

Studio di Ingegneria



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

REGIONE PUGLIA
Comuni di Stornarella e Orta Nova
Provincia di Foggia

PROGETTO DEFINITIVO

AUTORIZZAZIONE UNICA AI SENSI DEL DLGS 29/12/2003 n.387 RELATIVA ALLA COSTRUZIONE ED ALL'ESERCIZIO DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLE RELATIVE OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE DELLA POTENZA NOMINALE MASSIMA DI 24,029 MW E DELLA POTENZA NOMINALE IN A.C. PARI A 21,00 MW SITO NEI COMUNI DI ORTA NOVA E STORNARELLA.

TITOLO TAVOLA

CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI ELTTRICI

PROGETTAZIONE	PROPONENTE	SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI
<p>PROGETTISTI ORDINE INGEGNERI DI CAMPANIA N. 1151</p> <p>ING. NICOLA ROSELLI</p> <p>ING. MICCO SALOMI</p> <p>PROGETTISTI PARTI ELETTRICHE ING. ALESSANDRO CORTI</p> <p>CONSULENZE E COLLABORAZIONI</p> <p>Arch Gianluca DI DONATO Archeol. Gerardo FRATIANNI Dott. Massimo MACCHIAROLA Ing. Elvio Muretta Geol. Vito PLESCIA</p>	<p>LIMES 26 S.R.L. SEDE LEGALE Milano, cap 20121 via Manzoni n° 41 P.IVA 10537760968, Rappresentante legale dott. Cristiano Spillati.</p>	

4.2.11_2


FILE
Q6HSS18_4.2.11_2_CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI ELETTRICI

CODICE PROGETTO
Q6HSS18

SCALA


REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	10/03/2020	EMISSIONE	ROSELLI	LIMES26	LIMES26
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 nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--


A.01	PREMESSA.....	4
A.02	PROGETTO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	5
A.02.1	Normativa di riferimento.....	5
A.02.2	Dimensionamento dell'impianto fotovoltaico	8
A.02.3	Sicurezza elettrica – Protezione dalle sovracorrenti	15
A.02.4	Sicurezza elettrica – Protezione contro i contatti diretti.....	15
A.02.5	Sicurezza elettrica – Protezione contro i contatti indiretti	16
A.02.6	Attivazione dei tracker.....	17
A.02.7	Convertitori di potenza - Inverter e Cabina di Campo.....	17
A.02.8	Impianto di terra	22
A.02.9	Protezione da corto circuiti sul lato c.c. dell'impianto	23
A.02.10	Sicurezze sul lato c.a. dell'impianto	23
A.03	PROGETTO DELL'ELETTRODOTTO.	24
A.03.1	Normativa di riferimento.....	24
A.03.2	Generalità	26
A.03.3	Descrizione del tracciato.....	27
A.03.4	Caratteristiche tecniche dell'elettrodotto in progetto e dimensionamento del cavo.....	28
A.03.5	Campi elettrici e magnetici.....	31
A.03.6	Modalità di posa	31
A.03.7	Fibre ottiche.....	32
A.04	PROGETTO DELLA STAZIONE UTENTE – CONVERSIONE MT/AT – APPARATI DI CONNESSIONE ALLA RTN.	33
A.04.1	Normativa di riferimento.....	33
A.04.2	Descrizione delle opere.....	36
A.04.3	Condizioni ambientali di riferimento	36
A.04.4	Consistenza della sezione in alta tensione a 150 kV	36
A.04.5	Consistenza della sezione in media tensione a 30 kV	37
A.04.6	Sistema di protezione, monitoraggio, comando e controllo	37
A.04.7	Servizi ausiliari in c.a. e c.c.....	37
A.04.8	Trasformatore	38
A.04.9	Collegamento alla futura stazione 150 kV RTN di Stornara.....	39
A.04.09.1	Dispositivo Generale	39
A.04.09.2	Dispositivi di Interfaccia e Collegamento alla Rete	39
A.04.09.3	Dispositivo del generatore	40
A.04.09.4	Gruppi di misura	40
A.04.09.5	Schema di collegamento.....	41
A.04.10	Dimensionamento di massima della rete di terra	43
A.04.11	Caratteristiche delle principali apparecchiature dell'impianto in stazione utente.....	44
A.04.12	Progetto della connessione alla RTN	47
A.04.12.1	Progettazione del collegamento aereo.....	50
A.04.12.2	Progettazione della morsetteria e degli isolatori.....	50
A.04.12.3	Sistema di telecomunicazioni.....	53

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	2	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

A.04.13 Progettazione stallo in sottostazione della RTN54
A.04.13 Protezione dalle fulminazioni56

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	3	56

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia) Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.	 Studio di Ingegneria
---	--	--

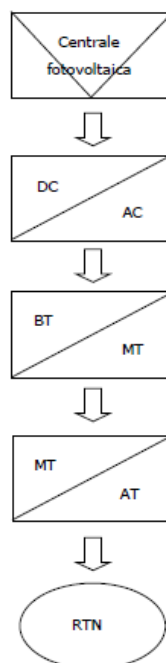
A.01 PREMESSA

Il presente documento fornisce la descrizione dei calcoli preliminari degli impianti elettrici costituenti l'intero progetto.


Tale descrizione riguarda:

- il sistema fotovoltaico inteso come il raggruppamento dei moduli fotovoltaici, la trasformazione dell'energia solare in energia elettrica e i convertitori di potenza – inverter;
- il trasporto dell'energia prodotta dal campo fotovoltaico tra questo e gli apparati di conversione da MT ad AT, quest'ultimi ubicati nella sottostazione utente, trasporto che avverrà con appositi elettrodotti interrati a 30 kV;
- gli apparati di conversione MT/AT con relativa connessione alla RTN.

L'impianto sarà di tipo inseguitore monoassiale dotati di una tecnologia elettromeccanica per seguire ogni giorno l'esposizione solare Est-Ovest. Lo schema a blocchi dell'impianto sarà:



SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	4	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

Nei paragrafi successivi saranno descritti in maniera più approfondita le varie componenti del ciclo produttivo sopra indicato.

A.02 PROGETTO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

A.02.1 Normativa 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.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	5	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

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.

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 raggianti 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).

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	6	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

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 $I_n = 16$ A per fase).

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.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	7	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

"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.

A.02.2 Dimensionamento dell'impianto fotovoltaico

L'area d'interesse (di seguito "Area") per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico a terra ad inseguimento mono-assiale, presenta un'estensione complessiva di circa 47 ha di cui circa 39 ha in cui insiste il campo fotovoltaico.

L'Area è ubicata nella Regione Puglia, Comuni di Stornarella (FG) e Orta Nova (FG) ad una quota altimetrica di circa 140 m s.l.m., in c/da "Rio Morto" e risulta essenzialmente pianeggiante.

Le coordinate geografiche del sito sono: Lat. 41.284190, Long. 15.676238.

L'Area verrà collegata alla RTN ad una futura sottostazione della società Terna S.p.a. attraverso un cavidotto interrato in MT che percorrerà strade pubbliche e viabilità privata (per quest'ultima con previsione di esproprio). La futura sottostazione della società Terna s.p.a. sarà ubicata nel Comune di Stornara (FG) e, in posizione attigua, è stata prevista la cabina utente MT, (dove avverrà la trasformazione MT/AT per la connessione alla RTN), in un'area con previsione di esproprio.


L'Area d'intervento (campo fotovoltaico, linea elettrica di connessione MT alla RTN e ubicazione stazione d'utenza) riguarderà i seguenti comuni:

- Comune di Stornarella (FG) – campo fotovoltaico – estensione complessiva dell'area mq 321.066,00 – estensione complessiva dell'intervento mq 252.047,00;
- Comune di Orta Nova (FG) - campo fotovoltaico – estensione complessiva dell'area mq 145.362,00 – estensione complessiva dell'intervento mq 136.721,00;
- Comuni di Stornarella (FG), Orta Nova (FG) e Stornara (FG) – Linea elettrica interrata di connessione in MT;
- Comune di Stornara (FG) – ubicazione stazione d'utenza

Per quanto riguarda le specifiche catastali si rimanda alle tabelle seguenti.

L'intera area ricade in zona agricola.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	8	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

Il parco fotovoltaico, mediante un cavidotto interrato in MT della lunghezza di circa 12,5 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 Stornara (FG) al Foglio di mappa n. 4, sulle particelle da frazionare n. 42 e 3.

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) RTN a 150 kV da inserire in “entra – esce” alla linea a 150 kV “CP Ortanova – SE Stornara” previa realizzazione di due elettrodotti RTN a 150 kV tra la futura SE sopra indicata e una futura SE RTN a 380/150 kV da inserire in “entra – esce” alla linea 380 kV della RTN “Foggia – Palo del Colle”. 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. 176 del 29.06.2011 e n. 202 del 12 dicembre 2018.

L’impianto fotovoltaico della potenza FV nominale massima di 24029,00 kW, con potenza nominale in AC di 21000 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 1956 stringhe composte da:
 - 978 tracker su cui saranno montate due stringhe ciascuna costituita da 27 moduli per un totale di 54 moduli fotovoltaici bi-facciali su ogni tracker;
 - 52.812 moduli in silicio monocristallino della tipologia Longi-Solar LR4 – 72HBD – 455M o similare, per una potenza complessiva massima di poco superiore a 24,900 MWp;

n. 5 inverter della tipologia SMA Solar Technology AG del tipo Sunny Central 4200-UP, 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.

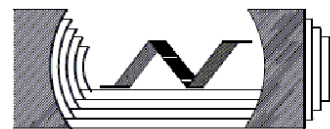
Il dimensionamento dell’impianto è stato condotto con il programma PVSYST di cui si riporta il report completo del dimensionamento elettrico.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	9	56

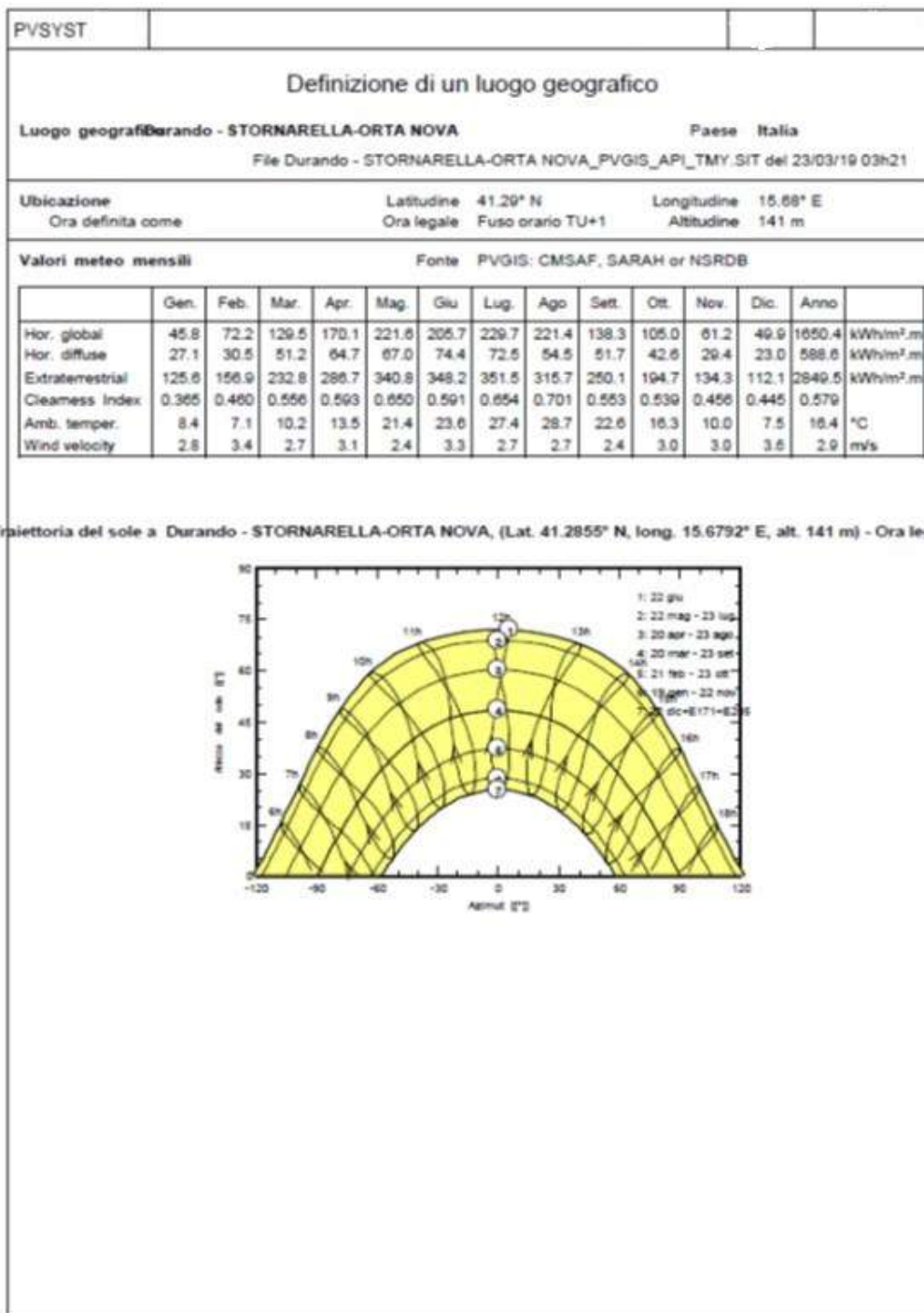
Ing. Nicola Roselli
Via Dei Meli, 19
86039 Termoli (CB)

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a
inseguimento solare da ubicare nei
Comuni di Stornarella e Orta Nova –
(provincia di Foggia)**

Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.



Studio di Ingegneria



Dati di irraggiamento solare

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	10	56

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

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a
inseguimento solare da ubicare nei
Comuni di Stornarella e Orta Nova –
(provincia di Foggia)**

Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.



