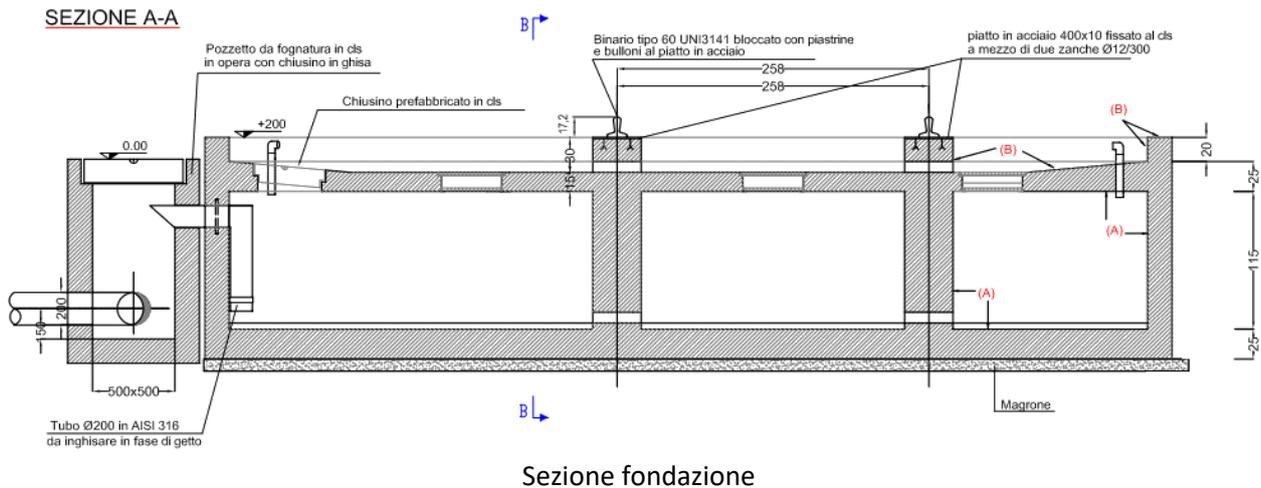
## 6. AREA STAZIONE - FONDAZIONE TRASFORMATORE DI POTENZA

L'opera in oggetto è una vasca interrata in c.a. adibita a supporto di un trasformatore. La vasca presenta una pianta rettangolare di dimensioni  $b_1 = 8,00$  m,  $b_2 = 5,90$  m ed un'altezza  $h = 1,85$  m.

La fondazione è di tipo diretto. L'interno della vasca presenta 2 setti intermedi che fungono da appoggio per il trasformatore. La parte superiore della vasca è delimitata da una soletta a spessore variabile, con fori coperti da chiusini prefabbricati.

L'appoggio del trasformatore è su rotaie in acciaio fissate con bulloni alla sommità dei due setti.





### 6.1 Materiali e durabilità

I materiali strutturali adoperati sono i seguenti. Ai fini della durabilità si assume una classe di esposizione XC2.

Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
		N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>		N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>3</sup>		
1	Calcestruzzo Classe C25/30			3.145e+04	0.20	1.310e+05	2.50e-04	1.00e-05	
	Resistenza Rc	30.0							
	Resistenza fctm		2.6						
	Rapporto Rfessurata								1.00
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05

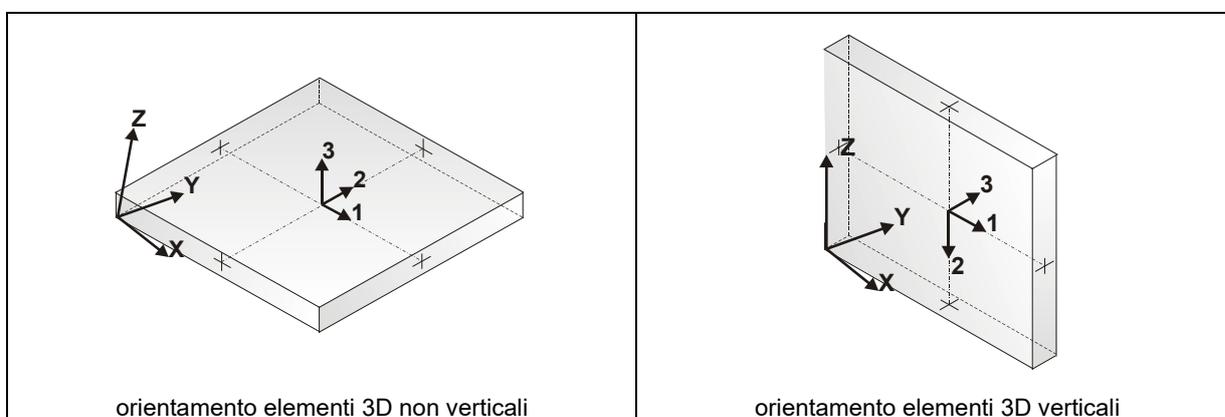
Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
75	Materiale inf. rigido no peso			1.000e+11	0.0	5.000e+11	0.0	1.20e-05	
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05

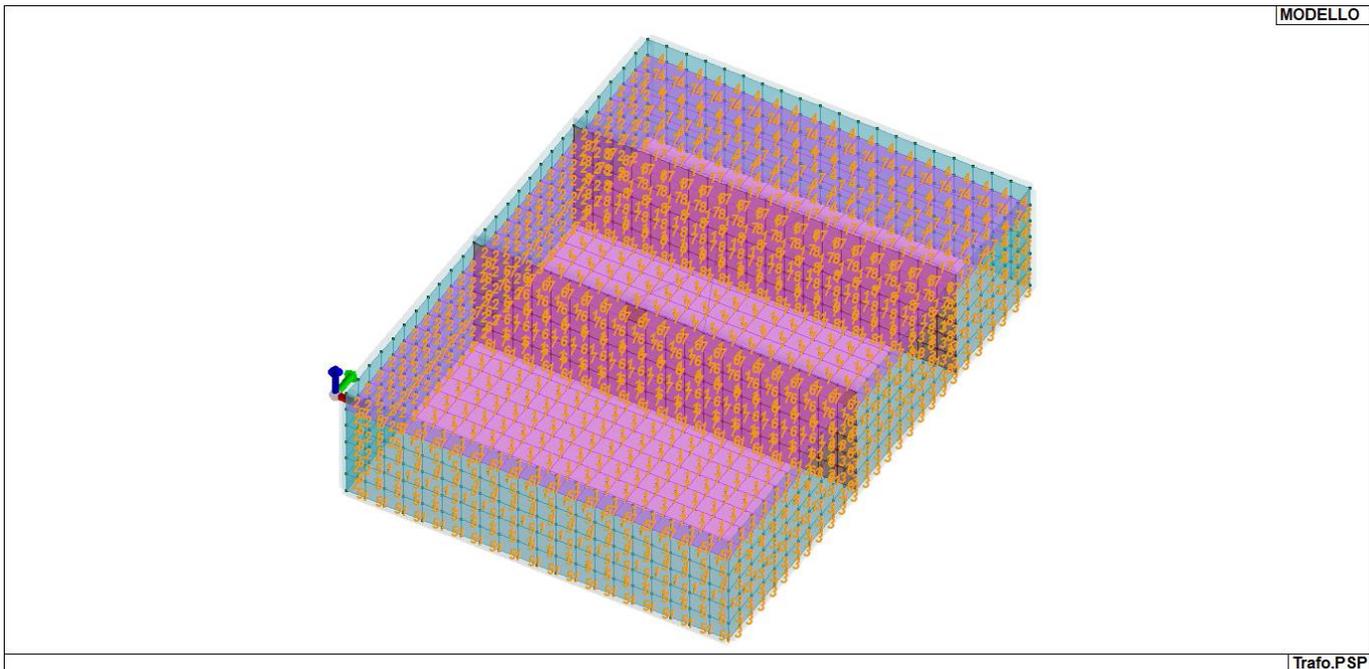
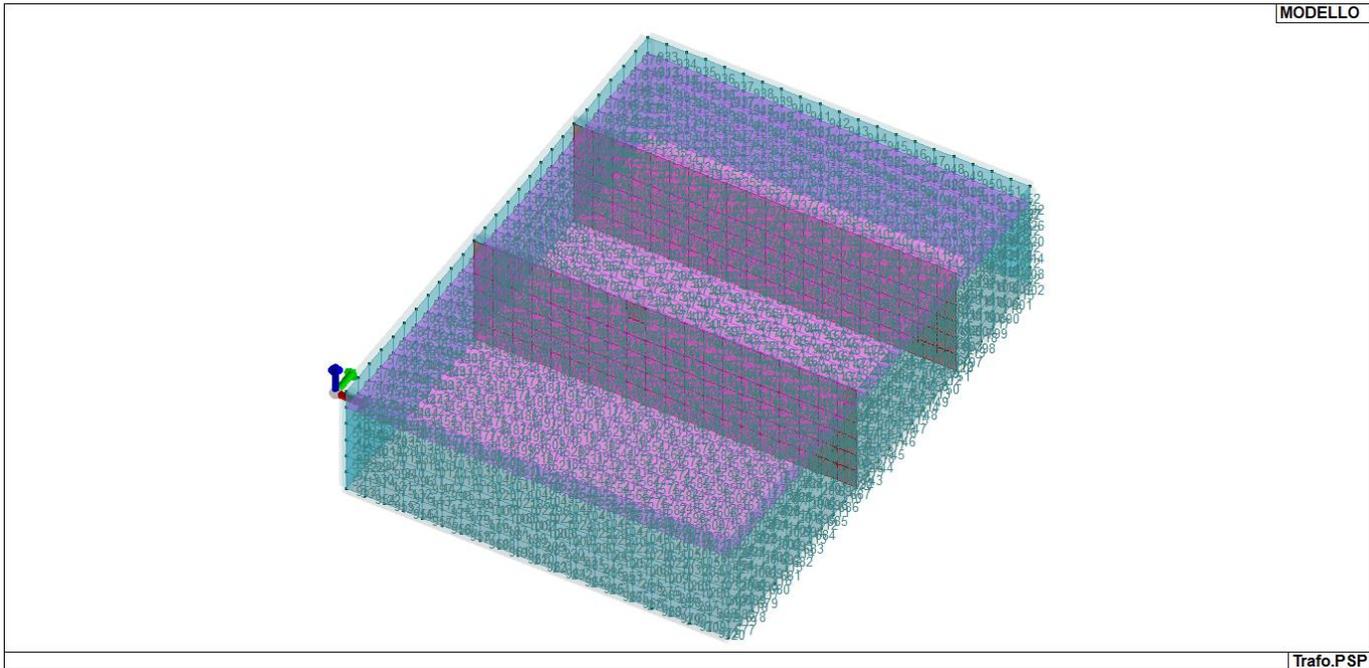
## 6.2 Modellazione struttura

### 6.2.1 Elementi shell

Sono introdotti nella modellazione elementi bidimensionali shell, individuati dai quattro nodi I, J, K, L

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.





### 6.3 Modellazione delle azioni

Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo.

