



(ai sensi dell'art. 10, comma 3, della L.R. n. 19/2008 e s.m.i.)

\_\_\_\_\_

<b>B</b>	<b>per tutte le opere che HANNO rilevanza strutturale</b>
----------	---

Coordinate geografiche del sito ove è ubicato l'intervento sono: **Latitudine** , **Longitudine** ; l'**accelerazione al sito  $a_g$**  (accelerazione al suolo rigido con superficie topografica orizzontale, come definito al paragrafo 3.2 delle NTC 2018, e riferito ad un sisma con un tempo di ritorno di 475 anni)

che i lavori in oggetto rientrano tra quelli per cui è necessaria/o (barrare la casella corrispondente):

☐ **l'autorizzazione sismica** in quanto trattasi di "Interventi Rilevanti" nei riguardi della pubblica incolumità di cui all'art. Art. 94 bis comma 1 lettera a) del DPR 380/2001, individuati dal Decreto M.I.T. 30/04/2020 e che rientrano fra gli interventi di **RILEVANTI** di cui alla **categoria A dell'allegato 1 alla DGR n. 1814/2020**:

- ☐ A.1. Interventi di adeguamento o miglioramento, in zone 2 limitatamente a valori di accelerazione  $a_g$  compresi tra 0,20g e 0,25g
- ☐ A.2. Nuove costruzioni in zona 2 che si discostino dalle usuali tipologie o particolarmente complesse
- ☐ A.3. Interventi di nuova costruzione, di adeguamento e di miglioramento relativi a edifici strategici e opere strutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile nonché relativi ai edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un loro eventuale collasso, collocati in zona 2
- ☐ A.4.1. Interventi in abitati dichiarati da consolidare
- ☐ A.4.2. Sopraelevazioni degli edifici
- ☐ A.4.3. Progetti presentati a seguito di accertamento di violazione delle norme antisismiche
- ☐ Altro .....

☒ **il deposito del progetto esecutivo riguardante le strutture** in quanto trattasi di Interventi di "Minore Rilevanza" nei riguardi della pubblica incolumità di cui all'art. Art. 94 bis comma 1 lettera b) del DPR 380/2001, individuati dal Decreto M.I.T. 30/04/2020 e che rientrano fra gli interventi di **MINORE RILEVANZA** di cui alla **categoria B dell'allegato 1 alla DGR n. 1814/2020**:

- ☐ B.1. Interventi di adeguamento e miglioramento in zona 2, limitatamente a valori di accelerazione  $a_g$  compresi tra 0,15g e 0,20g, e in zona 3
- ☐ B.2. Interventi di riparazione e interventi locali sulle costruzioni esistenti
- ☒ B.3. Nuove costruzioni che non rientrano nella fattispecie di cui alla lettera A.2 (nonché A.3 e A.4.1.)
- ☐ B.4. Le nuove costruzioni con presenza occasionale di persone ed edifici agricoli

☐ **B.1 art. 10, comma 3, lettera a):** istanza di autorizzazione sismica o denuncia di deposito del progetto esecutivo riguardante le strutture, **contestuale** alla richiesta del titolo edilizio

e che tali interventi rispettano:

☐ le prescrizioni sismiche contenute negli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica;

☐ le Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con DM 17 gennaio 2018;

**ovvero** <sup>(3)</sup> ai sensi dell'art. 2 (*Ambito di applicazione e disposizioni transitorie*) del DM 17 gennaio 2018, la normativa previgente in materia, trattandosi di:

- ☐ opere pubbliche o di pubblica utilità in corso di esecuzione al 22/03/2018;
- ☐ contratti pubblici di lavori già affidati solo nel caso in cui la consegna dei lavori avvenga entro 5 anni a partire dal 22/03/2018;
- ☐ progetti definitivi o esecutivi di opere pubbliche o di pubblica utilità o di contratti pubblici di lavori, affidati prima del 22/03/2018 e solo nel caso in cui la consegna dei lavori avvenga entro 5 anni a partire dal 22/03/2018;
- ☐ opere private le cui opere strutturali siano in corso di esecuzione o per le quali sia stato depositato il progetto esecutivo prime del 22/03/2018;

☐ le Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con DM 14 gennaio 2008;

☐ .....

☐ la congruità tra il progetto esecutivo riguardante le strutture e quello architettonico.

#### **in alternativa**

☒ **B.2 art. 10, comma 3, lettera b):** istanza di autorizzazione sismica o denuncia di deposito del progetto esecutivo riguardante le strutture, **NON contestuale** alla richiesta del titolo edilizio.

Secondo quanto disposto dall'allegato A alla D.G.R. n. 1373/2011 si allegano:

- ☒ relazione tecnica
- ☒ elaborati grafici

e che tali interventi rispettano:

☒ le prescrizioni sismiche contenute negli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica;

☒ le norme tecniche per le costruzioni.

I sottoscritti si riservano di presentare istanza di autorizzazione sismica o denuncia di deposito del progetto esecutivo delle strutture, prima dell'inizio lavori.

li \_\_\_\_\_ Reggio Emilia, \_\_\_\_\_ 08/2025

IL PROGETTISTA ARCHITETTONICO

Giacomo Bizzarri

(timbro e firma)

IL PROGETTISTA STRUTTURALE <sup>(1)</sup>

Giacomo Bizzarri

(timbro e firma)

(\*) Indicare la denominazione riportata nel titolo edilizio.

(1) Per le opere che non hanno rilevanza strutturale (A.1-ONS e A.2-IPRIP), di cui al presente modulo, non deve essere allegato alla domanda di rilascio del P.d.C., o ad altro titolo edilizio, il progetto esecutivo riguardante le strutture, non è dovuta la dichiarazione di congruità e la firma del progettista strutturale.

(2) Indicare il numero completo del punto considerato.

## IMPIANTO FOTOVOLTAICO “MORLENZO”

### RELAZIONE ESPLICATIVA

La presente relazione tecnica esplicativa, resa ai sensi del articolo 9 della LR 19/2008 in quanto opera di pubblica utilità e con riferimento al cap. B.3, punto b) della DGR 1814/2020, è finalizzata a dimostrare la ricorrenza di “interventi che hanno rilevanza strutturale per la pubblica incolumità ai fini sismici” relativamente alle opere realizzate a servizio dell’impianto fotovoltaico denominato “Morlenzo” sito nel comune di Cortemaggiore (PC), nella titolarità di IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.

Il collegamento alla rete elettrica nazionale avverrà in AT tramite connessione alla vicina Cabina Primaria CORTEMAGGIORE, tramite realizzazione di un nuovo stallo all’interno della stessa. Al fine di ottemperare alle specifiche richieste dal Distributore, l’impianto fotovoltaico sarà dotato di una Sottostazione di elevazione MT/AT, la quale rimarrà nella disponibilità del Produttore e che sarà localizzata in prossimità della stessa Cabina Primaria.

Le opere in progetto ricadenti in categoria B , nello specifico al punto B.3, ai sensi dell’art. 9 della L.R. n. 19/2008

- n. 2 control room;
- n. 9 cabine di trasformazione;
- strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici.
- n. 2 cabina di raccolta / smistamento;
- le cabine MT e bt della Sottostazione elevazione

## DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO (ai sensi D.G.R. 2272/2016)

### Cabina control room

Come da progetto, tali manufatti ricadono all'interno delle particelle catastali n. 6 del foglio 7 e n. 4 del foglio 1.

Come è riportato nell'elaborato cartografico la control room, consiste nella realizzazione di una soletta in calcestruzzo magro per preparazione di piano di appoggio delle strutture, dosato a 200 kg di cemento per m<sup>3</sup> di inerte, con spessore minimo di 15 cm. Su questa saranno appoggiate le vasche di fondazione prefabbricate per cabine elettriche con spessore di circa 60 cm e dimensioni planimetriche di circa 2,5 m di larghezza e con lunghezza variabile a seconda del manufatto considerato.

Su ogni vasca sarà successivamente posata una cabina elettrica prefabbricata di altezza interna 2,6 m e delle dimensioni planimetriche riportate nell'elaborato grafico.

Le vasche di fondazioni forniscono un piano di appoggio all'interno di uno scavo per il posizionamento del basamento, sulle quali vengono adagate le cabine elettriche prefabbricate.

Le vasche sono di tipo monolitico, oltre all'isolamento del manufatto dal terreno, hanno fori a frattura prestabiliti per consentire l'ingresso di cavidotti e per il passaggio dei cavi di media e bassa tensione per la distribuzione interna. Esse possono essere dotate di kit pressacavo pre-assemblati per cavi MT e BT in entrata e uscita dal locale box, idonei a garantire i requisiti di tenuta stagna anche in assenza di cavi di passaggio.

Tutte le vasche saranno dotate di rete di terra esterna costituita da una treccia di rame di opportuno spessore, posizionata all'interno dello scavo a distanziata perimetralmente di circa 1 metro dal basamento in opera collegata alla rete elettrosaldata affogata nel basamento.

Le cabine saranno del tipo prefabbricate in C.A.V. tipo box o simili, con pareti in cemento armato vibrato spessore minimo di 9 cm e classe di resistenza C32/40 o superiore. L'armatura metallica sarà realizzata con doppia rete elettrosaldata e ferro nervato entrambi in B450 o superiori; l'armatura metallica sarà opportunamente collegata all'impianto di terra.

I pannelli di copertura delle cabine, con spessore minimo in gronda di 45 mm saranno dimensionati per sopportare sovraccarichi accidentali di minimo 400 kg/m<sup>2</sup> oltre ad eventuali carichi dovuti ad impianti o elementi connessi alla cabina. I pannelli saranno impermeabilizzati con una guaina bituminosa di spessore minimo di 4 mm.

Le cabine saranno inoltre dotate di pannelli di pavimentazione con spessore minimo 70 mm, dimensionati per sostenere un carico permanente di almeno 500 kg/m<sup>2</sup>; saranno inoltre provvisti di appositi cavedi per il passaggio dei cavi.

### **Cabine di trasformazione e cabina bt nella stazione di elevazione**

Come da progetto, tali manufatti ricadono all'interno delle particelle catastali:

FOGLIO	PARTICELLA
17	4
6	16, 10
7	6
4	23, 1, 239

Come riportato nell'elaborato cartografico, sia le cabine di trasformazione che la cabina di bassa tensione prevista presso la stazione di elevazione presentano dimensioni planimetriche pari a 12,5 m in lunghezza e 2,5 m in larghezza.

Gli interventi relativi a tali manufatti prevedono la realizzazione di una soletta in calcestruzzo magro per preparazione di piano di appoggio delle strutture, dosato a 200 kg di cemento per m<sup>3</sup> di inerte, con spessore minimo di 15 cm.

Su questa sarà appoggiata la vasca di fondazione prefabbricata per cabine elettriche con spessore di circa 60 cm e dimensioni planimetriche di circa 3,00 m di larghezza e 12,40 m di lunghezza.

Sulla vasca verrà successivamente posata la cabina elettrica prefabbricata di altezza interna 2,8 m e delle dimensioni planimetriche riportate nell'elaborato grafico.

Le vasche di fondazione forniscono un piano di appoggio all'interno di uno scavo per il posizionamento del basamento, sulle quali vengono adagate le cabine elettriche prefabbricate.

Le vasche sono di tipo monolitico, oltre all'isolamento del manufatto dal terreno, hanno fori a frattura prestabiliti per consentire l'ingresso di cavidotti e per il passaggio dei cavi di media e bassa tensione per la distribuzione interna. Esse possono essere dotate di kit pressacavo pre-assemblati

per cavi MT e BT in entrata e uscita dal locale box, idonei a garantire i requisiti di tenuta stagna anche in assenza di cavi di passaggio.

Ogni vasca sarà dotata di rete di terra esterna costituita da una treccia di rame di opportuno spessore, posizionata all' interno dello scavo a distanziata perimetralmente di circa 1 metro dal basamento in opera collegata alla rete elettrosaldata affogata nel basamento.

Le cabine saranno del tipo prefabbricate in C.A.V. tipo box o simili, con pareti in cemento armato vibrato spessore minimo di 9 cm e classe di resistenza C32/40 o superiore. L'armatura metallica sarà realizzata con doppia rete elettrosaldata e ferro nervato entrambi in B450 o superiori; l'armatura metallica sarà opportunamente collegata all'impianto di terra.

I pannelli di copertura delle cabine, con spessore minimo in gronda di 45 mm saranno dimensionati per sopportare sovraccarichi accidentali di minimo 400 kg/m<sup>2</sup> oltre ad eventuali carichi dovuti ad impianti o elementi connessi alla cabina. I pannelli saranno impermeabilizzati con una guaina bituminosa di spessore minimo di 4 mm.

Le cabine saranno inoltre dotate di pannelli di pavimentazione con spessore minimo 70 mm, dimensionati per sostenere un carico permanente di almeno 500 kg/m<sup>2</sup>; saranno inoltre provvisti di appositi cavedi per il passaggio dei cavi.

### **Strutture di sostegno moduli fotovoltaici**

Come da progetto, tali manufatti ricadono all'interno delle particelle catastali:

FOGLIO	PARTICELLA
17	3, 4
6	16
7	6
4	23, 1, 239

Come riportato nell'elaborato cartografico, questi interventi consisteranno nell'infissione nel terreno di pali opportunamente dimensionati che andranno a sostenere le strutture metalliche di alloggiamento moduli (eliostati).

Si tratta di profilati metallici il cui calcolo terrà conto, in sede esecutiva, del peso dei moduli disposti su un'unica fila e dei carichi accidentali.

L'altezza totale dell'eliostato con il pannello fotovoltaico in posizione orizzontale risulta pari a circa 1,5 metri, mentre l'altezza in corrispondenza dell'inclinazione massima del pannello (pari a  $55^\circ$ ) risulta invece pari a circa 2,5 metri.

La carpenteria metallica, in lamiera zincata, è realizzata in modo da presentare ancoraggi adeguati a resistere alle diverse sollecitazioni, quella del vento in primis. A questo proposito, in considerazione dello scarso peso proprio dei moduli (33,5 kg) e della struttura di sostegno, appare evidente che la sollecitazione più intensa potrà provenire dal carico della neve e/o dalla sollecitazione del vento.

### **Cabine di smistamento e cabina MT in sottostazione elevazione**

Come da progetto, tali manufatti ricadono all'interno delle particelle catastali:

FOGLIO	PARTICELLA
4	1
6	10
7	6

Come riportato nell'elaborato cartografico, sia gli interventi per la realizzazione delle cabine di smistamento, sia quelli relativi alla realizzazione della cabina di sottostazione di elevazione consisteranno nella posa di una soletta in calcestruzzo magro per preparazione di piano di appoggio delle strutture, dosato a 200 kg di cemento per m<sup>3</sup> di inerte, con spessore minimo di 15 cm. Le dimensioni planimetriche saranno di circa 3,00 x 15,00 metri per le cabine di smistamento e di circa 4,20 x 8,90 metri per quella della sottostazione elettrica.