Studio di Ingegneria

PVSYST V6.85		Pagina 1/4	
Sistema connesso in rete: Parametri di simulazione			
Progetto : FTV_STORNARELLA_OK_DEFINITIVO_REGIONE_1			
Luogo geografico		Durando - STORNARELLA-ORTA NOVA	Paese Italia
Ubicazione	Latitudine	41.29° N	Longitudine 15.68° E
Ora definita come	Ora legale	Fuso orario TU+1	Altitudine 141 m
	Albedo	0.20	
Dati meteo:	Durando - STORNARELLA-ORTA NOVA	PVGIS: CMSAF, SARAH or NSRDB - TMY	
Variante di simulazione : Nuova variante di simulazione			
	Data di simulazione	27/02/20 12h48	
	Simulazione per la	9° Anno dell'operazione	
Parametri di simulazione	Tipo di sistema	Eliostati illimitati con indetreggiamento	
Assi inseguimento orizzontali	Modelli semplificati, illimitati	999	Riche inseguitori Azimut asse 0°
Limitazioni di rotazione	Phi min.	-60°	Phi max. 60°
	Tracking algorithm	Irradiance optimization	
Strategia Backtracking	N. di eliostati	999	Eliostati illimitati
	Distanza eliostati	10.6 m	Larghezza collettori 4.23 m
Banda inattiva	Sinistra	0.02 m	Destra 0.02 m
Angolo limite indetreggiamento	Limiti phi	+/- 68° Fattore di occupazione (GCR) 39.9 %	
Modelli utilizzati	Trasposizione	Perez	Diffuso Importato
Orizzonte	Orizzonte libero		
Ombre vicine	Senza ombre		
Sistema a moduli bifacciali	Modello	Unlimited trackers, 2D calculation	
	Distanza eliostati	10.60 m	ampiezza eliostati 4.27 m
	Tracking limit angle	60°	GCR 40.3 %
	Albedo dal suolo	20.0 %	Axis height above ground 2.50 m
Fattore di ripartizione delle faccie associato al modulo FV	Fattore di ombreggiamento posteriore	5.0 %	
Trasparenza del modul FV	Perdite per Mismatch posteriori	2.0 %	
Bisogni dell'utente :	Carico illimitato (rete)		
Fattore di potenza	Cos(phi)	1.000 leading	Phi 0.0°
Caratteristiche campo FV			
Modulo FV	Si-mono	Modello	LR4-72HBD-455M-glaze-new
definizione customizzata dei parametri		Costruttore	Longi Solar
Numero di moduli FV		In serie	27 moduli
Numero totale di moduli FV		N. di moduli	52812
Potenza globale campo		Nominale (STC)	24029 kWp
Caratt. di funzionamento campo FV (50°C)		U mpp	999 V
Superficie totale		Superficie modulo	114791 m²
Inverter		Modello	Sunny Central 4200 UP (Preliminary)
definizione customizzata dei parametri		Costruttore	SMA
Caratteristiche		Tensione di funzionamento	921-1325 V
		Potenza nom. unit.	4200 kVA
Gruppo di inverter		N. di inverter	5 unità
		Potenza totale	21000 kVA
		Rapporto Pnom	1.14
Fattori di perdita campo FV			

PV Syst Licensed to ATLAS RE Srl (Italy)

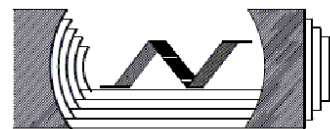
Traduzione senza garanzia. Solo il testo inglese fa fede.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	11	56

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

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a
inseguimento solare da ubicare nei
Comuni di Stornarella e Orta Nova –
(provincia di Foggia)**

Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.



Studio di Ingegneria

PVSYST V6.85		Pagina 2/4	
Sistema connesso in rete: Parametri di simulazione			
Perdite per sporco campo		Fraz. perdite	0.5 %
Fatt. di perdita termica	Uc (cost) 29.0 W/m²K	Uv (vento)	0.0 W/m²K / m/s
Perdita ohmica di cablaggio	Res. globale campo 0.76 mOhm	Fraz. perdite	1.5 % a STC
Perdita diodo di serie	Caduta di tensione 0.7 V	Fraz. perdite	0.1 % a STC
LID - Light Induced Degradation		Fraz. perdite	1.5 %
Perdita di qualità moduli		Fraz. perdite	-0.3 %
Perdite per "mismatch" moduli		Fraz. perdite	0.0 % a MPP
Degradamento medio moduli	Anno n° 9	Fattore di perdita annuale	0.4 %/anno
Disadattamento dovuto a degradamento	Dispersione Imp RMS 0.4 %/anno	Dispersione Vmp RMS	0.4 %/anno
Effetto d'incidenza, parametrizzazione ASHRAE	IAM = 1 - bo (1/cos i - 1)	Param. bo	0.05
Indisponibilità del sistema	1.5 giorni, 3 periodi	frazione di tempo	0.4 %
Perdite ausiliarie	Ventilatori costanti 14.00 kW... dalla soglia di potenza		0.0 kW
	Night auxiliaries consumption 14.00 kW		

PVsystr Licensed to: ATLAS RE Srl (Italy)

Traduzione senza garanzia. Solo il testo inglese fa fede.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	12	56

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

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a
inseguimento solare da ubicare nei
Comuni di Stornarella e Orta Nova –
(provincia di Foggia)**

Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.



Studio di Ingegneria

PVSYST V6.85		Pagina 3/4						
Sistema connesso in rete: Risultati principali								
Progetto : FTV_STORNARELLA_OK_DEFINITIVO_REGIONE_1								
Variante di simulazione : Nuova variante di simulazione								
Simulazione per la 9° 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 52812 Pnom totale 24029 kWp						
Inverter		Sunny Central 4200 UP (Preliminary) Pnom 4200 kW ac						
Gruppo di inverter		Numero di unità 5.0 Pnom totale 21000 kW ac						
Bisogni dell'utente		Carico illimitato (rete) Cos(Phi) 1.000 leading						
Risultati principali di simulazione		Energia prodotta 44448 MWh/anno Prod. spec. 1850 kWh/kWp/anno						
Produzione sistema		Energia apparente 44448 MVAh Indice rendimento PR 85.23 %						
Produzione normalizzata (per kWp installato): Potenza nominale 24029 kWp								
<p> Lc : Perdita di raccolta (perdite impianto FV) 0.74 kWh/kWp/g Ls : Perdite sistema (inverter,...) 0.14 kWh/kWp/g Yf : Energia utile prodotta (uscita inverter) 5.07 kWh/kWp/g </p>		<p>PR : Indice di rendimento (Yf / Yg) : 0.852</p>						
Nuova variante di simulazione								
Bilanci e risultati principali								
	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	
Gennaio	45.8	27.13	8.39	57.8	53.7	1301	1267	0.913
Febbraio	72.2	30.54	7.08	97.3	91.5	2180	2132	0.912
Marzo	129.5	51.23	10.24	172.3	163.4	3778	3560	0.860
Aprile	170.1	64.73	13.53	219.0	208.9	4724	4626	0.879
Maggio	221.6	67.04	21.44	289.2	277.3	5995	5876	0.845
Giugno	205.7	74.39	23.57	263.2	251.8	5440	5302	0.838
Luglio	229.7	72.49	27.43	301.9	289.2	6110	5995	0.826
Agosto	221.4	54.51	28.69	296.7	284.8	5947	5738	0.805
Settembre	138.3	51.68	22.64	184.1	174.9	3848	3773	0.853
Ottobre	105.0	42.56	16.25	141.1	133.2	3035	2974	0.877
Novembre	61.2	29.44	10.04	81.2	75.7	1797	1757	0.900
Dicembre	49.9	22.95	7.45	66.4	61.5	1485	1449	0.908
Anno	1650.3	588.70	16.46	2170.2	2065.9	45640	44448	0.852
Legenda:	GlobHor	Irraggiamento orizz. globale		GlobEff	Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre			
	DiffHor	Irraggiamento diffuso orizz.		EArray	Energia effettiva in uscita campo			
	T_Amb	T amb.		E_Grid	Energia iniettata nella rete			
	GlobInc	Globale incidente piano coll.		PR	Indice di rendimento			

PV Syst Licensed to ATLAS RE Srl (Italy)

Traduzione senza garanzia. Solo il testo inglese fa fede.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	13	56

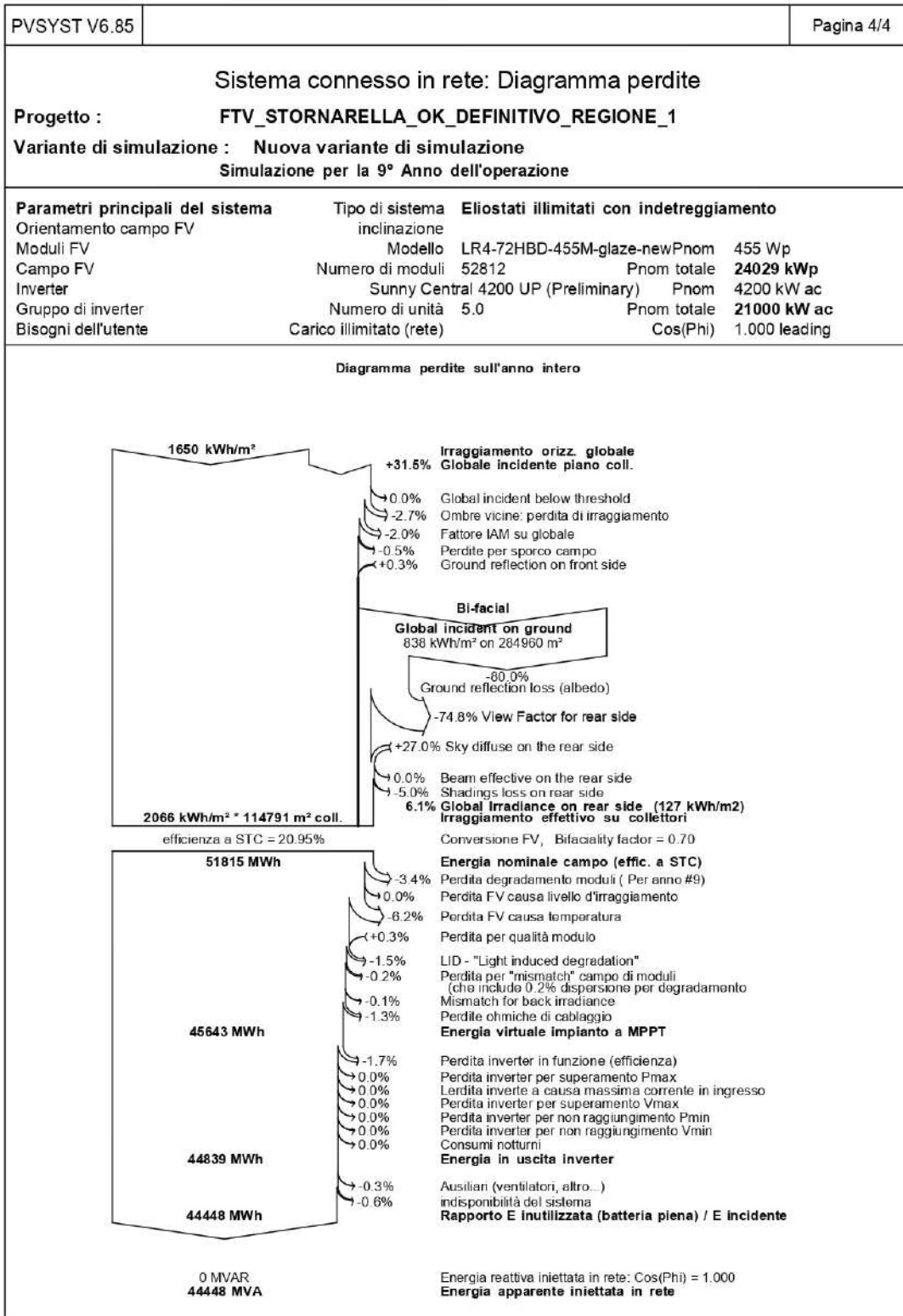
Ing. Nicola Roselli
Via Dei Meli, 19
86039 Termoli (CB)

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a
inseguimento solare da ubicare nei
Comuni di Stornarella e Orta Nova –
(provincia di Foggia)**


Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.



Studio di Ingegneria



SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	14	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

A.02.3 Sicurezza elettrica – Protezione dalle sovracorrenti

La protezione contro le sovracorrenti sarà assicurata secondo le prescrizioni della Norma CEI 64-8. In particolare sarà assicurato il coordinamento tra i cavi e i dispositivi di massima corrente installati, secondo le seguenti regole:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

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

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

S = sezione del cavo

A.02.4 Sicurezza elettrica – Protezione contro i contatti diretti

Le varie sezioni dell'impianto sono costituite da sistemi di Categoria I. Non essendo presenti circuiti a bassissima tensione di sicurezza (SELV) né a bassissima tensione di protezione (PELV), la protezione contro i contatti diretti sarà assicurata mediante isolamento completo delle parti attive, sia per la sezione in corrente continua che per quella in corrente alternata.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	15	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

A.02.5 Sicurezza elettrica – Protezione contro i contatti indiretti

Tutte le parti attive del generatore fotovoltaico saranno isolate da terra, mentre le masse metalliche saranno collegate all'impianto di terra di protezione.

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 – 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

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	16	56

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia) Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.	 Studio di Ingegneria
---	--	--

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 garantito 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.

A.02.6 Attivazione dei tracker


I tracker mono-assiali saranno movimentati attraverso un'alimentazione elettrica a 400 V CA – autoalimentati - con un consumo energetico annuo di circa 600 kWh per ogni MW prodotto. Il monitoraggio sarà possibile attraverso controllo locale/remoto.

A.02.7 Convertitori di potenza - Inverter e Cabina di Campo

All'interno dei locali di conversione avviene il passaggio da corrente continua a corrente alternata. Tale trasformazione avviene per mezzo di convertitori statici con caratteristiche idonee alla scelta dei pannelli fotovoltaici costituenti i singoli sottocampi. Si tratta di inverter trifase con le caratteristiche elettriche riportate nel seguito.