Tipo		carico concentrato nodale						
Id	Tipo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	
		kN	kN	kN	kN m	kN m	kN m	
2	Peso Proprio-CN:Fz=-4.415e+04	0.0	0.0	-441.45	0.0	0.0	0.0	
3	Carico Morsetti-CN:Fx=80.00 Fy=80.00 Fz=-80.00 Mx=4240.00 My=4240.00	0.80	0.80	-0.80	0.42	0.42	0.0	
4	Vento-CN:Fx=1001.20 Fy=760.90 Mx= 1.370e+05 My= 1.802e+05	10.01	7.61	0.0	13.70	18.02	0.0	
6	Sisma y-CN:Fy= 2.098e+04 Fz=-1.154e+04 Mx= 3.776e+06	0.0	209.78	-115.35	377.60	0.0	0.0	
7	Sisma x-CN:Fx= 2.098e+04 Fz=-1.154e+04 My= 3.776e+06	209.78	0.0	-115.35	0.0	377.60	0.0	

Tipo		carico di pressione uniforme su piastra	
Id	Tipo	pressione	
		kN/ m2	
5	Sovraccarico Piastra-P3:p= 1.000e-02	1.00	
9	Incremento dinamico Spinta X-P3:p= 5.000e-02	5.00	
10	Incremento dinamico Spinta Y-P3:p= 5.000e-02	5.00	

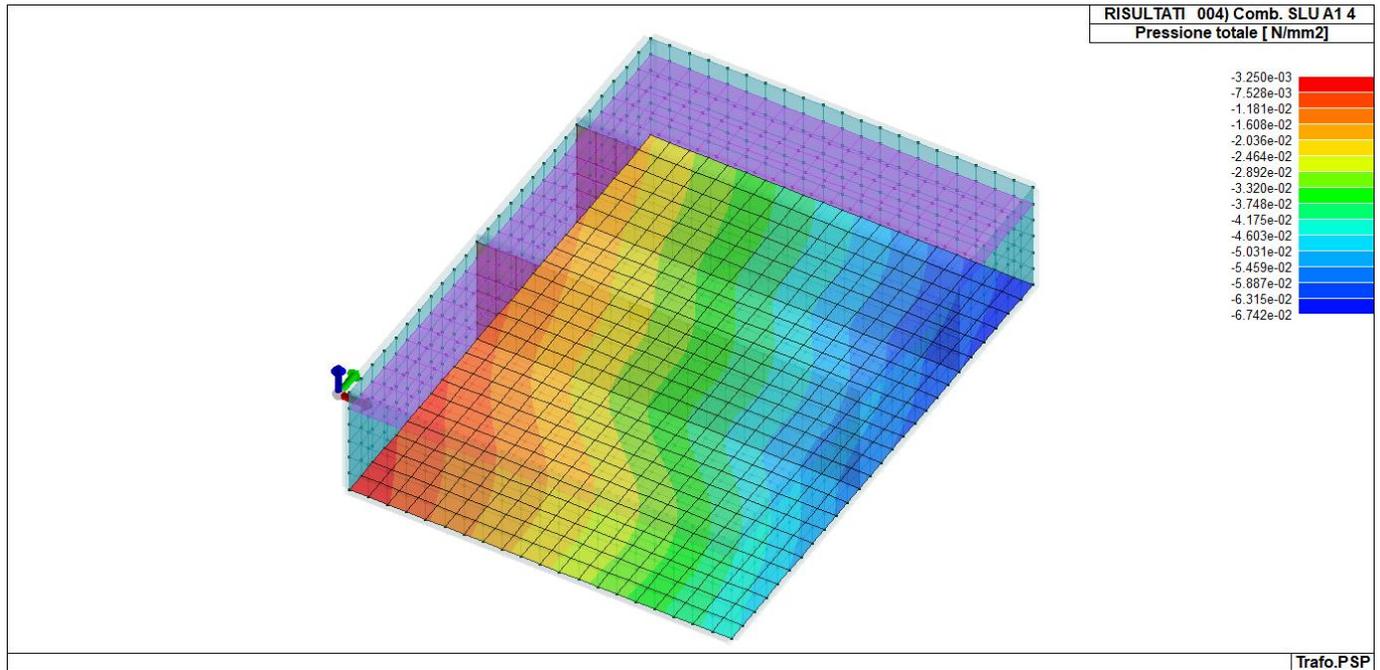
Tipo		carico di pressione variabile su piastra			
Id	Tipo	pressione	quota	pressione	quota
		kN/ m2	m	kN/ m2	m
8	Spinta --PL3:pi=-5.000e-02 qi=0.0 pf=-0.19 qf=-172.50	-5.00	0.0	-19.40	-1.73

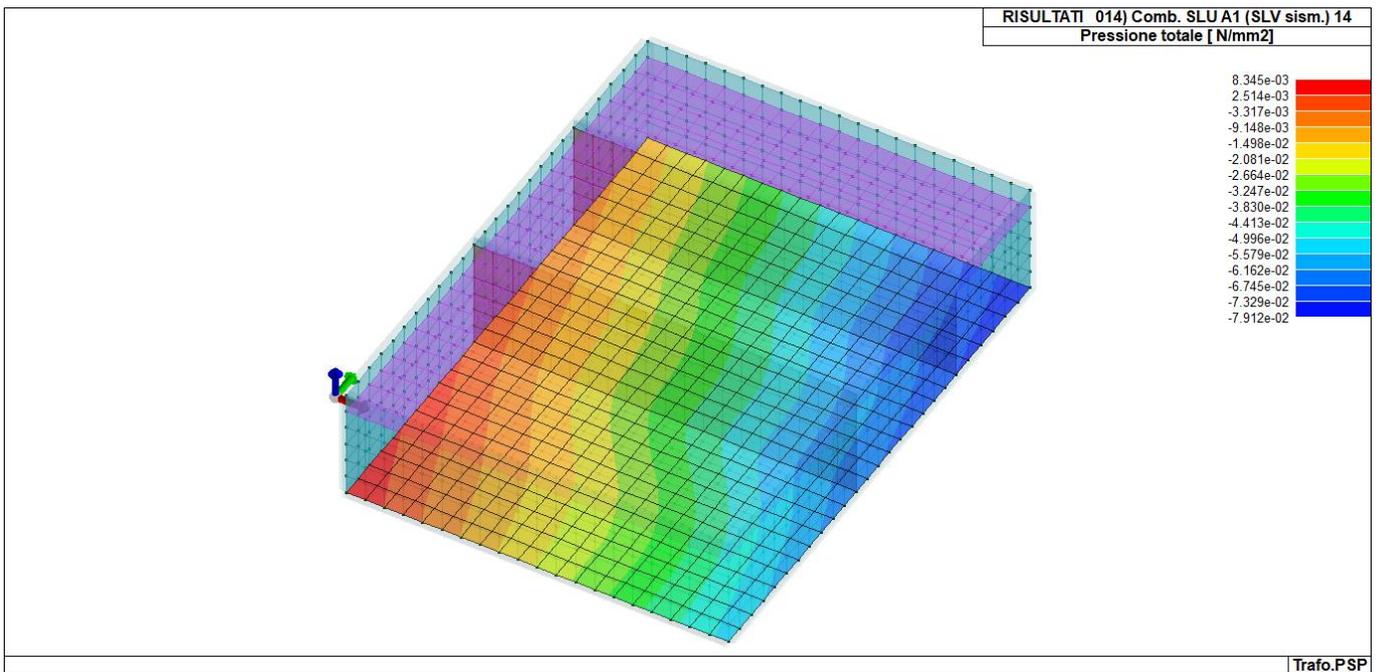
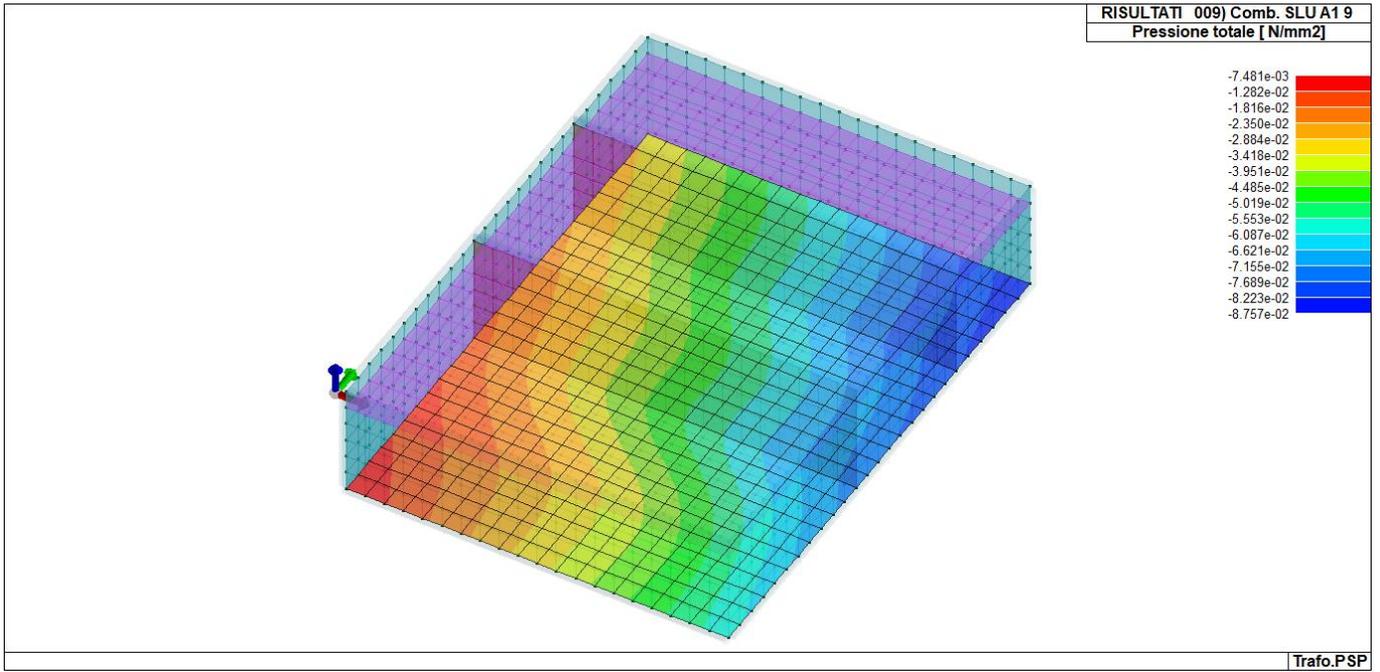
Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

