

COMUNE DI CODIGORO

REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA SU TERRENO AGRICOLO DI POTENZA DI PICCO PARI A 69,10 MWp E POTENZA NOMINALE PARI A 60 MW UBICATO IN LOCALITA' CORTE SERRAGLIONA NEL COMUNE DI CODIGORO

Progetto Elettrico

Per. Ind. Massimo Ghesini
Ing. Francesco Piergiovanni



Progetto Linea Elettrica

Geom. Stelio Poli
Ing. Chiara Baldi
Geom. Valentina Cristofori

polienergie.surl

Ambiente

Ing. Roberta Mazzolani
Ing. David Negrini

Studio Associato Ne.Ma
Ingegneria Ambiente Sicurezza

Via Confine 24/a - 48015 Cervia (RA)
P.IVA 02653670394

Geologia e Acustica

Dott.ssa Giulia Bastia
Dott. Maurizio Castellari
Dott.ssa Marta Cristiani

**CASTELLARI
AMBIENTE**



Progetto Strutturale

Ing. Gianluca Ruggi



Progetto Architettonico

Arch. Antonio Gasparri
Arch. Andrea Ricci Bitti

Collaboratori

Arch. Isabella Cevolani
Arch. Martina Cortesi
Arch. Agnese Di Tirro
Arch. Beatrice Mari
Arch. Francesco Ricci Bitti
Arch. Valeria Tedaldi
Arch. Cecilia Venieri
Dott. Cristian Griguoli



COMMITTENTE: LS SOLAR SRL

p.IVA 02700970391

Legale rappresentante: **Cristiano Vitali**

C.F. VTLCS767R26H199U

PROGETTISTA: Ingegnere Gianluca Ruggi

C.F. RGGGLC79E17E289C

N. ELABORATO

F1

ELABORATO

RELAZIONE TECNICA PRESISMICA

Art. 10, comma 3, lettera b) della L.R. n. 19/2008

SCALA

RIFERIMENTO PRATICA

IMPIANTO FV LEONA SUD

DATA

28/07/2022

REVISIONE

General contractor

PROTESA
A COMPANY OF SACMI

Protesa spa

Via Ugo la Malfa n.24 Imola 40026 (BO)

telefono 0542 644069 mail info@protesa.net sito www.protesa.net

Proprietà riservata. È vietata la riproduzione totale e parziale e/o la comunicazione a terzi del presente elaborato e calcolo ad esso relativo che non siano espressamente autorizzate.

In mancanza di rispetto gli interessati si riservano il diritto di procedere a termini di legge.

file Leona_Sud_STRU.dwg

Art. 10, comma 3, lettera b) della L.R. n. 19/2008

RELAZIONE TECNICA

COMMITTENTE:

LS SOLAR SRL (p.IVA 02700970391)
Legale rappresentante: Cristiano Vitali

LAVORO:

REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA SU
TERRENO AGRICOLO DI POTENZA DI PICCO PARI A
69,10 MWp E POTENZA NOMINALE PARI A 60 MW
UBICATO IN LOCALITA' CORTE SERRAGLIONA NEL
COMUNE DI CODIGORO

UBICAZIONE:

Strada Provinciale 16A, Località Corte Serragliona
Comune di Codigoro (FE)

PROGETTISTA E D.L. STRUTTURALE: Dott. Ing. GIANLUCA RUGGI

RELAZIONE TECNICA

INDICE:

RELAZIONE DI CALCOLO

1. INDIVIDUAZIONE DEL SITO DI COSTRUZIONE	3
2. NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO	3
3. CARATTERISTICHE DEL TERRENO E PRIME IPOTESI DEL SISTEMA DI FONDAZIONE ADOTTATO	5
4. DESTINAZIONI D'USO, AZIONI.....	7
5. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO E DELLE STRUTTURE	8
6. PARAMETRI SISMICI, VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E MATERIALI	9
7. MATERIALI.....	10

1. INDIVIDUAZIONE DEL SITO DI COSTRUZIONE

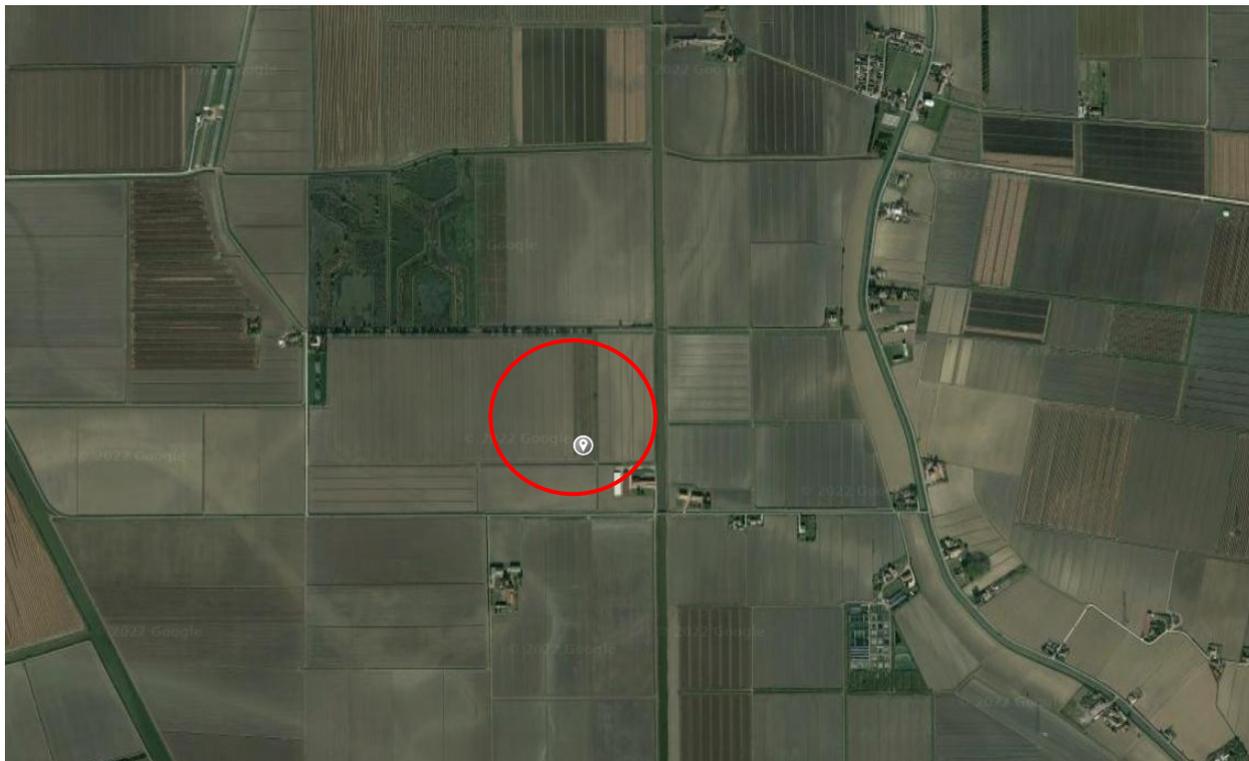


Immagine satellitare ubicazione intervento

2. NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

Il sottoscritto **Dott. Ing. Gianluca Ruggi**, con studio in Imola (BO), Via G. Saragat n. 5, in qualità di progettista incaricato delle strutture in oggetto,

DICHIARA

che il progetto delle strutture verrà redatto in ottemperanza alle seguenti normative tecniche:

NORME DI RIFERIMENTO COGENTI

- **Legge n° 1086 del 05/11/1971:** Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- **Legge n° 64 del 02/02/1974:** Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- **D.L. n° 136 del 28/05/2004 art. 5 convertito in legge con modif. dall'art. 1 della L. n. 186 del 27/07/2004 e ss. mm. ii.**

- **D.P.R. n. 380 del 06/06/01:** Testo Unico per l'Edilizia
- **D.M. 17/01/2018:** Approvazione nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

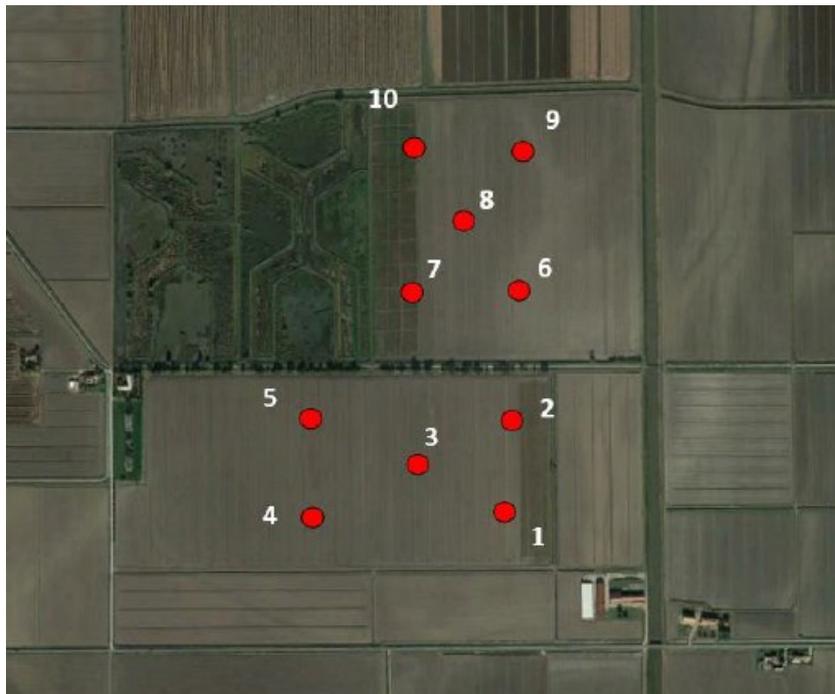
ALTRE NORME E DOCUMENTI TECNICI INTEGRATIVI

- **Circ. Cons. Sup. LL. PP. 21/01/19 N. 7:** "Istruzioni per l'applicazione delle NTC 17/01/18"
- **Presidenza del Cons. Sup. LL. PP. Servizio Tecnico Centrale:**
 - "Linee guida sul calcestruzzo preconfezionato"
 - "Linee guida sul calcestruzzo strutturale"
- **UNI EN 206-1-2006:** "Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità."
- **UNI 11104-2004:** "Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1" dell'UNI.
- **UNI EN 1992-1-1:** "Eurocodice 2- Progettazione delle strutture di calcestruzzo"
- **UNI EN 1993-1-1:** "Eurocodice 3- Regole generali e regole per gli edifici in acciaio"
- **UNI EN 1993-1-8:** "Eurocodice 3- Progettazione dei collegamenti"

3. CARATTERISTICHE DEL TERRENO E PRIME IPOTESI DEL SISTEMA DI FONDAZIONE ADOTTATO

Su incarico della committenza è stata svolta una campagna di indagini da parte del Dott. Geol. Maurizio Castellari nel mese di Giugno 2022, consistente nell'esecuzione di:

- n°10 prove penetrometriche statiche elettriche con piezocono (CPTU) spinte fino alla profondità di -20.00 m dal piano campagna attuale per la caratterizzazione geotecnica dei terreni;
- n°2 indagini geofisiche HVSR eseguite utilizzando un tromografo digitale Tromino-Micromed.



Ubicazione prove CPTU

Le prove hanno identificato la presenza di terreni argillosi fino alla profondità di 10/15 m, seguiti da argille limose e limi argillosi, che, nelle prove effettuate nella zona ovest sono continue fino a 20 m, mentre nelle prove effettuate nella zona est sono intervallati da pacchi sabbiosi di spessore compreso tra 1 e 3 m.

Al momento delle prove è stata rilevata la presenza di falda freatica fra le profondità di 0,6 e 2,0 m dal p.c., tale livello misurato può subire oscillazioni verticali al variare delle stagioni e in seguito a precipitazioni prolungate e/o intense.

Le verifiche a liquefazione hanno identificato per tutte le prove un rischio di liquefazione da nullo a basso, con un potenziale di liquefazione che supera il valore di 1 solo per le prove CPTU7 e CPTU8.

Si riporta di seguito frontespizio della relazione geologica.

Relazione geologica con indicazioni geologico tecniche per
la realizzazione di impianto fotovoltaico a terra denominato
Leona Sud sito in Comune di Codigoro (FE)

**CASTELLARI
AMBIENTE** S.r.l. S.t.p.



Committente:

Ragione Sociale: PROTESA S.P.A.

Indirizzo: Via Ugo La Malfa 24

Città: Imola

C.F. /P.IVA: 02120631201

Imola, 22/06/2022



Il geologo
Dott. Maurizio Castellari

Castellari Ambiente s.r.l. s.t.p. - Via Emilia 67, 40026 Imola (BO)
C.F. - P.IVA 03987351206 - Tel 334 2075125 mail: info@castellariambiente.it

2

Sulla base dei risultati dell'indagine effettuata, si ipotizza la realizzazione di fondazioni superficiali a platea di dimensioni idonee. Le platee dovranno essere attestate ad una quota tale da avere sufficiente portata del terreno e, ove necessario, saranno irrigidite da nervature in spessore e colletti emergenti in modo tale da rendere le pressioni sul terreno più basse e uniformi possibili.

4. DESTINAZIONI D'USO, AZIONI

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico con relative cabine elettriche a servizio dell'impianto stesso. E' inoltre prevista la realizzazione di una platea per l'appoggio di un trasformatore e di un ponte carrabile per collegare i due campi fotovoltaici.

Nelle analisi dei carichi verranno considerati i pesi specifici degli elementi costruttivi ed i carichi variabili previsti da normativa; i carichi verranno così classificati:

- G_1 : pesi propri di tutti gli elementi strutturali
- G_2 : pesi propri di tutti gli elementi non strutturali
- Q_i : carichi variabili sulla struttura
- E_j : azioni sismiche

La normativa NTC'18 al punto 2.6.1 impone una distinzione tra i carichi permanenti strutturali G_1 e i carichi permanenti non strutturali G_2 .

Nell'analisi dei carichi in oggetto, i carichi permanenti non strutturali compiutamente definiti potranno essere assimilati ai carichi permanenti strutturali, indicandoli con lo stesso simbolo G_1 .

Per il dimensionamento delle strutture della cabina di trasformazione saranno considerati i pesi propri delle strutture, delle finiture e dei macchinari previsti. Si considererà inoltre un carico accidentale per neve sulla copertura e un carico accidentale interno compatibile con l'utilizzo previsto della struttura.

Per il dimensionamento delle strutture del ponte carrabile di collegamento tra i campi fotovoltaici saranno considerati i pesi propri delle strutture, delle finiture e un carico accidentale per carico stradale di I categoria (transito mezzi pesanti).

Per il dimensionamento della platea di fondazione sulla quale poggerà il trasformatore si considererà il peso proprio del macchinario, oltre al peso proprio della struttura di fondazione e a carichi accidentali compatibili con l'effettivo utilizzo.

Si rimanda alla relazione di calcolo del progetto esecutivo delle strutture per l'esatta definizione ed entità dei carichi stessi.

5. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO E DELLE STRUTTURE

La struttura adibita a cabina di alta tensione, avente dimensioni in pianta di circa 32,3 x 4,6 m, sarà realizzata mediante telaio in c.a. con fondazioni superficiali a platea.

Il telaio in elevazione sarà realizzato con calcestruzzo di classe C25/30 con pilastri di sezione minima 30x30 e travi in spessore di solaio.

Il solaio di copertura sarà realizzato con pannelli prefabbricati in lastre Predalles di spessore 4+16+5 cm, costituite da tralicci in acciaio annegati in una suola di calcestruzzo armato e vibrato di spessore 4 cm, opportunamente distanziati tra loro tramite l'interposizione di elementi di alleggerimento in polistirene espanso. Al di sopra dei blocchi in polistirene sarà realizzata una soletta in c.a. di spessore 5 cm armata con rete elettrosaldata e gettata in opera.

La fondazione sarà realizzata mediante platea nervata in c.a. di altezza 40 cm, con nervature perimetrali e interne in spessore. Al di sopra della platea sarà realizzato un vespaio in ghiaione di altezza circa 85 cm con sovrastante soletta in c.a. di spessore 15 cm, delimitato da colletti perimetrali e interni di sezione 30x100H cm. Colletti di analoghe sezione delimiteranno anche il cunicolo di profondità 1 m presente in posizione centrale.

Il ponte di collegamento dei due campi fotovoltaici sarà realizzato mediante una serie di elementi scatolari modulari a sezione chiusa prefabbricati in calcestruzzo, poggianti su un getto di cls magro di spessore circa 15-20 cm.

Al di sopra dell'elemento scatolare sarà realizzata una soletta in cls di spessore minimo 25 cm, all'interno della quale saranno annegate tubazioni diametro 200 mm per il passaggio di cavi da un campo fotovoltaico all'altro.

Il ponte sarà calcolato per carichi stradali di prima categoria (traffico mezzi pesanti).

Per l'appoggio del trasformatore sarà realizzata una platea di fondazione di spessore 35 cm e dimensioni minime in pianta di circa 10x7 m.

6. PARAMETRI SISMICI, VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E MATERIALI

La valutazione dell'azione sismica di progetto parte dalla valutazione della pericolosità sismica di base del sito dalla quale, per ogni stato limite considerato, si ottiene lo spettro di verifica.

Principali fattori che determinano l'andamento degli spettri di risposta sismica:

Comune di realizzazione:	Codigoro (FE), via Strada Provinciale 16A Loc. <u>Corte Serragliona</u>
Localizzazione geografica sito:	Latitudine: 44.860334 N Longitudine: 12.072022 E
Tipo di suolo:	Tipo D <i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s</i>
Condizioni topografiche:	T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
Coefficiente di amplificazione topografica:	$S_t = 1,0$
Vita nominale:	50 anni
Classe d'uso:	II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali
Coefficiente d'uso opera:	$C_u = 1,0$
Periodo di riferimento:	$V_r = V_n \times C_u = 50$ anni
Probabilità di superamento SLO:	$P_{vr} = 81\%$
Probabilità di superamento SLD:	$P_{vr} = 63\%$
Probabilità di superamento SLV:	$P_{vr} = 10\%$
Probabilità di superamento SLC:	$P_{vr} = 5\%$
Nel dettaglio la struttura in esame verrà verificata per i seguenti stati limite:	
SLD:	limitatamente agli spostamenti della struttura
SLV:	limitatamente alle verifiche strutturali

7. MATERIALI

Calcestruzzo

Il presente paragrafo è stato redatto seguendo quanto riportato nel capitolo 11 del D.M. 17/01/2018 e nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici.

Posizione	Materiale	f_{ck} (kg/cm ²)	f_{cm} (kg/cm ²)	E_{cm} (kg/cm ²)	α (°C ⁻¹)
Clis fondazione	C 25/30	250	330	314.758	0.000001
Clis elevazione	C 25/30	250	330	314.758	0.000001

Durabilità calcestruzzo (Vedi anche Relazione Illustrativa B₁).

Come prescritto dalle norme UNI 11104:2004 e UNI EN 206-1:2006 si prescrivono le seguenti classi di esposizione:

PARTI DI STRUTTURA INTERESSATE	CLASSI D'ESPOSIZIONE	MAX A/C	CLASSE DI RESISTENZA MIN	DOSAGGIO MIN. CEMENTO (kg/m ³)	COPRIF. NOM. (mm)
Getti di pulizia	XC0	-	C (12/15)	-	-
Fondazioni	XC2	0,60	C (25/30)	300	30
Strutture in elevazione interne (solette)	XC1	0,60	C (25/30)	300	20
Strutture in elevazione esterne (solette)	XC3	0,55	C (25/30)	320	35*

Prescrizioni per i calcestruzzi secondo il prosp. 4 della UNI 11104 e l'EC2

**La classe di esposizione XC3 richiederebbe una classe di resistenza minima del cls pari a C28/35 così come da Prospetto 4 della norma UNI 11104; dal momento che alcuni di questi elementi strutturali appartengono al medesimo impalcato ciò evidentemente non sarebbe agevole in cantiere, dato che il getto del solaio (parti interne ed esterne) avviene in contemporanea su tutta la superficie. A fronte di ciò verrà diminuita una classe di cls (da C28/35 a C25/30), incrementando il copriferro richiesto di 5 mm portandolo da 30 a 35 mm.*

Dove possibile comunque si cercherà di proteggere le superfici di cls esposte con uno strato di intonaco di 15 mm rendendo a quel punto sufficiente per tali elementi anche un copriferro nominale di 20 mm.

Acciaio da cemento armato

Il presente paragrafo è stato redatto seguendo quanto riportato nel capitolo 11 del D.M. 17/01/2018.

Posizione	Materiale	f_{yk} (kg/cm ²)	f_{tk} (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	α (°C ⁻¹)
Acciaio c.a. opera	B 450C	4500	5400	2100000	0.000001