

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato denominato “Carpi_1” di potenza pari a 20,43 MWp nel Comune di Carpi (MO) e opere connesse alla RTN

Relazione geotecnica preliminare

14/12/2023	00	Emissione per autorizzazione	F. Nencetti	O. Retini	F. Nencetti
Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Logo Committente e Denominazione Commerciale  Iren Green Generation Tech s.r.l.			ID Documento Committente H16_FV_BCR_00045		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale 			ID Documento Appaltatore -		

Sommario

1	Premessa.....	3
1.1	Generalità.....	3
1.2	Descrizione del progetto	3
1.3	Parametri di calcolo	9
1.3.1	Parametri delle strutture	9
1.3.2	Azioni di neve e vento	9
1.3.3	Azione sismica	14
1.3.4	Calcolo fattore di comportamento.....	16
1.4	Parametri geotecnici: indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo del terreno	19
1.4.1	Parametri geotecnici caratteristici	19
1.4.2	Combinazione di calcolo.....	20
1.4.3	Parametri geotecnici di progetto	21
1.4.4	Modellazione del terreno	21
1.5	Manufatto 1 – struttura portamoduli	23
	posizione “A” con moduli paralleli al terreno	23
1.5.1	Modellazione.....	23
1.5.2	Reazioni vincolari al piede della struttura.....	24
1.5.3	Verifica lunghezza di infissione palo.....	25
1.6	Manufatto 1 – struttura portamoduli	28
	posizione “B” con moduli inclinati rispetto al terreno.....	28
1.6.1	Modellazione.....	28
1.6.2	Reazioni vincolari al piede della struttura.....	29
1.6.3	Verifica lunghezza di infissione palo.....	30
1.7	Manufatto 2 – cabina di raccolta.....	33
1.7.1	Modellazione.....	34
1.7.2	Casi di carico.....	34
1.7.3	Combinazioni di carico	44
1.7.4	Sintesi delle verifiche geotecniche.....	45
1.7.5	Sintesi grafica dei risultati.....	46
1.8	Conclusioni	48

	ID Documento Committente H16_FV_BCR_00045	Pagina 3 / 48
		Numero Revisione
		00

1 Premessa

1.1 Generalità

La presente relazione geotecnica preliminare di calcolo, riguarda gli aspetti geotecnici dell'area di progetto e delle fondazioni dei manufatti civili da installare durante la realizzazione del nuovo impianto nell'ambito del "Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato denominato "Carpi_1" di potenza pari a 20,43 MWp nel Comune di Carpi (MO) e opere connesse alla RTN", che la Società Iren Green Generation Tech s.r.l. (da qui anche indicata come IGGT s.r.l.) prevede di realizzare nel territorio del Comune di Carpi, Provincia di Modena, Regione Emilia Romagna.

I contenuti della presente relazione dovranno essere rivalutati in fase di progettazione esecutiva.

1.2 Descrizione del progetto

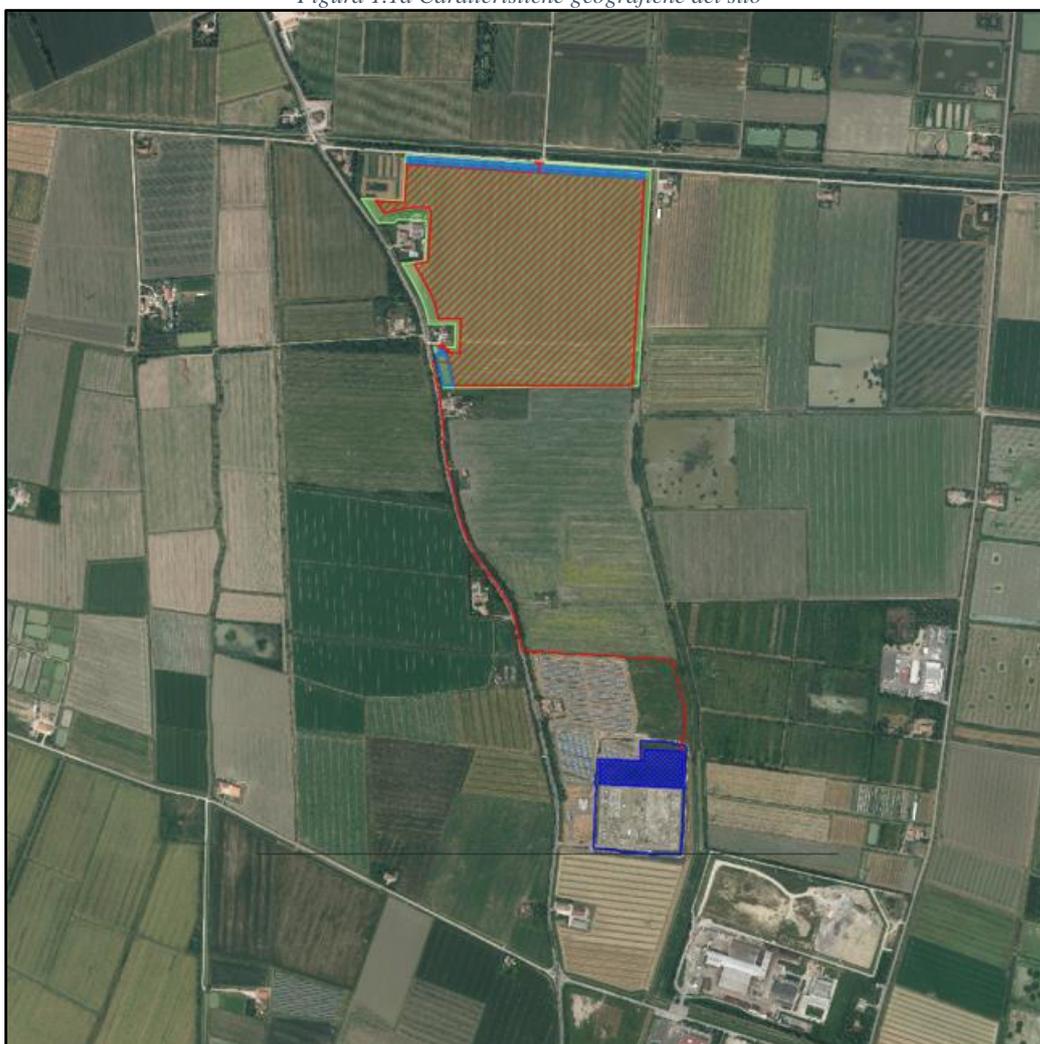
L'impianto Agrivoltaico occupa una superficie complessiva di circa 30,55 ha ed è costituito da 32.956 pannelli fotovoltaici della potenza di 620 W cad. montati su strutture ad inseguimento di tipo monoassiale e da 6 cabine di campo. All'interno di ciascuna cabina di campo è presente l'inverter ed il trasformatore BT/AT oltre ad ulteriori apparecchiature elettriche.

L'energia elettrica prodotta dall'Impianto sarà immessa nella rete elettrica nazionale (RTN) mediante un nuovo cavo interrato in Alta Tensione AT a 36 kV, di lunghezza circa 1,6 km, che collegherà la cabina di raccolta (interna all'impianto Carpi_1) con la sezione a 36kV dell'ampliamento della stazione elettrica (SE) 380/132 kV denominata "Carpi Fossoli" oggetto anch'esso del presente Studio.

L'installazione dei moduli fotovoltaici sarà effettuata per mezzo di apposite strutture a "inseguimento solare" (c.d. "tracker" o "inseguitori"), monoassiali, fissate al terreno mediante pali infissi. È previsto l'impiego di due tipologie di tracker: una da 28 moduli fotovoltaici e l'altra da 14. In entrambe le tipologie i moduli saranno disposti in una fila in posizione "portrait". Questo tipo di strutture sono dotate di attuatori per la movimentazione.

Le fila dei tracker sono poste ad una distanza di 5.50 m (11 m in presenza di scoline) in modo da limitare il fenomeno di ombreggiamento del fotovoltaico e da garantire il passaggio in sicurezza dei mezzi agricoli.

Figura 1.1a Caratteristiche geografiche del sito



LEGENDA

 AREA NELLA DISPONIBILITÀ DI IREN

INTERVENTI IN PROGETTO

 AREA IMPIANTO AGRIVOLTAICO

 VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO

 VASCHE DI LAMINAZIONE

OPERE DI CONNESSIONE ELETTRICA

 CAVO INTERRATO AT 36 kV DI COLLEGAMENTO TRA L'IMPIANTO AGRIVOLTAICO E LA STAZIONE ELETTRICA "CARPI FOSSOLI"

 AMPLIAMENTO STAZIONE ELETTRICA RTN 380/132 kV "CARPI FOSSOLI"

 STAZIONE ELETTRICA RTN 380/132 kV "CARPI FOSSOLI", CONFINE ESISTENTE

Le opere previste da progetto consistono in:

- **MANUFATTO 1 - STRUTTURE PORTAMODULI**

Strutture in acciaio, costituite da supporti verticali infissi nel terreno, realizzati in profilati metallici formati a freddo del tipo a C UNI EN 10219 150X100x35 sp. 3 mm, e profilati metallici rettangolari atti a sorreggere i pannelli fotovoltaici.

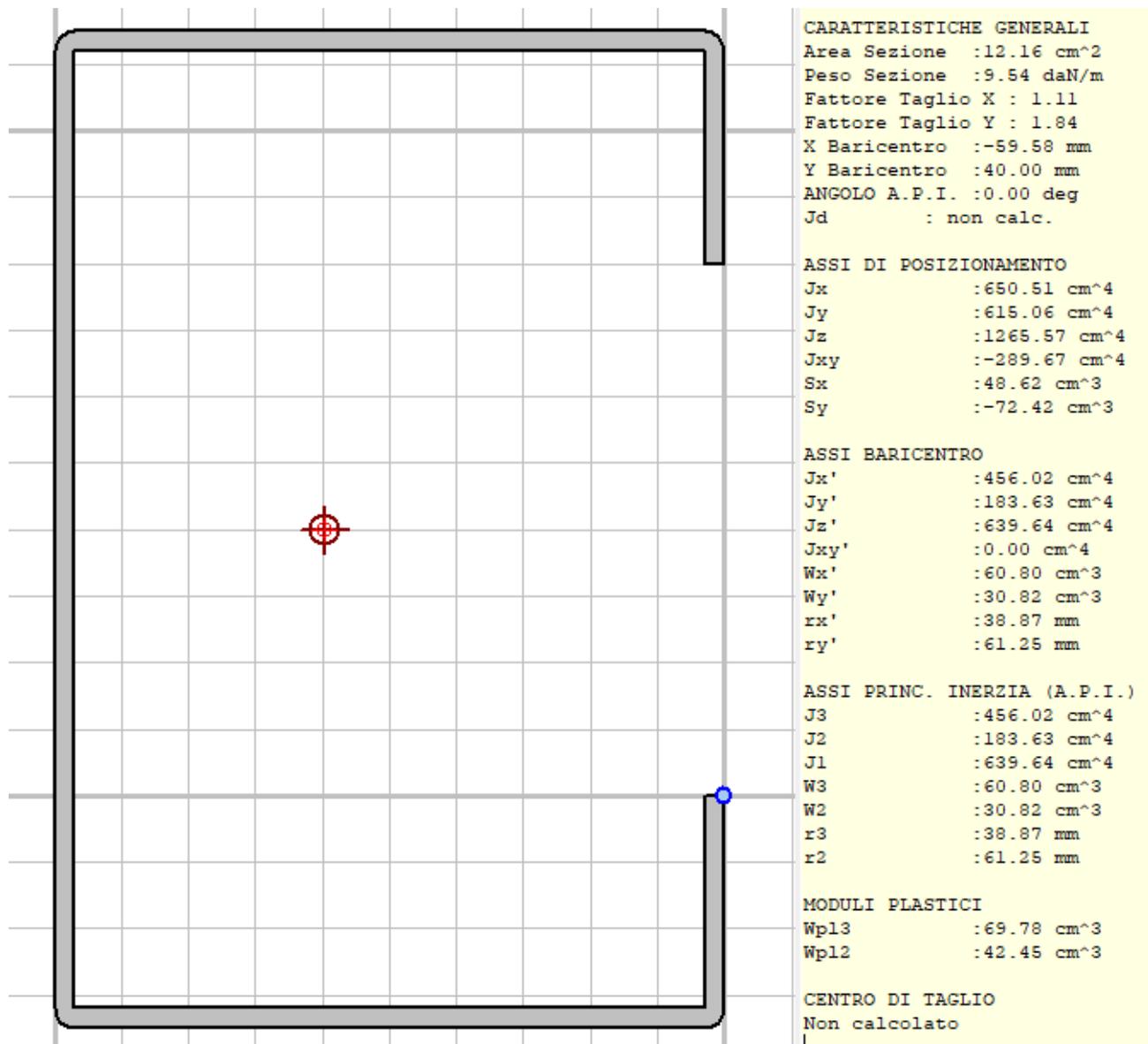


Figura 1 – caratteristiche geometriche e inerziali del profilato metallico costituente i supporti verticali

Tale struttura può essere regolata ed assumere due diverse posizioni, come si evince dalle immagini di seguito riportate.

Figura 2 - posizione "A"

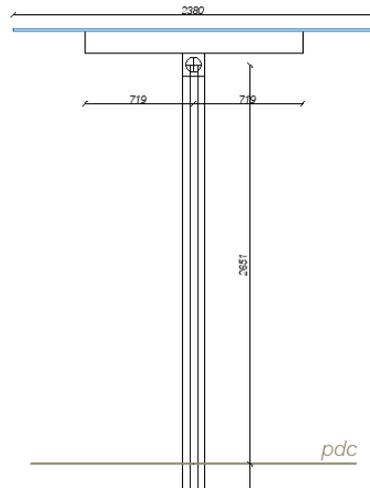
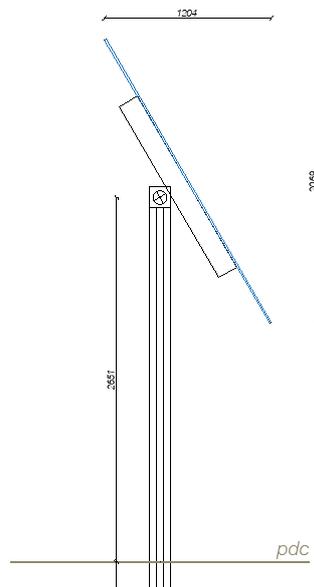


Figura 3- posizione "B"



Nel progetto in esame le strutture portamoduli sono presenti in due configurazioni:

- Configurazione 14 moduli;
- Configurazione 28 moduli.

Le verifiche saranno condotte nella sola configurazione a 28 moduli, ritenuta più significativa dal punto di vista statico e sismico, ed estese alla configurazione da 14 moduli.