Pertanto la conversione da corrente continua a corrente alternata sarà realizzata mediante n° 5 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

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	17	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

campo fotovoltaico secondo l'allegato schema planimetrico (planimetria parco fotovoltaico), il tutto denominato MV POWER STATION 4200-S2.

La ripartizione dei vari moduli su ognuno degli inverter utilizzati sarà effettuata sulla base delle caratteristiche tecniche sotto riportate (o similari).

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	18	56

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

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a
inseguimento solare da ubicare nei
Comuni di Stornarella e Orta Nova –
(provincia di Foggia)**

Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.



Studio di Ingegneria

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

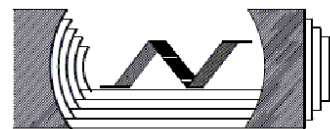
Technical Data	MVPS 4000-S2	MVPS 4200-S2
Input (DC)		
Available inverters	1 x SC 4000 UP (-US) or 1 x SC5 3450 UP (-US)	1 x SC 4200 UP (-US) or 1 x SC5 3600 UP (-US)
Max. input voltage	1500 V	1500 V
Max. input current	4750 A	4750 A
Number of DC inputs	24 double pole fused (32 single pole fused)	
Integrated 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, EN 50588-1 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.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	19	56

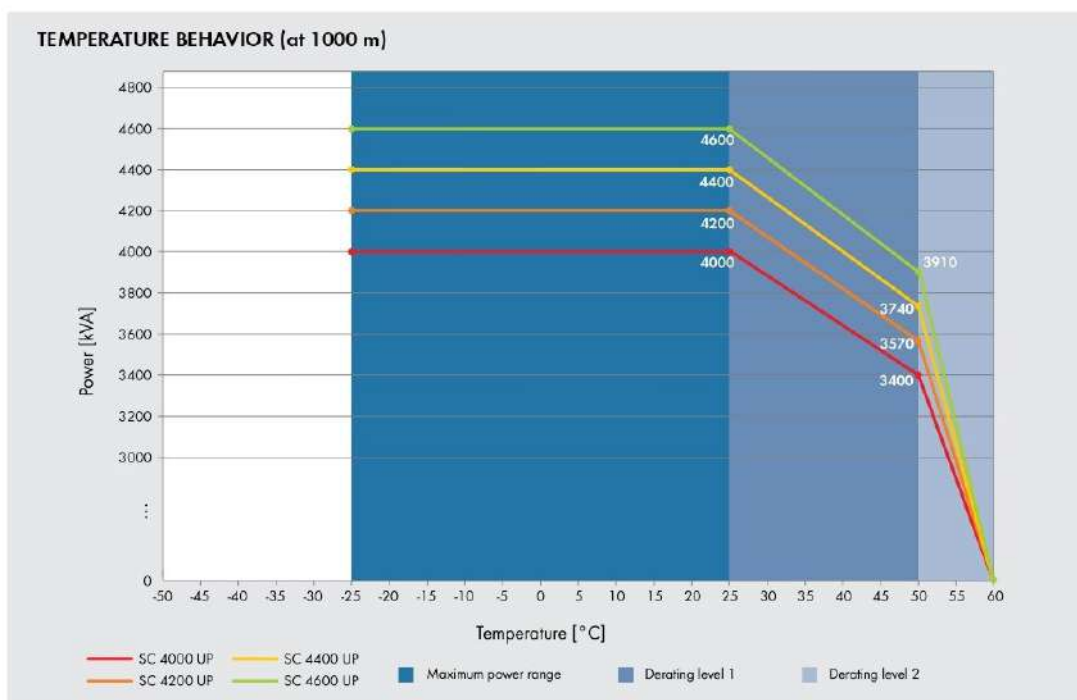
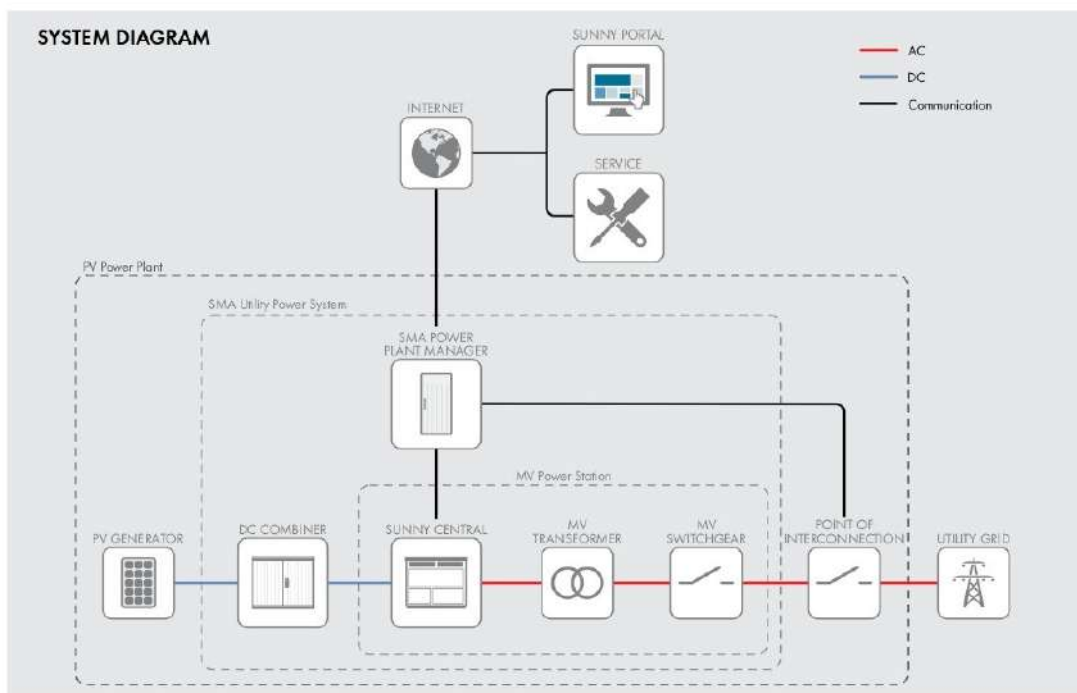
Ing. Nicola Roselli
Via Dei Meli, 19
86039 Termoli (CB)

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a
inseguimento solare da ubicare nei
Comuni di Stornarella e Orta Nova –
(provincia di Foggia)**


Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.



Studio di Ingegneria



SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	20	56

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia) Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.	 Studio di Ingegneria
---	--	--

Inverter – schema e diagrammi

Tutte le cabine di trasformazione saranno collegate, in parallelo, alla **cabina di campo** entro la quale saranno predisposte le apparecchiature di protezione e controllo.

I dispositivi previsti in cabina sono:

- quadro elettrico di bassa tensione contenente gli interruttori magnetotermici differenziali di protezione delle linee CA dei gruppi di conversione
- dispositivi di protezione
- dispositivo generale di media tensione
- accessori di cabina, linee elettriche di connessione
- impianto di terra.


I quadri MT di tipo protetto per interni sono composti da unità modulari (con funzioni di protezione e/o sezionamento per la connessione entra-esce) con le seguenti caratteristiche comuni:

- tensione nominale: 36 kV;
- tensione di prova a 50 Hz: 70 kV;
- tensione di prova ad impulso: 170 kV;
- tensione di esercizio: 30 kV;
- corrente nominale termica: 630 A o 1250 A;
- corrente ammissibile di breve durata: 16 kA;
- durata nominale del corto circuito: 1 s.

Le celle facenti parte delle unità modulari, in base alle diverse funzioni, potranno contenere:

- IMS (Interruttore di Manovra - Sezionatore) o sezionatore rotativo a tre posizioni (chiuso sulla linea, aperto e messo a terra) isolato in SF₆, contenuto in un involucro "sigillato a vita", (IEC 56 allegato EE) riempito di resina epossidica con pressione relativa del SF₆ di primo riempimento a 20 °C uguale a 0,4 bar; il potere di chiusura della messa a terra dell'IMS sarà uguale a 2,5 volte la corrente nominale ammissibile di breve durata;
- fusibili di media tensione tipo FUSARC - CF;
- terna di derivatori capacitivi, installati in corrispondenza dei terminali cavi;

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	21	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

- attacchi per l'allacciamento dei cavi di potenza;
- trasformatori di misura (TA e TV), conformi alle norme e alle prescrizioni UTF;
- comando a leverismi dei sezionatori;
- sbarra di messa a terra;
- sbarre principali e derivazioni, realizzate in rame rivestito con isolati termorestringenti e dimensionate per sopportare le correnti di corto circuito fino a 20 kA per 1 secondo.

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari di tutte le cabine interne alla centrale sarà richiesta al Gestore una apposita fornitura in BT 400/230 V che alimenterà, direttamente o tramite convertitori per le utenze in corrente continua:

- Prese F.M. interne
- Illuminazione interna ed esterna
- Resistenze anticondensa quadri
- Segnalazioni, allarmi quadri
- Comandi motorizzati degli interruttori di manovra - sezionatori
- Eventuali apparecchiature di telecomunicazione.


A.02.8 Impianto di terra

L'impianto di terra sarà progettato e realizzato in accordo con la norma CEI 11-1, Norma CEI 99-3 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11-37, partendo dai dati di resistività del terreno, corrente di guasto sul nodo elettrico e tempo di eliminazione del guasto che saranno riportati nel documento di progetto. L'impianto di terra sarà costituito essenzialmente da un dispersore intenzionale con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione pari a 35/50 mmq, interrato ad una profondità di circa 800 mm e realizzato in modo da costituire una maglia equipotenziale su tutta l'area in cui insisterà l'impiantistica di stazione.

Per le connessioni agli armadi verranno impiegati conduttori di sezione pari a 35/50 mmq.

Alla maglia di terra verranno collegati i dispersori di fatto, costituiti dalle armature metalliche delle opere civili, e tutte le masse e masse estranee facenti parte dell'impianto.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	22	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

La maglia verrà realizzata con corda in rame nudo, di sezione adeguata alla corrente di guasto da disperdere, mentre tutti i collegamenti di terra saranno realizzati con cavi rispondenti alle norme CEI 7-4, 7-1 di sezione adeguata.

Prima della messa in servizio dell'impianto, saranno effettuate le verifiche dell'impianto di terra previste dal DPR 22 ottobre 2001 n. 462.

A.02.9 Protezione da corto circuiti sul lato c.c. dell'impianto

Gli impianti FV sono realizzati attraverso il collegamento in serie/parallelo di un determinato numero moduli FV, a loro volta realizzati attraverso il collegamento in serie/parallelo di celle FV inglobate e sigillate in un unico pannello d'insieme. Pertanto gli impianti FV di qualsiasi dimensione conservano le caratteristiche elettriche della singola cella, semplicemente a livelli di tensione e correnti superiore, a seconda del numero di celle connesse in serie (per ottenere tensioni maggiori) oppure in parallelo (per ottenere correnti maggiori).

Negli impianti fotovoltaici la corrente di corto circuito dell'impianto non può superare la somma delle correnti di corto circuito delle singole stringhe.

Essendo le stringhe composte da una serie di generatori di corrente (i moduli fotovoltaici) la loro corrente di corto è di poco superiore alla corrente nel punto di massima potenza.


A.02.10 Sicurezze sul lato c.a. dell'impianto

La limitazione delle correnti del campo fotovoltaico comporta analogia limitazione anche nelle correnti in uscita dagli inverter.

Eventi di corto circuito sul lato alternata dell'impianto sono tuttavia pericolosi perché possono provocare ritorni da rete di intensità non limitata.

L'interruttore MT in SF6 è equipaggiato con una protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	23	56


<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

A.03 PROGETTO DELL'ELETTRODOTTO.

A.03.1 Normativa di riferimento


- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli 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 11-27 Lavori su impianti elettrici
- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo
- CEI 11-20 + V1 e V2 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
- CEI EN 50110-1 CEI (11-48) Esercizio degli impianti elettrici
- CEI EN 50160 CEI (8-9) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica
- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
- Norma CEI 0-14 "Guida all'applicazione del DPR 462/01 relativa alla semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra degli impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi"
- Norma CEI 11-4 "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne"
- Norma CEI 11-32 "Impianti di produzione di energia elettrica connessi a sistemi di III categoria"
- Norma CEI 11-46 "Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi – Progettazione, costruzione, gestione ed utilizzo – Criteri generali di posa"
- Norma CEI 11-47 "Impianti tecnologici sotterranei – Criteri generali di posa"

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	24	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

- Norma CEI 11-61 "Guida all'inserimento ambientale delle linee aeree esterne e delle stazioni elettriche"
- Norma CEI 11-62 "Stazioni del cliente finale allacciate a reti di terza categoria"
- Norma CEI 11-63 "Cabine Primarie"
- Norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua"
- Norma CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto"
- Norma CEI EN 50086 2-4 "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati"
- Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 n. 81 - "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"
- D.P.R. 22 Ottobre 2001 n. 462 "Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi"
- Decreto Legislativo 1 agosto 2003 n. 259 "Codice delle comunicazioni elettroniche"
- D.M. 12 Settembre 1959 "Attribuzione dei compiti e determinazione delle modalità e delle documentazioni relative all'esercizio delle verifiche e dei controlli previste dalle norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro"
- Testo Unico di Leggi sulle Acque e sugli Impianti Elettrici (R.D. n. 1775 del 11/12/1933);
- Norme per l'esecuzione delle linee aeree esterne (R.D. n. 1969 del 25/11/1940) e successivi aggiornamenti (D.P.R. n. 1062 del 21/6/1968 e D.M. n. 449 del 21/3/1988);
- "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne" (D.M. n. 449 del 21/03/1988);

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	25	56

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia) Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.	 Studio di Ingegneria
---	--	--

- "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne" (D.M. 16/01/1991) e successivi aggiornamenti (D.M. 05/08/1998);
- Codice Civile (relativamente alla stipula degli atti di costituzione di servitù);
- "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz)" (D.P.C.M del 8/07/2003);
- "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8" (D.M. 24.11.1984 e s.m.i.);
- Codice della strada (D.Lgs. n. 285/92) e successive modificazioni;
- Leggi regionali e regolamenti locali in materia di rilascio delle autorizzazioni alla costruzione degli elettrodotti, qualora presenti ed in vigore.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.


