

REGIONE PUGLIA



COMUNE DI CERIGNOLA

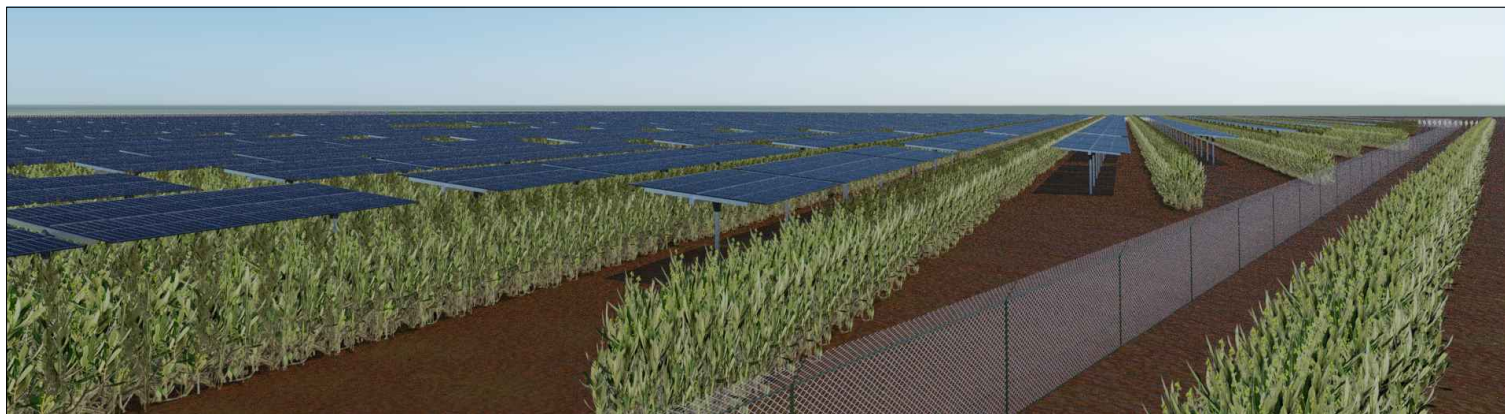
# PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA P=44,715 MWp CIRCA E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Nome impianto CER01  
Comune di Cerignola, Regione Puglia

**PROGETTO DEFINITIVO**

Codice pratica: **SVN6MM8**

N° Elaborato: **RT13**



ELABORATO:

**RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI**

COMMITTENTE:

Sole Verde s.a.s. della Praetorian s.r.l.  
via Walter Von Vogelweide n°8  
39100 Bolzano (BZ)  
p.iva: 03124450218

PROGETTISTI:

Ing. Alessandro la Grasta

Ing. Luigi Tattoli



PROGETTAZIONE:



LT SERVICE s.r.l.  
via Trieste n°30, 70056 Molfetta (BA)  
tel: 0803346537  
pec: studiotecnico.lt@pec.it

File: SVN6MM8\_CalcoliPrelImpianti.pdf

Folder: SVN6MM8\_CalcoliPreliminari.zip

REV.	DATA	SCALA	FORMATO	NOME FILE	DESCRIZIONE REVISIONE
01	17/10/2022				PRIMA EMISSIONE

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
1.1. OGGETTO DEL DOCUMENTO .....	2
1.2. DESCRIZIONE IMPIANTO.....	8
1.3. UBICAZIONE IMPIANTO E SOTTOSTAZIONE UTENTE.....	13
1.4. INFO E CONTATTI .....	23
<b>2. CARATTERISTICHE COMPONENTI D'IMPIANTO.....</b>	<b>24</b>
2.1. MODULI FOTOVOLTAICI.....	24
2.2. CASSETTE DI PARALLELO STRINGHE .....	26
2.3. SISTEMA DI CONVERSIONE DC/AC E TRASFORMAZIONE BT/MT .....	28
2.4. CABINE DI SMISTAMENTO MT E CABINE DI SERVIZIO.....	35
2.5. SISTEMA AD INSEGUIMENTO SOLARE .....	42
2.6. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI .....	46
2.7. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO IL SOVRACCARICO E IL CORTOCIRCUITO .....	47
2.8. DESCRIZIONE DELLE MISURE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI.....	50
2.9. PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE .....	51
2.10. DISPOSITIVO DI GENERATORE (DDG).....	51
2.11. VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE .....	51
<b>3. CAVI .....</b>	<b>53</b>
3.1. CAVI BT .....	53
3.2. CAVI MT .....	55
3.3. CAVI AT .....	56
3.4. INSTALLAZIONE DEI CAVI.....	63
<b>4. ILLUMINAZIONE, VIDEOSORVEGLIANZA E ANTINTRUSIONE.....</b>	<b>66</b>
<b>5. IMPIANTO DI MESSA A TERRA .....</b>	<b>67</b>
<b>6. OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE ALLA RETE .....</b>	<b>69</b>
6.1. CAVO INTERRATO 30 KV .....	69
6.2. SOTTOSTAZIONE UTENTE MT/AT .....	71
6.3. SEZIONE AT .....	72
6.4. SEZIONE MT E BT.....	73
6.5. SERVIZI AUSILIARI .....	75
6.6. RETE DI TERRA .....	76
<b>7. NORMATIVA.....</b>	<b>78</b>

## 1. PREMESSA

### 1.1. OGGETTO DEL DOCUMENTO

Il presente documento illustra le specifiche tecniche dei materiali e dei componenti utilizzati per la realizzazione e gestione di un impianto Agrivoltaico, denominato "CER01" che si pone l'obiettivo di combinare sulla medesima superficie agricola la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili con l'attività agronomica consistente nella realizzazione di un oliveto super intensivo.

L'impianto di produzione da fonte fotovoltaica, installato su tracker monoassiali E-O, avrà una potenza di picco di **44,715 MWp** e sarà ubicato nell'agro del **Comune di Cerignola /FG** in località Acquarulo/Preti/Tressanti/PozzoTerraneo su una superficie recintata complessiva di circa 55,98 ha.

L'abbinamento dell'attività agricola e della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile nel medesimo luogo presenta un duplice beneficio in quanto, da un lato consentirà la produzione di energia rinnovabile in linea con

- a) **Il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC)**, predisposto da Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, approvato a dicembre 2019 e pubblicato a gennaio 2020 e composto di due sezioni:
  - "Sezione A: Piano Nazionale", in cui viene presentato lo schema generale e il processo di creazione del piano stesso, gli obiettivi nazionali, le politiche e le misure attuate e da attuare per traguardare tali obiettivi;
  - "Sezione B: base analitica" in cui viene dapprima descritta la situazione attuale e le proiezioni considerando le politiche e le misure vigenti e poi viene valutato

l'impatto correlato all'attuazione delle politiche e misure previste;

I principali obiettivi su energia e clima dell'UE e dell'Italia al 2020 e al 2030 sono di seguito riportati:

	Obiettivi 2020		Obiettivi 2030	
	UE	ITALIA	UE	ITALIA (PNIEC)
<b>Energie rinnovabili (FER)</b>				
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia	20%	17%	32%	30%
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia nei trasporti	10%	10%	14%	22%
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi per riscaldamento e raffrescamento			+1,3% annuo (indicativo)	+1,3% annuo (indicativo)
<b>Efficienza energetica</b>				
Riduzione dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario PRIMES 2007	-20%	-24%	-32,5% (indicativo)	-43% (indicativo)
Risparmi consumi finali tramite regimi obbligatori efficienza energetica	-1,5% annuo (senza trasp.)	-1,5% annuo (senza trasp.)	-0,8% annuo (con trasporti)	-0,8% annuo (con trasporti)
<b>Emissioni gas serra</b>				
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti gli impianti vincolati dalla normativa ETS	-21%		-43%	
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti i settori non ETS	-10%	-13%	-30%	-33%
Riduzione complessiva dei gas a effetto serra rispetto ai livelli del 1990	-20%		-40%	
<b>Interconnettività elettrica</b>				
Livello di interconnettività elettrica	10%	8%	15%	10% <sup>1</sup>
Capacità di interconnessione elettrica (MW)		9.285		14.375

Tab. 1 Obiettivi PNIEC

Ovvero una percentuale di **energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia pari al 30%**.

Al paragrafo 3.1.2 del PNIEC si parla di "Energia rinnovabile" e al paragrafo "Misure comuni per i grandi e piccoli impianti" si cita nelle "Misure comuni per i grandi e piccoli impianti" che "L'entità degli obiettivi sulle rinnovabili, unitamente al fatto che gli incrementi di produzione elettrica siano attesi sostanzialmente da eolico e fotovoltaico, comporta l'esigenza di significative superfici da adibire a tali

*impianti...” e ancora al paragrafo “Condivisione degli obiettivi con le Regioni e individuazione delle aree adatte alla realizzazione degli impianti” si specifica che “Il raggiungimento degli obiettivi sulle rinnovabili, in particolare nel settore elettrico, è affidato prevalentemente a eolico e fotovoltaico, per la cui realizzazione occorrono aree e superfici in misura adeguata agli obiettivi stessi” e ancora “la condivisione degli obiettivi nazionali con le Regioni sarà perseguita definendo un quadro regolatorio nazionale che, in coerenza con le esigenze di tutela delle aree agricole e forestali, del patrimonio culturale e del paesaggio, della qualità dell’aria e dei corpi idrici, stabilisca criteri (condivisi con le Regioni) sulla cui base le Regioni stesse procedano alla definizione delle superfici e delle aree idonee e non idonee per l’installazione di impianti a fonti rinnovabili”.*

All’uopo si precisa che la Regione Puglia nel R.R. 30/12/2010 n°24 si è dotata di un *“Regolamento attuativo del Decreto del Ministero per lo Sviluppo Economico del 10 settembre 2010, “Linee Guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili”, recante la individuazione di aree e siti non idonei alla installazione di specifiche tipologie di impianti alimentati da fonti rinnovabili nel territorio della Regione Puglia”* a cui questo progetto si è riferito per la localizzazione delle aree ove realizzare l’impianto;

- b) il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)** che alla *“Missione 2 – Rivoluzione Verde e Transizione Ecologica”* e più in dettaglio alla **componente M2C2 “Energia Rinnovabile, Idrogeno, Rete e Mobilità”** riporta: *“...Per raggiungere la progressiva decarbonizzazione di tutti i settori, nella Componente 2 sono stati previsti interventi – investimenti e riforme – per incrementare decisamente la penetrazione di rinnovabili, tramite soluzioni decentralizzate e utility scale (incluse quelle innovative ed offshore) e rafforzamento delle reti (più smart e resilienti) .....”* , *“.....Il settore agricolo è responsabile del 10 per cento delle emissioni di gas serra in Europa. Con questa iniziativa le tematiche di produzione agricola sostenibile e produzione energetica da fonti rinnovabili vengono affrontate in maniera coordinata con l’obiettivo di diffondere impianti agro-voltaici di medie e grandi*



*dimensioni. La misura di investimento nello specifico prevede: i) l'implementazione di sistemi ibridi agricoltura produzione di energia che non compromettano l'utilizzo dei terreni dedicati all'agricoltura, ma contribuiscano alla sostenibilità ambientale ed economica delle aziende coinvolte, anche potenzialmente valorizzando i bacini idrici tramite soluzioni galleggianti; ii) il monitoraggio delle realizzazioni e della loro efficacia, con la raccolta dei dati sia sugli impianti fotovoltaici sia su produzione..."*

dall'altro

- c) ostacolerà il consumo e la sottrazione di suolo agricolo in quanto verranno concesse a titolo gratuito, ad un'azienda agricola specializzata, tutte le superficie non occupate da impianti e relativi servizi per l'esercizio dell'attività agricola individuata.
- d) migliorerà nettamente la produttività agricola dei terreni coinvolti sia in termini di reddito netto derivante dall'attività agricola sia in termini di manodopera necessaria.

In termini pratici la superficie destinata all'agricoltura sarà complessivamente pari a 67,86 ha, somma rispettivamente di 47,32 ha, che è la superficie coltivata all'interno dell'area recintata pari a 55,98 ha (corrispondente alla "Sagricola" par. A.1 delle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici) e di 20,54 ha che è la superficie non recintata destinata ad oliveto. Complessivamente degli 81,52 ha opzionati, 67,86 ha saranno coltivati, ad oliveto super-intensivo fra i tracker e con essenze foraggiere azoti fissatrici sotto i moduli fotovoltaici (Vv. "Piano agro-solare e ricadute economiche occupazionali "SVN6MM8 DocumentazioneSpecialistica 42.pdf"), mentre la superficie destinata all'impianto fotovoltaico conta una superficie riflettente pari a 20,09 ha e circa 6,38 ha destinati a viabilità

interna, esterna, cabine di servizio, cabine di smistamento, power skid e area di pertinenza della sottostazione di trasformazione. Si può pertanto affermare che la superficie destinata all'agricoltura, pari a circa l'84,54% ("Agricola") della sola superficie interna all'area recintata, sarà nettamente superiore a quella destinata a produzione di energia da fonte rinnovabile e ben oltre il limite del 70% previsto nelle linee guida in materia di Impianti Agrivoltaici (Vv. Relazione sulla conformità dell'impianto agrivoltaico alle Linee Guida "SVN6MM8\_DocumentazioneSpecialistica\_44.pdf").

Aggiungendo anche la superficie destinata alla sottostazione utente e la relativa viabilità per raggiungerla, l'area complessivamente destinata all'agricoltura sarebbe pari all' 82,78%.

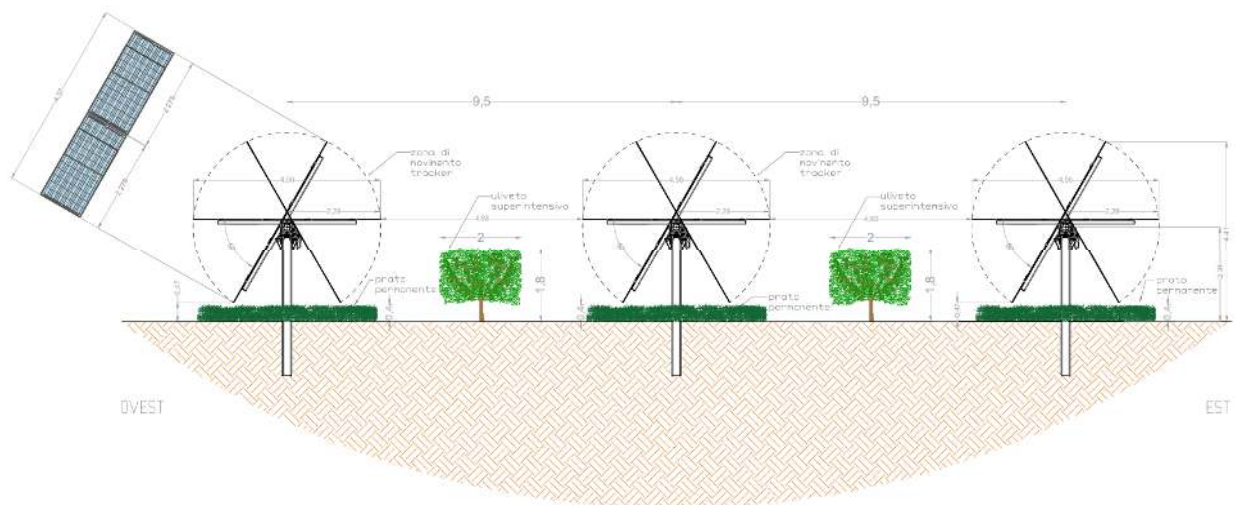


Fig. n°1 Sistema Agrivoltaico

**L'impianto in oggetto ricade nell'ambito di intervento previsto nel:**

- **Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387** "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità (G.U. n. 25 del 31 gennaio 2004 - s.o. n. 17)" **e più in**

**dettaglio ricade nell'ambito di applicazione dell'art. 12 del D.Lgs. 387/2003 laddove si asserisce che le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi del comma 3, sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti nonché urbanisticamente compatibili con la destinazione agricola dei suoli come specificato nel medesimo art. 12 del D. LGS. 387/2003 al comma 7.**

- **L. 29 luglio 2021 n°108 Conversione in Legge del, Decreto Legge 31 maggio 2021 n° 77**  
“Governance del Piano Nazionale di rilancio e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure” e più in dettaglio all'art.18 che recita “Al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, sono apportate le seguenti modificazioni:

*a) all'articolo 7-bis*

*1) il comma 2-bis e' sostituito dal seguente: "2-bis. Le opere, gli impianti e le infrastrutture necessari alla realizzazione dei progetti strategici per la transizione energetica del Paese inclusi nel Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR) e al raggiungimento degli obiettivi fissati dal Piano nazionale integrato per l'energia e il clima (PNIEC), predisposto in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999, come individuati nell'Allegato I-bis, e le opere ad essi connesse costituiscono interventi di pubblica utilità, indifferibili e urgenti.";*

Sotto il profilo della tutela ambientale, il progetto ricade tra gli **“impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW.”** dell'Allegato II alla Parte Seconda del del D.Lgs. 152/2006 così come sostituito dall'art.31 comma 6 del Decreto Legge n°77/2021.



