

REGIONE PUGLIA
Comune di San Paolo di Civitate
Provincia di Foggia



Ing. Nicola Roselli - Termoli (CB)
email ing.nicolaroselli@gmail.com



PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO NECESSARIO ALLA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLE RELATIVE OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE DELLA POTENZA NOMINALE MASSIMA DI 54998 KW E POTENZA IN A.C. DI 50400 KW, SITO NEL COMUNE DI SAN PAOLO DI CIVITATE (FG) CON OPERE DI CONNESSIONE RICADENTI ANCHE NEI COMUNI DI SERRACAPRIOLA (FG) E DI LESINA (FG)

TITOLO TAVOLA

RELAZIONE DESCRITTIVA FONDAZIONI-STRUTTURE DI SOSTEGNO MODULI-RECINZIONE

PROGETTAZIONE	PROPONENTE	SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI
PROGETTISTI Ing. Nicola Roselli Ing. Rocco Salome PROGETTISTI PARTI ELETTRICHE Per.Ind. Alessandro CORTI CONSULENZE E COLLABORAZIONI Arch. Gianluca DI DONATO Dott. Massimo MACCHIAROLA Ing. Elvio MURETTA Archeol. Gerardo FRATIANNI Geol. Vito PLESCIA	LIMES 4 S.R.L SEDE LEGALE: Milano, cap 20121 via Manzoni n.41 P.IVA 10307450964	

4.2.6_12	FILE B4XNJR9_4.2.6_12_DocumSpecialistica_01	CODICE PROGETTO B4XNJR9	SCALA
-----------------	--	----------------------------	-------

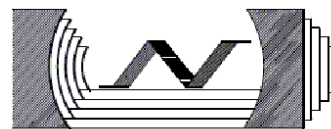
REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	26/06/2023	EMISSIONE	ROSELLI	LIMES4	LIMES4
B					
C					
D					
E					
F					

Tutti i diritti sono riservati. E' vietata qualsiasi utilizzazione, totale o parziale, senza previa autorizzazione



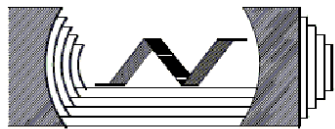
**Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a
terra del tipo a inseguimento solare da
ubicare nel Comune di San Paolo di Civitate
(Provincia di Foggia)**

Ditta Proponente: LIMES 4 s.r.l.



Studio di Ingegneria

A.01.A PREMESSA	2
A.01.B NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
A.01.C CABINE ELETTRICHE E VANI TECNICI.....	3
A.01.D STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI FOTOVOLTAICI	5
A.01.E RECINZIONE E CANCELLI.....	9

	Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di San Paolo di Civitate (Provincia di Foggia) Ditta Proponente: LIMES 4 s.r.l.	 Studio di Ingegneria
---	---	---

A.01.A PREMESSA

La presente relazione descrive le fasi di verifica delle strutture di fondazione delle cabine elettriche, delle strutture portamoduli, della recinzione e dei cancelli e dei relativi vani tecnici previste nell'ambito della realizzazione di una centrale fotovoltaica e delle relative opere ed infrastrutture connesse e necessarie da realizzarsi a San Paolo di Civitate (FG).

Tutta la progettazione è stata sviluppata utilizzando tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo; considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche delle componenti principali (moduli fotovoltaici, inverter, strutture di supporto), ma resteranno invariate le caratteristiche complessive e principali dell'intero impianto in termini di potenza massima di produzione, occupazione del suolo e fabbricati.

L'Area oggetto dell'intervento è ubicata geograficamente a Nord- Est del centro abitato del San Paolo di Civitate e le coordinate geografiche del sito sono: Lat. 41,769583°, Long. 15,316412°. L'intera area ricade in zona agricola "E" - "verde agricolo".

L'impianto agrivoltaico, mediante un elettrodotto interrato della lunghezza di circa 23 km uscente dalla cabina d'impianto, sarà allacciato, nel comune di Serracapriola (FG), alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN, quest'ultima da collegare mediante due nuovi elettrodotti a 150 kV ad un futuro ampliamento della SE di trasformazione a 380/150 kV di Rotello (CB).