A.03.2 Generalità

Il tracciato è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11-12-1933 n.1775, comparando le esigenze di pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati.

Nella definizione dell'opera sono stati adottati i seguenti criteri progettuali:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare certi limiti di convenienza tecnico economica;
- mantenere il tracciato del cavo il più possibile all'interno delle strade esistenti, soprattutto in corrispondenza dell'attraversamento di nuclei e centri abitati, tenendo conto di eventuali trasformazioni ed espansioni urbane future;
- evitare per quanto possibile di interessare case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	26	56

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia) Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.	 Studio di Ingegneria
---	--	--

- minimizzare l'interferenza con le eventuali zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico.


Inoltre, per quanto riguarda l'esposizione ai campi magnetici, in linea con il dettato dell'art. 4 del DPCM 08-07-2003 di cui alla Legge. n° 36 del 22/02/2001, i tracciati sono stati eseguiti tenendo conto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T.

A.03.3 Descrizione del tracciato

L'elettrodotto interrato in oggetto avrà una lunghezza complessiva di circa 12,5 km, e interesserà i comuni di Orta Nova (FG) e Stornara (FG). Sarà realizzato in cavo interrato con tensione nominale di 30kV, che collegherà l'impianto fotovoltaico con la futura stazione di utenza adiacente alla futura stazione di rete 150kV di Stornara.

Il tracciato parte dalla cabina d'impianto e raggiunge (attraversano terreni privati oggetto di apposizione di asservimento) la limitrofa strada esistente "Ortona - Stornarella", in territorio comunale di Orta Nova, attraverso cavi interrati. Percorrendo tale percorso (entro la quale vi sono particelle catastali di ditte private) per circa 3411,50 ml, sempre in interrato, si raggiunge la strada "Tratturello Regio Ponte di Bovino" che verrà percorsa per circa 5800,00 ml. Si giunge sulla Strada Provinciale SP 83 che verrà percorsa per circa 516 ml, fino ad arrivare ad una strada esistente, con intestatario un ente pubblico (territorio comunale di Stornara), nella quale saranno percorsi circa 912,00 ml. Si giunge di nuovo sulla SP 83 sulla quale saranno percorsi circa 539 ml con cavidotto interrato, sempre nel territorio comunale di Stornara, fino ad interessare un'area, con intestatario privato, di lunghezza complessiva di circa 1061 ml. Da questo punto si percorre la strada comunale "Contessa" per circa 700,00 ml per poi attraversare la strada vicinale "Schiavone" per circa ml 865,00 e giungere nell'area della futura sottostazione utente per la trasformazione MT/AT.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	27	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--



Vista d'insieme dell'impianto con collegamento cavo MT (in blu)

A.03.4 Caratteristiche tecniche dell'elettrodotto in progetto e dimensionamento del cavo

L'elettrodotto in oggetto costituisce l'elemento di collegamento tra la cabina di impianto, situata sul perimetro dell'impianto fotovoltaico e la nuova stazione di utenza AT/MT che consentirà di innalzare la tensione da 30kV a 150kV e quindi di smistare l'energia elettrica prodotta dall'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale.


La corrente massima in uscita dalle stazioni INVERTER è di 525A a una tensione di 30kV.

La linea sarà realizzata interamente con terna di cavi interrati all'interno di due cavidotti in PVC, in modo da ridurre al minimo l'impatto ambientale.

I cavi utilizzati saranno del tipo tripolari elicordati ad elica ad isolamento solido estruso con conduttori di alluminio, del tipo ARG7H1R 18/30 Kv, aventi una sezione nominale di 300 mm².

L'isolamento sarà costituito da miscela a base di polietilene reticolato (XLPE) o, in alternativa, da miscela elastomerica reticolata ad alto modulo a base di gomma sintetica (HEPR), qualità G7

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	28	56

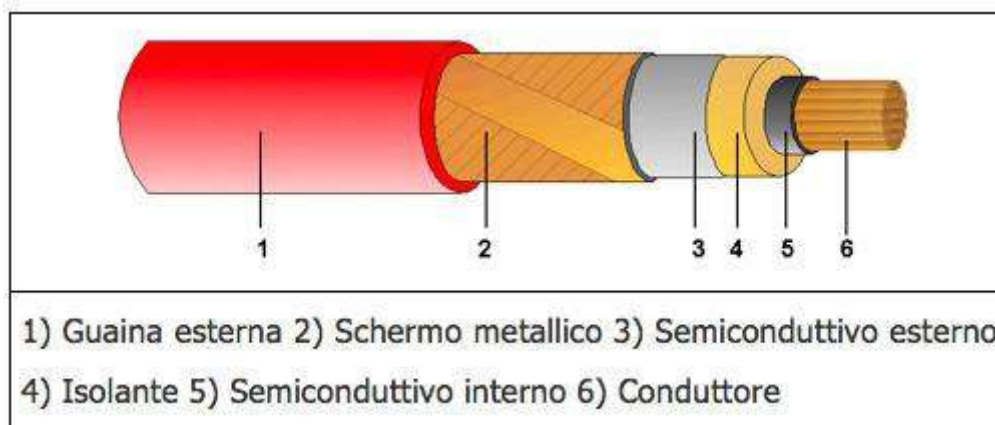
<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

rispondente alle norme CEI 20-11 e CEI 20-13: in entrambi i casi la temperatura di esercizio del cavo sarà pari a 90° C.

Lo schermo elettrico è in semiconduttore estruso sull'isolante.

Lo schermo fisico è in alluminio, a nastro, con o senza equalizzazione.

La guaina protettiva può essere in polietilene o PVC.




La portata del cavo interrato a trifoglio da 300 mm² è pari a 478, per cui la sezione scelta è sufficiente a trasportare la potenza richiesta.

La scelta dell'alluminio come materiale conduttore del cavo è stata determinata dalla più ampia reperibilità sul mercato e dal più basso costo, ma soprattutto da considerazioni di sicurezza tipicamente legate ad eventi locali. Infatti, l'esperienza in altri cantieri ha evidenziato l'improponibilità dell'utilizzo di cavi in rame a causa dei ripetuti furti e danneggiamenti subiti dai cavi in fase di posa che hanno reso estremamente difficoltoso il normale svolgimento della costruzione degli elettrodotti.

La scelta delle sezioni dei cavi è stata fatta considerando:

- le correnti di impiego determinate dalla potenza effettiva, che equivale alla potenza nominale ridotta del 15% per tener conto della effettiva potenza massima che i moduli FV riescono a produrre (a valle delle perdite nella conversione), per evitare un sovradimensionamento dei cavi;

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	29	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

- le portate dei cavi per la tipologia di posa (norma CEI 20-21) e per la tipologia di carico ciclico giornaliero (CEI 20-42/1);
- il contenimento delle perdite di linea.

I coefficienti di calcolo per la portata dei cavi (profondità di posa, condizioni termiche, ecc.) sono stati assunti secondo le seguenti ipotesi:


- resistività termica del terreno pari a 1,5 °K m/W (in fase di progettazione esecutiva sarà effettuata una misura di resistività termica del terreno lungo il tracciato previsto, in modo tale da effettuare una correzione del valore se risultasse più alto), pari a quella del cls, ipotesi a favore della sicurezza rispetto alle prescrizioni della norma CEI 20-21;
- temperatura terreno pari a 20° C (CEI 20-21 A.3);
- coefficiente di variazione della portata per carico ciclico giornaliero;
- fattori di riduzione quando nello scavo sono presenti condutture affiancate;
- ulteriore fattore di sicurezza corrispondente ad una riduzione del 10% rispetto alla portata calcolata (I_z);
- condizioni di posa con la situazione termica più critica.

La scelta della sezione è stata effettuata considerando che il cavo deve avere una portata I_z uguale o superiore alla corrente di impiego I_b del circuito.

Durante le operazioni di installazione la temperatura dei cavi per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venir piegati o raddrizzati non deve essere inferiore a quanto specificato dal produttore del cavo.

Successivamente alle operazioni di posa e comunque prima della messa in servizio, l'isolamento dei cavi a MT, dei giunti e dei terminali, sarà verificato attraverso opportune misurazioni secondo le CEI 11-17. La tensione di prova dell'isolamento in corrente continua dovrà essere pari a quattro volte la tensione nominale stellata.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	30	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

A.03.5 Campi elettrici e magnetici

Per quanto riguarda i campi elettrici e magnetici, si rimanda alla relazione tecnica interamente dedicata a tale tema e allegata alla presente.

A.03.6 Modalità di posa

L'elettrodotto in oggetto, come in precedenza specificato, è composto da due linee in cavo interrato. Le due linee saranno posate all'interno di due corrugati, di diametro 200mm². La profondità minima di posa, deve essere tale da garantire almeno 1 m, misurato dall'estradosso superiore dei cavi.

I due corrugati verranno alloggiati in terreno di riporto.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.


Per evitare danneggiamenti meccanici sul cavo, durante la posa, si dovrà tenere conto dello sforzo massimo del cavo e del raggio di curvatura minimo.

In caso di presenza di acqua occorrerà prestare particolare attenzione per evitare che possa entrare acqua o umidità alle estremità dei cavi: dovrà essere effettuata la spelatura del cavo per 30cm, la sigillatura mediante coni di fissaggio in corrispondenza dell'inizio dell'isolante e la sigillatura mediante calotte termo-restringenti in caso di interrimento del cavo prima della realizzazione di giunzioni o terminazioni.

I cavi sono protetti dai corrugati a doppia parete con grado di sciacciamento di almeno 450N.

Sarà previsto superiormente il nastro segnaletico posato ad almeno 50cm dal corrugato.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	31	56


<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

A.03.7 Fibre ottiche

E' prevista l'installazione di fibre ottiche a servizio della linea, le quali saranno posate contestualmente alla stesura del cavo secondo le modalità descritte nei tipici allegati.

In sede di progetto esecutivo e comunque prima che si dia inizio alla realizzazione dell'opera ed in particolare prima dell'installazione della rete di comunicazioni elettroniche in fibre ottiche a servizio dell'elettrodotto, si procederà all'ottenimento dell'autorizzazione generale espletando gli obblighi stabiliti dal Decreto Legislativo 1 agosto 2003, n. 259, "Codice delle comunicazioni elettroniche"; in particolare si procederà alla presentazione della dichiarazione, conforme al modello riportato nell'allegato n. 14 al suddetto decreto, contenente l'intenzione di installare o esercire una rete di comunicazione elettronica ad uso privato; ciò costituisce denuncia di inizio attività ai sensi dello stesso D.Lgs.259/2003 art. 99, comma 4.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	32	56


<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

A.04 PROGETTO DELLA STAZIONE UTENTE – CONVERSIONE MT/AT – APPARATI DI CONNESSIONE ALLA RTN.

A.04.1 Normativa di riferimento


- Legge 28 giugno 1986 n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne";
- Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- D.P.C.M. 14 Novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"; • Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e ss.mm.ii.;
- DPCM 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- Legge CAVO agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia" e ss.mm.ii.;
- Decreto 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".
- D.Lgs. 81/08 "Attuazione dell'art 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- Legge n. 186 del 1/3/1968 Costruzione di impianti a regola d'arte;
- D.M. n.37 del 22 gennaio 2008. Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.P.R. n. 447 del 6/12/1991;
- T.U. Sicurezza "Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE,

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	33	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--


- 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro";
- CIGRE General guidelines for the design of outdoor AC substations – Working Group 23.03;
- CEI 11-27 – Lavori su impianti elettrici;
- CEI EN 50110-1-2 – Esercizio degli impianti elettrici;
- CEI 11-1 – Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI 11-4 – Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- CEI 11-17 – Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI EN 60721-3-3 – Classificazioni delle condizioni ambientali;
- CEI EN 60721-3-4 – Classificazioni delle condizioni ambientali;
- CEI EN 60068-3-3 – Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature;
- CEI 64-2 – Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione;
- CEI 64-8 – Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua;
- CEI EN 62271-100 – Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;
- CEI EN 62271-102 – Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione;
- CEI EN 61009-1 – Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari;
- CEI EN 60898-1 – Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari;
- CEI 33-2 – Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi;
- Norma CEI 36-12 – Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V;
- CEI EN 60044-1 – Trasformatori di corrente;
- CEI EN 60044-2 – Trasformatori di tensione induttivi;
- CEI EN 60044-5 – Trasformatori di tensione capacitivi;

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	34	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

- CEI 57-2 – Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata;
- CEI 57-3 – Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate;
- CEI EN 60076-1 – Trasformatori di potenza;
- CEI EN 60137 – Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV;
- CEI EN 60099-4 – Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri per reti a corrente alternata;
- CEI EN 60099-5 – Scaricatori – Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione;
- CEI EN 60507 – Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60694 – Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione;
- CEI EN 60529 – Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
- CEI EN 60168 – Prove di isolatori per interno ed esterno di ceramica e di vetro per impianti con tensione nominale superiore a 1000 V;
- CEI EN 60383-1 – Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 1 Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata;
- CEI EN 60383-2 – Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 2 Catene di isolatori e equipaggiamenti completi per reti in corrente alternata;
- CEI EN 61284 – Linee aeree – Prescrizioni e prove per la morsetteria;
- CEI EN 61000-6-2 – Immunità per gli ambienti industriali;
- CEI EN 61000-6-4 – Emissione per gli ambienti industriali;
- Norme e Raccomandazioni IEC;
- Prescrizioni e raccomandazioni della Struttura Pubblica di Controllo Competente (ASL/ISPESL);
- Norme di unificazione UNI e UNEL;
- Direttive europee.
- Prescrizioni Terna.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	35	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

A.04.2 Descrizione delle opere

La stazione elettrica di utenza sarà realizzata allo scopo di collegare alla futura Stazione Elettrica a 150 kV di Stornara (FG) l'impianto fotovoltaico in progetto.