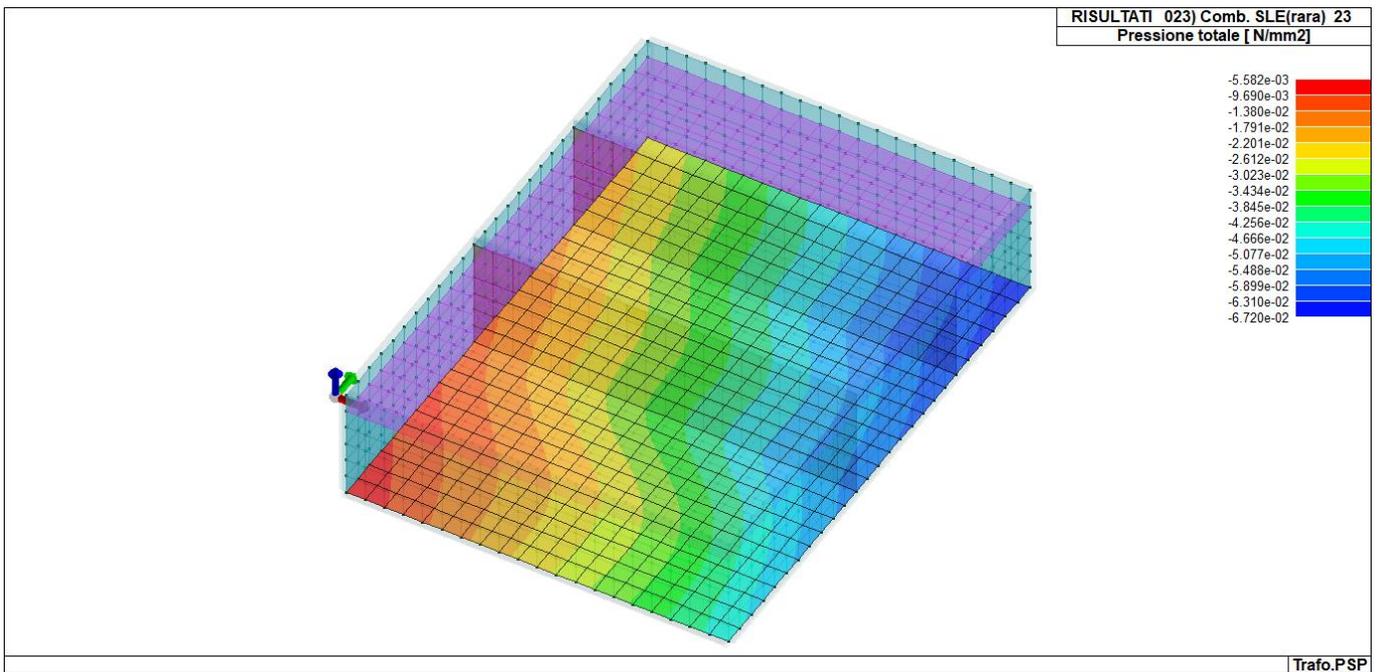
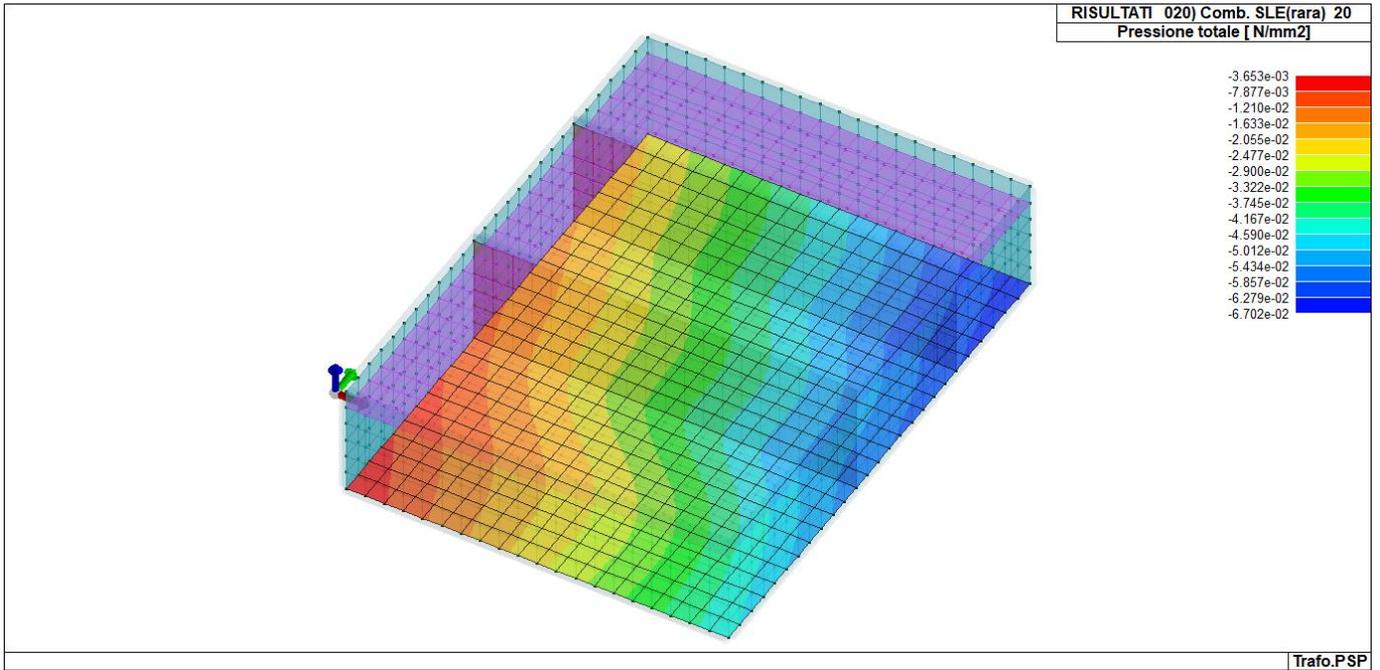
	Sigla	Tipo	Descrizione
1	Ggk	A	caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
2	Gk	NA	caso di carico con azioni permanenti
3	Qk	NA	caso di carico con azioni variabili
4	Gsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture
5	Qsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai
6	Qnk	A	caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture
7	Qtk	SA	caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura
8	Qvk	NA	caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura
9	Esk	SA	caso di carico sismico con analisi statica equivalente
10	Edk	SA	caso di carico sismico con analisi dinamica
11	Etk	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti dall' incremento di spinta delle terre in condizione sismica
12	Pk	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gk	CDC=G1k (Peso Trafo)	Nodo: 1785 Azione : Peso Proprio-CN:Fz=-4.415e+04
3	Qk	CDC=Qk (vento)	Nodo: 1785 Azione : Vento-CN:Fx=1001.20 Fy=760.90 Mx= 1.370e+05 My= 1.802e+05
4	Gk	CDC=G1k (Spinta Statica Terreno)	D3 :da 521 a 1072 Azione : Spinta --PL3:pi=-5.000e-02 qi=0.0 pf=-0.19 qf=-172.50
5	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. 0)	partecipazione:1.00 per 1 CDC=Ggk (peso proprio della struttura)
			partecipazione:1.00 per 2 CDC=G1k (Peso Trafo)
			partecipazione:0.80 per 3 CDC=Qk (vento)
			partecipazione:1.00 per 4 CDC=G1k (Spinta Statica Terreno)
			partecipazione:1.00 per 7 CDC=G1k (Morsetti)
			partecipazione:1.00 per 8 CDC=G1k (Sisma x)
			partecipazione:1.00 per 9 CDC=G1k (Sisma y)
			partecipazione:0.80 per 10 CDC=Qk (Sovraccarico Piastra)

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
6	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. 0)	come precedente CDC sismico
7	Gk	CDC=G1k (Morsetti)	Nodo: 1785 Azione : Carico Morsetti-CN:Fx=80.00 Fy=80.00 Fz=-80.00 Mx=4240.00 My=4240.00
8	Gk	CDC=G1k (Sisma x)	Nodo: 1785 Azione : Sisma x-CN:Fx= 2.098e+04 Fz=-1.154e+04 My= 3.776e+06 D3 :da 521 a 832 Azione : Incremento dinamico Spinta X-P3:p= 5.000e-02
9	Gk	CDC=G1k (Sisma y)	Nodo: 1785 Azione : Sisma y-CN:Fy= 2.098e+04 Fz=-1.154e+04 Mx= 3.776e+06 D3 :da 833 a 1072 Azione : Incremento dinamico Spinta Y-P3:p= 5.000e-02
10	Qk	CDC=Qk (Sovraccarico Piastra)	D3 : 1181 Azione : Sovraccarico Piastra-P3:p= 1.000e-02 D3 :da 1313 a 1831 Azione : Sovraccarico Piastra-P3:p= 1.000e-02







---

## 6.4 Verifiche elementi parete e/o guscio in c.a.

Per le pareti in c.a., in ottemperanza al cap. 7 del DM 17-01-18, viene effettuata una doppia progettazione: sia come Singolo Elemento sia come Parete Sismica o Parete Debolmente Armata.

Per la progettazione come Singolo Elemento di ogni elemento vengono riportati il codice dello stato di verifica con le sigle Ok e NV, il rapporto  $x/d$ , la verifica per sollecitazioni ultime (verifica a compressione media gli sforzi membranali, verifica a presso-flessionale e verifica a sollecitazioni taglianti), gli sforzi membranali e flessionali, il quantitativo di armatura nella direzione principale e secondaria sia inferiore che superiore e il quantitativo di armatura a taglio.

Per la progettazione come Parete Sismica o Parete Debolmente Armata vengono riportate invece le caratteristiche geometriche della parete e delle zone dissipative (quest'ultime solo nel caso di parete sismica), i coefficienti di verifica a compressione assiale, pressoflessione e sollecitazioni taglianti.

Inoltre vengono riportate per ogni quota significativa l'armatura principale e secondaria, l'armatura in zona confinata (solo per parete sismica) e non confinata, l'armatura concentrata all'estremità (per pareti debolmente armate), lo sforzo assiale aggiuntivo per  $q$  superiore a 2 e i valori di involuppo di taglio e momento. Per le pareti debolmente armate viene riportato anche lo stato di verifica relativo alla snellezza.

Le azioni derivate dall'analisi, in ogni combinazione di calcolo, sono elaborate come previsto al punto 7.4.4.5.1: traslazione del momento, incremento e variazione diagramma taglio, incremento e decremento sforzo assiale

La progettazione nel caso dei gusci viene effettuata una progettazione come Singolo Elemento, riportando in tabella il rapporto  $x/d$ , la verifica per sollecitazioni ultime, (verifica a compressione media gli sforzi membranali, verifica a presso-flessionale e verifica a sollecitazioni taglianti) di ogni elemento.

Per ogni elemento, viene riportata inoltre la maglia di armatura necessaria in relazione alle risultanze della progettazione dei nodi dell'elemento stesso. Le quantità di armature necessarie sono armature (disposte rispettivamente in direzione principale e secondaria, inferiore e superiore) distribuite nell'elemento ed espresse in centimetri quadri per sviluppo lineare pari ad un metro.

Nel caso dei gusci viene effettuata, inoltre, la verifica a punzonamento, riportando in tabella il codice dello stato di verifica, il coefficiente di verifica per piastre prive di armature a taglio lungo il perimetro resistente e lungo il perimetro del pilastro, coefficiente di incremento dovuto ai momenti flettenti, fattore di amplificazione per le fondazioni, il fattore di amplificazione dell'altezza utile per individuare il perimetro di verifica lungo il quale l'armatura a taglio non è richiesta, il quantitativo di armatura a punzonamento, il numero di serie di armature, il numero di braccia di armatura ed il riferimento alla combinazione più gravosa.

Per gli elementi con progettazione "Singolo Elemento ..." è presente una tabella con i simboli di seguito descritti:

Macro Guscio	Numero del macroelemento di tipo guscio (elementi non verticali contigui ed analoghi per proprietà)
Macro Setto	Numero del macroelemento di tipo setto (elementi verticali contigui ed analoghi per proprietà)
Spessore	Spessore della parete
Id Materiale	Codice del materiale assegnato all'elemento
Id Criterio	Codice del criterio di progetto assegnato all'elemento
Progettazione	Sigla tipo di Elemento: - Singolo Elemento; - Singolo Elemento FONDAZIONE; - Singolo Elemento NON DISSIPATIVO

Per gli elementi con progettazione "Parete Sismica o Parete Debolmente Armata" è presente una tabella con i simboli di seguito descritti:

Parete	Numero della PARETE SISMICA
Parete PDA	Numero della PARETE DEBOLMENTE ARMATA
H totale	Altezza complessiva della parete
Spessore	Spessore della parete
H critica	Altezza come da punto 7.4.4.5.1 per traslazione momento (solo in Parete Sismica)
H critica V	Altezza della zona dissipativa (solo in Parete Sismica)
L totale	Larghezza di base della parete
L confinata	Lunghezza della zona dissipativa (solo in Parete Sismica)
Verif. N	Verifica di cui al punto 7.4.4.5.1 compressione semplice
Verif. N-M	Verifica di cui al punto 7.4.4.5.1 pressoflessione
Fattore V	Fattore di amplificazione del taglio di cui al punto 7.4.4.5.1
Diagramma V	Diagramma elaborato per effetto modi superiori come da fig. 7.4.4
Verif. V	Verifica di cui al punto 7.4.4.5.1 taglio (compressione cls, trazione acciaio, scorrimento in zona critica) (solo in Parete Sismica)
Verifica Snellezza	Verifica di cui al punto 7.4.4.5.1 limitazione compressione per prevenire l'instabilità (solo in Parete Debolmente Armata)
Prog. composta	Sigla per la progettazione composta

Per le verifiche degli elementi con progettazione "Singolo Elemento ..." e Progettazione Composta è presente una tabella con i simboli di seguito descritti:

Nodo	numero del nodo
Stato	codice di verifica dell'elemento <b>ok</b> o <b>NV</b>
x/d	rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile alla rottura della sezione (per sola flessione)
V N/M	Verifica delle sollecitazioni Normali (momento e sforzo normale)
Ver. rid	Rapporto Nd/Nu (Nu ottenuto con riduzione del 25% di fcd)
Af pr+	quantità di armatura richiesta in direzione principale relativa alla faccia positiva (estradosso piastre) (valore derivante da calcolo o minimo normativo)
Af pr-	quantità di armatura richiesta in direzione principale relativa alla faccia negativa (intradosso piastre) (valore derivante da calcolo o minimo normativo)
Af sec+	quantità di armatura richiesta in direzione secondaria relativa alla faccia positiva (estradosso piastre) (valore derivante da calcolo o minimo normativo)
Af sec-	quantità di armatura richiesta in direzione secondaria relativa alla faccia negativa (intradosso piastre) (valore derivante da calcolo o minimo normativo)
Nz No Nzo	Sforzi membranali per pareti e\o setti verticali
Mz Mo Mzo	Sforzi flessionali per pareti e\o setti verticali
Nx Ny Nxy	Sforzi membranali per gusci orizzontali
Mx My Mxy	Sforzi flessionali per gusci orizzontali

Nodo	numero del nodo
Stato	codice di verifica dell'elemento <b>ok</b> o <b>NV</b>
Max tau	Tensione tangenziale Massima
Ver V pr	Verifica a taglio nella direzione principale lato calcestruzzo
Ver V sec	Verifica a taglio nella direzione secondaria lato calcestruzzo
Af V pr	Armatura nella direzione principale
V pr-	Verifica dell'armatura nella direzione principale
Af V sec	Armatura nella direzione secondaria
V sec-	Verifica dell'armatura nella direzione secondaria

Per le verifiche degli elementi con progettazione "Parete Sismica o Parete Debolmente Armata", oltre alla tabella con le verifiche per gli elementi con progettazione "Singolo Elemento ...", è presente una tabella con i simboli di seguito descritti:

Quota	Ascissa verticale di riferimento
Af conf.	Numero e diametro armatura presente in una zona confinata
Af std	Diametro e passo armatura in zona non confinata (doppia maglia)
Af estremi	Diametro dei ferri di estremità del pannello; se posto uguale 0, viene utilizzato il diametro standard
Af V (ori)	Diametro e passo armatura orizzontale (doppia maglia)

Ver. N	Rapporto tra azione di calcolo e resistenza a compressione (normalizzato a 1 in quanto da confrontare con 40% in CDB e 35 % in CDA)
Ver. N/M	Rapporto tra azione di calcolo e resistenza a pressoflessione
Ver. V acc(7)	Rapporto tra azione di calcolo e resistenza a taglio-trazione per alfaS minore di 2 secondo paragrafo 7.4.4.5.1
Ver. V cls	Rapporto tra azione di calcolo e resistenza a taglio-compressione
Ver. V acc	Rapporto tra azione di calcolo e resistenza a taglio-trazione
Ver. V scorr.	Rapporto tra azione di calcolo e resistenza a taglio scorrimento
N add	Sforzo assiale di cui al punto 7.4.4.5.1 da sommare e sottrarre nelle verifiche quando q supera 2
N invil M invil	Inviluppo del Momento e Sforzo Normale come al punto 7.4.4.5.1 (informativo) (solo in Parete Sismica)

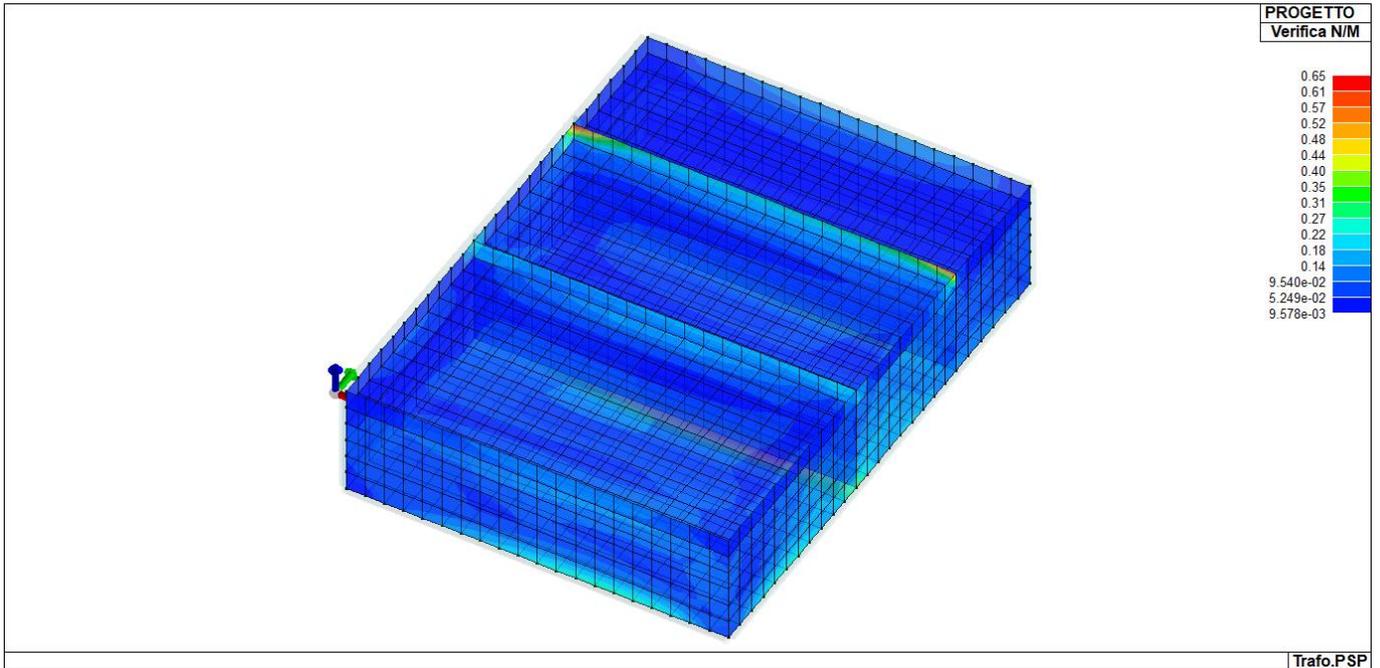
Quota	Ascissa verticale di riferimento
N v.N	Valore dello sforzo assiale per cui Ver. N attinge il massimo valore
N v.M/N, M v.M/N	Valore dello sforzo assiale e momento per cui Ver. N/M attinge il massimo valore
N v.M/N, M v.M/N Mo v.M/N	Valore dello sforzo assiale e dei momenti per cui Ver. N/M attinge il massimo valore (per le pareti estese debolmente armate)
N v.Vcls, V v.Vcls,	Valore dello sforzo assiale e taglio per cui Ver. V. cls attinge il massimo valore
N v.Vacc, M v.Vacc, V v.Vacc,	Valore dello sforzo assiale, momento e taglio per cui Ver. V. acc attinge il massimo valore
N v.Vscorr, M v.Vscorr, V v.Vscorr,	Valore dello sforzo assiale, momento e taglio per cui Ver. V. scorr.e
N v.N	Valore dello sforzo assiale per cui Ver. N attinge il massimo valore
N v.M/N, M v.M/N	Valore dello sforzo assiale e momento per cui Ver. N/M attinge il massimo valore
N v.M/N, M v.M/N Mo v.M/N	Valore dello sforzo assiale e dei momenti per cui Ver. N/M attinge il massimo valore (per le pareti estese debolmente armate)
N v.Vcls, V v.Vcls,	Valore dello sforzo assiale e taglio per cui Ver. V. cls attinge il massimo valore

Quota	Ascissa verticale di riferimento
CtgT Vcls	Valore di ctg(teta) adottato nella verifica V compressione cls
Vrsd Vcls	Valore della resistenza a taglio trazione (armatura di calcolo)
Vrcd Vcls	Valore della resistenza a taglio compressione
CtgT Vacc	Valore di ctg(teta) adottato nella verifica V trazione armatura
Vrsd Vacc	Valore della resistenza a taglio trazione (armatura presente)
Vrcd Vacc	Valore della resistenza a taglio compressione
Vdd	Valore del contributo alla resistenza allo scorrimento come da [7.4.20]
Vid	Valore del contributo alla resistenza allo scorrimento come da [7.4.21]
A s.i.	Somma delle aree di armature
Incli.	Angolo di inclinazione delle armature
Dist.	Distanza alla base tra le armature inclinate

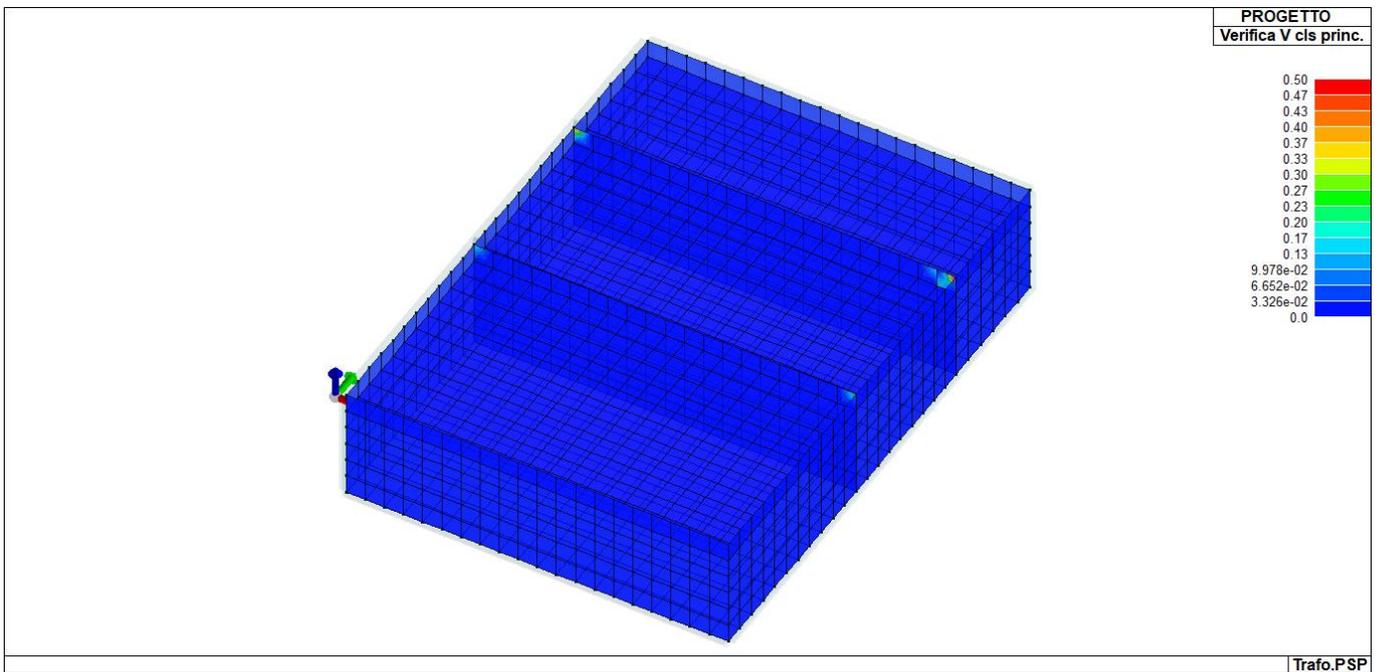
Quota	Ascissa verticale di riferimento
V[7.4.16]	Verifica a taglio-trazione dell'armatura dell'anima (7.4.16)
N M V	Sollecitazioni di calcolo della condizione più gravosa
Alfas	Rapporto di Taglio
Vrd,c	Resistenza a taglio degli elementi non armati
VRd,s	Resistenza a taglio nei confronti dello scorrimento
V[7.4.17]	Verifica a taglio-trazione dell'armatura dell'anima (7.4.17)
roH	Rapporto tra l'armatura orizzontale e l'area della sezione relativa di calcestruzzo
roV	Rapporto tra l'armatura verticale e l'area della sezione relativa di calcestruzzo
roN	Sforzo normale adimensionalizzato Ned/(bw fyd)

Per la verifica a *Punzonamento* è presente una tabella con i simboli di seguito descritti:

Nodo	numero del nodo
Stato	codice di verifica dell'elemento <b>ok</b> o <b>NV</b>
V. 6.47	Fattore di sicurezza per la verifica per piastre prive di armature a taglio lungo il perimetro resistente U1
V. 6.53	Fattore di sicurezza per la verifica per piastre prive di armature a taglio lungo il perimetro del pilastro U0
Beta	Fattore di incremento dovuto ai momenti flettenti
f. a fon	fattore di amplificazione per le fondazioni (solo per gusci di fondazione)
f. Uout	fattore di amplificazione dell'altezza utile per individuare il perimetro di verifica lungo il quale l'armatura a taglio non è richiesta
Aw tot	Quantitativo di armatura per la verifica di piastre munite di armatura (formula 6.52 dell'EC2)
Asw,min	Quantitativo minimo di armatura previsto dai dettagli costruttivi (formula 9.11 dell'EC2)
n. x serie	Numero di serie di armature
n.ser 0(R)	Numero di braccia delle armature in direzione 0 (o numero di braccia radiale)
n.ser 90	Numero di braccia delle armature in direzione 90 (solo se armatura cruciforme)
Rif. cmb	Riferimento combinazioni da cui si generano le verifiche più gravose



Verifiche elementi shell N/M



---

## 7. FONDAZIONI APPARECCHIATURE AT

Le fondazioni per le apparecchiature AT riguardano:

- Interruttori
- Sezionatori
- Trasformatori di corrente TA
- Trasformatori di tensione TV
- Scaricatori di sovratensione
- Isolatori
- Portali sbarre e i portali di amarro linea

Queste saranno realizzate nel rispetto del “Progetto Unificato” TERNA, e saranno della tipologia in c.a. gettato in opera.

