



UNIONE  
EUROPEA



REGIONE  
SICILIANA



COMUNE DI  
CALTANISSETTA



COMUNE DI  
SERRADIFALCO



PROPONENTE:

**RWE**

**RWE RENEWABLES ITALIA S.r.l.**

Via Andrea Doria, 41/G, 00192 Roma  
C.F. e P.I.: 06400370968

SVILUPPATORE:



**ATHENA ENERGIE S.r.l.**

Via Duca, 25 - 93010 Serradifalco (CL)  
C.F. e P.I.: 02042980850

COORDINATORE  
DI PROGETTO:

**Dott. Ing. STEFANO GASPAROTTO**

Via Terraglio, 31 - 31100 Treviso (TV)  
C.F. e P.I.: 05125620269

PROGETTAZIONE:

**INGEGNERIA CIVILE ED AMBIENTALE E COORDINAMENTO:**



**MPOWER s.r.l.**

**Dott. Ing. Edoardo Boscarino**

Via N. Machiavelli, 2 - 95030 Sant'Agata Li Battiati (CT)  
www.mpowersrl.it e-mail: info@mpowersrl.it  
PEC: mpower@pec.mpowersrl.it

TEAM DI PROGETTO:

Ing. Andrea Pitrone (Project Manag. e Staff di Coord.) Ing. Salvatore Di Mauro (Aspetti Strutturali)  
Arch. Attilio Massarelli (Progettazione e Staff di Coord.) Ing. Giovanni Chiovetta (Acustica Ambientale)  
Arch. Giuseppe Messina (Aspetti Paesaggistici) Ing. Gilberto Saerri (Aspetti Ambientali)  
Geol. Alessandro Treffletti (GIS) Ing. Cristina Luca (Sicurezza di Cantiere)  
Geol. Damiano Gravina (GIS) Agr. Salvatore Puleri (Aspetti Agronom. e Mitig. Amb.)  
Geol. Marco Gagliano (GIS) Agr. Giuliano Di Salvo (Mitigazione Ambientale)  
Geol. Salvatore Bannò (Aspetti Geologici) Dott. Rosario Pignatello - IBLARCHÈ Srls (VIARCH)

**INGEGNERIA ELETTRICA:**



**Dott. Ing. Luigi Bevilacqua**

Via Aldo Moro, 3 - Canicattì (AG)  
email: ing.luigibevilacqua@gmail.com  
PEC: luigi.bevilacqua@ingpec.eu

OPERE DI RETE:

**INGEGNERIA OPERE DI RETE:**



3E Ingegneria srl

**Dott. Ing. Giovanni Saraceno**

Via G. Volpe, 92 - Pisa (PI)  
email: giovanni.saraceno@3eingegneria.it  
PEC: 3eingegneria@legaimail.it

OPERA:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,079 MW DI PICCO E 55,00 MW DI IMMISSIONE, DENOMINATO "CALTANISSETTA 1", UBICATO NELLE CONTRADE "RAMILIA" E "DELIELLA" DEL COMUNE DI CALTANISSETTA E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NELLA CONTRADA "PERITO" DEL COMUNE DI SERRADIFALCO (CL)**

OGGETTO:

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA IMPIANTI ELETTRICI**

IL PROPONENTE:

IL PROGETTISTA:



APPROVAZIONE:

00

28-02-2023

PRIMA EMISSIONE PER RICHIESTA AU E PROCEDURA VIA

LB

LB

EB

REV.

DATA

OGGETTO DELLA REVISIONE

ELABORAZIONE

VERIFICA

APPROVAZIONE

SCALA:

CODICE DOCUMENTO:

CODICE ELABORATO:

FORMATO:

21-12/CL1

PD

RS06REL0037A0

00

COMMESSA

FASE

TAVOLA

REV.

**R. 18.00**

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA  
IMPIANTI ELETTRICI

1. GENERALITA' .....	3
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO .....	3
3. DATI DI PROGETTO.....	5
3.1 Riferimenti catastali.....	5
3.2 Riferimenti cartografici .....	6
3.3 Consistenza dell'impianto.....	8
4. LAYOUT DELL'IMPIANTO .....	9
5. CARATTERISTICHE TECNICHE .....	12
5.1 Moduli Fotovoltaici.....	12
5.2 Inverter .....	14
5.3 Trasformatore .....	15
5.4 Strutture di supporto.....	16
5.5 Cavi e quadri di parallelo .....	17
5.5.1 Cavi.....	17
5.5.2 Quadro di parallelo inverter.....	18
5.5.3 Quadro MT.....	19
5.6 Sistemi ausiliari .....	19
5.6.1 Sorveglianza.....	19
5.6.2 Illuminazione.....	20
6. SCHEMA DI COLLEGAMENTO.....	20
7. COLLEGAMENTO ALLA RETE AT.....	21
8. CALCOLO DELLA PRODUCIBILITA' .....	27
9. OPERE CIVILI.....	28
9.1 Cabine elettriche.....	28
9.2 Recinzioni.....	29
9.3 Scolo acque .....	29
10. GESTIONE DELL'IMPIANTO.....	29

11 DISMISSIONE .....	30
----------------------	----

## 1. GENERALITA'

La presente relazione ha lo scopo di fornire una descrizione dell'impianto fotovoltaico "Caltanissetta 1" con potenza nominale di circa 62 MWp da realizzare nelle aree del Libero Consorzio Comunale di Caltanissetta nelle contrade denominate Ramilia e Deliella.