Tale stazione elettrica è prevista nella porzione nord del territorio del Comune di Stornara in Provincia di Foggia, nella Regione Puglia.

Il sito che ospiterà la nuova stazione elettrica d'utenza si trova in un'area adiacente a quella che sarà occupata dalla futura Stazione Elettrica a 150 kV della RTN; precisamente, al foglio di mappa 4, sulla particella 3 (da frazionare), interessando anche la particella attigua n. 42 (da frazionare) per mezzo del cavidotto MT interrato.

Dalla stazione d'utenza di cui sopra, mediante conduttori nudi, il parco fotovoltaico sarà connesso in antenna a 150 kV con la sezione 150 kV della futura stazione elettrica della RTN 150 kV di Stornara.


A.04.3 Condizioni ambientali di riferimento

- Valore minimo temperatura ambiente all'interno: -5°C
- Valore minimo temperatura ambiente all'esterno: -25°C
- Temperatura ambiente di riferimento per la portata delle condutture: 30°C
- Altitudine e pressione dell'aria: poiché l'altitudine è inferiore ai 1000 m s.l.m. non si considerano variazioni della pressione dell'aria
- Umidità all'interno: 95%
- Umidità all'esterno: fino al 100% per periodi limitati
- Classificazione sismica: zona 2 - sismicità media

A.04.4 Consistenza della sezione in alta tensione a 150 kV

La sezione in alta tensione a 150 kV è composta da uno stallo di trasformazione con apparati di misura e protezione (TV e TA), interruttore, scaricatore di sovratensione, sezionatori e trasformatori di misura (TA e TV) per le protezioni, secondo quanto previsto dagli standard e dalle prescrizioni Terna.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	36	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

A.04.5 Consistenza della sezione in media tensione a 30 kV

La sezione in media tensione è composta dal quadro MT a 30 kV, che prevede:

- Montante partenza trasformatore MT/AT
- Montante di arrivo linea dall' impianto fotovoltaico
- Montante alimentazione trasformatore ausiliari

A.04.6 Sistema di protezione, monitoraggio, comando e controllo

La stazione può essere controllata da: un sistema centralizzato di controllo in sala quadri e un sistema di telecontrollo da una o più postazioni remote.

I sistemi di controllo, di protezione e di misura centralizzati sono installati nell'edificio di stazione ed interconnessi tra loro e con le apparecchiature installate tramite cavi a fibre ottiche e hanno la funzione di connettere l'impianto con i sistemi remoti di telecontrollo, di provvedere al controllo e all'automazione a livello di impianto di tutta la stazione, alla restituzione dell'oscillografia e alla registrazione cronologica degli eventi.

Dalla sala quadri centralizzata è possibile il controllo della stazione qualora venga a mancare il sistema di teletrasmissione o quando questo è messo fuori servizio per manutenzione. In sala quadri la situazione dell'impianto (posizione degli organi di manovra), le misure e le segnalazioni sono rese disponibili su un display video dal quale è possibile effettuare le manovre di esercizio.


A.04.7 Servizi ausiliari in c.a. e c.c.

Il sistema dei servizi ausiliari in c.a. è costituito da:

- quadro MT (costituito da due semiquadri)
- trasformatori MT/BT
- quadro BT centralizzato di distribuzione (costituito da due semiquadri)

I servizi ausiliari in c.c. a 110 V sono alimentati da due raddrizzatori carica-batteria in tampone con una batteria prevista per un'autonomia di 4 ore. Ciascuno dei due raddrizzatori è in grado di alimentare i

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	37	56

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia) Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.	 Studio di Ingegneria
---	--	--

carichi di tutto l'impianto e contemporaneamente di fornire la corrente di carica della batteria; in caso di anomalia su un raddrizzatore i carichi vengono commutati automaticamente sull'altro.

Il sistema dei servizi ausiliari in c.c. è costituito da: batteria, raddrizzatori, quadro di distribuzione centralizzato e quadri di distribuzione nei chioschi (comuni per c.a. e c.c.).

A.04.8 Trasformatore


Il trasformatore trifase in olio per trasmissione in alta tensione, con tensione primaria 150 KV e secondaria 30 kV, è costruito secondo le norme CEI 14-4, con nuclei magnetici a lamierini al Fe e Si a cristalli orientati a bassa cifra di perdita ed elevata permeabilità. I nuclei sono realizzati a sezione gradinata con giunti a 45° e montati a strati sfalsati (esecuzione step lap) per assicurare una riduzione delle perdite a vuoto ed un migliore controllo del livello di rumore.

Gli avvolgimenti vengono tutti realizzati con conduttori in rame elettrolitico E Cu 99.9%, ricotto o ad incrudimento controllato, con isolamento in carta di pura cellulosa. Allo scopo di mantenere costante la tensione dell'avvolgimento secondario al variare della tensione primaria il trasformatore è corredato di un commutatore di prese sull'avvolgimento collegato alla rete elettrica soggetto a variazioni di tensione. Lo smaltimento dell'energia termica prodotta nel trasformatore per effetto delle perdite nel circuito magnetico e negli avvolgimenti elettrici sarà del tipo ONAN/ONAF (circolazione naturale dell'olio e dell'aria/ circolazione naturale dell'olio e forzata dell'aria).

Le casse d'olio sono in acciaio elettrosaldato con conservatore e radiatori. Isolatori passanti in porcellana. Riempimento con olio minerale esente da PCB o, a richiesta, con fluido isolante siliconico ininfiammabile.

Il trasformatore è dotato di valvola di svuotamento dell'olio a fondo cassa, valvola di scarico delle sovrappressioni sul conservatore d'olio, livello olio, pozzetto termometrico, morsetti per la messa a terra della cassa, golfari di sollevamento, rulli di scorrimento orientabili. Il peso complessivo del trasformatore è stimabile attorno alle 40 t.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	38	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

A.04.9 Collegamento alla futura stazione 150 kV RTN di Stornara

Il collegamento alla nuova stazione RTN di Stornara permetterà di convogliare l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico in progetto alla rete ad alta tensione. A tal fine, l'energia prodotta alla tensione di 30 kV dall'impianto fotovoltaico, sarà inviata allo stallo di trasformazione della costruenda stazione di Utenza. Qui verrà trasferita, previo innalzamento della tensione a 150 kV tramite trasformatore 30 /150 kV.

L'impianto risulta equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su tre livelli: dispositivo generale; dispositivo di interfaccia; dispositivo del generatore. Al dispositivo generale + interfaccia non può essere infatti associata anche la funzione di dispositivo di generatore (in pratica fra la generazione e la rete TERNA saranno sempre presenti interruttori in serie tra loro).

A.04.09.1 Dispositivo Generale

Il dispositivo generale sarà costituito da un interruttore in esecuzione estraibile con sganciatore di apertura oppure interruttore con sganciatore di apertura e sezionatore da installare a valle del trasformatore di utenza.


A.04.09.2 Dispositivi di Interfaccia e Collegamento alla Rete

Il dispositivo di interfaccia (DI) determina la sconnessione dell'impianto di generazione in caso di mancanza di tensione sulla rete di trasmissione nazionale.

La protezione di interfaccia, agendo sull'omonimo dispositivo, sconnette l'impianto di produzione dalla rete TERNA evitando che:

- in caso di mancanza dell'alimentazione TERNA, il Cliente Produttore possa alimentare la rete TERNA stessa;
- in caso di guasto sulla rete TERNA, il Cliente Produttore possa continuare ad alimentare il guasto stesso inficiando l'efficacia delle richiuse automatiche, ovvero che l'impianto di

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	39	56

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	<p align="center">Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p align="center">Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

produzione possa alimentare i guasti sulla rete TERNA prolungandone il tempo di estinzione e pregiudicando l'eliminazione del guasto stesso con possibili conseguenze sulla sicurezza;

- in caso di richiuse automatiche o manuali di interruttori TERNA, il generatore possa trovarsi in discordanza di fase con la rete TERNA con possibilità di rotture meccaniche

Le protezioni di interfaccia sono costituite essenzialmente da relé di frequenza, di tensione ed, eventualmente, di massima tensione omopolare.

Per la sicurezza dell'esercizio della rete di Trasmissione Nazionale è prevista la realizzazione di un rinalzo alla mancata apertura del dispositivo d'interfaccia.

Il rinalzo consiste nel riportare il comando di scatto, emesso dalla protezione di interfaccia, ad un altro organo di manovra. Esso è costituito da un circuito a lancio di tensione, condizionato dalla posizione di chiuso del dispositivo di interfaccia, con temporizzazione ritardata a 0.5 s, che agirà sul dispositivo di protezione lato MT del trasformatore di utenza. Il temporizzatore sarà attivato dal circuito di scatto della protezione di interfaccia. In caso di mancata apertura di uno degli stalli di produzione il Dispositivo di Interfaccia comanda l'apertura del Dispositivo Generale che distacca l'impianto fotovoltaico dalla rete di TERNA, contestualmente a questa situazione tutti i Servizi Ausiliari rimangono alimentati dall'UPS.

A.04.09.3 Dispositivo del generatore


Il dispositivo del generatore è costituito da (interruttore o contattore) installato a valle dei terminali di ciascun generatore dell'impianto di produzione. In condizioni di "aperto", il dispositivo del generatore separa il gruppo dal resto dell'impianto.

A.04.09.4 Gruppi di misura

In un impianto fotovoltaico collegato in parallelo con la rete è necessario misurare:

- L'energia prelevata/immessa in rete;
- L'energia fotovoltaica prodotta.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	40	56

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	<p align="center">Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p align="center">Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

Il gruppo di misura, ad inserzione indiretta con TA e TV, dell'energia prelevata/immessa in rete sarà ubicato nel locale misure della cabina di consegna a valle del Dispositivo Generale.

I sistemi di misura dell'energia elettrica saranno in grado di rilevare, registrare e trasmettere dati di lettura, per ciascuna ora, dell'energia elettrica immessa/prelevata o prodotta in rete nel punto di installazione del contatore stesso.

I sistemi di misura saranno conformi alle disposizioni dell'Autorità dell'energia elettrica e il gas e alle norme CEI, in particolare saranno dotati di sistemi meccanici di sigillatura che garantiranno manomissioni o alterazioni dei dati di misura.

A.04.09.5 Schema di collegamento

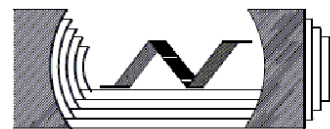
La configurazione utilizzata per il collegamento dei moduli, compatibile con le caratteristiche dei componenti riassunte nei precedenti paragrafi, è riportata nello schema seguente (riportato anche nella tavola progettuale interamente dedicata).

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	41	56

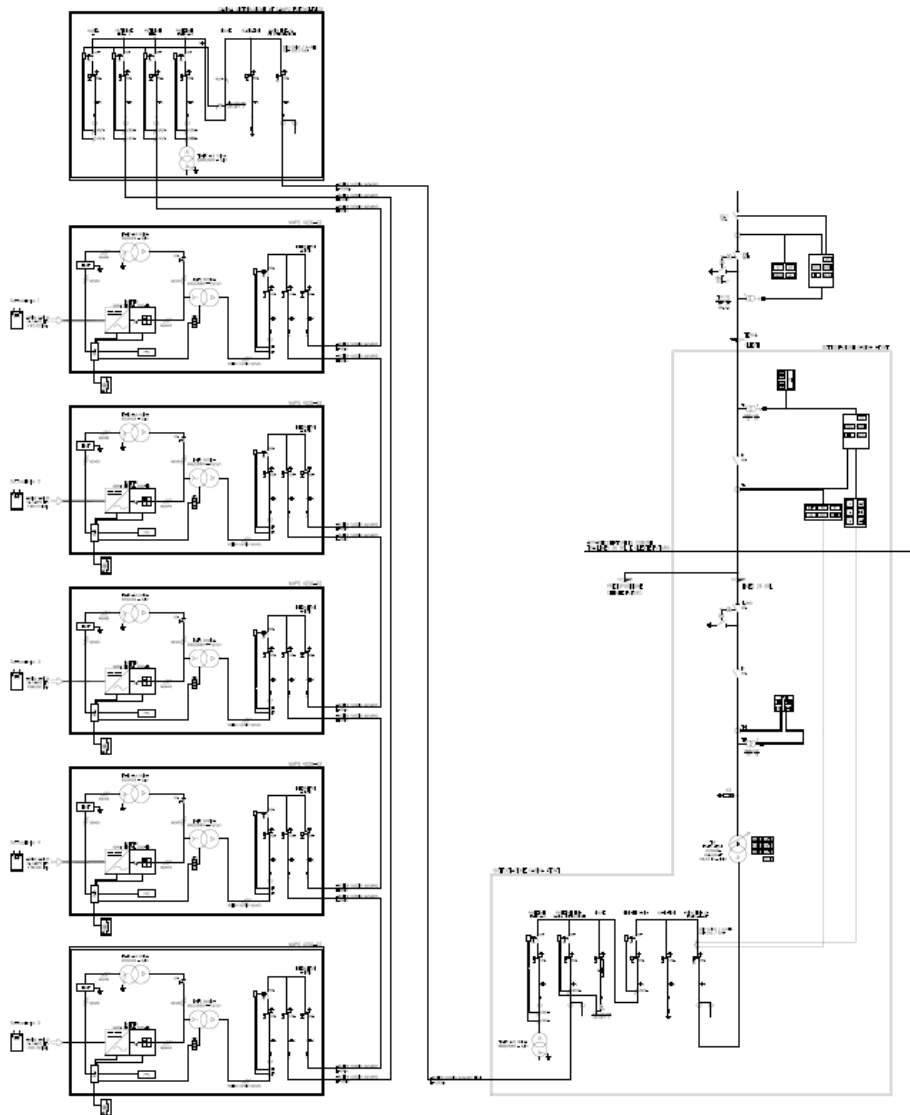
Ing. Nicola Roselli
Via Dei Meli, 19
86039 Termoli (CB)

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a
inseguimento solare da ubicare nei
Comuni di Stornarella e Orta Nova –
(provincia di Foggia)**


Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.