La progettazione farà riferimento alle condizioni di massima sollecitazione (secondo le norme CEI 11-4 e NTC 2018) ed alla presenza di sforzi elettrodinamici in regime di corto circuito.

Vengono presi in considerazione i pesi delle apparecchiature, nonché gli incrementi dinamici degli stessi in regime di cortocircuito.

Si terrà conto dell’effettiva configurazione risultante dai disegni costruttivi e delle modalità di ancoraggio delle carpenterie di sostegno delle apparecchiature.

Le strutture elettromeccaniche sono connesse alle strutture di fondazione in c.a. per mezzo di tirafondi in acciaio zincato, i quali consentono la regolazione in altezza delle piastre di base (queste ultime non a diretto contatto con il cls).

Le fondazioni delle strutture portanti del sistema AT dovranno rispettare le verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio e le verifiche di durabilità.

La stabilità delle fondazioni superficiali sarà verificata rispetto al collasso per slittamento ed a quello per rottura generale.

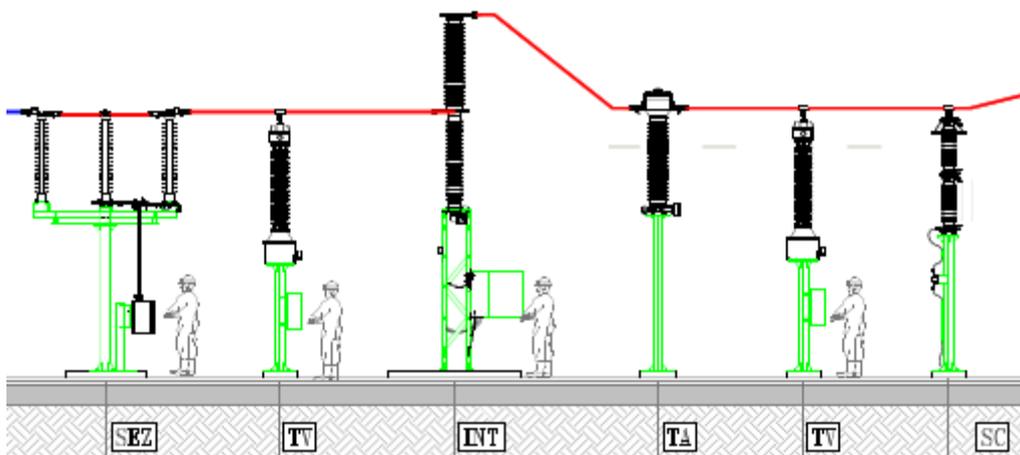


Figura 5\_vista sezione elettromeccanica Apparecchiature AT

## 7.1 Fondazione per sezionatore orizzontale

La fondazione per il sezionatore tripolare di linea con lame di terra ha una superficie in pianta pari a 4.90 x 1.50 m. Per favorire il collegamento con le strutture di supporto in acciaio sono stati definiti tre elementi di cemento armato di dimensioni pari a 0.70 x 0.5 m, dove due vengono disposti lungo la linea d'asse della fondazione ad interasse pari a 1.70 m dal centro in entrambi i lati, mentre il terzo è posizionato al centro, ma con una eccentricità rispetto ai centri di 0.45 m. I carichi utilizzati per il calcolo della fondazione agenti sui due elementi laterali sono stati determinati sulla base dell'esperienza di casi simili già realizzati; in fase esecutiva le analisi dovranno tener conto delle attrezzature che effettivamente saranno installate, variabili a seconda del fornitore delle stesse.

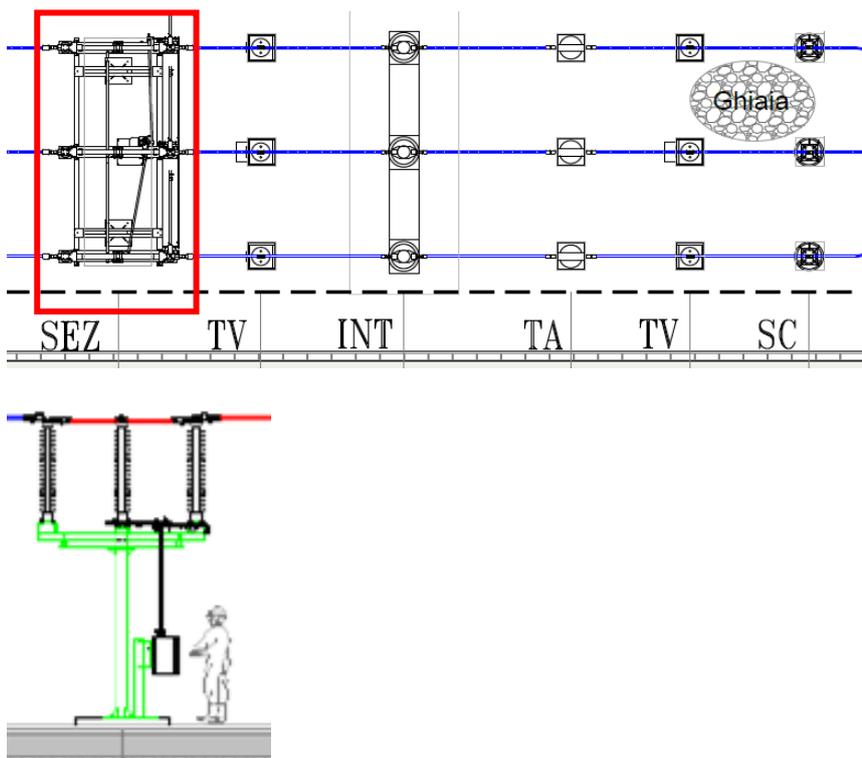


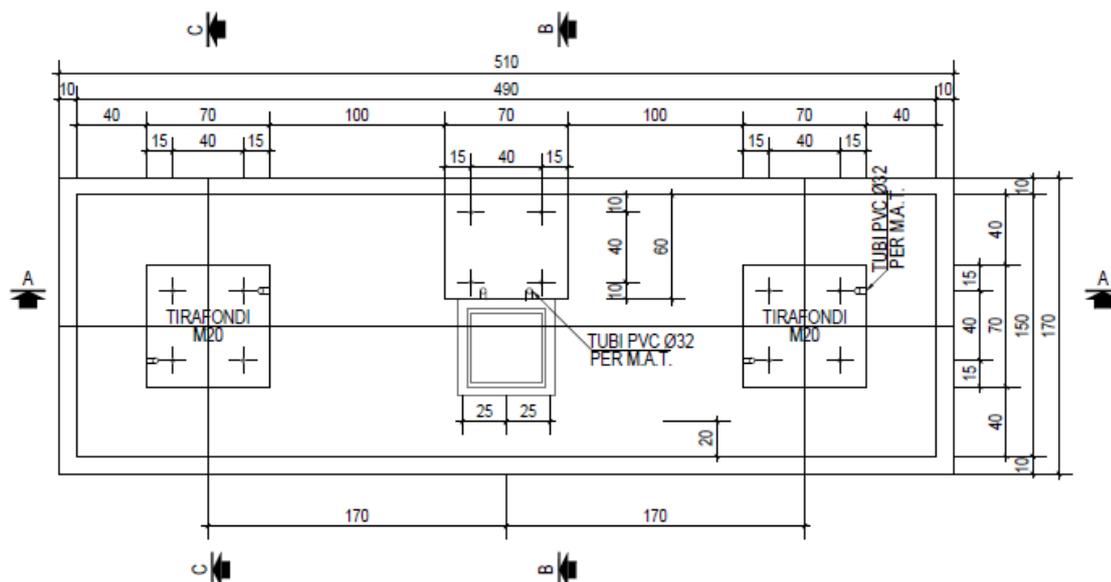
Figura 6\_Tipico sezionatore tripolare – vista prospettica e planimetrica

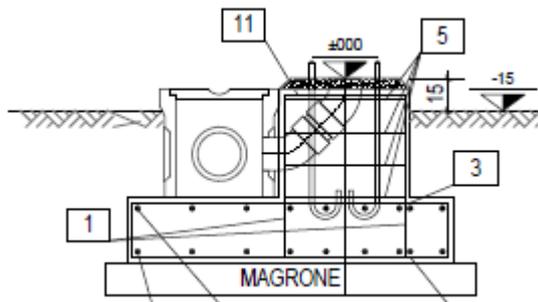
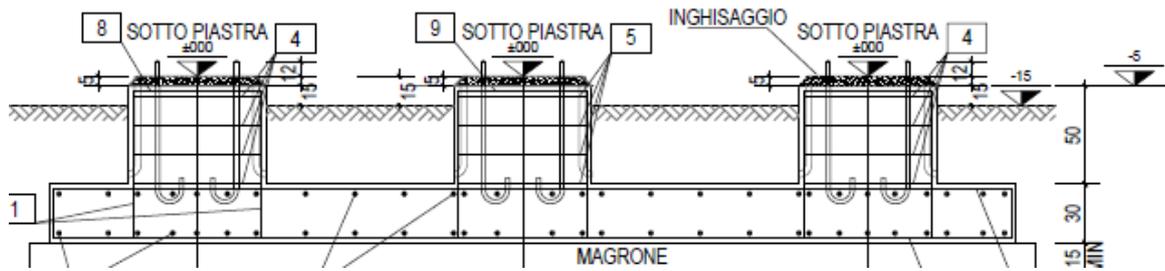
Il supporto è costituito da due gambe in tubolare completo di piastra alla base ed in testa ove, per ogni gamba, sono fissate due travi in UPN 100x50 alle quali, alle due estremità, è fissata una struttura a trave in profilato HEB 100 per il fissaggio della apparecchiatura, con relative nervature come di seguito definito. Sulla testa del supporto, sui profilati HEB é installato il Sezionatore tripolare di Linea con Lame di Terra.

