

Studio di Ingegneria



Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli,19 86039 Termoli (CB)
Tel. 3333788752 email ing.nicolaroselli@gmail.com

REGIONE PUGLIA
Comune di Apricena
Provincia di Foggia

PROGETTO DEFINITIVO

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA AD INSEGUIMENTO SOLARE MONO - ASSIALE PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI APRICENA (FG), IN C/DA "POZZILLI" DI POTENZA NOMINALE MASSIMA DI 18,513 MWp E POTENZA NOMINALE IN A.C. DI 16,80 MWp

TITOLO TAVOLA
RELAZIONE DESCRITTIVA GENERALE

PROGETTAZIONE	PROPONENTE	SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI
<p>PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI N. 1157 TERMOLI (CB)</p> <p>Ing. Rocco SALOME</p> <p>PROGETTISTI PER IMPIANTI ELETTRICHE Per Ing. Alessandro CORTI</p> <p>CONSULENZE E COLLABORAZIONI Arch Gianluca DI DONATO Archeol. Gerardo FRATIANNI Dott. Massimo MACCHIAROLA Ing Elvio MURETTA Geol. Vito PLESCIA</p>	<p>LIMES 25 S.R.L. SEDE LEGALE Milano, cap 20121 via Manzoni n° 41 P.IVA 10537760968</p>	

4.2.1

FILE
B4HXL97_4.2.1_RelazioneDescrittiva

CODICE PROGETTO
B4HXL97

SCALA
-

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	18/08/2021	EMISSIONE	ROSELLI	LIMES25	LIMES25
B	DATA				
C	DATA				
D	DATA				
E	DATA				
F	DATA				

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

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

A.01.A NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO	2
A.01.B PREMESSE.	5
A.01.C LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO.	6
A.01.D PROGETTO DELL'OPERA.	9
A.01.D.1 Caratteristiche generali della centrale fotovoltaica.....	9
A.01.D.2 Generatore fotovoltaico	11
A.01.D.3 Producibilità	15
A.01.D.3.1 Dati di radiazione e prestazione di produzione.....	15
A.01.D.4 Quadro di parallelo stringa	19
A.01.D.5 Convertitori di potenza - Inverter.....	20
A.01.D.6 Cabina di campo.....	24
A.01.D.7 Alimentazione ausiliari	24
A.01.D.8 Protezione contro i contatti diretti.....	24
A.01.D.9 Protezione contro i contatti indiretti.....	25
A.01.D.10 Protezione delle condutture contro le sovracorrenti	29
A.01.D.11 Metodi di dimensionamento e calcolo.....	32
A.01.D.11.1 Dimensionamento dei cavi	32
A.01.D.11.2 Cadute di tensione	33
A.01.D.11.3 Dimensionamento conduttori di protezione	34
A.01.D.11.4 Calcolo dei guasti.....	34
A.01.D.11.5 Calcolo delle correnti massime di cortocircuito.....	35
A.01.D.11.6 Calcolo delle correnti di cortocircuito	35
A.01.D.12 Protezioni contro le sovracorrenti.....	36
A.01.D.13 Impianto di messa a terra	36
A.01.D.13.1 Messa a terra lato cabina campo (MT/BT)	36
A.01.D.13.2 Messa a terra lato campo fotovoltaico	37
A.01.D.14 Gestione dell'impianto	38

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

A.01.A NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

CEI 82-25: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

CEI 82-25; V2: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

CEI EN 60904-1(CEI 82-1): dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.

CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.

CEI EN 61215 (CEI 82-8): moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.

CEI EN 61646 (82-12): moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

CEI EN 61724 (CEI 82-15): rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.

CEI EN 61730-1 (CEI 82-27): qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione.

CEI EN 61730-2 (CEI 82-28): qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove.

CEI EN 62108 (82-30): moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo.

CEI EN 62093 (CEI 82-24): componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.

CEI EN 50380 (CEI 82-22): fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.

CEI EN 50521 (CEI 82-31): connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove.

CEI EN 50524 (CEI 82-34): fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici.

CEI EN 50530 (CEI 82-35): rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	2	38

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

EN 62446 (CEI 82-38): grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.

CEI 20-91: cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

UNI 10349: riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

UNI/TR 11328-1: "Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Parte 1: Valutazione dell'energia raggiante ricevuta".

CEI 0-2: guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.

CEI 0-16: regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.

CEI 0-21: regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.

CEI 11-20: impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.

CEI EN 50438 (CT 311-1): prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione.

CEI 64-8: impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata

CEI EN 60439 (CEI 17-13): apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

CEI EN 60445 (CEI 16-2): principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico.

CEI EN 60529 (CEI 70-1): gradi di protezione degli involucri (codice IP).

CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni.

CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso " = 16 A per fase).

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	3	38

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2).

CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3).

CEI EN 50470-1 (CEI 13-52): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C).

CEI EN 50470-3 (CEI 13-54): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C).

CEI EN 62305 (CEI 81-10): protezione contro i fulmini.

CEI 81-3: valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.

CEI 20-19: cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

CEI 20-20: cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

CEI 13-4: sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.

CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008: requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

Delibera ARG/ELT n. 33-08: condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV.

Deliberazione 84/2012/R/EEL: interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale.

D.Lgs. 81/2008: (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e succ. mod. e int.

DM 37/2008: sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici

"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - DCPREV, prot.5158 - Edizione 2012.

"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Nota DCPREV, prot.1324 - Edizione 2012.

"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Chiarimenti alla Nota DCPREV, prot.1324

"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici – Edizione 2012".

Per quanto non esplicitato, normativa di riferimento del settore.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	4	38

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	<p align="center">Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p align="center">Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	--	---

A.01.B PREMESSE.

L'impianto fotovoltaico di cui la presente sorgerà nella Regione Puglia, nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia) ad una quota altimetrica di circa 90 m s.l.m., in c/da "Pozzilli" e non risulta acclive ma piuttosto pianeggiante, tranne che per una piccola porzione dell'area (posizionata in direzione nord) in cui è presente un canale naturale dal quale, comunque, si è considerata una fascia di rispetto di ml 150 entro la quale non sono state previste opere, ma si è considerata solo la viabilità esistente per permettere lo spostamento tra la zona nord e sud dell'impianto.

L'Area oggetto dell'intervento è ubicata geograficamente a Ovest del centro abitato del Comune di Apricena e a nord-est del centro abitato di San Paolo di Civitate (FG).

Il parco fotovoltaico, mediante un cavidotto interrato in MT della lunghezza di circa 6,0 km, uscente dalla cabina d'impianto, sarà collegato in antenna, sul nuovo stallo della sezione a 150 kV della stazione d'utenza; tale stazione d'utenza sarà ubicata in prossimità della futura stazione elettrica ubicata nel Comune di San Paolo di Civitate (FG) al Foglio di mappa n. 12, sulla particella da frazionare n. 439.

Dalla stazione d'utenza di cui sopra, mediante un cavidotto a 150 kV, il parco fotovoltaico sarà allacciato alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in antenna a 150 kV con una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV (prevista nel comune di San Paolo di Civitate) da inserire in "entra - esce" alla linea a 150 kV "CP San Severo - CP Portocannone", previo ripotenziamento della stessa linea nel tratto tra la nuova SE di smistamento e la CP di San Severo e realizzazione di due nuovi collegamenti tra la nuova SE a 150 kV e una futura SE 150/380 kV da inserire in "entra - esce" alla linea 380 kV della RTN "Foggia - Larino".

Si precisa che le opere di cui sopra e relative alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), sono state approvate con Determinazione del Dirigente Infrastrutture Energetiche e Digitali n. 15 del 13.03.2017 pubblicata sul B.U.R.P n. 39 del 30.03.2017.

L'impianto fotovoltaico, della potenza massima di picco pari a 18,513 MWp e con potenza nominale in A.C. di 16,80 MWp, sarà realizzato in un unico lotto.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	5	38

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

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.

La realizzazione delle opere dovrà essere preceduta da approvazione da parte della Committenza e dalla presentazione della documentazione necessaria l'autorizzazione e l'esecuzione delle opere stesse, nonché dalla redazione di progetto esecutivo.

L'impianto fotovoltaico dovrà essere eseguito nel rispetto di tutte le prescrizioni tecniche di cui al paragrafo precedente, nonché nel totale rispetto delle disposizioni legislative, regolamentari e normative vigenti, quando siano applicabili, anche se non direttamente richiamate all'interno della presente relazione.

A.01.C LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO.

Il presente progetto è finalizzato alla costruzione di una centrale fotovoltaica per la produzione di energia elettrica da ubicarsi nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia) e con l'installazione delle opere ed infrastrutture connesse (cabine elettrica di conversione e smistamento, cabine di sezionamento, rete elettrica interrata a 30 kV, strade, sottostazione MT/AT per la connessione alla rete pubblica AT).

L'estensione dell'intervento, per ciascun comune, è di seguito rappresentata:

- Comune di Apricena (FG) – campo fotovoltaico – estensione complessiva dell'area mq 428.331,00 – estensione complessiva dell'intervento mq 329.000,00;
- Comuni di Apricena (FG) e San Paolo di Civitate (FG) – Linea elettrica interrata di connessione in MT, della lunghezza complessiva di circa 6,0 km;
- Comune di San Paolo di Civitate (FG) – ubicazione stazione d'utenza.

La centrale fotovoltaica, catastalmente, è così identificabile:

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	6	38

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	<p align="center">Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p align="center">Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	--	---

N.	Comune	Foglio di mappa	Particella
1	Apricena	14	114
2	Apricena	14	115
3	Apricena	14	177
4	Apricena	14	116
5	Apricena	14	120
6	Apricena	14	151
7	Apricena	14	14
8	Apricena	14	117
9	Apricena	14	121
10	Apricena	14	152
11	Apricena	14	173
12	Apricena	14	211

Estremi catastali delle particelle interessate dal campo fotovoltaico

Il parco fotovoltaico, mediante un cavidotto interrato in MT della lunghezza di circa 6,0 km, uscente dalla cabina d’impianto, sarà collegato in antenna, sul nuovo stallo della sezione a 150 kV della stazione d’utenza; tale stazione d’utenza sarà ubicata in prossimità della futura stazione elettrica ubicata nel Comune di San Paolo di Civitate (FG) al Foglio di mappa n. 12, sulla particella da frazionare n. 439.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	7	38

Ing. Nicola Roselli
Via Dei Meli, 19
86039 Termoli (CB)

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a
inseguimento solare da ubicare nel
Comune di Apricena
(Provincia di Foggia)**

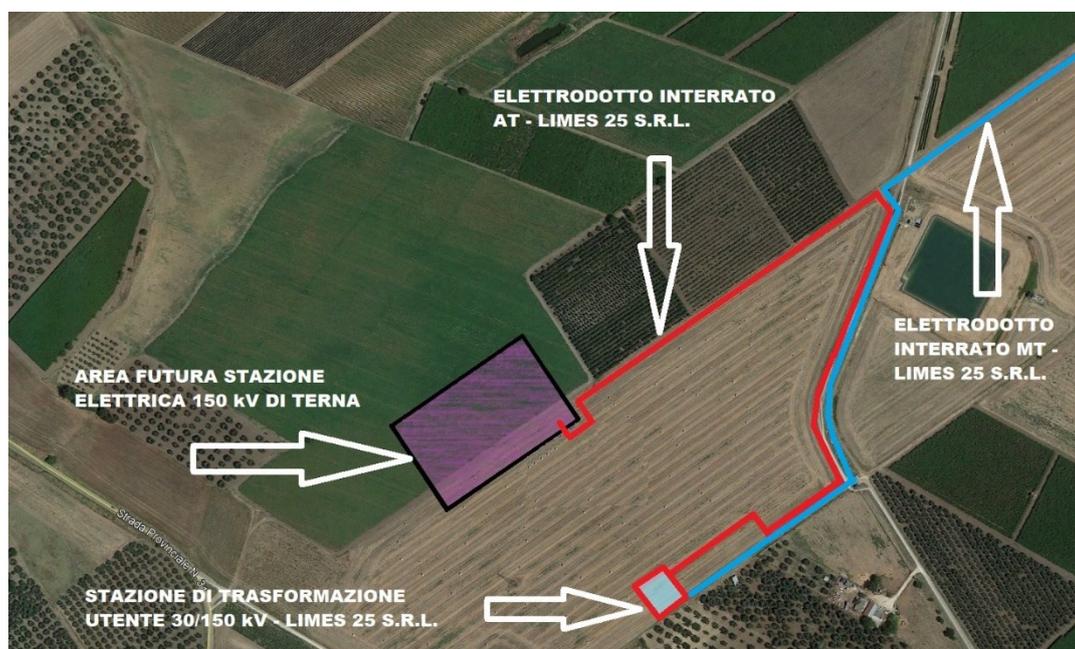
Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.



Studio di Ingegneria



Vista d'insieme dell'impianto fotovoltaico



Vista d'insieme della stazione utente di trasformazione

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	8	38

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

A.01.D PROGETTO DELL'OPERA.

A.01.D.1 Caratteristiche generali della centrale fotovoltaica

L'impianto fotovoltaico della potenza FV nominale massima di 18513 kW e della potenza nominale in uscita A.C. pari a 16800 kW, sarà realizzato in un unico lotto e prevede i seguenti elementi:

- strutture per il supporto dei moduli (tracker mono-assiali) ciascuna alloggiante i moduli fotovoltaici disposti in verticale su due file in modalità "portrait"; tali strutture di supporto costituiscono una stringa elettrica. Sono previste 1507 stringhe composte da:
 - 715 tracker su cui saranno montate due stringhe ciascuna costituita da 27 moduli per un totale di 54 moduli fotovoltaici bi-facciali su ogni tracker;
 - 77 tracker su cui sarà montata una stringa da 27 moduli fotovoltaici bi-facciali su ogni tracker;
- 40.689 moduli in silicio monocristallino della tipologia Longi-Solar LR4 – 72HBD – 455M o similare, per una potenza complessiva di picco pari a 18,513 MWp;
- n. 4 inverter della tipologia SMA Solar Technology AG del tipo MV POWER STATION 4200-S2 della SMA, o similare, dotate di trasformatore di potenza da 1500 kVA, da ubicare all'interno della proprietà secondo le posizioni indicate nell'elaborato planimetria impianto, oltre ad una cabina d'impianto che svolge anche le funzioni di cabina ausiliari;
- viabilità interna al parco per le operazioni di costruzione e manutenzione dell'impianto e per il passaggio dei cavidotti interrati in BT/MT;
- aree di stoccaggio materiali posizionate in diversi punti del parco, le cui caratteristiche (dimensioni, localizzazione, accessi, etc) verranno decise in fase di progettazione esecutiva;
- cavidotto interrato in MT (30 kV) di collegamento tra le cabine di campo (cabine inverter) e la cabina d'impianto e da quest'ultima fino alla stazione d'utenza;
- stazione di utenza da ubicare in prossimità della futura stazione elettrica a 150 kV di San Paolo di Civitate e distante circa 6,0 km dalla cabina d'impianto comprendente la trasformazione MT/AT, gruppo di misura, ausiliari, protezioni, etc;

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	9	38

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

- cavidotto in AT (150 kV) di collegamento tra la stazione d'utenza e la futura stazione elettrica a 150 kV di San Paolo di Civitate;
- rete telematica di monitoraggio interna per il controllo dell'impianto mediante trasmissione dati via modem o tramite comune linea telefonica;
- impianto apiario con annesse piantumazioni agricole.

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.

La realizzazione delle opere dovrà essere preceduta da approvazione da parte della Committenza e dalla presentazione della documentazione necessaria l'autorizzazione e l'esecuzione delle opere stesse, nonché dalla redazione di progetto esecutivo.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	10	38

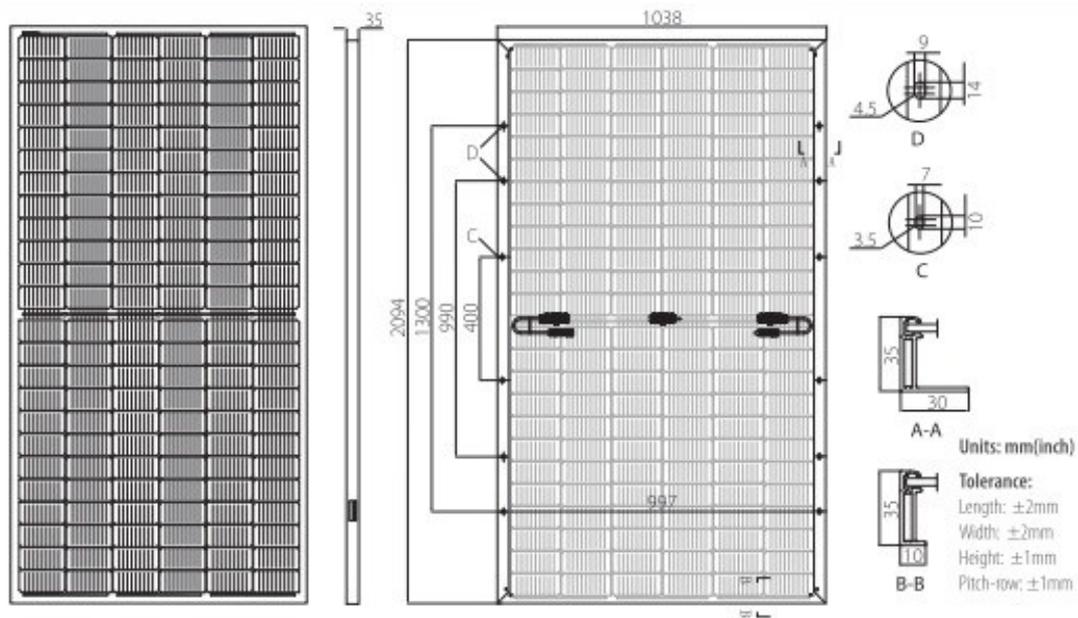
<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

A.01.D.2 Generatore fotovoltaico

Il dimensionamento del parco fotovoltaico è stato realizzato con un modulo fotovoltaico, bi-facciale, composto da 72 x 2 celle fotovoltaiche in silicio monocristallino ad alta efficienza e connesse elettricamente in serie, per una potenza complessiva del singolo pannello di 455 Wp.

L'impianto sarà costituito da un totale di 40.689 moduli per una conseguente potenza di picco pari a 18.513 kWp.

Si riportano, nel seguito, i dettagli del singolo pannello fotovoltaico.



Modulo fotovoltaico – dimensioni

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	11	38

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

Mechanical Parameters	Operating Parameters
-----------------------	----------------------

Cell Orientation: 144 (6x24)	Operational Temperature: -40 C ~ +85 C
Junction Box: IP68, three diodes	Power Output Tolerance: 0 ~ +5 W
Output Cable: 4mm ² , 300mm in length, length can be customized	Voc and Isc Tolerance: ±3%
Glass: Dual glass 2.0mm coated tempered glass	Maximum System Voltage: DC1500V (IEC&UL)
Frame: Anodized aluminum alloy frame	Maximum Series Fuse Rating: 25A
Weight: 28.0kg	Nominal Operating Cell Temperature: 45±2 C
Dimension: 2094×1038×35mm	Safety Class: Class II
Packaging: 30pcs per pallet	Fire Rating: UL type 3
	Bifaciality: Glazing ≥70%

Modulo fotovoltaico – parametri tecnici

Caratteristiche elettriche (in STC):

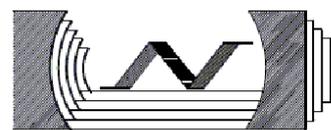
- Potenza di picco: 455Wp
- Tensione a circuito aperto (Voc): 49.80V
- Tensione al punto di massima potenza (Vmp): 41.60V
- Corrente al punto di massima potenza (Imp): 10.930°
- Corrente di corto-circuito (Isc): 11.650°

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	12	38

Ing. Nicola Roselli
Via Dei Meli, 19
86039 Termoli (CB)

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a
inseguimento solare da ubicare nel
Comune di Apricena
(Provincia di Foggia)**

Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.



Studio di Ingegneria

Electrical Characteristics										Test uncertainty for Pmax: ±3%	
Model Number	LR4-72HBD-435M		LR4-72HBD-440M		LR4-72HBD-445M		LR4-72HBD-450M		LR4-72HBD-455M		
	STC	NOCT									
Maximum Power (Pmax/W)	435	323.5	440	327.2	445	330.9	450	334.6	455	338.3	
Open Circuit Voltage (Voc/V)	49.1	45.7	49.2	45.8	49.4	46.0	49.6	46.2	49.8	46.4	
Short Circuit Current (Isc/A)	11.36	9.20	11.45	9.27	11.52	9.32	11.58	9.38	11.65	9.43	
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	40.8	37.9	41.0	38.1	41.2	38.3	41.4	38.4	41.6	38.6	
Current at Maximum Power (Imp/A)	10.66	8.54	10.73	8.60	10.80	8.65	10.87	8.70	10.93	8.76	
Module Efficiency(%)	20.0		20.2		20.5		20.7		20.9		

STC (Standard Testing Conditions): Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25 C, Spectra at AM1.5
NOCT (Nominal Operating Cell Temperature): Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20 C, Spectra at AM1.5, Wind at 1m/s

Electrical characteristics with different rear side power gain (reference to 445W front)

Pmax /W	Voc/V	Isc /A	Vmp/V	Imp /A	Pmax gain
467	49.4	12.09	41.2	11.34	5%
490	49.4	12.67	41.2	11.88	10%
512	49.5	13.24	41.3	12.42	15%
534	49.5	13.82	41.3	12.96	20%
556	49.5	14.40	41.3	13.50	25%

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.060%/C
Temperature Coefficient of Voc	-0.300%/C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.370%/C

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

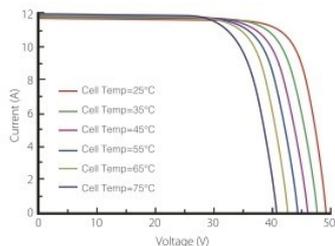
Temperature Coefficient of Isc	+0.060%/C
Temperature Coefficient of Voc	-0.300%/C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.370%/C

Mechanical Loading

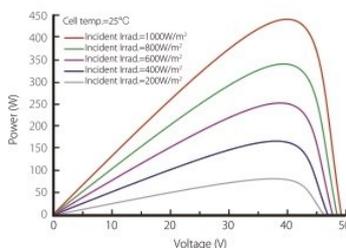
Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

I-V Curve

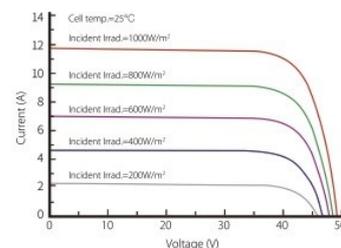
Current-Voltage Curve (LR4-72HBD-445M)



Power-Voltage Curve (LR4-72HBD-445M)



Current-Voltage Curve (LR4-72HBD-445M)



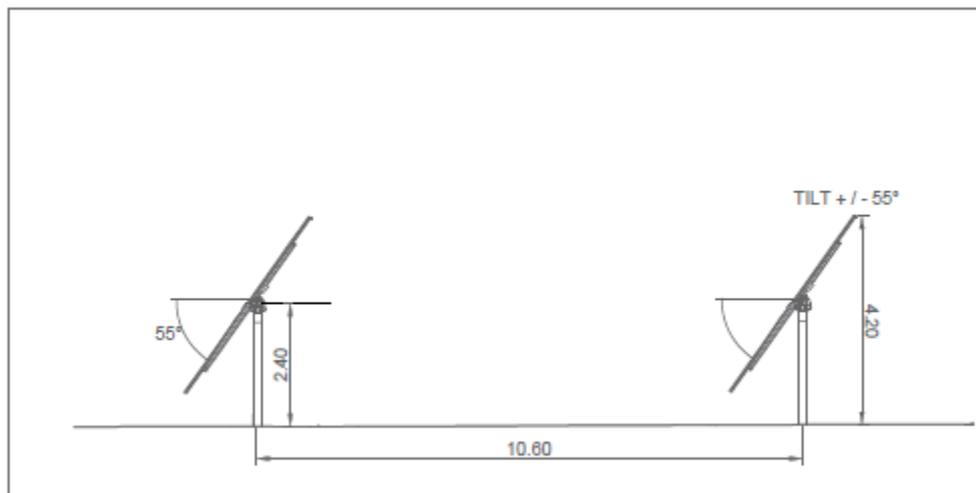
Modulo fotovoltaico – parametri elettrici

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	13	38

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia) Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.	 Studio di Ingegneria
---	--	--

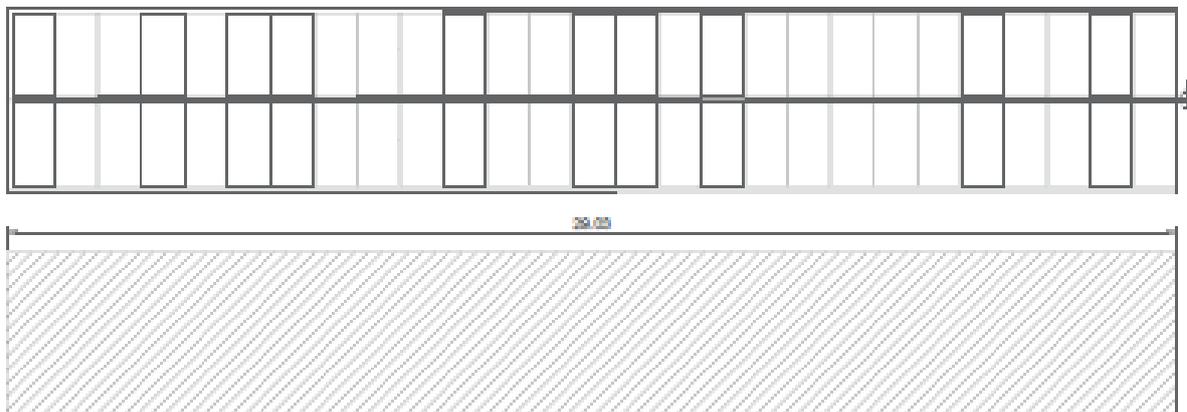
Per i moduli fotovoltaici, essendo questi in continua crescita tecnologica, potranno adottarsi tecnologie e potenze diverse tali da garantire le stesse prestazioni e potenze di produzione ma tali da offrire una diminuzione delle strutture di supporto e una diversa distribuzione sulle aree d'intervento. In fase esecutiva potranno definirsi i moduli fotovoltaici che il mercato riuscirà a garantire e in tale sede si potranno definire, se le prestazioni tecnologiche lo consentiranno, le distribuzioni degli stessi, fermo restando tutte le caratteristiche di potenza di produzione definita dal presente progetto.

I moduli fotovoltaici saranno montati su strutture con inseguitore mono assiale dotati di una tecnologia elettromeccanica per seguire ogni giorno l'esposizione solare Est-Ovest su un asse di rotazione orizzontale Nord-Sud, posizionando così i pannelli sempre con la perfetta angolazione. Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno costituite da struttura metallica (tracker) mono-assiali ad inseguimento solare del tipo "Soltec SF7" o equivalente, un sistema innovativo che sta trovando impiego in molte progettazioni; i moduli fotovoltaici in progetto saranno posizionati in modalità 2 x "portrait" e l'interasse delle stesse strutture sarà pari a ml 10,60.



SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	14	38

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia) Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.	 Studio di Ingegneria
---	--	--



Vista laterale e in pianta di una stringa fotovoltaica

Anche per le strutture di supporto, vale quanto già detto per i pannelli fotovoltaici circa l'impiego di nuove tecnologie, qualora disponibili sul mercato in fase di realizzazione.

Ciascun modulo fotovoltaico sarà dotato di diodi di by-pass, così da escludere la parte di modulo contenente una o più celle guaste/ombreggiate al fine di evitarne la contro alimentazione e conseguente danneggiamento (tali diodi saranno inclusi nella scatola di giunzione abbinata al modulo fotovoltaico stesso).

A.01.D.3 Producibilità

A.01.D.3.1 Dati di radiazione e prestazione di produzione

Il lotto di terreno su cui sarà realizzato l'impianto fotovoltaico è localizzabile attraverso le seguenti coordinate:

	Geografiche WGS84		UTM32N	
	LAT	LONG	N	E

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	15	38

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia) Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.	 Studio di Ingegneria
---	--	--

Campo Fotovoltaico	41.786383	15.316138	4645577.11	1025040.37
--	------------------	------------------	-------------------	-------------------

Opportuni rilievi effettuati sul sito non hanno evidenziato importanti ombreggiamenti dei moduli che possano influire sulla producibilità annua dell'impianto. Quelli residui saranno valutati ed evitati in sede esecutiva.

I dati di radiazione solare sul piano dei moduli sono riportati nelle tabelle successive.

Facendo riferimento ai dati radiometrici della provincia di Foggia e con preciso riferimento al Comune di Apricena – zona oggetto dell'intervento, si è proceduto al calcolo della producibilità dell'impianto in oggetto mediante il software PVSYST, di cui si allega alla presente il report completo.

L'impianto in oggetto, di potenza massima di picco di 18,513 MWp, produrrà circa 33.452 MWh/anno di energia.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	16	38

Ing. Nicola Roselli
Via Dei Meli, 19
86039 Termoli (CB)

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a
inseguimento solare da ubicare nel
Comune di Apricena
(Provincia di Foggia)**

Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.



Studio di Ingegneria

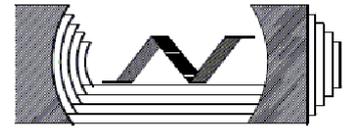
PVSYST V6.86					
Dati meteorologici orari					
Dati meteo :	Apricena_Incoronata;PVGIS: CMSAF, SARAH or NSRDB;TMY				
	File Apricena_Incoronata_PVGIS_API_TMY.MET del 11/12/18 18h35				
Intervallo dati					
Ubicazione	Latitudine 41.79° N	Longitudine 15.32° E			
Ora definita come	Ora legale Fuso orario TU+1	Altitudine 87 m			
Caratteristiche file di origine					
File di origine ASCII	Apricena_Incoronata_PVGIS_API_TMY.SIT				
File protocollo di conversione	SIT file	del 01/01/80 00h00			
Tipi di dati	Anno di riferimento	Interv. tempo 1 ora			
Scostamento di tempo dei dati reali	-23 min. rispetto alla mezz'ora				
Parametri utilizzati nel file di origine	Globale orizz.	Diffuso orizz.			
	Temper. ambiente	Velocità del vento			
Meteo orario, totali mensili					
Inizio intervallo	GlobHor	DiffHor			
	kWh/m ² .m	kWh/m ² .m			
Gennaio	68.3	25.3	0	0	0
Febbraio	52.4	30.1	0	0	0
Marzo	98.1	49.8	0	0	0
Aprile	156.6	63.5	0	0	0
Maggio	195.9	70.5	0	0	0
Giugno	212.2	73.0	0	0	0
Luglio	246.7	62.0	0	0	0
Agosto	218.6	56.0	0	0	0
Settembre	141.5	52.9	0	0	0
Ottobre	90.2	39.2	0	0	0
Novembre	55.4	28.7	0	0	0
Dicembre	47.0	22.0	0	0	0
Gennaio	0.0	0.0	0	0	0
Gennaio	1582.8	572.9	0	0	0
Marzo	0.0	0.0	0	0	0
Aprile	0.0	0.0	0	0	0
Maggio	0.0	0.0	0	0	0
Giugno	0.0	0.0	0	0	0
Luglio	0.0	0.0	0	0	0
Agosto	0.0	0.0	0	0	0
Settembre	0.0	0.0	0	0	0
Ottobre	0.0	0.0	0	0	0
Novembre	0.0	0.0	0	0	0
Dicembre	0.0	0.0	0	0	0
Gennaio	0.0	0.0	0	0	0
Febbraio	0.0	0.0	0	0	0
Marzo	0.0	0.0	0	0	0
Aprile	0.0	0.0	0	0	0
Maggio	0.0	0.0	0	0	0
Giugno	0.0	0.0	0	0	0
Luglio	0.0	0.0	0	0	0
Agosto	0.0	0.0	0	0	0
Settembre	0.0	0.0	0	0	0
Ottobre	0.0	0.0	0	0	0
Novembre	0.0	0.0	0	0	0
Anno	1582.8	572.9	0	0	0

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	17	38

Ing. Nicola Roselli
Via Dei Meli, 19
86039 Termoli (CB)

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a
inseguimento solare da ubicare nel
Comune di Apricena
(Provincia di Foggia)**

Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.