Studio di Ingegneria



SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	42	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

A.04.10 Dimensionamento di massima della rete di terra

La rete di terra sarà dimensionata in accordo alla Norma CEI 11-1.

In particolare si procederà:

- al dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra in accordo all'Allegato B della Norma CEI 11-1;
- alla definizione delle caratteristiche geometriche del dispersore, in modo da garantire il rispetto delle tensioni di contatto e di passo secondo la curva di sicurezza di cui alla Fig.C-2 della Norma CEI 11-1.

Dimensionamento termico del dispersore

Il dispersore sarà realizzato con corda nuda in rame, la cui sezione può essere determinata con la seguente formula:

$$A = \frac{I}{K} \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}}, \text{ dove:}$$

A = sezione minima del conduttore di terra, in mm²

I = corrente del conduttore, in A

t = durata della corrente di guasto, in sec.


$$K = 226 \frac{A \cdot \sqrt{s}}{mm^2} \text{ (rame)}$$

$$\beta = 234,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Θ_i = temperatura iniziale in °C (20 °C)

Θ_f = temperatura finale in °C (300 °C)

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	43	56

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia) Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.	 Studio di Ingegneria
---	--	--

Assumendo un tempo $t = 0,5$ s si ottengono i seguenti valori di sezione minima, in funzione del valore di corrente di guasto a terra:

I_g [kA]	S teorica [mm ²]	S scelta [mm ²]
40	145	150

In alternativa, tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante due o quattro corde di rame con sezione di 150 mm².

Tensioni di contatto e di passo


La definizione della geometria del dispersore al fine di garantire il rispetto dei limiti di tensione di contatto e di passo sarà effettuata in fase di progetto esecutivo, quando saranno noti i valori di resistività del terreno, da determinare con apposita campagna di misure. In via preliminare, sulla base degli standard normalmente adottati e di precedenti esperienze, può essere ipotizzato un dispersore orizzontale a maglia, con lato di maglia di 5 m. In caso di terreno non omogeneo con strati superiori ad elevata resistività si potrà procedere all'installazione di dispersori verticali (picchetti) di lunghezza sufficiente a penetrare negli strati di terreno a resistività più bassa, in modo da ridurre la resistenza di terra dell'intero dispersore.

In ogni caso, qualora risultasse la presenza di zone periferiche con tensioni di contatto superiori ai limiti, si procederà all'adozione di uno o più dei cosiddetti provvedimenti "M" di cui dall'allegato D della Norma CEI 11-1.

A.04.11 Caratteristiche delle principali apparecchiature dell'impianto in stazione utente

Tutto l'impianto e le apparecchiature installate saranno corrispondenti alle prescrizioni delle Norme CEI generali (11-1) e specifiche. Le caratteristiche principali sono le seguenti:

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	44	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

- tensione massima: 170 kV,
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale sul sezionamento: 325 kV,
- tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico sul sezionamento: 750 kV.

Interruttori tripolari in SF6:

- corrente nominale: 1250 A,
- potere di interruzione nominale in cto cto: 31,5 kA.

Sezionatori tripolari verticali di sbarra, orizzontali con lame di messa a terra sulle partenze di linea:

- corrente nominale: 1250 A (con lame di terra),
- corrente nominale di breve durata: 31,5 kA

Sezionatore tripolare di messa a terra sbarre:

- corrente nominale di breve durata: 31.5 kA.

Trasformatori di corrente:

- rapporto di trasformazione nominale: 250/5-5-5-5 A
- corrente massima permanente: 1,2 I primaria nominale,
- corrente nominale termica di cto cto: 1,5 kA.

Trasformatori di tensione:

- rapporto di trasformazione nominale: /


Le prestazioni verranno definite in sede di progetto esecutivo.

I trasformatori di tensione saranno di tipo capacitivo, eccetto quelli dedicati alle misure contrattuali che potranno essere di tipo induttivo.

Sbarre:

- corrente nominale: 2000 A

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	45	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

Trasformatore trifase in olio minerale

- Tensione massima 170 kV
- Frequenza 50 Hz
- Rapporto di trasformazione 150/30 kV
- Livello d'isolamento nominale all'impulso atmosferico 750 kV
- Livello d'isolamento a frequenza industriale 325 kV

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	46	56

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

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a
inseguimento solare da ubicare nei
Comuni di Stornarella e Orta Nova –
(provincia di Foggia)**

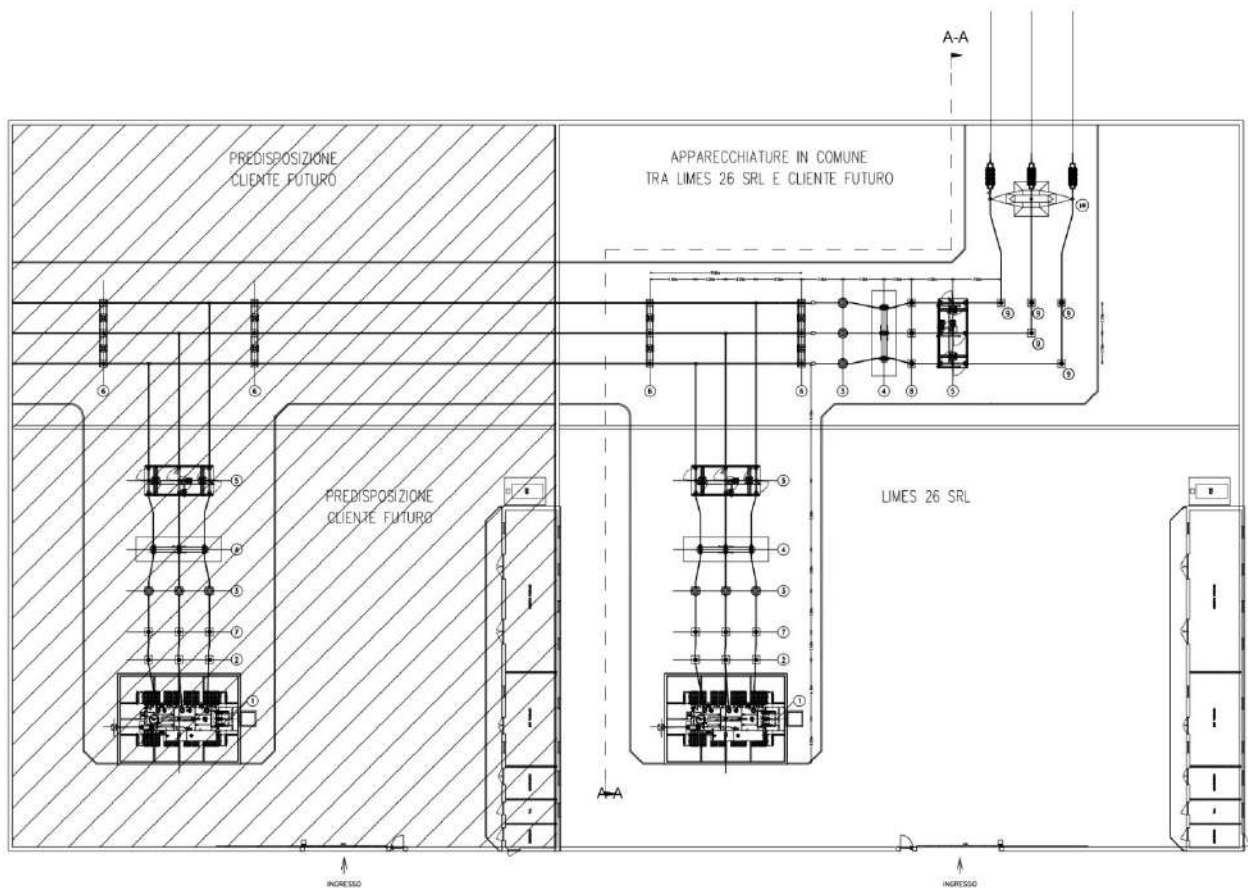
Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.



Studio di Ingegneria

A.04.12 Progetto della connessione alla RTN

L'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico, sarà inviata, alla tensione di 30 kV, allo stallo di trasformazione della costruenda stazione di Utenza. Qui verrà trasferita, previo innalzamento della tensione a 150 kV tramite trasformatore 30 /150 kV, alle sbarre della sezione 150 kV della stazione di Rete della RTN mediante un collegamento aereo, tra i terminali cavo della stazione d'utenza e i terminali del relativo stallo in stazione di rete.



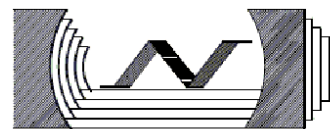
Stazione utente – pianta elettromeccanica

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	47	56

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

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a
inseguimento solare da ubicare nei
Comuni di Stornarella e Orta Nova –
(provincia di Foggia)**

Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.



Studio di Ingegneria



LEGENDA		
N.	DESCRIZIONE	Q.TA
①	HV/MV POWER TRANSFORMER 150/20kV - 25/32MVA	1
②	HV SURGE ARRESTER	3
③	HV CURRENT TRANSFORMER.	6
④	HV 150kV CIRCUIT BREAKER	2
⑤	HV 150kV DOUBLE SIDE BREAK DISCONNECTOR WITH EARTHING SWITCH	2
⑥	HV 150kV BUSBAR INSULATOR	6
⑦	HV 150kV INDUCTIVE VOLTAGE TRANSFORMER FOR METERING	3
⑧	HV 150kV CAPACITIVE VOLTAGE TRANSFORMER	3
⑨	HV 150kV POST INSULATORS	5
⑩	HV 150kV AERIAL INCOMING LINE "PALO GATTO"	1

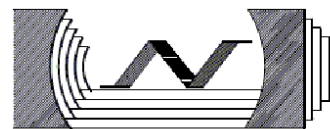
Apparecchiature elettromeccaniche stazione utente

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	48	56

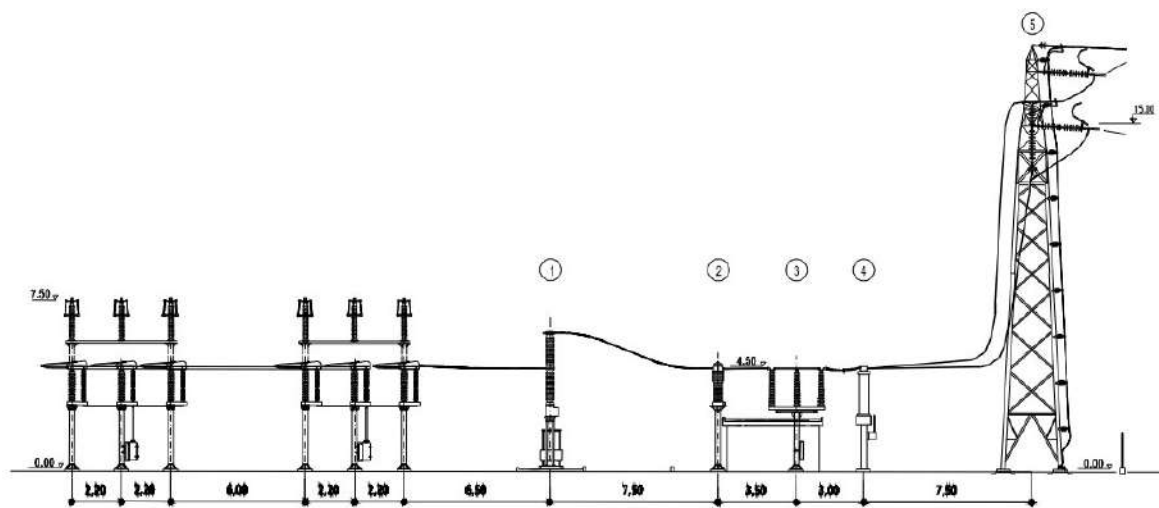
Ing. Nicola Roselli
Via Dei Meli, 19
86039 Termoli (CB)

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a
inseguimento solare da ubicare nei
Comuni di Stornarella e Orta Nova –
(provincia di Foggia)**

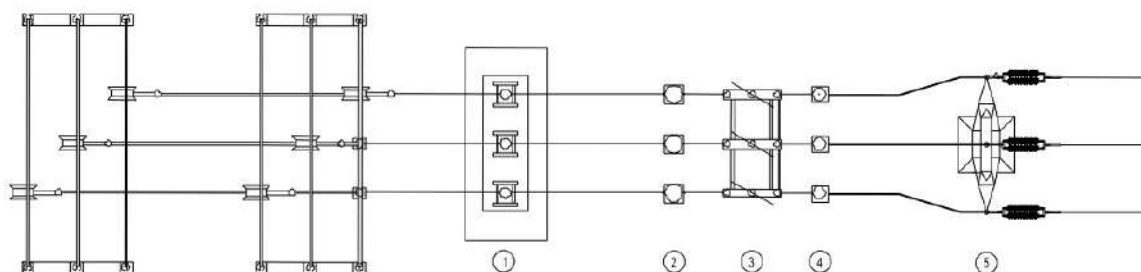
Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.



Studio di Ingegneria




SEZIONE STALLO LINEA IN CAVO



EQUIPMENT LIST		
ITEM	DESCRIPTION	Q.TY
①	HV 150KV CIRCUIT BREAKER	1
②	HV 150KV CURRENT TRASFORMER	3
③	HV 150KV LINE / GROUND ROTARY DISCONNECTOR	1
④	HV 150KV VOLTAGE TRASFORMER	3
⑤	HV 150KV AERIAL INCOMING LINE 'PALO GATTO'	1

Connessione lato Stazione Elettrica RTN – Terna S.p.a. – Apparecchiature elettromeccaniche

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	49	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

A.04.12.1 Progettazione del collegamento aereo

Per l'elettrodotto in oggetto sono previsti i seguenti componenti:

- n.3 conduttori di energia (un conduttore per ogni fase);
- n.1 sistema di telecomunicazioni.