TIPO SUPPORTO	ST3
DATI DIMENSIONALI:	
▪ Numero di gambe	n° = 2
▪ Distanza tra le gambe	d = 340 cm
▪ Altezza	h = 250 cm
▪ Profilo:	
tubolare metallico cavo	: S275J0H
diámetro esterno	ND = 219,1 mm
spessore pareti	t = 6,3 mm
area della sezione	A = 42.10 cm <sup>2</sup>
modulo di resistenza elastico	W <sub>el</sub> = 218 cm <sup>3</sup>
modulo di resistenza plastico	W <sub>pl</sub> = 285 cm <sup>3</sup>
momento di inerzia	I = 2386 cm <sup>4</sup>
momento di inerzia di torsione	I <sub>t</sub> = 4722 cm <sup>4</sup>
raggio d'inerzia	i = 7,53 cm
▪ Piastre e nervature	: S275JR
▪ Peso del supporto compreso UPN 100 e HEB 100	DW = 650 daN
▪ Superf. esposta al vento X tubolare W <sub>s3</sub> =0,219 x 2,36	= 0,52 m <sup>2</sup>
▪ Superf. esposta al vento X UPN W <sub>s2.1</sub> =0,10 x 1,85	= 0,185 m <sup>2</sup>
▪ Superf. esposta al vento Y HEB W <sub>s2.2</sub> =0,10 x 5	= 0,5 m <sup>2</sup>
▪ Conduttore di fase in corda di alluminio crudo (n° x φ)	= 1 x 36 mm
▪ Lunghezza lineare del conduttore di fase in testa all'apparecchio	= 2,5 m
▪ Altezza conduttore dalla testa dell'apparecchiatura	= 0,10 m

Il dimensionamento delle fondazioni nasce dal peso dell'apparecchiatura che vi andrà ad essere installata.

Peso totale delle apparecchiature (per tre linee) 1200 daN





I tipici dimensionali proposti risultano verificati in termini di tensioni di lavoro nei materiali strutturali.

## 7.2 Fondazione per interruttore tripolare

La fondazione per l'interruttore tripolare ha una superficie in pianta pari a 6.20 x 1.60 m.

È costituita da una piastra di fondazione sulla quale sono impostati i tre elementi di cemento armato di dimensioni pari a 0.8 x 0.8 m, disposti lungo la linea d'asse della fondazione ad interasse pari a 2.20 m dal centro in entrambi i lati.

I carichi utilizzati per il calcolo della fondazione agenti sui due elementi laterali sono stati determinati sulla base dell'esperienza di casi simili già realizzati; in fase esecutiva le analisi dovranno tener conto delle attrezzature che effettivamente saranno installate, variabili a seconda del fornitore delle stesse.

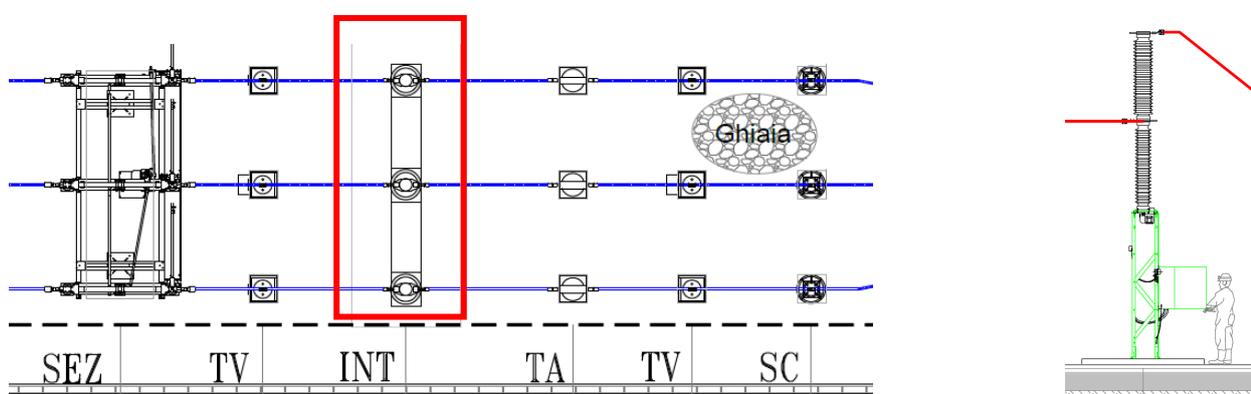


Figura 7\_Tipico interruttore tripolare – vista prospettica e planimetrica

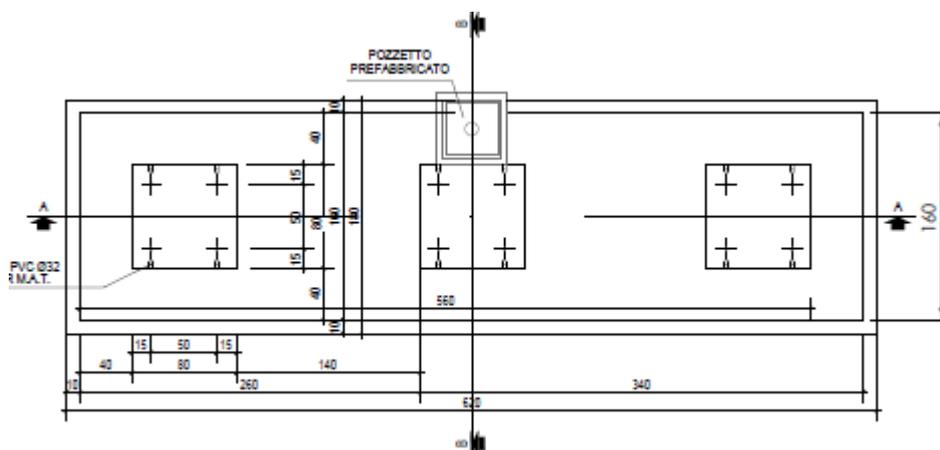
Il dimensionamento delle fondazioni nasce dal peso dell'apparecchiatura che vi andrà ad essere installata.

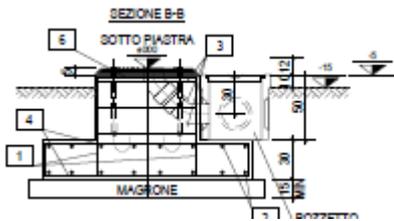
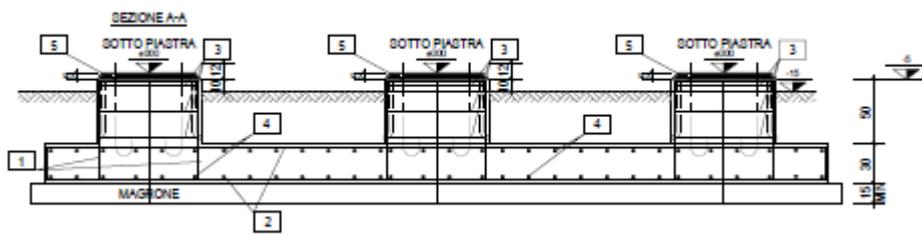
Peso dell'apparecchiatura (totale, incluso il sostegno tralicciato) 1.950 daN

Azione dinamica per manovre:

Verticale 800 daN

Orizzontale 200 daN





### 7.3 Fondazioni unipolari per Trasformatore di Tensione TV

La fondazione per il TV ha una superficie in pianta pari a 1.60 x 1.60 m.

È costituita da una piastra di fondazione sulla quale è impostato l'elemento in cemento armato di dimensioni pari a 0.7 x 0.7 m, disposti lungo la linea d'asse della fondazione.

I carichi utilizzati per il calcolo della fondazione sono stati determinati sulla base dell'esperienza di casi simili già realizzati; in fase esecutiva le analisi dovranno tener conto delle attrezzature che effettivamente saranno installate, variabili a seconda del fornitore delle stesse.

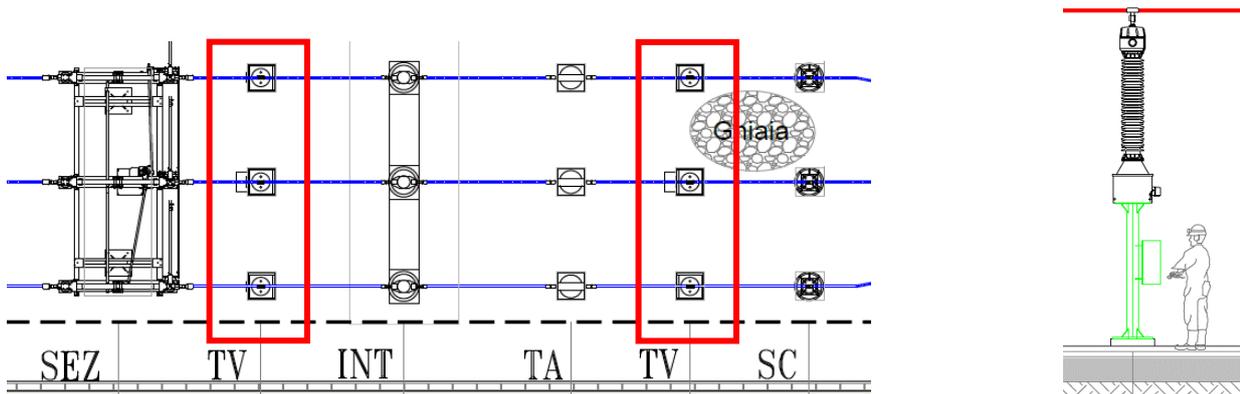


Figura 8\_Tipico Trasformatore di tensione – vista prospettica e planimetrica

Il supporto è costituito da un tubolare completo di piastra alla base ed in testa per il fissaggio della apparecchiatura, con

relative nervature come di seguito definito. Sulla testa del supporto é installato il Trasformatore di Tensione Induttivo.

TIPO SUPPORTO ST2

DATI DIMENSIONALI:

- Numero di gambe  $n^\circ = 1$
- Distanza tra le gambe  $d = NA$  cm
- Altezza  $h = 258,5$  cm
- Profilo:  
tubolare metallico cavo : S275J0H  
diametro esterno  $ND = 168,3$  mm  
spessore pareti  $t = 6,3$  mm  
area della sezione  $A = 32.10$  cm<sup>2</sup>  
modulo di resistenza elastico  $Wel = 125$  cm<sup>3</sup>  
modulo di resistenza plastico  $Wpl = 165$  cm<sup>3</sup>  
momento di inerzia  $I = 1053$  cm<sup>4</sup>