A.01.B NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'analisi delle strutture e le verifiche sugli elementi saranno condotte in accordo alle vigenti disposizioni legislative ed in particolare delle seguenti norme:

- Legge n.1086 del 05/11/71 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge n.64 del 02/02/74 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	RELAZIONE DESCRITTIVA FONDAZIONI – STRUTTURE DI SOSTEGNO - RECINZIONE	26/06/2023	2	10

	Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di San Paolo di Civitate (Provincia di Foggia) Ditta Proponente: LIME 4 s.r.l.	 Studio di Ingegneria
---	--	---

- D.M. del 17/01/18 - Norme tecniche per le costruzioni (2018).
- C.M. n.7 del 19/01/2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni.
- Eurocodice 2 "Progettazione delle strutture di calcestruzzo".
- Eurocodice 3 "Progettazione delle strutture di acciaio".
- Eurocodice 8 "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica".

Saranno eseguite tutte le verifiche richieste dalle NTC18 per le costruzioni in assenza e in presenza di sisma, utilizzando il metodo degli stati limite.

A.01.C CABINE ELETTRICHE E VANI TECNICI

Sono previste 12 cabine, denominate "Cabine di campo", e rappresentano le Power Station destinate ad ospitare le linee in MT provenienti dagli inverter di stringa e avranno le dimensioni in pianta di 6,10 ml x 2,50 ml con una fondazione in piastra di cemento armato di tipo prefabbricato.

E' prevista, inoltre, una cabina principale (o generale) d'impianto destinata ad ospitare tutte le linee provenienti dalle precedenti cabine di campo e le partenze verso il punto di consegna/connezzione; questa avrà le dimensioni in pianta pari a ml 18,40 ml x 6,00 ml con una fondazione sempre in piastra di cemento armato di tipo prefabbricato.

Sono previste, ancora, quattro cabine adibite a vani tecnici per la gestione dell'impianto agricolo annesso all'impianto fotovoltaico, del tipo prefabbricato in metallo (tipo a containers) e prodotte in stabilimento da un costruttore che ne fornirà i calcoli e/o i certificati di prodotto, ciascuna delle dimensioni pari a di ml 11,90 x 2,40 x 2,83 (altezza); tali strutture saranno poggiate su plinti di cm 40 x 40 e altezza pari a cm. 50 che sorgeranno su una piastra di fondazione dello spessore di cm 30 avente le dimensioni pari a ml 12,30 x ml 2,80. Tali containers saranno sopraelevati rispetto al piano campagna, di 50 cm per preservarli dalle intemperie.

Tutte le cabine di cui sopra, ad eccezione dei vani tecnici, saranno del tipo prefabbricato in cemento armato vibrato o messe in opera con pannelli prefabbricati, comprensive di vasca di fondazione prefabbricata in c.a.v. (per quelle elettriche) e messe in opera su piastre in cemento armato di tipo prefabbricato, con porta di accesso e griglie di aereazione in vetroresina, impianto elettrico di

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	RELAZIONE DESCRITTIVA FONDAZIONI – STRUTTURE DI SOSTEGNO - RECINZIONE	26/06/2023	3	10

	Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di San Paolo di Civitate (Provincia di Foggia) Ditta Proponente: LIMES 4 s.r.l.	 Studio di Ingegneria
---	---	---

illuminazione, copertura impermeabilizzata con guaina bituminosa e rete di messa a terra interna ed esterna.

Ciascun manufatto dovrà presentare una notevole rigidità strutturale ed una grande resistenza agli agenti esterni atmosferici che lo renderanno adatto all'uso anche in ambienti con atmosfera inquinata ed aggressiva.

L'armatura interna della cabina sarà totalmente collegata elettricamente, dovrà creare una vera gabbia di Faraday tale da proteggere tutto il sistema da sovratensioni atmosferiche limitando inoltre, a valori trascurabili, gli effetti delle tensioni di passo e di contatto.

L'armatura metallica sarà costituita da acciaio e rete elettrosaldata tipo B450C.

Le pareti esterne, dovranno essere trattate con un rivestimento murale plastico idrorepellente costituito da resine sintetiche pregiate, polvere di quarzo, ossidi coloranti ed additivi che garantiscono il perfetto ancoraggio sul manufatto, inalterabilità del colore e stabilità agli sbalzi di temperatura.

Comunque tutte le strutture in elevazione e le relative vasche di base saranno del tipo prefabbricato e prodotte in stabilimento da un costruttore che ne fornirà i calcoli e/o i certificati di prodotto.

Per quanto riguarda le cabine destinate a vani tecnici, queste saranno sempre del tipo prefabbricato a container e posate su piastra di fondazione in conglomerato cementizio armato dello spessore di cm 40 e i cui calcoli saranno eseguiti secondo le indicazioni della presente relazione.

Tutte le opere strutturali saranno dimensionate e verificate rispetto alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) 2018.

Considerando le azioni elementari statiche e dinamiche determinabili secondo quanto riportato nella "Relazione relativa ai calcoli preliminari delle strutture" è possibile definire le azioni di calcolo da introdurre al modello strutturale per operare le opportune verifiche strutturali.

Trattandosi di corpi di fabbrica standard è certamente garantita la compatibilità strutturale e pertanto si rimanda al progetto esecutivo per le verifiche di sicurezza richieste dalle norme tecniche per come previsto dalla Legge.

Per le caratteristiche geometriche si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

In merito alle fondazioni delle strutture, queste saranno del tipo platea armata.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	RELAZIONE DESCRITTIVA FONDAZIONI – STRUTTURE DI SOSTEGNO - RECINZIONE	26/06/2023	4	10

	Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di San Paolo di Civitate (Provincia di Foggia) Ditta Proponente: LIMES 4 s.r.l.	 Studio di Ingegneria
---	---	---

Nella fase di Studio Geologico e geotecnico esecutivo si eseguiranno dettagliate indagini geologiche e geotecniche, con la esecuzione di sondaggi meccanici spinti fino a 20 metri, con prelievo di campioni indisturbati e prove geotecniche di laboratorio.

Tutte le opere strutturali saranno dimensionate e verificate rispetto alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) 2018.

In allegato alla "Relazione relativa ai calcoli preliminari delle strutture" si riporta la relazione preliminare di calcolo della piastra di fondazione che potrebbe riportare il carico maggiore.

A.01.D STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI FOTOVOLTAICI

Le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici sono ad inseguimento monoassiale con asse di rotazione lungo la direttrice Nord – Sud e permettono al piano dei pannelli di seguire la rotazione del sole E-O.

Sarà utilizzata la seguente tipologia di strutture:

- struttura costituita da n° 2 campate sulle quali sono adagiati n° 24 pannelli disposti su due file. La larghezza complessiva di tale struttura mobile è pari a 5,32 m e lunghezza complessiva è pari a circa 14,00 ml.

I pannelli sono collegati, per mezzo di profilati trasversali, ad un'asse centrale che ruota attorno alla direttrice nord-sud grazie ad un dispositivo meccanico. L'asse orizzontale è posto ad una altezza pari a 3,50 m fuori terra, con un angolo di rotazione di +/- 60°, sfruttando così al meglio l'assorbimento dell'energia solare.

I pilastri di sostegno sono ammorsati nel terreno ad una profondità variabile in funzione delle caratteristiche meccaniche e litostratigrafiche dei terreni di fondazione.

I carichi dimensionanti sono quelli derivanti dalla combinazione delle azioni del vento incidente sulla struttura che provocano a livello fondale degli sforzi assiali sul montante. Il predimensionamento della profondità di infissione è soddisfatto se l'azione assiale esercitata dal vento è equilibrata dalle azioni tangenziali dovute al contatto con il terreno.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	RELAZIONE DESCRITTIVA FONDAZIONI – STRUTTURE DI SOSTEGNO - RECINZIONE	26/06/2023	5	10

	Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di San Paolo di Civitate (Provincia di Foggia) Ditta Proponente: LIMES 4 s.r.l.	 Studio di Ingegneria
---	---	---

In fase di progettazione esecutiva sarà definita l'effettiva profondità di infissione (preliminarmente dimensionata nell'ordine di 2,5 – 3,5 m) atta a garantire l'equilibrio statico del sistema compatibile con le caratteristiche geomeccaniche del terreno di sedime, desumibili dalla relazione geologica.

Le modalità di ammorsamento di tali profilati variano dalla infissione (battitura) alla trivellazione. In alcuni casi le fondazioni potrebbero consistere anche in zavorre in c.a.

Comunque le innumerevoli applicazioni del fotovoltaico fanno sì che le strutture di supporto e sostegno dei moduli siano, per geometria e concezione, personalizzate per ogni singolo progetto.

Qualunque sia la struttura di sostegno prescelta, quest'ultima deve essere in grado di reggere il proprio peso nonché di resistere alle sollecitazioni esercitate da fattori esterni quali:

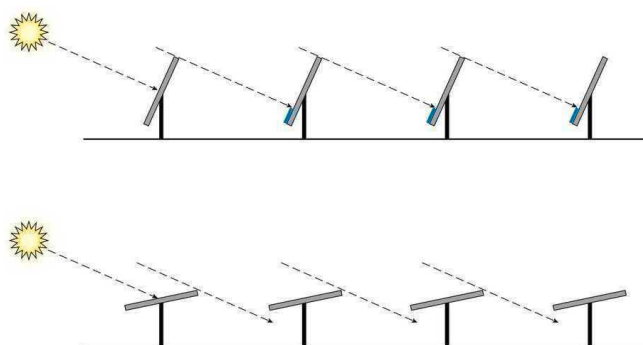
- la neve, per esempio, può comportare sollecitazioni di carico dovute all'accumulo sulla superficie dei moduli;
- la pressione dovuta all'azione del vento agente sul piano dei moduli che si traduce in quel fenomeno chiamato "effetto vela".

Da non sottovalutare per esempio, nella scelta dei materiali, è anche l'eventualità della presenza di azioni corrosive sulle parti metalliche della struttura che ne pregiudicherebbero la stabilità nel tempo.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) di cui al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 17 gennaio 2018 e la CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 stabiliscono i criteri per i carichi permanenti, carico d'esercizio, sovraccarico neve e azioni termiche, così come precedentemente elencato.

Tutti i componenti e le strutture saranno progettati in fase esecutiva per le condizioni ambientali specifiche dei siti in base alle normative locali e in base alle richieste tecniche inclusa l'ipotesi progettuale del carico del vento.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	RELAZIONE DESCRITTIVA FONDAZIONI – STRUTTURE DI SOSTEGNO - RECINZIONE	26/06/2023	6	10



Il localizzatore orizzontale monoassiale ipotizzato, utilizza dispositivi elettromeccanici, che gli consentono di seguire il sole durante tutto il giorno da Est a Ovest sull'asse di rotazione orizzontale Nord-Sud (inclinazione 0°). I layout di campo con inseguitori monoasse orizzontali sono molto flessibili. La semplice geometria permette di mantenere tutti gli assi di rotazione paralleli l'uno all'altro in modo da posizionare opportunamente i tracker l'uno rispetto all'altro.

Il sistema di backtracking controlla e garantisce che una serie di pannelli non oscuri gli altri pannelli adiacenti. Quando l'angolo di elevazione del Sole è basso nel cielo, all'inizio o alla fine della giornata, l'ombreggiatura automatica tra le righe del tracker può ridurre l'output del sistema.

La caratteristica chiave del prodotto risiede nell'ingegnerizzazione: una soluzione che utilizza componenti meccanici ampiamente disponibili (componenti in acciaio) ed elettronica per lavorare senza interruzioni con gli accessori "proprietary" del prodotto (articolazione di post-testine, motori che guidano i loro movimenti e una scheda elettronica di controllo che gestisce i motori).

Questa soluzione offre i seguenti vantaggi principali:

- Completamente equilibrato e modulare, la struttura non richiede personale specializzato per l'installazione e il montaggio o lavori di manutenzione.
- Scheda di controllo facile da installare e autoconfigurante. Il GPS integrato attiva sempre la giusta posizione geografica nel sistema per il tracciamento solare automatico.
- Cuscinetto a strisciamento sferico autolubrificato per compensare imprecisioni e errori nell'installazione di strutture meccaniche.
- Soluzione grezza indipendente con doppio anello di protezione antipolvere indipendente.
- Motore a corrente alternata.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	RELAZIONE DESCRITTIVA FONDAZIONI – STRUTTURE DI SOSTEGNO - RECINZIONE	26/06/2023	7	10

- Basso consumo elettrico.

Considerando la classificazione dell'ambiente corrosivo e considerando una vita di progetto minima di 25 anni, i pali della fondazione saranno zincati a caldo secondo EN ISO 1461: 2009, altre parti saranno zincate a caldo o pregalvanizzate (Sendzmir) in base alle specifiche del progetto.



Il supporto post guidato non richiede una base concreta. Il palo è un profilo in acciaio omega per massimizzare la superficie di contatto con il terreno, la profondità dipende dal tipo di terreno.

Una tipica flangia di 5 cm viene utilizzata per pilotare il montante con un autista che dovrebbe avere una guida per mantenere la direzione di inserimento entro le tolleranze minime.

Il kit di componenti post-testa può essere installato direttamente sui pilastri di fondazione guidati senza saldatura sul posto. In conformità con i vincoli ambientali più rigorosi, questa soluzione elimina la necessità di fondazioni in calcestruzzo, che riduce anche i tempi di costruzione.

I limiti di velocità del vento sono:

- Resistenza al vento fino a 72 km / h valida per qualsiasi posizione di lavoro ($\pm 55/60^\circ$)
- Resistenza al vento fino a 120 km / h in posizione riposta nel caso di posizionamento automatico di 15° per superfici più piccole.
- Velocità del vento per attivare il meccanismo di difesa: 60 km / h
- Tempo di andare da 60° a 0° di inclinazione: 100 sec.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	RELAZIONE DESCRITTIVA FONDAZIONI – STRUTTURE DI SOSTEGNO - RECINZIONE	26/06/2023	8	10

	Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di San Paolo di Civitate (Provincia di Foggia) Ditta Proponente: LIMES 4 s.r.l.	 Studio di Ingegneria
---	---	---

Tutti i valori relativi alla resistenza al vento o al meccanismo di difesa devono essere considerati come valori minimi. I valori di impostazione effettivi saranno conformi alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018).

A.01.E RECINZIONE E CANCELLI

Per garantire la sicurezza dell’impianto, l’area di pertinenza sarà delimitata da una recinzione con rete metallica integrata da un impianto di allarme antintrusione e di videosorveglianza.

Tale recinzione non presenterà cordoli di fondazione posti alla base, ma si procederà solo con la sola infissione dei pali a sostegno, ad eccezione delle zone di accesso in cui sono presenti dei pilastri a sostegno delle cancellate d’ingresso.

La recinzione verrà arretrata, nelle zone in cui insistono fasce di rispetto stradale e/o di vincolo, per permettere l’inserimento di essenze floreali e/o alberature di schermatura tali da mitigare gli effetti visivi.

In questo modo si potrà perseguire l’obiettivo di costituire una barriera visiva per un miglior inserimento paesaggistico dell’impianto.

Come sostegni alla recinzione verranno utilizzati pali sagomati in legno di castagno, che garantiscono una maggiore integrazione con l’ambiente circostante.

I pali, alti 2,55 ml, verranno conficcati nel terreno per una profondità compatibile alle caratteristiche geologiche del sito. Questi presenteranno giunti di fissaggio laterale della rete sul palo e giunti in metallo per il fissaggio di angoli retti e ottusi. La rete metallica che verrà utilizzata sarà di tipo “a maglia romboidale”.

Il tipo di recinzione sopra descritto è rappresentato nella foto seguente:

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	RELAZIONE DESCRITTIVA FONDAZIONI – STRUTTURE DI SOSTEGNO - RECINZIONE	26/06/2023	9	10



Tipologia di recinzione utilizzata

Al fine di permettere alla piccola fauna presente nella zona di utilizzare l'area di impianto, sono previsti dei ponti ecologici consistenti nel rialzare la rete perimetrale di recinzione di circa 25 cm.

Per l'ingresso all'area del campo, è previsto un cancello carrabile (del tipo scorrevole montati su guide ancorate al terreno da cordolo in c.a.) largo m 5,00 all'interno del quale è previsto un cancello pedonale, inserito fra pilastri in conglomerato cementizio. La recinzione perimetrale sarà essere conforme alla norma CEI 11-1.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	RELAZIONE DESCRITTIVA FONDAZIONI – STRUTTURE DI SOSTEGNO - RECINZIONE	26/06/2023	10	10