Su questa soletta sarà appoggiata la vasca di fondazione prefabbricata per cabine elettriche con spessore di circa 60 cm, sulla vasca verrà successivamente posata la cabina elettrica prefabbricata.

Le vasche di fondazione forniscono un piano di appoggio all'interno di uno scavo per il posizionamento del basamento, sulle quali vengono adagate le cabine elettriche prefabbricate.

Le vasche sono di tipo monolitico, oltre all'isolamento del manufatto dal terreno, hanno fori a frattura prestabiliti per consentire l'ingresso di cavidotti e per il passaggio dei cavi di media e bassa tensione per la distribuzione interna. Esse possono essere dotate di kit pressacavo pre-assemblati per cavi MT e BT in entrata e uscita dal locale box, idonei a garantire i requisiti di tenuta stagna anche in assenza di cavi di passaggio.

Ogni vasca sarà dotata di rete di terra esterna costituita da una treccia di rame di opportuno spessore, posizionata all'interno dello scavo a distanziata perimetralmente di circa 1 metro dal basamento in opera collegata alla rete elettrosaldata affogata nel basamento.

Le cabine saranno del tipo prefabbricate in C.A.V. tipo box o simili, con pareti in cemento armato vibrato spessore minimo di 9 cm e classe di resistenza C32/40 o superiore. L'armatura metallica sarà realizzata con doppia rete elettrosaldata e ferro nervato entrambi in B450 o superiori; l'armatura metallica sarà opportunamente collegata all'impianto di terra.



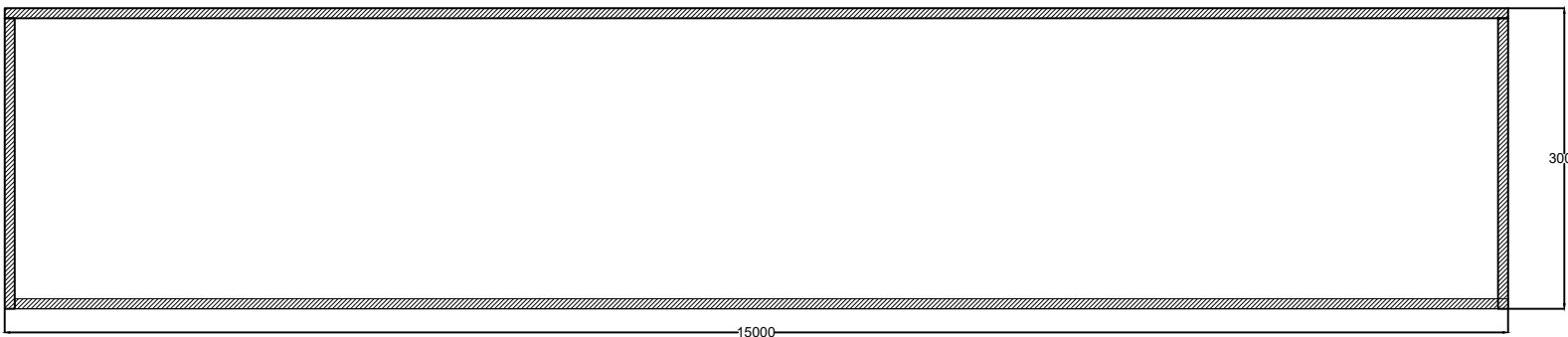
I pannelli di copertura delle cabine, con spessore minimo in gronda di 45 mm saranno dimensionati per sopportare sovraccarichi accidentali di minimo  $400 \text{ kg/m}^2$  oltre ad eventuali carichi dovuti ad impianti o elementi connessi alla cabina. I pannelli saranno impermeabilizzati con una guaina bituminosa di spessore minimo di 4 mm.

Le cabine saranno inoltre dotate di pannelli di pavimentazione con spessore minimo 70 mm, dimensionati per sostenere un carico permanente di almeno  $500 \text{ kg/m}^2$ ; saranno inoltre provvisti di appositi cavedi per il passaggio dei cavi.

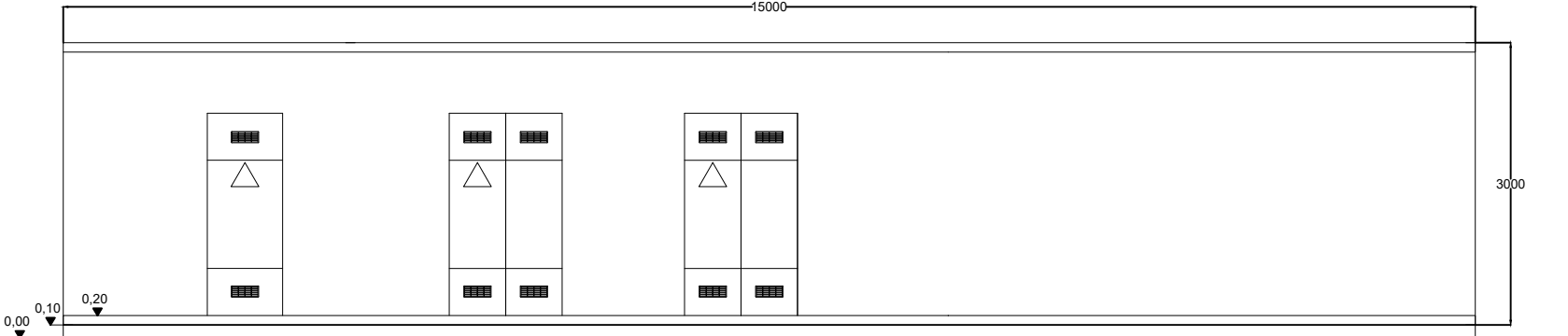


CABINE DI RACCOLTA

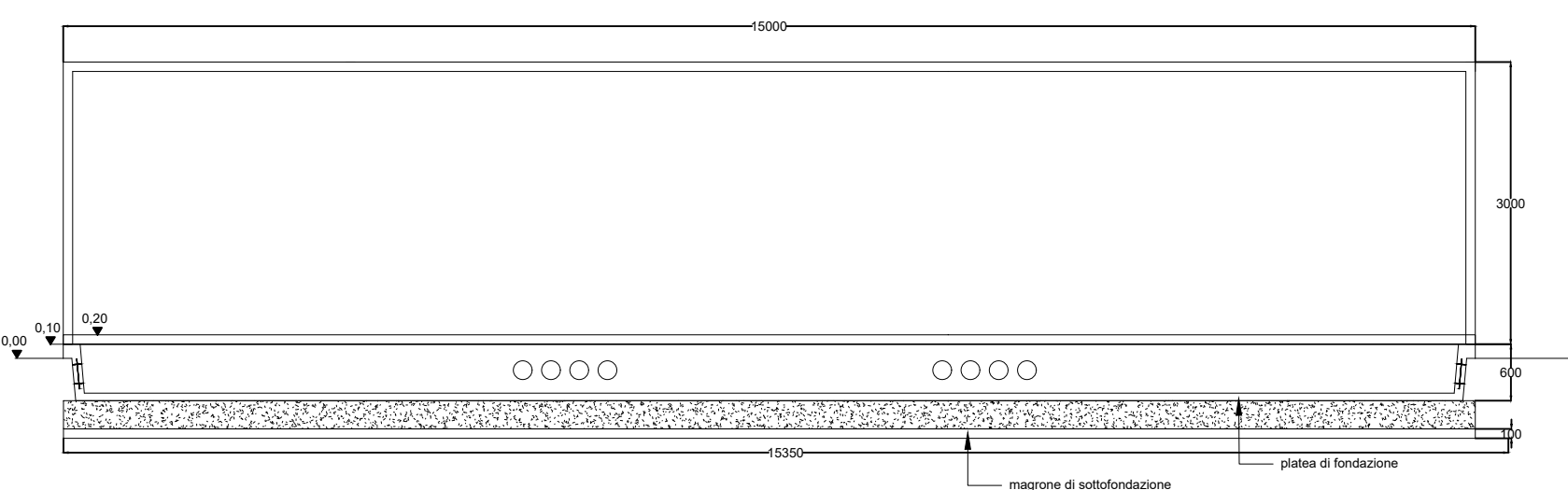
PLANIMETRIA



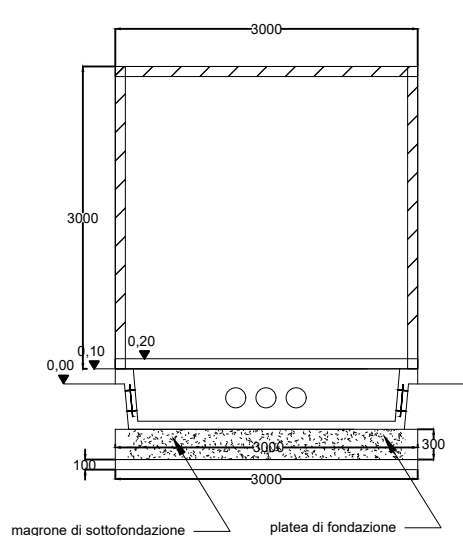
PROSPETTO ESTERNO



SEZIONE LONGITUDINALE

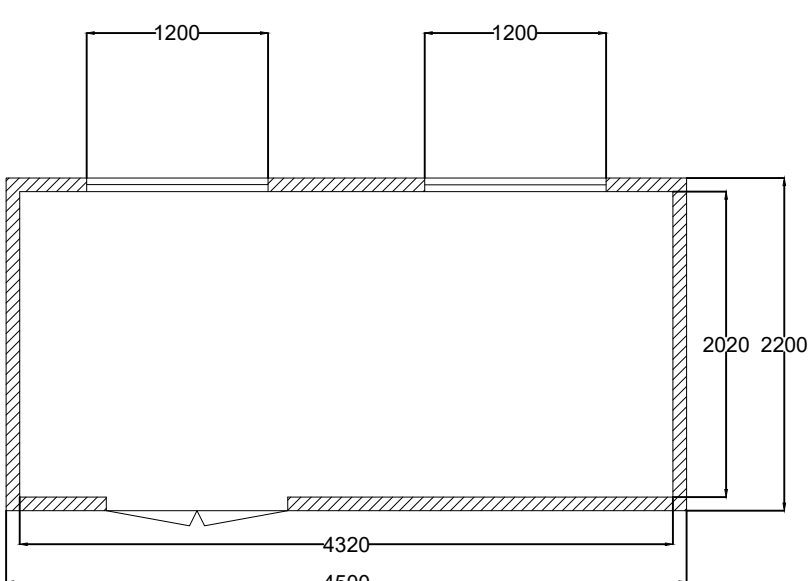


SEZIONE TRASVERSALE

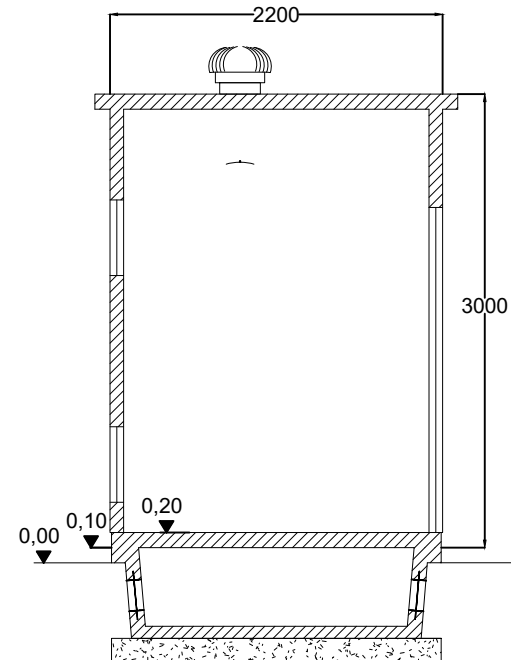


CONTROL ROOM

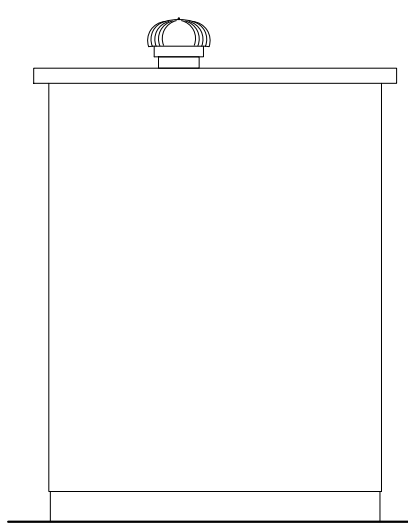
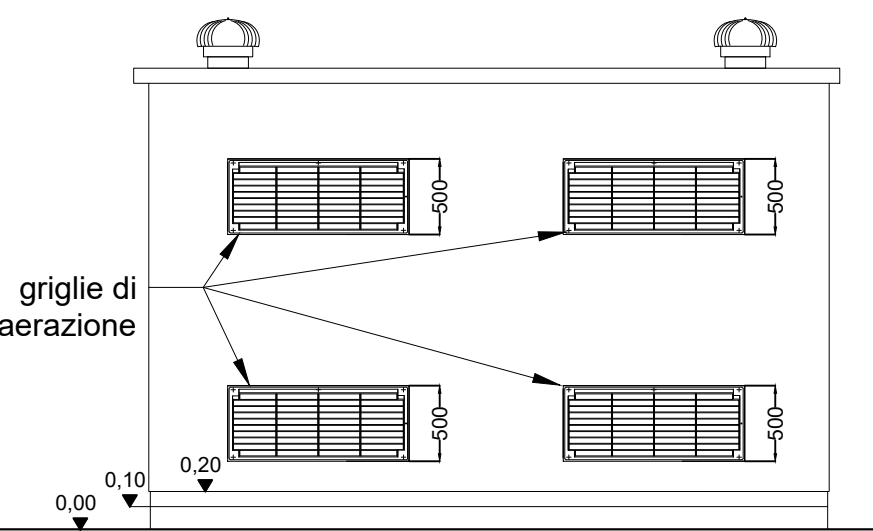
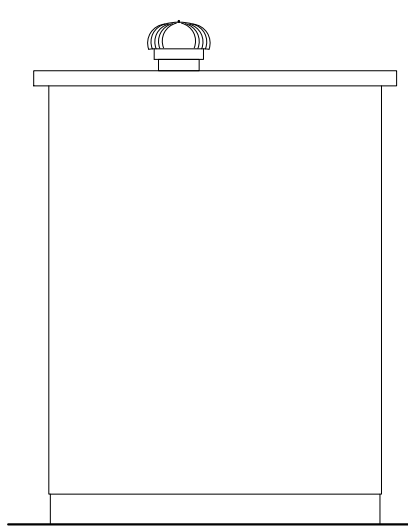
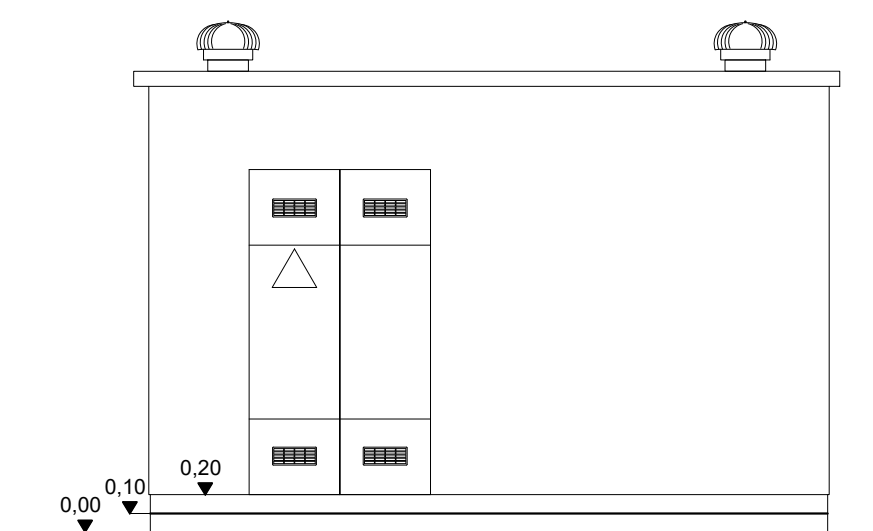
PLANIMETRIA



SEZIONE

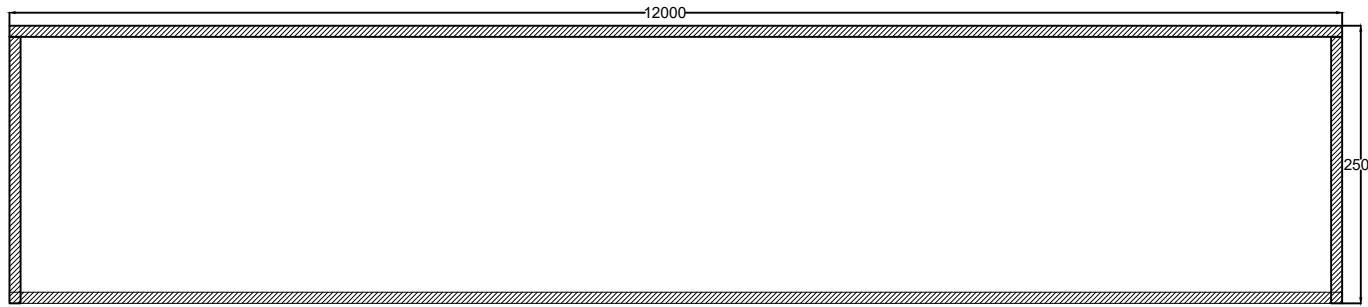


PROSPETTO ESTERNO

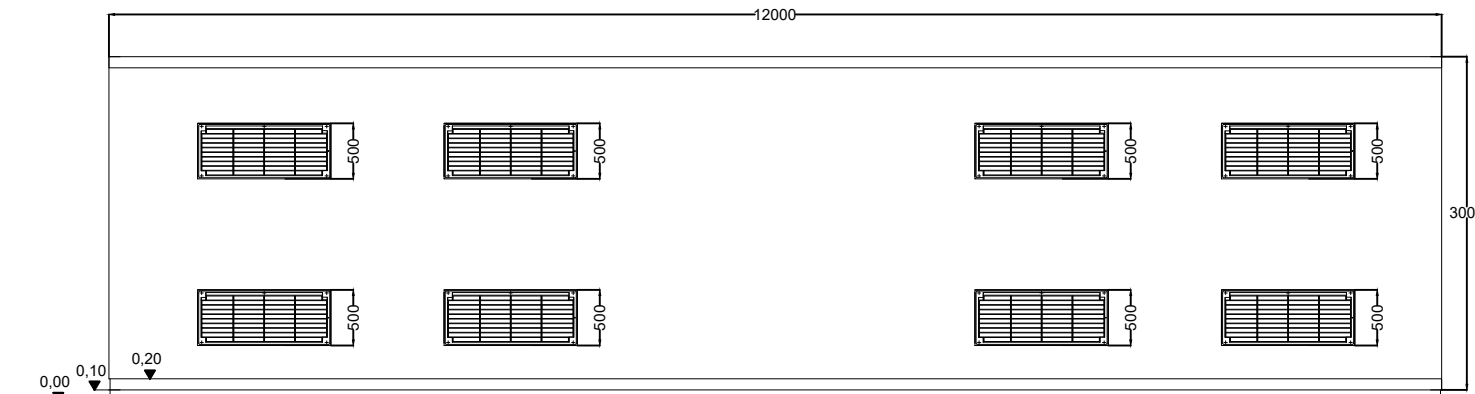
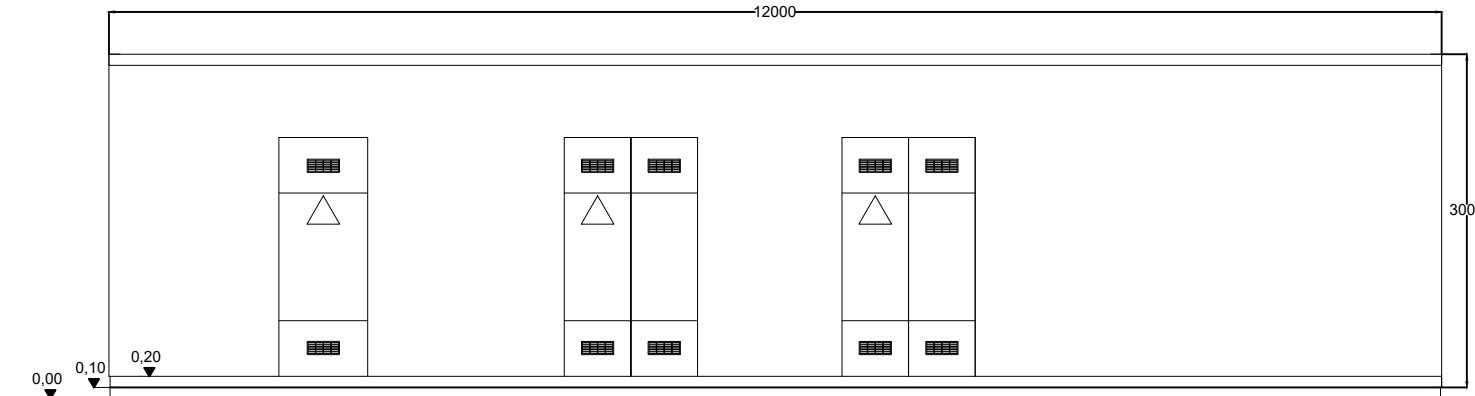


LOCALI DI TRASFORMAZIONE

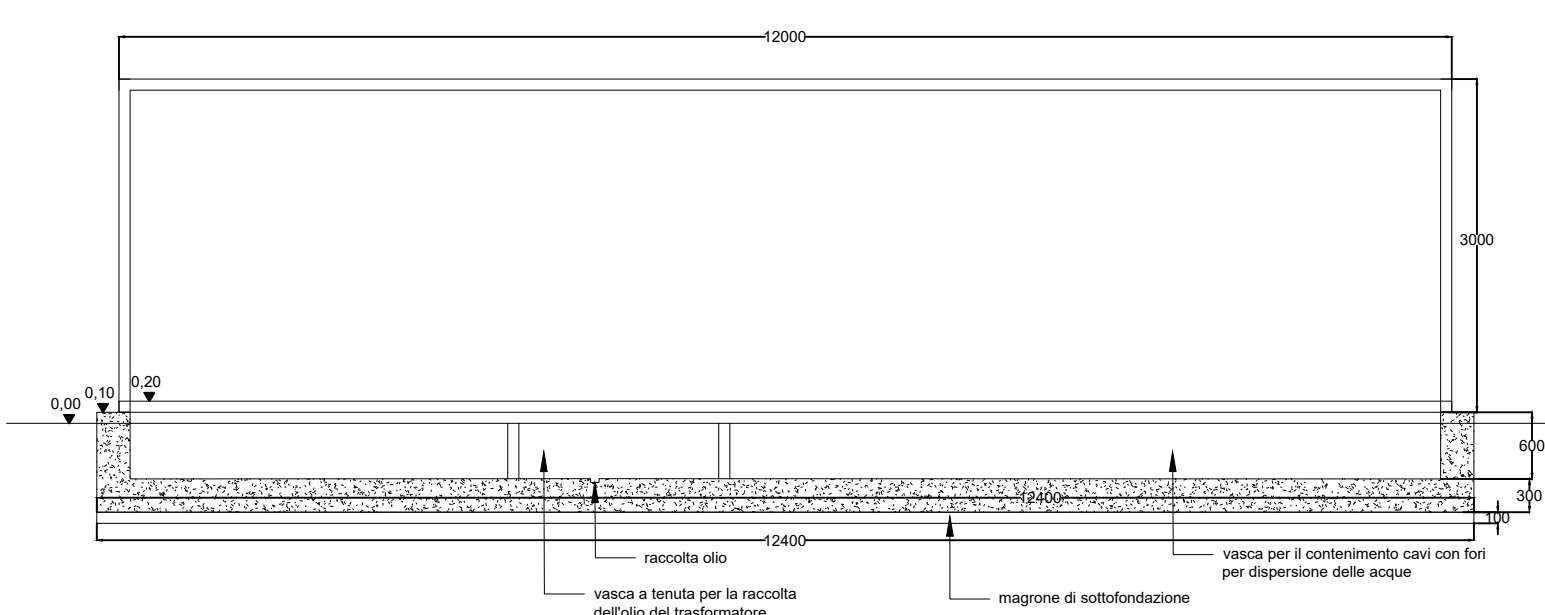
PLANIMETRIA



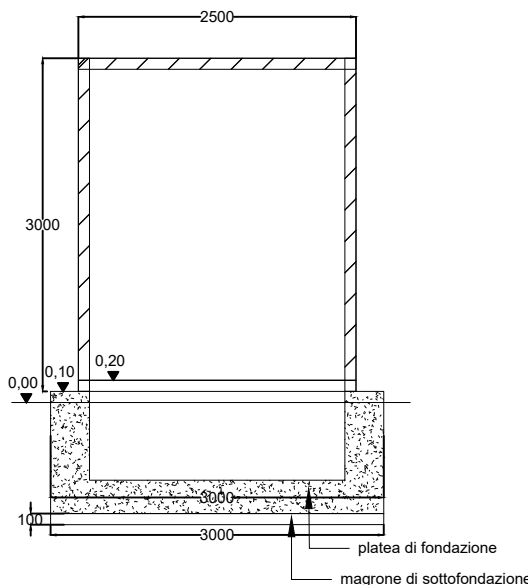
PROSPETTO ESTERNO



SEZIONE LONGITUDINALE



SEZIONE TRASVERSALE



Note:

- Per maggiori dettagli costruttivi così come per la configurazione interna dei locali si rimanda alla fase esecutiva.
- I cabinati saranno dotati di un impianto illuminazione interna ed esterna, quest'ultimo posizionato sopra la porta di accesso, con sensori di prossimità. In particolare, l'illuminazione esterna si attiverà negli orari notturni.
- I locali di trasformazione saranno dotati di un impianto di illuminazione esterno normale e uno di emergenza, dove quest'ultimo è dotato di batterie di autoalimentazione che garantiscono un funzionamento di circa 2 ore.
- All'interno della Control Room è presente la componentistica di controllo dei dispositivi presenti in campo al fine di mantenere l'impianto nelle condizioni di funzionamento ottimali: una workstation per il monitoraggio delle apparecchiature di impianto, per il controllo dei sistemi SCADA, antintrusione, allarme e videosorveglianza.



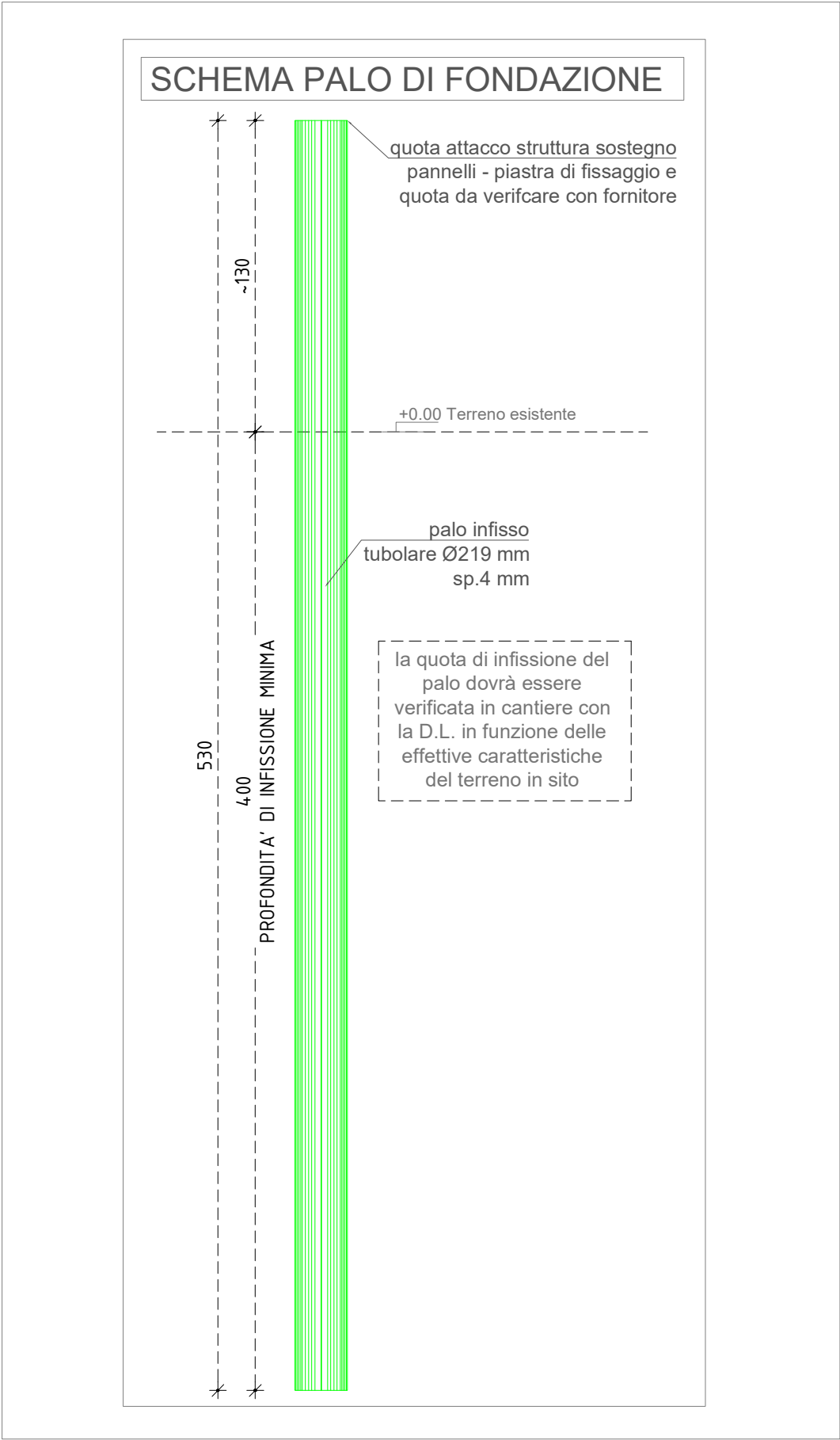
11/09/2024	00	Emissione finale	S. Pilato	L. Marabeti G. D'Amico	F. Boni Castagnetti
DATA	REV	DESCRIZIONE EMISSIONE	INCARICATO	VERIFICATO	APPROVATO
		ID Documento Committente <b>Cod055_FV_00048_BCD</b>	IMPIANTO: Impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare e relative opere connesse della potenza di 24,586 MWp  Provincia di Piacenza Comune di Cortemaggiore, Località Morienzo		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale		ID Documento Appaltatore	TITOLO: <b>Cod055_FV_00048_BCD</b> <b>CABINE DI TRASFORMAZIONE E DI RACCOLTA - PARTICOLARI COSTRUTTIVI FONDAZIONI - PIANTE PROSPETTI SEZIONI</b>		
FOGLIO	SEGUE	DI	FORMATO	DIS. N.	
1	-	1	A1	1	
NOME FILE: Cod055_FV_00048_BCD.dwg					scala: varie

SCHEMA PALI DI FONDAZIONE

Scala 1:25

PRESCRIZIONI

ACCIAIO DA CARPENTERIA: S235jr  
zincato a caldo  
BULLONERIA AD ALTA RESISTENZA: classe 8.8  
Gioco foro bullone:  
    bulloni M12/M14: 1 mm  
    bulloni da M16 a M24: 2 mm  
  
SALDATURE:  
Dove non indicato diversamente, le saldature s'intendono a cordoni d'angolo  
con lato pari a 0.7 volte lo spessore minimo tra le due lamiere collegate.  
DOVE NON INDICATO diversamente TUTTE LE UNIONI SI INTENDONO SALDATE



FONDAZIONE LOCALI

Scala 1:25/50

PRESCRIZIONI

CALCESTRUZZO:

INDICAZIONI COMUNI PER CLS:

- diam.max inerti Magrone 35mm
- diam.max inerti Fondazioni 32mm
- consistenza minima S4

CLS Magrone min. C12-15 (Rck150)  
- classe esposizione X0

CLS Fondazioni min. C25-30 (Rck300)  
- classe esposizione XC2

COPRIFERRO FONDAZIONI: 30mm

ACCIAIO D'ARMATURA: B450C

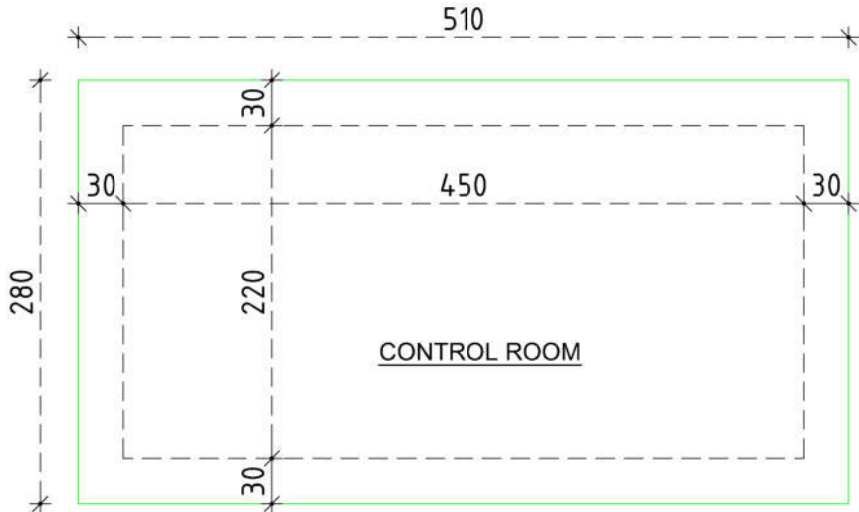
Ø Mandrino di piegatura:

- barre ≤ Ø16: 4Ø
- barre > Ø16: 7Ø
- Sovrapposizione barre: ≥ 55 Ø

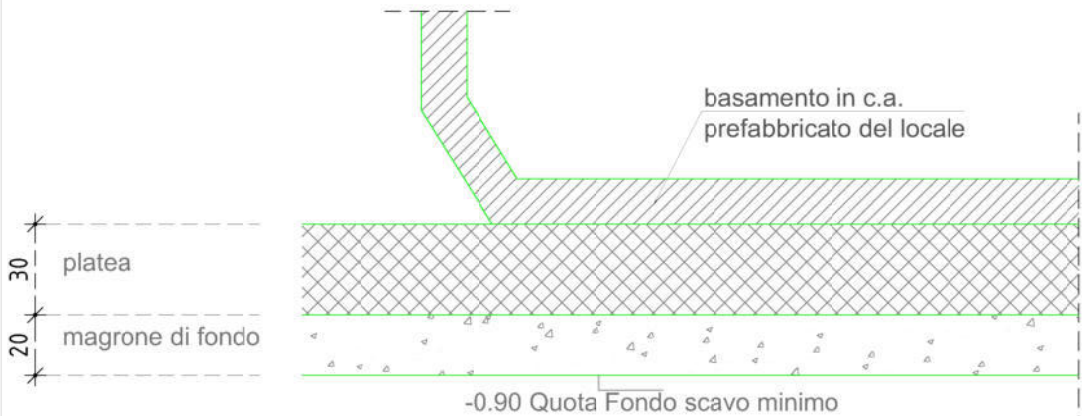
PIANTA FONDAZIONI CONTROL ROOM 1:50

La quota di posa delle nuove fondazioni dovrà essere verificata in cantiere con la D.L. in funzione delle effettive caratteristiche del terreno rilevate in sito.

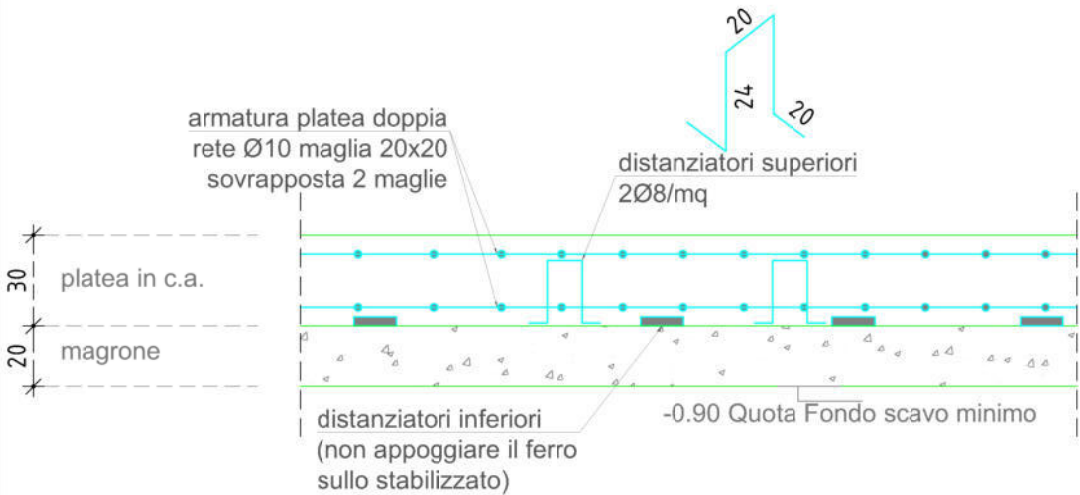
Dovrà essere verificata la presenza di passaggi o predisposizione interne alla platea in funzione delle richieste impiantistiche.



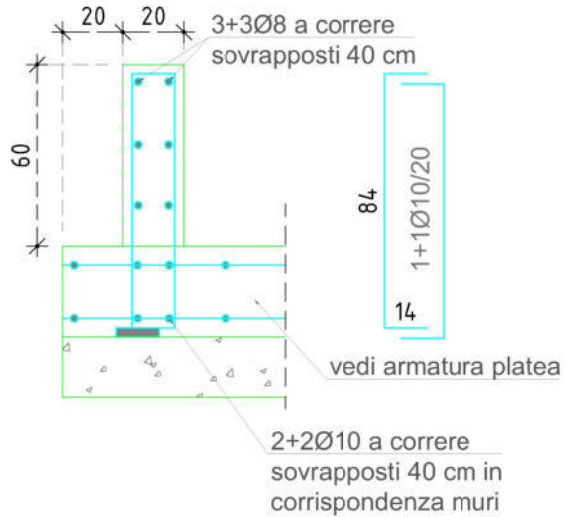
DETTAGLIO PLATEA LOCALI PREFABBRICATI 1:25



ARMATURA PLATEA 1:25



ARMATURA RIALZO IN C.A. 1:25





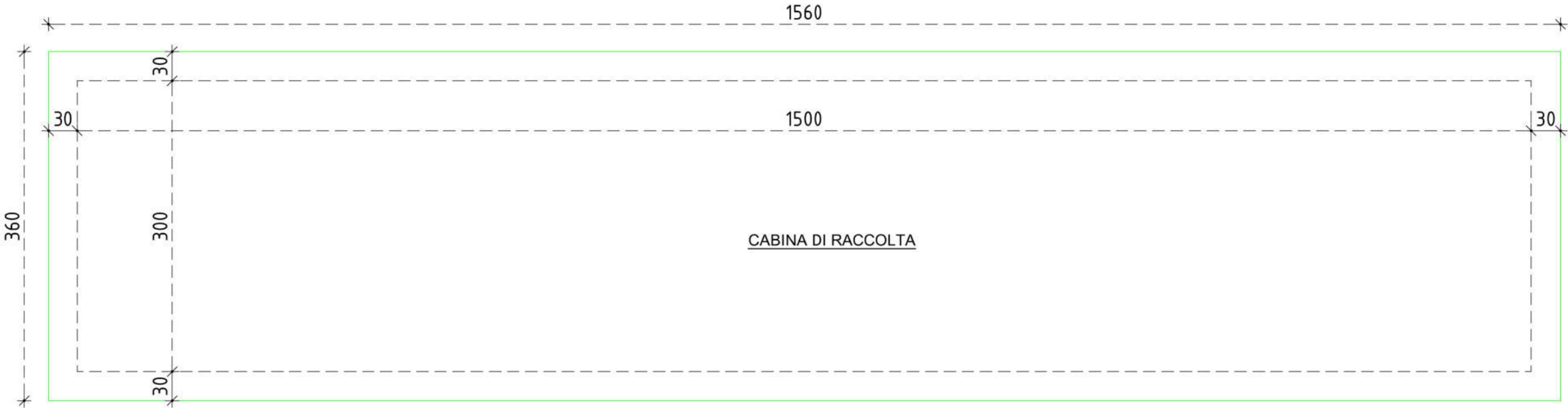
FONDAZIONE LOCALI

Scala 1:25/50

PIANTA FONDAZIONI CCABINE DI RACCOLTA 1:50

La quota di posa delle nuove fondazioni dovrà essere verificata in cantiere con la D.L. in funzione delle effettive caratteristiche del terreno rilevate in sito.

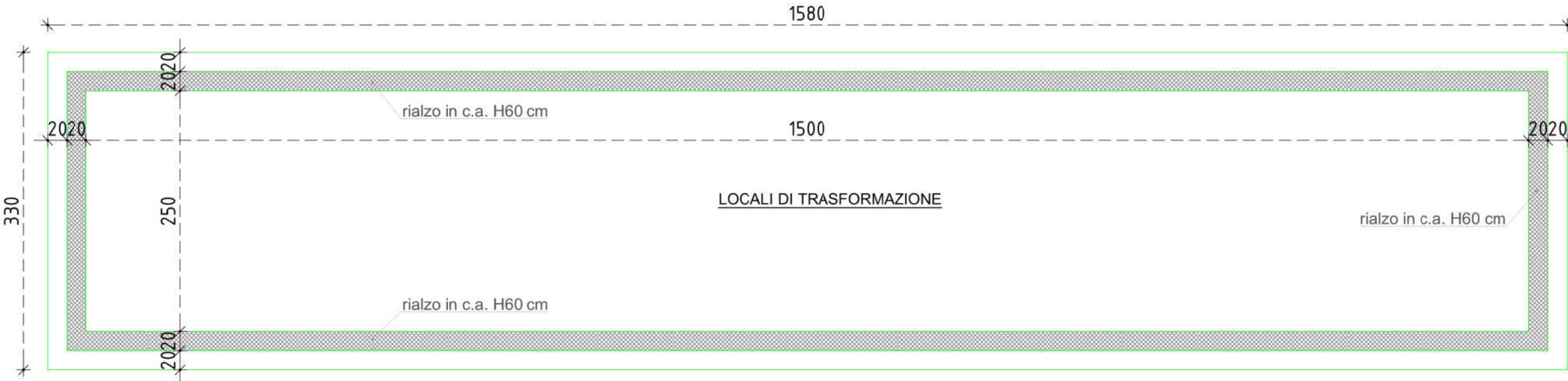
Dovrà essere verificata la presenza di passaggi o predisposizione interne alla platea in funzione delle richieste impiantistiche.