Studio di Ingegneria

PVSYST V6.86											
Sistema connesso in rete: Risultati principali											
Progetto : FTV_APRICENA_DEFINITIVO_OK_1											
Variante di simulazione : Nuova variante di simulazione Simulation for the year no 16											
Simulazione per la 16° Anno dell'operazione											
Parametri principali del sistema		Tipo di sistema Eliostati illimitati con indetreggiamento									
Orientamento campo FV	inclinazione										
Moduli FV	Modello	LR4-72HBD-455M-glaze-newPnom	455 Wp								
Campo FV	Numero di moduli	40689	Pnom totale 18513 kWp								
Inverter	Sunny Central	4200 UP (Preliminary)	Pnom 4200 kW ac								
Gruppo di inverter	Numero di unità	4.0	Pnom totale 16800 kW ac								
Bisogni dell'utente	Carico costante fisso	1 W	Globale 8.8 kWh/anno								
Risultati principali di simulazione		Energia prodotta 33452 MWh/anno									
Produzione sistema		Indice di rendimento PR	86.81 %								
		Prod. spec.	1807 kWh/kWp/anno								
		Frazione solare SF	-804876.66 %								
Produzione normalizzata (per kWp installato): Potenza nominale 18513 kWp											
Nuova variante di simulazione Simulation for the year no 16											
Bilanci e risultati principali											
	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_User MWh	E_Solar MWh	E_Grid MWh	EFrGrid MWh	
Gennaio	68.3	25.25	9.85	95.1	88.7	1643	0.001	-7.213	1615	7.214	
Febbraio	52.4	30.12	5.73	66.3	62.2	1182	0.001	-6.114	1158	6.115	
Marzo	98.1	49.82	10.16	123.4	117.1	2147	0.001	-6.238	2029	6.239	
Aprile	156.6	63.52	14.46	199.4	190.4	3388	0.001	-5.247	3233	5.248	
Maggio	195.9	70.47	19.49	256.2	245.5	4233	0.001	-4.938	4154	4.938	
Giugno	212.2	72.98	24.93	272.2	261.1	4388	0.001	-4.365	4308	4.366	
Luglio	246.7	62.05	28.37	327.5	315.4	5156	0.001	-4.551	5064	4.551	
Agosto	218.6	55.97	28.65	292.8	281.7	4622	0.001	-5.278	4540	5.279	
Settembre	141.5	52.88	22.93	184.5	175.8	3035	0.001	-5.588	2981	5.589	
Ottobre	90.2	39.15	16.60	118.6	112.2	2006	0.001	-6.718	1970	6.719	
Novembre	55.4	28.68	11.87	72.8	68.0	1258	0.001	-6.981	1235	6.982	
Dicembre	47.0	21.97	8.23	62.0	57.5	1086	0.001	-7.275	1066	7.276	
Anno	1582.8	572.86	16.84	2071.0	1975.7	34144	0.009	-70.507	33353	70.516	
Legenda:		GlobHor Irraggiamento orizz. globale		GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre		EArray Energia effettiva in uscita campo		E_Grid Energia iniettata nella rete		EFrGrid Energia dalla rete	
		DiffHor Irraggiamento diffuso orizz.		E_User Energia fornita all'utente		E_Solar Energia dal sole					
		T_Amb T amb.									
		GlobInc Globale incidente piano coll.									

Tabella riassuntiva dell'energia prodotta

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	18	38

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

A.01.D.4 Quadro di parallelo stringa

Le stringhe composte da 27 moduli (una struttura intera) verranno collegate alle cassette di parallelo stringa della SMA modello STRING COMBINER ubicate su appositi supporti alloggiati sotto le strutture, protetti da agenti atmosferici, e saranno realizzati in policarbonato ignifugo, dotato di guarnizioni a tenuta stagna grado isolamento IP54 cercando di minimizzare le lunghezze dei cavi di connessione.

I suddetti quadri di campo realizzano il sezionamento ed il parallelo delle stringhe dei moduli provenienti dal campo fotovoltaico. All'interno saranno presenti dispositivi di sezionamento, fusibili e scaricatori di sovratensione.

Esse disporranno al loro interno dell'elettronica necessaria per il cablaggio nonché protezione contro scariche provocate da fulmini e rotture dei moduli stessi. Dalle cassette di derivazione partiranno i cavi di collegamento (rivestiti in pvc o in gomma) fino alla MV POWER STATION in cui sono contenuti gli inverter. Il collegamento degli array all'inverter verrà realizzato con cavi del tipo FG16R16 doppio isolamento posati in tubi o canali per proteggerli dai raggi ultravioletti. Tutti i cavi utilizzati sono rispondenti alla norma CEI 20-22.

Ciascuna stringa sarà collegata ad un quadro di parallelo stringhe adatto per l'installazione all'esterno (grado di protezione IP54).

Le cassette di parallelo stringhe presentano le seguenti caratteristiche:

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	19	38

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p align="center">Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p align="center">Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
--	--	---

Dati tecnici	DC-CMB-U15-16	DC-CMB-U15-24	DC-CMB-U15-32
Ingresso (CC)			
Tensione assegnata	1500 V	1500 V	1500 V
Derating dovuto all'altitudine (tensione assegnata)	2001 m a 3000 m s.l.m. = riduzione dell'1,0% ogni 100 m 3001 m a 4000 m s.l.m. = riduzione dell'1,2% ogni 100 m		
Numero di ingressi di stringa / portafusibili per polo	16	24	32
Corrente massima	17,2 A	13,75 A	10,31 A
Tipo di fusibile*	10,3 x 85 - 1500VCC - gPV		
Collegamento stringa	Collegamento al portafusibile		
Campo di tenuta del pressacavo	5 mm a 8 mm		
Uscita (CC)			
Corrente massima	275 A	330 A	330 A
Derating di temperatura (corrente massima)	>50 °C temperatura di esercizio = riduzione del 1% per ogni K		
Interruttore CC (sezionatore di carico)	400 A / 1500 V	400 A / 1500 V	400 A / 1500 V
Scaricatore di sovratensioni	Tipo 2, In = 15 kA; I _{max} = 40 kA		
Uscita CC	Sbarra collettrice (capocorda ad anello M12)		
Numero di uscite CC	1	1 / 2	1 / 2
Sezione conduttore	Sbarra collettrice 70 mm ² a 400 mm ²		
Zone di tenuta dei pressacavi	17 mm a 38,5 mm	17 mm a 38,5 mm	17 mm a 38,5 mm
Involucro / temperatura ambiente			
Grado di protezione IP secondo IEC 60529	IP 54 / autoventilato	IP 54 / autoventilato	IP 54 / autoventilato
Materiale dell'involucro	Poliestere rinforzato con fibre di vetro / resistente ai raggi UV		
Dimensioni (larg. / alt. / prof.), incl. supporto da parete e fascio di cablaggio per stringhe	550 / 650 / 260 mm (21,65 / 25,59 / 10,24 inch)		590 / 790 / 285 mm (23,23 / 31,10 / 11,22 inch)
Peso max.	25 kg (55 lb)	28 kg (62 lb)	40 kg (88 lb)
Classe di isolamento (secondo IEC 61140)	II	II	II
Tipo di montaggio	Montaggio a parete		
Temperatura ambiente di funzionamento / di stoccaggio	-25 °C a +60 °C / -40 °C a +70 °C		
Umidità relativa	0% a 95%, non condensante		
Altitudine max s.l.m.	4000 m	4000 m	4000 m
Standard			
Conformità	CE, IEC 61439-1, IEC 61439-2		
* Accessori necessari			

A.01.D.5 Convertitori di potenza - Inverter

La conversione da corrente continua a corrente alternata sarà realizzata mediante n° 4 convertitori statici trifase (inverter) della tipologia SMA, o similare, dotate di trasformatore di potenza da 1500kVA, con una tensione al primario di 30kV, posizionati su piastre di cemento e dislocati nel campo fotovoltaico secondo l'allegato schema planimetrico (planimetria parco fotovoltaico), il tutto denominato MV POWER STATION 4200-S2, stabilendo fin da adesso la possibilità di sostituire gli stessi con altri simili per caratteristiche elettriche e dimensionali, in caso di indisponibilità sul

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	20	38

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

mercato e/o in base a valutazioni di convenienza tecnico-economica al momento della realizzazione della centrale.

Nelle posizioni indicate nelle tavole di progetto, saranno posizionate le suddette stazioni di trasformazione, contenenti:

- La protezione del trasformatore, il sezionamento e la messa a terra della linea MT;
- L'inverter Centralizzato;
- Il trasformatore MT/BT 30/0,630 kV;
- il quadro ausiliari (condizionamento, illuminazione e prese di servizio, ecc.)
- un gruppo di continuità (UPS) per alimentazione di servizi ausiliari e protezioni di cabina elettrica.

Il dispositivo generale per la protezione del trasformatore sarà costituito da un interruttore MT automatico, equipaggiato con circuito di apertura e bobina a mancanza di tensione su cui agisce la protezione generale; l'interruttore sarà di tipo fisso, abbinato ad un sezionatore tripolare lato rete.

Di seguito le immagini:



Immagine dell'inverter con trasformatore e vani tecnici – MV POWER STATION 4200-S2 o similare

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	21	38

Ing. Nicola Roselli
Via Dei Meli, 19
86039 Termoli (CB)

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a
inseguimento solare da ubicare nel
Comune di Apricena
(Provincia di Foggia)**

Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.



Studio di Ingegneria



Immagine dell'inverter o similare

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	22	38

Ing. Nicola Roselli
Via Dei Meli, 19
86039 Termoli (CB)

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a
inseguimento solare da ubicare nel
Comune di Apricena
(Provincia di Foggia)**

Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.



Studio di Ingegneria

MV POWER STATION 4000-S2 / 4200-S2 / 4400-S2 / 4600-S2

Technical Data	MVPS 4000-S2	MVPS 4200-S2
Input (DC)		
Available inverters	1 x SC 4000 UP (-US) or 1 x SCS 3450 UP (-US)	1 x SC 4200 UP (-US) or 1 x SCS 3600 UP (-US)
Max. input voltage	1500 V	1500 V
Max. input current	4750 A	4750 A
Number of DC inputs	24 double pole fused (32 single pole fused)	
Integrated zone monitoring	○	
Available DC fuse sizes (per input)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A	
Output (AC) on the medium-voltage side		
Rated power at 1000 m and cos phi = 1 (at -25°C to +25°C / at 40°C / at 45°C) ¹⁾	4000 kVA / 3400 kVA / 0 kVA	4200 kVA / 3570 kVA / 0 kVA
Optional: rated power at 1000 m and cos phi = 1 (at -25°C to +25°C / at 50°C / at 55°C) ¹⁾	4000 kVA / 3400 kVA / 0 kVA	4200 kVA / 3570 kVA / 0 kVA
Typical nominal AC voltages	11 kV to 35 kV	11 kV to 35 kV
AC power frequency	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Transformer vector group Dy11 / YNd11 / YNy0	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Transformer cooling methods	KNAN ²⁾	KNAN ²⁾
Max. output current at 33 kV	70 A	74 A
Transformer no-load losses Standard / Ecodesign at 33 kV	4.0 kW / 3.1 kW	4.2 kW / 3.1 kW
Transformer short-circuit losses Standard / Ecodesign at 33 kV	40.0 kW / 29.5 kW	41.0 kW / 32.5 kW
Max. total harmonic distortion	< 3%	
Reactive power feed-in (up to 60% of nominal power)	○	
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	
Inverter efficiency		
Max. efficiency ³⁾ / European efficiency ³⁾ / CEC weighted efficiency ⁴⁾	98.7% / 98.6% / 98.5%	98.7% / 98.6% / 98.5%
Protective devices		
Input-side disconnection point	DC load-break switch	
Output-side disconnection point	Medium-voltage vacuum circuit breaker	
DC overvoltage protection	Surge arrester type I	
Galvanic isolation	●	
Internal arc classification medium-voltage control room (according to IEC 62271-202)	IAC A 20 kA 1 s	
General Data		
Dimensions equal to 20-foot HC shipping container (W / H / D)	6058 mm / 2896 mm / 2438 mm	
Weight	< 18 t	
Self-consumption (max. / partial load / average) ¹⁾	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW	
Self-consumption (stand-by) ¹⁾	< 370 W	
Degree of protection according to IEC 60529	Control rooms IP23D, inverter electronics IP54	
Environment: standard / harsh	● / ○	
Degree of protection according to IEC 60721-3-4 (4C1, 4S2 / 4C2, 4S4)	● / ○	
Maximum permissible value for relative humidity	95% (for 2 months/year)	
Max. operating altitude above mean sea level 1000 m / 2000 m	● / ○	
Fresh air consumption of inverter	6500 m ³ /h	
Features		
DC terminal	Terminal lug	
AC connection	Outer-cone angle plug	
Tap changer for MV-transformer: without / with	● / ○	
Shield winding for MV-Transformer: without / with	● / ○	
Monitoring package	○	
Station enclosure color	RAL 7004	
Transformer for external loads: without / 10 / 20 / 30 / 40 / 50 / 60 kVA	● / ○ / ○ / ○ / ○ / ○ / ○	
Medium-voltage switchgear: without / 3 feeders	● / ○	
2 cable feeders with load-break switch, 1 transformer feeder with circuit breaker, internal arc classification IAC A FL 20 kA 1 s according to IEC 62271-200	● / ○	
Short circuit rating medium voltage switchgear (20 kA 1 s / 20 kA 3 s / 25 kA 1 s)	● / ○ / ○	
Accessories for medium-voltage switchgear: without / auxiliary contacts / motor for transformer feeder / cascade control / monitoring	● / ○ / ○ / ○ / ○	
Integrated oil containment: without / with	● / ○	
Industry standards (for other standards see the inverter datasheet)	IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 62271-202, EN50588-1 IEEE C37.100.1, IEEE C57.12, UL 1741 listed, CSC Certificate	
● Standard features ○ Optional features – Not available		
Type designation	MVPS-4000-S2 (US)	MVPS-4200-S2 (US)

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	23	38

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

A.01.D.6 Cabina di campo

Il progetto prevede la realizzazione di una cabina di campo MT dell'intero del campo fotovoltaico, costituita da un manufatto in calcestruzzo prefabbricato, di nuova costruzione, suddiviso in:

- Un locale celle di media tensione;
- Un locale misure;
- Un locale trafo per ospitare il trafo dei servizi ausiliari.

Nel locale misure sarà collocato il contatore di produzione per misurare l'energia prelevata ed immessa in rete.

La cabina di ricezione sarà collegata con una doppia terna di conduttori in alluminio tipo 3x1x300 mm² XLPE 18/30 kV per collegare gli impianti di produzione alla cabina utente; il doppio cavo assicura una bassa caduta di tensione ed una riserva per una continuità di servizio.

All'interno dell'impianto di produzione, dalla cabina di campo parte una doppia terna di cavi tipo 3x1x185 mm² XLPE 18/30 kV, per collegare con un anello le cabine inverter, al cui interno avviene l'innalzamento della tensione di esercizio a 30000 V.

A.01.D.7 Alimentazione ausiliari

L'alimentazione dei servizi ausiliari sarà derivata direttamente dal trasformatore MT/BT a cui sarà installato un trafo 690/400 e farà capo al quadro generale ausiliari (QAUX) che alimenterà:

- gli impianti ausiliari del locale tecnico;
- l'impianto di videocontrollo ed il relativo impianto di illuminazione.

A.01.D.8 Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti consiste nel proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con le parti in tensione di un impianto elettrico.

Protezione mediante isolamento

Le parti in tensione saranno completamente ricoperte con un isolamento che possa essere rimosso solo mediante distruzione.

Protezione mediante involucri o barriere

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	24	38

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

Le parti in tensione saranno poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IPXXB (dito di prova) o IPXXD (filo di prova di 1 mm) se a portata di mano. Gli involucri o le barriere devono essere rimossi solo con l'uso di chiavi o attrezzi.

A.01.D.9 Protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti consiste nel proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti metalliche accessibili normalmente non in tensione, ma che potrebbero esserlo per cause accidentali o per cedimento dell'isolamento principale.

Guasti in media tensione

La protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata mediante:

- messa a terra delle masse e delle masse estranee;
- scelta e coordinamento dei dispositivi di interruzione automatici della corrente di guasto, in conformità a quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8.
- ricerca ed eliminazione del primo guasto a terra.

In particolare, l'impianto rientra nei sistemi di tipo "TN", saranno installati interruttori differenziali tali da garantire il rispetto della seguente relazione nei tempi riportati in tabella I:

$$Z_S \times I_a \leq U_0$$

dove:

- Z_S è l'impedenza dell'anello di guasto comprensiva dell'impedenza di linea e dell'impedenza della sorgente
- I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione in Ampere, secondo le prescrizioni della norma 64-8/4; quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, la I_a è la corrente differenziale $I_{\Delta n}$.
- U_0 tensione nominale in c.a. (valore efficace della tensione fase –

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	25	38

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia) Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.	 Studio di Ingegneria
---	--	--

terra) in Volt

Tab. I **Tempi massimi di interruzione per sistemi TN**

$U_0(V)$	Tempo di interruzione (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Per ridurre il rischio di contatti pericolosi il campo fotovoltaico lato corrente continua è assimilabile ad un sistema IT cioè flottante da terra. La separazione galvanica tra il lato corrente continua e il lato corrente alternata sarà garantita dalla presenza del trasformatore BT/MT. In tal modo perché un contatto accidentale sia realmente pericoloso occorre che si entri in contatto contemporaneamente con entrambe le polarità del campo. Il contatto accidentale con una sola delle polarità non ha praticamente conseguenze, a meno che una delle polarità del campo non sia casualmente a contatto con la massa.

Per prevenire tale eventualità ogni inverter sarà munito di un opportuno dispositivo di rivelazione degli squilibri verso massa, che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.

Guasti in bassa tensione

La protezione contro i contatti indiretti lato bassa tensione verrà realizzata con interruzione automatica del circuito secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64-8, art. 413.1.

Le relazioni che regolano la scelta delle caratteristiche che dovranno possedere i dispositivi di protezione, cambiano in funzione dei modi di collegamento a terra definiti TN, TT e IT.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	26	38

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

Sistema TN = Il sistema ha un punto collegato direttamente a terra mentre le masse dell'impianto sono collegate allo stesso punto per mezzo di un conduttore di protezione. In maniera più specifica, si ha sistema TN-S quando il conduttore di neutro e il conduttore di protezione sono separati, sistema TN-C quando il conduttore di neutro e il conduttore di protezione sono combinati in un unico conduttore (PEN), sistema TN-C-S quando il sistema TN-C è limitato ad una parte dell'impianto.

Sistema TT = Il sistema ha un punto collegato direttamente a terra mentre le masse dell'impianto sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema di alimentazione.

Sistema IT = Il sistema ha le parti attive separate da terra (flottante) mentre le masse dell'impianto sono collegate a terra individualmente, a gruppi o collettivamente.

Il sistema TN è relativo agli impianti in bassa tensione lato CA posti all'interno e all'esterno del locale tecnico le cui alimentazioni sono derivate dal quadro ausiliari. Il comune (neutro) è collegato alla terra del locale tecnico e le masse sono collegate ai dispersori di terra posti nelle vicinanze dei quadri di controllo.

I singoli dispersori e la terra del locale tecnico sono collegati tramite conduttori di terra. Il sistema pertanto è riconducibile al tipo TN-S.

Il sistema IT è relativo all'impianto di produzione fotovoltaico lato c.c. in cui le masse (cornici) dei moduli sono collegate a terra tramite le strutture di sostegno a loro volta francamente a terra.

I dispositivi di protezione dovranno interrompere automaticamente l'alimentazione al circuito quando, in caso di guasto, tra una parte attiva ed una massa o un conduttore di protezione sia presente una tensione di contatto superiore a 50 V in c.a e 120 V in c.c.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	27	38

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

La tensione di contatto dovrà essere eliminata in tempi sufficientemente bassi, stabiliti convenzionalmente, individuabili dalla "curva di sicurezza" e comunque mai superiori a 5s.

Per il sistema TN la condizione da soddisfare è la seguente:

$$Z_s \cdot I_a = U_o \text{ dove:}$$

Z_s = è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente

I_a = è la corrente che provoca l'interruzione automatica dell'alimentazione entro il tempo definito nella tabella 41A dell'art. 413.1.3.3 delle norme C.E.I. 64-8 in funzione della tensione nominale U_o

U_o = è la tensione nominale in c.a. valore efficace trifase e terra che corrisponde alla tensione fase-neutro

La scelta del dispositivo nel sistema TN può essere fatta fra:

- dispositivo di protezione a corrente differenziale;
- dispositivo di protezione contro le sovracorrenti.

Più specificatamente:

- nel sistema TN-C, quando cioè le funzioni di neutro e di protezione sono combinate in un solo conduttore detto PEN, non si devono usare dispositivi di protezione a corrente differenziale;
- nel sistema TN-C-S, quando cioè le funzioni di neutro e di protezione sono combinate in un solo conduttore in una parte del sistema, se si usano dispositivi di protezione differenziale, non si deve utilizzare un conduttore PEN a valle degli stessi.

Per il sistema IT la condizione da soddisfare è la seguente:

$$R_E \cdot I_d = U_L \text{ dove:}$$

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	28	38

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

RE = è la resistenza del dispersore al quale sono collegate le masse

Id = è la corrente di guasto del primo guasto di impedenza trascurabile tra un conduttore di linea ed una massa

UL = è la tensione limite convenzionale assunta a 50V per i sistemi in c.a e a 120V per i sistemi in c.c.

L'utilizzo di inverter grid connected permette la realizzazione di un sistema assimilabile al tipo IT. Nel caso di cedimento dell'isolamento nella parte c.c. si crea una debole corrente di primo guasto, dovuta unicamente alla generazione fotovoltaica c.c., che fluisce attraverso lo stesso inverter. La protezione interna nell'inverter rileva l'abbassamento del livello d'isolamento dell'impianto c.c. e genera un allarme sul pannello dell'inverter stesso. In caso di secondo guasto il sistema si trasforma nel tipo TNS e i fusibili di protezione intervengono aprendo il circuito c.c.

Si precisa che per l'impianto in questione, in cui sono adottati moduli fotovoltaici, apparecchiature e sistemi di cablaggio in classe II, si realizza una protezione di tipo passivo che non necessita di interruzione automatica del circuito secondo CEI 64-8 art. 413.2.

Resta inteso che, nonostante l'intervento dei dispositivi di protezione (fusibili), ai capi delle stringhe permangono tensioni pericolose (>120V) mentre ai morsetti dei moduli fotovoltaici permane un livello di tensione al di sotto delle tensioni di contatto limite stabilite dalle norme.

In conclusione occorre che prima di ogni operazione di manutenzione all'impianto fotovoltaico si rilevino eventuali segnalazioni di allarme emesse dagli inverter e si operi con dovuta cautela sul circuito in corrente continua soprattutto lungo e ai capi delle linee di collegamento delle stringhe agli inverter.

A.01.D.10 Protezione delle condutture contro le sovracorrenti

I conduttori attivi devono essere protetti da uno o più dispositivi al verificarsi di sovracorrenti che possono essere causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	29	38

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

I dispositivi che assicurano tali protezioni sono:

- interruttori automatici provvisti di sganciatori di sovracorrente;
- fusibili.

Protezione contro i sovraccarichi

Al fine di evitare le correnti di sovraccarico che provocherebbero un riscaldamento nocivo all'isolamento o all'ambiente circostante, una conduttura, avente corrente di impiego **I_b** e portata **I_z** (**I_b ≤ I_z**), deve essere protetta da un dispositivo avente corrente nominale **I_n** e corrente convenzionale di funzionamento **I_f** tali che soddisfino le condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 \times I_z$$

Gli interruttori conformi alle norme C.E.I. 23-3 e 17-5 soddisfano la seconda condizione

Protezione contro i corto circuiti

I dispositivi di protezione devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto in modo tale da garantire che nel conduttore non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione:

$$I_{cc}^2 t \leq K^2 S^2, \text{ dove:}$$

I_b = corrente di impiego del cavo

I_n = corrente nominale dell'interruttore

I_z = portata del cavo

I_{cc} = corrente di cortocircuito

t = tempo di intervento

dell'interruttore

K = coefficiente che dipende dal tipo di isolamento del cavo

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	30	38

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

S = sezione del conduttore

Protezione lato c.c.

I cavi dell'impianto fotovoltaico sono scelti per la massima corrente che i moduli possono generare nella condizione più gravosa, cioè alla corrente di corto circuito I_{sc} , quindi si può ragionevolmente ritenere che essi siano protetti contro i sovraccarichi dovuti a sovracorrenti.

I dispositivi di protezione sono scelti perciò per interrompere le correnti di corto circuito che, in un impianto fotovoltaico, possono essere determinate da:

- guasto tra due poli del sistema c.c.;
- guasto a terra nei sistemi con un punto a terra;
- doppio guasto a terra nei sistemi isolati da terra.

I dispositivi sono generalmente fusibili vengono installati sia nel quadro di parallelo stringhe (per proteggere il cavo di stringa contro la sovracorrente dovuta alla somma delle correnti delle altre stringhe in parallelo) che all'ingresso dell'inverter (per proteggere il cavo di collegamento tra questo e il quadro di parallelo stringa).

Protezione lato c.a.

Anche i cavi tra gli inverter ed il punto di parallelo sono dimensionati per la massima corrente prodotta risultando quindi superfluo prevedere una protezione contro le sovracorrenti dovute ai sovraccarichi. Si prevede pertanto la protezione contro le sovracorrenti dovute ai cortocircuiti che coincide solitamente con l'interruttore generale di bassa tensione in quanto adatto alle forti correnti lato rete. Infatti, in caso di cortocircuito, l'inverter limita la corrente in uscita ad un valore massimo pari a circa il doppio della propria corrente nominale facendo intervenire le protezioni interne mentre il cortocircuito viene alimentato direttamente dalla rete.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	31	38

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia) Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.	 Studio di Ingegneria
---	--	--

A.01.D.11 Metodi di dimensionamento e calcolo

A.01.D.11.1 Dimensionamento dei cavi

Il dimensionamento dei cavi è tale da garantire la protezione della condotta alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2) il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la condotta in modo tale che siano soddisfatte le condizioni:

$$a) I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$b) I_f \leq 1.45 I_z$$

Per soddisfare alla condizione *a*) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte.

Dalla corrente *I_b* viene determinata la corrente nominale della protezione a monte (valori normalizzati) e con questa si procede alla scelta della sezione.

La scelta viene fatta in base alla tabella che riporta la corrente ammissibile *I_z* in funzione del tipo di isolamento del cavo che si vuole utilizzare, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi; la portata che il cavo dovrà avere sarà pertanto:

$$I_z \text{ minima} = I_n/k$$

dove il coefficiente *k* di declassamento tiene conto anche di eventuali paralleli. La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente *k*) sia immediatamente superiore a quella calcolata tramite la corrente nominale (*I_z minima*). Gli eventuali paralleli vengono calcolati, nell'ipotesi che essi abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza, posa, etc. (par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate dal numero di paralleli nel coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione *b* non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma 23.3 IV Ed. hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento *I_f* e corrente

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	32	38

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia) Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.	 Studio di Ingegneria
---	--	--

nominale I_n minore di 1.45 e costante per tutte le tarature inferiori a 125A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1,45. Ne deriva che in base a queste normative la condizione b sarà sempre soddisfatta.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono pertanto protette contro le sovracorrenti.

Dalla sezione del cavo di fase deriva il calcolo dell' I^2t del cavo o massima energia specifica ammessa dal cavo come:

$$I^2t = K^2S^2$$

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), in funzione del materiale conduttore e del materiale isolante.

A.01.D.11.2 Cadute di tensione

Le cadute di tensione sono valutate in base alle tabelle UNEL 35023-70.

In accordo con queste tabelle la caduta di tensione di un singolo ramo vale:

$$cdt(I_b) = kcdt \times I_b \times (L_c / 1000) \times [R_{cavo} \times \cos\varphi + X_{cavo} \times \sin\varphi] \times 100/V_n [\%]$$

dove:

$kcdt= 2$ per sistemi monofase

$kcdt= 1.73$ per sistemi trifase.

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione al tipo di cavo (unipolare/multipolare) e in base alla sezione dei conduttori; i valori della R_{cavo} riportate sono riferiti a 80°C, mentre la X_{cavo} è riferita a 50Hz, entrambe sono espresse in ohm/km.

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di un'utenza viene determinata tramite la somma delle cadute di tensione, assolute di un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame,

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	33	38

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

da questa viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

A.01.D.11.3 Dimensionamento conduttori di protezione

Le norme CEI 64.8 (par. 543.1) prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite calcolo.

Il primo criterio consiste nel calcolare la sezione secondo il seguente schema:

- $Spe = Sf$ se $Sf < 16\text{mm}^2$;
- $Spe = 16\text{ mm}^2$ se $16 \leq Sf \leq 35$;
- $Spe = Sf / 2$ se $Sf > 35\text{ mm}^2$.

Il secondo criterio consiste nel determinarne il valore tramite l'integrale di Joule. Il metodo adottato in questo progetto è il secondo.

A.01.D.11.4 Calcolo dei guasti

Il calcolo dei guasti viene fatto in modo da determinare le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione (inizio linea) e a valle dell'utenza (fine della linea).

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto fase terra (dissimmetrico).

I parametri alle sequenze di ogni utenza sono inizializzati da quelli della utenza a monte e i primi

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	34	38

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia) Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.	 Studio di Ingegneria
---	--	--

vanno, a loro volta, ad inizializzare i parametri della linea a valle.

A.01.D.11.5 Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Il calcolo viene eseguito nelle seguenti condizioni:

- a) la tensione nominale deve essere moltiplicata per il fattore di tensione pari a 1;
- b) l'impedenza di guasto minima è calcolata alla temperatura di 20 °C.

A.01.D.11.6 Calcolo delle correnti di cortocircuito

Il calcolo viene eseguito nelle seguenti condizioni:

- a) la tensione nominale deve essere moltiplicata per il fattore di tensione pari a 1;
- b) l'impedenza di guasto minima è calcolata alla temperatura di 20 °C.

trascurando l'abbassamento della tensione di linea e l'innalzamento della temperatura si avrebbe:

$$I_{cc} = \frac{V}{\sqrt{R^2 + L^2}}$$

La Norma 64-8 propone una formula che tiene conto dei parametri prima trascurati, precisando che "i valori ottenuti con tale formula servono per la verifica della tempestività di intervento dei dispositivi di protezione, ma non per la determinazione del potere di interruzione":

$$I_{cc} = \frac{0.8 \cdot V \cdot S}{1.5 \cdot \rho \cdot 2l}$$

dove: I_{cc} = corrente di corto-circuito in A

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	35	38

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

0.8 = fattore che tiene conto dell'abbassamento di tensione

V = tensione in V

S = sezione del conduttore in mm²

1.5 = fattore che tiene conto dell'aumento di temperatura

ρ = resistività del conduttore a 20°C in mm²/m

2 = fattore per monofase

l = lunghezza della linea in m

A.01.D.12 Protezioni contro le sovracorrenti

Sui terminali di ogni quadro di parallelo stringhe (QPS) sono stati adottati scaricatori di sovratensione (SPD) tipo CPT CS3 al fine di garantire una protezione contro le sovratensioni indotte dalle scariche di origine atmosferica.

A.01.D.13 Impianto di messa a terra

A.01.D.13.1 Messa a terra lato cabina campo (MT/BT)

L'impianto di messa a terra sarà costituito:

- dagli schermi metallici dei cavi MT, collegati a terra ad entrambe le estremità;
- dagli anelli di terra delle cabine, realizzati con tondino in acciaio di sezione almeno 50 mm²;
- da quattro picchetti in acciaio zincato, lunghezza almeno 1,5 m, posti ai vertici dell'anello;
- dai nodi di terra delle cabine e dai conduttori di protezione ed equipotenziali.

All'impianto di terra dovranno essere collegate tutte le masse, le masse estranee, ed il conduttore neutro.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	36	38

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

A.01.D.13.2 Messa a terra lato campo fotovoltaico

L'impianto di messa a terra sarà costituito:

- dalle strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici collegate alla terra del capannone;
- dai collegamenti alla terra dell'impianto fotovoltaico posizionati nei quadri di controllo

All'impianto di terra dovranno essere collegate tutte le masse e le masse estranee dell'impianto.

La determinazione della sezione del conduttore di protezione è calcolata con la formula:

$$S_p^2 \cdot K^2 = I^2 \cdot t$$

S_p = Sezione del conduttore di protezione;

I = Corrente di guasto che percorre il conduttore di protezione per un guasto franco a massa;

t = Tempo di intervento del dispositivo di protezione;

K = Valore caratteristico del conduttore.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	37	38

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Apricena (Provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 25 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	--	--

A.01.D.14 Gestione dell'impianto

L'impianto fotovoltaico non richiederà, di per sé, il presidio da parte di personale preposto.

La centrale, infatti, verrà esercita, a regime, mediante il sistema di supervisione che consentirà di rilevare le condizioni di funzionamento e di effettuare comandi sulle macchine ed apparecchiature da remoto, o, in caso di necessità, di rilevare eventi che richiedano l'intervento di squadre specialistiche. Il sistema di controllo dell'impianto avverrà tramite due tipologie di controllo: controllo locale e controllo remoto.

- Controllo locale: monitoraggi tramite PC centrale, posto in prossimità dell'impianto, tramite software apposito in grado di monitorare e controllare gli inverter;
- Controllo remoto: gestione a distanza dell'impianto tramite modem GPRS con scheda di rete montata a bordo degli inverter.

Il sistema di controllo con software dedicato, permetterà l'interrogazione in ogni istante dell'impianto, al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati, con la possibilità di visionare le funzioni di stato, comprese le eventuali anomalie di funzionamento. Le principali grandezze controllate dal sistema saranno:

- Potenze dell'inverter;
- Tensione di campo dell'inverter;
- Corrente di campo dell'inverter;
- Radiazioni solari;
- Temperatura ambiente;
- Velocità del vento;
- Letture dell'energia attiva e reattiva prodotte.

La connessione tra gli inverter e il PC avverrà tramite un box acquisizione.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	1	RELAZIONE DESCRITTIVA	18/08/2021	38	38