momento di inerzia di torsione  $I_t = 2107 \text{ cm}^4$

raggio d'inerzia  $i = 5,73 \text{ cm}$

□ Piastre e nervature : S275JR

□ Peso del supporto DW = 180 daN

□ Superficie esposta al vento  $W_s = 0,1683 \times 2,585 = 0,44 \text{ m}^2$

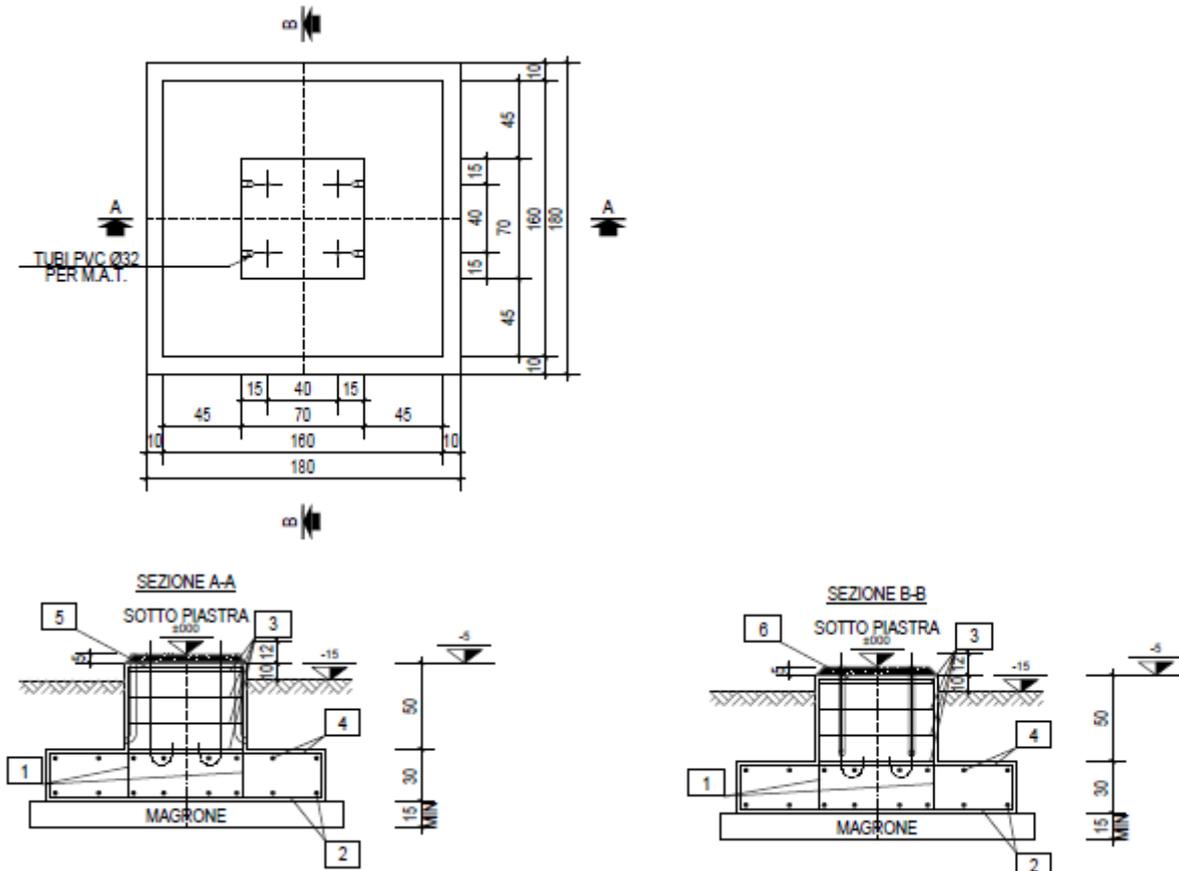
□ Conduttore di fase in corda di alluminio crudo ( $n^\circ \times \phi$ ) =  $1 \times 36 \text{ mm}$

Lunghezza lineare del conduttore di fase in testa all'apparecchio = 2,5 m

□ Altezza conduttore dalla testa dell'apparecchiatura = 0,10 m

Il dimensionamento delle fondazioni nasce dal peso dell'apparecchiatura che vi andrà ad essere installata.

Peso dell'apparecchiatura (totale per le tre linee) 150 kV – 630 daN



## 7.4 Fondazioni unipolari per Trasformatore di Corrente TA

La fondazione per il TA ha una superficie in pianta pari a 1.50 x 3.00 m.

È costituita da una piastra di fondazione sulla quale sono impostati gli elementi in cemento armato di dimensioni pari a 0.7 x 0.7 m, disposti lungo la linea d'asse della fondazione.

I carichi utilizzati per il calcolo della fondazione sono stati determinati sulla base dell'esperienza di casi simili già realizzati; in fase esecutiva le analisi dovranno tener conto delle attrezzature che effettivamente saranno installate, variabili a seconda del fornitore delle stesse.

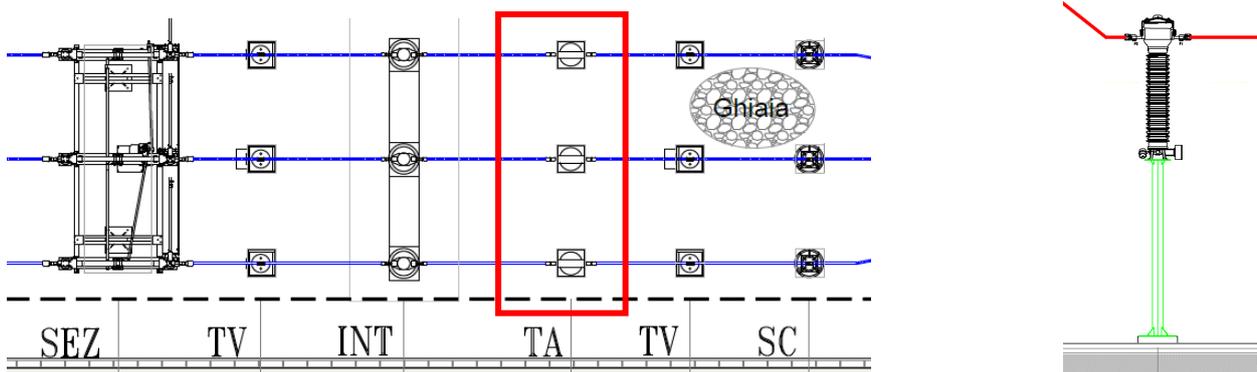


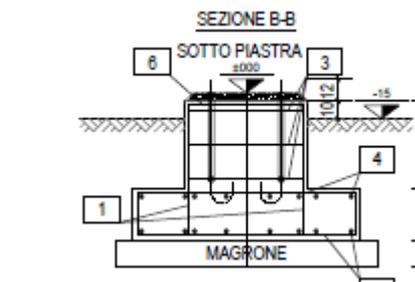
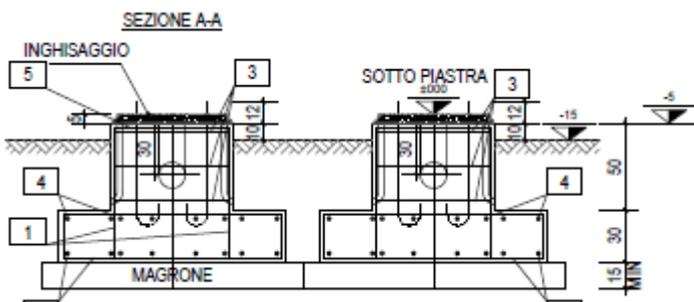
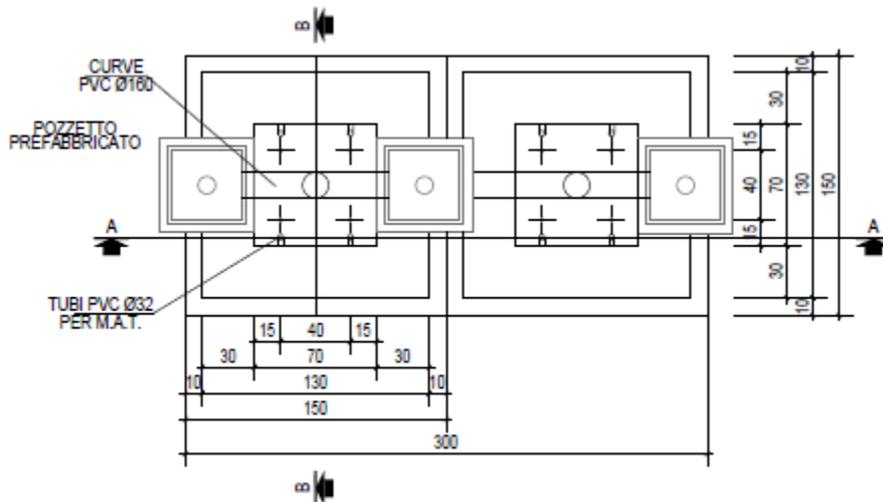
Figura 9\_Tipico trasformatore di corrente – vista prospettica e planimetrica

Il supporto del trasformatore di corrente è costituito da un tubolare completo di piastra alla base ed in testa per il fissaggio della apparecchiatura, con relative nervature come di seguito definito. Sulla testa del supporto è installato il Trasformatore di Corrente.

TIPO SUPPORTO	ST4	
DATI DIMENSIONALI:		
▪ Numero di gambe	n°	= 1
▪ Distanza tra le gambe	d	= NA cm
▪ Altezza	h	= 260 cm
▪ Profilo:		
tubolare metallico cavo		: S275J0H
diametro esterno	ND	= 168,3 mm
spessore pareti	t	= 6,3 mm
area della sezione	A	= 32.10 cm <sup>2</sup>
modulo di resistenza elastico	W <sub>el</sub>	= 125 cm <sup>3</sup>
modulo di resistenza plastico	W <sub>pl</sub>	= 165 cm <sup>3</sup>
momento di inerzia	I	= 1053 cm <sup>4</sup>
momento di inerzia di torsione	I <sub>t</sub>	= 2107 cm <sup>4</sup>
raggio d'inerzia	i	= 5,73 cm
▪ Piastre e nervature		: S275JR
▪ Peso del supporto	DW	= 180 daN
▪ Superficie esposta al vento W <sub>s</sub> =0,1683 x 2,6		= 0,44 m <sup>2</sup>
▪ Conduttore di fase in corda di alluminio crudo (n° x φ)		= 1 x 36 mm
▪ Lunghezza lineare del conduttore di fase in testa all'apparecchio		= 2,5 m
▪ Altezza conduttore dalla testa dell'apparecchiatura		= 0,10 m

Il dimensionamento delle fondazioni nasce dal peso dell'apparecchiatura che vi andrà ad essere installata.

Peso dell'apparecchiatura (totale per le tre linee) 150 kV 300 daN



## 7.5 Fondazioni unipolari per Scaricatori

La fondazione per lo scaricatore di sovratensione ha una superficie in pianta pari a 1.60 x 1.60 m.

È costituita da una piastra di fondazione sulla quale è impostato l'elemento in cemento armato di dimensioni pari a 0.7 x 0.7 m, disposti lungo la linea d'asse della fondazione.

I carichi utilizzati per il calcolo della fondazione sono stati determinati sulla base dell'esperienza di casi simili già realizzati; in fase esecutiva le analisi dovranno tener conto delle attrezzature che effettivamente saranno installate, variabili a seconda del fornitore delle stesse.

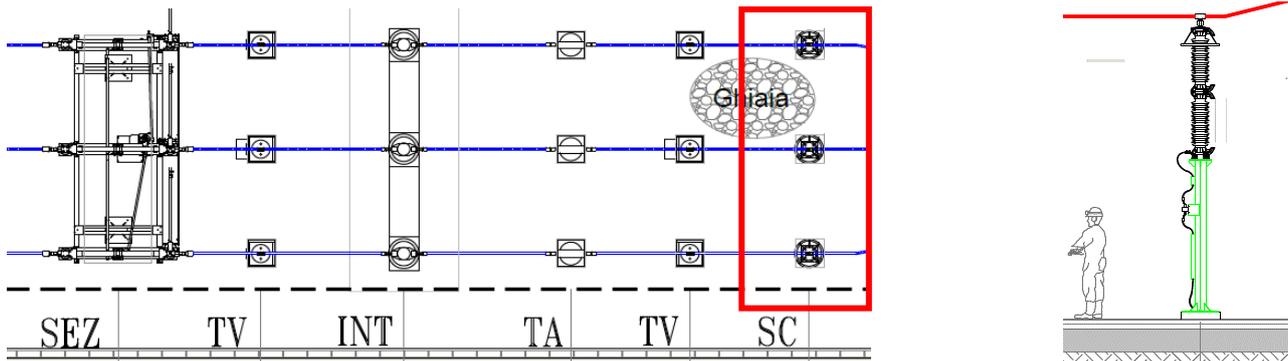


Figura 10\_Tipico scaricatore di sovratensione – vista prospettica e planimetrica

Il supporto dello Scaricatore di Sovratensione è costituito da un tubolare completo di piastra alla base ed in testa ove è fissata una struttura a trave in profilati UPN 100x50 per il fissaggio delle apparecchiature, con relative nervature come di seguito definito. Sulla testa del supporto, ai due estremi della trave sono installati a 1m dal centro linea del sostegno il Terminale Cavo e a 1,025m lo Scaricatore di Sovratensione.

TIPO SUPPORTO ST1

DATI DIMENSIONALI:

<input type="checkbox"/> Numero di gambe $n^\circ = 1$	
<input type="checkbox"/> Distanza tra le gambe $d = NA$ cm	
<input type="checkbox"/> Altezza $h = 233$ cm	
<input type="checkbox"/> Profilo:	
tubolare metallico cavo:	S275J0H
diametro esterno	ND = 168,3 mm
spessore pareti	$t = 6,3$ mm
area della sezione	$A = 32.10$ cm <sup>2</sup>
modulo di resistenza elastico	$W_{el} = 125$ cm <sup>3</sup>
modulo di resistenza plastico	$W_{pl} = 165$ cm <sup>3</sup>
momento di inerzia	$I = 1053$ cm <sup>4</sup>
momento di inerzia di torsione	$I_t = 2107$ cm <sup>4</sup>

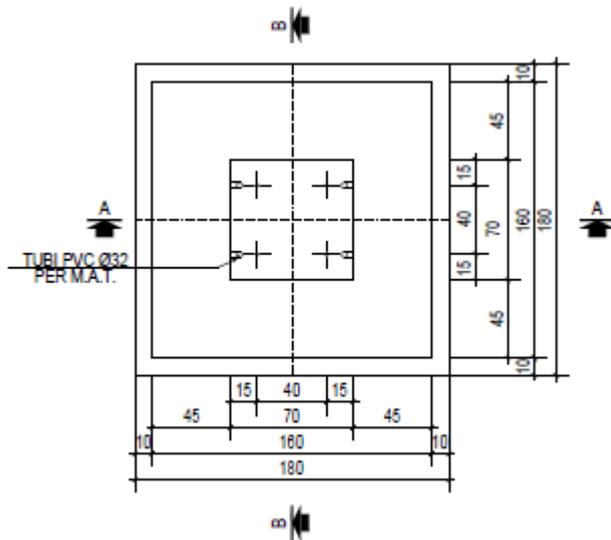
raggio d'inerzia

$i$  5,73 cm

- Piastre e nervature: S275JR
- Peso del supporto compreso la trave UPN 100 DW = 340 daN
- Superf. esposta al vento X tubolare  $Ws1=0,1683 \times 2,33 = 0,39 \text{ m}^2$
- Superf. esposta al vento X UPN  $Ws1.1=0,10 \times 2,50 = 0,25 \text{ m}^2$
- Conduttore di fase in corda di alluminio crudo ( $n^\circ \times \phi$ ) =  $1 \times 36 \text{ mm}$

Il dimensionamento delle fondazioni nasce dal peso dell'apparecchiatura che vi andrà ad essere installata.

Peso totale delle apparecchiature (totale per le tre linee) 150 kV      150 daN



## 7.6 Fondazioni per sistema sbarre

Il sistema sbarre è sorretto da una serie di sostegni metallici, posti ad interasse di 10-11mt, ognuno dei quali fondato su un plinto in c.a. di dimensioni pari a 0.7 x 0.7 m

I carichi utilizzati per il calcolo della fondazione sono stati determinati sulla base dell'esperienza di casi simili già realizzati; in fase esecutiva le analisi dovranno tener conto delle attrezzature che effettivamente saranno installate, variabili a seconda del fornitore delle stesse.

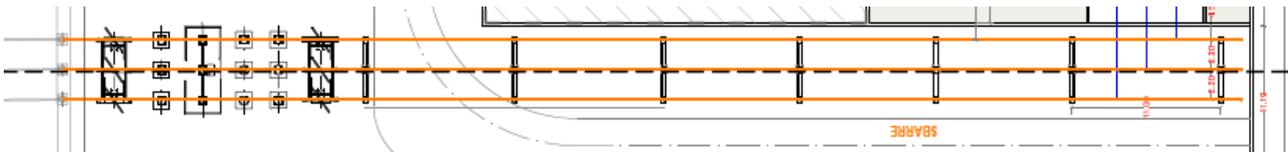


Figura 11\_vista planimetrica Sistema sbarre

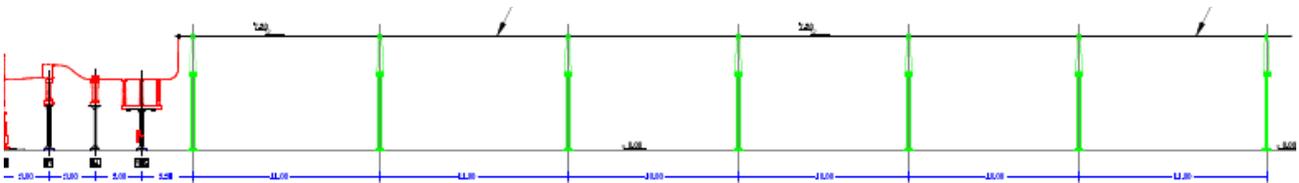


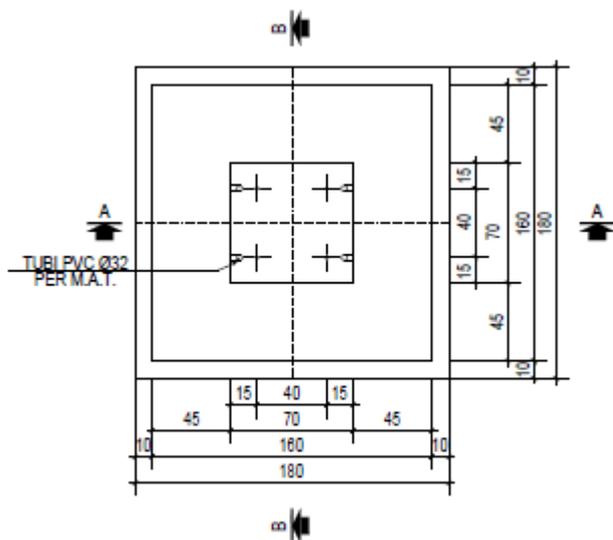
Figura 12\_vista prospettica Sistema sbarre

Peso dell'apparecchiatura (una apparecchiatura per ogni sostegno) 150 kV 60 daN

Peso conduttori 150 kV

- conduttore in corda in alluminio o 36 mm 2,12 daN/m
- conduttore in tubo in alluminio o 100/86 mm 5,52 daN/m

Il tipico unificato Terna di seguito ipotizzato soddisfa i requisiti in termini di tensioni di lavoro dei materiali strutturali.





## 7.7 Muro tagliafiamma

Il muro tagliafiamma è un elemento di prevenzione da potenziali eventi di incendio del Trafo.

La struttura rappresenta un muro antincendio, il quale, ha una altezza fuori terra pari a 6,00 m e di altezza totale di 6,50 m con spessore pari a 0,50 m; la fondazione trasversalmente è pari a 4,00 m avente spessore di 0,45 m il cui piano di posa (tralasciando il terreno vegetale del primo strato) sarà 0,95 m dal piano campagna.

Le verifiche sono state condotte considerando una porzione di un metro lineare di sviluppo del muro.

I carichi utilizzati per il calcolo della struttura sono limitati al peso proprio della struttura, incrementata della componente inerziale nei riguardi dell'azione sismica, e del vento, come più avanti descritto; Tali considerazioni sono suffragate dall'esperienza di casi simili già realizzati.

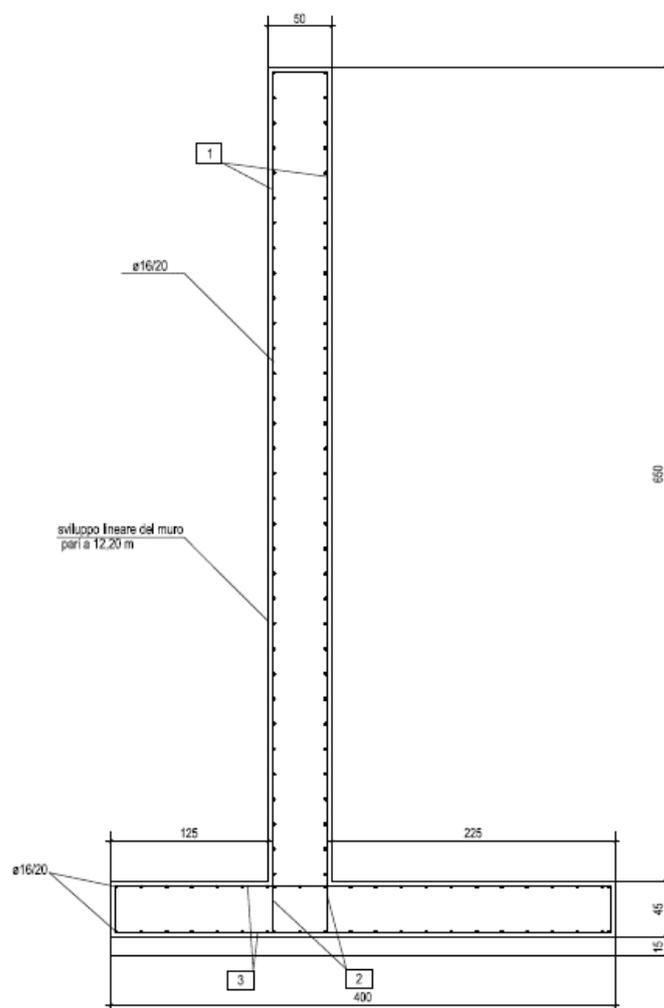
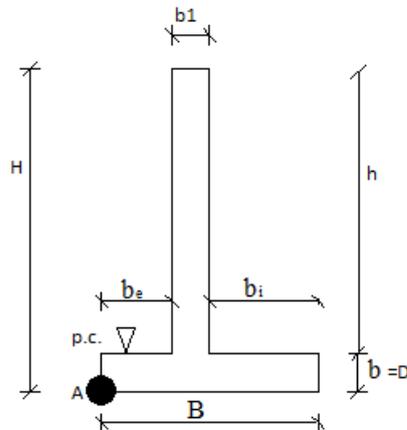


Figura 12\_sezione muro parafiamma

### 7.7.1 Verifica a ribaltamento

Schematizzando il muro oggetto della seguente relazione come segue:



Si sono ottenute le dimensioni seguenti:

$$b_e = 0,5 \text{ m}$$

$$b_i = 0,5 \text{ m}$$

$$B = 1,20 \text{ m}$$

$$h = 2,00 \text{ m}$$

$$b_1 = 0,2 \text{ m}$$

$$b = D = 0,30 \text{ m}$$

Valutando i carichi che agiscono si è ottenuto:

$$W_{muro} = W_1 + W_2 = \gamma_{cls} \cdot B \cdot b + \gamma_{cls} \cdot h \cdot b_1 = 25 \cdot 1,20 \cdot 0,3 + 25 \cdot 2,00 \cdot 0,20 = 9 + 10 = 19 \left[ \frac{kN}{m} \right]$$

$$VENTO = 0,745 \left[ \frac{kN}{m^2} \right] \text{ (Calcolato come riportato nel paragrafo 7.4)}$$

Si è, dunque, proceduto a calcolare il momento delle forze stabilizzanti considerando la rotazione intorno al punto A:

$$M_{stab.} = \sum_i w_i \cdot d_i = 9 \cdot 0,6 + 10 \cdot 0,6 = 5,4 + 6 = 11,4 \text{ kNm}$$

Il momento ribaltante è dato dall'azione del vento su metro lineare considerata applicata in mezz'aria del muro:

$$M_{rib.} = VENTO \cdot d_i = (0,745 \cdot 2) \cdot 1,30 = 1,49 \cdot 1,30 = 1,937 \text{ kNm}$$

$$\eta_{rib.} = \frac{M_{stab.}}{M_{rib.}} = \frac{11,4}{1,937} = 5,88$$

$> 1,5$  valore minimo del coefficiente di sicurezza dato dalla normativa.

La verifica a ribaltamento risulta SODDISFATTA

---

## 8. CONCLUSIONI

I risultati numerici derivanti dall'analisi delle strutture, condotte in campo lineare, attribuendo i carichi gravitazionali e sismici da normativa, hanno mostrato ampi margini di sicurezza.

Alla luce della caratterizzazione geologica del sottosuolo, e come più ampiamente argomentato nella relazione geotecnica, si può asseverare che le strutture non influenzano significativamente il volume di sedime sul quale andranno ad insistere.

Per tali motivi si può asserire che le opere strutturali descritte nel presente documento posseggono requisiti di sicurezza tali da assicurarne la realizzabilità.