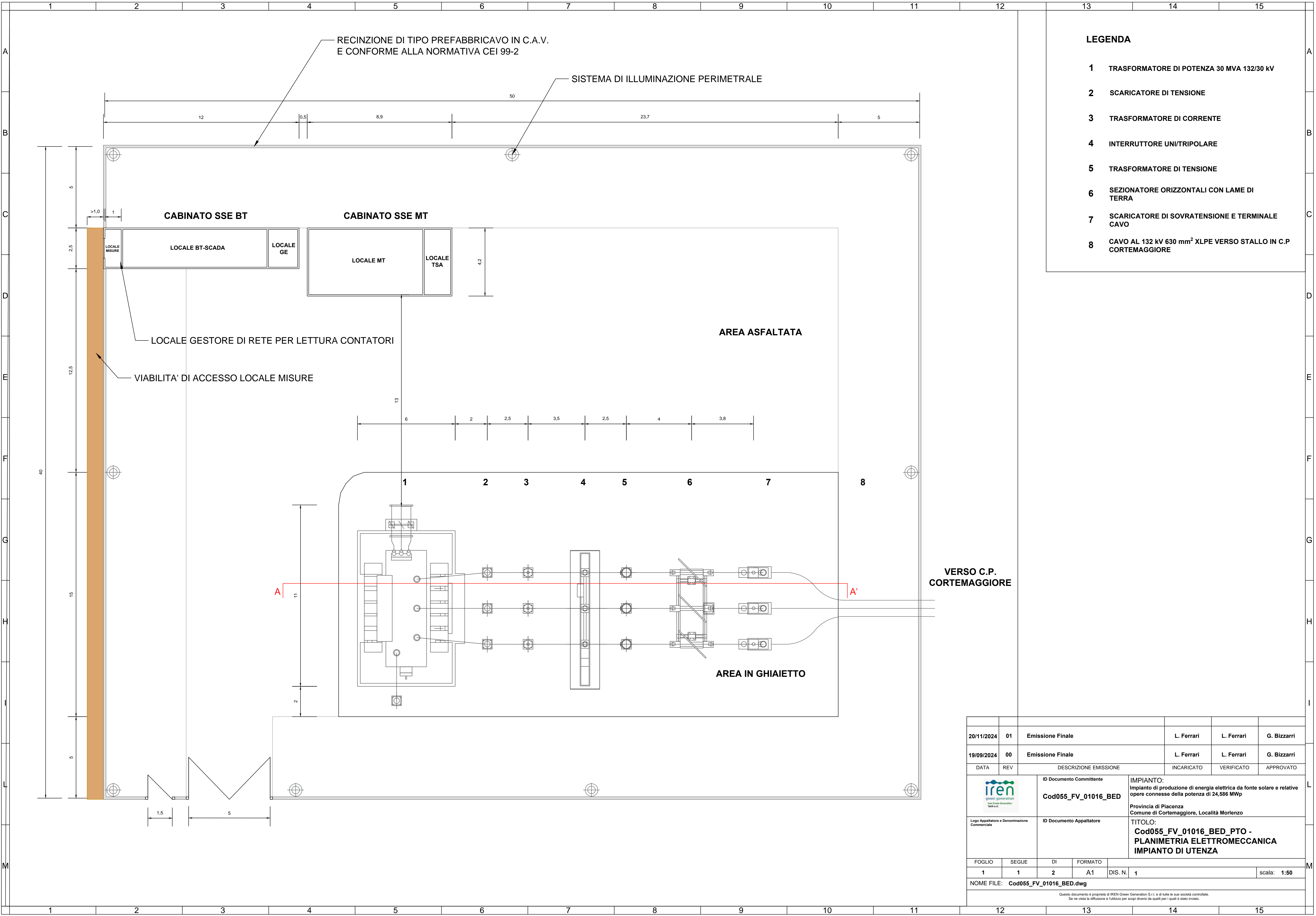


FONDAZIONI LOCALI DI TRASFORMAZIONE 1:50

La quota di posa delle nuove fondazioni dovrà essere verificata in cantiere con la D.L. in funzione delle effettive caratteristiche del terreno rilevate in sito.


Dovrà essere verificata la presenza di passaggi o predisposizione interne alla platea in funzione delle richieste impiantistiche.





LEGENDA

- 1 TRASFORMATORE DI POTENZA 30 MVA 132/30 kV
- 2 SCARICATORE DI TENSIONE
- 3 TRASFORMATORE DI CORRENTE
- 4 INTERRUTTORE UNI/TRIPOLARE
- 5 TRASFORMATORE DI TENSIONE
- 6 SEZIONATORE ORIZZONTALI CON LAME DI TERRA
- 7 SCARICATORE DI SOVRATENSIONE E TERMINALE CAVO
- 8 CAVO AL 132 kV 630 mm<sup>2</sup> XLPE VERSO STALLO IN C.P. CORTEMAGGIORE

20/11/2024	01	Emissione Finale	L. Ferrari	L. Ferrari	G. Bizzarri
19/09/2024	00	Emissione Finale	L. Ferrari	L. Ferrari	G. Bizzarri
DATA	REV	DESCRIZIONE EMISSIONE	INCARICATO	VERIFICATO	APPROVATO
		ID Documento Committente <b>Cod055_FV_01016_BED</b>	IMPIANTO: Impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare e relative opere connesse della potenza di 24,586 MWp Provincia di Piacenza Comune di Cortemaggiore, Località Morlenzo		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale		ID Documento Appaltatore	TITOLO: <b>Cod055_FV_01016_BED_PTO - PLANIMETRIA ELETTROMECCANICA IMPIANTO DI UTENZA</b>		
FOGLIO	SEGUE	DI	FORMATO	DIS. N.	
1	1	2	A1	1	
NOME FILE: <b>Cod055_FV_01016_BED.dwg</b>					
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.					



**Impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare e  
relative opere connesse della potenza di 24,586 MWp**


**Provincia di Piacenza  
Comune di Cortemaggiore, Località Morlenzo**

**RELAZIONE DI CALCOLO E SISMICA DELLE STRUTTURE –  
PROGETTO DEFINITIVO**




29/10/2024	00	Emissione finale	G. Bizzarri	L. Marabeti G. D'Amico	F. Boni Castagnetti
Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Logo Committente e Denominazione Commerciale  Iren Green Generation Tech s.r.l.			ID Documento Committente  <b>CoD055_FV_00034_BCR_ RELAZIONE DI CALCOLO E SISMICA DELLE STRUTTURE – PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale <b>Futuro Solare 1 S.r.L.</b>			ID Documento Appaltatore		




	ID Documento Committente <b>CoD055_FV_00034_BCR</b>	Pagina 2 / 27
		Numero Revisione
		00

## Sommario


1	Introduzione .....	4
2	Descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche geologiche.....	5
3	Normativa tecnica utilizzata.....	8
4	Parametri di progetto statici e sismici .....	9
5	Criteri di progettazione .....	13
6	Combinazione delle azioni.....	15
7	Criteri di verifica .....	18
8	Rappresentazione delle deformate e delle sollecitazioni più significative e sintesi delle verifiche .....	19
8.1	FONDAZIONI PER CABINE DI RACCOLTA E LOCALI DI CONVERSIONE E TRASFORMAZIONE .....	19
8.2	PALI DI FONDAZIONE PER PANNELLI FOTOVOLTAICI.....	20
9	ELABORATO GRAFICI .....	27

	ID Documento Committente <b>CoD055_FV _00034_BCR</b>	Pagina 3 / 27
		Numero Revisione
		00

	ID Documento Committente <b>CoD055_FV _00034_BCR</b>	Pagina 4 / 27
		Numero Revisione
		00

## 1 Introduzione

La presente relazione è relativa al dimensionamento strutturale dei pali di fondazione a sostegno dell'impianto e delle fondazioni a sostegno dei vari locali accessori.

	ID Documento Committente <b>CoD055_FV_00034_BCR</b>	Pagina 5 / 27
		Numero Revisione
		00

## 2 Descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche geologiche

Dal punto di vista geologico si è proceduto ad eseguire una ricostruzione della stratigrafia mediante un rilievo geologico-geomorfologico di superficie, la consultazione delle note bibliografiche disponibili e acquisendo i dati di una serie di prove penetrometriche eseguite nell'area di intervento come indicato nel dettaglio all'interno della relazione redatta dal dott. Geol. Andrea Carpena. I risultati hanno evidenziato la seguente stratigrafia:

**Livello 0:** si tratta di una miscela eterogenea di terreno in prevalenza vegetale/humifero, che si estende da piano campagna sino ad una profondità massima di circa  $0,6 \div 1,2$  metri. È caratterizzato da una resistenza media alla punta  $R_p$  compresa fra 0,5 e 6 MPa.

**Livello A:** si tratta di terreno in prevalenza coesivo (argilla e argilla limosa a plasticità medio-alta) mediamente consistente, che si estende sino a profondità variabile da circa 3,5 a 6,5 metri da piano campagna. È caratterizzato da una resistenza media alla punta  $R_p$  compresa fra 1 e 3,5 MPa.

**Livello A':** si tratta di un livello discontinuo di terreno in prevalenza granulare (limi sabbiosi e sabbie limose), localmente inglobato all'interno del Livello A, che si estende generalmente dalla profondità di  $2,5 \div 3$  metri fino a  $4 \div 4,5$  metri da piano campagna. È caratterizzato da una resistenza media alla punta  $R_p$  compresa fra 3,5 e 9 Mpa.

**Livello B:** si tratta di terreno in prevalenza granulare (sabbie e limi sabbiosi), moderatamente addensati, che si estende sino a profondità variabile da circa 9 a 11,5 metri da piano campagna. È caratterizzato da una resistenza media alla punta  $R_p$  compresa fra 5 e 15 Mpa.

**Livello C:** si tratta di terreno in prevalenza granulare (sabbie e sabbie limose), addensate, che si estende sino a profondità di  $20 \div 22$  metri da piano campagna. È caratterizzato da una resistenza media alla punta  $R_p$  compresa fra 9 e 19 Mpa e da valori di NSPT compresi tra 29 e 38.

Nel corso dell'indagine non è stata accertata la presenza di una acqua e si ritiene che la soggiacenza della falda si collochi a circa 8-9 m dal piano campagna.

In base alle risultanze dell'indagine sismica Down Hole eseguita la velocità di propagazione delle onde sismiche nei primi trenta metri ( $V_{s30}$ ) è stata quantificata in **243 m/sec**. In ottemperanza con quanto prescritto dalla normativa, viste le caratteristiche del primo

sottosuolo e operando a favore di sicurezza, il suolo di fondazione può essere assimilato alla categoria C di azione sismica.

In aggiunta è stata eseguita un'analisi sismica di terzo livello. Si riporta di seguito il dettaglio di quanto ottenuto che evidenzia una sostanziale sintonia tra i due spettri in particolare per i primi periodi di vibrazione.

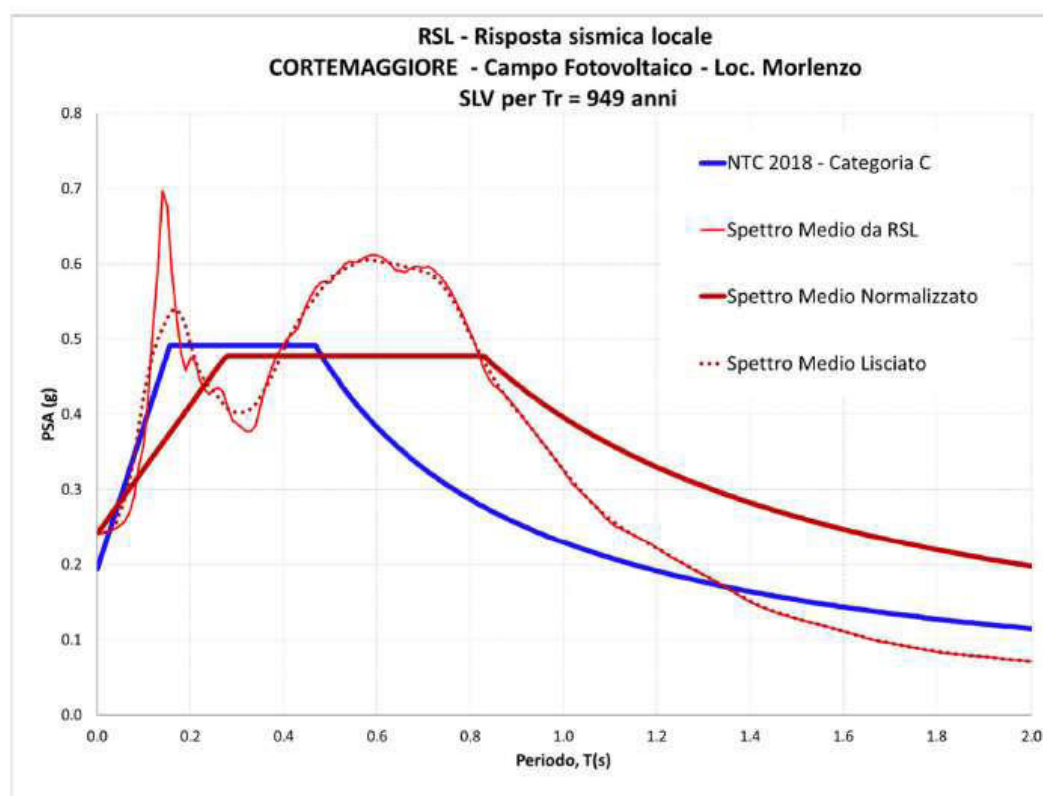



Figura 49: Grafico di sintesi che rappresenta lo spettro di output dello studio di RSL messo a confronto con lo spettro della categoria sismica di sottosuolo ricavato da procedura semplificata.

La verifica a liquefazione eseguita all'interno della citata relazione ha evidenziato un rischio basso.


	ID Documento Committente	Pagina 7 / 27
	<b>CoD055_FV_00034_BCR</b>	Numero Revisione
		00

In conclusione, non sono state riscontrate criticità al momento presenti e le caratteristiche del terreno si ritengono idonee all'intervento in oggetto.



*Figura 1: Inquadramento area di impianto e opere connesse su ortofoto*



	ID Documento Committente <b>CoD055_FV_00034_BCR</b>	Pagina 8 / 27
		Numero Revisione
		00

### 3 Normativa tecnica utilizzata

**D.M. 17.01.2018:** Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni", Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", n.42 del 20 febbraio 2018.

#### Riferimenti tecnici:

**Circolare 21.01.2019, n.7:** "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17.01.2018.

**EuroCodici:** per quanto non diversamente specificato nel D.M.17.01.2018, si intendono coerenti con i principi alla base del Decreto le indicazioni riportate nei documenti di riferimento elencati in §12; fra questi: gli EuroCodici strutturali, così organizzati:

#### **Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture**

UNI EN 1991-1-1:2004 Parte 1-1: Azioni in generale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici

UNI EN 1991-1-3:2004 Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve

UNI EN 1991-1-4:2005 Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento

#### **Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo**

UNI EN 1992-1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici


#### **Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica**

UNI EN 1997-1:2005 Parte 1: Regole generali

UNI EN 1997-2:2007 Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo

#### **Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica**

UNI EN 1998-1:2005 Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici

	ID Documento Committente <b>CoD055_FV_00034_BCR</b>	Pagina 9 / 27
		Numero Revisione
		00

## 4 Parametri di progetto statici e sismici

Le strutture in oggetto sono dimensionate assumendo come condizioni d'uso la **classe d'uso IV** ed un **coefficiente d'uso pari a 2**. Come vita nominale del fabbricato è stata assunto 50 anni.

Di seguito si leggano le azioni statiche da progetto:

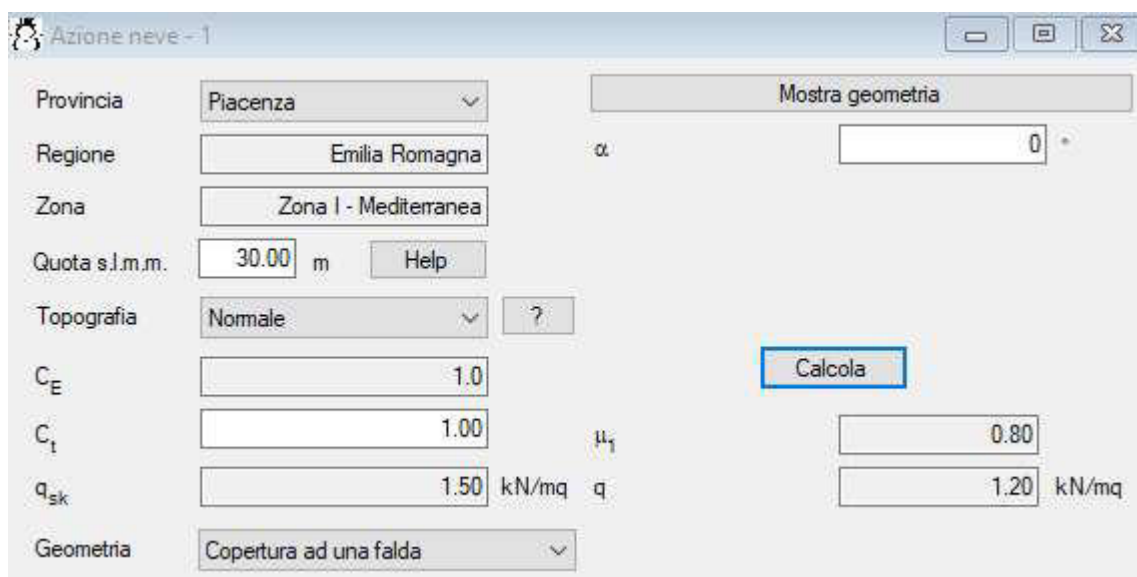
### Peso pannelli fotovoltaici

Peso singolo pannello compresa sottostruttura = 38 kg

Dimensioni pannello 1.13\*2.38 m

Peso = 15 kg/mq

Calcolo dell'azione della neve secondo NTC2018 (passaggi più importanti):



The screenshot shows the 'Azione neve - 1' window with the following parameters:

- Provincia: Piacenza
- Regione: Emilia Romagna
- Zona: Zona I - Mediterranea
- Quota s.l.m.m.: 30.00 m
- Topografia: Normale
- $C_E$ : 1.0
- $C_t$ : 1.00
- $q_{sk}$ : 1.50 kN/mq
- Geometria: Copertura ad una falda
- $\alpha$ : 0°
- $\mu_1$ : 0.80
- $q$ : 1.20 kN/mq
- Buttons: Mostra geometria, Help, Calcola



**Azione vento - 1**

Provincia	<input type="text" value="Piacenza"/>	Quota s.l.m.m	<input type="text" value="30.00"/> m	<input type="button" value="Help"/>
$v_{b,0}$	<input type="text" value="25.00"/> m/s	Altezza edificio sul suolo	<input type="text" value="2.4"/> m	
$a_0$	<input type="text" value="750.00"/> m	$T_R$	<input type="text" value="50"/> anni	
$k_a$	<input type="text" value="0.015"/> 1/s	$c_t$	<input type="text" value="1.00"/>	
Regione	<input type="text" value="Emilia Romagna"/>	$c_d$	<input type="text" value="1.00"/>	
Zona	<input type="text" value="2"/>	Inclinazione spiovente	<input type="text" value="55"/> °	
Classe rugosità	<input type="text" value="D"/>	Dimensione max in pianta	<input type="text" value="28"/> m	
Distanza dalla costa	<input type="text" value="100.00"/> km			
Cat. esposizione	<input type="text" value="II"/>			
$k_r$	<input type="text" value="0.19"/> m/sec	<input type="button" value="Calcola"/>		
$z_0$	<input type="text" value="0.05"/> m	$\alpha_R$	<input type="text" value="1.00"/>	
$z_{min}$	<input type="text" value="4.00"/> m	$v_b$	<input type="text" value="25.00"/> m/sec	
Geometria	<input type="text" value="Tettoie e pensiline isolate"/>	$v_b(T_R)$	<input type="text" value="25.02"/> m/sec	
		$q_b$	<input type="text" value="391.20"/> N/mq	
		$c_e$	<input type="text" value="1.80"/>	

Valori positivi	Tutti i valori di $\varphi$	$c_F = +0,2 + \alpha/30$
Valori negativi	$\varphi = 0$ $\varphi = 1$	$c_F = -0,5 - 1,3 \cdot \alpha/30$ $c_F = -1,4$

Cf (Valori negativi - depressione) = 1.4

$$Q_v \text{ (Vento in pressione - ang. } 30^\circ) = q_b \cdot C_e \cdot C_f = 85 \text{ kg/mq}$$

$Q_v$  (Vento in depressione) =  $q_b \cdot C_e \cdot C_f = -98.6 \text{ kg/mq}$

Parametri di calcolo sismici per le determinazioni delle azioni sismiche di progetto

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: 9.92300 LATITUDINE: 45.00800

☐ Ricerca per comune

REGIONE: Valle d'Aosta PROVINCIA: Aosta COMUNE: Allein

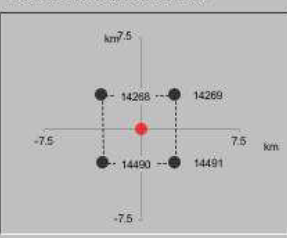
**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta  
Variabilità dei parametri

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

**Nodi del reticolo intorno al sito**



**Reticolo di riferimento**

Controllo sul reticolo:

- ☐ Sito esterno al reticolo
- ☐ Interpolazione su 3 nodi
- ☒ Interpolazione corretta

Interpolazione: superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$ : 50 info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$ : 2 info

**Valori di progetto**

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$ : 100 info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$ : info

Stati limite di esercizio - SLE:

- SLO -  $P_{VR} = 81\%$ : 60
- SLD -  $P_{VR} = 63\%$ : 101

Stati limite ultimi - SLU:

- SLV -  $P_{VR} = 10\%$ : 949
- SLC -  $P_{VR} = 5\%$ : 1950

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**

Stato Limite considerato: SLV info

**Risposta sismica locale**

Categoria di sottosuolo: C info

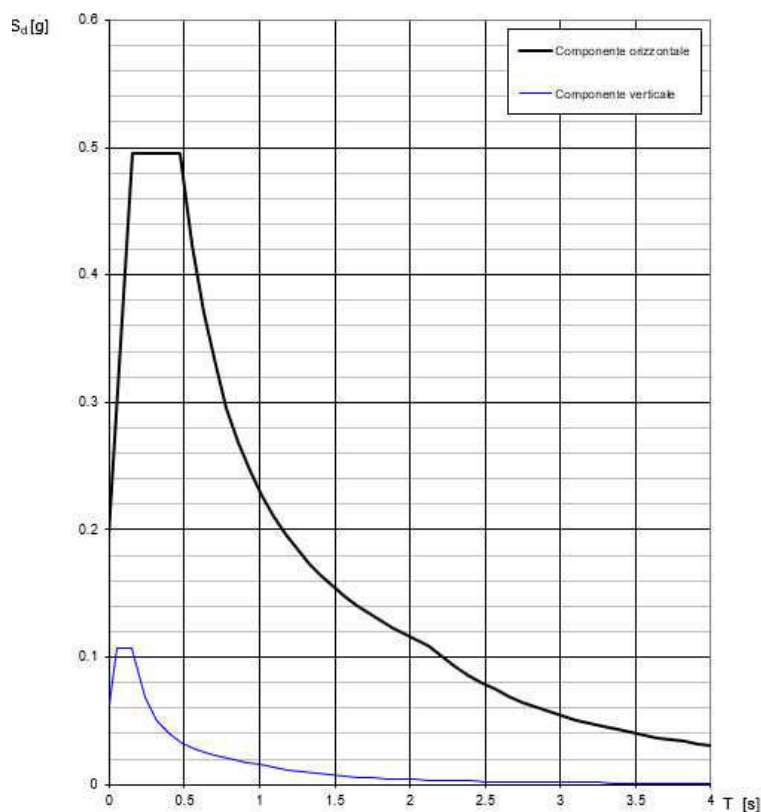
Categoria topografica: T1 info

$S_s = 1.500$   $C_U = 1.564$  info

$h/H = 0.000$   $S_T = 1.000$  info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLV**



**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.130 g
$F_a$	2.537
$T_C$	0.299 s
$S_d$	1.500
$C_d$	1.564
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.156 s
$T_C$	0.468 s
$T_D$	2.120 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_0 \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{0.05(5 + \xi)} \geq 0.55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_d \cdot T_B \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a$$


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

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

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $\eta/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

T [s]	S <sub>e</sub> [g]
0.000	0.195
0.156	0.495
0.468	0.495
0.546	0.424
0.625	0.370
0.704	0.329
0.782	0.296
0.861	0.269
0.940	0.246
1.019	0.227
1.097	0.211
1.176	0.197
1.255	0.185
1.333	0.174
1.412	0.164
1.491	0.155
1.569	0.148
1.648	0.140
1.727	0.134
1.806	0.128
1.884	0.123
1.962	0.118
2.042	0.113
2.120	0.109
2.210	0.101
2.299	0.093
2.389	0.086
2.478	0.080
2.568	0.074
2.657	0.070
2.747	0.065
2.836	0.061
2.926	0.057
3.015	0.054
3.105	0.051
3.194	0.048
3.284	0.046
3.373	0.043
3.463	0.041
3.552	0.039
3.642	0.037
3.731	0.035
3.821	0.034
3.910	0.032
4.000	0.031

	ID Documento Committente <b>CoD055_FV_00034_BCR</b>	Pagina 13 / 27
		Numero Revisione
		00

## 5 Criteri di progettazione

Per la struttura in esame devono essere valutati i seguenti stati limite per carichi statici:

### Stati limite ultimi:

stato limite ultimo SLU

### Stati limite di esercizio:

stato limite di esercizio SLE

Per le verifiche nei confronti del sisma:

### Stati limite ultimi:


stato limite di salvaguardia della vita SLV

### Stati limite di esercizio:

stato limite di danno SLD


In particolare, si è verificata:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (**SLU/SLV**) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quando previsto dal D.M. 17.01.2018 per i vari tipi di materiale.
- la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (**SLE**) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati di seguito nei risultati del calcolo.
- la sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (**SLD**) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica.

	ID Documento Committente <b>CoD055_FV _00034_BCR</b>	Pagina 14 / 27
		Numero Revisione
		00

Per quando riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

La progettazione è stata realizzata mediante fogli excel o semplici calcoli manuali.

	ID Documento Committente <b>CoD055_FV_00034_BCR</b>	Pagina 15 / 27
		Numero Revisione
		00

## 6 Combinazione delle azioni

Le verifiche sono condotte applicando il metodo degli stati limite in accordo a quanto previsto dal D.M. 17.01.2018.

Si definiscono le seguenti combinazioni di carico, oggetto di verifica.

Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^{i=n} \gamma_{Qi} (\psi_{0i} Q_{ki})$$

Combinazione caratteristica (rara), impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_k + Q_{k1} + \sum_{i=2}^{i=n} (\psi_{0i} Q_{ki})$$

Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_k + \psi_{11} Q_{k1} + \sum_{i=2}^{i=n} (\psi_{2i} Q_{ki})$$

Combinazione quasi permanente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine:

$$G_k + \psi_{21} Q_{k1} + \sum_{i=2}^{i=n} (\psi_{2i} Q_{ki})$$

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

$$E + G_k + \sum_{i=1}^{i=n} (\psi_{2i} Q_{ki})$$

dove:

$G_k$ : il valore caratteristico delle azioni permanenti

$Q_{k1}$ : il valore caratteristico dell'azione di base di ogni combinazione

$Q_{ki}$ : i valori caratteristici delle azioni variabili che possono agire contemporaneamente

$\psi$ : coefficiente che tiene conto della durata percentuale relativa ai livelli di intensità dell'azione variabile.

Per quanto riguarda i valori dei coefficienti parziali da impiegare per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi, nella presente relazione si adotta l'approccio progettuale "**Approccio 2**" nel quale è prevista un'unica combinazione di gruppi di coefficienti da adottare sia nelle verifiche strutturali che geotecniche. In particolare si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e eventualmente per la resistenza globale del sistema (R). Le verifiche sono effettuate nei confronti lo stato limite di resistenza della struttura (STR) e lo stato limite di resistenza del terreno (GEO).

Per la valutazione dei coefficienti si fa riferimento alle seguenti tabella estratte dal D.M. 17.01.2018:

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU


		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma_F$			
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
		$\gamma_M$		
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	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0




	ID Documento Committente <b>CoD055_FV_00034_BCR</b>	Pagina 17 / 27
		Numero Revisione
		00

**Tabella 6.4.I** - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Per quanto concerne i coefficienti di sicurezza parziali sui materiali si fa riferimento a quanto indicato nei paragrafi precedenti.



	ID Documento Committente <b>CoD055_FV_00034_BCR</b>	Pagina 18 / 27
		Numero Revisione
		00

## 7 Criteri di verifica


Tutte le verifiche sono effettuate in termini di resistenza.

Per raggiungere livelli di sicurezza adeguati tutti gli elementi strutturali sono stati dimensionati e verificati seguendo sia gli stati limite ultimi (SLU) che di esercizio (SLE) per le verifiche statiche, mentre per le verifiche nei confronti del sisma è stato seguito lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e lo stato limite di danno SLD.

Generalmente per ogni verifica è stato determinato un coefficiente di sicurezza determinato dal rapporto tra resistenza e azione (o rapporto tra azione e resistenza). Questo rapporto maggiore di 1 (o minore di uno) rappresenta la verifica di sicurezza soddisfatta.

Per l'esecuzione delle verifiche sono stati utilizzati semplici fogli excel.

Tutte le verifiche sono eseguite in accordo a quanto previsto dal DM 17/01/2018.

	ID Documento Committente <b>CoD055_FV_00034_BCR</b>	Pagina 19 / 27
		Numero Revisione
		00

## 8 Rappresentazione delle deformate e delle sollecitazioni più significative e sintesi delle verifiche

### 8.1 FONDAZIONI PER CABINE DI RACCOLTA E LOCALI DI CONVERSIONE E TRASFORMAZIONE

Si prevede la realizzazione di locali di trasformazione e cabina di raccolta. Queste strutture saranno realizzate con locali prefabbricati delle dimensioni di 12\*2.5 m altezza 3 m ed all'interno dei locali di trasformazione saranno collocati trasformatori e inverter per un peso totale di 22 tonnellate.

Le fondazioni di tutti i locali saranno realizzate con una platea in c.a. posizionata su uno strato di magrone che ha il compito di trasferire i carichi agli strati di terreno idonei a sopportarli.

Viene svolta la verifica della portata del terreno, essendo la platea sostanzialmente caricata in modo uniforme le verifiche di resistenza risultano superflue,

Peso trasformatori ed inverter = 22000 kg

Peso locale prefabbricato = 5000 kg


Peso proprio platea =  $2500 \cdot 0.3 \cdot 3 \cdot 13 = 29250$  kg

Peso misto stabilizzato =  $1800 \cdot 0.4 \cdot 3 \cdot 13 = 28080$  kg

Peso totale SLU =  $84330 \cdot 1.3 = 109630$  kg

$\sigma_{t,max} = 109630 / (300 \cdot 1300) = 0.28$  kg/cmq

Tale pressione si ritiene largamente ammissibile per i terreni in oggetto.

	ID Documento Committente <b>CoD055_FV_00034_BCR</b>	Pagina 20 / 27
		Numero Revisione
		00

## 8.2 PALI DI FONDAZIONE PER PANNELLI FOTOVOLTAICI

Per la determinazione del massimo carico si considera la contemporanea presenza dell'azione del vento e della neve. In questa situazione si considera altresì che l'azione della neve è massima per inclinazioni del pannello inferiori ai 30°, mentre quella del vento aumenta con l'inclinazione. La condizione più gravosa per le azioni di pressione si ha quando l'inclinazione del pannello è quindi di 30° e pertanto si considera agente il carico neve di base e l'azione del vento ricavata per questa inclinazione.

Si considerano le seguenti combinazioni di carico ritenute le più gravose:

Carico verticale massimo

$$1.3*PP+1.5*Neve+1.5*0.6*Vento = Q_{tot} = 276 \text{ kg/mq}$$

Carico verticale minimo

$$1*PP+0*Neve+1.5*Vento = Q_{tot} = -133 \text{ kg/mq}$$

Combinazione sismica

$$1*PP = 15 \text{ kg/mq}$$

Per il dimensionamento dei pali si considera l'elemento avente area di influenza maggiore rappresentato dal palo per le vele da 24 moduli.

$$\text{Area influenza} = (7/2+7/2)*2.38 = 16.66 \text{ mq}$$


Si ricava pertanto

$$\text{COMB.1} \quad N_{\text{max}} = 4600 \text{ kg (compressione)}$$

$$\text{COMB.1} \quad N_{\text{min}} = 2216 \text{ kg (trazione)}$$

$$\text{COMB.3} \quad N_{\text{sisma}} = 250 \text{ kg (compressione)}$$

Per ricavare la massima azione tagliante in sommità al palo dovuta al sisma si moltiplica il carico verticale in condizione sismica per l'ag,max del sito. Operando a favore di sicurezza

	ID Documento Committente <b>CoD055_FV_00034_BCR</b>	Pagina 21 / 27
		Numero Revisione
		00

si considera il valore di  $ag/g$  in corrispondenza del plateau dello spettro di risposta ( $ag/g_{max} = 0.495$ )

$$H_{sisma} = N_{sisma} * ag/g = 250 * 0.495 = 124 \text{ kg}$$

Considerando una altezza fuori terra massima di 1.6 m si applica l'azione di taglio al fine di ricavare il massimo momento flettente in testa al palo

$$M_{sisma} = H_{sisma} * h = 124 * 1.6 = 198 \text{ kgm.}$$

Per ricavare la massima azione tagliante in sommità al palo dovuta al vento si considera la condizione più gravosa rappresentata dall'inclinazione del pannello a  $55^\circ$ . In questa condizione si ricava la massima componente orizzontale della spinta.

$$H_{vento} = Q_{vento} * A_{infl} * \cos \alpha = 143 * 16.66 * \cos 55^\circ = 1367 \text{ kg}$$

Considerando una altezza fuori terra massima di 1.6 m si applica l'azione di taglio al fine di ricavare il massimo momento flettente in testa al palo

$$M_{vento} = H_{vento} * h = 1367 * 1.6 = 2187 \text{ kgm}$$

## VERIFICA DI RESISTENZA DEL PALO

Si riporta la verifica a SLU del palo per le 3 condizioni di carico definite sopra.

Tipo di acciaio utilizzato

Coefficiente parziale di sicurezza per le verifiche di resistenza	$\gamma_{M0}$	1.05 [-]
Coefficiente parziale di sicurezza per le verifiche di stabilità	$\gamma_{M1}$	1.05 [-]
Coefficiente parziale di sicurezza per le verifiche di rottura	$\gamma_{M2}$	1.25 [-]

**Caratteristiche del profilo**

Sezione trasversale del tubolare

Diametro esterno del profilo tubolare (UTENTE)	$d_{ext}$	219.00 [mm]
Spessore del profilo tubolare (UTENTE)	$t$	4.00 [mm]
Diametro esterno del profilo tubolare utilizzato nelle verifiche		219 [mm]
Spessore del profilo tubolare utilizzato nelle verifiche		4 [mm]

**Geometria della membratura**

Lunghezza geometrica della membratura	$L$	1.60 [m]
Coefficiente di lunghezza di libera inflessione attorno all'asse y - y	$\beta_y$	2.00 [-]
Coefficiente di lunghezza di libera inflessione attorno all'asse z - z	$\beta_z$	2.00 [-]
Lunghezza di libera inflessione attorno all'asse y - y	$L_{or,y}$	3200.00 [mm]
Lunghezza di libera inflessione attorno all'asse z - z	$L_{or,z}$	3200.00 [mm]

**Caratteristiche di sollecitazione**

*Nota: la forza assiale è POSITIVA se di compressione*

Comb. [n°]	$N_{Ed}$ [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	$T_{Ed}$ [kNm]	Verifica [-]
1	46.00	14.00		22.00			✓ 0.61
2	-22.16						✓ 0.04
3	2.50	1.24		2.00			✓ 0.05

## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE DEL PALO

Si considerano le seguenti caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione ricavate dalla citata relazione geologica (a favore di sicurezza si considerano i risultati relativi al settore orientale in quanto presenta caratteristiche inferiori).

### LIVELLO 0 (da p.c. a circa 0,6 ÷ 1,2 m da p.c.)

Materiale in prevalenza vegetale/humifero

$$\gamma = 17,5 - 19,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_K = 18,0 \text{ kN/m}^3$$

### LIVELLO A (da circa 0,6 ÷ 1,2 m da p.c. a 3,5 ÷ 6,5 m da p.c.)

Materiale coesivo prevalentemente argilloso mediamente consistente

$$\gamma = 17,5 - 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_K = 18,5 \text{ kN/m}^3$$

$$C_u = 30 - 120 \text{ kPa}$$

$$C_{uk} = 55 \text{ kPa}$$

$$M_{ed} = 2,5 - 6,5 \text{ MPa}$$

$$M_{edk} = 4,5 \text{ MPa}$$

$$\phi' = 19,5 - 24^\circ$$

$$\phi_{K'} = 21,5^\circ$$

dove:

$\gamma$  = peso di volume naturale del terreno;

$C_u$  = coesione in termini di sforzi totali,

$c'$  = coesione in termini di sforzi efficaci,

$M_{ed}$  = modulo edometrico;

$E$  = modulo elastico

$\phi'$  = angolo di attrito in termini di sforzi efficaci (valore stimato).

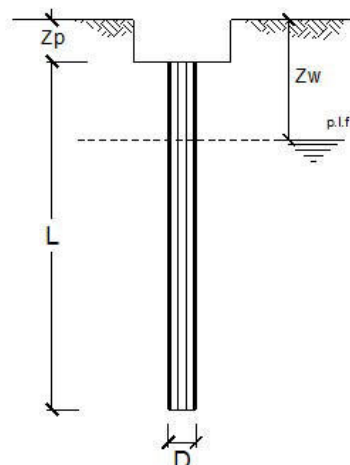
## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE IN COMPRESSIONE

### OPERA:

### DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D): 0.22 (m) Area del Palo (A<sub>p</sub>): 0.038 (m<sup>2</sup>)  
Quota testa Palo dal p.c. (Z<sub>p</sub>): 0.60 (m) Quota falda dal p.c. (Z<sub>w</sub>): 8.00 (m)  
Carico Assiale Permanente (G): 46 (kN) Carico Assiale variabile (Q): 0 (kN)  
Numero di strati 1  $\frac{1}{2}$  L<sub>palo</sub> = 3.40 (m)

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base		
Metodo di calcolo		permanenti	temporanee variabili γ <sub>Q</sub>	ξ	γ <sub>b</sub>	γ <sub>s</sub>
Stato limite ultimo (EC7)	○	1.00	1.30	1.50	1.60	1.30
Tensioni ammissibili	○	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dall'utente	●	1.00	1.00	1.50	1.15	1.15



### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO:

Strato	Spess	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
(-)	(m)		γ (kN/m <sup>3</sup> )	c* (kPa)	φ* (°)	c <sub>u</sub> (kPa)
1	3.40		18.50	0.0	21.5	55.0

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0.63	0.39		0.65

Risultati				
Q <sub>si</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	q <sub>b</sub>	Q <sub>bm</sub>
(kN)	(-)	(-)	(kPa)	(kN)
83.63	0.00	9.00	569.0	21.4

### CAPACITA' PORTANTE MEDIA

alla base R<sub>bm</sub> = (kN)  
laterale R<sub>sm</sub> = 83.6 (kN)  
totale R<sub>cm</sub> = 83.6 (kN)

### CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

Q<sub>d</sub> = Q<sub>bm</sub>/(ξ·γ<sub>b</sub>) + Q<sub>lm</sub>/(ξ·γ<sub>s</sub>)  
Q<sub>d</sub> = 48.5 (kN)

### CARICO ASSIALE AGENTE

N<sub>d</sub> = N<sub>g</sub> · γ<sub>g</sub> + N<sub>q</sub> · γ<sub>q</sub>  
N<sub>d</sub> = 46.0 (kN)

F<sub>s</sub> = Q<sub>d</sub> / N<sub>d</sub>  
F<sub>s</sub> = 1.05



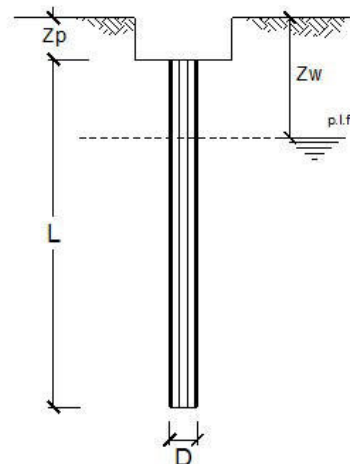
## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE IN TRAZIONE

### OPERA:

### DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D): 0.22 (m) Area del Palo (Ap): 0.038 (m<sup>2</sup>)  
 Quota testa Palo dal p.c. (Z<sub>p</sub>): 0.60 (m) Quota falda dal p.c. (Z<sub>w</sub>): 8.00 (m)  
 Carico Assiale Permanente (G): 22.16 (kN) Carico Assiale variabile (Q): 0 (kN)  
 Numero di strati 1  $\frac{1}{2}$  Lpalo = 3.40 (m)

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base		
Metodo di calcolo		permanenti $\gamma_G$	temporanee variabili $\gamma_Q$	$\gamma_s$	$\gamma_b$	$\gamma_s$
Stato limite ultimo (EC7)	○	1.00	1.30	1.50	1.60	1.30
Tensioni ammissibili	○	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dall'utente	●	1.00	1.00	1.50	1.15	1.25



### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO:

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c'$ (kPa)	$\phi'$ (°)	$c_u$ (kPa)
1	3.40		18.50	0.0	21.5	55.0

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

Coefficienti di Calcolo			
k	$\mu$	a	$\alpha$
(-)	(-)	(-)	(-)
0.63	0.39		0.65

Risultati				
Qsi	Nq	Nc	qb	Qbm
(kN)	(-)	(-)	(kPa)	(kN)
83.63	0.00	9.00	569.0	21.4

### CAPACITA' PORTANTE MEDIA

alla base  $R_{bm} =$  (kN)  
 laterale  $R_{sm} =$  83.6 (kN)  
 totale  $R_{cm} =$  83.6 (kN)

### CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

$Q_d = Q_{bm}/(\xi \cdot \gamma_b) + Q_{lm}/(\xi \cdot \gamma_s)$   
 $Q_d =$  44.6 (kN)

### CARICO ASSIALE AGENTE

$N_d = N_g \cdot \gamma_g + N_q \cdot \gamma_q$   
 $N_d =$  22.2 (kN)  
 $F_s = Q_d / N_d$   
 $F_s =$  2.01



## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE A TAGLIO

### TEORIA DI BASE:

(Broms, 1964)

H = carico limite orizzontale

L = lunghezza del palo

D = diametro del palo

$M_y$  = momento di plasticizzazione della sezione

$F_s$  = coefficiente di sicurezza

$\phi'$  = angolo di attrito del terreno

$k_p$  = coeff. di spinta passiva ( $k_p = (1 + \sin \phi') / (1 - \sin \phi')$ )

$\gamma$  = peso di unità di volume del terreno (se è presente la falda  $\gamma = \gamma'$ )

Palo corto:

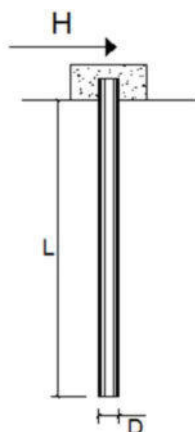
$$H = 1.5 k_p \gamma d^3 \left( \frac{L}{d} \right)^2$$

Palo intermedio:

$$H = \frac{1}{2} k_p \gamma d^3 \left( \frac{L}{d} \right)^2 + \frac{M_y}{L}$$

Palo lungo:

$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt{\left( 3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4} \right)^2}$$



### DATI DI IMPUT:

L =	4.00	(m)
D =	0.22	(m)
$M_y$ =	41.00	(kN m)
$F_s$ =	1.00	(-)
$\phi'$ =	21.50	(°)
$k_p$ =	2.16	(-)
$\gamma$ =	18.50	(kN/m <sup>3</sup> )

Palo corto:

$$H1 = 209.74 \quad (\text{kN})$$

Palo intermedio:


$$H2 = 80.16 \quad (\text{kN})$$

Palo lungo:

$$H3 = 58.34 \quad (\text{kN})$$

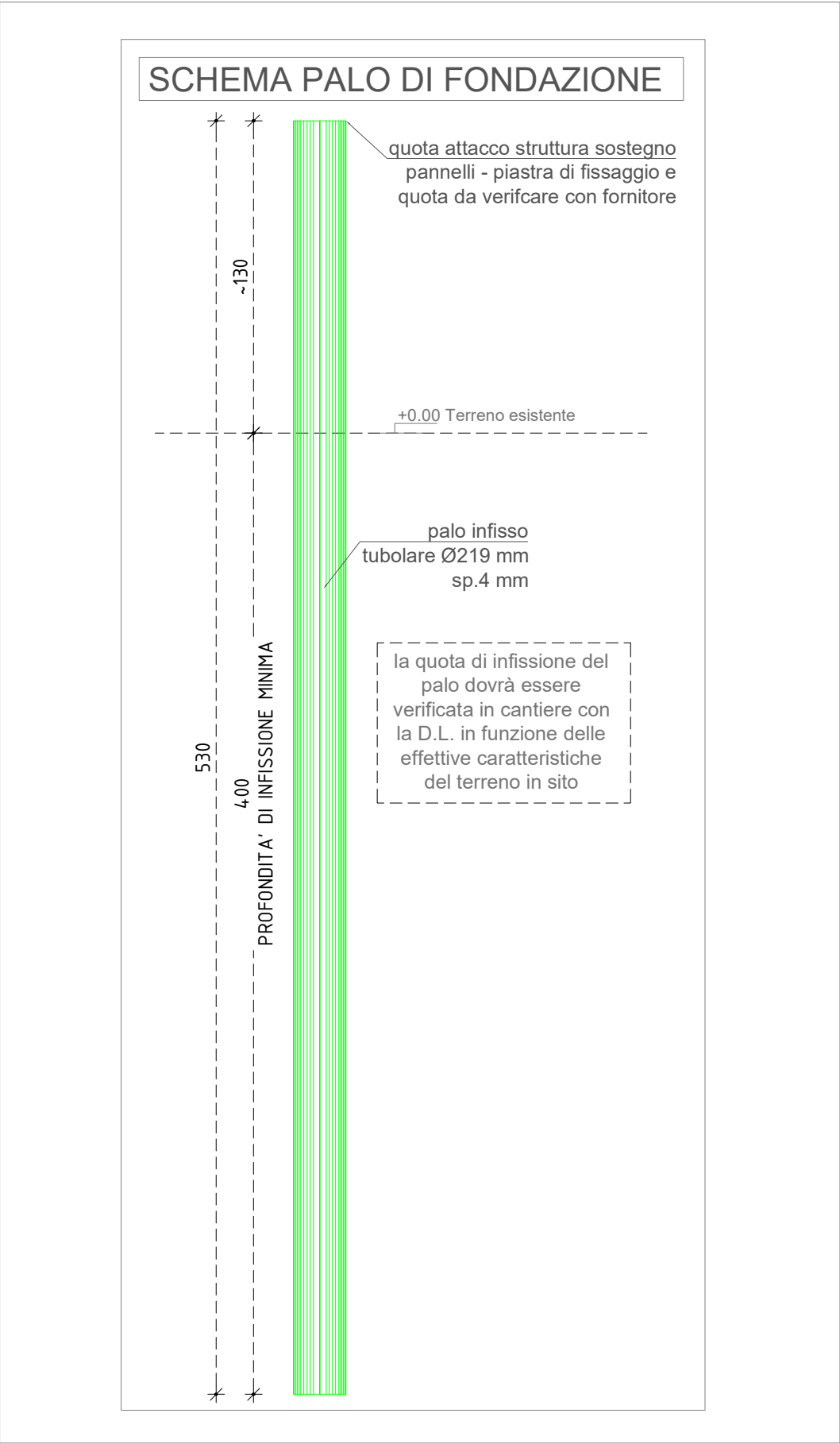
$$H = \min(H1, H2, H3) = 58.34 \quad (\text{kN}) \quad \text{palo lungo}$$

$H > H_{\text{vento}}$  VERIFICATO

	ID Documento Committente <b>CoD055_FV _00034_BCR</b>	Pagina 27 / 27
		Numero Revisione
		00

## 9 ELABORATO GRAFICI

	1	2	3	4	5	6	7	8		
A	<div>SCHEMA PALI DI FONDAZIONE</div> <div>Scala 1:25</div> <div><div>PRESCRIZIONI</div><div><div>ACCIAIO DA CARPENTERIA: S235jr zincato a caldo</div><div>BULLONERIA AD ALTA RESISTENZA: classe 8.8</div><div>Gioco foro bullone: bulloni M12/M14: 1 mm bulloni da M16 a M24: 2 mm</div><div>SALDATURE: Dove non indicato diversamente, le saldature s'intendono a cordoni d'angolo con lato pari a 0.7 volte lo spessore minimo tra le due lamiere collegate.</div><div>DOVE NON INDICATO DIVERSAMENTE TUTTE LE UNIONI SI INTENDONO SALDATE</div></div></div>									A
B										B
C										C
D										D
E										E
	1	2	3	4	5	6	7	8		
A3 (42,0 x 29,7 cm)										
10 cm										



FONDAZIONE LOCALI

Scala 1:25/50

PRESCRIZIONI

CALCESTRUZZO:

INDICAZIONI COMUNI PER CLS:

- diam.max inerti Magrone 35mm
- diam.max inerti Fondazioni 32mm
- consistenza minima S4

CLS Magrone min. C12-15 (Rck150)  
- classe esposizione X0

CLS Fondazioni min. C25-30 (Rck300)  
- classe esposizione XC2

COPRIFERRO FONDAZIONI: 30mm

ACCIAIO D'ARMATURA: B450C

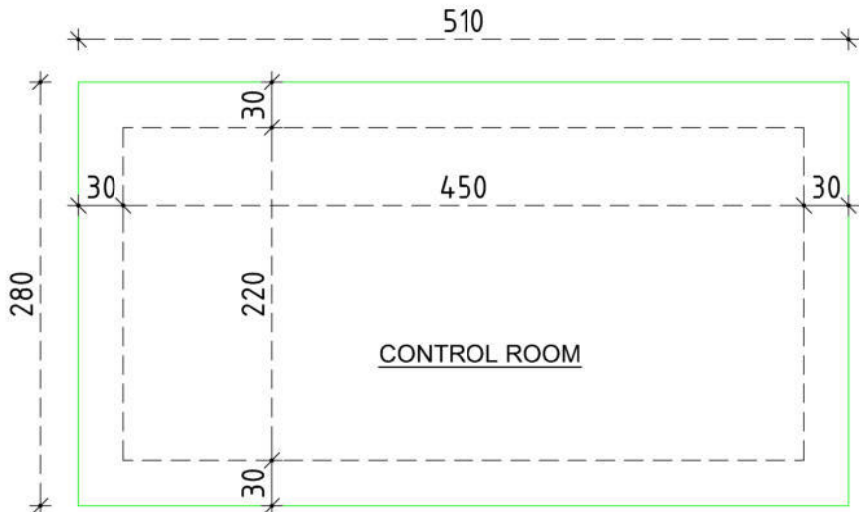
Ø Mandrino di piegatura:

- barre ≤ Ø16: 4Ø
- barre > Ø16: 7Ø
- Sovrapposizione barre: ≥ 55 Ø

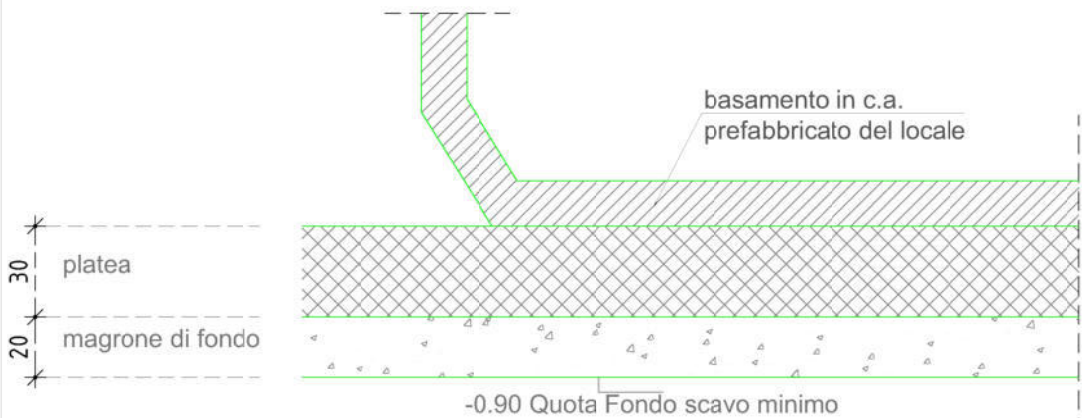
PIANTA FONDAZIONI CONTROL ROOM 1:50

La quota di posa delle nuove fondazioni dovrà essere verificata in cantiere con la D.L. in funzione delle effettive caratteristiche del terreno rilevate in sito.

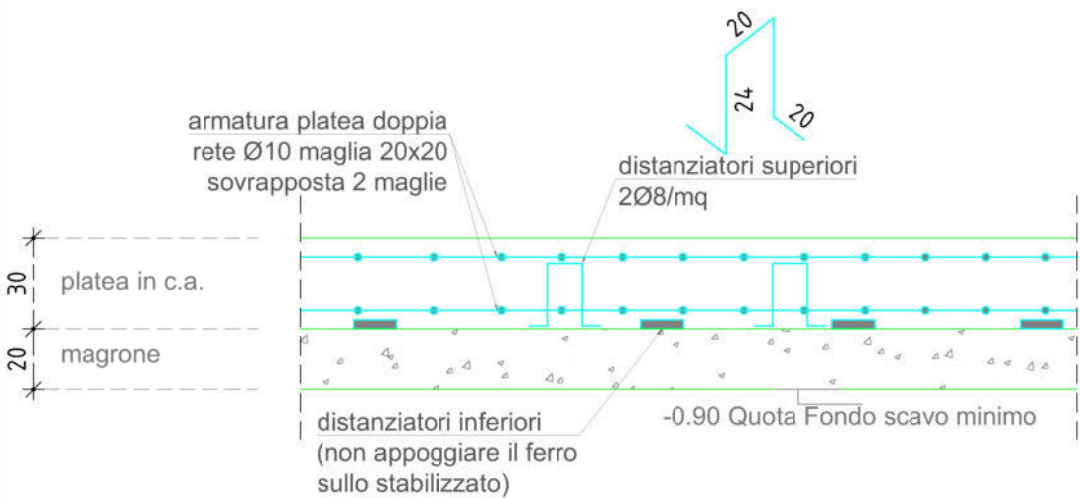
Dovrà essere verificata la presenza di passaggi o predisposizione interne alla platea in funzione delle richieste impiantistiche.



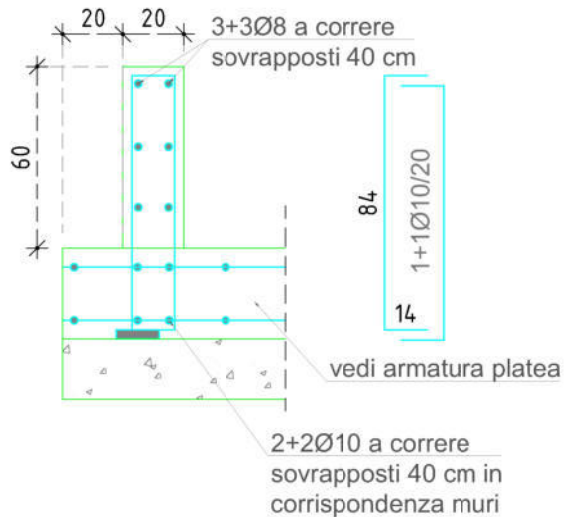
DETTAGLIO PLATEA LOCALI PREFABBRICATI 1:25



ARMATURA PLATEA 1:25



ARMATURA RIALZO IN C.A. 1:25



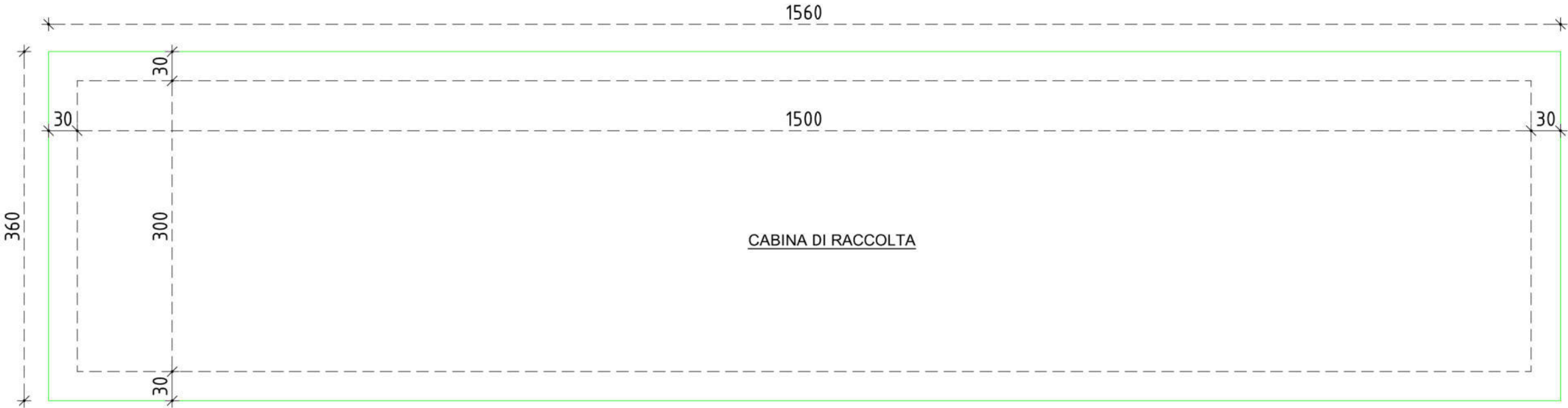
FONDAZIONE LOCALI

Scala 1:25/50

PIANTA FONDAZIONI CCABINE DI RACCOLTA 1:50

La quota di posa delle nuove fondazioni dovrà essere verificata in cantiere con la D.L. in funzione delle effettive caratteristiche del terreno rilevate in sito.

Dovrà essere verificata la presenza di passaggi o predisposizione interne alla platea in funzione delle richieste impiantistiche.



FONDAZIONI LOCALI DI TRASFORMAZIONE 1:50

La quota di posa delle nuove fondazioni dovrà essere verificata in cantiere con la D.L. in funzione delle effettive caratteristiche del terreno rilevate in sito.

Dovrà essere verificata la presenza di passaggi o predisposizione interne alla platea in funzione delle richieste impiantistiche.