• MANUFATTO 2 – CABINA DI RACCOLTA

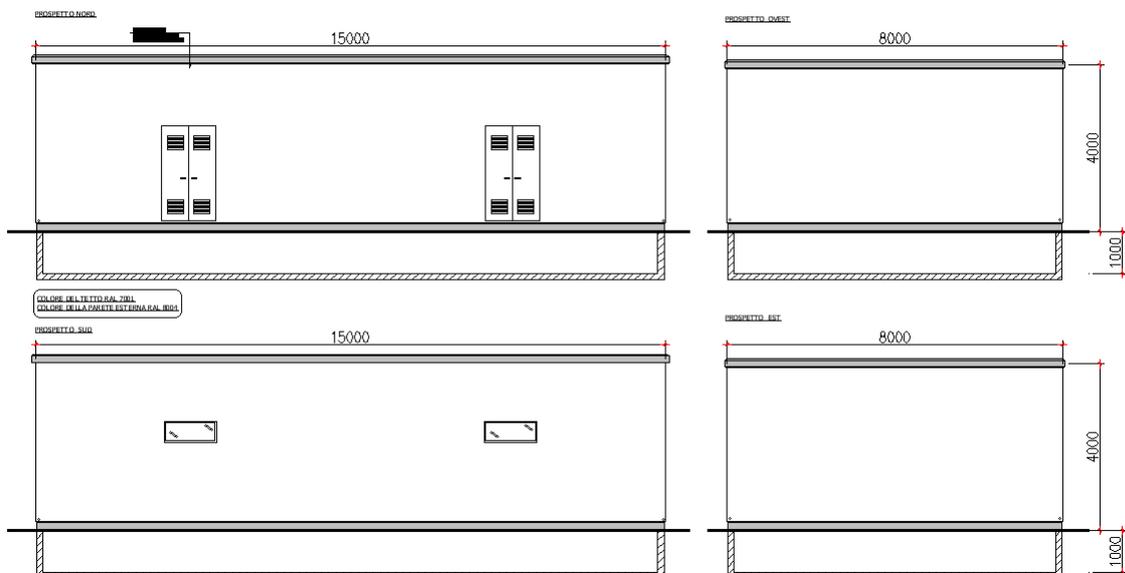
Il layout prevede l'installazione di un manufatto prefabbricato adibito a cabina di raccolta, con dimensioni in pianta di 15,00 x 8,00 x h4.00 m circa.

Il manufatto, del tipo prefabbricato, è essenzialmente costituito da pannelli con spessore 10 cm disposti nel piano verticale in due direzioni ortogonali e strutturalmente collegati tra sé in corrispondenza della giunzione verticale d'angolo e con la soletta di copertura. La soletta di copertura, spessore 30 cm, è opportunamente vincolata alle pareti sottostanti in modo da costituire un funzionamento a diaframma orizzontale ed una struttura tridimensionale scatolare nel suo comportamento d'insieme.

La fondazione del manufatto prefabbricato è costituita da una vasca di fondazione scatolare e prefabbricata idonea a realizzare un sottofondo (impiantistico) di circa 100 cm di intercapedine, costituita da una soletta sagomata con spessore 12 cm.

Sotto la vasca di fondazione è prevista la realizzazione di un sottofondo di base in materiale arido e drenante, ben rullato e costipato, in alternativa, è prevista la realizzazione di cls magrone C12/15 per spessore minimo di 10 cm.

Figura 4 - Cabina di raccolta



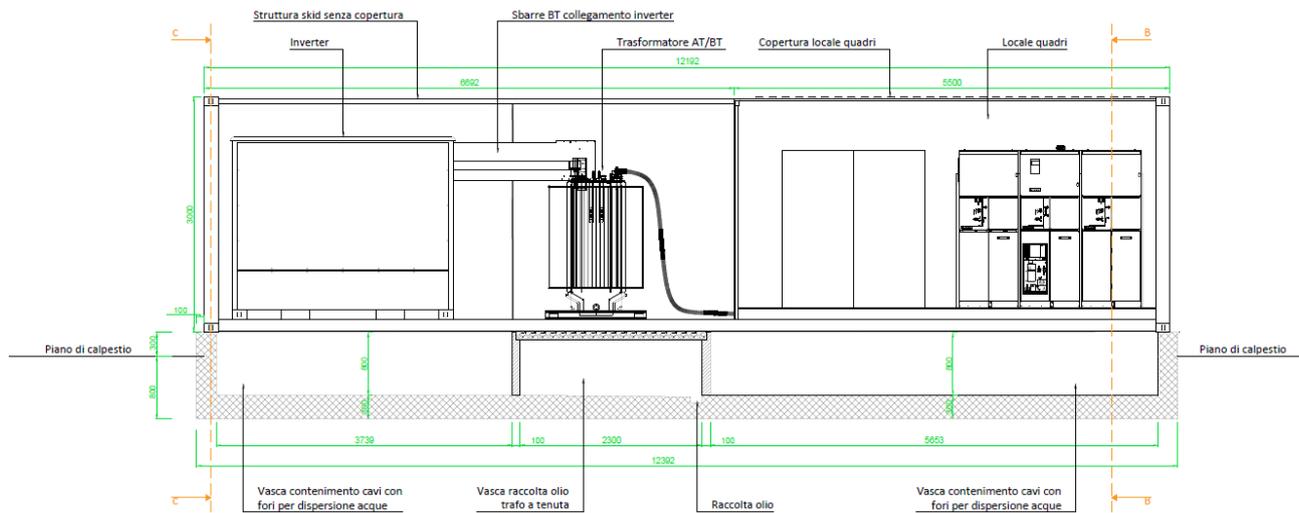
- MANUFATTO 3 – CABINA DI CAMPO

Il layout prevede l'installazione di un manufatto prefabbricato adibito a cabina di campo, con dimensioni in pianta di 12,20 x 2,4 x h2,30 m circa.

Il manufatto, del tipo prefabbricato, è essenzialmente costituito da struttura in acciaio tamponate da pannelli sandwich in lamiera grecata, disposti nel piano verticale in due direzioni ortogonali e strutturalmente collegati tra sé in corrispondenza della giunzione verticale d'angolo e con la soletta di copertura. La copertura è anch'essa realizzata in lamiera grecata, è opportunamente vincolata alle pareti sottostanti in modo da costituire un funzionamento a diaframma orizzontale ed una struttura tridimensionale scatolare nel suo comportamento d'insieme.

La fondazione del manufatto prefabbricato è costituita da una vasca di fondazione scatolare in calcestruzzo armato, con spessore minimo di 30 cm, su sottostante magrone di allettamento spessore 10 cm.

Figura 5 - Cabina di campo



Anche in questo caso le verifiche saranno condotte al solo manufatto 2, cabina di raccolta, ed estese al manufatto 3, che risulta di dimensioni assai più contenute.

	ID Documento Committente H16_FV_BCR_00045	Pagina 9 / 48
		Numero Revisione
		00

1.3 Parametri di calcolo

1.3.1 Parametri delle strutture

Per tutte le strutture oggetto della presente si considerano i seguenti parametri di calcolo:

Parametri della struttura			
Classe d'uso	Vita Vn [anni]	Coeff. Uso	Periodo Vr [anni]
IV	50.0	2.0	100.0

1.3.2 Azioni di neve e vento

Si riportano a seguire i calcoli effettuati per la determinazione delle azioni di neve e vento.

1.3.2.1 Ubicazione:

Nome impianto	Comune	Provincia	Coordinate UTM32-WGS84	Altitudine media (m s.l.m.)
Carpi_1	Carpi	Modena	649.971 E 4.969.547 N	17,8

1.3.2.2 Neve

Il carico della neve sulle coperture è calcolato in relazione ai seguenti parametri:

- Zona: macroarea derivante dalla suddivisione del territorio nazionale;
- Esp.: zona topografica di esposizione al vento;
- Ce: coefficiente di esposizione al vento;
- TR: periodo di ritorno di progetto espresso in anni;
- as: altitudine del sito;
- qsk: valore caratteristico del carico della neve al suolo (per Tr = 50 anni);
- qsn: carico della neve al suolo riferito ad un periodo di ritorno di n anni

Zona	Esposizione	Ce	TR	as	qsk	qsk
I Mediterranea	Zona normale	1,00	100 anni	17.8 m	150,00	169,17

- **STRUTTURA PORTAMODULI IN POSIZIONE A – CABINE DI RACCOLTA E DI CAMPO**
 - Copertura ad una falda:
 - Angolo di inclinazione della falda $\alpha = 0,0^\circ$
 - Copertura piana W = 2.4 m, L = 38.4 m => Lc = 4.7, Cef = 1.000
 - $\mu_1 = 0,80 \Rightarrow q_1 = 135 \text{ daN/mq}$
- **STRUTTURA PORTAMODULI IN POSIZIONE B**
 - Copertura ad una falda:
 - Angolo di inclinazione della falda $\alpha = 50,0^\circ$
 - Copertura piana W = 2.4 m, L = 38.4 m => Lc = 4.7, Cef = 1.000
 - $\mu_1 = 0,13 \Rightarrow q_1 = 23 \text{ daN/mq}$

1.3.2.3 Vento

La velocità del vento è calcolata in relazione ai seguenti parametri:

- Zona: macroarea derivante dalla suddivisione del territorio nazionale (NTC - Tab. 3.3.I);
- $V_{b,0}$: velocità base della zona (NTC - Tab. 3.3.I);
- a_0 : altitudine base della zona (NTC - Tab. 3.3.I);
- k_s : parametro in funzione della zona in cui sorge la costruzione (NTC - Tab. 3.3.I);
- a_s : altitudine del sito;
- TR: periodo di ritorno di progetto espresso in anni;
- V_b : velocità di riferimento calcolata come segue:
 - $V_b = V_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$
 - $V_b = V_{b,0} (1 + k_s ((a_s / a_0) - 1))$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m
 - per $a_s > 1500$ m vanno ricavati da opportuna documentazione o da indagini comprovate

Tali valori non dovranno essere minori di quelli previsti per $a_s = 1500$ m

- Cr: coefficiente di ritorno in funzione del periodo di ritorno TR
- Vr: velocità di riferimento riferita al periodo di ritorno TR

Seleziona Normativa di riferimento

NTC2018

CARATTERIZZAZIONE DEL VENTO E DELLA STRUTTURA

Altezza sul livello del mare a_s [m]	17
Periodi di ritorno T_R (anni)	100



SCELTA DELLE ZONE

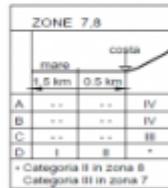
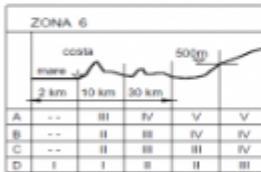
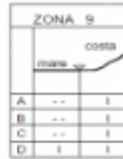
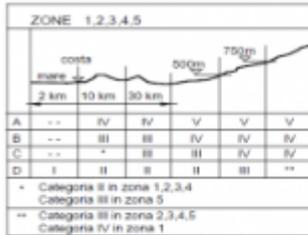
2) Emilia Romagna

Zona 2

$V_{b,0} = 25$ m/s

$a_0 = 750$ m/s

$k_s = 0.45$



CLASSE DI RUGOSITA' DEL TERRENO

D) a) Mare e relativa fascia costiera (e ▾)

CATEGORIA DI ESPOSIZIONE DEL SITO

IV ▾

Categoria di esposizione = IV

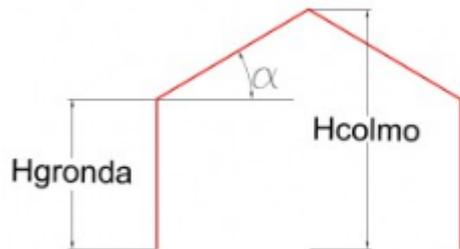
$k_0 = 0.22 \text{ 1/s}$

$z_0 = 0.3 \text{ m}$

$z_{\min} = 8 \text{ m}$

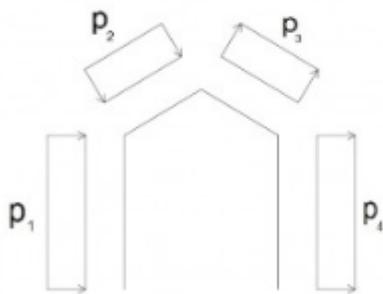
- STRUTTURA PORTAMODULI IN POSIZIONE A – CABINE DI RACCOLTA E DI CAMPO

TIPO DI STRUTTURA



STRUTTURA NON STAGNA	
H _{COLMO} (m)	2.56
H _{GRONDA} (m)	2.56
α (°)	0

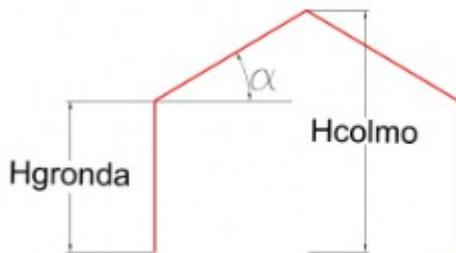
AZIONI DEL VENTO



ANDAMENTO DELLE PRESSIONI
$p_1 = 0.64 \text{ kN/m}^2$
$p_2 = -0.27 \text{ kN/m}^2$
$p_3 = 0.42 \text{ kN/m}^2$
$p_4 = 0.38 \text{ kN/m}^2$

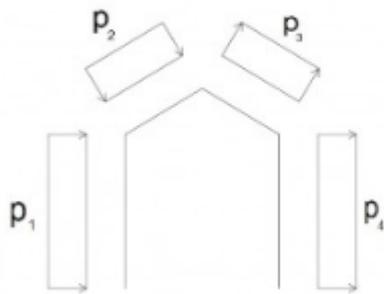
- STRUTTURA PORTAMODULI IN POSIZIONE B

TIPO DI STRUTTURA



STRUTTURA NON STAGNA	
H_{COLMO} (m)	4.92
H_{GRONDA} (m)	0.61
α (°)	55

AZIONI DEL VENTO



ANDAMENTO DELLE PRESSIONI
$p_1 = 0.64 \text{ kN/m}^2$
$p_2 = -0.27 \text{ kN/m}^2$
$p_3 = 0.42 \text{ kN/m}^2$
$p_4 = 0.38 \text{ kN/m}^2$

1.3.3 Azione sismica

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente orizzontale del moto sismico, S_e , è definito dalle seguenti espressioni:

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Dove per sottosuolo di categoria A i coefficienti S_S e C_C valgono 1; mentre per le categorie di sottosuolo B, C, D, E i coefficienti S_S e C_C vengono calcolati mediante le espressioni riportate nella seguente Tabella:

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Per tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella seguente Tabella:

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale del moto sismico, S_{ve} , è definito dalle espressioni:

$$0 \leq T < T_B \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

I valori di S_s , T_B , T_C e T_D , sono riportati nella seguente Tabella:

Categoria di sottosuolo	S_s	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

La struttura è localizzata in:

Localizzazione
Località CARPI (MO)
Comune di CARPI (MO)
Regione EMILIA-ROMAGNA
Longitudine 10.885, Latitudine 44.784 (Riferimento WGS84)

L'azione sismica viene definita in relazione a un periodo di riferimento V_r che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento V_r e la probabilità di superamento P_{ver} associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno T_r e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

- a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_o : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*c : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Parametri della struttura						
Classe d'uso	Vita V_n	Coeff. Uso	Periodo V_r	Tipo di suolo	Categoria topografica	Quota relativa
	[anni]		[anni]			[%]
IV	50.0	2.0	100.0	C	T1	-

La risposta sismica locale (RSL) è definita come da NTC 2018 Tab. 3.2.II e Tab. 3.2.III.