Ogni fase è costituita da n.1 conduttore di energia costituito da una corda di alluminio-acciaio con un diametro di 31,50 mm. Le principali caratteristiche elettriche sono le seguenti:

- Tensione nominale 132-150 kV in corrente alternata
- Frequenza nominale 50 Hz
- Intensità di corrente nominale 500 A (per fase)
- Potenza nominale 120-130 MVA (per terna).

Ai fini della distribuzione dei sostegni, si considera che il franco minimo in massima freccia deve essere rispondente a quanto previsto dal D.M. 21/03/1988 e ss.mm.ii e in ogni caso compatibile con quanto richiesto ai fini della vigente normativa sui campi elettrici e magnetici.


Sarà utilizzata una fune di guardia d'acciaio (o acciaio rivestito di alluminio) destinata, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni. Tutti i dati sopra riportati potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

A.04.12.2 Progettazione della morsetteria e degli isolatori

Gli elementi di morsetteria hanno lo scopo di collegare i conduttori nudi e le funi di guardia alle strutture di sostegno. La morsetteria delle linee elettriche aeree risponde alle CEI EN 61284. Gli elementi di morsetteria per linee sono scelti in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno.

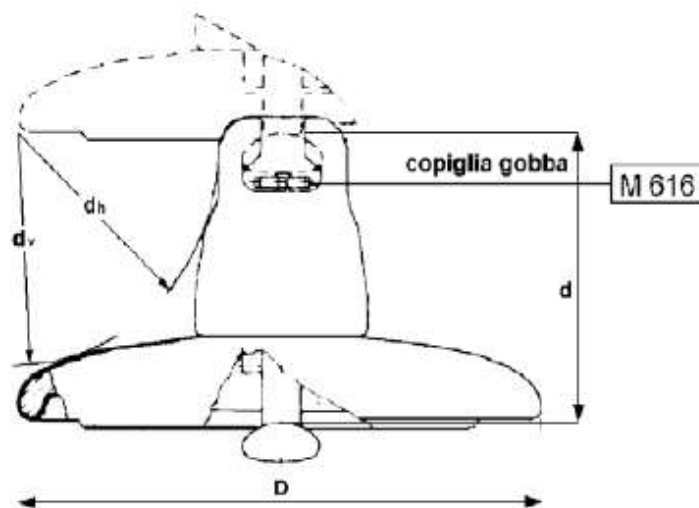
Per equipaggiamento si intende il complesso degli elementi di morsetteria che collegano le morse di sospensione o di amarro agli isolatori e questi ultimi al sostegno.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	50	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

La scelta degli equipaggiamenti sarà effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili nello standard progettuale TERNA, in funzione delle azioni (trasversale, verticale e longitudinale) determinate dal tiro dei conduttori e dalle caratteristiche di impiego del sostegno esaminato.

L'isolamento degli elettrodotti sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, nei due tipi "normale" e "antisale", connessi tra loro a formare catene di almeno n. 9 elementi per elettrodotti a 132-150 kV, oppure con isolatori compositi e relativi dispositivi di guardia.

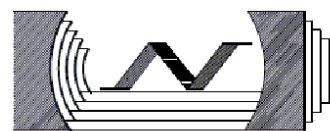


SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	51	56

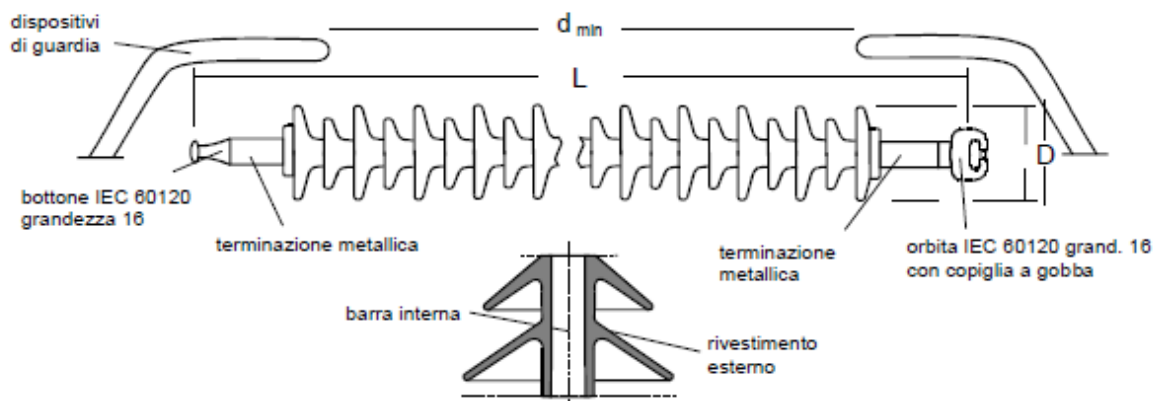
Ing. Nicola Roselli
Via Dei Meli, 19
86039 Termoli (CB)

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a
inseguimento solare da ubicare nei
Comuni di Stornarella e Orta Nova –
(provincia di Foggia)**

Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.



Studio di Ingegneria



N.B.: Il disegno è indicativo, sono impegnative le dimensioni quotate.

TIPO		31/1	31/2	31/3
Carico meccanico specificato (SML) (*)	(kN)	70	70	70
Carico di prova di selezione meccanica (RTL) (*)	(kN)	35	35	35
Lunghezza nominale L	(mm)	1314	1314	1898
Diametro nominale massimo D	(mm)	250		
Linea di fuga nominale minima	(mm)	2550	3380	4600
Accoppiamento secondo Norma IEC-60120	(grand.)	16		
Distanza minima in aria tra le parti metalliche d_{min} (**)	(mm)	1106	1106	1690
Salinità di tenuta alla tensione $U_p = 98$ kV	(kg/m ³)	20	80	320 (*)

(*) Il carico meccanico specificato ed il carico di prova di selezione meccanica sono definiti nella Norma CEI EN 61109 ed. 2009-07.


(**) Tale distanza deve essere valutata considerando anche la presenza dei dispositivi di guardia e di eventuali dispositivi di regolazione del gradiente.

(*) Data l'impossibilità pratica di verificare valori di salinità superiori a 224 kg/m³, la prova va effettuata a quest'ultimo valore di salinità, elevando la tensione U_p a 105 kV.

"Fonte – Terna s.p.a."

Il criterio di scelta degli isolatori sarà basato sulle condizioni in termini di inquinamento salino e caratteristiche di tenuta, secondo la tabella sotto riportata:

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	52	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m ³)
I – Nullo o leggero (1)	<ul style="list-style-type: none"> • Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento • Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. • Zone agricole (2) • Zone montagnose <p>Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)</p>	10
II – Medio	<ul style="list-style-type: none"> • Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento • Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. • Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3) 	40
III - Pesante	<ul style="list-style-type: none"> • Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti • Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte 	160
IV – Eccezionale	<ul style="list-style-type: none"> • Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi • Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti • Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione 	(*)

"Fonte - Caratteristiche generali delle linee elettriche aeree facenti parte della RTN di Terna"

Le caratteristiche degli isolatori corrisponderanno a quanto previsto dalle norme CEI EN 60383-1.

A.04.12.3 Sistema di telecomunicazioni

Il sistema di telecomunicazioni sarà realizzato per la trasmissione dati dalla futura stazione elettrica alla stazione di utenza.

Sarà costituito da un cavo con 12 o 24 fibre ottiche.

Nella figura seguente è riportato lo schema del cavo f.o. che potrà essere utilizzato per il sistema di telecomunicazioni.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	53	56

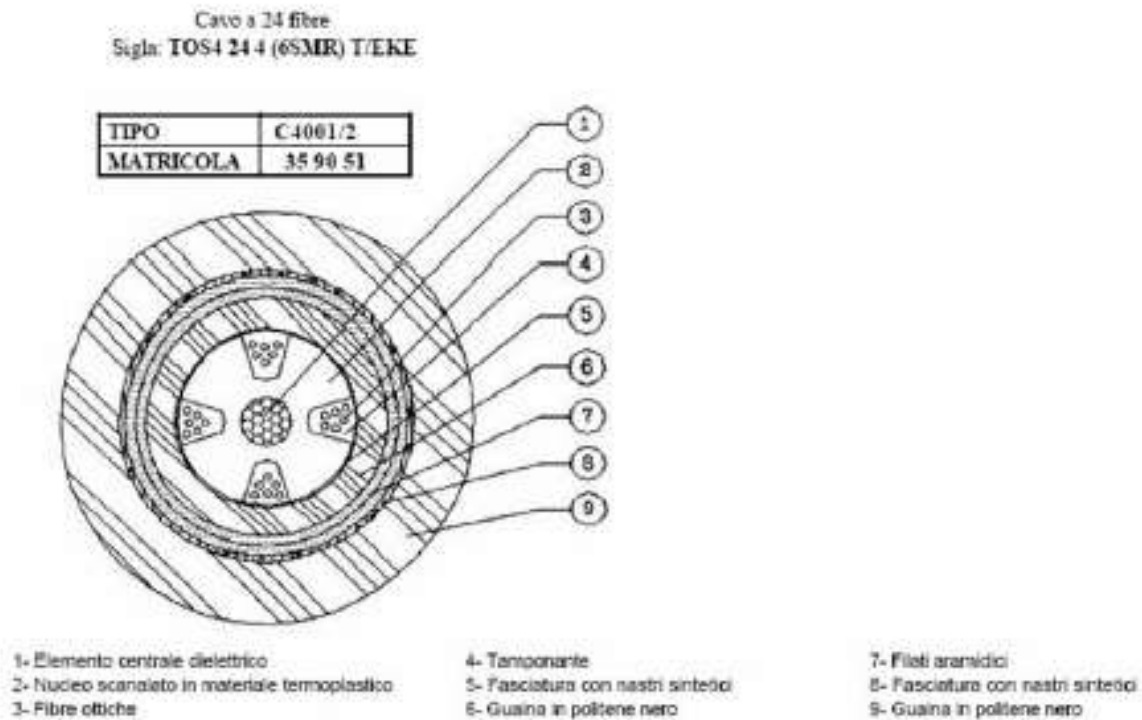
Ing. Nicola Roselli
Via Dei Meli, 19
86039 Termoli (CB)

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a
inseguimento solare da ubicare nei
Comuni di Stornarella e Orta Nova –
(provincia di Foggia)**

Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.



Studio di Ingegneria



Cavo a fibra ottica

A.04.13 Progettazione stallo in sottostazione della RTN


Le apparecchiature AT saranno del tipo per esterno conformi alle prescrizioni tecniche della TERNA con le seguenti integrazioni tecniche nel seguito elencate per ciascuno dei componenti AT.

Scaricatori

Gli scaricatori, di tipo ad ossido metallico senza spinterometri, per installazione all'esterno, saranno conformi alla Specifica Tecnica Terna. Gli scaricatori saranno dotati di contascariche.

Gli scaricatori, i contascariche ed il relativo cavo di collegamento alla terra di stazione saranno isolati dal sostegno metallico dello scaricatore stesso. Inoltre sarà prevista, alla base del cavo, la possibilità di inserimento di apposita strumentazione di prova (normalmente dotata di pinza amperometrica con

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	54	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

diametro interno pari 50 mm), per la misura del valore di cresta della corrente di conduzione totale e del valore efficace della sua componente di terza armonica, con scaricatore in servizio.

Sezionatori

I sezionatori dovranno essere conformi alla Specifica Tecnica Terna.

Gli stessi saranno provvisti sia di meccanismi di manovra a motore che manuali. I sezionatori per sistemi a 132-150 saranno corredati di un armadio unico per i tre poli (tripolare), predisposto per l'interfacciamento con il Sistema di Protezione e Controllo della stazione (comandi, segnali e alimentazioni).


Fondazioni per Interruttori, Sezionatori, TA, TV, Scaricatori, Isolatori

Le fondazioni per le apparecchiature AT i portali sbarre e di amarro linea saranno realizzate nel rispetto delle prescrizioni Terna ed essere, di norma, realizzate in c.a. gettato in opera; possono essere accettate fondazioni prefabbricate con caratteristiche, comunque, uguali o superiori a quelle delle fondazioni gettate in opera. Per la loro progettazione si deve tener conto dell'effettiva configurazione risultante dai disegni costruttivi (forniti da Terna) e delle modalità di ancoraggio delle carpenterie di sostegno delle apparecchiature. Le piastre di base non saranno a contatto diretto con la fondazione ma regolabili in altezza tramite i dadi dei tirafondi; non sarà ammessa l'imbonitura del volume compreso tra la piastra e la fondazione per cui, in caso di necessità, si dovrà ricorrere a tirafondi di sezione adeguata modificando conseguentemente la piastra di base.

Le coperture dei pozzetti e dei cunicoli facenti parte delle suddette fondazioni, dovranno essere in PRFV con resistenza di 2000 daN. Tali coperture dovranno essere dimensionate per garantire le seguenti prestazioni:

- carico di rottura a flessione a 20°C con carico in mezzera e distanza tra gli appoggi di 500 mm \geq a 11.000 daN;
- freccia massima \leq 5 mm con carico concentrato di 2000 daN in mezzera e distanza tra gli appoggi di 500 mm.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	55	56

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</p> <p>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
--	---	--

A.04.13 Protezione dalle fulminazioni

Un campo fotovoltaico correttamente collegato a massa, non altera in alcun modo l'indice ceramico della località di montaggio, e quindi la probabilità di essere colpito da un fulmine.

I moduli fotovoltaici sono in alto grado insensibili alle sovratensioni atmosferiche, che invece possono risultare pericolose per le apparecchiature elettroniche di condizionamento della potenza. Per ridurre i danni dovuti ad eventuali sovratensioni i quadri di parallelo sottocampi sono muniti di varistori su entrambe le polarità dei cavi d'uscita.