L'elenco dei componenti e materiali utilizzati nel progetto definitivo dell'impianto fotovoltaico in oggetto sono tra i prodotti più efficienti e performanti attualmente disponibili nel mercato tuttavia, la rapida evoluzione del settore e della tecnologia potrebbe prospettare in sede di progettazione esecutiva nuove tecnologie che potrebbero essere utilizzate in sostituzione di quelle ivi elencate senza che questo però comporti alcuna variazione (maggiorazione) in termini di potenza installata, superficie occupata da moduli fotovoltaici, vani tecnici e/o di conversione comunicati.

## 1.2. DESCRIZIONE IMPIANTO

L'impianto di produzione da fonte fotovoltaica, installato su tracker monoassiali E-O, avrà una potenza di picco di **44,715 MWp** e sarà ubicato nell'agro del **Comune di Cerignola (FG)** in località Acquarulo/Preti/Tressanti/PozzoTerraneo su una superficie recintata complessiva di circa 55,98 ha.

Più in dettaglio l'impianto si svilupperà su sei blocchi "A", "B", "C", "D", "E" ed "F" racchiusi in cerchio avente un raggio di circa 1,8 km, le cui caratteristiche dimensionali sono di seguito riepilogate:

<b>CER01</b>							
	<b>TOTALE</b>	<b>BLOCCO "A"</b>	<b>BLOCCO "B"</b>	<b>BLOCCO "C"</b>	<b>BLOCCO "D"</b>	<b>BLOCCO "E"</b>	<b>BLOCCO "F"</b>
<b>POTENZA TOTALE [kWp]</b>	<b>44715</b>	<b>5068</b>	<b>13171</b>	<b>4724</b>	<b>4754</b>	<b>4350</b>	<b>12648</b>
<b>NUMERO DI MODULI</b>	<b>77766</b>	8814	22906	8216	8268	7566	21996
<b>POTENZA MODULO FOTOVOLT AICO [Wp]</b>	<b>575</b>	575	575	575	575	575	575
<b>NUMERO DI TRACKER</b>	<b>1401</b>	169	407	145	152	127	401

DA 52 MODULI							
NUMERO DI TRACKER DA 26 MODULI	189	1	67	26	14	37	44
NUMERO DI SUNWAY UNIT CONVERSI ON	8	1	2	1	1	1	2
NUMERO DI INVERTER	31	3	8	4	4	4	8
NUMERO SMART STRING BOX	215	23	60	24	24	24	60

Tab. n°1 Caratteristiche dimensionali impianto fotovoltaico

Gli elementi tecnici inclusi nella presente relazione riguardano l'impianto fotovoltaico e la sottostazione elettrica ovvero:

#### Impianto fotovoltaico

- Moduli fotovoltaici;
- Quadri di parallelo stringhe;
- Inverter centralizzati su Power Skid;
- Strutture di sostegno dei moduli (Tracker monoassiali);
- Cabine di Smistamento MT;
- Cabine di Servizio;
- Trasformatore MT/BT;
- Cavidotti BT;
- Cavidotti MT di collegamento alla Cabina di Smistamento e alla SSE;
- Quadro MT;
- Quadri BT;

#### Sottostazione Elettrica:

- Piazzali e vie di transito;
- Edificio servizi;
- Quadro MT;

- Trasformatore MT/AT;
- Apparecchiature AT;
- Cavo AT sino allo stallo di consegna alla RTN
- Carpenteria metallica;

e più in dettaglio l'impianto si comporrà di:

- ✓ **77.766 moduli fotovoltaici** in silicio monocristallino di potenza massima unitaria pari a 575 Wp, installati su tracker monoassiali da 2x26 e 1x26 moduli installati in modalità portrait;
- ✓ **2.991 stringhe** composte da 26 moduli da 575 Wp aventi tensione di stringa 1.121V @20°C, corrente di stringa 13,62;
- ✓ **215 cassette di parallelo stringhe;**
- ✓ **31 inverter centralizzati**, su power-skid, di cui rispettivamente:
  - ✓ -n°1 aventi potenza di 832 kW @600V
  - ✓ -n°2 aventi potenza di 1662 kW @ 600V
  - ✓ -n°4 aventi potenza di 1802 kW @ 650V
  - ✓ -n°4 aventi potenza di 901 kW @ 650V
  - ✓ -n°2 aventi potenza di 957 kW @ 690V
  - ✓ -n°4 aventi potenza di 1774 kW @ 640V
  - ✓ -n°2 aventi potenza di 887 kW @ 640V
- ✓ **8 power-skid (conversion unit)** dotate di sistema di trasformazione MT/BT, protezione MT e BT, di potenza complessiva compresa tra 1.700 e 2.700 kVA.
- ✓ **3 Cabine di Sezionamento/Smistamento** in cui si convogliano l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico proveniente dai 13 sottocampi MT
- ✓ **3 Cabine di Servizio** in cui saranno ubicati quadri BT / TLC, vano per l'alloggiamento del trasformatore per i servizi ausiliari, vano control room, vano deposito;
- ✓ **3 terne MT** in cavo interrato attraverso cui l'energia prodotta viene trasferita alla SSE Utente;
- ✓ **1 Stazione Elettrica Utente** in cui avviene la trasformazione di tensione da 30 kV a 150 kV e la consegna in AT a 150 kV.
- ✓ **1 terna AT** in cavo interrato attraverso cui l'energia prodotta viene trasferita alla SE Terna;
- ✓ **Gruppi di Misura (GdM)** dell'energia prodotta, dotati di dai trasduttori di tensione (TV) e di corrente (TA).

- ✓ Apparecchiature elettriche di protezione e controllo in AT, MT, BT;

ARCHITETTURA IMPIANTO FOTOVOLTAICO CER01								
Shelter	modello inverter SUNWAY TG	Pn [kW] inverter	Pn [kW] trasformatore	Pn [kW] Shelter	smart string box	n° di stringhe totali	Potenza di picco inverter [kWp]	Potenza di picco shelter [kWp]
<b>A1</b>	TG1800 1500V TE_600	1662	2500	4156	9	136	2033	5068
	TG900 1500V TE_600	832						
	TG1800 1500V TE_600	1662	1700					
<b>B1</b>	TG1800 1500V TE_650	1802	2800	5406	10	147	2198	6578
	TG900 1500V TE_650	901						
	TG1800 1500V TE_650	1802	2800					
	TG900 1500V TE_650	901						
<b>B2</b>	TG1800 1500V TE_650	1802	2800	5406	10	147	2198	6593
	TG900 1500V TE_650	901						
	TG1800 1500V TE_650	1802	2800					
	TG900 1500V TE_650	901						
<b>C1</b>	TG900 1500V TE_690	957	2000	3828	6	79	1181	4724

	TG900 1500V TE_690	957			6	79	1181	
	TG900 1500V TE_690	957	2000		6	79	1181	
	TG900 1500V TE_690	957			6	79	1181	
<b>D1</b>	TG900 1500V TE_690	957	2000	3828	6	79	1181	4754
	TG900 1500V TE_690	957			6	80	1196	
	TG900 1500V TE_690	957	2000		6	79	1181	
	TG900 1500V TE_690	957			6	80	1196	
<b>E1</b>	TG900 1500V TE_690	957	2000	3828	6	73	1091	4350
	TG900 1500V TE_690	957			6	73	1091	
	TG900 1500V TE_690	957	2000		6	73	1091	
	TG900 1500V TE_690	957			6	72	1076	
<b>F1</b>	TG1800 1500V TE_640	1774	2700	5322	10	141	2108	6339
	TG900 1500V TE_640	887			5	71	1061	
	TG1800 1500V TE_640	1774	2700		10	141	2108	
	TG900 1500V TE_640	887			5	71	1061	
<b>F2</b>	TG1800 1500V	1774	2700	5322	10	141	2108	6309

	TE_640							
	TG900 1500V TE_640	887				5	70	
	TG1800 1500V TE_640	1774	2700		10	141	2108	
	TG900 1500V TE_640	887			5	70	1047	
				<b>37096</b>	<b>215</b>	<b>2991</b>		<b>44715</b>

Tab. n°2 Architettura impianto fotovoltaico

L'energia prodotta verrà convogliata, mediante tre terne di cavi MT 30 kV interrati su strada provinciale, strada interpodereale e terreni agricoli privati lungo i confini di proprietà, in modo da non interferire con le pratiche agricole, fino alla sottostazione utente 30/150 kV e da quest'ultima mediante una terna di cavi AT 150 kV collegata in antenna alla stazione elettrica di trasformazione 380/150 kV della RTN da collegare in entra-esce alla linea 380 kV "Foggia – Palo del Colle" (già autorizzata e voltura a TERNA), secondo quanto indicato nella STMG di Terna (Codice pratica P2020 – 02424).

### 1.3. UBICAZIONE IMPIANTO E SOTTOSTAZIONE UTENTE

L'impianto fotovoltaico CER01 sarà ubicato nell'agro del **Comune di Cerignola (FG)** in località Acquarulo / Preti / Tressanti / Pozzo Terraneo su una superficie recintata complessiva di circa 55,98 ha avente destinazione agricola "E" secondo il vigente piano urbanistico.

Le coordinate dei cinque blocchi sono rispettivamente:

#### **Blocco "A"**

Lat. 41.382408



Lon. 15.866732

Elevazione 17 metri

**Blocco "B"**

Lat. 41.380065

Lon. 15.866329

Elevazione 21 metri

**Blocco "C"**

Lat. 41.368330

Lon. 15.882126

Elevazione 22 metri

**Blocco "D"**

Lat. 41.369589

Lon. 15.886297

Elevazione 27 metri

**Blocco "E"**

Lat. 41.363864

Lon. 15.881901

Elevazione 28 metri

**Blocco "F"**

Lat. 41.359290

Lon. 15.879692

Elevazione 31 metri

metri



Fig. n°2 Inquadramento su ortofoto dell'impianto agrivoltaico e delle opere di connessione

Di seguito si riportano i dati principali inerenti le aree agricole interessate dal progetto, nonché la mappa catastale con identificazione delle aree in oggetto:

Lotto	foglio	particella	Superficie [mq]	Superficie totale [mq]
<b>A</b>	77	41	2400	82030
		89	9680	
	78	201	9890	
		83	60060	
<b>B</b>	77	92	6750	120745
		132	4668	
	78	207	6590	
		417	36477	
		85	66260	
	78	79	80609	81935
		346	1326	
<b>C</b>	89	30	10748	96010
		31	14532	
		1	5547	
		2	44638	
		32	6798	
		33	394	
		6	10581	
	90	5	2772	
<b>D</b>	90	1	99950	108004
		3	8054	
<b>E</b>	90	75	4505	77396
	89	28	22004	
		10	100	
	90	17	447	
		4	21589	
	89	19	9498	
		43	11910	
89	44	7343		
<b>F</b>	94	4	1159	249064
		7	78	
		8	1003	
		9	86	
		42	6131	
	88	122	19546	
		6	11308	
	93	7	123652	
		8	23919	
	88	5	10509	
		17	14102	
		159	18444	
		158	14745	
161		4040		
		160	342	
				<b>815184</b>

Tab. n°3 Informazioni aree oggetto di intervento





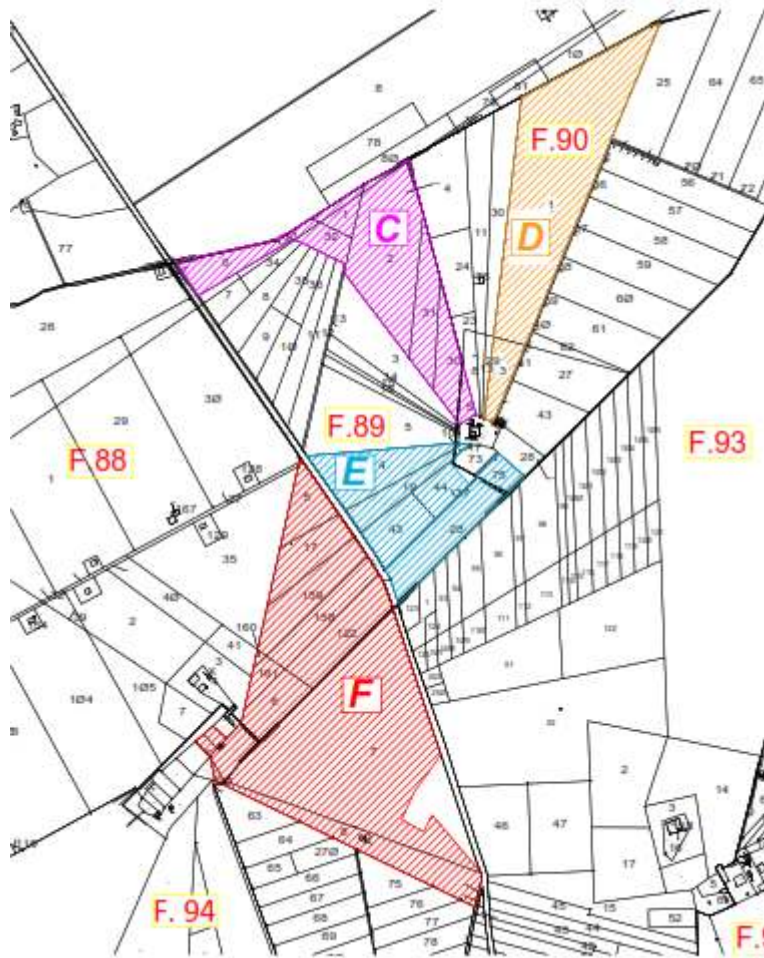


Fig. 4 Blocchi "C", "D", "E", "F" su stralcio catastale

La sottostazione utente ("SSEU") 30/150kV per la connessione in antenna a 150 kV sulla nuova stazione elettrica a 380/150 kV della RTN da collegare in entra-esce alla linea 380 kV "Foggia – Palo del Colle", sarà condivisa con altri produttori così come richiesto da Terna al fine di razionalizzare le infrastrutture di rete.

L'area ove sarà ubicata la Sottostazione Elettrica Utente "SSEU" si trova nel territorio del Comune di Cerignola e risulta identificata dai seguenti riferimenti cartografici:

- carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000 N. 422032
- foglio catastale n°90 particella n° 82 e foglio catastale n°93 particella n°329-323 del

Comune di Cerignola.

Essa è individuata dalle coordinate geografiche Lat. 41.366838° Nord e Long. 15.889168°

Est. ed è posta a quota 31 m s.l.m.

La Sottostazione interessa un'area di circa 4550 mq, interamente recintata e accessibile principalmente tramite un cancello carrabile di 7,00 m di tipo scorrevole oltre a cancelli carrabili per ciascuna delle tre aree di competenza dei vari produttori aventi larghezza di 5,00 m..

L'accesso alla SST è previsto dalla S.P. 69 e da strada interpodereale sulla quale si richiederà una servitù di passaggio che consenta un accesso più agevole ai suddetti mediante compattazione del terreno e posa di uno o più strati, laddove necessario, di pietrame a pezzatura variabile e brecciolino opportunamente costipati.



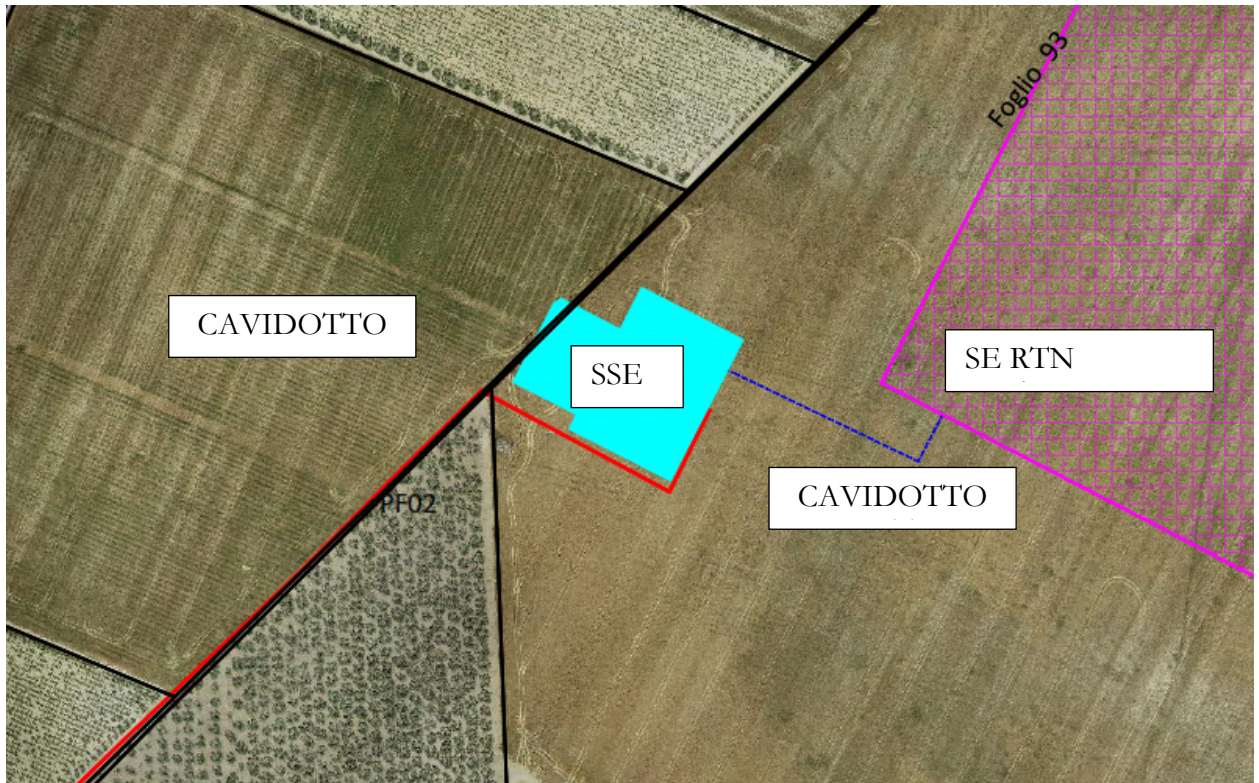


Fig. 5 Ortofoto ubicazione Sottostazione Utente

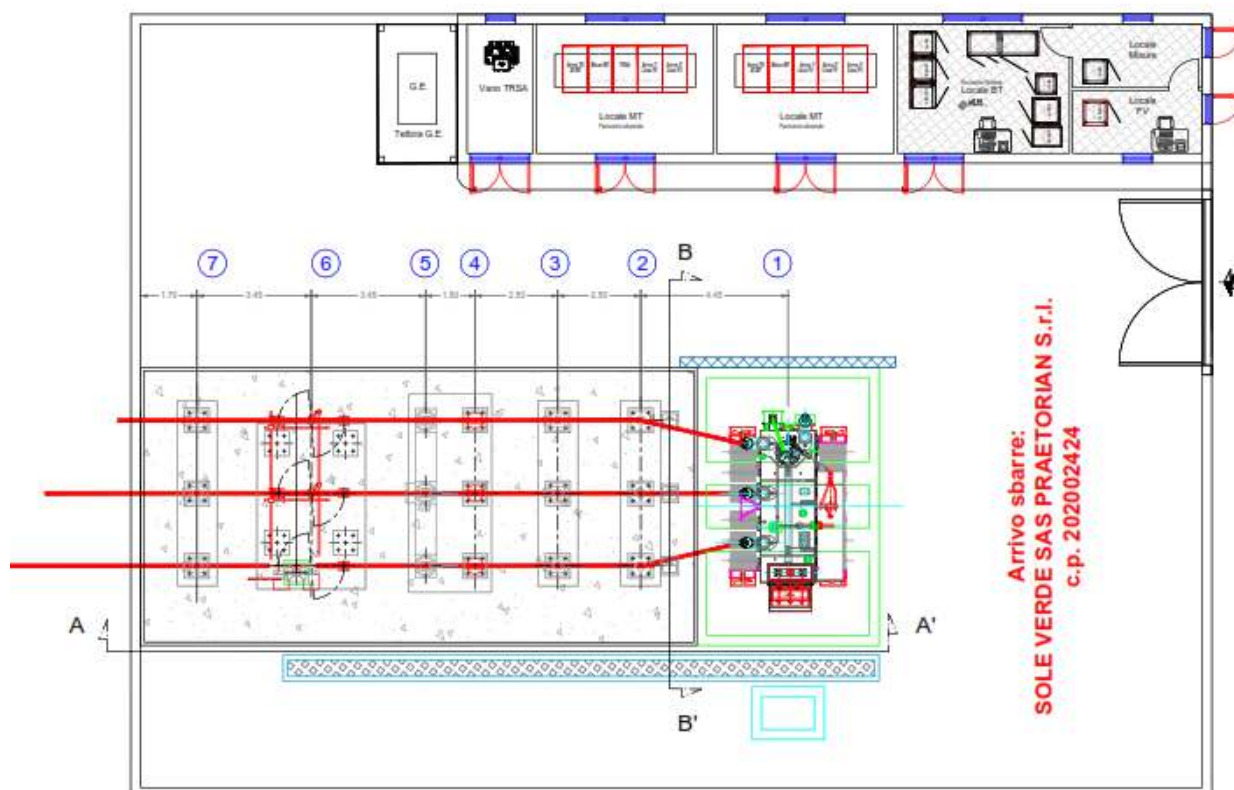


Fig. 6 Planimetria sottostazione utente



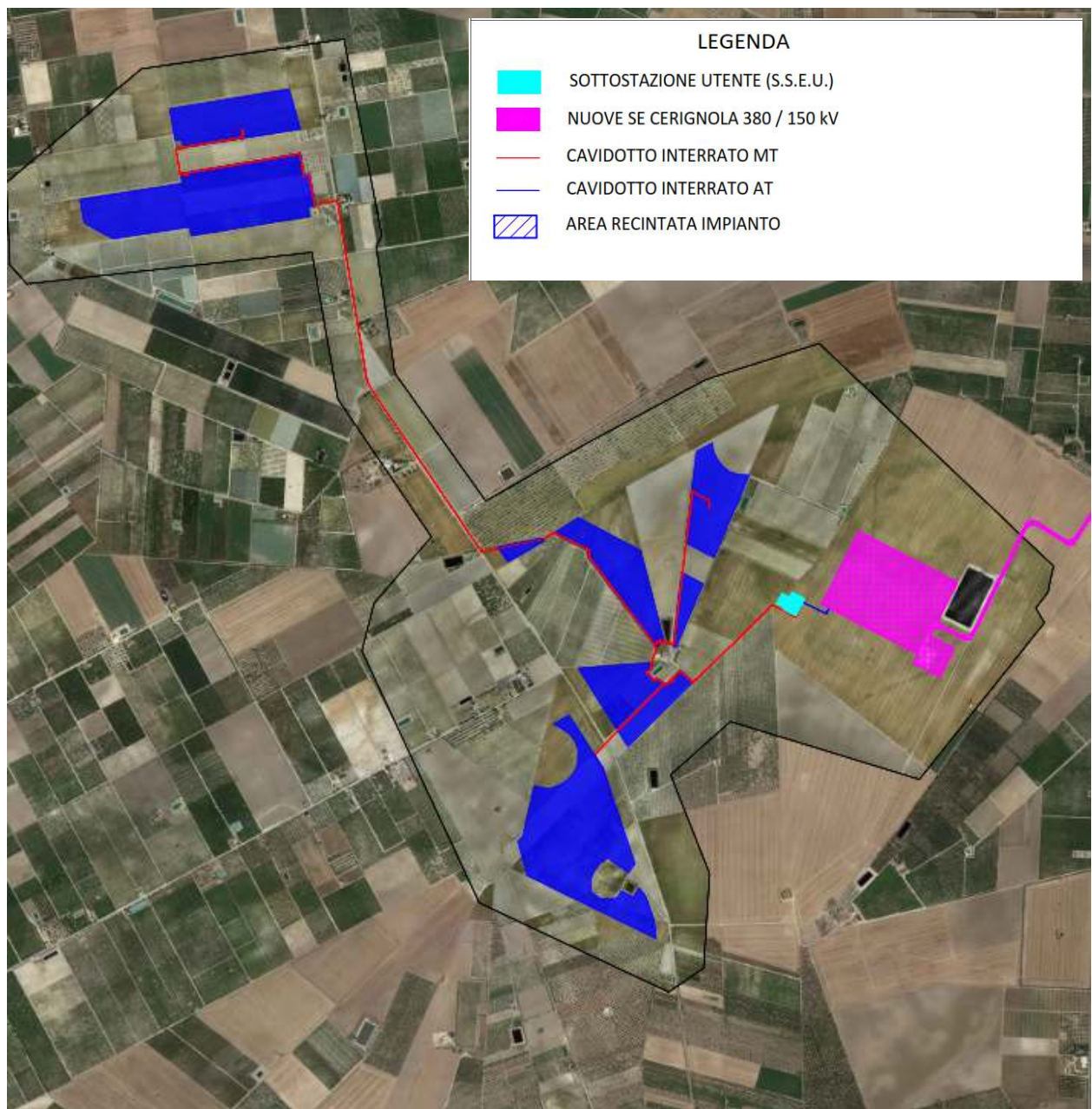


Fig. 7 Inquadramento territoriale opere di connessione su ortofoto

#### **1.4. INFO E CONTATTI**

La società promotrice dell'iniziativa e i progettisti incaricati sono rispettivamente:

##### **Sole Verde Sas della Praetorian Srl**

39100 Bolzano (BZ)

Via Walter Von Vogelweide n.8

[soleverdesasdellapraetoriansrl@legalmail.it](mailto:soleverdesasdellapraetoriansrl@legalmail.it)

##### **Ing Alessandro la Grasta**

70056 Molfetta (BA)

Via Zara 22

Email: info@ltservice.net

Pec: studiotecnicolt@pec.it

Tel: +39 3401706888

##### **Ing Luigi Tattoli**

70056 Molfetta (BA)

Via Zara 22

Email: info@ltservice.net

Pec: studiotecnicolt@pec.it

Tel: +39 3403112803

## 2. CARATTERISTICHE COMPONENTI D'IMPIANTO

### 2.1. MODULI FOTOVOLTAICI

Il generatore fotovoltaico sarà costituito da moduli del tipo monocristallino con una potenza unitaria pari a 575 Wp le cui caratteristiche tecniche riportate nel data-sheet di seguito allegato, per un totale di 77.766 moduli fotovoltaici.

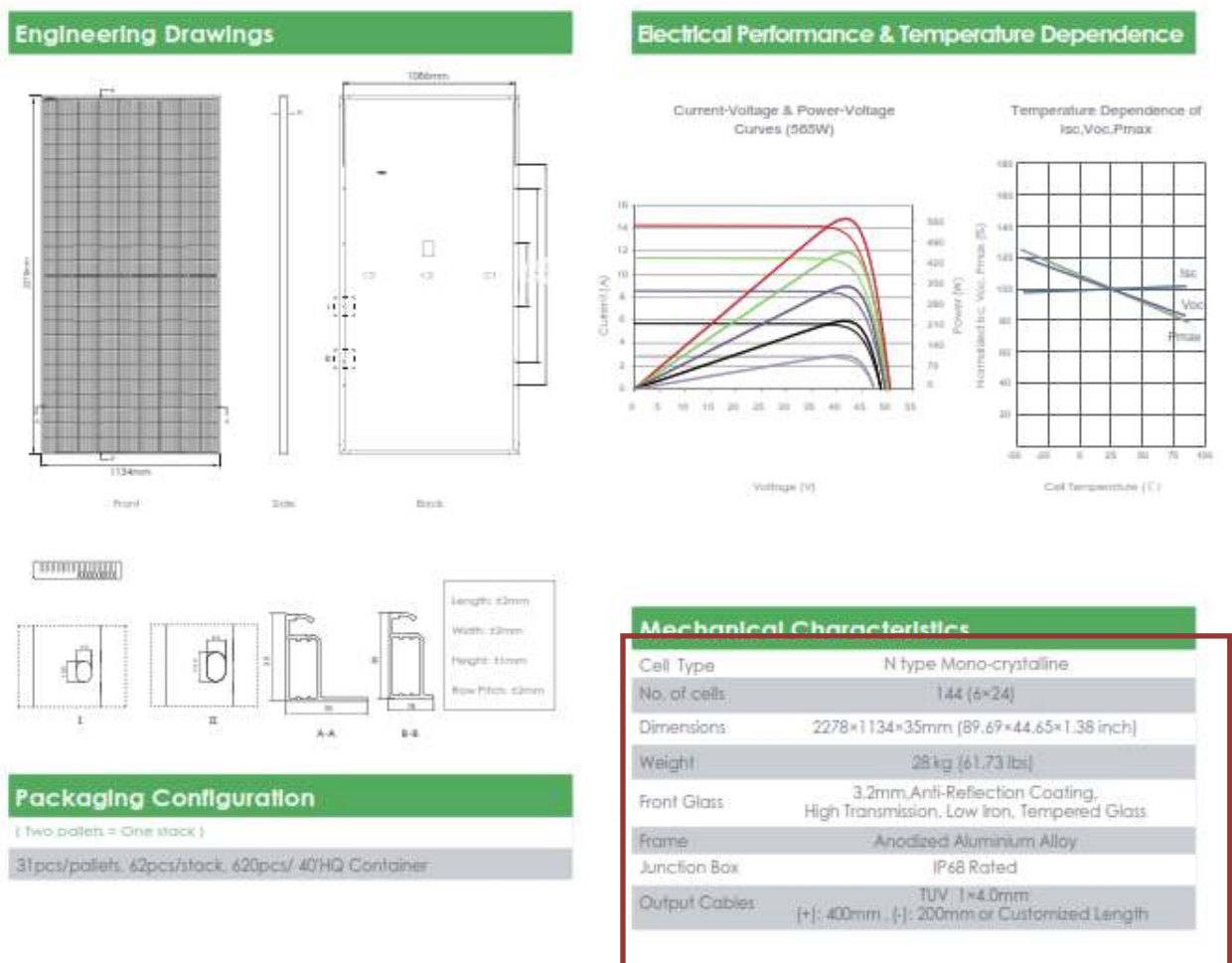


Fig. 8 Data Sheet Modulo Fotovoltaico \_1

SPECIFICATIONS										
Module Type	JKM555N-72HL4		JKM560N-72HL4		JKM565N-72HL4		JKM570N-72HL4		JKM575N-72HL4	
	JKM555N-72HL4-V	JKM555N-72HL4-V	JKM560N-72HL4-V	JKM560N-72HL4-V	JKM565N-72HL4-V	JKM565N-72HL4-V	JKM570N-72HL4-V	JKM570N-72HL4-V	JKM575N-72HL4-V	JKM575N-72HL4-V
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	555Wp	417Wp	560Wp	421Wp	565Wp	425Wp	570Wp	429Wp	575Wp	432Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.64V	39.12V	41.77V	39.25V	41.92V	39.38V	42.07V	39.51V	42.22V	39.60V
Maximum Power Current (Imp)	13.33A	10.67A	13.41A	10.73A	13.48A	10.79A	13.55A	10.85A	13.62A	10.92A
Open-circuit Voltage (Voc)	50.34V	47.82V	50.47V	47.94V	50.60V	48.06V	50.74V	48.20V	50.88V	48.33V
Short-circuit Current (Isc)	14.07A	11.36A	14.15A	11.42A	14.23A	11.49A	14.31A	11.55A	14.39A	11.62A
Module Efficiency STC (%)	21.48%		21.68%		21.87%		22.07%		22.26%	
Operating Temperature (°C)	-40°C ~ +85°C									
Maximum system voltage	1000/1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0 ~ +3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.30%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.046%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

\*STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup> Cell Temperature 25°C AM=1.5  
 NOCT: Irradiance 800W/m<sup>2</sup> Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s

Fig. 9 Data Sheet Modulo Fotovoltaico \_2

I moduli avranno una struttura superiore in vetro e relativa cornice in alluminio e saranno dotati di scatola di giunzione con diodi di by-pass e connettori di collegamento.

La scelta dei moduli proposti garantisce affidabilità, durata e rendimento anche in funzione delle temperature medie del sito di intervento.

I moduli fotovoltaici scelti saranno dotati di un'etichetta segnaletica contenente nome del fabbricante, numero del modello, potenza in Wp e numero di serie e saranno corredati di cavi del tipo precablati da 4 mmq completi di connettori pre-innestati.

Ogni modulo sarà corredato di diodi bypass per minimizzare la perdita di potenza per fenomeni di ombreggiamento.



## 2.2. CASSETTE DI PARALLELO STRINGHE

Gli impianti di generazione fotovoltaica di media e grande potenza sono costituiti da un numero elevato di stringhe.

Per ottimizzare la topologia di connessione e migliorare i sistemi di protezione e monitoraggio, la connessione in parallelo delle stringhe avviene solitamente su più di un livello gerarchico, tipicamente un primo livello di parallelo tramite cassette di parallelo stringhe e un secondo livello di parallelo solitamente interne all'inverter centralizzato.



Fig.10 Quadro di parallelo stringhe

Le cassette di parallelo stringhe sono composte dai seguenti blocchi funzionali

- sezione di connessione stringhe, che contiene:
  - o i fusibili di protezione,
  - o il collegamento in parallelo delle stringhe del generatore fotovoltaico,
  - o il dispositivo per la protezione da sovratensioni,
  - o i sensori di corrente,

o la scheda di controllo in grado di rilevare perdita di connessione e di prestazione;

- sezione di uscita, che contiene:

o l'organo di sezionamento sotto carico;

- sezione di interfaccia, che contiene:

o la scheda d'isolamento della seriale RS-485

o gli ingressi ambientali

Le caratteristiche tecniche delle cassette di parallelo stringhe sono di seguito indicate:

Input Ratings	
Maximum number of strings	24
Maximum voltage	1500 V
Fuses size <sup>(NOTE 1)</sup>	15 A up to 22 A
Maximum current per string <sup>(NOTE 2)</sup>	30 A
Connector type <sup>(NOTE 3)</sup>	Cable glands
Cable cross-section	4 ÷ 10 mm <sup>2</sup>
Cable diameter	4.5 ÷ 10.0 mm
Output Ratings	
Maximum current <sup>(NOTE 2)</sup>	240 A
Maximum cable cross-section	300 mm <sup>2</sup>
Cables per pole	1
Cable diameter	54 mm conduit mm
Cables connector type	Conduit fitting
Grounding cable cross-section	35 mm <sup>2</sup>
Dimensions and weight	
Dimensions (width, height, depth)	635x928x314 mm
Weight	42 kg
Additional features	
String current measure	No
Short-circuit protection (fuses)	On both poles
Protective class	II
Load break switch	Yes (315 A)
Load break switch status	Not available
DC over-voltage protection (SPDs)	Yes (Type II)
SPDs status	Not available
Ingress protection degree	IP65 (IP20 while door open)
Lockable enclosure	Yes

Tab. 4 Datasheet quadro di parallelo stringhe

### **2.3. SISTEMA DI CONVERSIONE DC/AC E TRASFORMAZIONE BT/MT**

Il sistema di conversione di energia DC/AC scelto, è con inverter centralizzati il cui dimensionamento è stato effettuato con l'intento di consentire il massimo rendimento, semplificare il montaggio e le manutenzioni e garantire la durabilità nel tempo.

A tal fine, la soluzione tecnica scelta prevede che gli inverter centralizzati vengano montati su Power Skids modulari preassemblati e precablati in fabbrica e generalmente composti da un blocco con due inverter (o due blocchi con tre/quattro inverter) di conversione DC/AC e trasformazione BT/MT, e da un blocco di protezione MT,BT, monitoraggio da remoto e alimentazione ausiliari.

Ciascun blocco è assemblato su base in cemento armato, presagomata per il passaggio dei cavidotti e progettata per il contenimento dell'olio, pertanto non necessita di fondazioni in cemento salvo la predisposizione di un basamento di appoggio da 20/30 cm che sarà realizzato in cemento armato con rete elettrosaldata 20x20φ10.

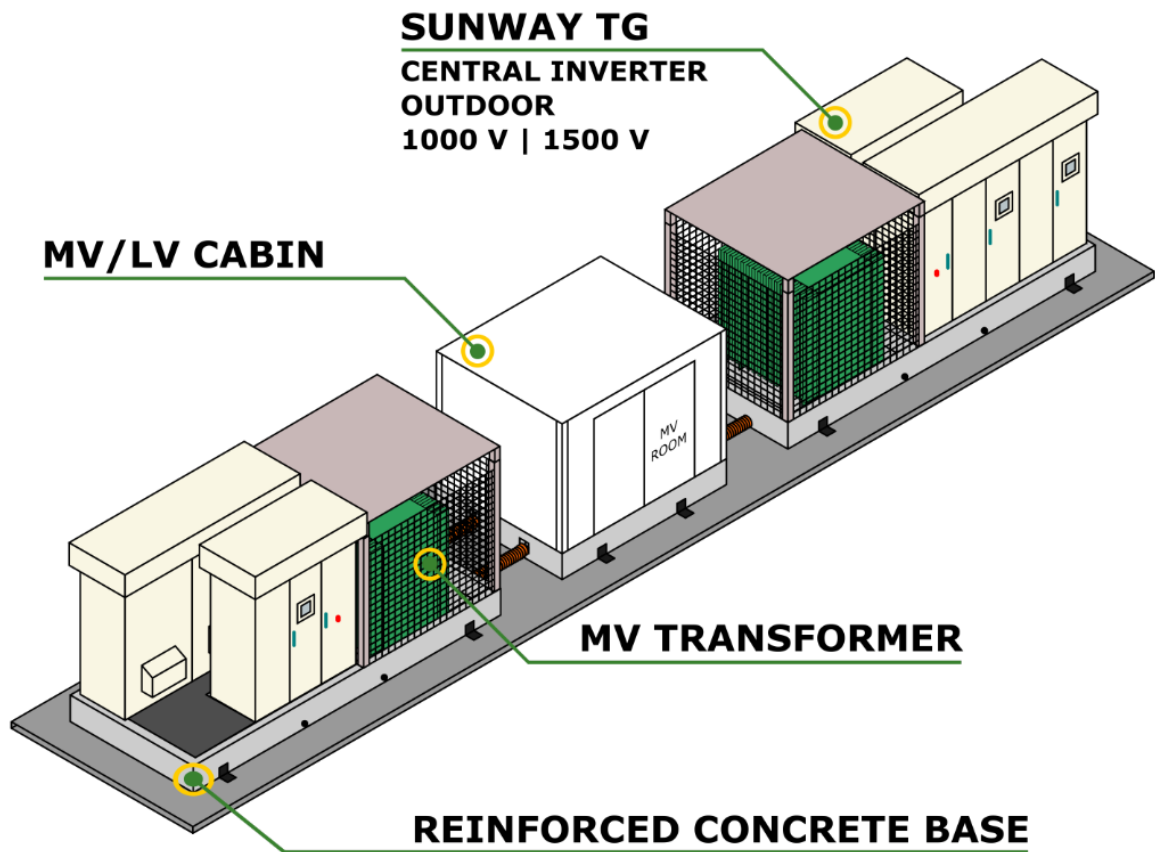


Fig. n°11 Power Skid

La scelta di unità di conversione DC/AC e trasformazione MT/BT centralizzata su power skids oltre a semplificare il montaggio, ridurre i tempi di installazione e agevolare le manutenzioni, ha un notevole vantaggio in termini di riduzione delle volumetrie da realizzare in quanto buona parte dei componenti elettrici sono ubicati all'esterno avendo grado di protezione adeguato.

In ultimo, ma non per importanza, occorre sottolineare che i vantaggi riportati in fase di realizzazione e gestione dell'impianto sono altresì presenti in fase di dismissione dello stesso poiché, essendo strutture pre-cablate sia elettricamente che meccanicamente, i tempi ed i costi per la fase di dismissione a fine vita utile dell'impianto sono anch'essi ridotti.

L'architettura dell'impianto prevede n°3946 stringhe da 26 moduli cadauna collegate a 31 inverter centralizzati di cui rispettivamente:

- ✓ n°1 aventi potenza di 832 kW @600V
- ✓ -n°2 aventi potenza di 1662 kW @ 600V
- ✓ -n°4 aventi potenza di 1802 kW @ 650V
- ✓ -n°4 aventi potenza di 901 kW @ 650V
- ✓ -n°2 aventi potenza di 957 kW @ 690V
- ✓ -n°4 aventi potenza di 1774 kW @ 640V
- ✓ -n°2 aventi potenza di 887 kW @ 640V

La scelta del numero di inverter da utilizzare è derivata dall'analisi della produttività del campo fotovoltaico nelle condizioni ottimali in modo da selezionare un inverter che, anche nelle condizioni migliori in assoluto, possa erogare in rete praticamente tutta l'energia producibile dal campo in modo da sfruttare al meglio il campo.

Tale condizione è soddisfatta mediante l'utilizzo degli inverter centralizzato sopra meglio dettagliati che, oltre al rispetto della condizione precedente, si interfacciano perfettamente con gli altri parametri elettrici derivanti dalla numero e dalle caratteristiche delle stringhe di moduli fotovoltaici.

Di seguito si allegano le caratteristiche tecniche principali degli inverter selezionati pur tenendo presente che, ugualmente a quanto menzionato per i moduli fotovoltaici, anche gli inverter potrebbero essere sostituiti con altri aventi caratteristiche elettriche diverse pur garantendo la medesima potenza complessiva erogata, ciò in virtù delle disponibilità di mercato ed in particolar modo in funzione dell'evoluzione tecnica.

Principali Configurazioni											
Modello	u.m.	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 600	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 610	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 620	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 630	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 640	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 650	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 660	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 670	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 680	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 690
Range di tensione MPPT <sup>(1)</sup>	V	880 - 1200	890 - 1200	910 - 1200	920 - 1200	935 - 1200	950 - 1200	960 - 1200	980 - 1200	990 - 1200	1000 - 1200
Range di tensione MPPT esteso <sup>(1)(2)</sup>	V	860 - 1500	870 - 1500	880 - 1500	900 - 1500	910 - 1500	930 - 1500	940 - 1500	960 - 1500	970 - 1500	980 - 1500
Tensione Nominale di uscita	V	600 ± 10 %	610 ± 10 %	620 ± 10 %	630 ± 10 %	640 ± 10 %	650 ± 10 %	660 ± 10 %	670 ± 10 %	680 ± 10 %	690 ± 10 %
Potenza nominale di uscita @ 25°C	kVA	935	951	966	982	998	1013	1029	1044	1060	1076
Potenza nominale di uscita @ 45°C	kVA	831	845	859	873	887	901	915	928	942	956
Potenza nominale di uscita @ 50°C	kVA	779	792	805	818	831	844	857	870	883	896
Caratteristiche Generali											
Numero di MPPT indipendenti	1										
Efficienza di MPPT (Statica / Dinamica)	99.8 % / 99.7 %										
Massima tensione a vuoto	1500 V										
Frequenza Nominale di uscita	50 / 60 Hz (up to -3 / +2 Hz)										
Fattore di potenza <sup>(3)</sup>	Circular Capability										
Range di temperatura operativa	-25 ÷ 62 °C										
Applicazione / Grado di protezione	Outdoor / IP54										
Massima altitudine <sup>(4)</sup>	4000 m										
Massima corrente di CC in ingresso (Isc)	1500 A										
Ripple di tensione	< 1%										
Temperatura Ambiente	25 °C			45 °C				50 °C			
Corrente nominale di uscita	900 A			800 A				750 A			
Soglia di potenza	1% della potenza nominale										
Totale distorsione di corrente AC	≤ 3%										
Max / EU / CEC <sup>(2) (5)</sup>	98.7 % / 98.4 % / - %										
Dimensioni (W x H x D)	2024 x 2470 x 1025 mm										
Peso	1780 kg										
Stop mode / Consumi Notturni	45 W / 45 W										
Consumi ausiliari	1250 W										

#### NOTES

<sup>(1)</sup> @ V<sub>AC</sub> nominale e cos φ =1.

<sup>(2)</sup> Con derating sulla potenza erogata

<sup>(3)</sup> Default range: 1 - 0.85 lead/lag

<sup>(4)</sup> Fino a 1000 m senza derating

<sup>(5)</sup> Certificato secondo IEC 61683

Fig. n°12 Caratteristiche elettriche inverter centralizzato



Principali Configurazioni											
Modello	u.m.	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 600	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 610	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 620	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 630	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 640	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 650	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 660	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 670	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 680	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 690
Range di tensione MPPT <sup>(1)</sup>	V	880 - 1200	890 - 1200	910 - 1200	920 - 1200	935 - 1200	950 - 1200	960 - 1200	980 - 1200	990 - 1200	1000 - 1200
Range di tensione MPPT esteso <sup>(1)(2)</sup>	V	860 - 1500	870 - 1500	880 - 1500	900 - 1500	910 - 1500	930 - 1500	940 - 1500	960 - 1500	970 - 1500	980 - 1500
Tensione Nominale di uscita	V	600 ± 10 %	610 ± 10 %	620 ± 10 %	630 ± 10 %	640 ± 10 %	650 ± 10 %	660 ± 10 %	670 ± 10 %	680 ± 10 %	690 ± 10 %
Potenza nominale di uscita @ 25°C	kVA	1870	1902	1932	1964	1996	2026	2058	2088	2120	2152
Potenza nominale di uscita @ 45°C	kVA	1662	1690	1718	1746	1774	1802	1830	1856	1884	1912
Potenza nominale di uscita @ 50°C	kVA	1558	1584	1610	1636	1662	1688	1714	1740	1766	1792
Caratteristiche Generali											
Numero di MPPT indipendenti	2										
Efficienza di MPPT (Statica / Dinamica)	99.8 % / 99.7 %										
Massima tensione a vuoto	1500 V										
Frequenza Nominale di uscita	50 / 60 Hz (up to -3 / +2 Hz)										
Fattore di potenza <sup>(3)</sup>	Circular Capability										
Range di temperatura operativa	-25 ÷ 62 °C										
Applicazione / Grado di protezione	Outdoor / IP54										
Massima altitudine <sup>(4)</sup>	4000 m										
Massima corrente di CC in ingresso (Isc)	2 x 1500 A										
Ripple di tensione	< 1%										
Temperatura Ambiente	25 °C			45 °C				50 °C			
Corrente nominale di uscita	1800 A			1600 A				1500 A			
Soglia di potenza	1% della potenza nominale										
Totale distorsione di corrente AC	≤ 3%										
Max / EU / CEC <sup>(3) (5)</sup>	98.7 % / 98.4 % / - %										
Dimensioni (W x H x D)	3224 x 2470 x 1025 mm										
Peso	2930 kg										
Stop mode / Consumi Nottorni	90 W / 90 W										
Consumi ausiliari	1800 W										

#### NOTES

<sup>(1)</sup> @ V<sub>dc</sub> nominale e cos φ = 1.

<sup>(2)</sup> Con derating sulla potenza erogata

<sup>(3)</sup> Default range: 1 - 0.85 lead/lag

<sup>(4)</sup> Fino a 1000 m senza derating

<sup>(5)</sup> Certificato secondo IEC 61683

Fig. n°13 Caratteristiche elettriche inverter centralizzato

Si rimanda alla tavola grafica TAV. FV10 per le caratteristiche dimensionali ed il layout dei vari scomparti in cui è suddivisa la power-skid pre-equipaggiato e pre-cablato in fabbrica.

Sotto il profilo della sicurezza elettrica le parti attive del generatore fotovoltaico saranno isolate da terra mentre le parti metalliche saranno collegate all'impianto di terra di protezione.

L'inverter sarà dotato di un dispositivo per il controllo dell'isolamento che genererà un segnale di guasto al verificarsi del primo guasto a terra e interromperà il funzionamento dell'inverter.

L'impianto fotovoltaico è organizzato in sei campi ovvero blocco "A", "B", "C", "D", "E" e "F" ciascuno dei quali è suddiviso rispettivamente in n°2 sotto-campi (B1-B2-F1-F2), n° 1 sotto-campo (A1-C1-D1-E1) per un totale complessivo di 8 sotto-campi.

In ogni sotto-campo è presente una power-skid che raggruppa la parte di conversione DC/AC e la parte di trasformazione BT/MT con le relative protezioni, in modo da ottenere in uscita una sistema di generazione a 30 kV che sarà successivamente convogliato nelle sezioni di smistamento / sezionamento (Vv. elaborato Layout cabina di sezionamento\_“SVN6MM8\_DocumentazioneSpecialistica08.pdf”) per poi conferire l'intera potenza alla sottostazione utente 30/150 kV e da quest'ultima alla nuova stazione elettrica RTN 380/150kV di Cerignola secondo quanto indicato nella STMG di Terna.

Le principali caratteristiche dei componenti delle cabine di trasformazione/conversione sono le seguenti:

➤ **Quadro MT**

- Grado di protezione IP54 dell'involucro esterno
- Grado di protezione IP65 del circuito MV
- Isolamento in gas sigillato ermeticamente
- Tensione di isolamento 36kV
- Tenuta al corto circuito 16kA 1sec

- Corrente nominale fino a 1600A
- **Trasformatore MT/BT**
  - Rapporto di trasformazione 30/~0,60-0,69 ( $\pm 10\%$ ) kV
  - Potenza 1700/2000/2700/2800 kVA
  - Frequenza nominale 50 Hz
  - Raffreddamento tipo ONAN
  - Gruppo di vettoriamento Dyn11
  - Classe ambientale E2
  - Classe climatica C2
  - Comportamento al fuoco F1
  - Temperatura ambiente max 40°C
  - Impedenza di corto circuito 6%
  - Grado di protezione IP54 dell'involucro esterno
  - Configurato per resistere ad alte temperature

➤ **Trasformatore servizi ausiliari**

- Rapporto di trasformazione 30/0,40kV
- Potenza 50/150 kVA
- Frequenza nominale 50 Hz
- Gruppo di vettoriamento Dyn11
- Impedenza di corto circuito 4%

➤ **Inverter**

- Potenza AC fino da 832 a 1802 kVA @45°C
  - Tensione in ingresso lato DC fino a 1500 V
  - Efficienza di MPPT 99.8%-99.7%
  - 1 MPPT
  - 7 input lato DC
  - Grado di protezione IP54
  - Raffreddamento ad aria forzata
  - Derating di potenza per temperature ambiente maggiori di 50 °C
  - Range di temperatura consentita -25 °C ÷ 62°C
- **Controllo e monitoraggio**
- Canali di comunicazione RS485+Ethernet Modbus TCP
  - Regolazione /Controllo della potenza AC RS485 o Ethernet
  - Connessione remota

## **2.4. CABINE DI SMISTAMENTO MT E CABINE DI SERVIZIO**

L'impianto fotovoltaico è dotato complessivamente di n°3 cabine di smistamento e n°3 cabine servizio dei singoli campi e più in dettaglio n°1 cabina di smistamento/sezionamento e n°1 cabina di servizio ubicate nel campo "B", n°2 cabine di smistamento/sezionamento ubicate rispettivamente nei campi "C" ed "E" e n°2 cabine di servizio ubicate rispettivamente nei campi "D" ed "F".

Le cabine di smistamento in MT svolgono la funzione di raggruppamento e protezione delle cabine di trasformazione/conversione prima che l'intera potenza venga trasferita, mediante tre cavidotti interrati a 30 kV, alla sottostazione utente per la sua immissione in rete.

L'energia prodotta è consegnata alla rete tramite linea in cavo MT composta da tre terne di cavi a spirale visibile tipo ARE4H5E(X) 18/30(36) kV o similari.

L'impianto di terra delle cabine sarà costituito, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11-37, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione pari a 50 mm<sup>2</sup> interrati ad una profondità di almeno 0,7 m.

Le cabine sono così composte:

a) La Cabina di smistamento/sezionamento (Vv. elaborato [Layout cabina di sezionamento\\_“SVN6MM8\\_DocumentazioneSpecialistica08.pdf”](#)) ubicata nei campo “A”, “C” ed “E” ha dimensione esterna di 13,13x3,28 (lung. X larg.) con altezza < 3,00 m. ed è composta da:

- vano quadri MT 36kV;
- vano per l'alloggiamento dei quadri BT e misura.

b) La Cabina servizi ausiliari ubicata (Vv. elaborato [Layout cabina servizi ausiliari\\_“SVN6MM8\\_DocumentazioneSpecialistica09.pdf”](#)) nei campi “B”, “D” ed “F” ha dimensione esterna di 13,13x3,28 (lung. X larg.) con altezza < 3,00 m ed è suddivisa in:

- vano quadri BT / TLC;
- vano per l'alloggiamento del trasformatore per i servizi ausiliari;
- vano control room;
- vano deposito;

	ID	POTENZA	TENSIONE	CORRENTE I <sub>b</sub>	LUNGHEZZA A LINEA	CAVO ARE4H5E(X) 18/30kV FORMATION E n°x mmq	PORTATA CAVO INTERRATO A TRIFOGLIO I <sub>n</sub>	CAVI AFFIANCATI [D5-D6-D7]	COEFFICIENTI				CURRENT CARRYING CAPACITIES I <sub>z</sub> =I <sub>n</sub> x K <sub>d</sub> x K <sub>r</sub> x K <sub>p</sub> x K <sub>tt</sub> x K <sub>s</sub>
		[MW]	[KV]	[A]	[m]	[mmq]	[A]	n°	kd	kr	kp	Ktt	[A]
L10	tratto da Cabina "E sem1" a SEE	14,968	30	303	650	3x1x630	687	3	0,77	0,88	0,96	0,94	420
L11	tratto da Cabina "E sem2" a SEE	11,484	30	233	650	3x1x630	687	3	0,77	0,88	0,96	0,94	420
L12	tratto da Cabina "E sem3" a SEE	10,644	30	216	650	3x1x630	687	3	0,77	0,88	0,96	0,94	420

Tab. n°5 Tabella dei cavi MT esterna al campo per immissione in rete

Per tutte le apparecchiature elettromeccaniche presenti nella Cabina di Smistamento e di servizio saranno considerate le seguenti condizioni ambientali di progetto:

- ✓ Altitudine d'installazione < 1000 m.s.l.
- ✓ Temperatura ambiente esterna (max. / min.) 40 / -25 °C
- ✓ Temperatura ambiente interna (max. / min.) 40 / -5 °C
- ✓ Umidità relativa massima 90 %
- ✓ Velocità del vento max. 30 m/s
- ✓ Grado di inquinamento (classe IEC 60815-2,-3) c – medio

Al quadro MT della Cabina di Smistamento del campo "B" si attesteranno due linee 30 kV in cavo provenienti dai sottocampi dei blocchi "A" e "B", una linea 30 kV di collegamento alla cabina di smistamento del blocco "E" e una linea 30 kV verso la cabina servizi dei blocchi "A" e "B".

I quadri MT 30 kV saranno tipo blindato, isolato in aria/gas SF6, composto dai seguenti scomparti:

- n. 2 scomparti arrivo cavi dai sottocampi con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore;
- n. 1 scomparto partenza cavi dai sottocampi dei blocchi "A" e "B" al blocco "E" con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore;

- n. 1 scomparto partenza cavi alla cabina servizi blocco "A" e "B";

- n. 1 Sistema Sbarre fino a 1.600 A;

Al quadro MT della Cabina di Smistamento del campo "C" si attesteranno due linee 30 kV in cavo provenienti dai sottocampi dei blocchi "C" e "D", una linea 30 kV di collegamento alla cabina servizi blocchi "C", "D" ed "E" e una linea 30 kV di collegamento alla cabina di smistamento del blocco "E".

I quadri MT 30 kV saranno tipo blindato, isolato in aria/gas SF6, composto dai seguenti scomparti:

- n. 2 scomparti arrivo cavi dai sottocampi con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore;

- n. 1 scomparto partenza cavi dai sottocampi dei blocchi "C" e "D" al blocco "E" con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore;

- n. 1 scomparto partenza cavi alla cabina servizi blocco "C", "D" ed "E";

- n. 1 Sistema Sbarre fino a 1.600 A;

Al quadro MT della Cabina di Smistamento del campo "E" si attesteranno due linee 30 kV in cavo provenienti dai sottocampi dei blocchi "E" e "F", due linee 30 kV provenienti dalle cabine di smistamento "B" e "C", tre linee 30 kV di collegamento alla Sottostazione elettrica utente di trasformazione 30/150 kV (SSEU) e una linea 30 kV in partenza verso la cabina servizi del blocco "F".

I quadri MT 30 kV saranno tipo blindato, isolato in aria/gas SF6, composto dai seguenti scomparti:



- n. 2 scomparti arrivo cavi dai sottocampi con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore;
- n. 2 scomparto arrivo cavi dalla cabina di smistamento "B" e "C";
- n. 3 scomparto partenza cavi alla SSEU;
- n. 1 scomparto partenza cavi alla cabina servizi blocco "F";
- n. 1 Sistema Sbarre fino a 1.600 A;

Le principali caratteristiche elettriche dei quadri MT saranno:

- Esecuzione: trifase, blindato, isolato in gas SF6
- Norme di riferimento: CEI EN 62271-200
- Continuità di servizio: LSC 2
- Classe di segregazione: PM
- Qualifica dell'arco: IAC A FL
- Tensione nominale: 36 kV
- Tensione di esercizio: 30 kV
- Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale 50 Hz / 1 min valore efficace: 50 kV
- Tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico 1,2 / 50 s valore di picco: 170 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Corrente nominale ammissibile di breve durata : 20 kA
- Corrente nominale sbarre / derivazioni: 1.000 / 630 A
- Corrente nominale di picco: 50 kA

- Potere interruzione degli interruttori alla tensione nominale: 20 kA
- Durata nominale del corto circuito: 1 sec

Per quanto concerne il sistema di alimentazione dei servizi ausiliari questo sarà composto per tutti i campi dai seguenti elementi:

- N°1 trasformatore di tensione 30/0,4 kV fino a 400 kVA, isolato in olio minerale e raffreddamento ONAN;
- N°1 quadro BT con
  - o sezione CA 400/230V
  - o Sezione CC 110V
- N°1 contatore statico multifunzionale ad uso UTF

Il Power Plant Controller è un dispositivo usato per gestire gli impianti fotovoltaici così da soddisfare i requisiti imposti dalla rete e quindi dal punto di connessione e dai gestori dell'impianto.

Esso servirà, tra gli altri, a valutare via via ed eventualmente limitare le potenze attiva e reattiva prodotte dall'impianto garantendo una migliore stabilità della rete e della potenza in uscita che sarà di fatto sempre compatibile con la potenza richiesta di connessione sul punto di interconnessione alla rete nazionale.

La struttura della cabina è del tipo monoblocco scatolare costituito dal pavimento e quattro pareti con tetto rimovibile e viene realizzata con calcestruzzo confezionato in stabilimento mediante centrale di betonaggio automatica e additivato con idonei fluidificanti e impermeabilizzanti: ciò

permette di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità e protezione dall'esterno.

L'armatura è realizzata con rete elettrosaldata a doppia maglia, irrigidita agli angoli da barre a doppio T, onde conferire al manufatto una struttura monolitica e una gabbia equipotenziale di terra omogenea su tutta la struttura (gabbia di Faraday).

## **Dimensioni**

Le dimensioni standard sono tali da permettere il trasporto senza scorta né permessi speciali.

L'altezza esterna standard è di m 2,55 e può variare, a seconda delle esigenze, fino a raggiungere l'altezza di m 3,00.

La larghezza è di m 2,50 mentre la lunghezza varia da m 2.38 a m 6.76.

La realizzazione delle cabine di smistamento e di servizio avviene affiancando più box singoli, mediante un idoneo giunto tecnico, aprendo le due pareti adiacenti creando un unico locale.

Come già indicato per le power skids, queste andranno posate su un magrone di sottofondazione in cemento armato con rete elettrosaldata 20x20φ10, previa realizzazione di uno scavo a sezione ampia di profondità che varia dai 60 cm ai 100 cm a seconda delle dimensioni della cabina.

Lo sbancamento sarà eseguito per un'area di 1 m oltre l'ingombro massimo della cabina in tutti i lati, questo per consentire la realizzazione dell'impianto di terra esterno.

## **Impianto elettrico e di terra interno alla cabina**

Le cabine vengono corredate d'impianto elettrico sfilabile con tubazioni sottotraccia, atto a determinare idonea illuminazione dei locali, illuminazione di emergenza, prese di servizio e collettore di terra; quest'ultimo è costituito da una barra in rame collegata all'intera struttura che garantisce il nodo equipotenziale.

## **Riferimenti Normativi**

- ✓ CEI EN 62271-202 (17-103) Sottostazioni prefabbricate ad Alta tensione/bassa tensione;

- ✓ 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 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo.

## Riferimenti legislativi

- ✓ Testo Unico Sicurezza 81/08;
- ✓ DM 14/01/08 Norme tecniche per le costruzioni.

## 2.5. SISTEMA AD INSEGUIMENTO SOLARE

Il progetto prevede l'installazione di 1.639 tracker monoassiali di cui n°1.401 da 52 moduli e n°189 da 26 moduli disposti in configurazione 2P, ovvero due moduli in verticale rispetto all'asse di rotazione della struttura) per un totale complessivo di 77.766 moduli fotovoltaici e quindi una potenza complessiva di generazione di **44.715 kWp**.

<b>CER01</b>							
	<b>TOTALI</b>	<b>BLOCCO "A"</b>	<b>BLOCCO "B"</b>	<b>BLOCCO "C"</b>	<b>BLOCCO "D"</b>	<b>BLOCCO "E"</b>	<b>BLOCCO "F"</b>
<b>POTENZA TOTALE [kWp]</b>	<b>44715</b>	<b>5068</b>	<b>13171</b>	<b>4724</b>	<b>4754</b>	<b>4350</b>	<b>12648</b>
<b>NUMERO DI MODULI</b>	<b>77766</b>	8814	22906	8216	8268	7566	21996
<b>POTENZA MODULO FOTOVOLTAICO [Wp]</b>	<b>575</b>	575	575	575	575	575	575
<b>NUMERO DI TRACKER DA 52 MODULI</b>	<b>1401</b>	169	407	145	152	127	401
<b>NUMERO DI TRACKER DA 26 MODULI</b>	<b>189</b>	1	67	26	14	37	44

Tab. n°6 Tabella riepilogativa tracker

L'impianto fotovoltaico in progetto prevede il montaggio dei pannelli fotovoltaici della potenza unitaria di 575Wp su idonee strutture di fissaggio che consentono l'inseguimento del sole lungo una direzione (tracker monoassiali E-O) e che orientano i moduli fotovoltaici in funzione della posizione del sole garantendo così un aumento della producibilità nell'arco della giornata rispetto ai sistemi fissi.

Nei vari sotto campi che costituiscono il parco in oggetto, i tracker monoassiali lavorano singolarmente ed il movimento è regolato da un unico motore (anche del tipo autoalimentato) per tracker dotato di sistema backtracking per la massimizzazione della producibilità del sistema mentre i vari tracker comunicano tra loro con un sistema ibrido radio e RS485.

I tracker monoassiali sono costituiti da strutture a telaio metallico, in acciaio zincato a caldo, costituito da pali infissi nel terreno con una trave di collegamento superiore rotante sulla quale sono fissati i pannelli fotovoltaici.

Il range di rotazione del tracker oscilla tra + 60° e - 60° mediante controllo software che ottimizza durante l'arco della giornata l'orientamento e massimizza la producibilità.

Il software di gestione include anche il sistema di backtracking che, onde evitare ombreggiamenti reciproci tra file di tracker, interviene riducendo la radiazione solare sulla superficie dei moduli rispetto all'orientamento ottimale ma aumenta comunque l'efficienza complessiva del sistema in quanto per effetto della riduzione dell'ombreggiamento ottimizza la producibilità stessa e quindi l'output complessivo del sistema.

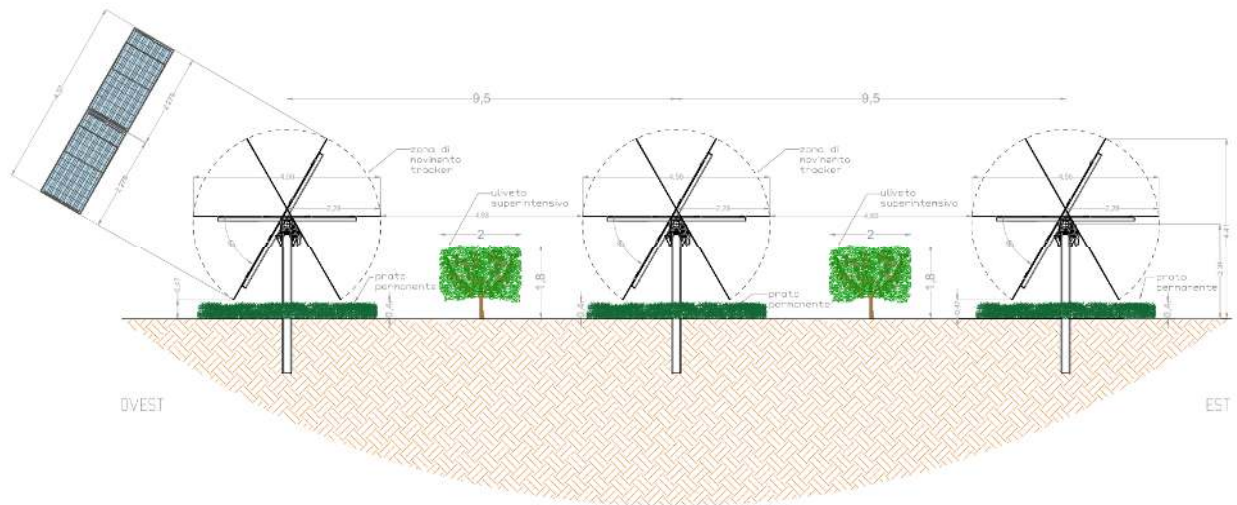


Fig. n°14 Pitch dei tracker

Dal punto di vista strutturale i tracker resistono a velocità del vento fino a 55 km/h orientando la struttura nella posizione ottimale che minimizza le sollecitazioni dovute all'azione del vento.

L'installazione dei tracker avviene tramite macchinari battipalo che infiggono i pali ad una profondità mediamente pari a 1,5 metri, riducendo le movimentazioni di terra e l'uso di cemento, anche se in fase esecutiva, in funzione delle caratteristiche del terreno e in funzione dei calcoli strutturali, tale profondità potrebbe subire modifiche in termini di profondità di infissione.

## MAIN FEATURES

Tracking System	Horizontal Single-Axis with independent rows		
Tracking Range	120° +		
Drive System	Enclosed Slewing Drive, DC Motor		
Power Supply	AC/DC Universal Input Optional: Self-Powered PV Series		
Tracking Algorithm	Astronomical with TeamTrack Backtracking		
Communication			
Wire	RS-485 Full Wired		
Optional: Wireless	Hybrid Radio + RS-485 Cable		
Wind Resistance	Per Local Codes		
Land Use Features			
Independent Rows	YES		
Slope North-South	17%		
Slope East-West	Unlimited		
Ground Coverage Ratio	Configurable. Typical range: 28-50%		
Foundation	Driven Pile   Ground Screw   Concrete		
Temperature Range			
Standard	- 4°F to +131°F   -20°C to +55°C		
Extended	-40°F to +131°F   -40°C to +55°C		
Availability	>99%		
Modules	Standard: 72 cells   Optional: 60 Cells; Crystalline, Thin Film (Solar Frontier, First Solar and others); Bifacial		

## MODULE CONFIGURATIONS

1000V	Length	Height	Width	1500V	Length	Height	Width
2x38	38.1 m (124' 12")	3.95 m (12' 12")	3.92 m (12' 12")	2x42	42.1 m (138' 12")	3.95 m (12' 12")	3.92 m (12' 10")
				2x43.5	44.1 m (144' 8")		
2x40	40.1 m (131' 7")			2x45	45.1 m (147' 12")		

Tab. n°7 Caratteristiche tecniche tracker

I componenti principali del sistema sono:

- ✓ pali infissi nel terreno;
- ✓ travi orizzontali;
- ✓ giunti di rotazione;
- ✓ elementi vari di collegamento travi;
- ✓ elementi di supporto e di fissaggio dei moduli fotovoltaici



Le strutture sono dimensionate per supportare i carichi trasmessi dai pannelli e le sollecitazioni esterne a cui sono sottoposti (vento, neve, etc.) secondo le normative vigenti (Eurocodici, Norme ISO, ecc).

## 2.6. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

Per la determinazione della portata di cavi con posa interrata si fa riferimento alla norma CEI64-8/5; la portata espressa in Ampere di un cavo interrato è pari a:

$$I_Z = I_0 K_1 K_2 K_3 K_4$$

Dove  $I_0$  è la portata del cavo in Ampere a una determinata sezione a un certo tipo di isolante e a un determinato modo di installazione; essa è pari a  $I_Z$  quando tutti i fattori di correzione sono unitari ossia quando:

- $K_1$ : coeff. di temperatura: vale 1 quando la temp. del terreno è 20° C
- $K_2$ : coeff. di raggruppamento: vale 1 quando è installato un solo circuito formato da cavi unipolari
- $K_3$ : coeff. di profondità: vale 1 quando la profondità di posa è 0,8 m
- $K_4$ : coeff. del terreno: vale 1 quando la resistività termica del terreno è 1,5 K m/W

Dalla tabella riportata nella norma CEI-UNEL 35026, scegliendo una certa sezione per il conduttore, si ricava la sua portata  $I_0$ .

Moltiplicando quest'ultima per i fattori di correzione si ottiene la  $I_Z$ .

Per considerare accettabile la sezione del conduttore scelta, la  $I_Z$  risultante dovrà essere maggiore della corrente  $I_b$  di impiego che è solita transitare nella conduttura.

Se la  $I_Z$  dovesse risultare minore della corrente di impiego è necessario selezionare una sezione di cavo superiore e ripetere la stessa verifica.

Lo stesso metodo di calcolo si applica anche per i cavi alloggiati in canalina metallica in aria libera dove però i fattori ambientali sono:

K1: coeff. di temperatura: vale 1 quando la temperatura ambiente è 20°C

K2: coeff. di raggruppamento: vale 1 quando è installato un solo circuito formato da cavi unipolari

Con le sezioni stabilite in base alla corretta dissipazione termica è stato verificato che lungo le tratte non vi siano cadute di tensione maggiori del 3% della tensione di esercizio.

In particolare abbiamo utilizzato il metodo della “caduta di tensione unitaria” e, facendo riferimento alla tabella CEI-Unel 35023, abbiamo assunto che la caduta di tensione  $\Delta V$  sul tratto in corrente alternata e sul tratto in corrente continua non superi in nessun caso il 3%.

## 2.7. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO IL SOVRACCARICO E IL CORTOCIRCUITO

I cavi di alimentazione sono protetti contro il sovraccarico mediante interruttori automatici opportunamente dimensionati.

In particolare gli interruttori verranno scelti e regolati come di seguito:

- il dispositivo non interverrà per valori minori della corrente di impiego e la sua corrente nominale sarà inferiore alla portata del cavo;
- il massimo sovraccarico ammissibile sarà pari al 45% per un tempo  $t_c$  pari ad 1 h (tempo caratteristico di intervento del relé termico del dispositivo).

Le condizioni sopra descritte sono sintetizzate dalle seguenti disuguaglianze:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

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

dove:

$I_b$ : corrente di impiego nel circuito;

$I_z$ : portata in regime permanente della conduttura;

$I_n$ : corrente nominale del dispositivo di protezione;

$I_f$ : corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione.

In generale si sceglieranno dispositivi per i quali

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

In modo che rispettando la disuguaglianza "a" sarà automaticamente verificata la "b". In particolare, per la parte in bassa tensione c.c. si regolerà  $I_f$  pari a  $1,05 \times I_n$ , mentre per la parte in bassa tensione c.a. si regolerà  $I_f$  pari a  $1,10 \times I_n$ .

La protezione delle condutture contro il corto circuito è garantita grazie ad interruttori automatici.

Tali dispositivi sono installati all'inizio della condotta da proteggere in modo tale da interrompere, in un tempo inferiore a quello che porterebbe i conduttori alla temperatura limite ammissibile, tutte le correnti provocate da un corto circuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito.

Nel caso di impianti attivi è sempre necessario considerare che l'eventuale corto circuito su una condotta dell'impianto stesso non viene alimentato solo dalla rete alla quale si è connessi ma viene alimentato anche dai generatori che costituiscono l'impianto di produzione elettrica.

Essendo però il generatore fotovoltaico schematizzabile come generatore di corrente piuttosto che come generatore di tensione il contributo alla corrente di corto circuito che esso è in grado di dare risulta di modesta entità.

La massima quantità di corrente che il generatore è in grado di erogare è limitata dalla natura stessa del componente fotovoltaico ed è stimabile in un 10% in più della sua corrente nominale.

In uscita all'inverter il contributo alla corrente di corto circuito è comunque fissato dal costruttore ed è pari al 50% in più della corrente nominale.

Essendo tali valori trascurabili rispetto ai valori di corrente erogati dalla rete in caso di guasto dimensioneremo le protezioni considerando solo questi ultimi.

Premesso ciò, i dispositivi di protezione verranno scelti in modo da limitare l'energia termica passante a valori tollerabili dal cavo. Operativamente occorre rispettare la seguente disuguaglianza:

$$\int i^2 dt \leq K^2 S^2 \quad \text{per } I_a \leq I_{cc} \leq I_b$$

Ovvero, si confronterà la caratteristica dell'energia specifica passante del dispositivo in funzione della corrente presunta di corto circuito con il termine  $K^2 S^2$  (energia specifica tollerabile dal cavo).

In generale tale disuguaglianza è valida solo per un certo range di valori della corrente presunta di corto circuito e pertanto, si verificherà che la corrente di guasto trifase a inizio linea (caso di corto circuito più gravoso) e la corrente di guasto monofase a fine linea (caso di corto circuito meno gravoso) siano comprese in tale range:

$I_{cc}$  caso di corto circuito più gravoso  $\leq I_a$  (potere di interruzione massimo);

$I_{cc}$  caso di corto circuito meno gravoso  $\geq I_b$  (potere di interruzione minimo).

Per la determinazione della corrente di corto circuito si useranno le seguenti formule:

corto circuito trifase:  $I_{cc} = E_0 / \sqrt{(R_R + R_F)^2 + (X_R + X_F)^2}$

corto circuito fase-fase:  $I_{cc} = \sqrt{3}/2 \times E_0 / \sqrt{(R_R + R_F)^2 + (X_R + X_F)^2}$

corto circuito fase-neutro:  $I_{cc} = E_0 / \sqrt{(R_R + R_F + R_N)^2 + (X_R + X_F + X_N)^2}$

dove

$E_0$  è la tensione di fase;

$R_R$  e  $X_R$  sono la resistenza e la reattanza della rete a monte, considerata come un generatore di tensione equivalente di forza elettromotrice  $E_0$ ;

$R_F$  e  $X_F$  sono la resistenza e la reattanza del conduttore di fase fino al punto di corto circuito;

RN e XN sono la resistenza e la reattanza del conduttore di neutro fino al punto di corto circuito.

Il calcolo effettivo delle correnti di guasto e la verifica delle protezioni attraverso le loro curve caratteristiche viene rimandata, come suggerito dalla CEI 0-2, in fase di progettazione esecutiva poiché attualmente non si dispone del valore dell'impedenza di rete nel punto di consegna.

Si consideri però che tali verifiche sono del tutto formali poiché le attuali protezioni in commercio sono in grado di individuare e interrompere le comuni correnti di corto circuito che usualmente assumono valori compresi tra 4,5 e i 50 kA.

## **2.8. DESCRIZIONE DELLE MISURE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRECTI**

Per quanto riguarda la protezione dei contatti diretti, sono isolate a regola d'arte tutte le parti attive, al fine di impedire che le persone possano venire accidentalmente in contatto con il circuito elettrico.

I moduli fotovoltaici, pur essendo componenti in Classe II si considerano sotto tensione anche quando il sistema risulta distaccato dal lato in corrente alternata.

Per quanto riguarda i contatti indiretti, tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico, non in tensione, ma che vi si potrebbero trovare in caso di scariche sulle carcasse o per difetto di isolamento, sono poste a terra mediante un impianto di terra coordinato con dispositivi di protezione differenziali.

Relativamente ai contatti accidentali sul lato c.c., essendo questi pericolosi in quanto le tensioni raggiunte dai moduli fotovoltaico sono particolarmente elevate, si gestisce il sistema se fosse IT ovvero come un sistema flottante.

In tal modo, il lato ac del sistema di produzione è garantito tramite la presenza di un trasformatore MT/BT mentre sul lato cc un contatto accidentale con un solo polo non genera conseguenze salvo che l'altra polarità non sia accidentalmente in contatto con una massa.

Al fine di prevenire eventuali conseguenze pericolose, gli inverter sono muniti di dispositivi di controllo che segnalano la presenza di anomalie, interrompono la produzione e generano segnali di allarme.

## **2.9. PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE**

Il campo fotovoltaico in oggetto non altera la morfologia del sito nel quale è installato, e non altera l'indice ceraunico del sito pertanto, si può ritenere che l'impianto possa ritenersi auto protetto. Verrà pertanto realizzato solo un collegamento equipotenziale generale di tutte le strutture metalliche presenti e verranno utilizzati dei limitatori di sovratensione a protezione delle apparecchiature sensibili.

## **2.10. DISPOSITIVO DI GENERATORE (DDG)**

Ogni generatore è dotato di un suo dispositivo di generatore in modo da essere sezionato in modo indipendente dal resto dell'impianto fotovoltaico.

L'impianto è coordinato in maniera che, in caso di corto circuito o di dispersione verso terra, intervenga la protezione subito a monte del guasto.

Così facendo, in caso di guasto, viene scollegata solo la parte di impianto dove il problema si presenta, lasciando il resto del sistema in mobilità normale.

## **2.11. VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE**

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato con componenti che assicurano l'osservanza delle condizioni di cui all'articolo 4, comma 4, del DM 28 luglio 2005:

$$P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / ISTC$$

In cui:

Pcc è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del  $\pm 2\%$ ;

Pnom è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I è l'irraggiamento espresso in W/m<sup>2</sup> misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del  $\pm 3\%$ ;

ISTC pari a 1000 W/m<sup>2</sup> è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

$P_{ca} > 0.9 * P_{cc}$

In cui:

Pca è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione con precisione migliore del  $\pm 2\%$ ;

Le prove saranno effettuate in condizioni  $I > 600 \text{ W/m}^2$ .



### **3. CAVI**

#### **3.1. CAVI BT**

I cavi utilizzati per il cablaggio delle stringhe, per il collegamento delle stringhe al quadro di parallelo stringhe (string box) e tra le string box e le sezioni di ingresso degli inverter centralizzati sono conduttori a doppio isolamento o equivalente idonei all'uso per campi fotovoltaici del tipo H1Z2Z2-K le cui caratteristiche tecniche sono di seguito elencate:

##### **-Descrizione**

Conduttore: rame stagnato, formazione flessibile, classe 5

Isolamento: miscela speciale reticolata HT-PVI (LS0H)

Guaina: miscela speciale reticolata HT-PVG (LS0H)

Colore: nero, rosso, blu LS0H = Low Smoke Zero Halogen

##### **-Normativa di riferimento**

CEI EN 50618

EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016

Resistenza raggi UV: HD 605-A1

Resistenza ozono: CEI EN 50396

Resistenza alla sollecitazione termica: CEI EN 60216-1

Conforme alla direttiva BT 2014/35/UE - Direttiva 2011/65/EU (RoHS 3)

##### **-Caratteristiche funzionali**

Tensione nominale  $U_0$  1000V(AC) 1500V(DC)

Tensione nominale  $U$  1000V(AC) 1500V(DC)

Tensione di prova 6500 V AC

Tensione massima  $U_m$  1200V(AC) 1800V(DC Anche verso Terra)

Temperatura massima di esercizio +90°C +120°C sul conduttore

Temperatura massima di corto circuito +250°C/5s

Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico) -40°C

Temperatura minima di installazione e maneggio -40°C to +90°C

## -Caratteristiche particolari

Funzionamento per almeno 25 anni in normali condizioni d'uso. Funzionamento a lungo termine

(Indice di temperatura TI): 120°C riferito a 20.000 ore (CEI EN 60216-1)

La sezione dei cavi prevista per i vari collegamenti sarà calcolata:

- in modo da ridurre al minimo la caduta di tensione;

- in modo tale che gli effetti termici sugli isolamenti in condizioni ordinarie di esercizio consentano una vita prolungata dei conduttori;

-in modo tale che la portata del cavo sia maggiore della corrente di corto circuito delle stringhe.

Numero conduttori	Sezione nominale	Diametro indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Diametro esterno Massimo	Peso indicativo del cavo	Resistenza elettrica a 20°C	Portata di Corrente ammissibile a 60°C	Portate di corrente in CC interrato a 20°C
Cores number	Nominal Section	Approx conductor diameter	Insulation medium thickness	Maximum external diameter	Approx cable weight	Electric resistance at 20°C	Current carrying capacities 60°C	Current carrying buried 20°C
(N°)	(mm²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ohm/km)	(A)	(A)
Unipolare / Single core								
1x	2,5	2,0	0,7	5,4	42,5	8,21	41	32
1x	4 #	2,5	0,7	6,6	58,2	5,09	55	41
1x	6 #	3,0	0,7	7,4	79,4	3,39	70	52
1x	10 #	3,9	0,7	8,8	128,4	1,95	98	70
1x	16 #	5,0	0,7	10,1	184,5	1,24	132	91
1x	25	6,4	0,9	12,5	276,8	0,795	176	118
1x	35	7,7	0,9	14,0	368,8	0,565	218	144
1x	50	9,2	1,0	16,3	507	0,393	276	178
1x	70	11,0	1,1	18,7	767	0,277	347	218
1x	95	12,5	1,1	20,8	989,6	0,210	416	258
1x	120	14,2	1,2	22,8	1232,8	0,164	488	298
1x	150	15,8	1,4	25,5	1540	0,132	566	386
1x	185	17,5	1,6	28,5	1833	0,108	644	515
1x	240	20,1	1,7	32,1	2450	0,0817	775	620

Tab.8 Tabella sezioni cavi

## 3.2. CAVI MT

I cavi in media tensione verranno utilizzati per il collegamento dei trasformatori delle power conversion units / power skid alle cabine di smistamento / sezionamento di ciascun blocco e per il trasporto dell'energia dalle cabine di smistamento / sezionamento alla sottostazione utente 30/150kV prima dell'immissione in rete.

	ID	POTENZA	TENSIONE	CORRENTE	LUNGHEZZA LINEA	CAVO ARE4H5E(X) 18/30kV FORMATION E n°x mmq	PORTATA CAVO INTERRATO A TRIFOGLIO In	CAVI AFFIANCATI [D5-D6-D7]	CURRENT CARRYING CAPACITIES Iz=In x Kd x Kr x Kp x Ktt x Ks
		[MW]	[KV]	[A]	[m]	[mmq]	[A]	n°	[A]
L01	A1- Cab."B"	4,156	30	84	370	3x1x300	463	1	368
L02	B2 - B1	5,406	30	110	80	3x1x300	463	1	368
	B2-Cab."B"	10,812	30	219	230	3x1x300	463	1	368
L03	C1-Cab."C"	3,828	30	78	340	3x1x300	463	1	368
L04	D1-Cab."C"	3,828	30	78	685	3x1x300	463	1	368
L05	E1 - Cab. "E"	3,828	30	78	250	3x1x300	463	1	368
L06	F2 - F1	5,322	30	108	420	3x1x300	463	1	368
L07	tratto da Cabina "B" a cabina "E"	14,968	30	303	2908	3x1x630	687	3	420
L08	tratto da Cabina "C" a cabina "E"	7,656	30	155	246	3x1x300	463	3	283
L09	tratto da Cabina "F1" a cabina "E"	10,644	30	216	715	3x1x630	687	3	420
L10	tratto da Cabina "E sem1" a SEE	14,968	30	303	650	3x1x630	687	3	420
L11	tratto da Cabina "E sem2" a SEE	11,484	30	233	650	3x1x630	687	3	420
L12	tratto da Cabina "E sem3" a SEE	10,644	30	216	650	3x1x630	687	3	420

Tab. 9 Tabella dei cavi MT interni ed esterni al campo

I cavi utilizzati sono del tipo ARE4H5EX 18/30(36)kV o similari ovvero cavi a 30 kV tripolari a spirale visibile con isolamento xlpe a spessore ridotto, guaina di alluminio e guaina a spessore maggiorato, a tenuta d'acqua e resistenti all'impatto.

## CARATTERISTICHE

Caratteristiche di costruzione	
Materiale del conduttore	Aluminum
Tipo di conduttore	Corda rotonda compatta classe 2
Materiale del semi-conduttore interno	Mescola semiconduttrice
Isolamento	XLPE
Materiale del semi-conduttore esterno	Mescola semiconduttrice
Materiale per la tenuta dell'acqua	Semiconducting swelling tape
Schermo	Longitudinal aluminium tape
Guaina esterna	PE
Colore guaina esterna	Rosso
Caratteristiche d'utilizzo	
Massima forza di tiro durante la posa	50.0 N/mm2
Temperatura massima di servizio del conduttore	90 °C
Temperatura massima di cortocircuito del conduttore	250 °C
Temperatura d'installazione minima	-20 °C
Fattore di curvatura durante l'installazione	20 (xD)
Fattore di curvatura per installazione fissa	15 (xD)
Tenuta d'acqua radiale	Yes
Tenuta d'acqua longitudinale	Yes

Tab. 10 Caratteristiche cavo MT

### 3.3. CAVI AT

L'elettrodotto in oggetto sarà costituito da una terna di cavi AT in alluminio con isolamento XPLE, tensione di esercizio 150 kV, in formazione 3x1x1600 mm<sup>2</sup>, posati ad una profondità minima di 1,50m.

Il dimensionamento dei cavi è stato fatto tenendo conto delle seguenti disposizioni, tratte dalla norma CEI 11-17):

- ✓ Caduta di tensione lungo la linea minore del 3%;
- ✓ Perdite di potenza minori del 5%.

Una volta determinata la sezione dei singoli cavi in funzione delle specifiche appena riportate, si procederà ad effettuare la verifica termica, attraverso il calcolo delle correnti di corto circuito

previste e la verifica della tenuta termica dei cavi. I cavi di cui si farà uso saranno del tipo unipolari, con conduttori in alluminio, di sezione indicativa pari a circa 1600 mm<sup>2</sup>

Di seguito si riportano le principali caratteristiche del cavo:

- Conduttore: alluminio
- Sezione: 1 x 1600 mm<sup>2</sup>
- Isolante: XLPE
- Schermo: fili di rame e nastro di alluminio
- Guaina: PVC
- Temperatura massima del conduttore: 90 °C
- Temperatura massima del conduttore in regime di corto circuito (0,5 s): 250 °C
- Tensione nominale d'isolamento: 87/150 kV
- Tensione massima continuativa (Um) 1: 70 kV
- Gradiente elettrico massimo a U<sub>0</sub>: 6.7 kV/mm
- radiente elettrico minimo a U<sub>0</sub>: 4.0 kV/mm
- Norma di riferimento: IEC60840

Di seguito si riporta la sezione tipica e la scheda tipica del cavo AT previsto:

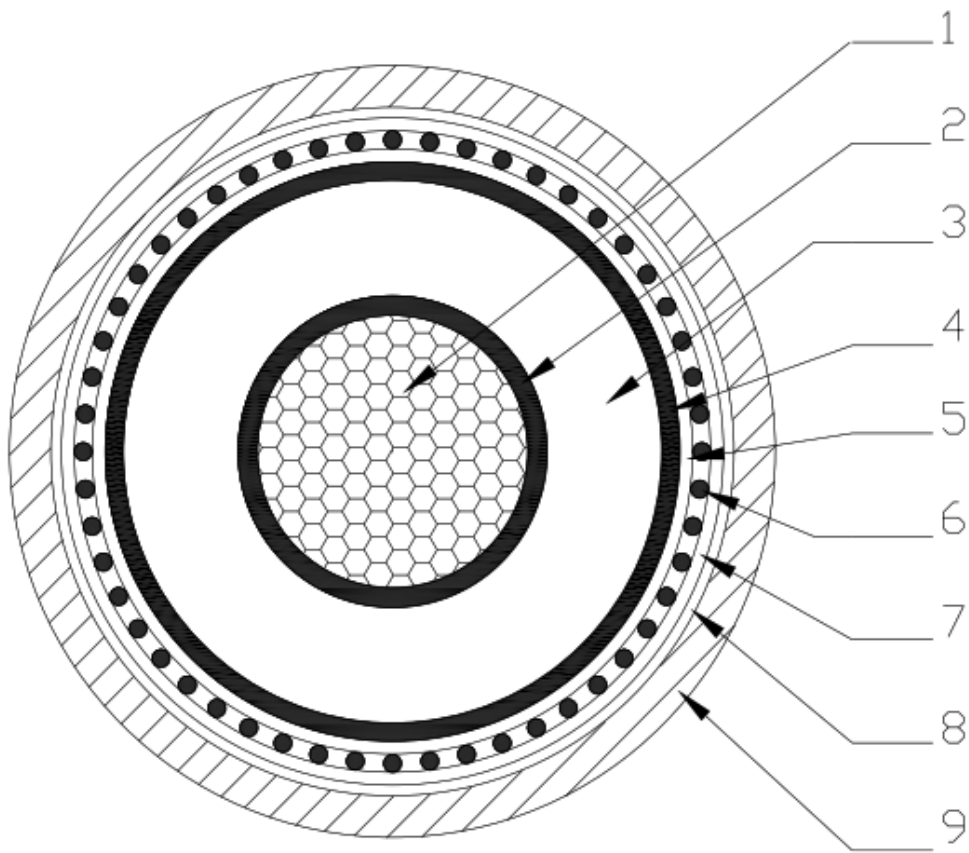


Fig. 15 Stratigrafia cavo AT



<b>Rif.</b>	<b>Strato</b>	<b>Descrizione</b>
1	Conduttore	Corda rotonda compatta a fili di alluminio
2	Schermo semiconduttivo	Polimero semiconduttivo estruso
3	Isolamento	XLPE
4	Schermo semiconduttivo	Polimero semiconduttivo estruso
5	Tamponamento longitudinale	Nastro igroespandente
6	Schermo metallico	Fili di rame + nastro di alluminio
7	Tamponamento longitudinale	Nastro igroespandente
8	Guaina metallica	Nastro di alluminio
9	Guaina esterna	Guaina di polietilene grafitata

Fig. 16 Descrizione stratigrafia cavo AT



*Cables for a moving world*

<b>Codice/code</b> ARE4H1H5E 87/150 kV 1X1600	<b>DOCUMENTO / DOCUMENT</b> ARE4H1H5E 87-150 KV 1X1600_rev2A	<b>DATA/DATE</b> 11/05/2021	<b>REV</b> 2A
--	---	--------------------------------	------------------

**U.M.**

<b>LONGITUDINALLY WATER BLOCKED CONDUCTOR</b>			
Material		Stranded aluminium (Cl. 2)	
Nominal cross section	mm <sup>2</sup>	<b>1X1600</b>	
TRATOS CODE		210872	
Nominal diameter	mm	49,0	
Max. resistance at 20°C	Ω/km	0,0186	
<b>CONDUCTOR SCREEN</b>			
Type		Extruded semiconductor layer	
Nominal thickness	mm	1,5	
Colour		Black	
<b>INSULATION</b>			
Material		XLPE	
Nominal thickness	mm	17,0	
Nominal diameter	mm	88,0	
Colour		Natural	
<b>INSULATION SCREEN</b>			
Type		Extruded semiconductor layer bonded	
Nominal thickness	mm	1,5	
Colour		Black	
<b>WRAPPING</b>			
Type		Semiconductive water blocking tape	
<b>INNER SCREEN</b>			
Formation		Aluminium wires Semiconductive water blocking tape	
Nominal diameter	mm	103,0	
<b>OUTER SCREEN</b>			
Type		Copolymer coated aluminium tape	
Nominal thickness	mm	0,20	
<b>OUTER SHEATH</b>			
Material		<b>MD PE + semiconductive layer</b>	
Nominal thickness	mm	4,5	
Nominal diameter	mm	113,0	
Nominal weight	Kg/km	13.085	

<b>GENERAL CHARACTERISTICS</b>		
Min. Bending radius	mm	20 x Ø
Max. conductor short-circuit current (initial temp. 90°C; final temp 250°C)	kA/0,5"	208
Max. conductor resistance at 90°C 50 Hz	Ω/Km	0,0273
Max. screen resistance at 20°C (inner + outer)	Ω/Km	0,124
Max. screen short-circuit current (initial temp. 80°C; final temp 250°C)	kA/0,5"	31,5
Current carrying capacity, Depth of laying 1,2 m, Ground temp. 20°C	A	1.000
Thermal resistivity 1°C m/W cross bonding, flat		
Nominal capacitance	µF/km	0,270
Nominal reactance	Ω/km	0,122

Tab. 11 estratto datasheet cavo AT

Per il calcolo delle cadute di tensione sui singoli cavi, si è tenuto conto dei parametri longitudinali dei cavi, della potenza attiva transitante e di quella reattiva, attraverso la formula:

$$\Delta V = \frac{(P * R + Q * X)}{V^2}$$

P: potenza transitante;

Q: potenza reattiva, calcolata considerando un fattore di potenza pari a 0,95;

R: resistenza di fase del cavo, pari alla resistenza unitaria per la lunghezza del cavo;

X: reattanza longitudinale di fase del cavo, pari alla reattanza unitaria per la lunghezza del cavo;

V: tensione di esercizio del cavo (150kV).

Per quanto riguarda le perdite di potenza per effetto Joule, si è fatto uso della formula:

$$P = 3 * R * I^2$$

R: resistenza longitudinale del cavo;

I: corrente transitante.

Per la determinazione della portata dei cavi sarà applicato il metodo descritto dalla tabella CEI-UNEL 35026 e dalla norma CEI 11-17.

A partire dalla portata nominale del cavo, si calcola la portata effettiva sulla base di un fattore correttivo:

$$I_z = I_0 * K1 * K2 * K3 * K4$$

Dove

I<sub>z</sub> = portata effettiva del cavo

I<sub>0</sub> = portata nominale dichiarata dal costruttore, per posa interrata a 20°C

K1 = Fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C

K2 = Fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano

K3 = Fattore di correzione per profondità di interramento diversa da 0,8 m

K4 = Fattore di correzione per resistività termica diversa da 1,5 k\*m/W

Al fine di un corretto dimensionamento, occorre tenere conto della temperatura del terreno effettiva, diversa da quella STC di riferimento (20°).

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

	<b>Cavi con isolamento in XLPE</b>			
<b>Temperatura ambiente</b>	15°C	20°C	25°C	30°C
<b>Coefficiente</b>	1,04	1	<b>0,96</b>	0,93

Tab. 12 Fattore correttivo temperatura

È stata stimata una temperatura massima del terreno pari a 25°C alla profondità di posa dei cavi, per cui il fattore correttivo utilizzato sarà K1 = 0,96.

Il progetto prevede la posa di una sola terna di cavi lungo il tracciato. Pertanto, si assumerà il coefficiente K2 pari a 1. Considerata la tipologia di posa, ossia direttamente interrata, non occorre applicare alcun fattore correttivo alla portata.

Si considerano infatti trascurabili le brevi tratte di posa in tubazione interrata relative a particolari attraversamenti, il cui effetto risulta di modesta entità.

A maggior salvaguardia, in corrispondenza di tali attraversamenti, la distanza fra le tubazioni interrate verrà aumentata sino a 0,5 m, così da potersi considerare validi gli stessi coefficienti di cui al paragrafo precedente, come previsto dalla norma CEI 11-17 allegato B tab. III.

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità minima di 1,50 m dal piano di calpestio.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

	<b>Cavi con isolamento in EPR</b>			
<b>Profondità posa (m)</b>	0,8	1,0	1,2	1,5
<b>Coefficiente</b>	1,00	0,98	0,96	<b>0,94</b>

Tab. 13 Fattore correttivo profondità di posa

Considerando il valore di posa di 1,50 m, si è ricavato il valore del coefficiente correttivo, che risulta  $K_3 = 0,94$ .

In generale, per tutte le linee elettriche, si considera la posa in terreno asciutto (condizione più gravosa) con una resistività termica del terreno pari a  $1,5 \text{ K}^* \text{m/W}$ .

Pertanto, non si applica alcun fattore correttivo e si utilizzerà  $K_4 = 1$ .

### **3.4. INSTALLAZIONE DEI CAVI**

Le linee sotterranee di alimentazione saranno realizzate in cavo unipolare / multipolare con guaina rigida / flessibile in rame ricotto o stagnato isolato in gomma EPR ad alto modulo e guaina in PVC speciale, non propagante l'incendio a norme CEI 20-22 II e marchio IMQ a contenuta emissione di gas tossici o corrosivi a norme CEI 20-37 I

L'installazione dei cavi sarà eseguita in accordo alle norme CEI 11-17 e i raggi di curvatura dei cavi saranno non inferiori a 10 volte il diametro degli stessi.

La stessa norma prescrive che la profondità minima di posa è rispettivamente:

- 0,5 m per cavi con tensione fino a 1000 V;

- 0,8 m per cavi con tensione superiore a 1000 V e fino a 30 kV (su suolo privato la profondità può essere ridotta a 0,6 m)

- 1,2 m per cavi con tensione superiore a 30 kV (su suolo privato la profondità può essere ridotta a 1,0m)

Il fondo della trincea sarà liscio e privo di pietre ed oggetti taglienti.

Sul fondo della trincea sarà posato un primo strato di 10 cm di sabbia e su questo i cavi, quindi un altro strato di 8 cm di sabbia e poi, se richiesta la protezione meccanica, una fila continua di mattoni disposti con il lato maggiore perpendicolare al percorso trincea.

Come ulteriore protezione, un nastro di plastica rossa sarà installato sopra i cavi, a circa 30 cm sotto al piano di campagna per segnalare la presenza dei cavi durante gli interventi futuri.

Durante la posa l'Appaltatore dovrà verificare che i cavi non mostrino danneggiamenti e dovrà posarli con la cura necessaria a non rovinare il letto di posa predisposto.

Nel caso in cui risultino essere presenti opere sotterranee di altri cavi elettrici, telefonici, tubazioni acqua, metanodotti, ecc. o laddove l'ubicazione delle suddette opere risulti incerta, lo scavo entro un raggio di 3 m sarà eseguito a mano fino al reperimento dell'opera stessa.

I cavidotti saranno costituiti da tubi singoli in PVC serie pesante a sezione circolare.

Il numero e la sezione dei tubi saranno come indicato in progetto e saranno installati in modo che la parte superiore del tubo, nel punto più alto, si trovi a non meno di 60 cm sotto il livello del terreno.

Tutte le giunzioni tra i tubi saranno rese stagne mediante adeguato sigillante e un filo pilota in acciaio zincato da 3 mm di diametro sarà previsto in ciascun eventuale tubo di riserva.

Tra due pozzetti consecutivi i condotti in PVC avranno una pendenza del 3% dal loro punto intermedio verso i pozzetti onde facilitare lo scorrimento di eventuale acqua infiltratasi.

Eventuali pozzetti di infilaggio saranno realizzati sul posto o preferibilmente prefabbricati.



I chiusini dovranno adattarsi ai telai perfettamente.

I pozzetti che saranno installati in sedi stradali o comunque carrabili avranno chiusini in ghisa con un carico di rottura minimo di 40 tonnellate.

#### 4. ILLUMINAZIONE, VIDEOSORVEGLIANZA E ANTINTRUSIONE

È prevista la realizzazione di idoneo sistema di illuminazione costituito da lampioni con pali in acciaio zincato aventi altezza fuori terra fino a 4 metri, completi di testa-palo in acciaio zincato, posizionati su plinto prefabbricato in calcestruzzo Rck non inferiore a 25 N/mm<sup>2</sup>.

Essi saranno disposti ogni 40/50 metri circa di recinzione in modo tale da garantire una buona distribuzione luminosa mediante l'uso di lampade del tipo a led di potenza pari a 60 W (la cui potenza potrà subire variazioni in funzione dell'illuminamento medio desiderato) e verranno utilizzati anche per l'implementazione del sistema di videosorveglianza e antiintrusione.

L'impianto fotovoltaico sarà sorvegliato da un impianto di videosorveglianza/antintrusione installato sui medesimi pali predisposti per l'impianto di illuminazione e sarà composto da:

- telecamere TVCC di tipo Day-Night con illuminatore IR e sensore di movimento per la registrazione di oggetti/persone in movimento all'interno dell'area di impianto;
- badge di sicurezza a tastierino per l'accesso alla cabina per l'accesso al solo personale autorizzato;
- centralina di sicurezza integrata installata in cabina di servizio per il collegamento e controllo di tutti i sistemi di sicurezza e per l'invio di segnalazioni / chiamate ai soggetti preposti al controllo/vigilanza dell'impianto.

Gli impianti innanzi citati saranno alimentati dallo scomparto dedicato ai servizi ausiliari presente nella cabina servizi.

## **5. MPIANTO DI MESSA A TERRA**

L'impianto di messa a terra a tensione nominale  $\leq 1000$  V corrente alternata e  $\leq 1500$  V corrente continua dovrà essere realizzato secondo le norme vigenti.

All'impianto dovranno essere collegate tutte le masse, le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto nonché la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti, il centro stella dei trasformatori, l'impianto contro i fulmini, ecc).

L'esecuzione dell'impianto di terra andrà correttamente programmata nelle varie fasi dei lavori e con le dovute caratteristiche.

Per quanto riguarda gli impianti a tensione nominale  $> 1000$  V corrente alternata, le norme di riferimento sono CEI EN50522 e CEI EN 61936 e ss.mm.ii.

L'impianto di terra sarà composto dai seguenti elementi:

- dispersori;
- conduttori di terra;
- collettore o nodo principale di terra;
- conduttori di protezione;
- conduttori equipotenziali.

L'impianto di messa a terra dovrà essere opportunamente coordinato con dispositivi di protezione posti a monte dell'impianto elettrico, atti a interrompere tempestivamente l'alimentazione elettrica del circuito guasto in caso di eccessiva tensione di contatto.

L'impianto dovrà essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche e le misure periodiche necessarie a valutarne il grado d'efficienza.

In ogni impianto dovrà essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, nel locale contatori o nel quadro generale) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure) almeno un collettore (o nodo) principale di terra.

A tale collettore devono essere collegati:

- il conduttore di terra;
- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;
- l'eventuale conduttore di messa a terra di un punto del sistema (in genere il neutro);
- le masse dell'impianto MT.

Ogni conduttore dovrà avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

Nel dettaglio l'impianto di terra dovrà comprendere

- Maglie interrato attorno alle cabine con picchetti dispersori a croce in acciaio zincato pari ad almeno 1,5 metri con relativi pozzetti di ispezione;
- Rete di terra realizzata con corda di rame nudo di sezione almeno pari a 50 mm<sup>2</sup> interrata ad una profondità compresa tra 0,5 e 1 metro;
- Collegamenti a terra delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici con corda di rame nudo di sezione almeno pari a 25 mm<sup>2</sup>;
- Collegamento parti metalliche dei convertitori a centro stella del trasformatore MT/BT con cavo giallo/verde di sezione almeno pari a 35 mm<sup>2</sup>;
- Collegamento quadro di parallelo stringhe con cavo giallo/verde secondo norma;
- Picchetti dispersori collegati tra loro con corda di rame nudo da 50 mm<sup>2</sup>;

## **6. OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE ALLA RETE**

Le principali infrastrutture elettriche per la connessione in rete dell'impianto di produzione sono composte da :

- ✓ Linee interrate in MT a 30 kV che convogliano l'energia prodotta alla SSE Utente 30/150kV;
- ✓ Sottostazione Utente 30/150kV, che eleva la tensione della produzione da 30/150 kV per la successiva immissione nella rete elettrica di trasmissione, unitamente a tutte le apparecchiature di protezione e misura dell'energia prodotta;
- ✓ Linee interrate in AT a 150 kV che convogliano l'energia prodotta dalla SSE Utente 30/150kV allo stallo a 150 kV della Nuova Stazione Elettrica 380/150kV Terna di Cerignola;

### **6.1. CAVO INTERRATO 30 KV**

La rete di media tensione a 30 kV sarà composta da tre terne di circuiti interrati, il cui tracciato planimetrico è mostrato nelle tavole di progetto.

Nelle parti del percorso che insistono su strada esistente l'esatta posizione del cavidotto rispetto alla carreggiata verrà opportunamente definita in sede di sopralluogo in funzione di tutte le esigenze del gestore della strada, delle infrastrutture esistenti o in corso di installazione e pertanto, il percorso su strada indicato negli elaborati progettuali è da intendersi indicativo rispetto alla posizione della carreggiata.

La rete a 30 kV sarà realizzata per mezzo di cavi utilizzati sono del tipo ARE4H5EX 18/30(36)kV ovvero cavi a 30 kV tripolari a spirale visibile con isolamento xlpe a spessore ridotto, guaina di alluminio e guaina a spessore maggiorato, a tenuta d'acqua e resistenti all'impatto.

I cavi saranno direttamente interrati ma, dove necessario, si procederà alla posa indiretta dei cavi in tubi, condotti o cavedi.

Per i condotti e i cunicoli, essendo manufatti edili resistenti non è richiesta una profondità minima di posa né una protezione meccanica supplementare così come per i tubi 450 o 750, mentre i tubi 250 dovranno essere posati almeno a 0,6 m con una protezione meccanica.

Nella stessa trincea verranno posati i cavi di energia, la corda di terra e la fibra ottica necessaria per la comunicazione.

I cavidotti interrati saranno dotati di pozzetti di ispezione dislocati lungo il percorso ma il loro uso dovrà essere limitato al solo caso di reale necessità ovvero percorsi tortuosi o ispezionabilità dei giunti.

Per i tratti su carreggiate stradali esistenti, la posa e ogni altra lavorazione complementare saranno eseguite nel rispetto delle prescrizioni degli Enti gestori del tratto di strada interessato e comunque sarà disposta un'opportuna segnalazione a mezzo nastro segnalatore all'interno dello scavo.

Il percorso del cavidotto è stato scelto in modo da limitare la lunghezza complessiva del percorso e l'impatto in quanto verrà prevalentemente realizzato lungo la viabilità esistente, a bordo o lungo la strada ed utilizzando mezzi per la posa con limitate quantità di terreno da smaltire in quanto prevalentemente riutilizzabile per il rinterro.

Tale percorso, come meglio rappresentato nelle allegate tavole grafiche, riguarda il collegamento in Media Tensione tra i campi fotovoltaici dei campi A,B,C,D,E, ed F e la stazione di trasformazione comune a più produttori da ubicarsi in agro di Cerignola (FG) e tra quest'ultima e la nuova stazione elettrica RTN di Terna in Cerignola.

Siffatta soluzione consistente nel raggruppare in condominio più produttori consentirà di:

- a) Ottimizzare e razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete condividendo lo stallo in

stazione con altri impianti di produzione;

- b) Ottimizzare e razionalizzare il consumo di suolo in quanto più produttori si riferiranno alla medesima SSEU;

## **6.2. SOTTOSTAZIONE UTENTE MT/AT**

La sottostazione MT/AT verrà realizzata per la messa in parallelo con la rete elettrica nazionale e sarà funzionale a più impianti fotovoltaici che condivideranno lo stesso stallo AT in stazione TERNA.

La nuova sottostazione utente di trasformazione MT/AT ("SSEU") ubicata nei pressi della Nuova stazione di Cerignola 380/150kV di Terna, sarà connessa a quest'ultima mediante elettrodotto interrato AT a 150 kV lungo circa 265 metri.

Lo scopo della nuova SSEU sarà quello di elevare al livello di tensione 150 kV l'energia proveniente dagli impianti fotovoltaici sopramenzionati.

La sottostazione MT/AT sarà composta da:

- Fondazioni
- Piattaforma
- Basamento e deposito di olio del trasformatore MT/AT
- Canalizzazioni elettriche
- Drenaggio di acqua pluviale
- Accesso e viabilità interna
- Recinzione
- Edificio di Controllo composto da vano celle MT e trafo MT/BT, sala controllo, ufficio, magazzino,



spogliatoio, bagno

- Sezione AT

- Sezione MT

- Sezione BT

- Strutture metalliche, conduttori, cavi MT cavi BT e rete di terra

### **6.3. SEZIONE AT**

Nella sua configurazione, la Sottostazione Elettrica Utente "SSEU" prevede come detto un collegamento alla nuova SE RTN a 380/150 kV attraverso un sistema di cavi AT interrati.

Presso la SST verrà realizzato un nuovo impianto AT di utente, così composto:

Il piazzale AT della sottostazione Utente sarà composto da:

- Nr. 1 stallo arrivo linea 150 kV
- Nr. 3 stalli trasformatore 150/30 kV ;
- Nr. 1 sistema di sbarre singole 150 kV isolate in aria

Lo stallo cui andrà connesso l'impianto in oggetto sarà dotato dei seguenti componenti AT:

- trasformatore amperometrico - TA;
- interruttore;
- sezionatore orizzontale tripolare;
- trasformatore di tensione induttivo – TV;
- scaricatore;
- terminale per cavo interrato.

Verrà altresì realizzato un edificio presso i quali verranno ubicati i quadri MT, i trasformatori MT/BT, i quadri ausiliari e locale BT e misure.

## 6.4. SEZIONE MT E BT

L'impianto sarà completato dalla sezione MT/BT, composta da:

- Collegamenti MT tra i trasformatori di potenza ed il quadro MT di stazione (cavi e sezionatori)
- Quadro QMT di stazione
- Servizi ausiliari (interni ed esterni)
- Sistema di protezione e controllo (interno)

Quadro MT per produttore 30kV (uno per ciascuna sezione edificio), completi di:

- ✓ Scomparti di sezionamento linee di campo
  - ✓ Scomparti misure
  - ✓ Scomparti protezione generale
  - ✓ Scomparti trafo ausiliari
  - ✓ Scomparti protezione di riserva
- Trasformatori MT/BT servizi ausiliari 30/0,4 kV
- Quadri servizi ausiliari
- Quadri misuratori fiscali
- Sistema di monitoraggio e controllo

Verranno altresì realizzati tre edifici presso i quali verranno ubicati i quadri MT, i trasformatori MT/BT e i quadri ausiliari.

Il progetto in esame prevede la realizzazione di tre stalli, uno per ciascun gruppo di produttori.

Nella fattispecie in ciascun locale tecnico di stallo sarà previsto un quadro di media tensione così come di seguito indicato:

- n°1 scomparto protezione trasformatore AT/MT dotato di interruttore MT in SF6 (o vuoto) e del relativo relè di protezione multifunzione su cui saranno impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N).

Su detta apparecchiatura saranno visibili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza. Lo scomparto sarà inoltre provvisto di un'apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.

- n.3 scomparti arrivo impianto fotovoltaico dotato di interruttore MT in SF6 (o vuoto) e del relativo relè di protezione multifunzione su cui saranno impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata, massima corrente di guasto a terra, minima e massima tensione, massima tensione omopolare e minima e massima frequenza (50, 51, 51N, 27, 59, 59Vo, 81< e 81>).

Le protezioni voltmetriche sopra indicate sono quelle prescritte per gli impianti produttori.

Su detta apparecchiatura saranno visibili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza.

- n°1 scomparto protezione trasformatore MT/BT dotato di interruttore MT in SF6 (o vuoto) e del relativo relè di protezione multifunzione su cui saranno impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N).

Su detta apparecchiatura saranno visualizzabili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza.

Lo scomparto sarà inoltre provvisto di un'apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.

Il trasformatore MT/BT, alimentato dal quadro di media tensione, sarà di tipo con isolamento in resina e di potenza pari a 100 kVA; esso sarà utilizzato per trasformare la media tensione 30 kV in bassa tensione (400V).

Il trasformatore sarà dotato di una centralina termometrica che riceverà i segnali provenienti dalle sonde termometriche (PT100) installate sugli avvolgimenti secondari del trasformatore stesso e provvederà, in caso di sovratemperature, a dare una segnalazione di allarme.

Nel caso in cui la temperatura dovesse ulteriormente salire la centralina comanderà l'apertura dell'interruttore MT ad esso relativo. Il trasformatore verrà installato in un adeguato box metallico di contenimento ubicato in prossimità del quadro di distribuzione BT.

## **6.5. SERVIZI AUSILIARI**

I servizi ausiliari presenti presso la SSEU vsaranno alimentati tramite trasformatori MT/BT con livello di tensione 30/0,4 kV, installati presso gli edifici di sottostazione.

Al fine di garantire la massima continuità di servizio e il riarmo delle apparecchiature, è prevista l'installazione presso la SSEU di un generatore ausiliario.

Da tali trasformatori/generatori verrà alimentato il quadro QSA, al quale saranno collegate tutte le utenze in c.a. in bassa tensione, quali:

- Ausiliari sezione MT.
- Ausiliari sezione AT.
- Illuminazione aree esterne.
- Circuiti prese e circuiti illuminazione edificio SST.
- Motori e pompe.
- Raddrizzatore BT.
- Sistema di monitoraggio.

- Altre utenze minori.

Dal quadro QSA verrà derivata l'alimentazione dei circuiti di protezione e comando, alimentati a 110 Vcc mediante un banco di batterie, alimentate dal raddrizzatore.

## **6.6. RETE DI TERRA**

Presso la sottostazione verrà realizzato un sistema di terra dimensionato secondo le norme CEI EN 50522 (CEI 99-3) e CEI EN 61936-1 (CEI 99-2), nonché alle prescrizioni Terna, considerando una corrente di corto circuito monofase pari a 31,5 kA e un tempo di eliminazione del guasto a terra pari a 0,5 s.

L'impianto di terra consisterà in una maglia di terra in corda di rame nudo della sezione di 63 mm<sup>2</sup>, interrato alla profondità di circa 70 cm dal piano di calpestio, che seguirà l'intero perimetro della SST, con maglie interne di lato massimo pari a 4,5 m.

Il sistema di terra sarà integrato dalla presenza di dispersori verticali lungo il perimetro della SST, in prossimità dei trasformatori AT/MT.

Il sistema di terra verrà collegato con l'impianto di terra presso l'edificio SST, attraverso collegamenti sconnettibili in pozzetti ispezionabili.

Il collegamento fra la rete di terra e le apparecchiature di AT saranno effettuati in corda di rame nudo da 125 mm<sup>2</sup>. Le connessioni fra i conduttori in rame avverranno mediante morsetti a compressione in rame, mentre il collegamento fra i conduttori e i sostegni metallici delle apparecchiature avverrà mediante capicorda e bulloni di fissaggio.

Al fine di garantire il rispetto delle tensioni limite entro i valori individuati dalla norma, in sede di progettazione esecutiva verranno individuate le aree da integrare con sistemi di dispersione ausiliaria, o sulle quali adottare provvedimenti particolari.

A seguito della realizzazione dell'opera, i valori di tensione saranno comunque oggetto di verifica strumentale. Al fine di garantire la compatibilità elettromagnetica dei sistemi, in corrispondenza

delle apparecchiature AT verrà realizzato un infittimento della maglia del dispersore, così pure verranno installati conduttori di terra suppletivi per il collegamento delle apparecchiature.

## 7. **NORMATIVA**

Il presente progetto è redatto in conformità alle disposizioni della normativa vigente, sia nazionale che regionale, con particolare riferimento a:

- D.Lgs 81/2008 Testo Unico della Sicurezza
- D.M. 37/08 Norme per la sicurezza degli impianti
- DM 19/05/2010: Modifica degli allegati al DM 22 gennaio 2008, n. 37
- DPR 151/2011: Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi
- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 "Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica";
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59";
- Norma CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- Norma 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;
- Norma CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- Norma CEI EN 50110-1-2 Esercizio degli impianti elettrici;
- Norma CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;



- Norma CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- Norma CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- Norma CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- Norma CEI 11-37: Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;

Norma CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

- Norma CEI EN 60721-3-3 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60721-3-4 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60068-3-3 Prove climatiche e meccaniche fondamentali

Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature;

- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici
- CEI 0-16: Regole Tecniche di Connessione (RTC) per Utenti attivi ed Utenti passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica.

Linee in cavo

- CEI 88-1: Parte 1: Prescrizioni di progettazione
- CEI 88-4: Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione dell'energia elettrica
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa

tensione (quadri BT)

- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1): Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
- CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2): Prescrizioni particolari per i condotti sbarre
- CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3): Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD)
- 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 60909-0 (CEI 11-25): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata - Parte 0: Calcolo delle correnti
- 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  $\leq 16$  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 62271-200 (CEI 17-6): Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Principi generali

- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): Valutazione del rischio
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.

Molfetta 17/10/2022

I tecnici

Dott. Ing. Alessandro la Grasta

Dott. Ing. Luigi Tattoli