1.3.4 Calcolo fattore di comportamento

Principali caratteristiche della struttura	
Opera di nuova realizzazione	SI
Struttura regolare in pianta	NO
Struttura regolare in altezza	NO
Classe di duttilità	ND struttura non dissipativa
Analisi per carichi non sismici	SI
Analisi sismica	Statica lineare
Verifica SLD di resistenza	NO

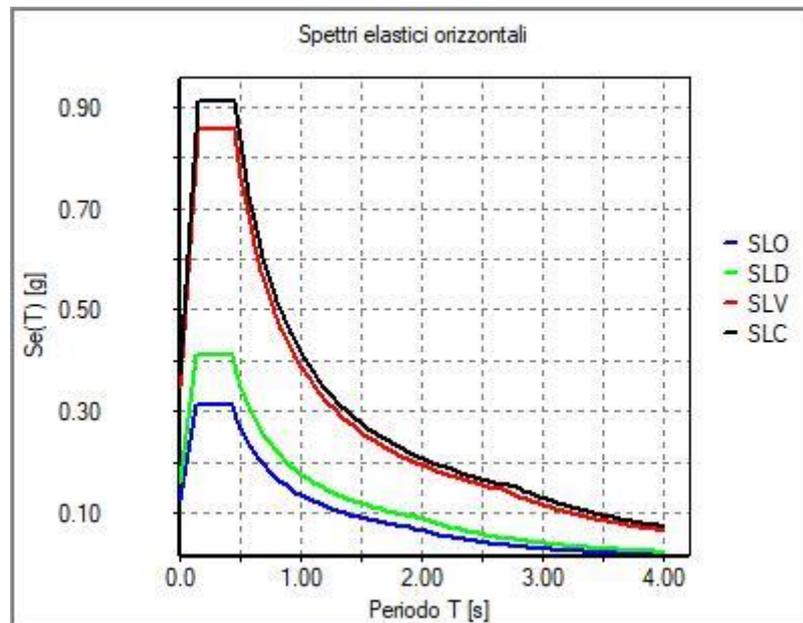
Fattori di comportamento utilizzati SLU			
	Dissipativi	Verifiche fragili	Non Dissipativi
q SLU x	1.00	1.00	1.00
q SLU y	1.00	1.00	1.00
q SLU z	1.50	-	-

Fattori di comportamento utilizzati SLD	
q SLD x	1.00
q SLD y	1.00
q SLD z	1.00
Eta SLO	1.00

Si riportano di seguito, per completezza, le videate delle opzioni così come impostate nel programma:

<p>Classe d'uso</p> <p><input type="radio"/> I edifici di minor importanza per la sicurezza pubblica [edifici agricoli...]</p> <p><input type="radio"/> II edifici ordinari</p> <p><input type="radio"/> III edifici importanti in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso (scuole, teatri...)</p> <p><input checked="" type="radio"/> IV edifici la cui funzionalità ha importanza fondamentale per la protezione civile (ospedali, municipi...)</p>	<p>Pericolosità e zonazione</p> <p>pericolosità sismica</p> <p>agS per SLV: <input type="text" value="0.348"/></p> <p>Modalità di progettazione semplificata per agS < 0.075 <input type="checkbox"/></p> <p>Strutture esistenti</p> <p><input checked="" type="radio"/> LC1: conoscenza limitata</p> <p><input type="radio"/> LC2: conoscenza adeguata</p> <p><input type="radio"/> LC3: conoscenza accurata</p> <p>Fattore di confidenza FC: <input type="text" value="1.35"/></p>
<p>Categoria di suolo di fondazione</p> <p><input type="radio"/> A Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi ...</p> <p><input type="radio"/> B Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti ...</p> <p><input checked="" type="radio"/> C Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti ...</p> <p><input type="radio"/> D Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti ...</p> <p><input type="radio"/> E Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D ...</p>	<p>Categoria topografica</p> <p><input checked="" type="radio"/> T1</p> <p><input type="radio"/> T2 in sommità al pendio</p> <p><input type="radio"/> T3 in cresta al rilievo con moderata</p> <p><input type="radio"/> T4 in cresta al rilievo</p> <p><input type="text" value="100"/> quota relativa (%)</p> <p>Spettri di progetto</p> <p><input type="checkbox"/> Usa spettri esterni <input type="button" value="Sfoggia..."/></p>

Si riportano di seguito gli SPETTRI di input sismico e le caratteristiche dinamiche proprie della struttura, pertanto in assenza di eccentricità aggiuntive:



	ID Documento Committente H16_FV_BCR_00045	Pagina 19 / 48
		Numero Revisione
		00

1.4 Parametri geotecnici: indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo del terreno

La finalità del presente paragrafo è quella di definire il comportamento meccanico del volume di terreno (volume significativo) influenzato direttamente o indirettamente dalla costruzione dei manufatti e che a sua volta influenza il comportamento strutturale dei manufatti stessi. Sulla base dei risultati delle indagini geologiche eseguite, nonché sulla base dell'interpretazione dei risultati ottenuti, si è proceduto a definire le caratteristiche della fondazione da adottare ed il modello da utilizzare per le elaborazioni relative alla interazione sovrastruttura-fondazione e fondazione-terreno.

La ricostruzione stratigrafica del sottosuolo è stata effettuata mediante l'esecuzione in sito di n° 15 prove penetrometriche, oltre che n° 2 prospezioni sismiche del tipo Masw.

Sulla base di quanto riportato nella relazione geologica allegata alla presente, redatta dal Dr. Bassetti Simone, è possibile condurre esclusivamente valutazioni in condizioni a breve termine (condizioni non drenate), rimandando le verifiche a lungo termine ad ulteriori approfondimenti in sede di progetto esecutivo.

1.4.1 Parametri geotecnici caratteristici

Saranno assunti i seguenti valori caratteristici per caratterizzare il suolo di fondazione, sulla base di quanto riportato nella relazione geologica allegata alla presente:

Tabella 1 – parametri geotecnici caratteristici

Identificativo Strato	Litotipo	Coesione	Angolo di resistenza al taglio	Peso di volume	Modulo edometrico
		C'	Φ' k	γ_k Naturale	Mo
		Kg/cm ²	°	t/m ³	Kg/cm ²
1	Terreno vegetale misto a riporto	0.01	-	15.00	-
2	Argille poco consistente	0.30	20	16.5	100
3	Sabbia limosa	0.00	30	17.0	100

	ID Documento Committente H16_FV_BCR_00045	Pagina 20 / 48
		Numero Revisione
		00

1.4.2 Combinazione di calcolo

Il calcolo allo SLU GEO deve essere effettuato secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3).

Tabella 2 - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	Sfavorevole		1.1	1.3	1.0
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2}	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3
Variabili	Favorevole	γ_{Qk}	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3

Tabella 3 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'k$	$\gamma_{\phi'}$	1.0	1.25
coesione efficace	$c'k$	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.0	1.40
peso dell'unità di volume	γ	γ_{γ}	1.0	1.0

Tabella 4 - Coefficienti parziali per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.8$	$\gamma_R = 1.4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.1$	$\gamma_R = 1.1$
Ribaltamento			$\gamma_R = 1.15$
Resistenza del terreno a valle			$\gamma_R = 1.4$

	ID Documento Committente H16_FV_BCR_00045	Pagina 21 / 48
		Numero Revisione
	00	

1.4.3 Parametri geotecnici di progetto

Tabella 5 – parametri geotecnici di progetto

Litotipo	Coesione	Angolo di resistenza al taglio	Peso di volume	Modulo edometrico
	Cd'	Φ' d	γ d Naturale	Mo
	Kg/cm ²	°	t/m ³	Kg/cm ²
Terreno vegetale misto a riporto	0.01	-	15.00	-
Argille poco consistente	0.30	20	16.5	100
Sabbia sciolta	0.00	30	17.0	100
Misto granulare stabilizzato cementato	0.00	35	19.0	300

1.4.4 Modellazione del terreno

Per i calcoli geotecnici, sulla base delle sezioni riportate nella relazione geologica allegata, e sulla base delle considerazioni emerse dall'analisi della conformazione dei manufatti di progetto, il dimensionamento del sistema fondale è stato condotto:

- Per quanto riguarda i moduli portapannelli utilizzando tutte le stratigrafie dedotte dalle 10 prove CPT condotte, ed individuando per ciascuna verticale indagata la lunghezza minima di infissione del palo
- Per quanto riguarda la platea di fondazione delle cabine elettriche, è stata ipotizzata la stratigrafia di progetto dedotta dalla prova CPT5, risultata quella più penalizzante.

In quest'ultimo caso, dai calcoli effettuati emerge la necessità, **in corrispondenza delle sole cabine elettriche e di campo**, di consolidare i primi 120 cm al di sotto della quota di imposta della fondazione, per rendere il terreno idoneo a supportare i carichi di progetto. Il consolidamento ipotizzato prevede la rimozione dei 120 cm di terreno naturale al di sotto della quota fondale, e la sostituzione misto granulare stabilizzato opportunamente costipato.

Nella tabella sotto è la stratigrafia naturale affiancata alla stratigrafia di progetto ipotizzata per le cabine elettriche:

STRATIGRAFIA NATURALE	PROFONDITA'	STRATIGRAFIA DI PROGETTO
001 Sabbia sciolta	1.20 m	005 Misto granulare stabilizzato cementato
002 Argilla poco consistente	1.60 m	005 Misto granulare stabilizzato cementato
001 Sabbia sciolta	2.40 m	001 Sabbia sciolta
002 Argilla poco consistente	2.60 m	002 Argilla poco consistente
001 Sabbia sciolta	3.00 m	001 Sabbia sciolta
002 Argilla poco consistente	3.20 m	002 Argilla poco consistente
001 Sabbia sciolta	3.80 m	001 Sabbia sciolta
002 Argilla poco consistente	4.20 m	002 Argilla poco consistente
001 Sabbia sciolta	4.60 m	001 Sabbia sciolta
002 Argilla poco consistente	5.20 m	002 Argilla poco consistente
001 Sabbia sciolta	5.40 m	001 Sabbia sciolta
002 Argilla poco consistente	6.00 m	002 Argilla poco consistente
001 Sabbia sciolta	6.40 m	001 Sabbia sciolta
002 Argilla poco consistente		002 Argilla poco consistente

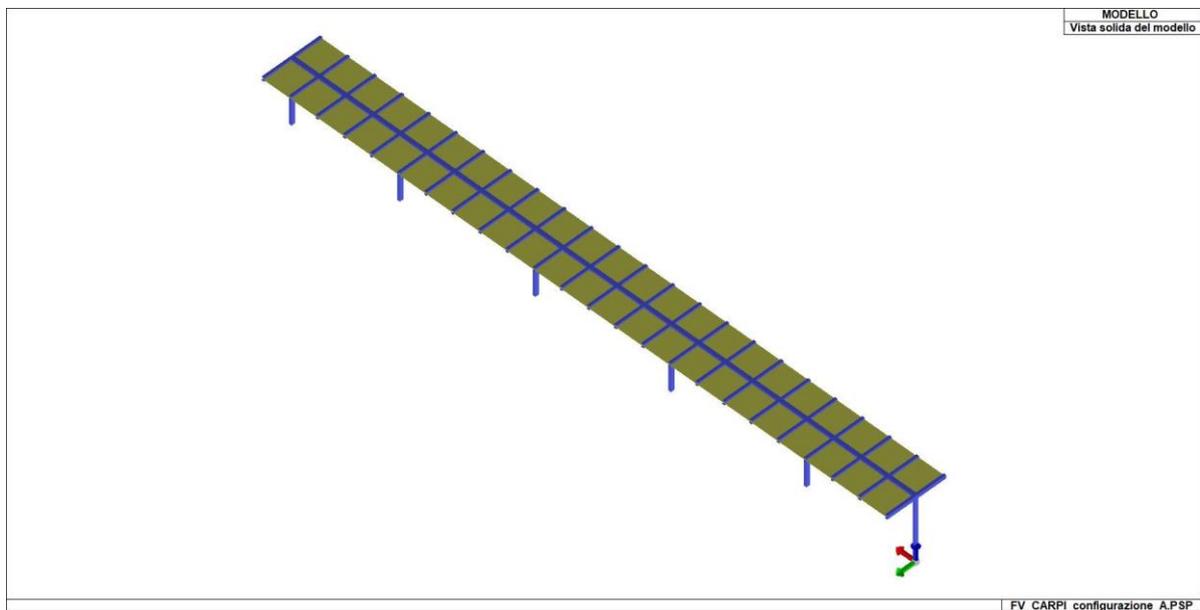
1.5 Manufatto 1 – struttura portamoduli

posizione “A” con moduli paralleli al terreno

Si precisa che in configurazione A, con pannelli ruotati a 0°, in posizione parallela al terreno, il manufatto è dotato di sistema automatizzato che, in caso di neve, ruota automaticamente i pannelli in posizione B.

Pertanto, in questa configurazione, in condizioni statiche, le verifiche vengono condotte ponendo il carico neve pari a 0 daN/m² e considerando le sole azioni dovute al vento.

1.5.1 Modellazione



TABELLA_CASI_DI_CARICO

CDC	Tipo CDC	Sigla Id	Valore
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	automatico
2	Gk	CDC=G1k (permanente generico) PANNELLI	-12,2 daN/mq
3	Qk	CDC=Qk (variabile generico) NEVE	0,00 daN/mq
4	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) spingente	-27,0 daN/mq
5	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) aspirazione	42,0 daN/mq
6	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	automatico
7	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	automatico
8	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	automatico
9	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	automatico
10	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	automatico
11	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	automatico
12	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	automatico
13	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	automatico

1.5.3 Verifica lunghezza di infissione palo

Come desunto valore del carico massimo di esercizio sul palo compresso è pari a:

$$N_{\text{compr}} = -530 \text{ daN.}$$

Secondo il D.M. 17.01.2018, il valore caratteristico della resistenza a compressione del palo $R_{c,k}$, si ottiene a partire dal valore di calcolo R_d applicando i coefficienti parziali γ_R riportati precedentemente in tabella:

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

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

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

e successivamente applicando i fattori di correlazione ξ

Tab. 6.4.IV - Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

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

Il valore della resistenza caratteristica del palo compresso può esprimersi perciò come:

$$R_{c,k} = \min \left\{ \frac{R_d}{\xi_3}, \frac{R_d}{\xi_4} \right\}$$

con:

$$R_d = \frac{P}{\gamma_b} + \frac{S}{\gamma_s} - W$$

Dove:

- P resistenza alla punta – trascurabile nel nostro caso
- S resistenza laterale del palo
- W peso proprio del palo

La resistenza laterale del palo sarà calcolata secondo la seguente formula:

$$S = \text{Perimetro profilato} \int_0^L (\alpha c_u) dz$$

Con α deducibile dalla seguente tabella

Tipo di palo	Valori di c_u (kPa)	Valori di α
Battuto	$c_u \leq 25$	1,0
	$25 < c_u < 70$	$1 - 0,011(c_u - 25)$
	$c_u \geq 70$	0,5
Trivellato	$c_u \leq 25$	0,7
	$25 < c_u < 70$	$0,7 - 0,008(c_u - 25)$
	$c_u \geq 70$	0,35

Nel nostro caso α assume sempre valore unitario.

Le verifiche condotte sulle verticali indagate individuano, per questa configurazione, una **lunghezza di infissione variabile da un minimo di 1,00 m, ad un massimo di 1,80metri**, secondo i risultati riassunti nella tabella riepilogativa di seguito riportata.

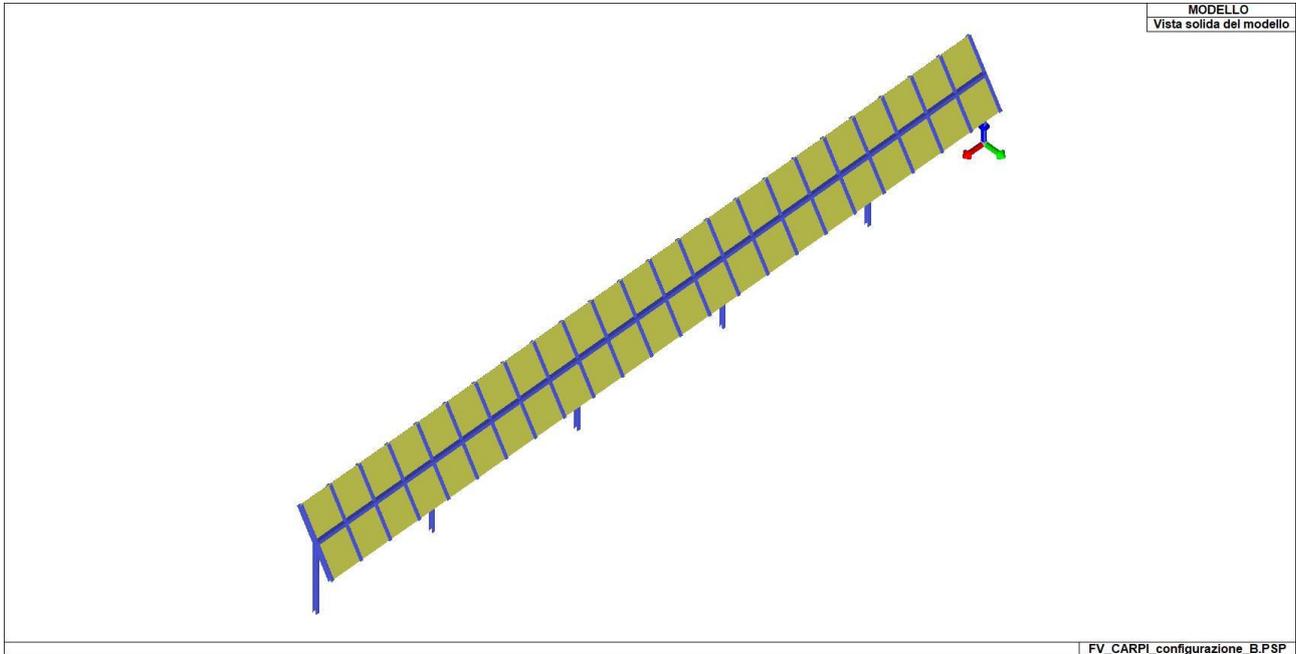
	CPT1				CPT2				CPT3				CPT4				CPT5				
	Lx [cm]	Cux / Ø [daN/cm 2]	Sx [daN]	Wx [daN]	Lx [cm]	Cux [daN/cm 2]	Sx [daN]	Wx [daN]													
Perimetro profilato [cm]	60	0	0	5,724	80	0	0	7,632	60	0	0	5,724	60	0	0	5,724	80	0	0	7,632	
81,7	20	0,3	2	1,908	20	0	0	1,908	40	0	0	3,816	40	0,3	4	3,816	40	0,3	4	3,816	
	20	0	0	1,908	40	0,3	4	3,816	40	0,3	4	3,816	0	0	0	0	0	0	0	0	
	20	0,3	2	1,908	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	
Peso profilato [daN/ml]	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9,54	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	
	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	
Carico di progetto [daN]					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	
530					0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				968,9				967,0				967,0				970,8				968,9	
			Rd	5			Rd	4				Rd	4			Rd	6				5
			e3	1,4			e3	1,4				e3	1,4			e3	1,4				1,4
			g	1,15			g	1,15				g	1,15			g	1,15				1,15
				601,8				600,6				600,6				603,0				601,8	
			Rck	3			Rck	5				Rck	5			Rck	2				3
				verificato				verificato				verificato				verificato				verificato	
	lunghezza minima infissione		m	1,2	lunghezza minima infissione		m	1,4	lunghezza minima infissione		m	1,4	lunghezza minima infissione		m	1	lunghezza minima infissione		m	1,2	
	CPT6				CPT7				CPT8				CPT9				CPT10				
	Lx [cm]	Cux / Ø [daN/cm 2]	Sx [daN]	Wx [daN]	Lx [cm]	Cux [daN/cm 2]	Sx [daN]	Wx [daN]													
Perimetro profilato [cm]	60	0	0	5,724	80	0	0	7,632	60	0	0	5,724	60	0	0	5,724	60	0	0	5,724	
81,7	80	0	0	7,632	40	0,3	4	3,816	40	0	0	3,816	20	0	0	1,908	20	0	0	1,908	
	40	0,3	4	3,816	0	0	0	0	40	0,3	4	3,816	40	0,3	4	3,816	40	0,3	4	3,816	
	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Peso profilato [daN/ml]	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	
9,54	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Carico di progetto [daN]																					
530																					
				963,2				968,9				967,0				968,9				968,9	
			Rd	3			Rd	5				Rd	4			Rd	5				5
			e3	1,4			e3	1,4				e3	1,4			e3	1,4				1,4
			g	1,15			g	1,15				g	1,15			g	1,15				1,15
				598,2				601,8				600,6				601,8				601,8	
			Rck	8			Rck	3				Rck	5			Rck	3				3
				verificato				verificato				verificato				verificato				verificato	
	lunghezza minima infissione		m	1,8	lunghezza minima infissione		m	1,2	lunghezza minima infissione		m	1,4	lunghezza minima infissione		m	1,2	lunghezza minima infissione		m	1,2	

1.6 Manufatto 1 – struttura portamoduli

posizione “B” con moduli inclinati rispetto al terreno

Si precisa che in configurazione B, con pannelli ruotati a 50° rispetto al terreno, il manufatto è dotato di sistema automatizzato che, in caso di vento superiore ai 25 m/s ruota automaticamente i pannelli in posizione A.

1.6.1 Modellazione



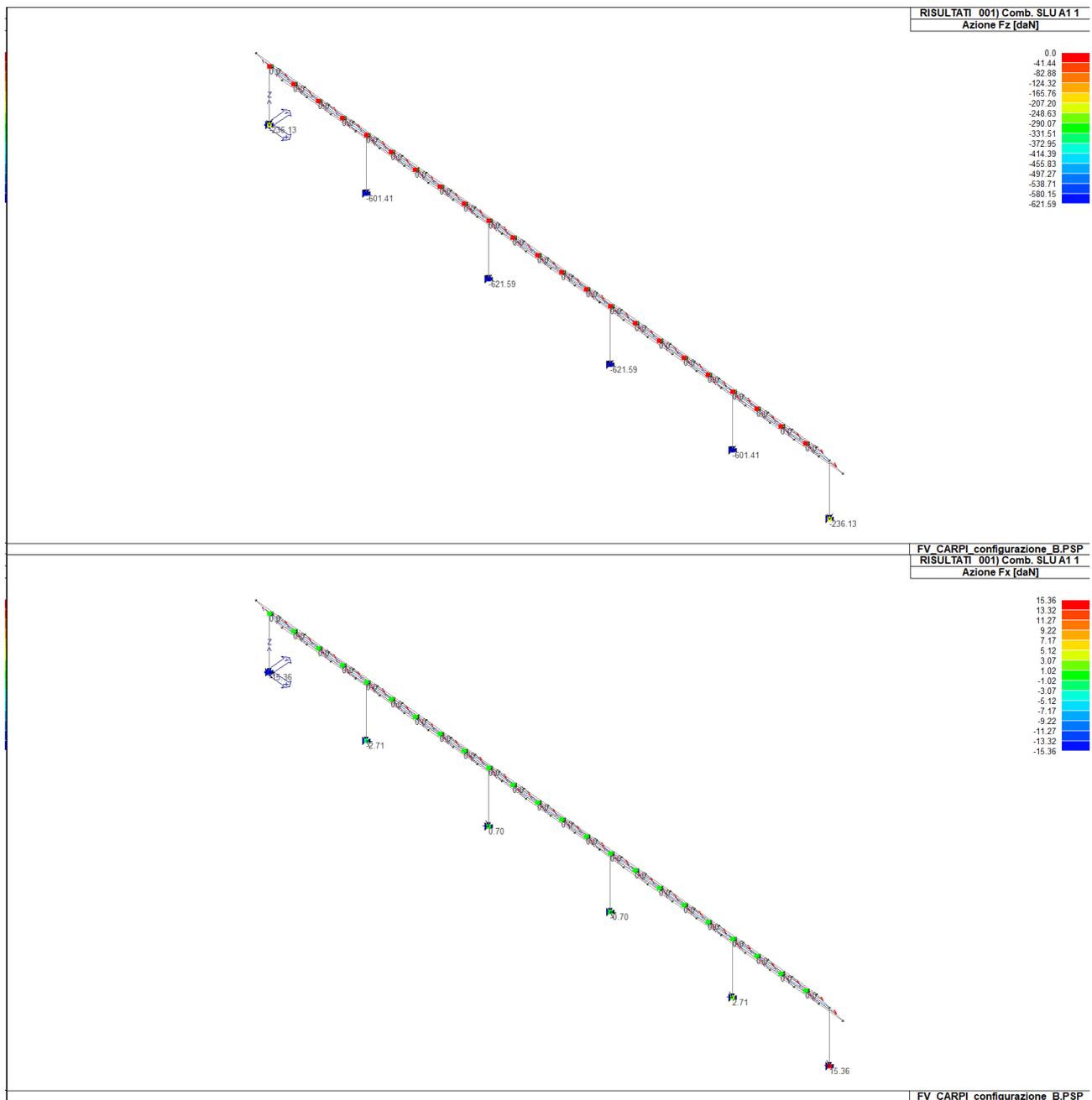
TABELLA_CASI_DI_CARICO

CDC	Tipo CDC	Sigla Id	Valore
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	automatico
2	Gk	CDC=G1k (permanente generico) PANNELLI	-12,2 daN/mq
3	Qk	CDC=Qk (variabile generico) NEVE	-23,0 daN/mq
4	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) spingente	-27,0 daN/mq
5	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) aspirazione	42,0 daN/mq
6	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	automatico
7	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	automatico
8	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	automatico
9	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	automatico
10	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	automatico
11	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	automatico
12	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	automatico
13	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	automatico

1.6.2 Reazioni vincolari al piede della struttura

Si riportano i valori massimi delle reazioni vincolari al piede della struttura, considerate per il dimensionamento del palo di fondazione.

COMBINAZIONE - SLU A1



1.6.3 Verifica lunghezza di infissione palo

Come desunto il valore del carico massimo di esercizio sul palo compresso è pari a:

$$N_{\text{compr}} = 622 \text{ daN.}$$

superiore al valore derivante dalla precedente posizione.

Secondo il D.M. 17.01.2018, il valore caratteristico della resistenza a compressione del palo $R_{c,k}$, si ottiene a partire dal valore di calcolo R_d applicando i coefficienti parziali γ_R riportati precedentemente in tabella:

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

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

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

e successivamente applicando i fattori di correlazione ξ

Tab. 6.4.IV - Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

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

Il valore della resistenza caratteristica del palo compresso può esprimersi perciò come:

$$R_{c,k} = \min \left\{ \frac{R_d}{\xi_3}, \frac{R_d}{\xi_4} \right\}$$

con:

$$R_d = \frac{P}{\gamma_b} + \frac{S}{\gamma_s} - W$$

Dove:

- P resistenza alla punta – trascurabile nel nostro caso
- S resistenza laterale del palo
- W peso proprio del palo
-

La resistenza laterale del palo sarà calcolata secondo la seguente formula:

$$S = \text{Perimetro profilato} \int_0^L (\alpha c_u) dz$$

Con α deducibile dalla seguente tabella

Tipo di palo	Valori di c_u (kPa)	Valori di α
Battuto	$c_u \leq 25$	1,0
	$25 < c_u < 70$	$1 - 0,011(c_u - 25)$
	$c_u \geq 70$	0,5
Trivellato	$c_u \leq 25$	0,7
	$25 < c_u < 70$	$0,7 - 0,008(c_u - 25)$
	$c_u \geq 70$	0,35

Nel nostro caso α assume sempre valore unitario.

Le verifiche condotte sulle verticali indagate individuano, per questa configurazione, una **lunghezza di infissione variabile da un minimo di 1,10 m, ad un massimo di 1,90metri**, secondo i risultati riassunti nella tabella riepilogativa di seguito riportata.

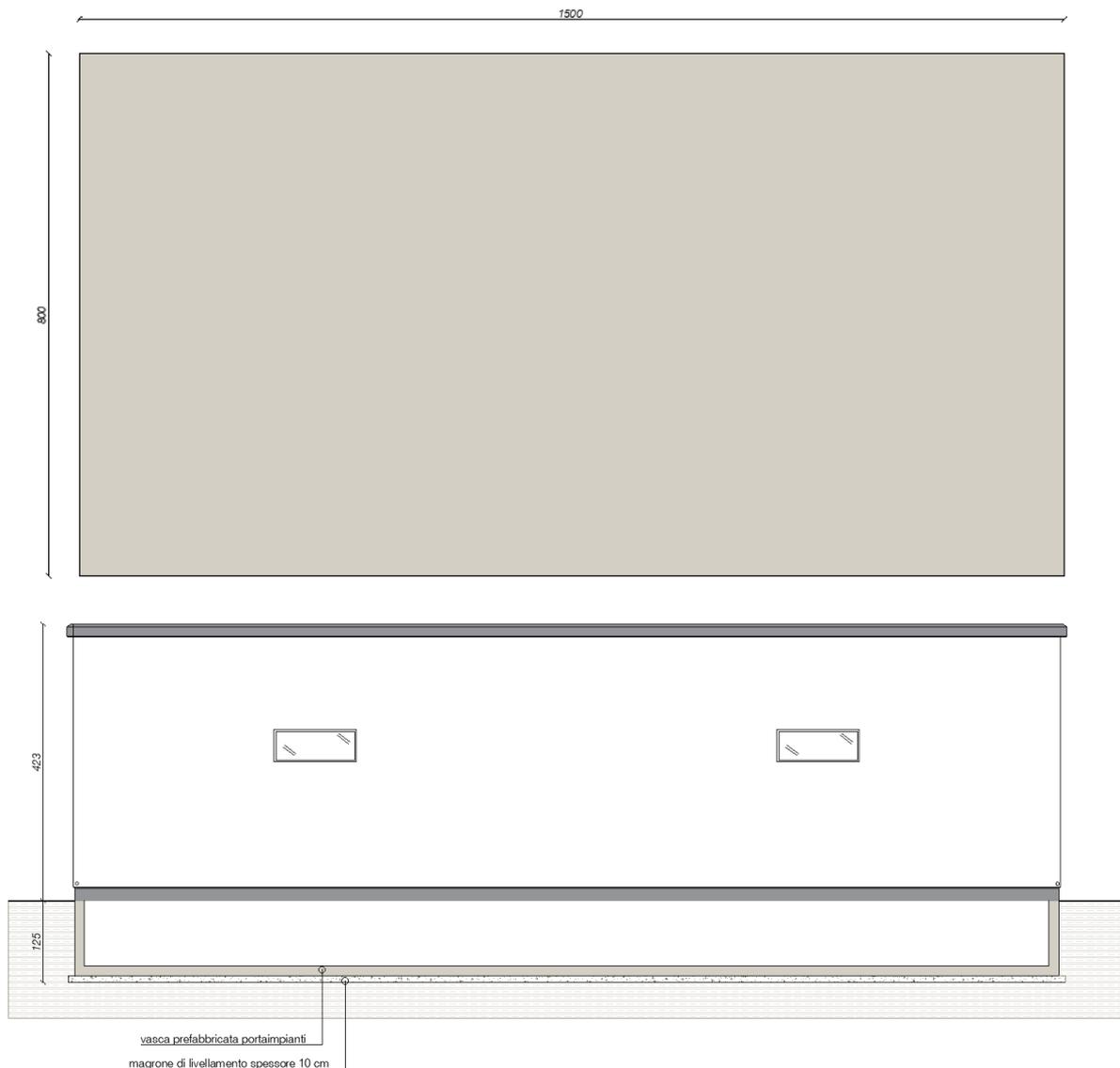
	CPT1				CPT2				CPT3				CPT4				CPT5			
	Lx [c m]	Cux / Ø [daN/cm 2]	Sx [daN]	Wx [daN]	Lx [c m]	Cux [daN/cm 2]	Sx [daN]	Wx [daN]	Lx [c m]	Cux [daN/cm 2]	Sx [daN]	Wx [daN]	Lx [c m]	Cux [daN/cm 2]	Sx [daN]	Wx [daN]	Lx [c m]	Cux [daN/cm 2]	Sx [daN]	Wx [daN]
Perimetro profilato [cm] 81.7	60	0	0	-5,724	80	0	0	-7,632	60	0	0	-5,724	60	0	0	-5,724	80	0	0	-7,632
	20	0,3	490,2	-1,908	20	0	0	-1,908	40	0	0	-3,816	50	0,3	1225,5	-4,77	40	0,3	980,4	-3,816
	20	0	0	-1,908	50	0,3	1225,5	-4,77	50	0,3	1225,5	-4,77	0	0	0	0	40	0	0	-3,816
Peso profilato [daN/ml] 9,54	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0
	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0
	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0
Carico di progetto [daN] 622	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0
	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0
	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0
			1213,10			1211,19			1211,19			1215,01			1209,28					
			e3 1,4			e3 1,4			e3 1,4			e3 1,4			e3 1,4					
			g 1,15			g 1,15			g 1,15			g 1,15			g 1,15					
			753,4			752,2			752,2			754,6			751,1					
			Rck 8			Rck 9			Rck 9			Rck 6			Rck 1					
			verificato			verificato			verificato			verificato			verificato					
	lunghezza minima infissione	m	1,3		lunghezza minima infissione	m	1,5		lunghezza minima infissione	m	1,5		lunghezza minima infissione	m	1,1		lunghezza minima infissione	m	1,7	
	CPT6				CPT7				CPT8				CPT9				CPT10			
	Lx [c m]	Cux / Ø [daN/cm 2]	Sx [daN]	Wx [daN]	Lx [c m]	Cux [daN/cm 2]	Sx [daN]	Wx [daN]	Lx [c m]	Cux [daN/cm 2]	Sx [daN]	Wx [daN]	Lx [c m]	Cux [daN/cm 2]	Sx [daN]	Wx [daN]	Lx [c m]	Cux [daN/cm 2]	Sx [daN]	Wx [daN]
Perimetro profilato [cm] 81.7	60	0	0	-5,724	80	0	0	-7,632	60	0	0	-5,724	60	0	0	-5,724	60	0	0	-5,724
	80	0	0	-7,632	50	0,3	1225,5	-4,77	40	0	0	-3,816	20	0	0	-1,908	20	0	0	-1,908
	50	0,3	1225,5	-4,77	0	0	0	0	50	0,3	1225,5	-4,77	50	0,3	1225,5	-4,77	50	0,3	1225,5	-4,77
Peso profilato [daN/ml] 9,54	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0
	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0
	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0
Carico di progetto [daN] 622	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0
	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0
	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0
			1207,37			1213,10			1211,19			1213,10			1213,10					
			e3 1,4			e3 1,4			e3 1,4			e3 1,4			e3 1,4					
			g 1,15			g 1,15			g 1,15			g 1,15			g 1,15					
			749,9			753,4			752,2			753,4			753,4					
			Rck 2			Rck 8			Rck 9			Rck 8			Rck 8					
			verificato			verificato			verificato			verificato			verificato					
	lunghezza minima infissione	m	1,9		lunghezza minima infissione	m	1,3		lunghezza minima infissione	m	1,5		lunghezza minima infissione	m	1,3		lunghezza minima infissione	m	1,3	

1.7 Manufatto 2 – cabina di raccolta

La cabina di raccolta sarà dotata di vasca di fondazione per il passaggio degli impianti del tipo prefabbricato, costituita da una struttura continua di spessore 15 cm in c.a.v; con dimensioni in pianta di 15.00 x 8.00 m; tale manufatto sarà direttamente poggiato su un getto di magrone di 10 cm di livellamento, ad una quota di imposta di 1.25 m dal p.d.c. attuale.

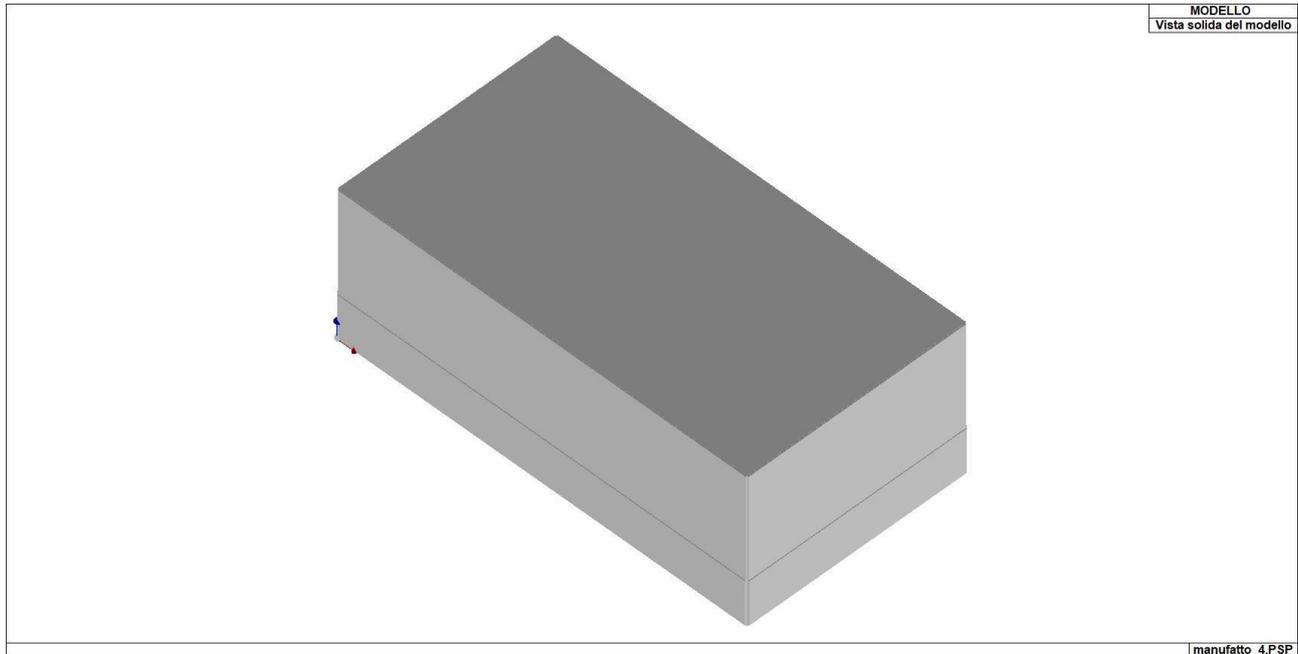
Al di sotto del piano di imposta della vasca, è previsto il consolidamento del terreno naturale, realizzato tramite la rimozione dei 120 cm di terreno naturale al di sotto della quota fondale, e la sostituzione misto granulare stabilizzato opportunamente costipato.

Figura 6 – Pianta e sezione manufatto 4



1.7.1 Modellazione

Figura 7 - Vista solida del modello



1.7.2 Casi di carico

Come azioni esterne sulla costruzione esaminate, si è fatto riferimento oltre all'azione di Neve e Vento riportata nei paragrafi precedenti, anche alle Normative e prescrizioni aziendali ENEL DG 10061 cap 4.2.

SOLETTA DI COPERTURA

Gg	Peso proprio strutturale (0.15x2500)	= 375 Kg/mq
GS	Peso proprio permanente	= 20 Kg/mq
Qn	Carichi variabili (neve)	= 135 Kg/mq

PARETI

Gg	Peso proprio strutturale (0.10x2500)	= 250 Kg/mq
----	--------------------------------------	-------------

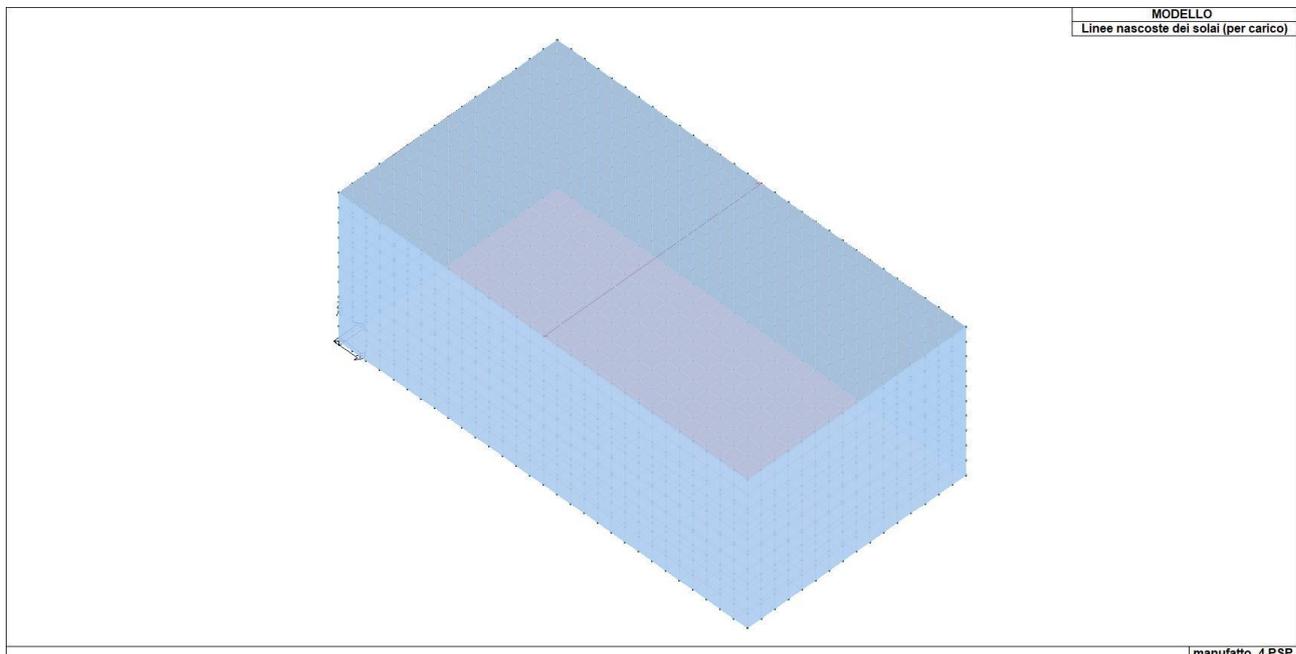
VASCA DI FONDO

Gg	Peso proprio vasca (0,15x2500)	= 375 Kg/mq
Gk	Peso magrone livellamento (0.08x2000 Kg/mc)	= 160 Kg/mq
Gk	Carichi permanenti componentistica su vasca	= 16.700 Kg
Qk	Carichi variabili calpestio (carico ENEL) su vasca	= 500 Kg/mq

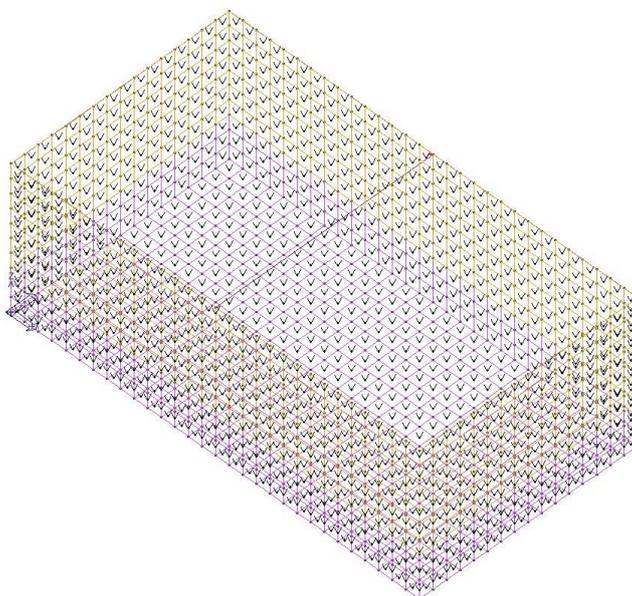
I casi di carico utilizzati nella modellazione sono stati così numerati:

TABELLA_CASI_DI_CARICO

CDC	Tipo CDC	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gsk	CDC=G1sk (permanente solai-coperture)	
3	Gsk	CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.)	
4	Qsk	CDC=Qsk (variabile solai)	
5	Qnk	CDC=Qnk (carico da neve)	
6	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	
7	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	
8	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	
9	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	
10	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	
11	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	
12	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	
13	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	
14	Qk	CDC=Qk variabile platea	
15	Gk	CDC=G1k permanente platea	

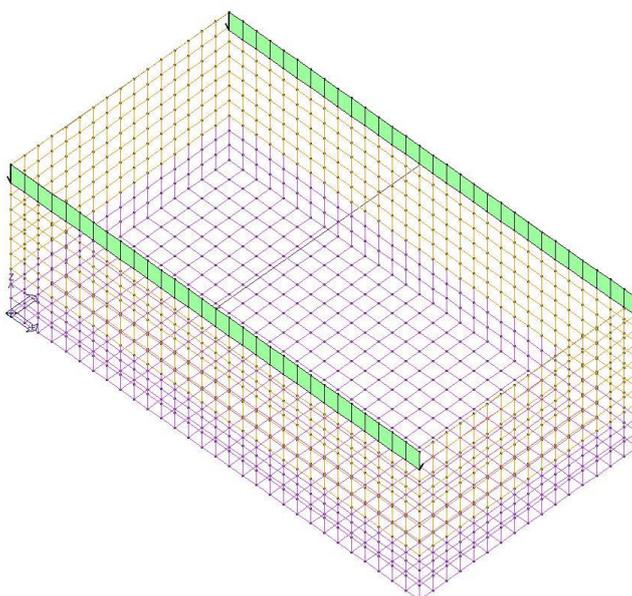


CARICHI 001) CDC=Ggk (peso proprio della struttura)



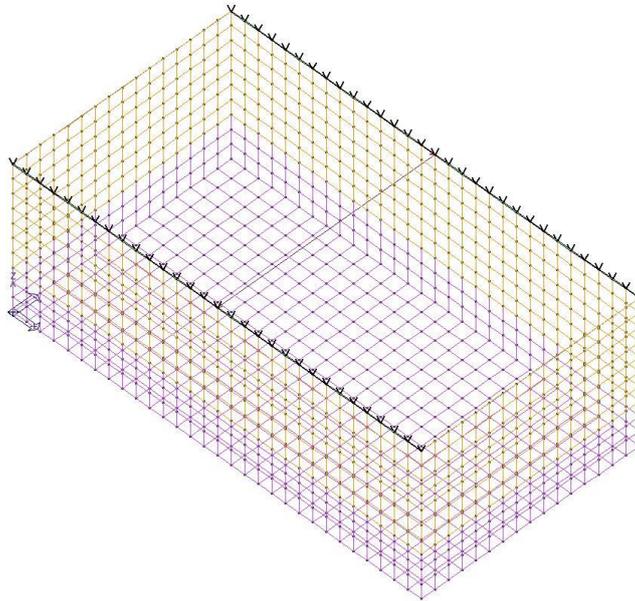
manufatto_4.PSP

CARICHI 002) CDC=G1sk (permanente solai-coperture)



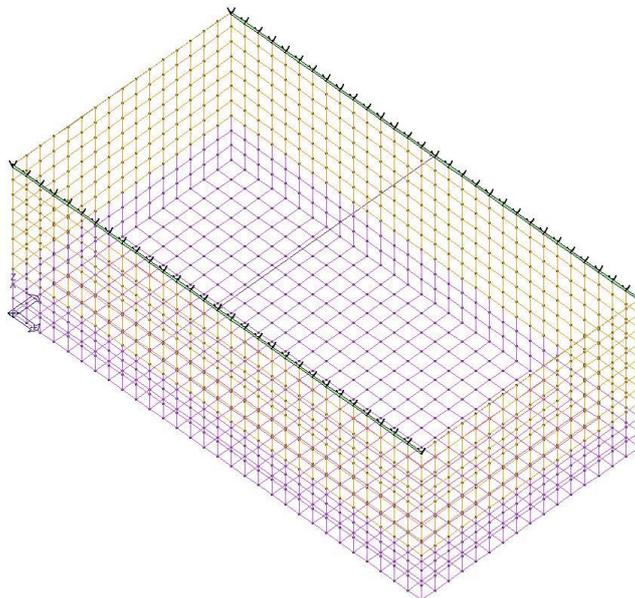
manufatto_4.PSP

CARICHI 003) CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.)



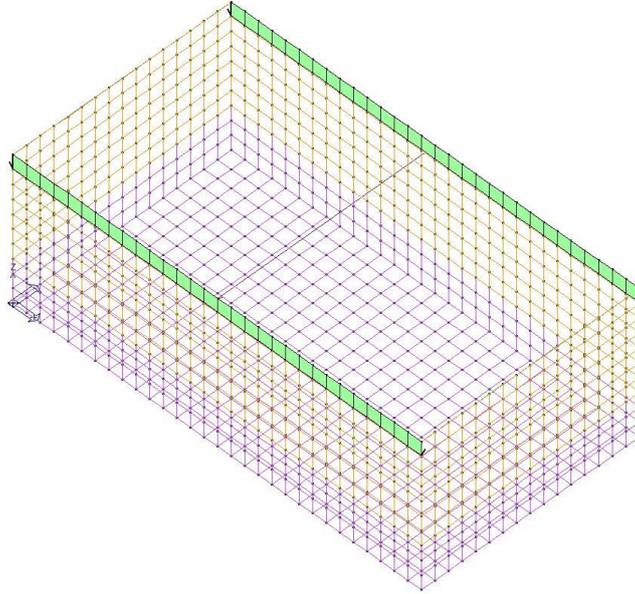
manufatto_4.PSP

CARICHI 004) CDC=Qsk (variabile solai)



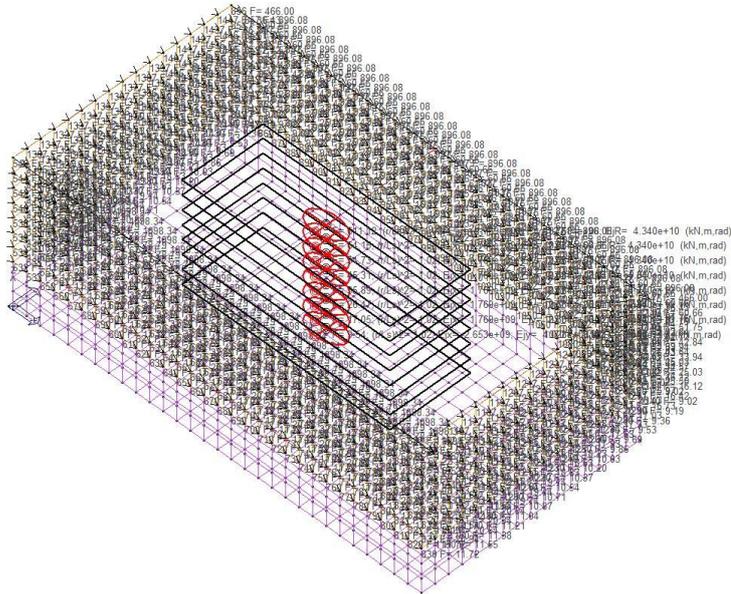
manufatto_4.PSP

CARICHI 005) CDC=Qnk (carico da neve)

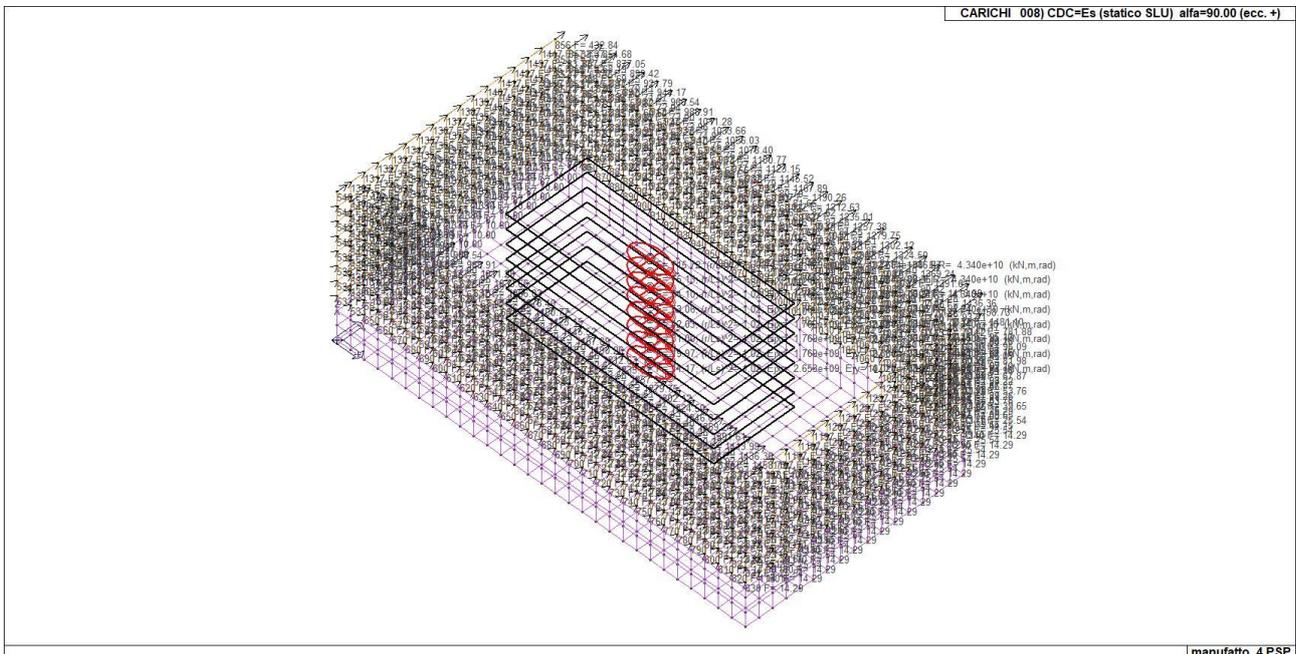
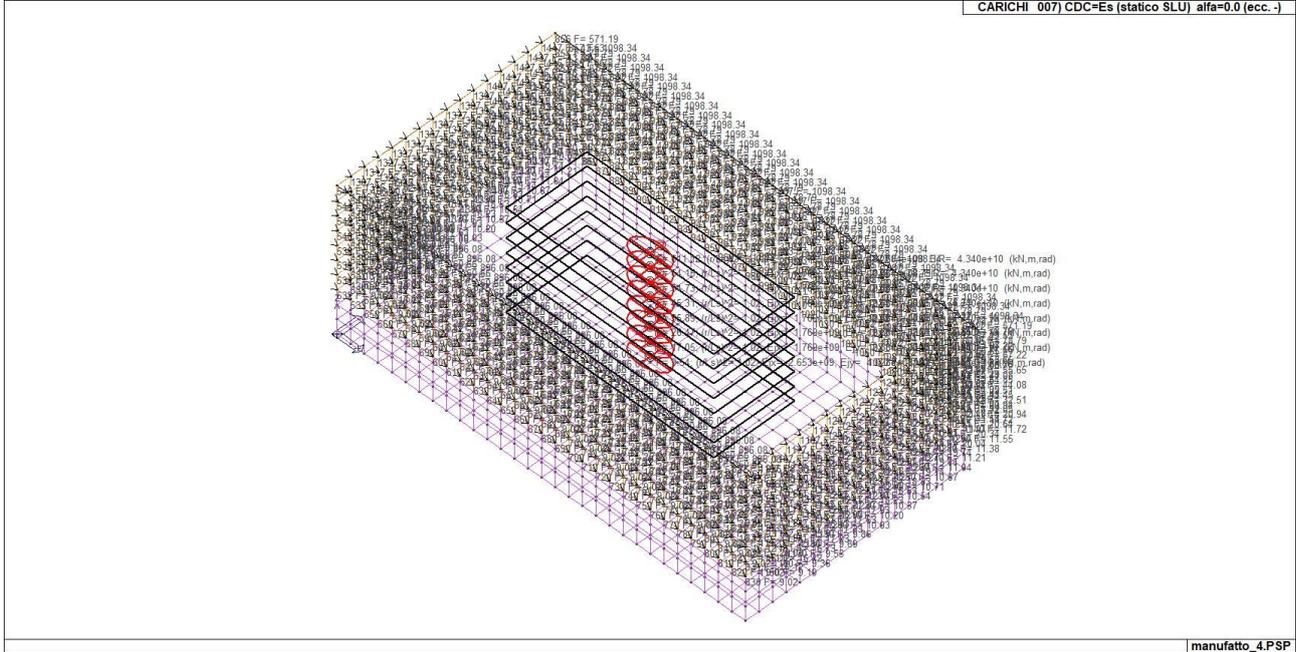


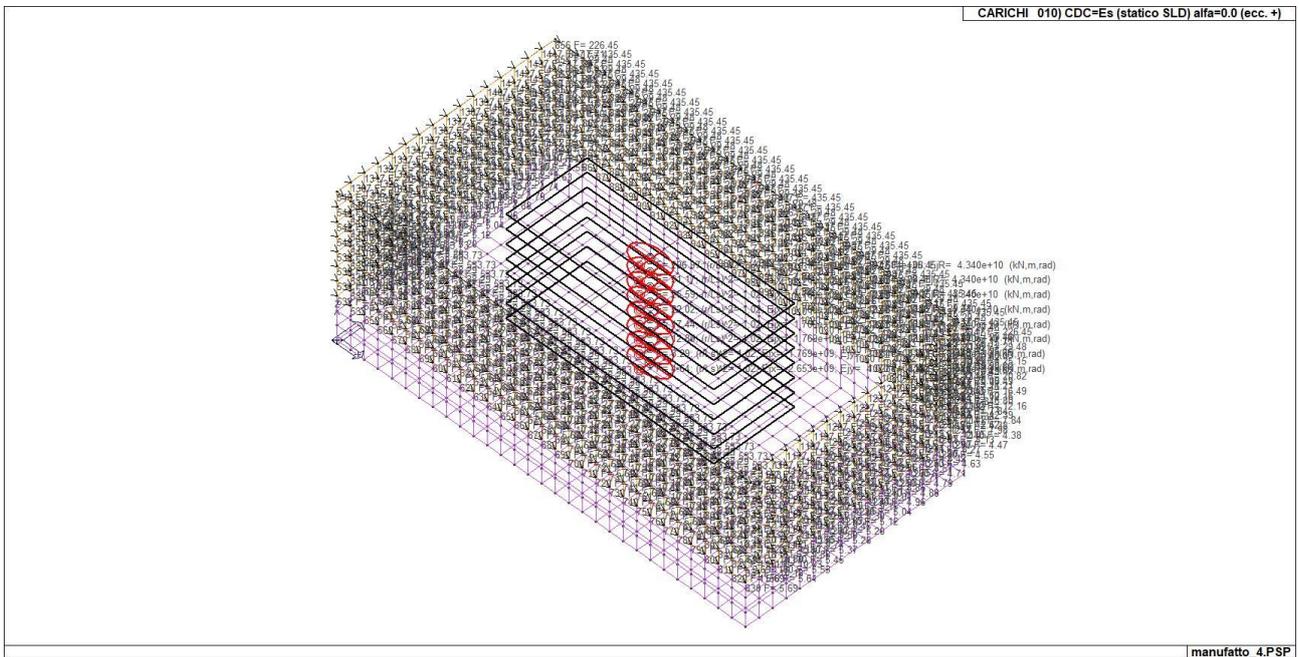
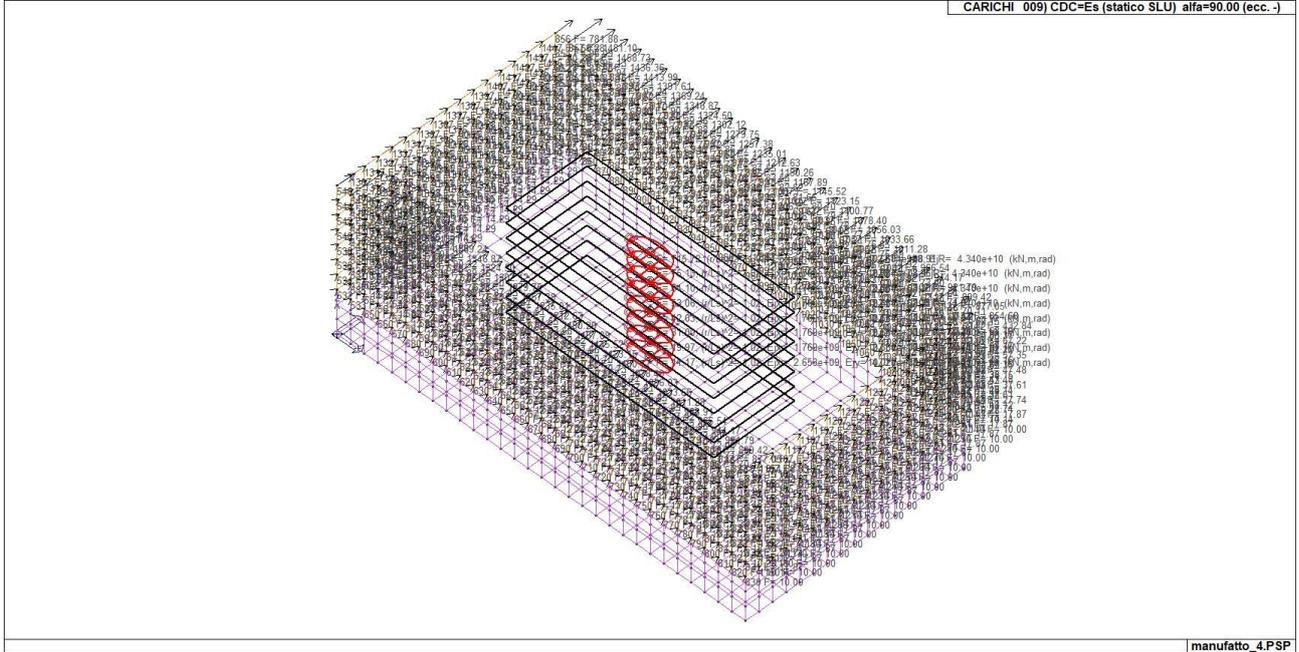
manufatto_4.PSP

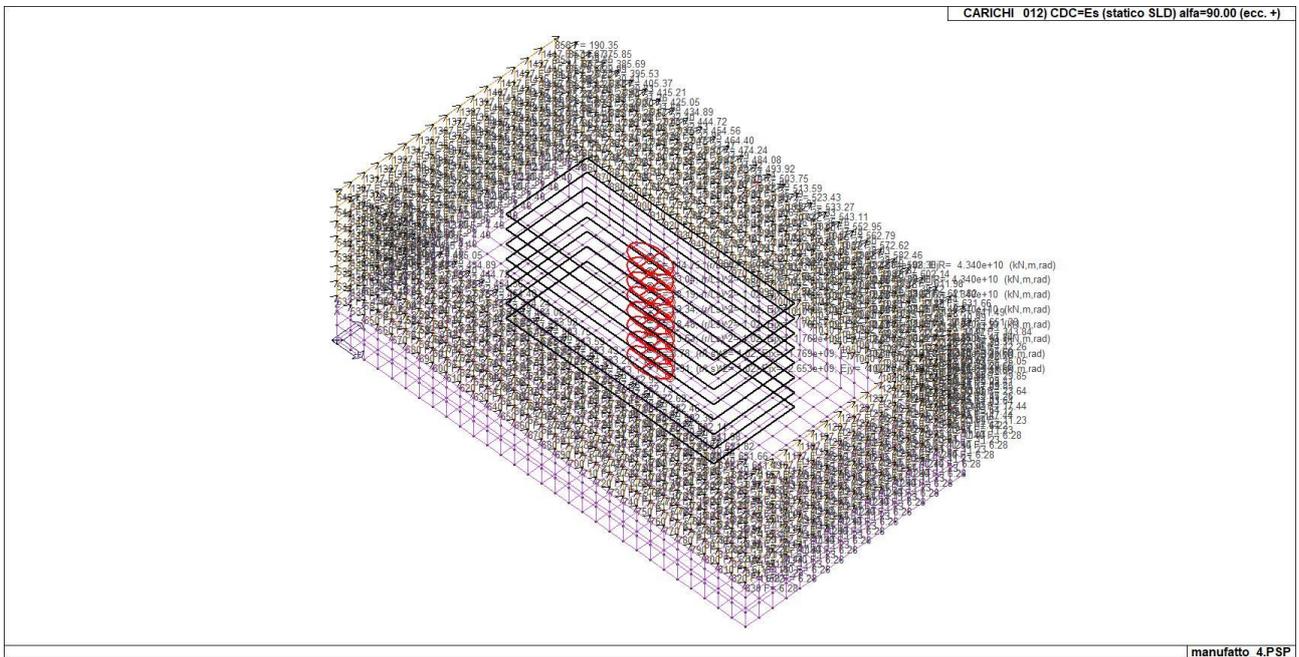
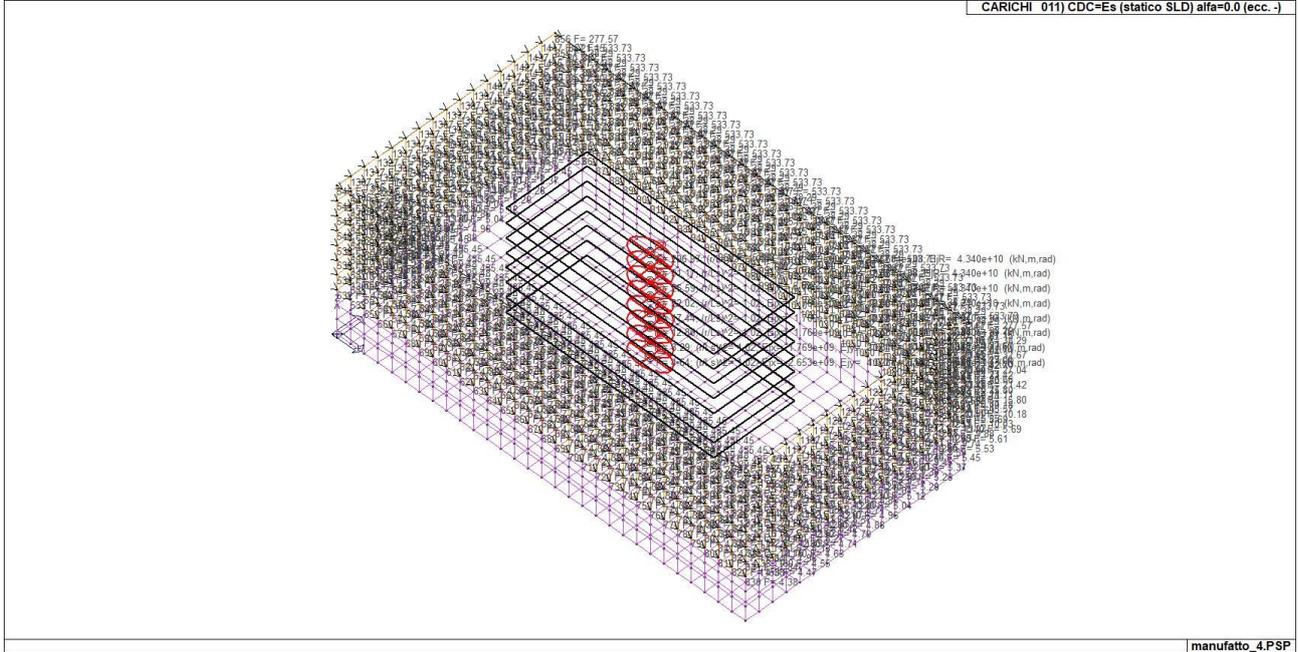
CARICHI 006) CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)

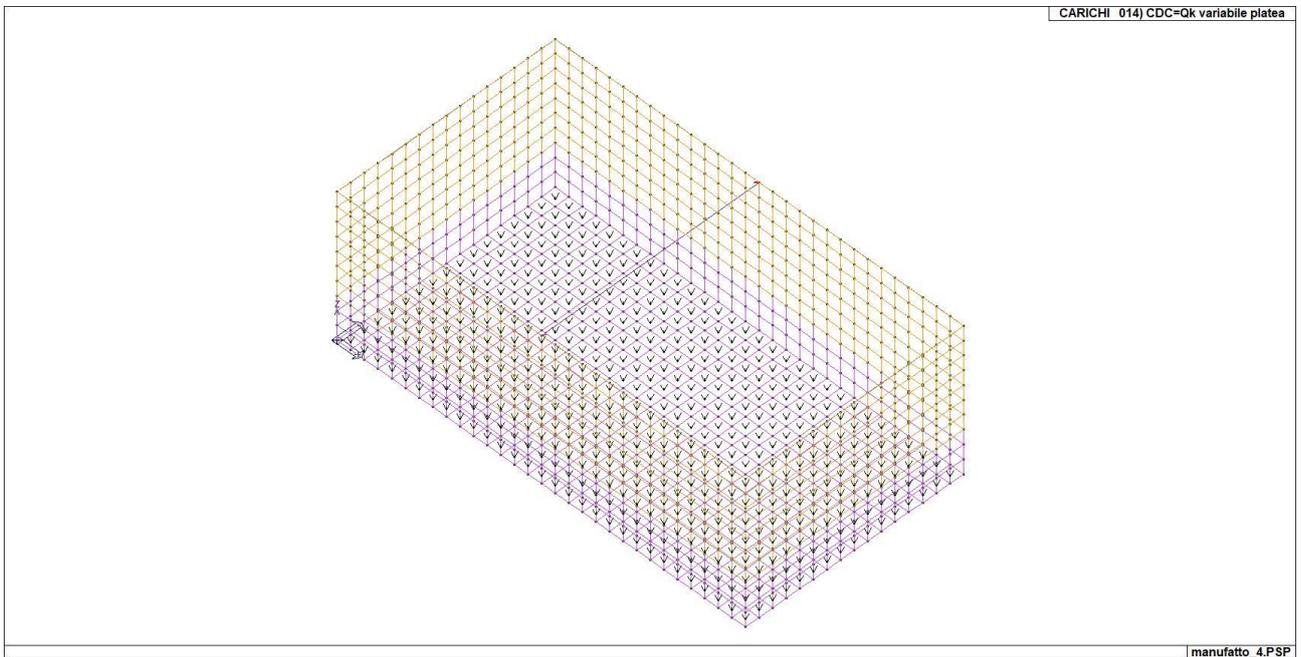
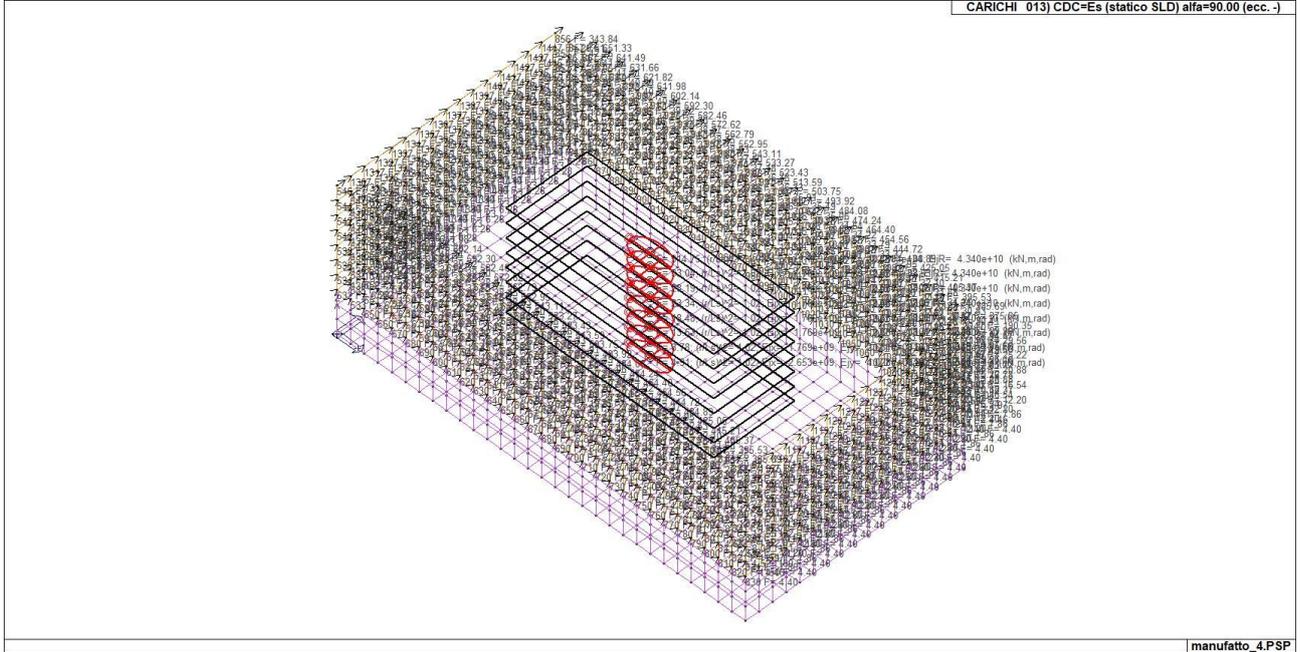


manufatto_4.PSP

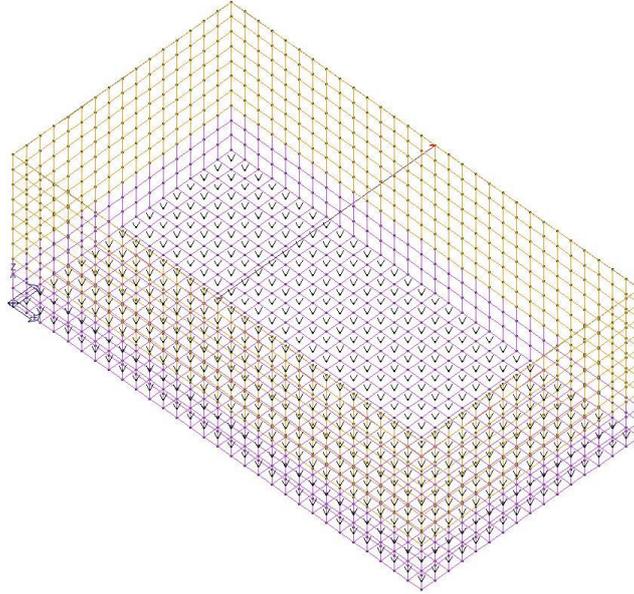








CARICHI 015) CDC=G1k permanente platea



manufatto_4.PSP

1.7.3 Combinazioni di carico

Le combinazioni previste per i diversi casi di carico (CDC) seguono le regole previste dalla Normativa vigente e sono destinate al controllo di sicurezza della struttura e alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G_1 \cdot G_1 + \gamma G_2 \cdot G_2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q_1 \cdot Q_{k1} + \gamma Q_2 \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma Q_3 \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione frequente SLE

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente SLE

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$A_d + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Dove (NTC 2018 Tabella 2.5.I)

Destinazione d'uso/azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli ≤ 30 kN)	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli > 30 kN)	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota ≤ 1000 m	0,50	0,20	0,00
Neve a quota > 1000 m	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

	ID Documento Committente H16_FV_BCR_00045	Pagina 45 / 48
		Numero Revisione
		00

NTC 2018 Tabella 2.6.I

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

TABELLA_COMBINAZIONI

Tipo CMB	Da	Da	A	A
-	Id	Nome	Id	Nome
SLU	1	Comb. SLU A1 1	20	Comb. SLU A1 20
SLV	21	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 21	52	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 52
SLD	53	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 53	84	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 84
SLE rara	85	Comb. SLE(rara) 85	94	Comb. SLE(rara) 94

1.7.4 Sintesi delle verifiche geotecniche

1.7.4.1 Calcolo della portanza

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00014250 daN/mm²

Q_{lim} = Q_{lim c} + Q_{lim q} + Q_{lim g} + Q_{res P} = 0.00745657 + 0.00006196 + 0.00000000 + 0.00011934

Q_{max} / Q_{lim} = 0.00512132 / 0.00763787 = 0,671 Ok (Cmb. n. 018)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B mm	Ecc. L mm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/mm ²	T.T. max daN/mm ²
015	SLU STR	No	0.00	0.00	0.0	0.0	-221543.0	-0.00033218	-0.00339385
017	SLU STR	No	0.00	0.00	0.0	0.0	-285915.0	-0.00043694	-0.00437132
018	SLU STR	No	0.00	0.00	0.0	0.0	-375915.1	-0.00118694	-0.00512132

1.7.4.2 Calcolo dei cedimenti a breve termine

Sollecitazioni:

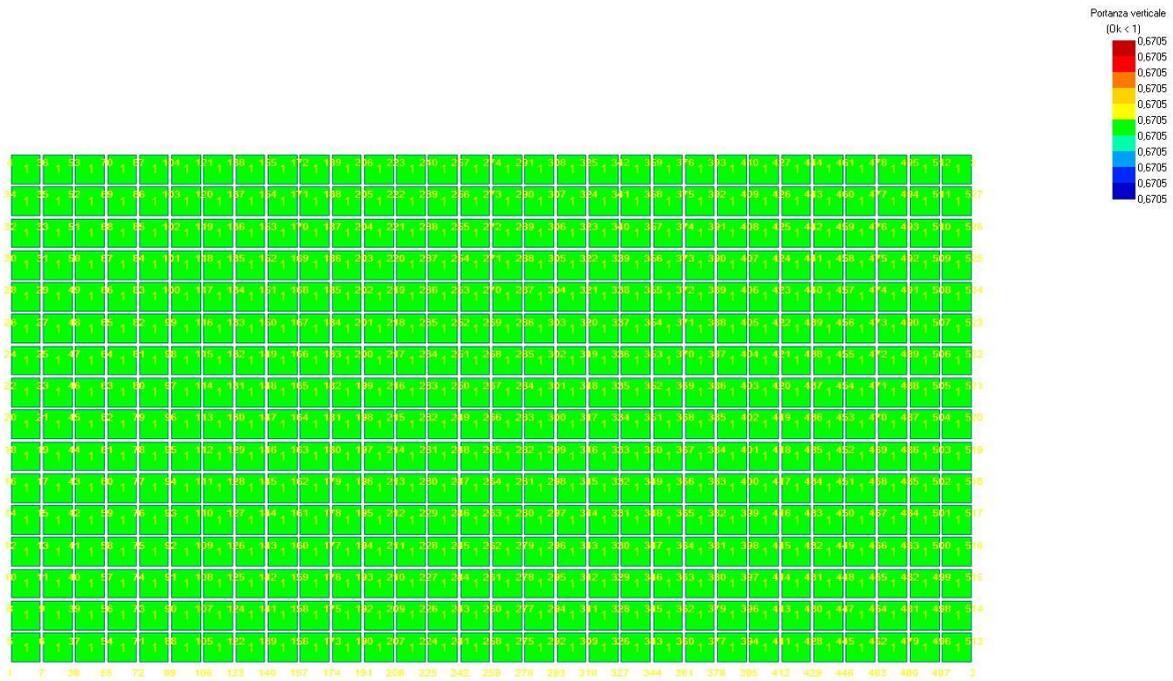
Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B mm	Ecc. L mm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/mm ²	T.T. max daN/mm ²
085	SLE rare	No	0.00	0.00	0.0	0.0	-200873.1	-0.00038266	-0.00299163
094	SLE rare	No	0.00	0.00	0.0	0.0	-277073.0	-0.00084309	-0.00380687

Cedimento massimo = -5.72 mm in Cmb n. 094

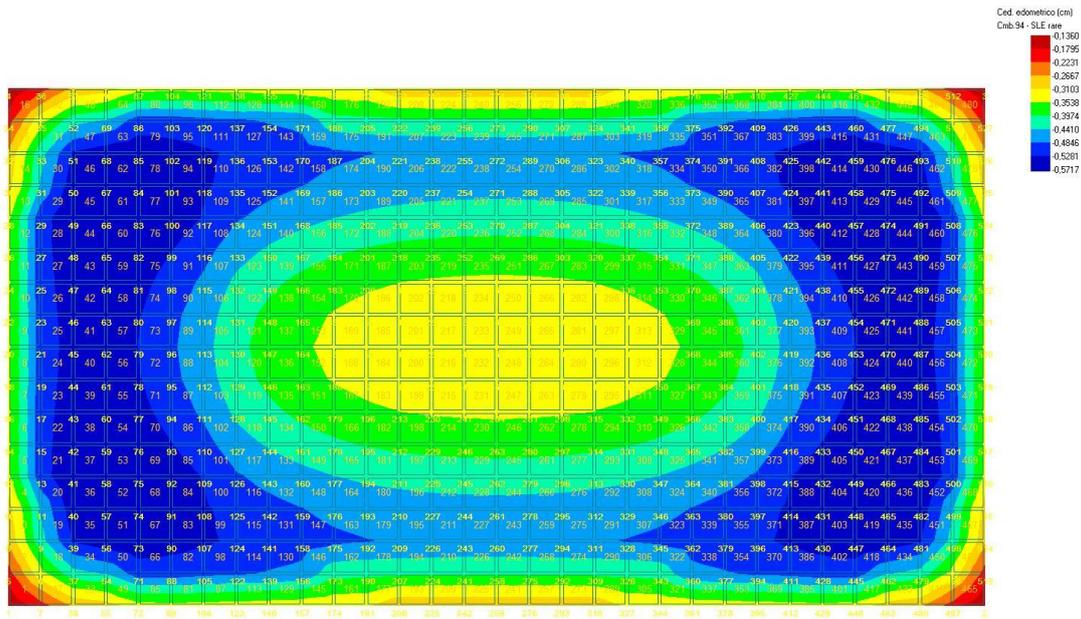
Cedimento minimo = -0.64 mm in Cmb n. 085

1.7.5 Sintesi grafica dei risultati

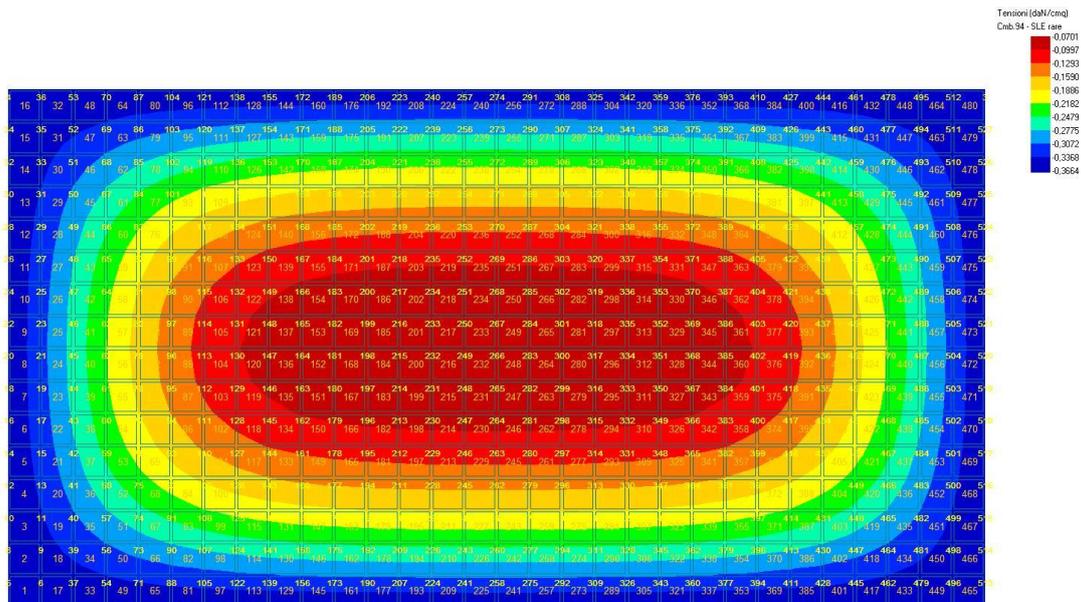
1.7.5.1 Portanza allo SLU



1.7.5.2 Cedimenti edometrici allo SLE



1.7.5.3 Mappa delle tensioni allo SLE



	ID Documento Committente H16_FV_BCR_00045	Pagina 48 / 48
		Numero Revisione
		00

1.8 Conclusioni

La presente relazione ha un valore preliminare, e consente di valutare la fattibilità geotecnica dell'intervento proposto e le eventuali criticità.

I calcoli sono stati eseguiti sulla base delle informazioni dedotte dall'indagine geologica di supporto, redatta dal Dott. Simone Bassetti.

Sulla base di quanto riportato, si ritiene che in una fase di progettazione successiva sia necessaria una caratterizzazione più approfondita del terreno, con lo scopo di valutare più precisamente i parametri geotecnici da adottare in fase di calcolo.

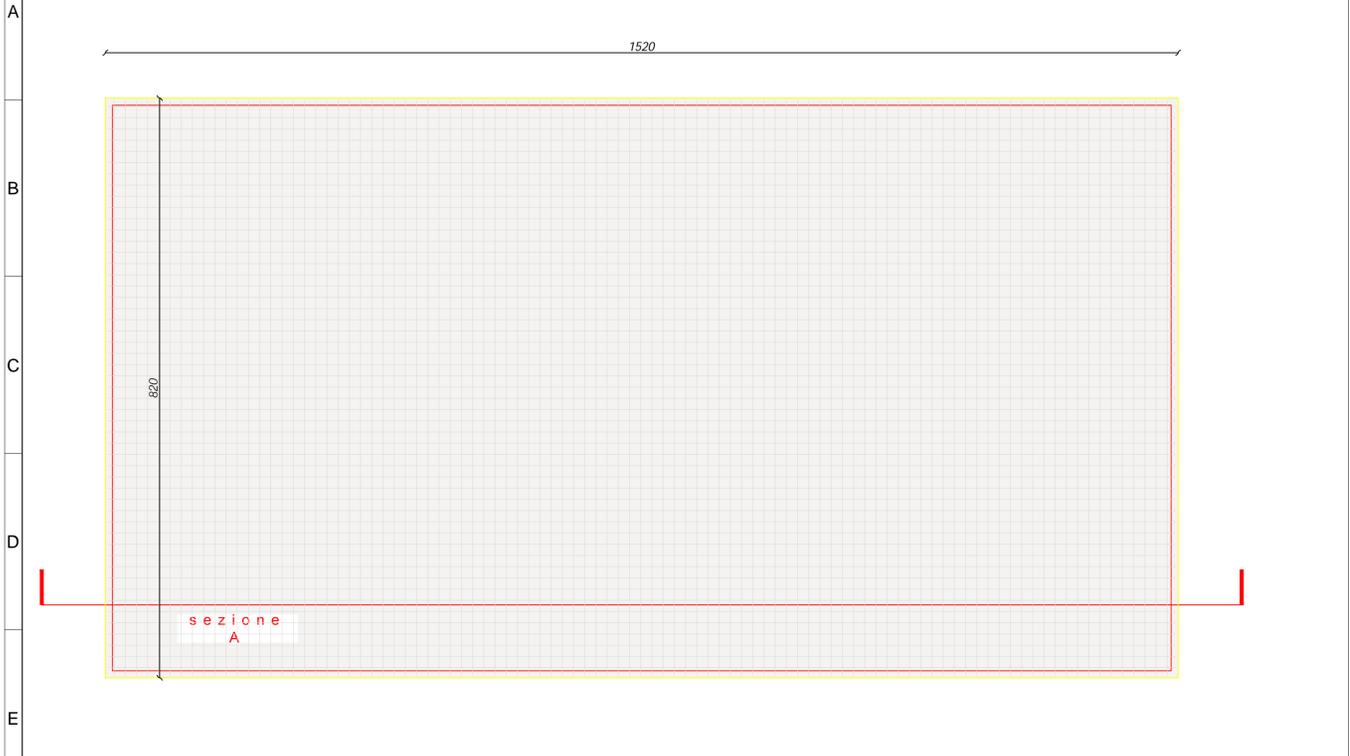
Dovrà inoltre essere approfondito l'aspetto relativo al fenomeno della liquefazione dei terreni, ampiamente trattato e discusso nello studio del Dott. Bassetti.

Si ritiene comunque che:

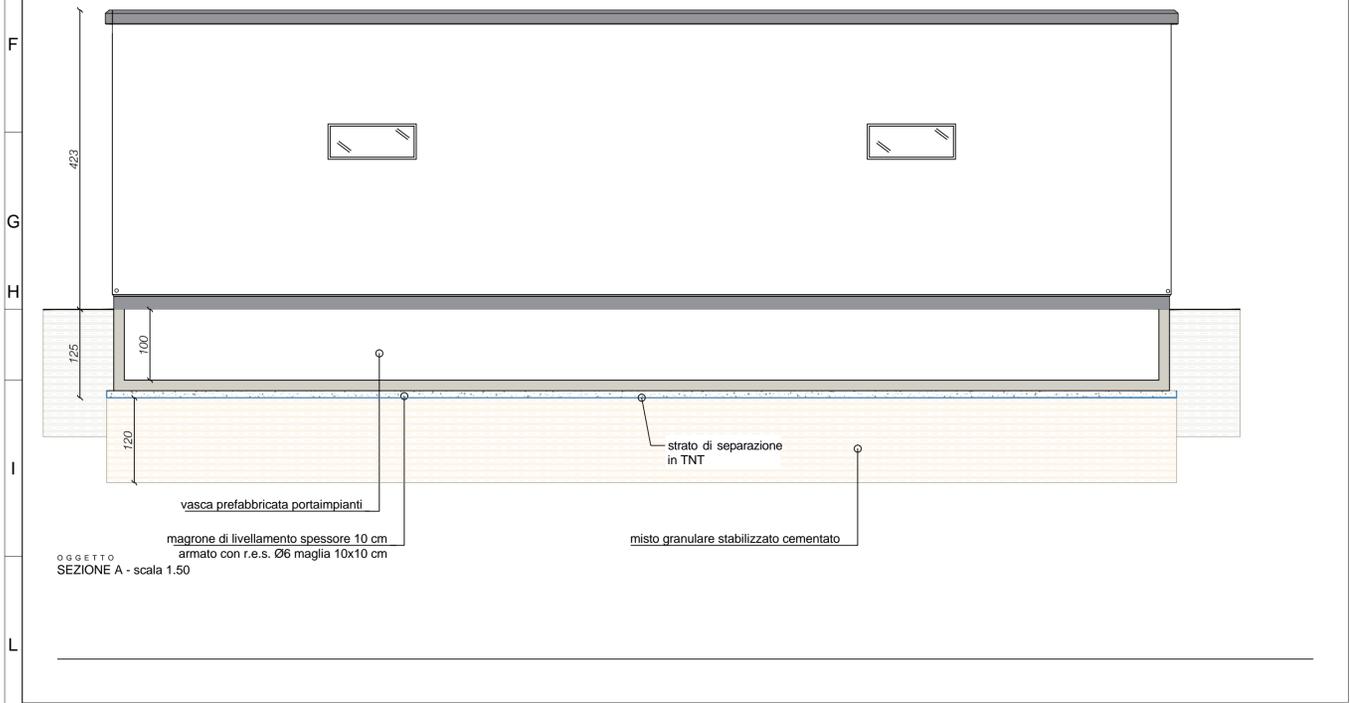
- data la tipologia di impianto di progetto, che non prevede la permanenza di personale fisso sul posto;
- data la tipologia di strutture realizzate, di tipo prettamente impiantistico, e pertanto di facile rimozione e ripristino
- data l'aleatorietà del fenomeno di liquefazione dei terreni;

l'intervento può ritenersi compatibile con il rischio di un eventuale liquefazione a seguito di sisma, valutando che l'accadimento di tale evento produrrebbe un impatto minimo, sia in termini di possibili perdite di vite umane che in termini di danni alle strutture.

CABINA DI RACCOLTA



OGGETTO
TIPOICO FONDAZIONE ARMATA - scala 1.50

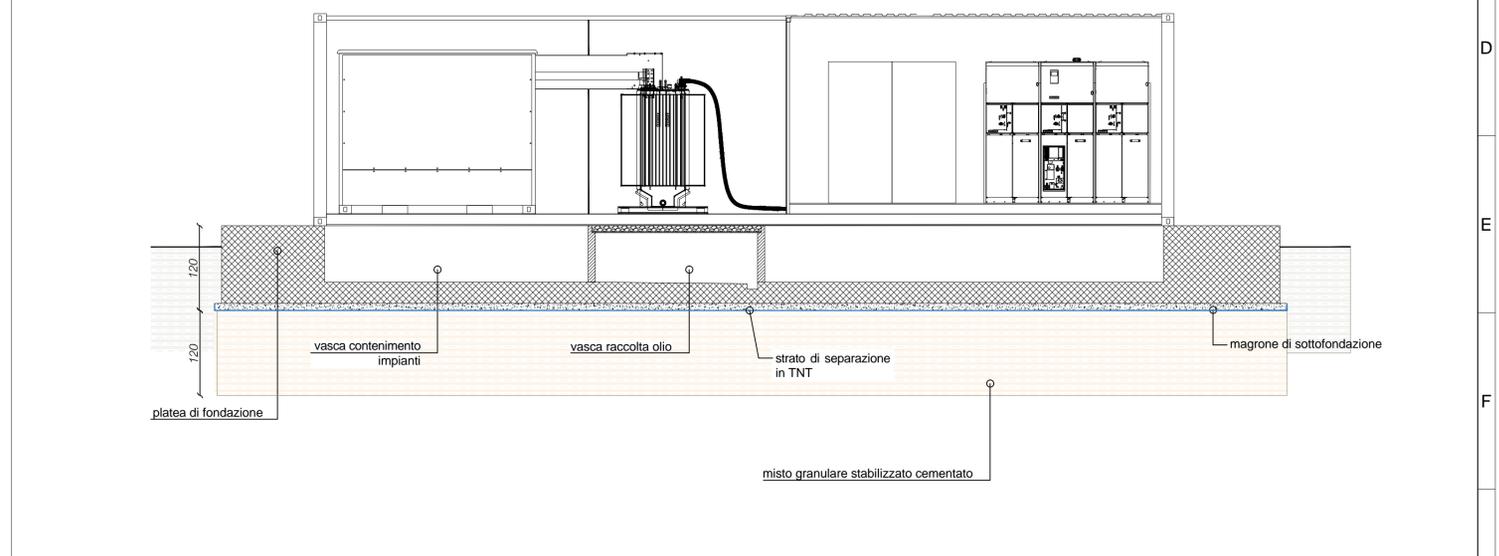


OGGETTO
SEZIONE A - scala 1.50

CABINA DI CAMPO



OGGETTO
TIPOICO FONDAZIONE ARMATA - scala 1.50



OGGETTO
SEZIONE A - scala 1.50

14/12/2023	00	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONI	F. NENCETTI	O. RETINI	F. NENCETTI
DATA	REV	DESCRIZIONE EMISSIONE	INCARICATO	VERIFICATO	APPROVATO
		ID Documento Committente H16_FV_BCR_00045	IMPIANTO: Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltico avanzato denominato "Carpi_1" di potenza pari a 20,43 MWp nel Comune di Carpi (MO) ed opere connesse alla RTN		
		ID Documento Appaltatore -	TITOLO: Tavola 1 Particolari fondazioni		
FOGLIO	SEGUE	DI	FORMATO	DIS. N.	scala:
1	-	1	A0	-	1:50
NOME FILE: H16_FV_BCR_00045_R00_Tav.1-ParticolariFondazioni.dwg					
<small>Questo documento è proprietà di IREN Green Generation S.r.l. e di tutte le sue società controllate. Se ne vieta la diffusione e l'utilizzo per scopi diversi da quelli per i quali è stato inviato.</small>					