In caso di sovratensioni i varistori collegano una od entrambe le polarità dei cavi a massa e provocano l'immediato spegnimento degli inverter e l'emissione di un segnale d'allarme.

Si riporta, nel seguito, la relazione di valutazione del rischio di fulminazione e relative misure di protezione.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Calcoli preliminari impianti elettrici	10/03/2020	56	56

Protezione contro i fulmini

Valutazione del rischio e scelta delle misure di protezione

Sommario

1.	Premessa	3
2.	Norme tecniche di riferimento	3
3.	Definizioni	4
4.	Individuazione della struttura da proteggere	6
5.	Dati iniziali	7
5.1	Densità annua di fulmini a terra	7
5.2	Dati relativi alle strutture.....	7
6.	IMPIANTO FOTOVOLTAICO	8
6.1	Dati relativi alle linee elettriche esterne.....	8
6.2	Definizione e caratteristiche delle zone.....	8
6.3	Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne	8
6.4	Calcolo del rischio R1	9
6.5	Analisi del rischio R1.....	9
6.6	Scelta delle misure di protezione	9
6.7	Conclusioni	9
6.8	Appendici	10
6.8.1	APPENDICE - Caratteristiche della struttura	10
6.8.2	APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche	11
6.8.3	APPENDICE - Caratteristiche delle zone.....	12
6.8.4	APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.....	14
7.	Riepilogo strutture	15
8.	Allegati	15

1. Premessa

La presente relazione tecnica ed i documenti allegati, hanno per oggetto la valutazione del rischio e l'eventuale scelta delle misure di protezione da adottare contro il rischio di fulminazione per l'impianto fotovoltaico installato nel comune di Stornarella (FG).

Gli elementi necessari, per l'esecuzione della valutazione del rischio sono riportati nelle appendici del presente documento.

Tali elementi sono stati resi disponibili dal committente ed in parte assunti dal tecnico incaricato sulla base di valutazioni tecniche svolte su tipologie di attività equiparabili.

2. Norme tecniche di riferimento

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme CEI:

- **CEI EN 62305-1:** "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali"
Febbraio 2013;
- **CEI EN 62305-2:** "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio
Febbraio 2013";
- **CEI EN 62305-3:** "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture
e pericolo per le persone"
Febbraio 2013;
- **CEI EN 62305-4:** "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici
nelle strutture"
Febbraio 2013;
- **CEI 81-29** "Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305"
Febbraio 2014.
- **CEI 81-30** "Protezione contro i fulmini. Reti di localizzazione fulmini (LLS).
Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei
valori di N_g (Norma CEI EN 62305-2)"
Febbraio 2014.

3. Definizioni

Di seguito vengono riportate le definizioni delle abbreviazioni utilizzate nella relazione secondo le norme CEI EN 62305.

Area A_D	Area di raccolta dei fulmini su una struttura isolata
Area A_{DJ}	Area di raccolta dei fulmini su una struttura adiacente
Area A_{D'}	Area di raccolta attribuita alla parte elevata del tetto
Area A_I	Area di raccolta dei fulmini in prossimità di una linea
Area A_L	Area di raccolta dei fulmini su una linea
Area A_M	Area di raccolta dei fulmini in prossimità di una struttura
L_A	perdita per danno ad esseri viventi per elettrocuzione (fulminazione sulla struttura)
L_B	perdita per danno materiale in una struttura (fulminazione sulla struttura)
L_{BE}	perdita addizionale per danno materiale all'esterno della struttura (fulm. sulla struttura)
L_{BT}	perdita totale per danno materiale in una struttura (fulminazione sulla struttura)
L_C	perdita per guasto di un impianto interno (fulminazione sulla struttura)
L_F	tipica percentuale di perdita per danni materiali in una struttura
L_{FE}	tipica percentuale di perdita per danni materiali all'esterno della struttura
L_M	perdita per guasto di un impianto interno (fulminazione in prossimità della struttura)
L_O	tipica percentuale di perdita per guasto di impianti interni in una struttura
L_T	tipica percentuale di perdita per danni ad esseri viventi per elettrocuzione
L_U	perdita per danno ad esseri viventi per elettrocuzione (fulminazione sulla linea)
L_V	perdita per danno materiale in una struttura (fulminazione sulla linea)
L_{VE}	perdita addizionale per danno materiale all'esterno della struttura (fulminazione sulla linea)
L_{VT}	perdita totale per danno materiale (fulminazione sulla linea)
L_W	perdita guasto di un impianto interno (fulminazione sulla linea)
L_X	perdita conseguente ai danni
L_Z	perdita per guasto di un impianto interno (fulminazione in prossimità della linea)
N_D	numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura
N_{DJ}	numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura adiacente
N_G	densità di fulmini al suolo
N_I	numero di eventi pericolosi per fulminazione in prossimità di una linea
N_L	numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta di una linea
N_M	numero di eventi pericolosi per fulminazione in prossimità della struttura
P_A	probabilità di danno ad esseri viventi per elettrocuzione (fulminazione sulla struttura)
P_B	probabilità di danno materiale in una struttura (fulminazione sulla struttura)
P_C	probabilità di guasto in un impianto interno (fulminazione sulla struttura)
P_M	probabilità di guasto degli impianti interni (fulminazione in prossimità della struttura)
P_U	probabilità di danno ad esseri viventi (fulminazione sulla linea connessa)
P_V	probabilità di danno materiale nella struttura (fulminazione sulla linea connessa)
P_W	probabilità di guasto di un impianto interno (fulminazione sulla linea connessa)
P_Z	probabilità di guasto degli impianti interni (fulminazione in prossimità della linea connessa)

R_A	componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulminazione sulla struttura)
R_B	componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulminazione sulla struttura)
R_C	componente di rischio (guasto di impianti interni – fulminazione sulla struttura)
R_M	componente di rischio (guasto di impianti interni – fulminazione in prossimità della struttura)
R_U	componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulminazione sulla linea connessa)
R_V	componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulminazione sulla linea connessa)
R_W	componente di rischio (danno agli impianti – fulminazione sulla linea connessa)
R_Z	componente di rischio (guasto di impianti interni – fulminazione in prossimità di una linea)
R₁	Rischio di perdita di vite umane nella struttura
R₂	Rischio di perdita di un servizio pubblico in una struttura
R₃	Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile in una struttura
R₄	Rischio di perdita economica in una struttura
R'₄	Rischio R ₄ quando siano adottate misure di protezione
tz	Tempo in ore all'anno per cui le persone sono presenti nella zona

4. Individuazione della struttura da proteggere

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

Nella presente relazione sono stati presi in considerazione tutti gli spazi inerenti il campo fotovoltaico, ovvero la superficie occupata dai moduli, le cabine, il locale distribuzione MT e le strade e i percorsi di passaggio.

Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

5. Dati iniziali

5.1 Densità annua di fulmini a terra

Per quanto riguarda la densità annua di fulmini a terra per kilometro quadrato il valore è stato determinato con l'applicazione di TUTTO NORMEL.

Per il sito oggetto della presente valutazione tale valore è:

$$N_g = 1,86 \text{ fulmini/km}^2 \text{ anno}$$

(vedasi allegato report di determinazione N_g allegato alla presente)

5.2 Dati relativi alle strutture

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: impianto fotovoltaico

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a:

- perdita di vite umane

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1;

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte in questa fase.

6. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

6.1 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita da linee di distribuzione di energia elettrica.

Le caratteristiche delle linee entranti ed uscenti dalla struttura sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle linee elettriche*.

6.2 Definizione e caratteristiche delle zone

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro i LEMP (impulso elettromagnetico);
- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

Z1: Impianto fotovoltaico

Z2: Cabine/locale di distribuzione

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle Zone*.

6.3 Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3.

Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice *Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi*.

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice *Valori delle probabilità P per la struttura non protetta*.

6.4 Calcolo del rischio R1

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

	Zona 1	Zona 2	Struttura
R_A	0,236	0,236	0,472
R_B	0,0	0,005	0,0047
R_U (linea 1)	0,0	0,011	0,0113
R_V (linea 1)	0,0	0,0	0,0002
TOTALE	0,236	0,252	0,488

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 0,488E-05

6.5 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 0,488E-05 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

6.6 Scelta delle misure di protezione

Poiché il rischio complessivo R1 = 0,488E-05 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

6.7 Conclusioni

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2
LA PROTEZIONE CONTRO IL FULMINE NON È NECESSARIA

6.8 Appendici

6.8.1 APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Dimensioni (m)	Struttura complessa (°)	$(L_b \times W_b \times H_b)$	
Coefficiente di posizione	Isolata (*)	C_D	1,00
LPS	Non presente	P_B	1,0
Schermatura della struttura	Non presente	K_{S1}	1,0
Densità di fulmini al suolo	1/km ² /anno	N_G	1,86
Persone presenti nella struttura	esterno ed interno	n_t	10

(°) Vedi planimetria Appendice 6.8.4

(*) L'area comprendente i moduli fotovoltaici, le cabine e le strade/passaggi è stata considerata isolata

6.8.2 APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: L1 - ENERGIA

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Linea MT in uscita dal campo fotovoltaico		
Resistività del suolo (Ohm x m)		r_o	400
Tensione nominale (V)			600
Lunghezza (m)		L_c	1000
Altezza (m)	Linea interrata		
Sezione schermo (mm ²)	Linea non schermata		
Trasformatore AT/BT	Non presente	C_t	1,0
Coefficiente di posizione della linea		C_d	
Coefficiente ambientale della linea	Rurale	C_e	1,00
Connessione alla barra equipotenziale	Schermo non collegato a barra equip. apparecchiature		
Area di raccolta dei fulmini sulla linea (m ²)		A_l	40000,0
Area di raccolta dei fulmini vicino alla linea (m ²)		A_i	4000000,0
Frequenza di fulminazione diretta della linea		N_L	0,0372
Frequenza di fulminazione indiretta della linea		N_i	3,72
Dimensioni della struttura adiacente (m)		$(L_a \cdot W_a \cdot H_a)$	6,0x6,0x8,0
Frequenza di fulminazione della struttura adiacente		N_{Dj}	0,00225

6.8.3 APPENDICE - Caratteristiche delle zone

ZONA 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 500

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Campo fotovoltaico		
Tipo di pavimento	terreno agricolo, cemento	r_t	0,01
Rischio d'incendio	---	r_f	---
Pericolo particolare (relativo a R_1)	Nessuno	h	1,0
Protezione antincendio	---	r_p	---
Schermo locale	---	K_{S2}	---
Impianti di energia interni presenti	Imp.1;		
Impianti di segnale interni presenti	---		

ZONA 2

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 500

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Cabine/locali di distribuzione		
Tipo di pavimento	terreno agricolo, cemento	r_t	0,01
Rischio d'incendio	Rischio di incendio ridotto	r_f	0,001
Pericolo particolare (relativo a R_1)	Panico ridotto	h	2,0
Protezione antincendio	Nessuna	r_p	1,0
Schermo locale	Nessuno	K_{S2}	1,0
Impianti di energia interni presenti	Imp.1;		
Impianti di segnale interni presenti	---		

Impianto interno 1: ENERGIA

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Distribuzione energia elettrica		
Tensione nominale (V)			600
Sezione schermo (mm ²)	Impianto non schermato		
Precauzioni nel cablaggio interno	Nessuna precauzione	K_{S3}	1,0
Tensione di tenuta degli apparati U_w	$U_w=2500$ V	K_{S4}	0,4
Protezione con sistema coordinato di SPD	Non presente	P_{SPD}	1,0

Valori medi delle perdite per la zona: Z1

Valori delle probabilità nelle diverse zone per la struttura non protetta

	Zona 1	Zona 2
P_A	1,0	1,0
P_B	1,0	1,0
P_U (linea 1)	0,0	1,0
P_V (linea 1)	0,0	1,0

Valori delle perdite nelle diverse zone per la struttura non protetta

	Zona 1	Zona 2
L_A	0,000003	0,000003
L_B	0,0	0,0
L_U	0,0	0,000003
L_V	0,0	0,0

Valori delle componenti di rischio nelle diverse zone per la struttura non protetta (valori x 10^{-5})

	Zona 1	Zona 2	Struttura
R_A	0,236	0,236	0,472
R_B	0,0	0,005	0,0047
R_U (linea 1)	0,0	0,011	0,0113
R_V (linea 1)	0,0	0,0	0,0002
TOTALE	0,236	0,252	0,488

6.8.4 APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura: Campo fotovoltaico – Stornarella (FG)

Il valore dell'area di raccolta della struttura isolata vale $A_d = 444581 \text{ [m}^2\text{]}$

Il valore dell'area di raccolta dei fulmini in prossimità della struttura vale $A_m=3213571 \text{ [m}^2\text{]}$

Numero annuo atteso di eventi pericolosi

Simbolo	Valore (1/anno)
N_D	0,82692
N_M	5,97724

7. Riepilogo strutture

STRUTTURA	R	RT	PROTEZIONE DALLA FULMINAZIONE	MISURE DI PROTEZIONE DA ADOTTARE
Impianto fotovoltaico	0,488E-05	1E-05	Sì	-

8. Allegati

- Report determinazione valore Ng



VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI 81-30)

$$N_G = 1,82 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **41,284698° N**

Longitudine: **15,677197° E**

INFORMAZIONI

- Il valore di N_G è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilità dell'utente verificare l'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi inclusi la precisione e l'accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di N_G derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di N_G dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di N_G .
- I valori di N_G inferiori ad 1 sono stati arrotondati ad uno non essendo significativi valori inferiori all'unità (CEI 81-30, art. 6.5).
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di N_G a causa della natura discreta della mappa cartografica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla guida CEI 81-30 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.
- I valori di N_G forniti sono di proprietà di TNE srl. Senza il consenso scritto da parte della TNE, è vietata la raccolta e la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo.