



COMUNE DI
LOREO



REGIONE DEL VENETO



PROVINCIA DI
ROVIGO



IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO COMPOSTO DA DUE SEZIONI DI PRODUZIONE E SISTEMA DI ACCUMULO (STORAGE SYSTEM)

ALLEGATO		TITOLO			SCALA
REL. H		CALCOLO PRELIMINARE DELLE STRUTTURE			---
Data	Rev.	Descrizione	Redazione	Controllo	Approvazione
30/09/2022	00	EMISSIONE	U.A.	U.A.	E.C.

IL COMMITTENTE



Eridano S.r.l. - Via Vittorio Veneto n° 137
45100 ROVIGO p.lva 01620970291

PROGETTAZIONE
ed integrazione attività tecniche specialistiche
Arch. Enrico CAVALLARO

ATTIVITA' TECNICHE SPECIALISTICHE
Calcoli Strutture
Ing. Enrico Ulisse AVANZI

Ing. Enrico Ulisse Avanzi
INGEGNERIA AVANZI ASSOCIATI
Galleria Bernardino da Feltre n° 8
45100 ROVIGO
tel. 0425/422499 fax 0425/463014
e-mail : ingegneria.avanzi@gmail.com
pec: avanzi.enricoulisse@ingpec.eu
Ordine Ingg. Rovigo n. 370
Cod. A.G.I. - 1749



(1) - SOSTEGNI PANNELLI FOTOVOLTAICI ERIDANO - Comune di Loreo RO

ERIDANO SRL - SOSTEGNO PANNELLI FOTOVOLTAICI (Comune di Loreo RO)

L'oggetto della presente relazione di calcolo consiste nella verifica dei sostegni dei pannelli fotovoltaici e delle altre opere strutturali impiegati nel Parco Agro-Fotovoltaico dislocato nel Comune di Loreo in Provincia di Rovigo.

Nello specifico, il telaio dei pannelli fotovoltaici è costituito da n. 7 pali verticali in acciaio, a sostegno dei pannelli, del tipo HEA 260, disposti a 3 a 3 rispetto il palo di sostegno centrale con postazione motore ed avente interasse di 6,80 m, altezza fuori terra di 2,90 m ed infissione nel terreno pari a 3,20 m.

I pannelli sono agganciati a dei profili secondari collegati ai pali verticali tramite un profilo quadrato 180x180x10 che corre per tutta la lunghezza del telaio.

AZIONI APPLICATE ALLA STRUTTURA

Nel calcolo delle strutture sono stati analizzati gli effetti prodotti dalle varie combinazioni di carichi permanenti e carichi accidentali. Per la modellazione strutturale e di calcolo è stato utilizzato il software F.E.M. All-in-One EWS 53 della Softing s.r.l. di Roma.

CARICHI PERMANENTI E PESI PROPRI

I carichi permanenti considerati sono i seguenti:

G1 Peso proprio dell'acciaio = 7800 daN/m³

G1 P Peso proprio dei pannelli fotovoltaici = 25 daN/m² (Tipo Jinko Solar Tiger Pro 7RL4-TV 565-585 Watt - BIFACIAL MODULE)

CARICHI DA NEVE

Secondo la Normativa vigente del D.M. 17.01.2018 (Aggiornamento delle Norme tecniche per la costruzione), nel dimensionamento della struttura oggetto di studio si è considerato un carico accidentale della neve pari a:

Q_n = 80 daN/m²

CARICHI DA VENTO

Il carico accidentale da vento è costituito da pressioni e depressioni agenti perpendicolarmente alle superfici, sia interne che esterne, degli elementi che compongono la struttura.

Nel dimensionamento di quest'ultima si è considerato un carico accidentale di vento:

Q_v = 110 daN/m²

il quale è stato scomposto nelle due componenti orizzontale e verticale rispetto al terreno.

I valori applicati risultano pertanto essere:

componente orizzontale = 95,2 daN/m²

componente verticale = 55 daN/m²

AZIONE SISMICA e MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

La struttura è stata modellata utilizzando il già citato software All-in-One con elementi tipo trave. L'iterazione profilo-terreno viene modellata con l'impiego di elementi finiti di tipo Boundary (Molla).

Lungo ogni asse di riferimento locale dell'elemento trave viene assegnata una rigidità pari alla pressione di contatto terreno-profilo. Tale pressione è proporzionale alla costante di Winkler ($K_w = 0,50 \text{ daN/cm}^3$) per l'area di influenza del profilo.

Le azioni considerate sono:

Condizione	Tipo	MS
G1	Permanente	<input checked="" type="checkbox"/>
G2	Permanente non strutt.	<input checked="" type="checkbox"/>
Qv	Vento	<input checked="" type="checkbox"/>
Qn	Neve ($q < 1000$)	<input checked="" type="checkbox"/>

L'analisi statica calcola gli sforzi assiali in tutti gli elementi fattorizzando la matrice di rigidità che include le matrici di rigidità geometrica degli elementi.

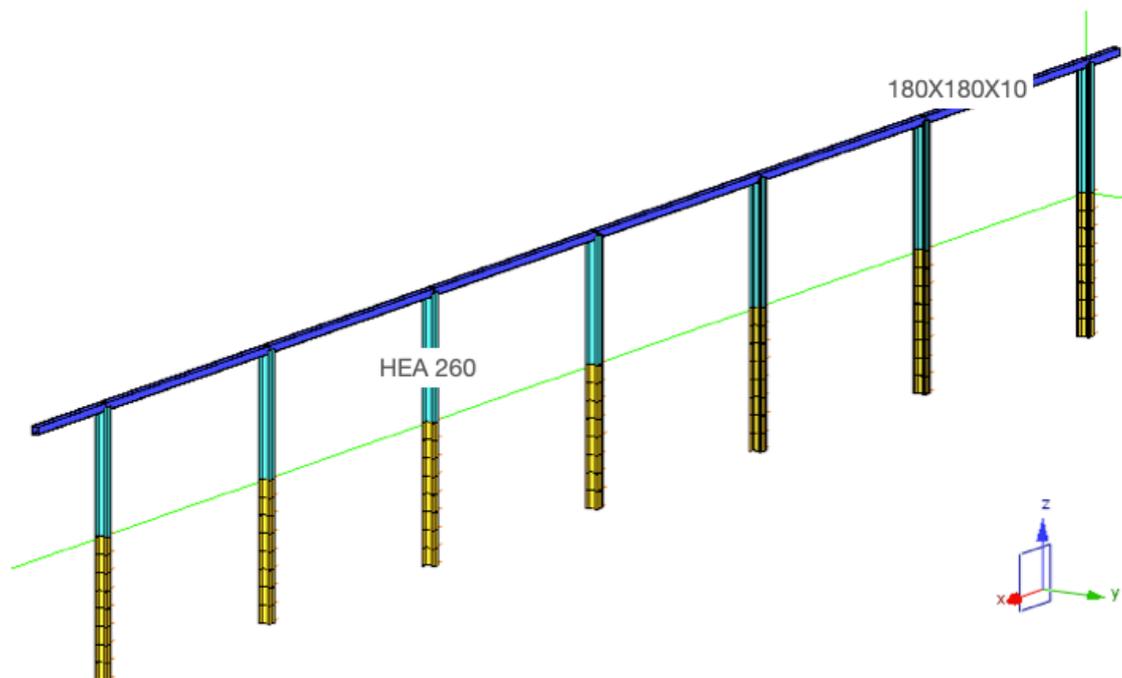
L'analisi dinamica si compone di un'analisi modale e di un'analisi spettrale. La prima determina gli autovettori e gli autovalori (e quindi i periodi propri) della matrice dinamica della struttura, secondo un metodo di subspace iteration, la seconda, che è una tecnica comune per l'analisi sismica, determina prima un'accelerazione di progetto in funzione dei periodi propri determinati dall'analisi modale secondo una funzione assegnata dall'utente, detta spettro di risposta tratto dalla normativa di riferimento, e successivamente calcola l'involuppo dei contributi trovati per ogni modo di vibrare, secondo il metodo di combinazione SRSS o CQC.

Il tipo di analisi effettuato è lineare, le caratteristiche dell'analisi sismica sono di seguito riportate. Per il dimensionamento e la verifica dei profili infissi nel terreno e dei profili scatolari è stato utilizzato il software EASYSTEEL, della già citata Softing s.r.l.

Riepilogo degli spettri

Proprietà	SLDh	SLVh
fattore q automatico	SI	SI
Dir. azione sismica	orizzontale	orizzontale
regolare in pianta	SI	SI
regolare in altezza	SI	SI
numero di intervalli	32	32
materiale struttura	Acciaio	Acciaio
tipologia struttura	strutture a mensola o a p...	strutture a mensola o a pendolo inverso
forma dello spettro	Elastico	Inelastico
categoria del suolo	Depositi di terreni granula...	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco ad...
classe di duttilità	Non dissipativa	Non dissipativa
categoria topograf...	T1	T1
normativa	DM 2018	DM 2018
zona sismica	AgS > 0.075g	AgS > 0.075g
classe d'uso	II	II
tipo di stato limite	SLD	SLV
durata totale	2.00	2.00
smorzamento	5.00	5.00
f0	2.49	2.75
Ag/g	0.03	0.06
Tc*	0.25	0.36
longitudine	12.19	12.19
latitudine	45.06	45.06
Pv	0.63	0.10
Vr	50.00	50.00
% quota sul pendio	1.00	1.00
Tr	50.29	474.56
fattore q effettivo	1.00	1.33
fattore n effettivo	1.00	1.00
fattore s effettivo	1.80	1.80

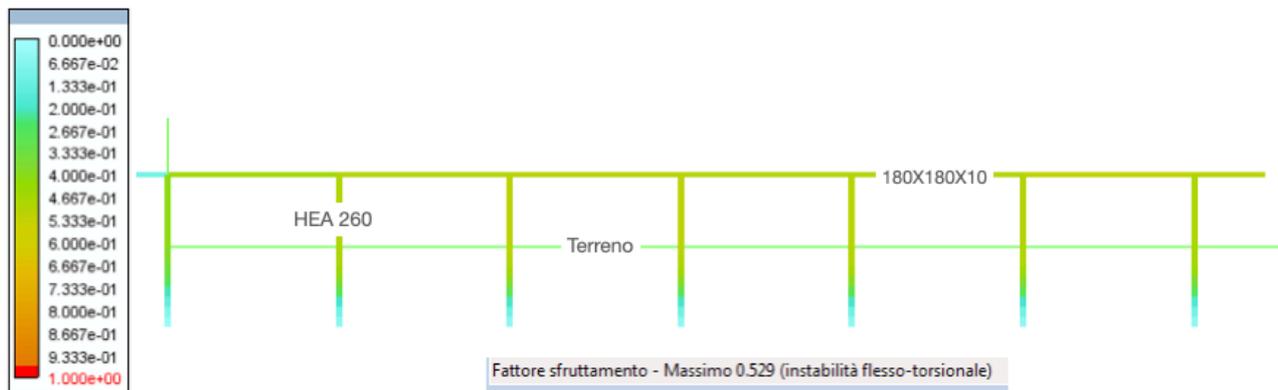
Il modello di calcolo viene di seguito riportato:



Normativa	
Normativa	DM18 ND
Unità di misura	
Unità di lunghezza	cm
Unità di forza	kg
Unità di pressione	kg:cmq
Caratteristiche acciaio	
Classe acciaio	355
Resistenza snervamento	3619.9926
Resistenza rottura	5200.5527
Fattore sovrarresistenza	1.1000000
Peso specifico	0.00785000
Coeff. dilatazione termica	0.00001200
Coefficienti sicurezza parziale	
Coeff. Sic. Parziale	1.0500000
Coeff. Sic. Parziale Instabilità	1.0500000
Coeff. Sic. Parziale Forati	1.2500000

RISULTATI DELLE ANALISI

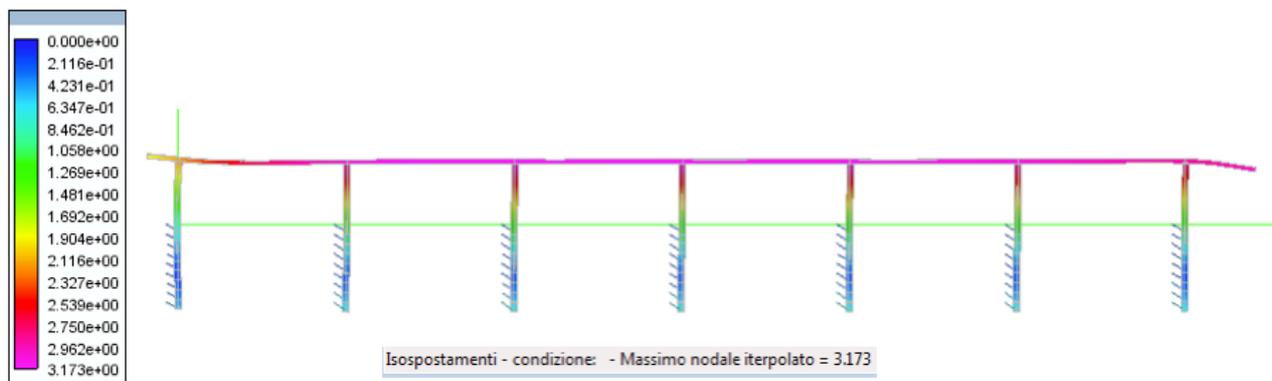
Il fattore di sfruttamento del materiale è $0,529 < 1$ e quindi verificato.



Verifica membratura		Verifica Taglio		Verifica Assial-Flessionale		Classe profilo			
Unità: cm, kg, kg/cm ²				Combinazione Più gravosa					
		RESISTENZA				INSTABILITA'			
		Taglio y	Taglio z	Presso-flessione	Assiale	Torsione	Taglio	Flessionale	Flesso-torsionale
Combinazione		9	10	10	9		11	10	10
Ascissa		0.00000000	0.00000000	0.00000000	680.00000		680.00000	0.00000000	0.00000000
Azioni	Nx	401.64086	352.89618	352.89618	401.64086		95.039620	352.89618	352.89618
	Mx					-13665.136			
	Mz	405975.27	356704.54	356704.54	390009.04		92287.202	356704.54	356704.54
	My	150493.10	250821.84	250821.84	106199.38		0.00000000	250821.84	250821.84
	Ty	3516.3813	3089.6198	3089.6198	3469.4219		820.96363	3089.6198	3089.6198
	Tz	1415.2098	2358.6830	2358.6830	1284.9342		0.00000000	2358.6830	2358.6830
Resistenze	Nx	225459.56	225459.56	225459.56	225459.56		225459.56	108569.22	108569.22
	Mx					9404720.0			
	Mz	1210801.3	1210801.3	1210801.3	1210801.3		1438962.5	1204098.5	1197096.5
	My	1210801.3	1210801.3	1210801.3	1210801.3		1438962.5	1204125.2	1204125.2
	Ty	65084.568	65084.568	65084.568	65084.568		312319.01	65084.568	65084.568
	Tz	68913.072	68913.072	68913.072	68913.072		312319.01	68913.072	68913.072
Taglio sismico		0.00000000	0.00000000						
Coef. sicurezza		>10.0	>10.0	1.9868042	>10.0	>10.0	>10.0	1.9693004	1.9626033
Limite normativa		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Classe massima profilo		1		Verificato					

La deformata max. calcolata relativa allo stato di esercizio è dell'ordine di 3,1 cm, compatibile con l'utilizzo della struttura anche in considerazione della gravosa condizione di carico assunta.

Combinazioni										
SLU	Servizio	Danno	Operatività	Geotecniche	Eccezionali	Tipi di carico	Coefficients combinazioni geotecniche			
Fissa	Tipo	#	(1) Dina...	(1) D...	(1) Dina...	(1) Dinami...	(1) G1	(1) G2	(1) Qv	(1) Qn
<input type="checkbox"/>	Quasi Perm.	1					1.00	1.00		
<input type="checkbox"/>	Frequente	2					1.00	1.00		0.20
<input type="checkbox"/>	Frequente	3					1.00	1.00	0.20	
<input type="checkbox"/>	Frequente	4					1.00	1.00		
<input type="checkbox"/>	Rara	5					1.00	1.00	0.60	1.00
<input type="checkbox"/>	Rara	6					1.00	1.00	1.00	0.50
<input type="checkbox"/>	Rara	7					1.00	1.00		



Ing. Enrico Ulisse Avanzi
INGEGNERIA AVANZI ASSOCIATI
Galleria Bernardino da Feltre n° 8
45100 ROVIGO
tel. 0425/422499 fax 0425/463014
e-mail : ingegneria.avanzi@gmail.com
pec: avanzi.enricoulisse@ingpec.eu
Ordine Ingg. Rovigo n. 370
Cod. A.G.I. - 1749

I.A.A.

ALLEGATI GRAFICI

Tiger Pro 7RL4-TV

565-585 Watt

BIFACIAL MODULE
TILING RIBBON (TR)

P-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

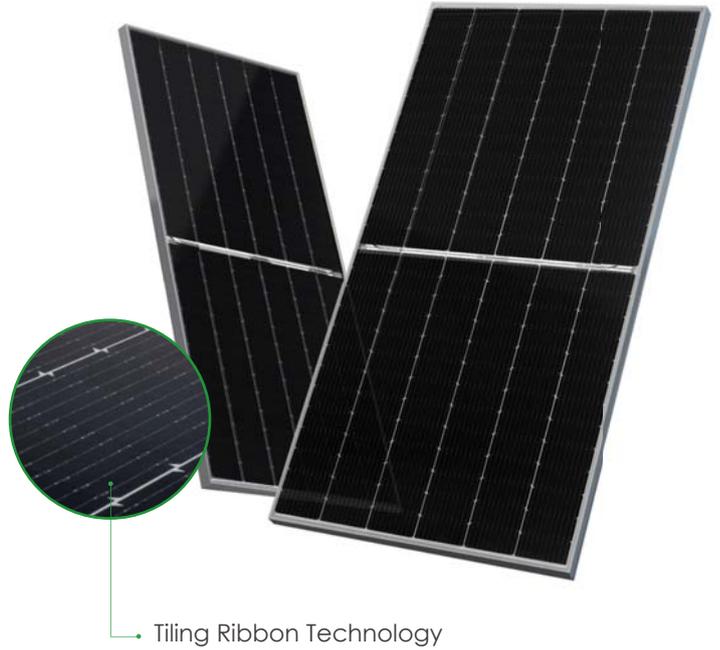
IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018

Occupational health and safety management systems



Tiling Ribbon Technology

Key Features



TR (Tiling Ribbon) Technology

Advanced tiling ribbon technology achieve the double breakthrough in both module efficiency and output power.



Light-weight design

Light-weight design using transparent backsheet for easy installation and low BOS cost.



Higher Power Output

Module power increases 5-25% generally, bringing significantly lower LCOE and higher IRR.



Longer Life-time Power Yield

0.45% annual power degradation and 30 year linear power warranty.



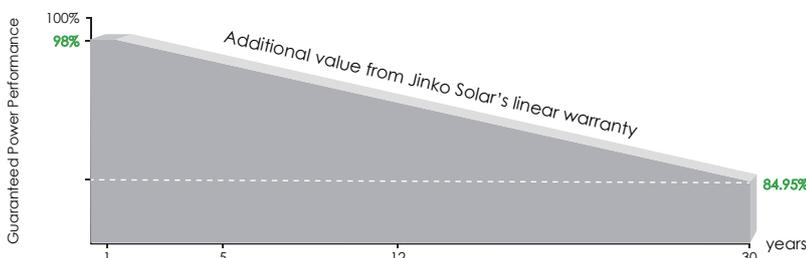
Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).



POSITIVE QUALITY™
Continuous Quality Assurance

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

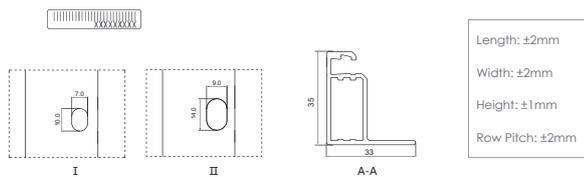
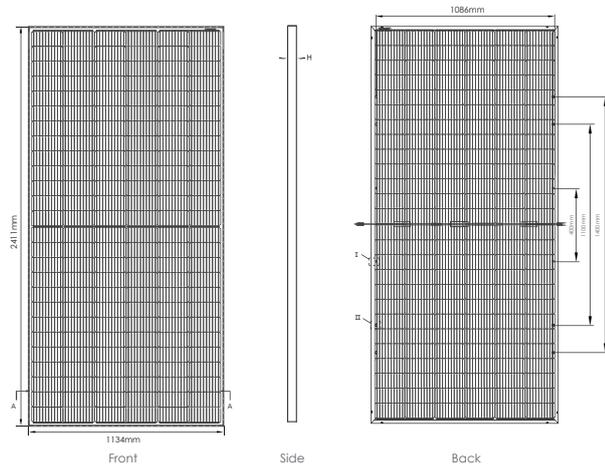


12 Year Product Warranty

30 Year Linear Power Warranty

0.45% Annual Degradation Over 30 years

Engineering Drawings



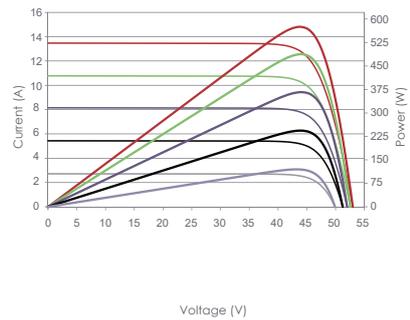
Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

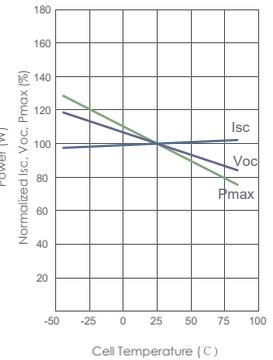
31 pcs/pallets, 62 pcs/stack, 496 pcs/ 40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence

Current-Voltage & Power-Voltage Curves (575W)



Temperature Dependence of Isc, Voc, Pmax



Mechanical Characteristics

Cell Type	P type Mono-crystalline
No. of cells	156 (2×78)
Dimensions	2411×1134×35mm (94.92×44.65×1.38 inch)
Weight	30.6 kg (67.46 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm ² (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM565M-7RL4-TV		JKM570M-7RL4-TV		JKM575M-7RL4-TV		JKM580M-7RL4-TV		JKM585M-7RL4-TV	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	565Wp	420Wp	570Wp	424Wp	575Wp	428Wp	580Wp	432Wp	585Wp	435Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	44.08V	41.05V	44.19V	41.17V	44.30V	41.29V	44.41V	41.41V	44.52V	41.53V
Maximum Power Current (Imp)	12.82A	10.24A	12.90A	10.30A	12.98A	10.36A	13.06A	10.42A	13.14A	10.48A
Open-circuit Voltage (Voc)	53.53V	50.53V	53.61V	50.60V	53.70V	50.69V	53.81V	50.79V	53.92V	50.89V
Short-circuit Current (Isc)	13.48A	10.89A	13.55A	10.94A	13.62A	11.00A	13.70A	11.07A	13.78A	11.13A
Module Efficiency STC (%)	20.67%		20.85%		21.03%		21.21%		21.40%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									
Refer. Bifacial Factor	70±5%									

BIFACIAL OUTPUT-REAR SIDE POWER GAIN

		5%		15%		25%	
		Maximum Power (Pmax)	Module Efficiency STC (%)	Maximum Power (Pmax)	Module Efficiency STC (%)	Maximum Power (Pmax)	Module Efficiency STC (%)
		593Wp	21.70%	650Wp	23.76%	706Wp	25.83%
		599Wp	21.89%	656Wp	23.98%	713Wp	26.06%
		604Wp	22.08%	661Wp	24.19%	719Wp	26.29%
		609Wp	22.27%	667Wp	24.40%	725Wp	26.52%
		614Wp	22.47%	673Wp	24.61%	731Wp	26.75%

*STC: Irradiance 1000W/m²

Cell Temperature 25°C

AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m²

Ambient Temperature 20°C

AM=1.5

Wind Speed 1m/s

Ing. Enrico Ulisse Avanzi
INGEGNERIA AVANZI ASSOCIATI
Galleria Bernardino da Feltre n° 8
45100 ROVIGO
tel. 0425/422499 fax 0425/463014
e-mail : ingegneria.avanzi@gmail.com
pec: avanzi.enricoulisse@ingpec.eu
Ordine Ingg. Rovigo n. 370
Cod. A.G.I. - 1749



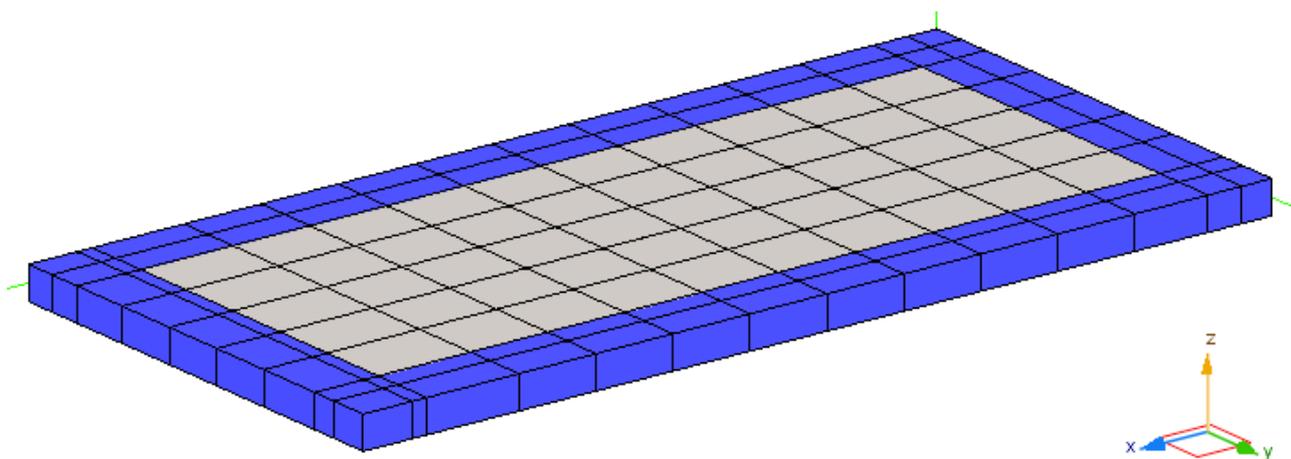
(2) - PLATEA BOX CONTROLLO QUADRI ERIDANO - Comune di Loreo RO

ERIDANO - PLATEA BOX CONTROLLO QUADRI (Comune di Loreo RO)

Si tratta di un elementi prefabbricato in lamiera di acciaio tipo cabina delle dimensioni 2,46 x 6,15 m con $h = 3,10$ m. La relativa platea di fondazione ha spessore $s = 25$ cm e dimensioni 3,46 x 7,15 m impostata a quota -0,54 dal p.c.; viene realizzata impiegando calcestruzzo C25/30 ed acciaio B450C.

Per il terreno di fondazione si può valutare (Approccio 2) una pressione ammissibile dell'ordine di $0,66$ daN/cm² (**ALLEGATO 1**). Per lo stesso è stata prudenzialmente assunta una costante di sottofondo, per suolo alla Winkler, pari a $K_w = 0,50$ daN/cm³.

Il modello F.E.M. eseguito con All-in-one EWS 51 di Softing srl di Roma, è di seguito riportato:



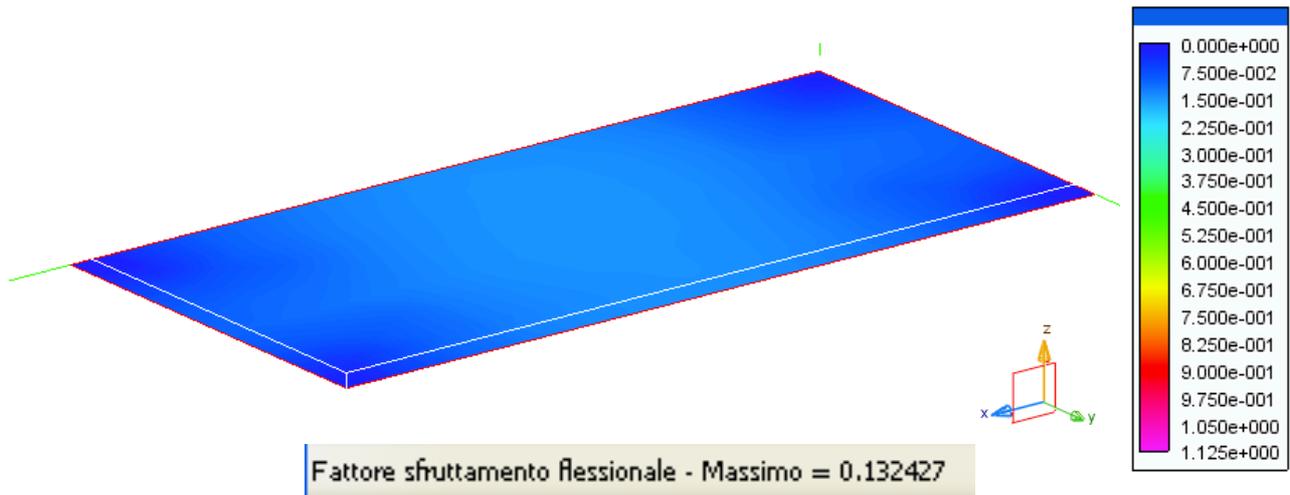
Il carico complessivo del prefabbricato viene stimato in 23.000 daN, per un incremento di carico sulla platea (zona grigia) pari a $0,15$ daN/cm².

Le sollecitazioni sono modestissime: si adotta quindi armatura minima per le platee di fondazione, non chiaramente indicata nel DM 2018, ma che può essere considerata pari allo 0,20%.

$$A_{\text{min.}} = 0,20\% \cdot (100 \cdot 25) = 5,00 \text{ cm}^2/\text{m}.$$

Si impiega doppia rete $\varnothing 12/20 \times 20$ pari a $5,65$ cm²/m.

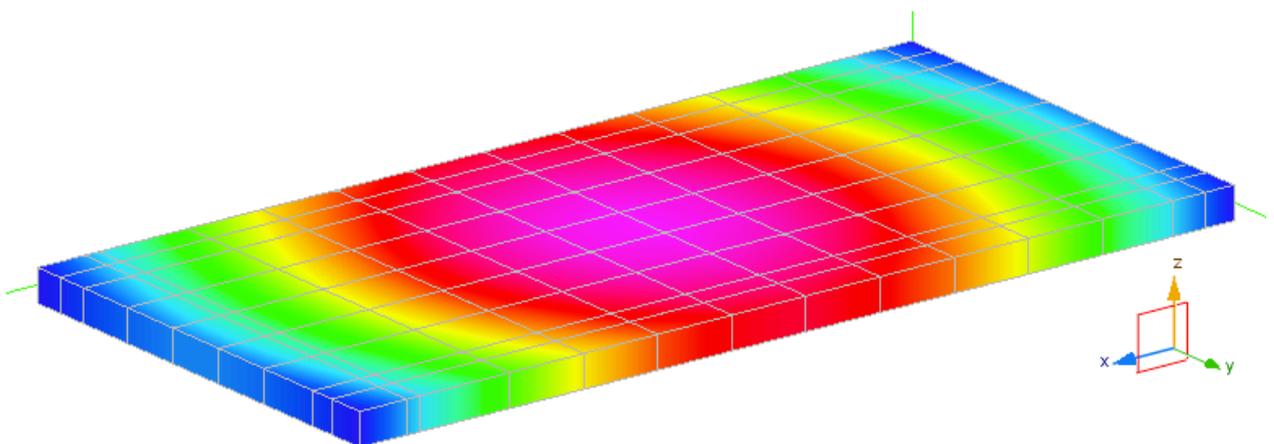
Di seguito è riportato il fattore di sfruttamento flessionale ottenuto, ampiamente cautelativo, a garanzia di durabilità in ambiente aggressivo:



La pressione sul suolo è ampiamente ammissibile.

$$\sigma_{t \max} = 0,337 * 0,50 = 0,1685 \text{ daN/cm}^2$$

Isospostamenti - condizione: - Massimo nodale interpolato = 0.337



Ing. Enrico Ulisse Avanzi
INGEGNERIA AVANZI ASSOCIATI
Galleria Bernardino da Feltre n° 8
45100 ROVIGO
tel. 0425/422499 fax 0425/463014
e-mail : ingegneria.avanzi@gmail.com
pec: avanzi.enricoulisse@ingpec.eu
Ordine Ingg. Rovigo n. 370
Cod. A.G.I. - 1749



ALLEGATO (1)

NOTE GEOTECNICHE



qualità

sistemi di gestione qualità – audit di prima e seconda parte – formazione – implementazione ISO 9001:2015



ambiente e geologia

sistemi di gestione ambientale – implementazione ISO 14001:2015 – rifiuti – VIA, AUA, AIA, emissioni in atmosfera – caratterizzazioni ambientali – analisi di rischio – due diligence – indagini geotecniche – geologia applicata – CPT, CPTU, permeabilità terreni BAT, georadar, MASW, tomografia elettrica 2D, 3D – monitoraggi ambientali



energia ed impianti

progettazione impianti elettrici – termici civili, industriali, pubblica illuminazione – verifiche – impianti ad energie alternative: fotovoltaico, geotermico, solare termico



costruzioni e strutture

progettazione civile e industriale in c.a., acciaio, legno – collaudi – direzione lavori – assunzione incarico Responsabile Lavori – verifiche strutturali



sicurezza sul lavoro e cantieri

sistemi di gestione salute e sicurezza UNI-INAIL BS OHSAS 18001:2007 – RSPP – due diligence – audit di prima e seconda parte – documenti di valutazione dei rischi – valutazioni rischi specifici – sicurezza in cantiere: incarichi di CSP, CSE, RL, documenti: PSC, PSS, POS, PIMUS, progettazione ponteggi – sicurezza degli alimenti – prevenzione incendi, CPI – formazione e addestramento – formazione e-Learning



marcatura CE

marcatura CE macchine, attrezzature, impianti, accessori di sollevamento e materiali – fascicoli tecnici, libretti di uso e manutenzione, valutazione dei rischi – assistenza macchine extra UE



acustica

valutazione impatto acustico – requisiti acustici passivi – clima acustico



miglioramento energetico

diagnosi, interventi migliorativi, progettazione involucro e impianti, APE, detrazioni fiscali – verifiche termometriche – termografia

Tecnologica Group srl
Via Combattenti Alleati d'Europa, 9/S
45100 ROVIGO
t./f. 0425.475453
www.tecnologicagroup.com
info@tecnologicagroup.com

RIFERIMENTO: IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO
COMPOSTO DA DUE SEZIONI DI
PRODUZIONE E SISTEMA DI ACCUMULO

OGGETTO: caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e sismica
dei terreni di fondazione

RELAZIONE GEOLOGICO E GEOTECNICA

L.R. 09/05/1988 n. 27
D.P.R. 380/01
O.C.M n. 3274 del 20/03/2003
D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche sulle Costruzioni
D.M. 17/01/2018 Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni

Comuni di Loreo e Adria

Provincia di Rovigo

Località

S.P. 41

Data: 30/07/2022

Rif. Ns.: rel. geo. 2277/22

COMMITTENTE:



Eridano S.r.l. - Via Vittorio Veneto n° 137
45100 ROVIGO p.Iva 01620970291

TECNICO:

dott. PAOLO CHIARION
geologo e tecnico ambientale
Viale Combattenti Alleati d'Europa, 9/S
45100 ROVIGO



IN COLLABORAZIONE CON:
Ing. Angelo Milan
ingegnere
Via Roma, 27
45031 ARQUA' POLESINE



pats s.r.l.
engineering



società di ingegneria

Le indagini eseguite hanno permesso di delineare in modo specifico la conoscenza del territorio e dell'ambiente superficiale e sotterraneo, permettendo la formulazione di un esaustivo quadro conoscitivo.

Le considerazioni finali sono le seguenti:

1. La natura dei terreni è prevalentemente a tessitura argilloso-limosa con permeabilità medio/bassa;
2. **Le caratteristiche geotecniche risultano discrete e la portanza allo SLU risulta pari a 0.66Kg/cmq; il valore va sempre confrontato con i cedimenti indotti che risultano ammissibili per un carico di esercizio (SLE) di 0.4Kg/cmq.**
3. la profondità media della falda si attesta a -1.5m da p.c.;

Date le considerazioni soprascritte si esprime un parere positivo di compatibilità all'intervento sotto l'aspetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico a condizione che il progettista ne tenga presente nella progettazione esecutiva.

8. CONCLUSIONI E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

sismicità

Il sito investigato è inserito in Classe 3 e in Categoria C secondo quanto prescritto dall'O.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e NTC2018 e smi.

Capacità portante

Si considera una fondazione di tipo a platea per le cabine ed inverter e pali metallici infissi nel terreno fino a -1.5/-2.0m da p.c. per la struttura porta moduli fotovoltaici; Le tensioni indotte dal carico dell'opera interessano prevalentemente i terreni di natura coesiva. In accordo con quanto previsto dalle NTC 2018, le verifiche sono state condotte secondo l'Approccio 2 (A1+M1+R3); **i cedimenti risultano ammissibili e contenuti per un carico di esercizio (SLE) di 0.4Kg/cm² (zona cabine e inverter).**

Accorgimenti

La profondità di falda freatica, rilevata nel foro delle prove penetrometriche al termine delle stesse, è di -1.5/-2.4m da p.c.; si stima una profondità media di circa -1.8m da p.c.; l'oscillazione stagionale è piuttosto limitata (0.4/0.6m) e non rapida visto che i terreni presenti a quelle quote sono caratterizzati da valori di permeabilità medio-bassi;

Luglio 2022

geol. Paolo Chiarion



Ing. Enrico Ulisse Avanzi
INGEGNERIA AVANZI ASSOCIATI
Galleria Bernardino da Feltre n° 8
45100 ROVIGO
tel. 0425/422499 fax 0425/463014
e-mail : ingegneria.avanzi@gmail.com
pec: avanzi.enricoulisse@ingpec.eu
Ordine Ingg. Rovigo n. 370
Cod. A.G.I. - 1749

I.A.A.

ALLEGATI GRAFICI

Ing. Enrico Ulisse Avanzi
INGEGNERIA AVANZI ASSOCIATI
Galleria Bernardino da Feltre n° 8
45100 ROVIGO
tel. 0425/422499 fax 0425/463014
e-mail : ingegneria.avanzi@gmail.com
pec: avanzi.enricoulisse@ingpec.eu
Ordine Ingg. Rovigo n. 370
Cod. A.G.I. - 1749



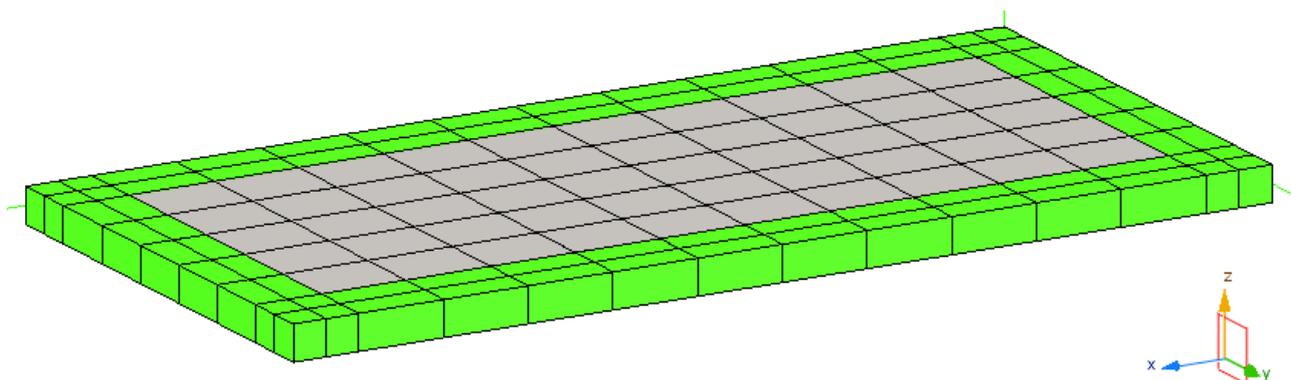
(3) - FONDAZIONI CABINE BT - MT ERIDANO - Comune di Loreo RO

ERIDANO - PLATEA CABINE BT-MT (Comune di Loreo RO)

Si tratta di elementi prefabbricati in lamiera di acciaio tipo cabina delle dimensioni 2,4308 x 12,192 m con $h = 2,896$ m. La relativa platea di fondazione ha spessore $s = 25$ cm e dimensioni 3,40 x 7,00 m impostata a quota -0,60 dal p.c., viene realizzata impiegando calcestruzzo C25/30 ed acciaio B450C.

Per il terreno di fondazione si può valutare (Approccio 2) una pressione ammissibile dell'ordine di $0,66$ daN/cm² (**ALLEGATO 1**). Per lo stesso è stata prudenzialmente assunta una costante di sottofondo, per suolo alla Winkler, pari a $K_w = 0,50$ daN/cm³.

Il modello F.E.M. eseguito con All-in-one EWS 51 di Softing srl di Roma, è di seguito riportato:



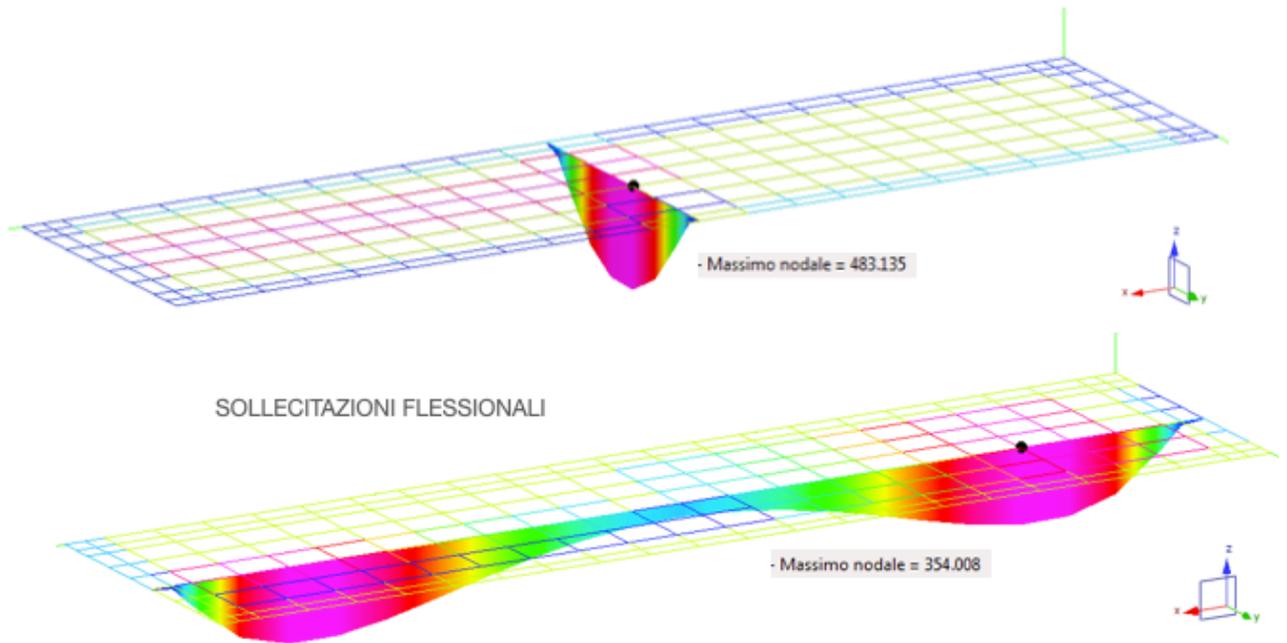
Il carico complessivo del prefabbricato viene stimato in 49.000 daN, per un incremento di carico sulla platea (zona grigia) pari a $0,16$ daN/cm².

Le sollecitazioni sono modestissime: si adotta quindi armatura minima per le platee di fondazione, non chiaramente indicata nel DM 2018, ma che può essere considerata pari allo 0,20%.

$$A_{fmin.} = 0,20\% \cdot (100 \cdot 25) = 5,00 \text{ cm}^2/\text{m}.$$

Si impiega doppia rete $\varnothing 12/20 \times 20$ pari a $5,65$ cm²/m.

Di seguito il fattore di sfruttamento flessionale ottenuto, ampiamente cautelativo, a garanzia di durabilità in ambiente aggressivo.



Titolo: PLATEA BT - MT

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	5.65	5
2	5.65	20

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 4.83 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C		C20/25	
ε _{su}	67.5 ‰	ε _{c2}	2 ‰
f _{yd}	391.3 N/mm²	ε _{cu}	3.5 ‰
E _s	200 000 N/mm²	f _{cd}	11.33
E _s /E _c	15	f _{cc} /f _{cd}	0.8
ε _{syd}	1.957 ‰	σ _{c,adm}	8.5
σ _{s,adm}	255 N/mm²	τ _{co}	0.5333
		τ _{c1}	1.686

M_{xRd} 47.3 kNm

σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 3.5 ‰
 ε_s 16.73 ‰
 d 20 cm
 x 3.46 x/d 0.173
 δ 0.7

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

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100

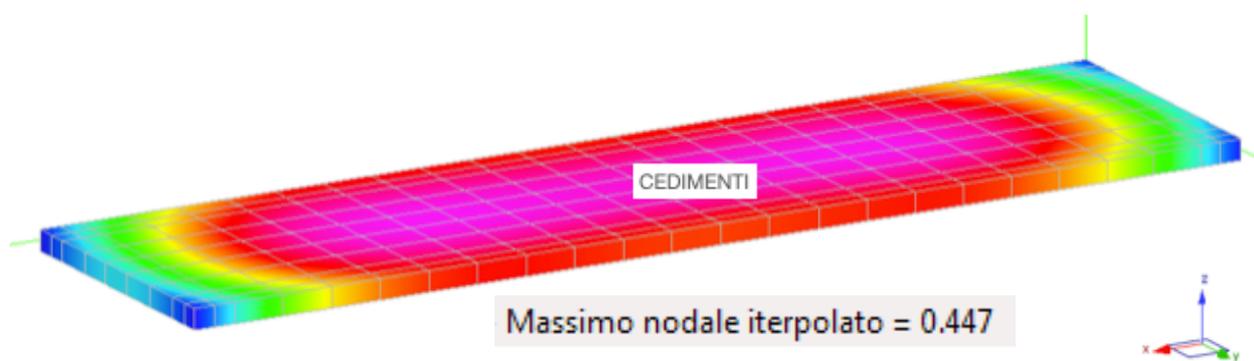
Calcola MRd Dominio M-N
 L_o 0 cm Col. modello

Precompresso

Le sollecitazioni nei materiali sono modeste a garanzia di durabilità.

La pressione sul suolo è ampiamente ammissibile.

$$\sigma_{\text{max.}} = 0,447 * 0,50 = 0,2235 \text{ daN/cm}^2$$



Ing. Enrico Ulisse Avanzi
INGEGNERIA AVANZI ASSOCIATI
Galleria Bernardino da Feltre n° 8
45100 ROVIGO
tel. 0425/422499 fax 0425/463014
e-mail : ingegneria.avanzi@gmail.com
pec: avanzi.enricoulisse@ingpec.eu
Ordine Ingg. Rovigo n. 370
Cod. A.G.I. - 1749



ALLEGATO (1)

NOTE GEOTECNICHE



qualità

sistemi di gestione qualità – audit di prima e seconda parte – formazione – implementazione ISO 9001:2015



ambiente e geologia

sistemi di gestione ambientale – implementazione ISO 14001:2015 – rifiuti – VIA, AUA, AIA, emissioni in atmosfera – caratterizzazioni ambientali – analisi di rischio – due diligence – indagini geotecniche – geologia applicata – CPT, CPTU, permeabilità terreni BAT, georadar, MASW, tomografia elettrica 2D, 3D – monitoraggi ambientali



energia ed impianti

progettazione impianti elettrici – termici civili, industriali, pubblica illuminazione – verifiche – impianti ad energie alternative: fotovoltaico, geotermico, solare termico



costruzioni e strutture

progettazione civile e industriale in c.a., acciaio, legno – collaudi – direzione lavori – assunzione incarico Responsabile Lavori – verifiche strutturali



sicurezza sul lavoro e cantieri

sistemi di gestione salute e sicurezza UNI-INAIL BS OHSAS 18001:2007 – RSPP – due diligence – audit di prima e seconda parte – documenti di valutazione dei rischi – valutazioni rischi specifici – sicurezza in cantiere: incarichi di CSP, CSE, RL, documenti: PSC, PSS, POS, PIMUS, progettazione ponteggi – sicurezza degli alimenti – prevenzione incendi, CPI – formazione e addestramento – formazione e-Learning



marcatura CE

marcatura CE macchine, attrezzature, impianti, accessori di sollevamento e materiali – fascicoli tecnici, libretti di uso e manutenzione, valutazione dei rischi – assistenza macchine extra UE



acustica

valutazione impatto acustico – requisiti acustici passivi – clima acustico



miglioramento energetico

diagnosi, interventi migliorativi, progettazione involucro e impianti, APE, detrazioni fiscali – verifiche termometriche – termografia

Tecnologica Group srl
Via Combattenti Alleati d'Europa, 9/S
45100 ROVIGO
t./f. 0425.475453
www.tecnologicagroup.com
info@tecnologicagroup.com

RIFERIMENTO: IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO
COMPOSTO DA DUE SEZIONI DI
PRODUZIONE E SISTEMA DI ACCUMULO

OGGETTO: caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e sismica
dei terreni di fondazione

RELAZIONE GEOLOGICO E GEOTECNICA

L.R. 09/05/1988 n. 27
D.P.R. 380/01
O.C.M n. 3274 del 20/03/2003
D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche sulle Costruzioni
D.M. 17/01/2018 Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni

Comuni di Loreo e Adria

Provincia di Rovigo

Località

S.P. 41

Data: 30/07/2022

Rif. Ns.: rel. geo. 2277/22

COMMITTENTE:



Eridano S.r.l. - Via Vittorio Veneto n° 137
45100 ROVIGO p.Iva 01620970291

TECNICO:

dott. PAOLO CHIARION
geologo e tecnico ambientale
Viale Combattenti Alleati d'Europa, 9/S
45100 ROVIGO



IN COLLABORAZIONE CON:
Ing. Angelo Milan
ingegnere
Via Roma, 27
45031 ARQUA' POLESINE



pats s.r.l.
engineering



società di ingegneria

Le indagini eseguite hanno permesso di delineare in modo specifico la conoscenza del territorio e dell'ambiente superficiale e sotterraneo, permettendo la formulazione di un esaustivo quadro conoscitivo.

Le considerazioni finali sono le seguenti:

1. La natura dei terreni è prevalentemente a tessitura argilloso-limosa con permeabilità medio/bassa;
2. **Le caratteristiche geotecniche risultano discrete e la portanza allo SLU risulta pari a 0.66Kg/cmq; il valore va sempre confrontato con i cedimenti indotti che risultano ammissibili per un carico di esercizio (SLE) di 0.4Kg/cmq.**
3. la profondità media della falda si attesta a -1.5m da p.c.;

Date le considerazioni soprascritte si esprime un parere positivo di compatibilità all'intervento sotto l'aspetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico a condizione che il progettista ne tenga presente nella progettazione esecutiva.

8. CONCLUSIONI E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

sismicità

Il sito investigato è inserito in Classe 3 e in Categoria C secondo quanto prescritto dall'O.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e NTC2018 e smi.

Capacità portante

Si considera una fondazione di tipo a platea per le cabine ed inverter e pali metallici infissi nel terreno fino a -1.5/-2.0m da p.c. per la struttura porta moduli fotovoltaici; Le tensioni indotte dal carico dell'opera interessano prevalentemente i terreni di natura coesiva. In accordo con quanto previsto dalle NTC 2018, le verifiche sono state condotte secondo l'Approccio 2 (A1+M1+R3); **i cedimenti risultano ammissibili e contenuti per un carico di esercizio (SLE) di 0.4Kg/cm² (zona cabine e inverter).**

Accorgimenti

La profondità di falda freatica, rilevata nel foro delle prove penetrometriche al termine delle stesse, è di -1.5/-2.4m da p.c.; si stima una profondità media di circa -1.8m da p.c.; l'oscillazione stagionale è piuttosto limitata (0.4/0.6m) e non rapida visto che i terreni presenti a quelle quote sono caratterizzati da valori di permeabilità medio-bassi;

Luglio 2022

geol. Paolo Chiarion



Ing. Enrico Ulisse Avanzi
INGEGNERIA AVANZI ASSOCIATI
Galleria Bernardino da Feltre n° 8
45100 ROVIGO
tel. 0425/422499 fax 0425/463014
e-mail : ingegneria.avanzi@gmail.com
pec: avanzi.enricoulisse@ingpec.eu
Ordine Ingg. Rovigo n. 370
Cod. A.G.I. - 1749

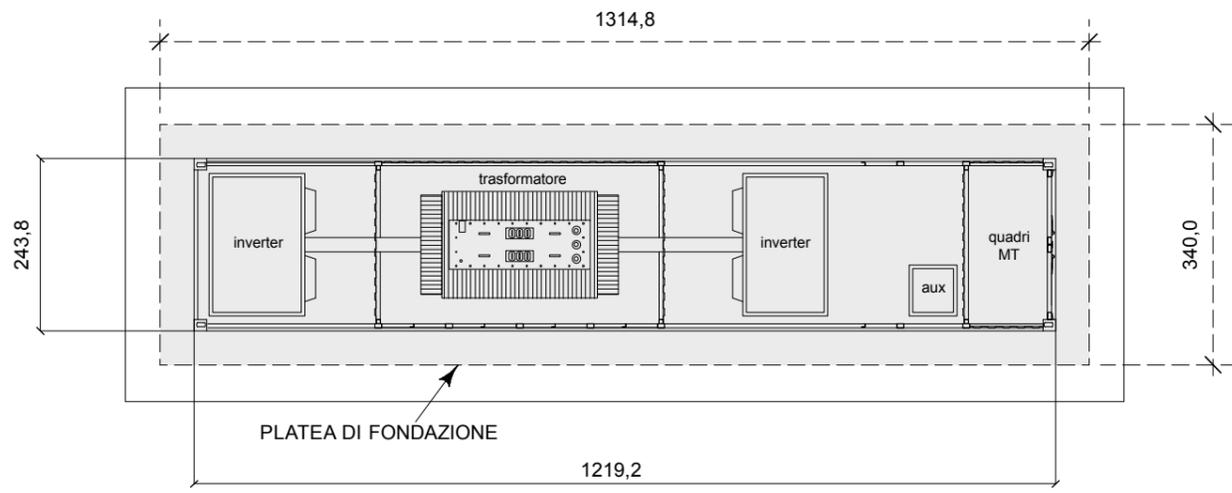
I.A.A.

ALLEGATI GRAFICI

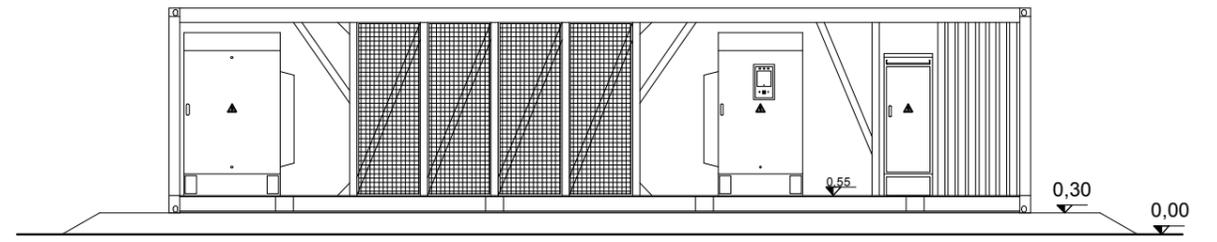
CABINA ELETTRICA BT/MT

ERIDANO - COMUNE DI LOREO

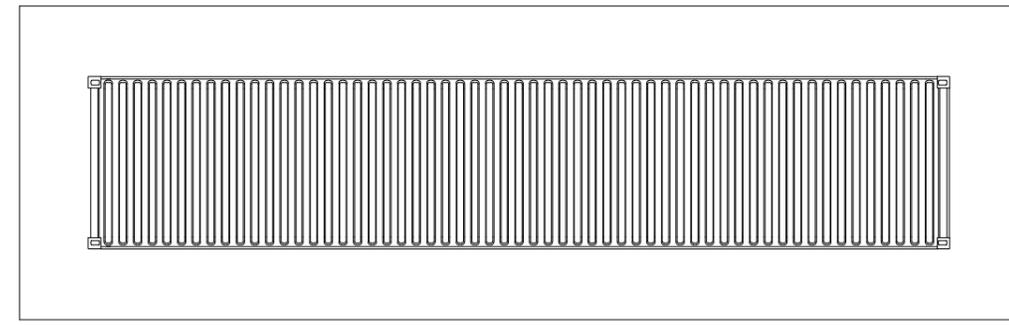
PIANTA -1:100-



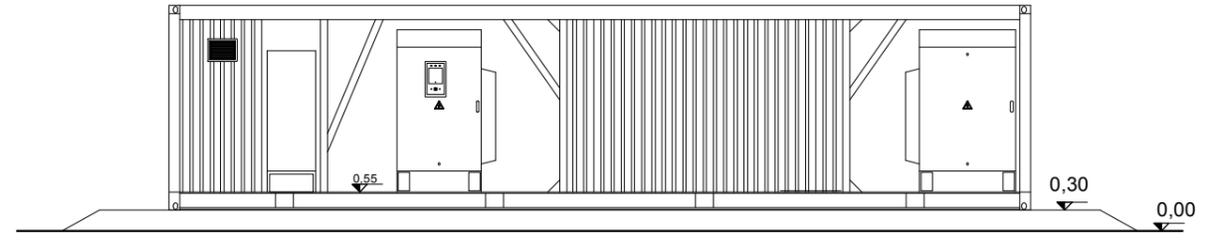
FRONTE (LATO SUD) -1:100-



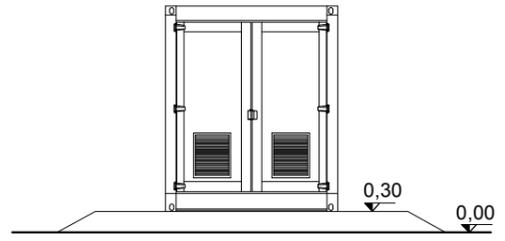
COPERTURA -1:100-



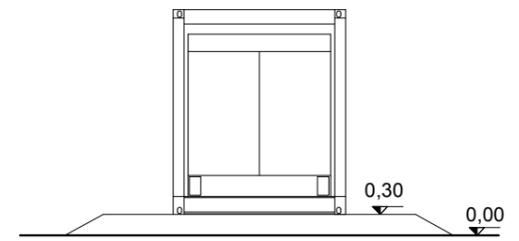
RETRO (LATO NORD) -1:100-



FIANCO DX -1:100-

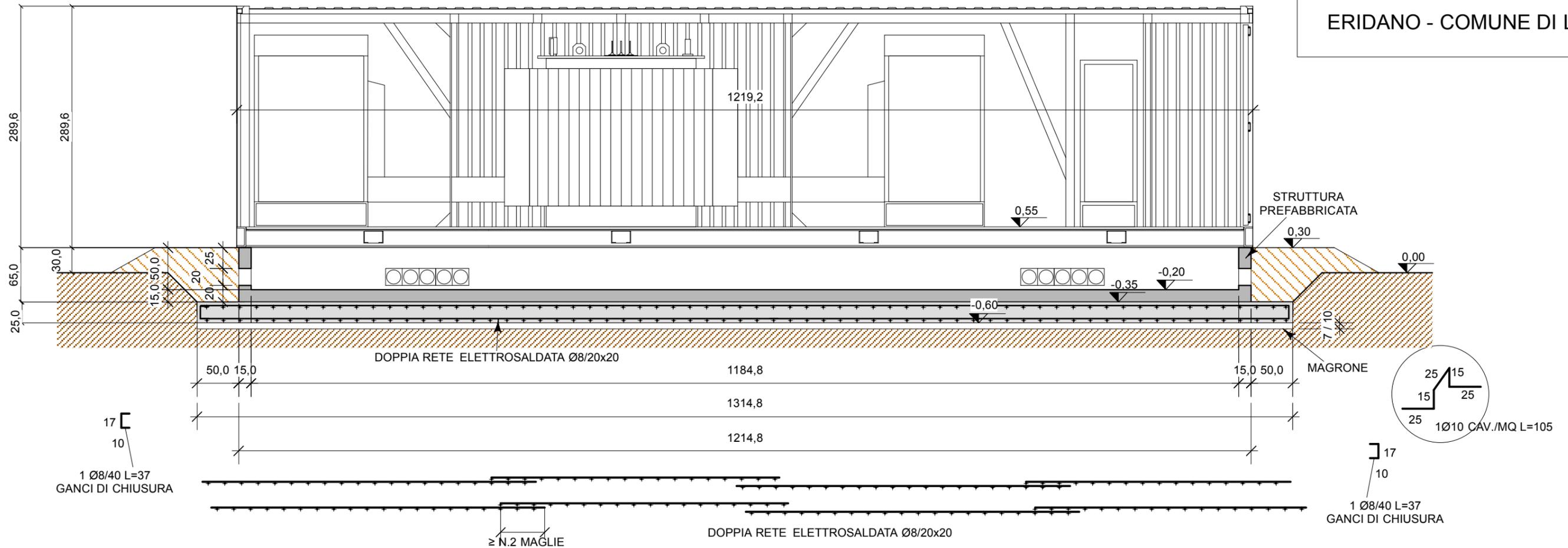


FIANCO SX -1:100-

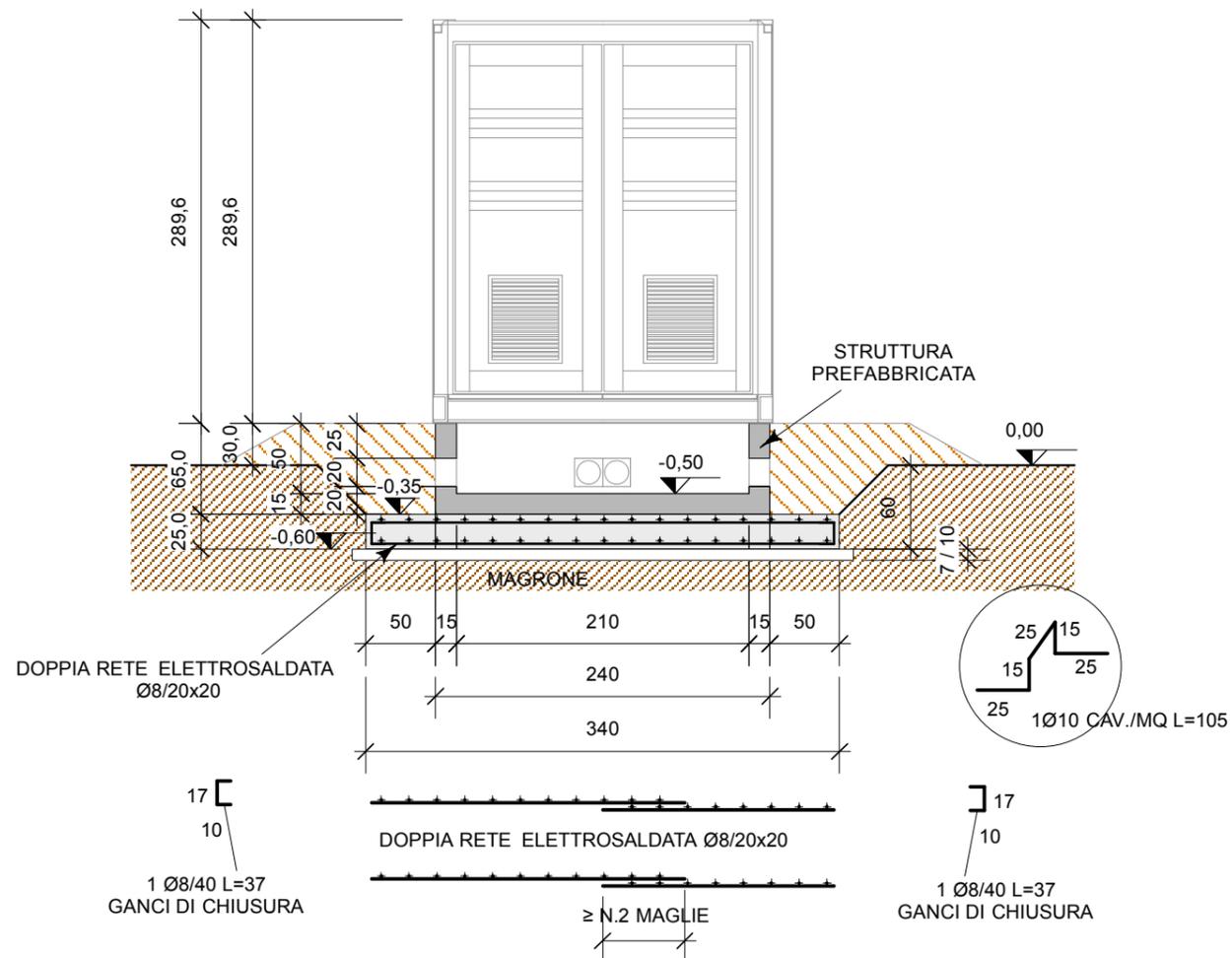


SEZIONE LONGITUDINALE -1:50-

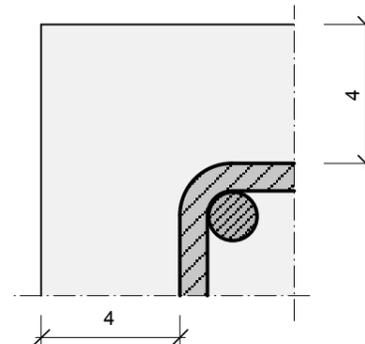
ERIDANO - COMUNE DI LOREO



SEZIONE TRASVERSALE -1:50-



PARTICOLARE DEL COPRIFERRO (fuori scala)



MATERIALI PRESCRITTI

Acciaio per c.a.	
• Tipo di acciaio:	B450C
Calcestruzzo	
Classe di resistenza:	C25/30
Classe di esposizione:	XC3
Rapporto acqua/cemento:	max 0.60
Classe di consistenza:	S3
Diametro massimo degli aggregati:	16 mm

CABINA ELETTRICA BT/MT

Ing. Enrico Ulisse Avanzi
INGEGNERIA AVANZI ASSOCIATI
Galleria Bernardino da Feltre n° 8
45100 ROVIGO
tel. 0425/422499 fax 0425/463014
e-mail : ingegneria.avanzi@gmail.com
pec: avanzi.enricoulisse@ingpec.eu
Ordine Ingg. Rovigo n. 370
Cod. A.G.I. - 1749



(4) - PLATEA CONTAINER MT - AT ERIDANO - Comune di Loreo RO

ERIDANO - PLATEA CONTAINER MT-AT (Comune di LOREO RO)

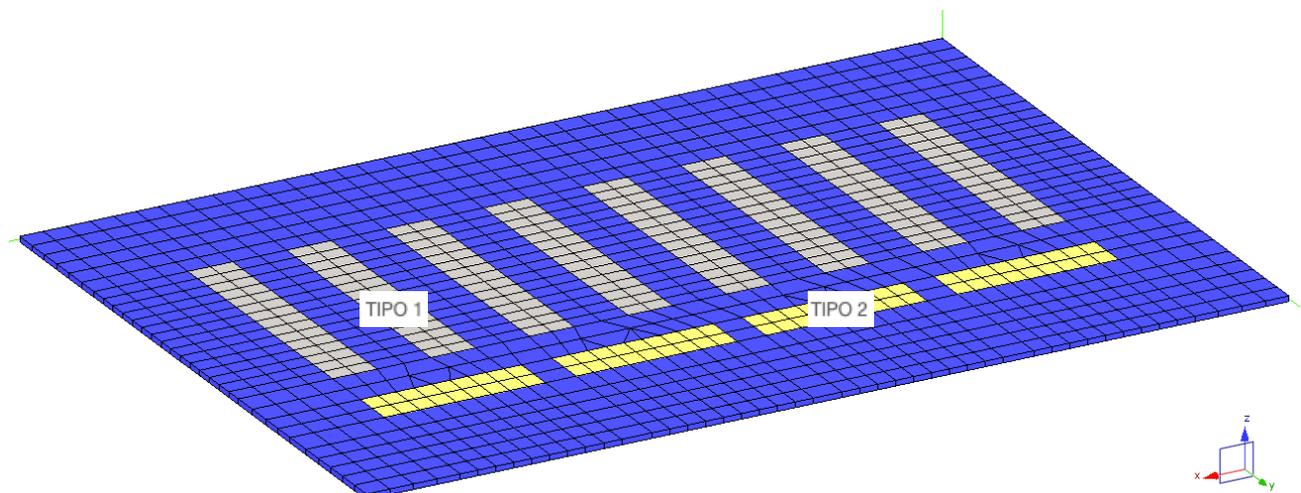
Si tratta di elementi prefabbricati in lamiera di acciaio tipo containers delle dimensioni in pianta:

TIPO 1	15,00 X 2,50 X 3,30 m	P1 = 50.000 daN/cad	Q = 0,133 daN/cm ²
TIPO 2	9,00 X 2,50 X 2,90 m	P2 = 35.000 daN/cad	Q = 0,155 daN/cm ²

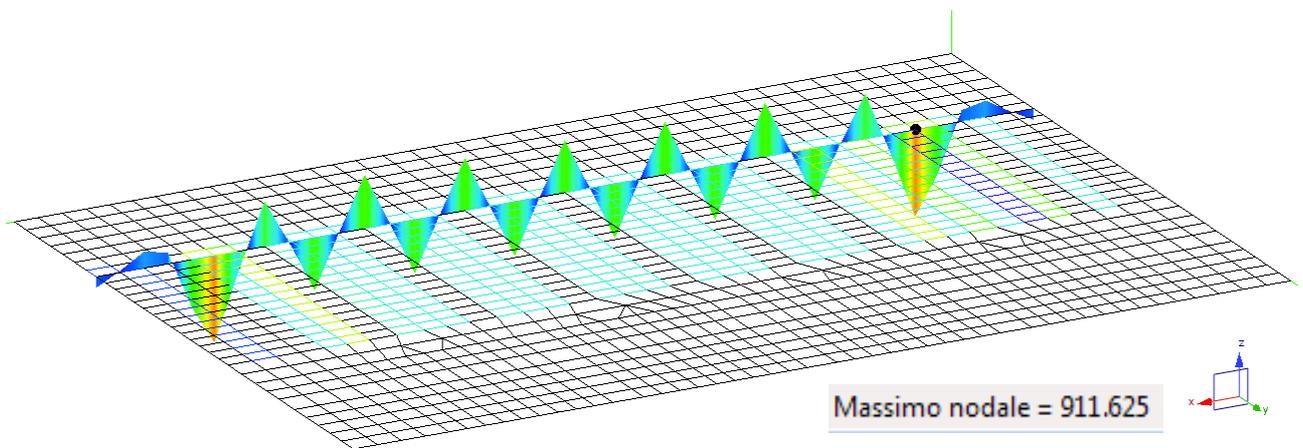
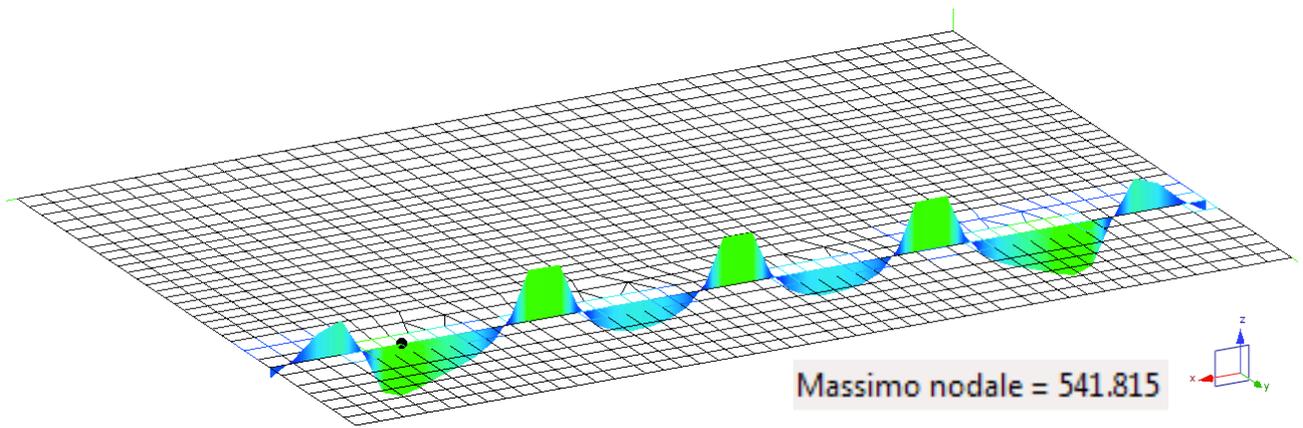
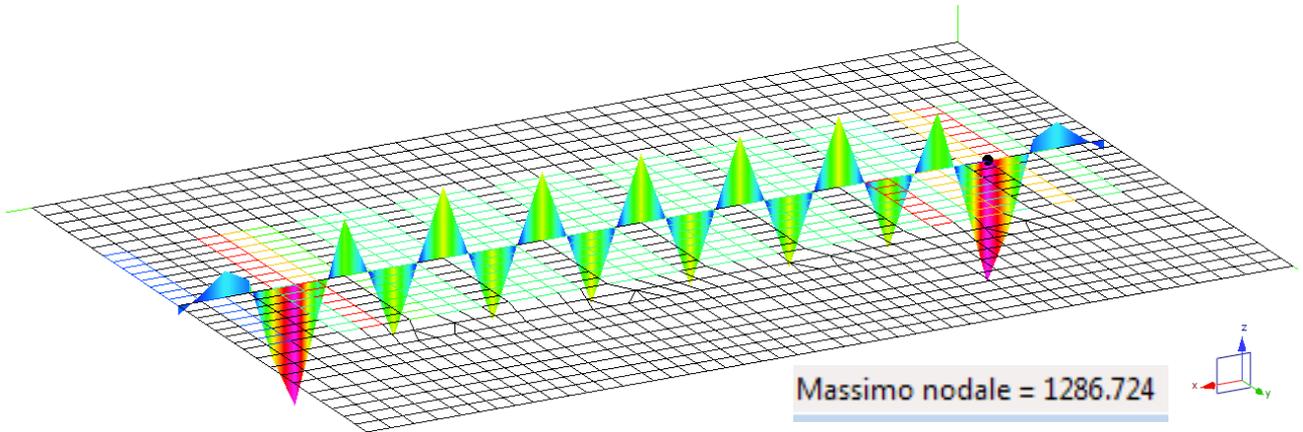
Sono presenti nel totale n. 8 del Tipo 1 e n. 4 del Tipo 2, dislocati su una platea della dimensioni di 51,50 x 30,50 m, collegate da un giunto strutturale trasversale con armatura 1 Ø16/40". Lo spessore delle platee è $s = 30,0$ cm ed è stato impiegato C 25/30 ed acciaio B450C.

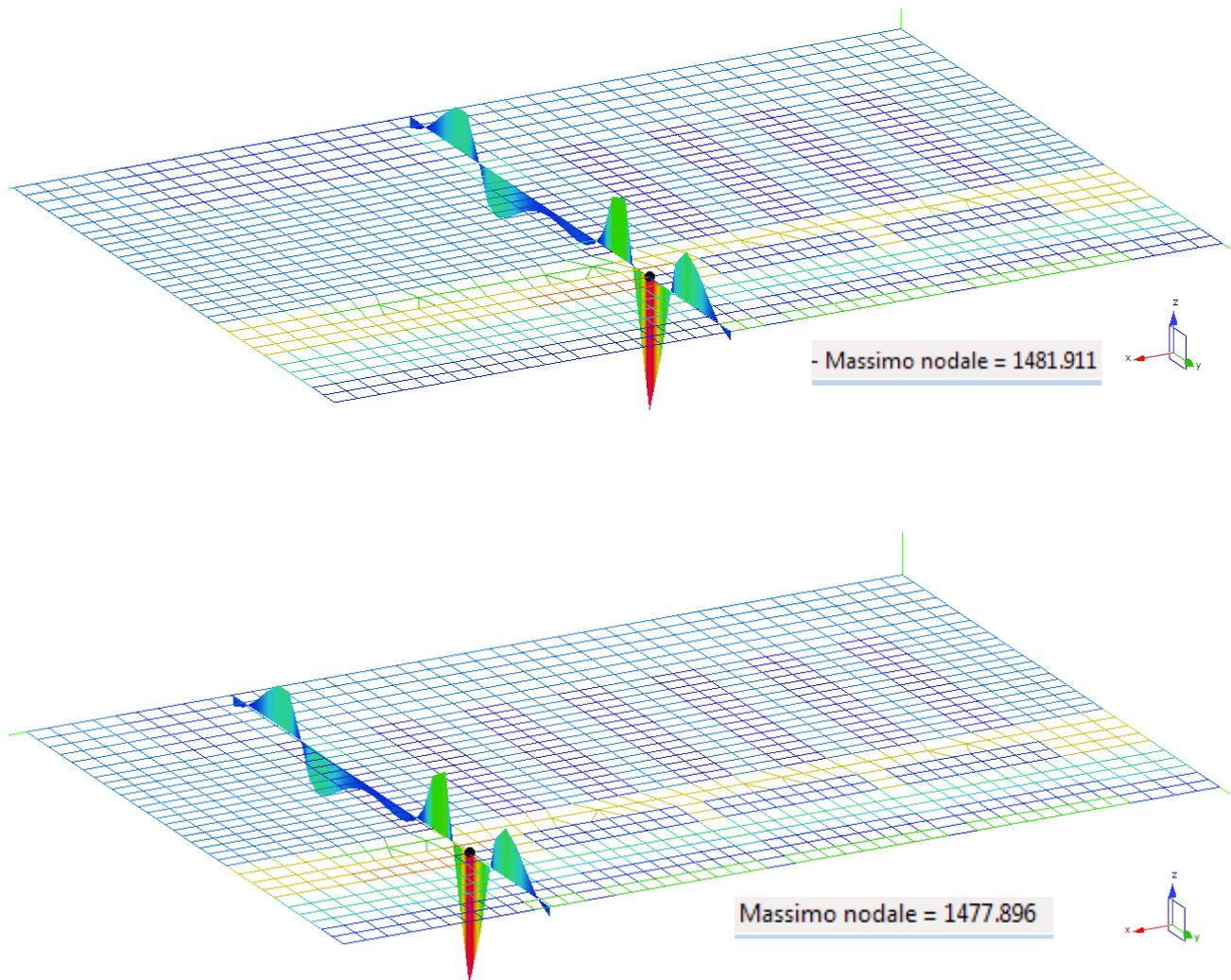
Per il terreno di fondazione si può valutare (Approccio 2) una pressione ammissibile dell'ordine di $0,66$ daN/cm² (**ALLEGATO 1**). Per lo stesso è stata prudenzialmente assunta una costante di sottofondo, per suolo alla Winkler, pari a $K_w = 0,50$ daN/cm³.

Il modello F.E.M. eseguito con All-in-one EWS 53 di Softing srl di Roma, è di seguito riportato:



Nelle pagine seguenti sono riportati i diagrammi dei Momenti in sezioni significative.





Le sollecitazioni sono modeste: si adotta quindi armatura minima per le platee di fondazione, non chiaramente indicata nel DM 2018, ma che può essere considerata dell'ordine dello 0,20%.

$$A_{fmin.} = 0,20\% \cdot (100 \cdot 30) = 6,00 \text{ cm}^2/\text{m}.$$

Si impiega doppia rete $\varnothing 12/20 \times 20$ " pari a $5,65 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Di seguito è riportata una verifica per il valore max. del momento; le sollecitazioni nei materiali sono modeste a garanzia di durabilità in ambiente considerato aggressivo.

Titolo : PLATEA SISTEMA SI ACCUMULO MT - AT

N° strati barre Zoom

N*	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N*	As [cm²]	d [cm]
1	5.65	5
2	5.65	25

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

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

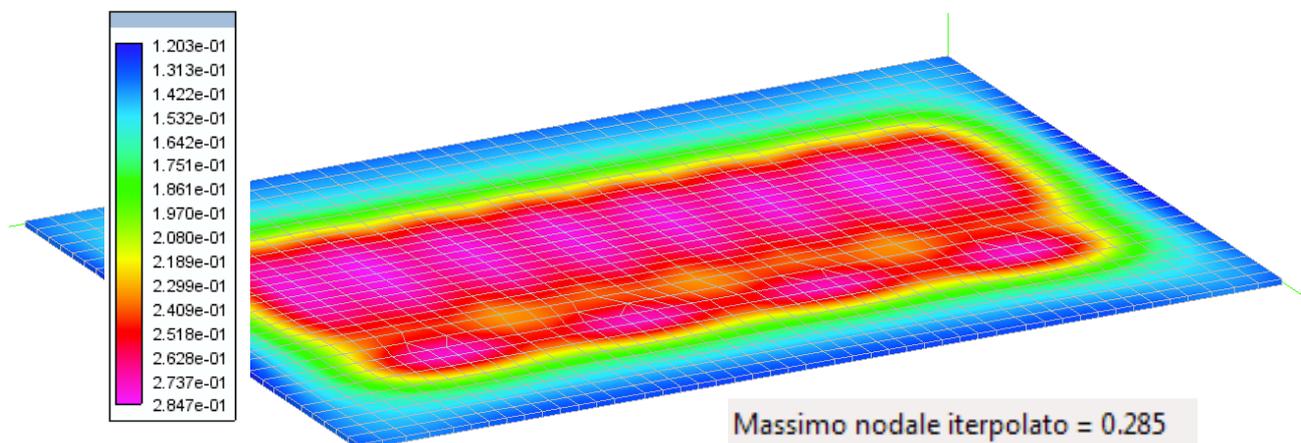
Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

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

Cedimenti



La pressione sul suolo è ampiamente ammissibile.

$$\sigma \text{ max.} = 0,285 \cdot 0,50 = 0,1425 \text{ daN/cm}^2$$

Ing. Enrico Ulisse Avanzi
INGEGNERIA AVANZI ASSOCIATI
Galleria Bernardino da Feltre n° 8
45100 ROVIGO
tel. 0425/422499 fax 0425/463014
e-mail : ingegneria.avanzi@gmail.com
pec: avanzi.enricoulisse@ingpec.eu
Ordine Ingg. Rovigo n. 370
Cod. A.G.I. - 1749



ALLEGATO (1)

NOTE GEOTECNICHE



qualità

sistemi di gestione qualità – audit di prima e seconda parte – formazione – implementazione ISO 9001:2015



ambiente e geologia

sistemi di gestione ambientale – implementazione ISO 14001:2015 – rifiuti – VIA, AUA, AIA, emissioni in atmosfera – caratterizzazioni ambientali – analisi di rischio – due diligence – indagini geotecniche – geologia applicata – CPT, CPTU, permeabilità terreni BAT, georadar, MASW, tomografia elettrica 2D, 3D – monitoraggi ambientali



energia ed impianti

progettazione impianti elettrici – termici civili, industriali, pubblica illuminazione – verifiche – impianti ad energie alternative: fotovoltaico, geotermico, solare termico



costruzioni e strutture

progettazione civile e industriale in c.a., acciaio, legno – collaudi – direzione lavori – assunzione incarico Responsabile Lavori – verifiche strutturali

sicurezza sul lavoro e cantieri

sistemi di gestione salute e sicurezza UNI-INAIL BS OHSAS 18001:2007 – RSPP – due diligence – audit di prima e seconda parte – documenti di valutazione dei rischi – valutazioni rischi specifici – sicurezza in cantiere: incarichi di CSP, CSE, RL, documenti: PSC, PSS, POS, PIMUS, progettazione ponteggi – sicurezza degli alimenti – prevenzione incendi, CPI – formazione e addestramento – formazione e-Learning



marcatura CE

marcatura CE macchine, attrezzature, impianti, accessori di sollevamento e materiali – fascicoli tecnici, libretti di uso e manutenzione, valutazione dei rischi – assistenza macchine extra UE



acustica

valutazione impatto acustico – requisiti acustici passivi – clima acustico



miglioramento energetico

diagnosi, interventi migliorativi, progettazione involucro e impianti, APE, detrazioni fiscali – verifiche termometriche – termografia

Tecnologica Group srl
Via Combattenti Alleati d'Europa, 9/S
45100 ROVIGO
t./f. 0425.475453
www.tecnologicagroup.com
info@tecnologicagroup.com

RIFERIMENTO: IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO
COMPOSTO DA DUE SEZIONI DI
PRODUZIONE E SISTEMA DI ACCUMULO

OGGETTO: caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e sismica
dei terreni di fondazione

RELAZIONE GEOLOGICO E GEOTECNICA

L.R. 09/05/1988 n. 27
D.P.R. 380/01
O.C.M n. 3274 del 20/03/2003
D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche sulle Costruzioni
D.M. 17/01/2018 Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni

Comuni di Loreo e Adria

Provincia di Rovigo

Località

S.P. 41

Data: 30/07/2022

Rif. Ns.: rel. geo. 2277/22

COMMITTENTE:



Eridano S.r.l. - Via Vittorio Veneto n° 137
45100 ROVIGO p.Iva 01620970291

TECNICO:

dott. PAOLO CHIARION
geologo e tecnico ambientale
Viale Combattenti Alleati d'Europa, 9/S
45100 ROVIGO



IN COLLABORAZIONE CON:
Ing. Angelo Milan
ingegnere
Via Roma, 27
45031 ARQUA' POLESINE



pats s.r.l.
engineering



società di ingegneria

Le indagini eseguite hanno permesso di delineare in modo specifico la conoscenza del territorio e dell'ambiente superficiale e sotterraneo, permettendo la formulazione di un esaustivo quadro conoscitivo.

Le considerazioni finali sono le seguenti:

1. La natura dei terreni è prevalentemente a tessitura argilloso-limosa con permeabilità medio/bassa;
2. **Le caratteristiche geotecniche risultano discrete e la portanza allo SLU risulta pari a 0.66Kg/cmq; il valore va sempre confrontato con i cedimenti indotti che risultano ammissibili per un carico di esercizio (SLE) di 0.4Kg/cmq.**
3. la profondità media della falda si attesta a -1.5m da p.c.;

Date le considerazioni soprascritte si esprime un parere positivo di compatibilità all'intervento sotto l'aspetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico a condizione che il progettista ne tenga presente nella progettazione esecutiva.

8. CONCLUSIONI E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

sismicità

Il sito investigato è inserito in Classe 3 e in Categoria C secondo quanto prescritto dall'O.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e NTC2018 e smi.

Capacità portante

Si considera una fondazione di tipo a platea per le cabine ed inverter e pali metallici infissi nel terreno fino a -1.5/-2.0m da p.c. per la struttura porta moduli fotovoltaici; Le tensioni indotte dal carico dell'opera interessano prevalentemente i terreni di natura coesiva. In accordo con quanto previsto dalle NTC 2018, le verifiche sono state condotte secondo l'Approccio 2 (A1+M1+R3); **i cedimenti risultano ammissibili e contenuti per un carico di esercizio (SLE) di 0.4Kg/cm² (zona cabine e inverter).**

Accorgimenti

La profondità di falda freatica, rilevata nel foro delle prove penetrometriche al termine delle stesse, è di -1.5/-2.4m da p.c.; si stima una profondità media di circa -1.8m da p.c.; l'oscillazione stagionale è piuttosto limitata (0.4/0.6m) e non rapida visto che i terreni presenti a quelle quote sono caratterizzati da valori di permeabilità medio-bassi;

Luglio 2022

geol. Paolo Chiarion

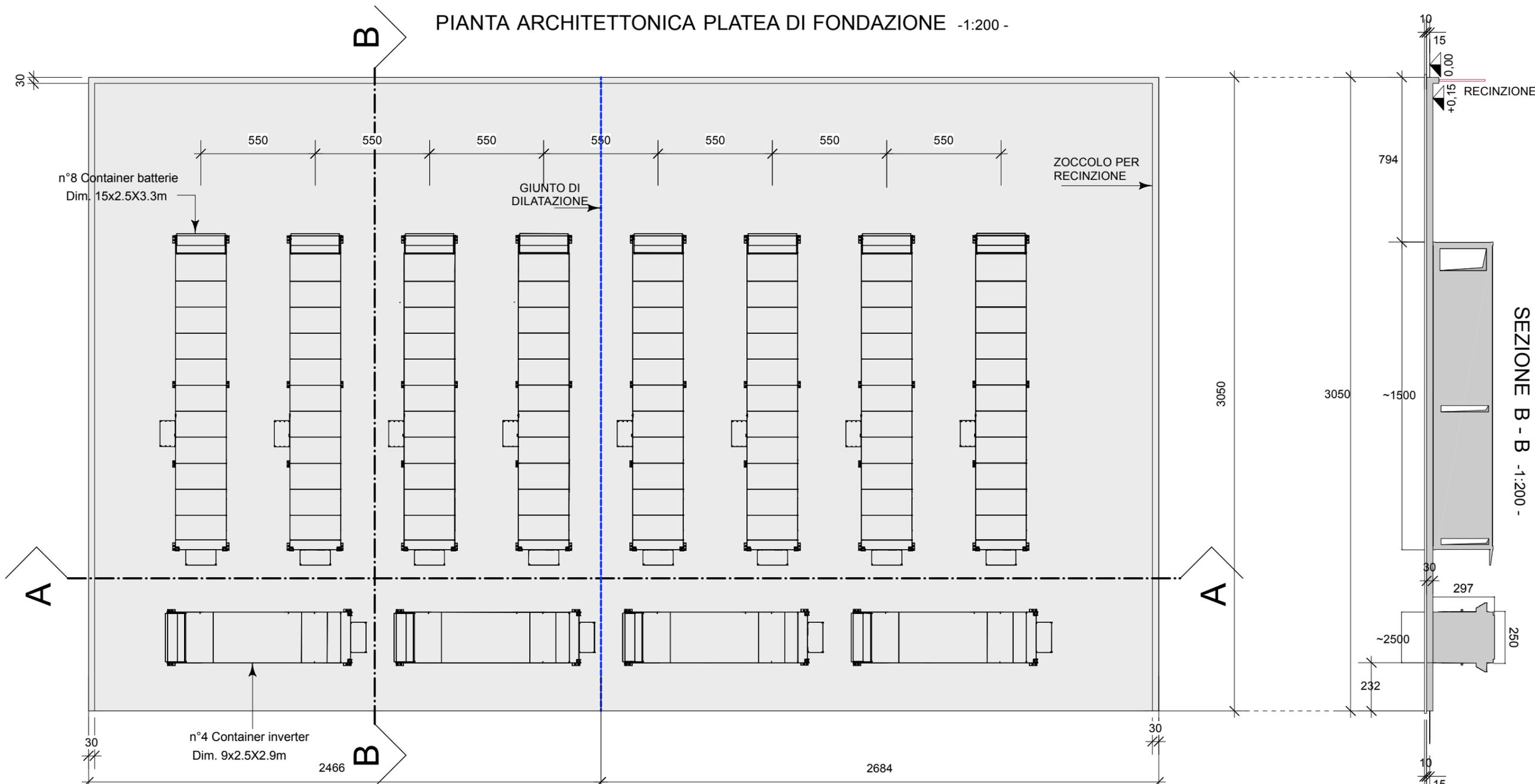


Ing. Enrico Ulisse Avanzi
INGEGNERIA AVANZI ASSOCIATI
Galleria Bernardino da Feltre n° 8
45100 ROVIGO
tel. 0425/422499 fax 0425/463014
e-mail : ingegneria.avanzi@gmail.com
pec: avanzi.enricoulisse@ingpec.eu
Ordine Ingg. Rovigo n. 370
Cod. A.G.I. - 1749

I.A.A.

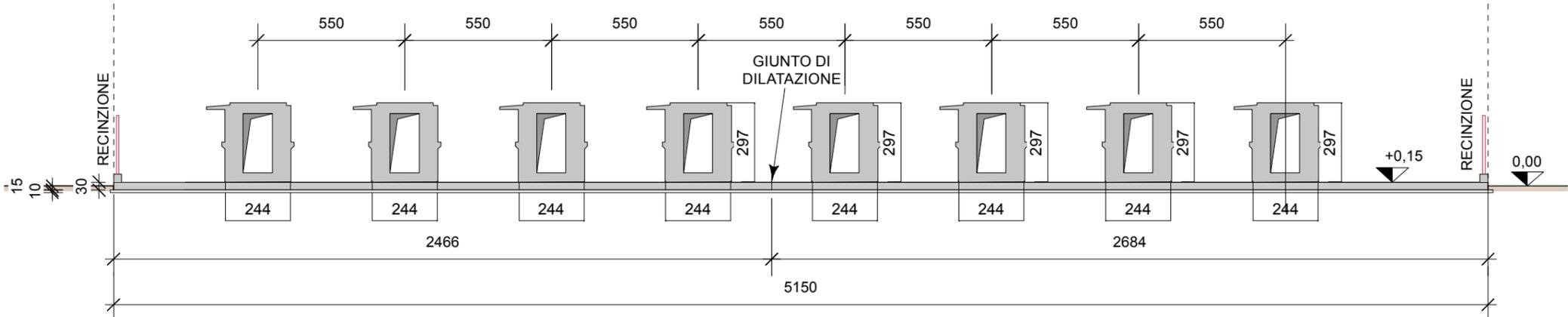
ALLEGATI GRAFICI

PIANTA ARCHITETTONICA PLATEA DI FONDAZIONE -1:200 -



SEZIONE B - B -1:200 -

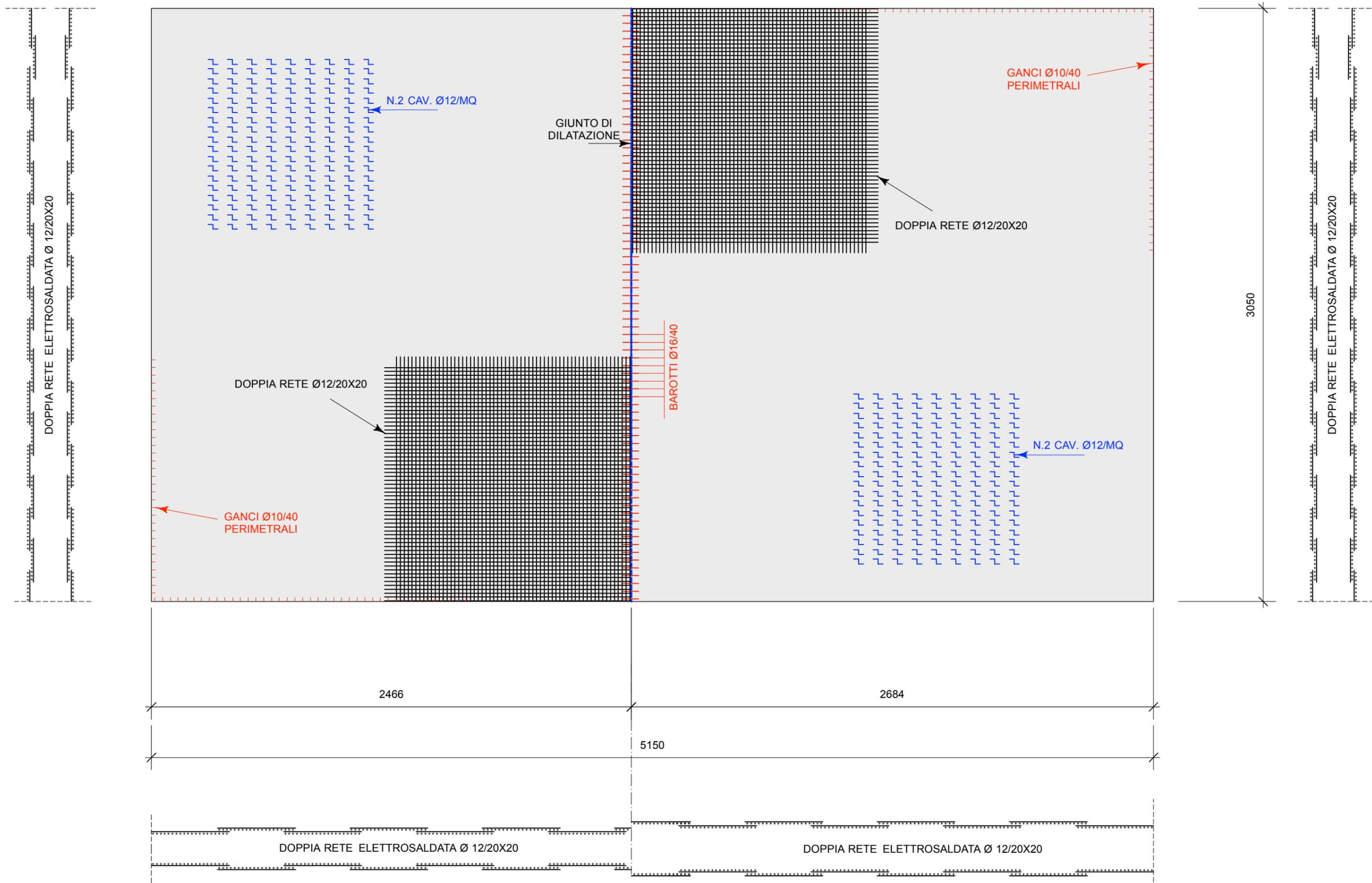
SEZIONE A - A -1:200 -



ERIDANO - COMUNE DI LOREO

PIANTA ARMATURE PLATEA DI FONDAZIONE -1:200 -

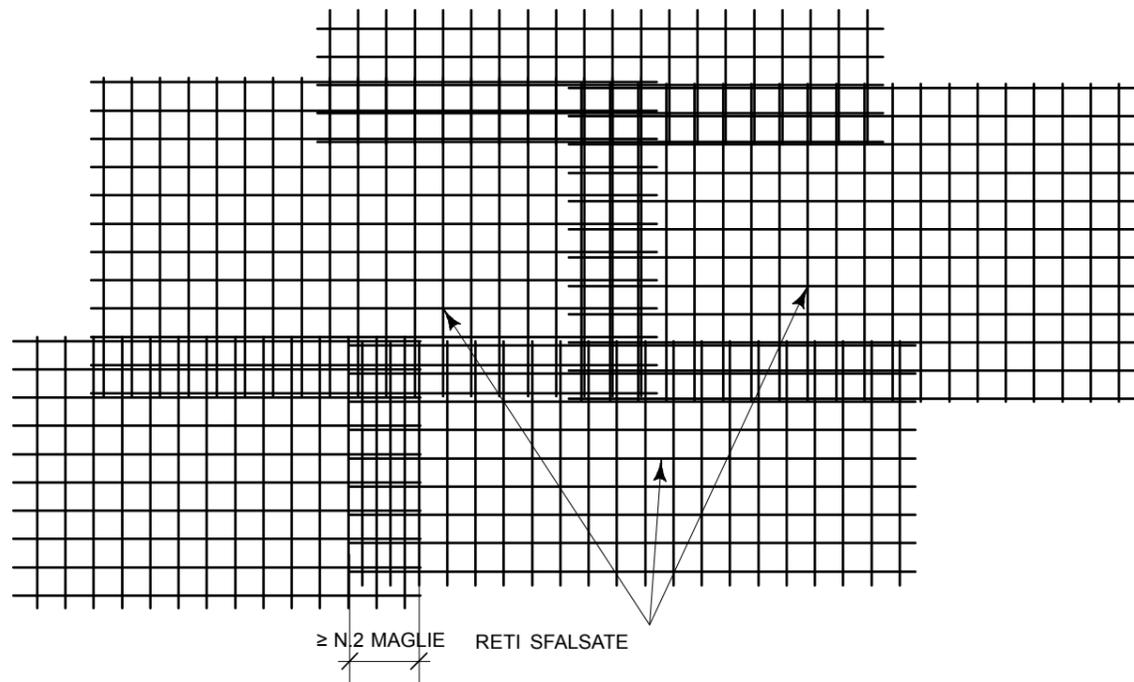
ERIDANO - COMUNE DI LOREO



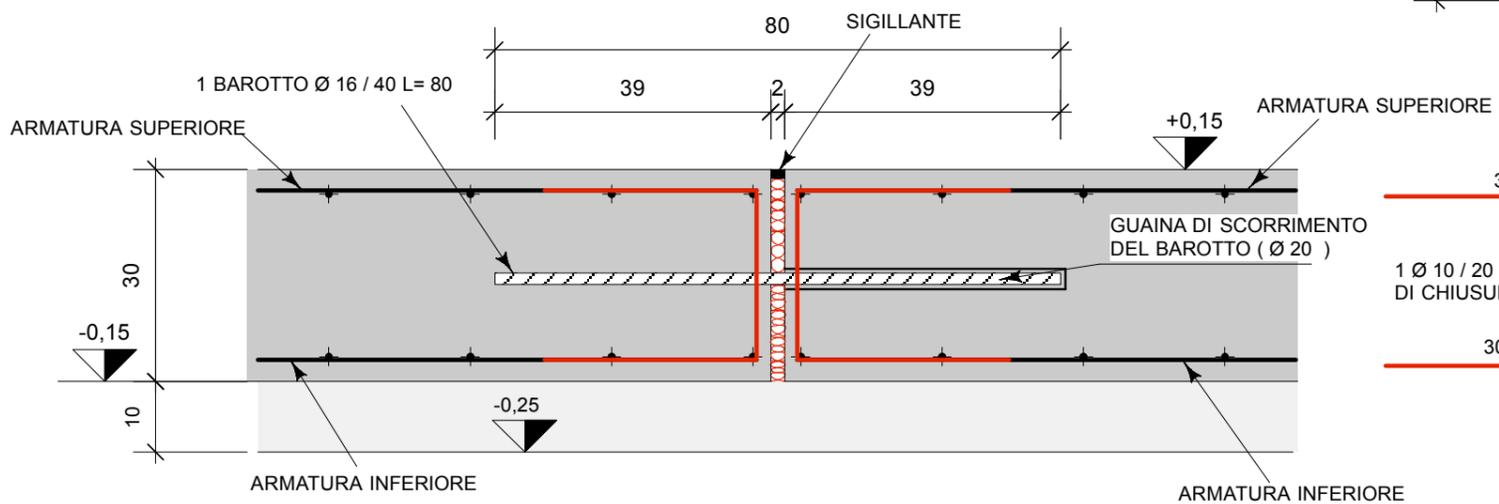
SCHEMA PLANIMETRICO SOVRAPPOSIZIONE

RETI ELETTROSALDATE -1:50-

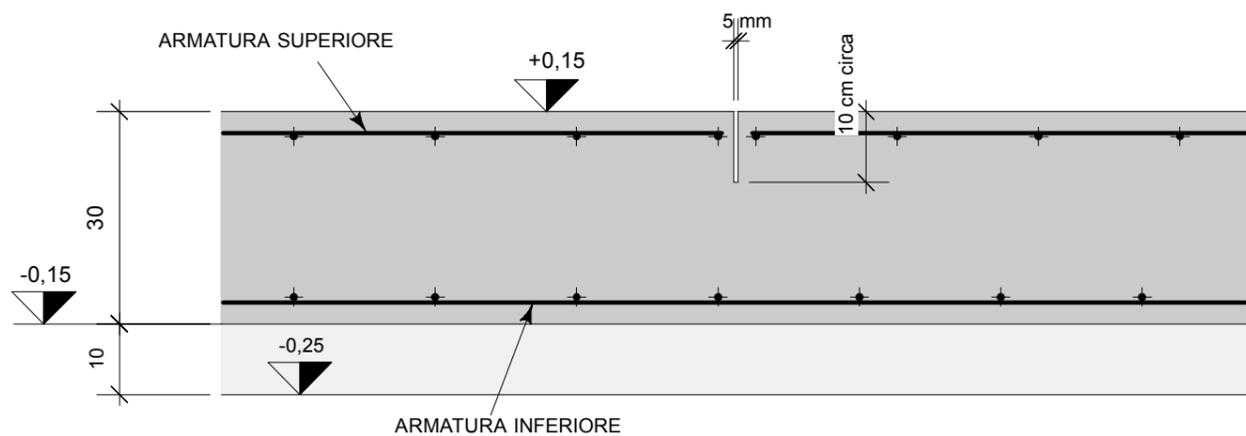
(dimensioni delle reti come da disponibilità commerciale)



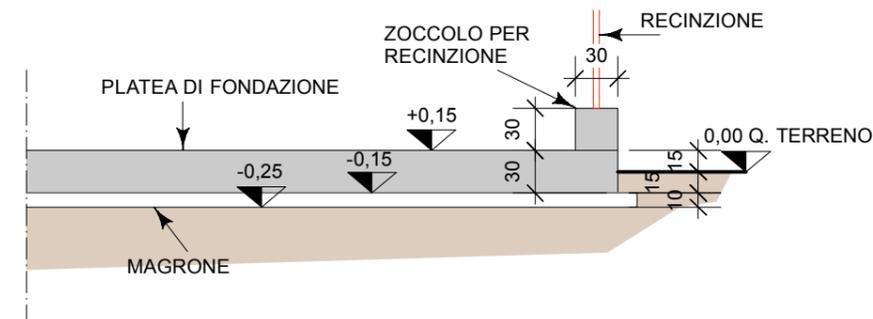
PART. GIUNTO DI DILATAZIONE -1:10-



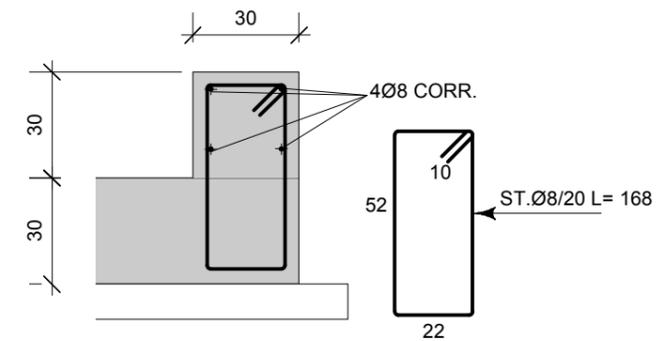
PART. GIUNTO DI CONTRAZIONE - 1:10 -



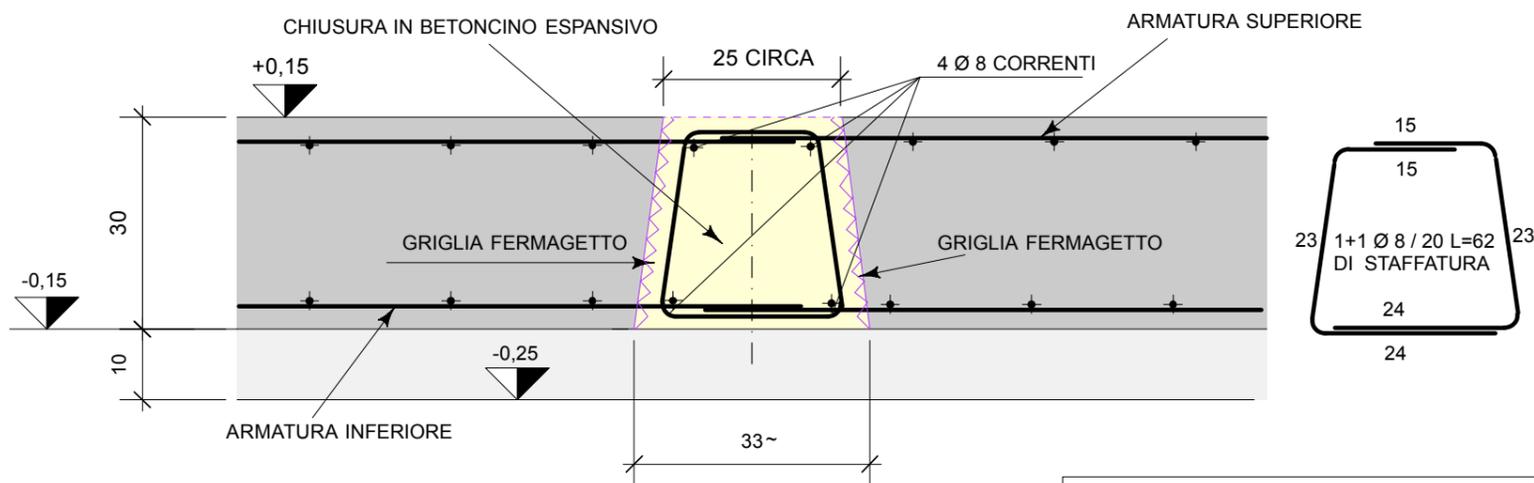
POSIZIONAMENTO ALTIMETRICO DELLA PLATEA DI FONDAZIONE -1:50-



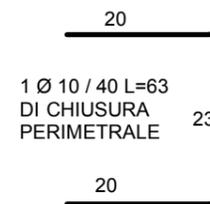
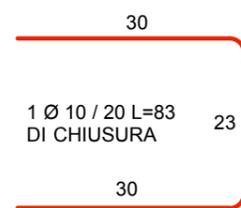
ARMATURA ZOCCOLO PER RECINZIONE -1:20-



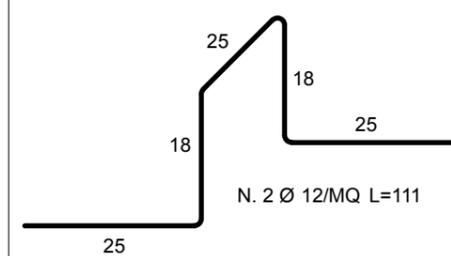
PARTICOLARE DEL GIUNTO DI LAVORO - 1:10 -



GANCI DI CHIUSURA PERIMETRALI



CAVALLOTTI PLATEA



MATERIALI PRESCRITTI

Acciaio per c.a.

• Tipo di acciaio:

B450C

Calcestruzzo

Classe di resistenza:

C25/30

Classe di esposizione:

XC3

Rapporto acqua/cemento:

max 0.60

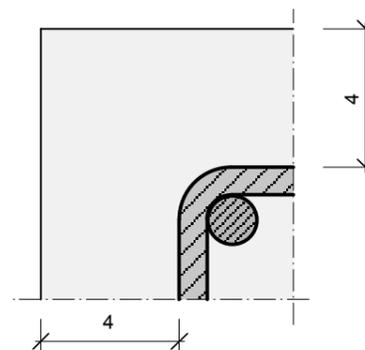
Classe di consistenza:

S3

Diametro massimo degli aggregati:

16 mm

PARTICOLARE DEL COPRIFERRO (fuori scala)



ERIDANO - COMUNE DI LOREO