L'impianto è suddiviso in undici lotti fotovoltaici tutti afferenti ad una cabina di raccolta dalla quale partirà un cavidotto in MT a 30 kV, per collegare l'impianto alla SSE utente dove avverrà l'innalzamento di tensione da 30 kV a 36 kV per poi essere collegati in antenna, alla sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica (SE) 150/36 kV della RTN, da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 150 kV "Canicattì – Caltanissetta".

In particolare nel presente documento vengono descritte le attività ed i processi che saranno posti in essere sul sito, le caratteristiche costruttive, funzionali e prestazionali dell'impianto nel suo complesso e nelle sue componenti elementari, la sua producibilità annua e le modalità impiantistiche con cui si intende effettuare il collegamento di parallelo con la rete del Gestore.

## 2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione;
- CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per i dispositivi fotovoltaici di riferimento;
- CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per dispositivi solari fotovoltaici (FV) per uso terrestre, con spettro solare di riferimento;
- IEC 61727: Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface;
- CEI EN 61215-1: Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN 61215-2: Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 2: Procedure di prova;
- CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di

corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase);

- CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili -Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT);
- CEI EN 60445: Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Identificazione dei morsetti degli apparecchi, delle estremità dei conduttori e dei conduttori;
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60099: Scaricatori;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V; CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 CEI 81-10/1/2/3/4: Protezione contro i fulmini;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- IEC 60364-7-712: Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems;
- D. Lgs. 81/2008 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- DM 37/2008 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005;
- CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 82-25 Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica e collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione;
- Allegato A alla deliberazione ARG/elt99/08 valido per le richieste di connessione presentate a partire dal 1° Gennaio 2011;
- Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti con obbligo di connessioni di terzi degli impianti di produzione (testo integrato delle connessioni attive – TICA);

### 3. DATI DI PROGETTO

#### 3.1 Riferimenti catastali

L'impianto fotovoltaico da installare nel Libero Consorzio Comunale di Caltanissetta insiste sui seguenti fogli e particelle catastali:

- Comune di Caltanissetta
  - Foglio: 244
    - Mappali: 33, 275
  - Foglio: 270
    - Mappali: 123, 163, 183, 182, 396, 156, 155, 335, 47, 154, 316, 582, 337, 336, 338, 142, 444, 457, 445, 446, 447, 460, 459, 458, 451, 450, 449, 456, 455, 454, 453, 59, 327, 328, 325, 320, 322, 324, 319, 321, 448, 461, 462, 463, 452, 126, 499, 262, 227.
  - Foglio: 269
    - Mappali: 73, 178, 179, 180, 118, 83, 81, 346, 347, 17, 132, 47, 44, 82, 43, 177, 46, 41, 40, 59, 67, 195, 66, 65, 64, 63, 114, 23, 55, 57, 60, 130, 131, 293, 56, 54, 70, 172, 69, 68, 271, 171.

L'area disponibile ha un'estensione complessiva pari a circa 137 ha.

### 3.2 Riferimenti cartografici

Le caratteristiche geografiche dei siti individuati per la realizzazione dell'impianto sono indicate nella seguente tabella:

**Tabella 1**

DENOMINAZIONE	COMUNE	PROVINCIA	COORDINATE GEOGRAFICHE	ALTITUDINE MEDIA (m.s.l.m.)
<b>LOTTO A</b>	Caltanissetta	Caltanissetta	37.400488° 13.928883°	416
<b>LOTTO B</b>	Caltanissetta	Caltanissetta	37.387958° 13.932509°	477
<b>LOTTO C</b>	Caltanissetta	Caltanissetta	37.381121°, 13.937294°	406
<b>LOTTO D</b>	Caltanissetta	Caltanissetta	37.379608° 13.942948°	438
<b>LOTTO E</b>	Caltanissetta	Caltanissetta	37.372271°, 13.937466°	404
<b>LOTTO F</b>	Caltanissetta	Caltanissetta	37.384344° 13.920589°	405
<b>LOTTO G (1,2,3)</b>	Caltanissetta	Caltanissetta	37.384551° 13.926233°	403
	Caltanissetta	Caltanissetta	37.383210°, 13.925911°	396
	Caltanissetta	Caltanissetta	37.382485° 13.925932°	395
<b>LOTTO H</b>	Caltanissetta	Caltanissetta	37.382067°, 13.930653°	400
<b>LOTTO I</b>	Caltanissetta	Caltanissetta	37.379859° 13.918463°	410
<b>LOTTO J</b>	Caltanissetta	Caltanissetta	37.377779° 13.911802°	477
<b>LOTTO K</b>	Caltanissetta	Caltanissetta	37.375115° 13.939440°	410

I vari lotti d'impianto hanno accesso dalla viabilità esistente locale.

Di seguito è riportata una figura illustrante la posizione geografica dei vari lotti, nonché il cavidotto di connessione, la stazione elettrica SE e la sottostazione elettrica SSE.

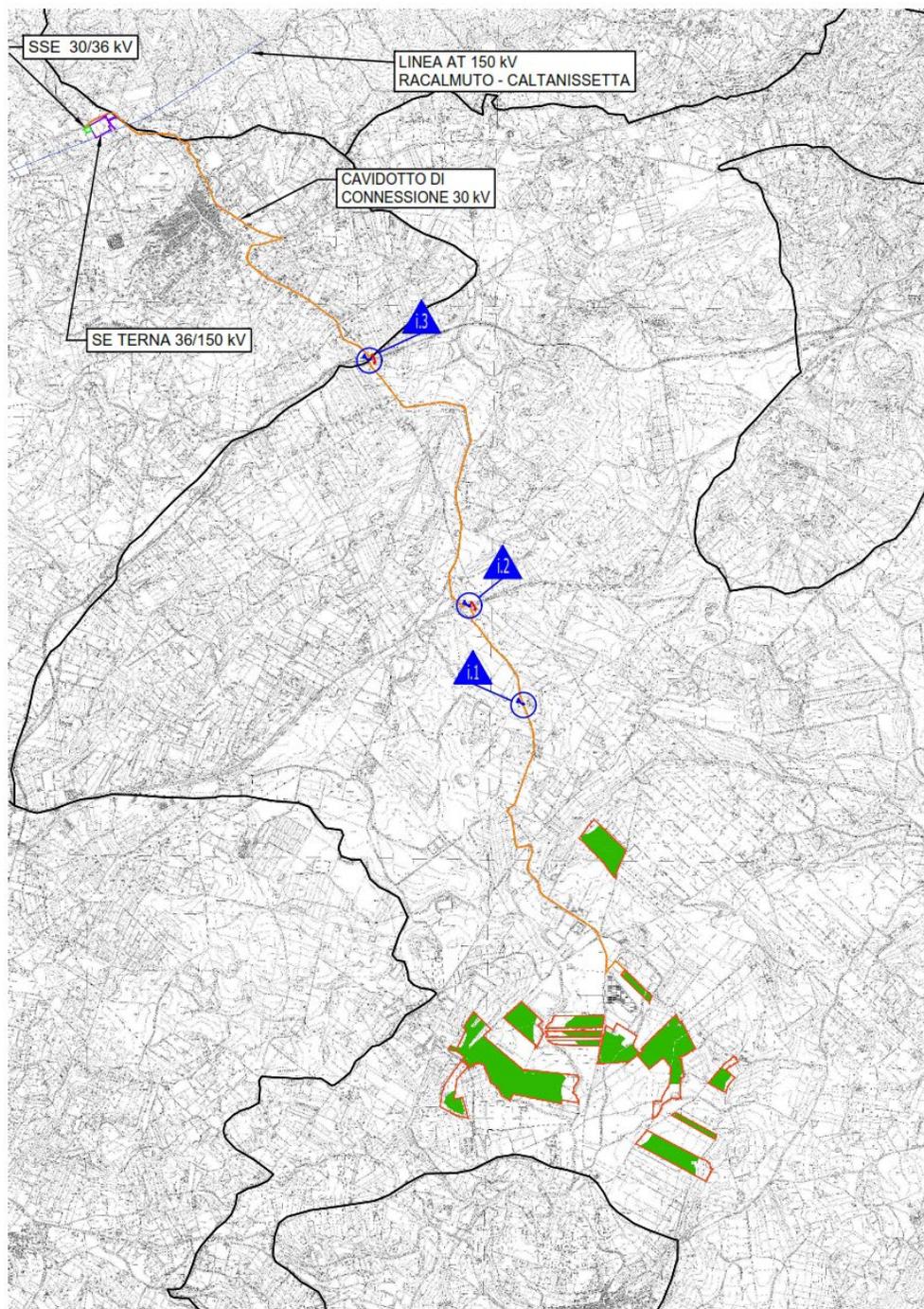


Figura 1: Posizione geografia dell'impianto, della SE e della SSE

### 3.3 Consistenza dell'impianto

L'impianto è costituito da undici lotti fotovoltaici che utilizzano *tracker* da 24 e *tracker* da 12 moduli fotovoltaici. Nella seguente tabella sono riepilogate le caratteristiche dei singoli lotti.

**Tabella 2**

<i>Lotto</i>	<i>Sotto campo</i>	<i>Tracker da 24 moduli</i>	<i>Tracker da 12 moduli</i>	<i>Numero moduli da 620 W</i>	<i>Numero cabine di campo</i>	<i>Potenza (kWp)</i>
<b>A</b>	<b>A</b>	215	10	5.280	1	<b>3.273,60</b>
<b>B</b>	<b>B1</b>	51	1	1.236	1	<b>766,32</b>
	<b>B2</b>	8	3	228		<b>141,36</b>
<b>C</b>	<b>C</b>	763	28	18.648	4	<b>11.561,76</b>
<b>D</b>	<b>D</b>	100	10	2.520	1	<b>1.562,40</b>
<b>E</b>	<b>E</b>	431	8	10.440	3	<b>6.472,80</b>
<b>F</b>	<b>F1</b>	256	16	5.328	1	<b>3.303,36</b>
	<b>F2</b>	40	4	1.008		<b>624,96</b>
<b>G</b>	<b>G1</b>	150	18	3.816	2	<b>2.365,92</b>
	<b>G2</b>	60	-	1.440		<b>892,80</b>
	<b>G3</b>	34	4	864		<b>535,68</b>
<b>H</b>	<b>H1</b>	232	8	5.664	2	<b>3.511,68</b>
	<b>H2</b>	98	8	2.448	1	<b>1.517,76</b>
<b>I</b>	<b>I1</b>	1435	50	35.040	8	<b>21.724,80</b>

	<b>I2</b>	115	10	2.880	2	<b>1.785,60</b>
<b>J</b>	<b>J</b>	91	8	2.280	1	<b>1.413,60</b>
<b>K</b>	<b>K</b>	36	12	1.008	1	<b>624,96</b>

Tabella 1

#### **4. LAYOUT DELL'IMPIANTO**

Di seguito è riportato l'inquadramento, sia su ortofoto che su catastale, dei vari lotti che costituiscono l'impianto denominato "Caltanissetta 1".

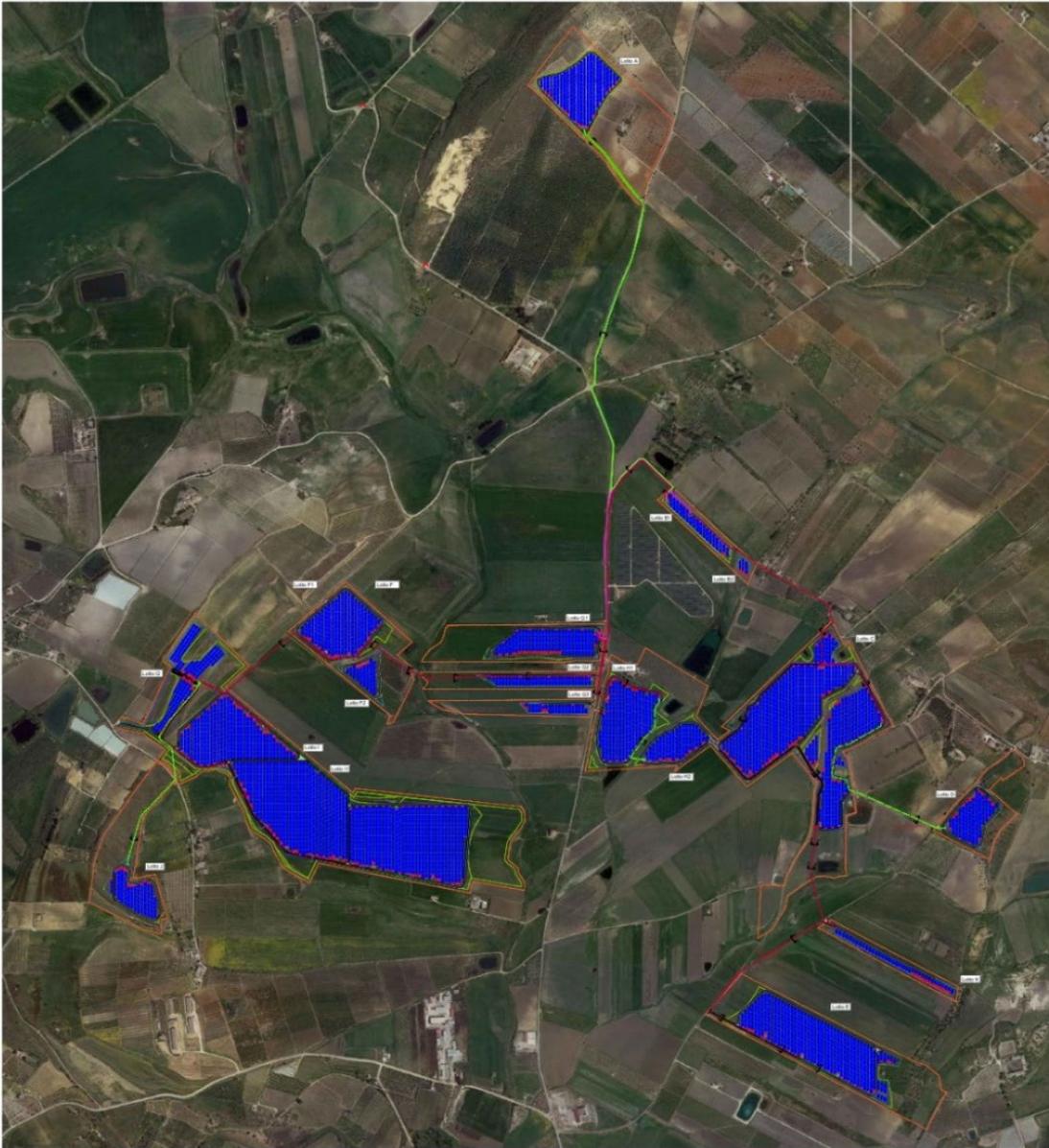


Figura 2: Inquadramento su ortofoto

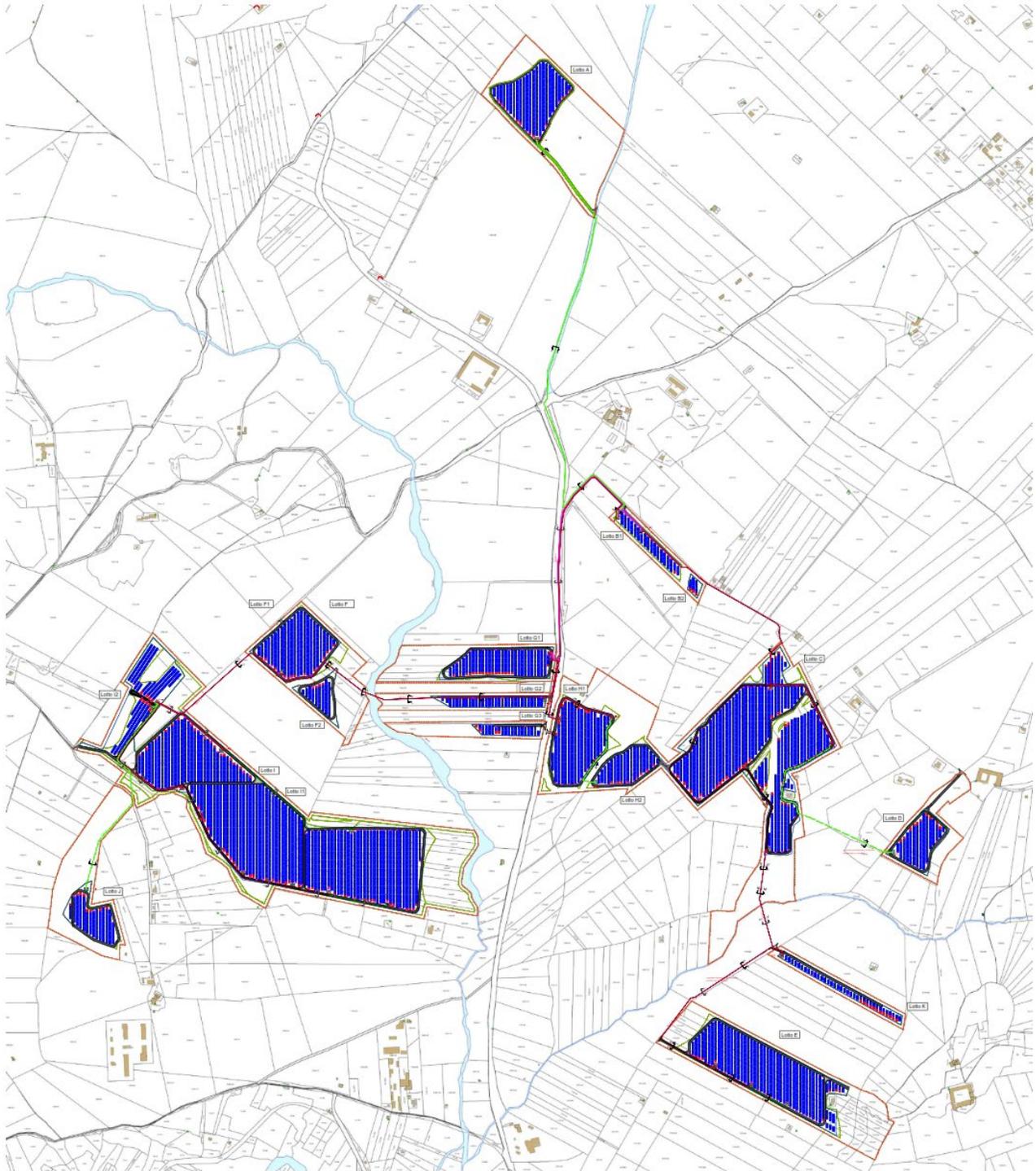


Figura 3: Inquadramento su catastrale

## **5. CARATTERISTICHE TECNICHE**

### **5.1 Moduli Fotovoltaici**

Il dimensionamento di massima sarà realizzato con un modulo fotovoltaico composto da 156 celle fotovoltaiche (2 x 78) in silicio monocristallino da 97,05 x 44,65 mm, ad alta efficienza e connesse elettricamente in serie, per una potenza complessiva di 620 Wp.

L'impianto sarà costituito da un totale di 100.128 moduli per una conseguente potenza di picco pari a 62.079 kWp. Le caratteristiche principali del modulo scelto sono le seguenti:

**Marca:** Jinko Solar (dato indicativo del pannello utilizzato per la progettazione, la marca sarà definita in base alla disponibilità di mercato all'atto del montaggio dell'impianto)

Modello: JKM620N-78HL4-BDV

#### **Caratteristiche geometriche e dati meccanici:**

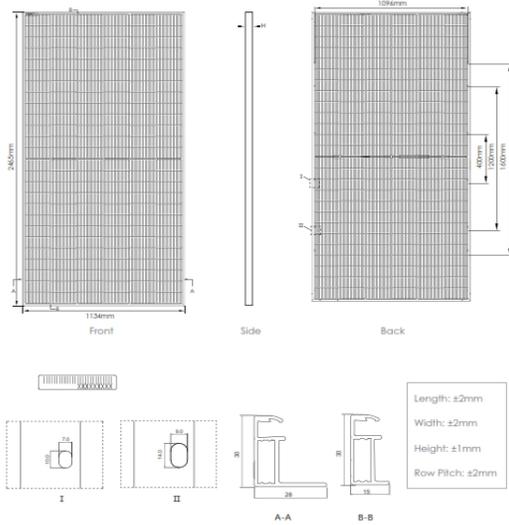
- Dimensioni (LxAxP): 2465x1134x30mm
- Tipo celle: Silicio monocristallino
- Telaio: Lega di alluminio anodizzato
- Peso: 34,6 kg

#### **Caratteristiche elettriche (in STC)**

- Potenza di picco (Wp) [W]: 620
- Tensione a circuito aperto (Voc) [V]: 55,58
- Tensione al punto di massima potenza (Vmp) [V]: 45,93
- Corrente al punto di massima potenza (Imp) [A]: 13,50
- Corrente di corto circuito (Isc) [A]: 14,19

Di seguito è riportata la scheda tecnica del modulo fotovoltaico scelto.

### Engineering Drawings



\*This tolerance range applies only to the four-angle distance of the module as indicated above.

### Packaging Configuration

[ Two pallets = One stack ]  
 36pcs/pallets, 72pcs/stack, 576pcs/ 40HQ Container

### Electrical Performance & Temperature Dependence



### Mechanical Characteristics

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	156 (2×78)
Dimensions	2465×1134×30mm (97.05×44.65×1.18 inch)
Weight	34.6kg (76.38 lbs)
Front Glass	2.0mm, Anti-Reflection Coating
Back Glass	2.0mm, Heat Strengthened Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm <sup>2</sup> (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

### SPECIFICATIONS

Module Type	JKM605N-78HL4-BDV		JKM610N-78HL4-BDV		JKM615N-78HL4-BDV		JKM620N-78HL4-BDV		JKM625N-78HL4-BDV	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	605Wp	455Wp	610Wp	459Wp	615Wp	462Wp	620Wp	466Wp	625Wp	470Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	45.42V	42.23V	45.60V	42.35V	45.77V	42.46V	45.93V	42.57V	46.10V	42.68V
Maximum Power Current (Imp)	13.32A	10.77A	13.38A	10.83A	13.44A	10.89A	13.50A	10.95A	13.56A	11.01A
Open-circuit Voltage (Voc)	55.17V	52.41V	55.31V	52.54V	55.44V	52.66V	55.58V	52.79V	55.72V	52.93V
Short-circuit Current (Isc)	13.95A	11.26A	14.03A	11.33A	14.11A	11.39A	14.19A	11.46A	14.27A	11.52A
Module Efficiency STC (%)	21.64%		21.82%		22.00%		22.18%		22.36%	
Operating Temperature (°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
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									
Refer. Bifacial Factor	80±5%									

### BIFACIAL OUTPUT-REARSIDE POWER GAIN

		JKM605N-78HL4-BDV		JKM610N-78HL4-BDV		JKM615N-78HL4-BDV		JKM620N-78HL4-BDV		JKM625N-78HL4-BDV	
		Maximum Power (Pmax)	Module Efficiency STC (%)	Maximum Power (Pmax)	Module Efficiency STC (%)	Maximum Power (Pmax)	Module Efficiency STC (%)	Maximum Power (Pmax)	Module Efficiency STC (%)	Maximum Power (Pmax)	Module Efficiency STC (%)
5%	Maximum Power (Pmax)	635Wp	22.73%	641Wp	22.91%	646Wp	23.10%	651Wp	23.29%	656Wp	23.48%
	Module Efficiency STC (%)										
15%	Maximum Power (Pmax)	696Wp	24.89%	702Wp	25.10%	707Wp	25.30%	713Wp	25.51%	719Wp	25.71%
	Module Efficiency STC (%)										
25%	Maximum Power (Pmax)	756Wp	27.05%	763Wp	27.28%	769Wp	27.50%	775Wp	27.73%	781Wp	27.95%
	Module Efficiency STC (%)										

\*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

## 5.2 Inverter

La conversione da corrente continua a corrente alternata sarà realizzata mediante convertitori statici trifase (inverter) della marca SUNGROW, modello SG250HX, agganciati alle strutture di sostegno dei moduli, in posizione opportuna, mai investiti da radiazione solare diretta. La potenza massima di picco dell'inverter è pari a 250 kWp. La ripartizione dei vari moduli su ognuno degli inverter utilizzati sarà effettuata sulla base delle caratteristiche tecniche sotto riportate.



Figura 4: Inverter Sungrow SG250HX

### Sungrow SG250HX

#### Dati d'ingresso

MPP voltage range for nominal power	860 V – 1.300 V
Range di Tensione C.C., M.P.P.T. (U <sub>c.c.</sub> )	600 – 1.500 V
Corrente C.C. Max. consentita per M.P.P.T.	50,0 A * 12
Tensione C.C. Max. consentita	1.500 V
MPP voltage range for nominal power	860 V – 1300 V
Max. PV input current	30 A * 12
Numero di inseguitori MPP	12
Tensione Nominale di Ingresso per potenza nominale	1.160 V

Protezione di Sovratensione	SI
-----------------------------	----

## Dati d'uscita

Potenza C.A. Nominale (P <sub>C.A.</sub> )	250 kVA @ 30 °C / 225 kVA @40 °C / 200 kVA @ 50 °C
Range Tensione operativa rete ± 10 % (U <sub>C.A.</sub> )	680 – 880 V
Max Corrente C.A. Uscita (I <sub>C.A., uscita</sub> )	180,5 A
Collegamento C.A.	trifase
Fattore di Potenza	> 0,99% @ Potenza Nominale
Range di funzion. della frequenza di Rete (f <sub>C.A.</sub> )	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Grado di protezione	IP 66 (norma DIN EN60529)

### 5.3 Trasformatore

I trasformatori di elevazione BT/MT saranno di varia potenza, ovvero da 750 KVA a 3500 KVA, variabile in base alla potenza dell'impianto servito. Essi saranno alloggiati all'interno delle cabine di campo e presenteranno le seguenti caratteristiche:

- frequenza nominale 50 Hz
- campo di regolazione tensione maggiore +/-2x2,5%
- livello di isolamento primario 1,1/3 kV
- livello di isolamento secondario 36/70/120
- simbolo di collegamento Dyn11yn11
- collegamento primario stella+neutro
- collegamento secondario triangolo
- classe ambientale E2
- classe climatica C2
- comportamento al fuoco F1
- classe di isolamento primarie e secondarie F/F

- temperatura ambiente max. 40 °C
- sovratemperatura avvolgimenti primari e secondari 100/100 K
- installazione interna
- tipo raffreddamento aria naturale
- altitudine sul livello del mare  $\leq 1000\text{m}$
- impedenza di corto circuito a 75°C 6%
- livello scariche parziali  $\leq 10 \text{ pC}$

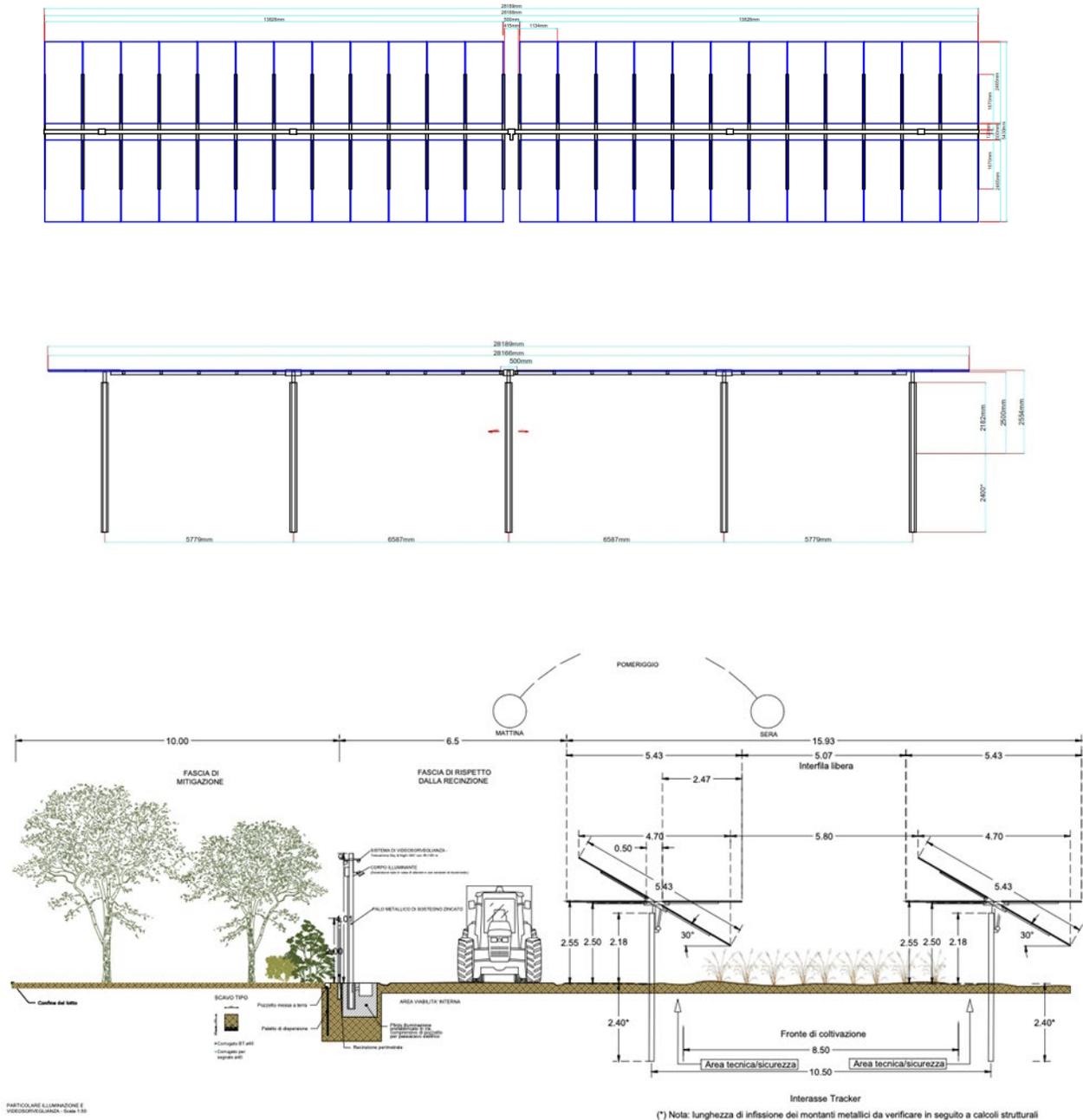
I trasformatori presentano una tensione primaria di 30 kV e una tensione secondaria di 800 V. Nella seguente figura è riportato un generico esempio di trasformatore di elevazione BT/MT.



Figura 5: Trasformatore BT/MT

## 5.4 Strutture di supporto

Come già detto in precedenza, le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici sono di tipo tracker ad inseguimento monoassiale est-ovest. Di seguito si riporta una rappresentazione del tracker utilizzato.



## 5.5 Cavi e quadri di parallelo

### 5.5.1 Cavi

Per il cablaggio dei moduli e per il collegamento tra le stringhe e i quadri di campo sono previsti conduttori di tipo SOLAR in doppio isolamento o equivalenti appositamente progettati per l'impiego in campi FV per la produzione di energia. Di seguito sono riportate le caratteristiche tecniche.

- Conduttore: rame elettrolitico, stagnato, classe 5 secondo IEC 60228;
- Isolante: HEPR 120 °C;

- Max. tensione di funzionamento 1,5 kV CC Tensione di prova 4kV, 50 Hz, 5 min;
- Intervallo di temperatura Da - 50°C a + 120°C;
- Durata di vita attesa pari a 30 anni in condizioni di stress meccanico, esposizione a raggi UV, presenza di ozono, umidità, particolari temperature;
- Verifica del comportamento a lungo termine conforme alla Norma IEC 60216;
- Resistenza alla corrosione;
- Ampio intervallo di temperatura di utilizzo;
- Resistenza ad abrasione;
- Ottimo comportamento del cavo in caso di incendio: bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi;
- Resistenza ad agenti chimici;
- Facilità di assemblaggio;
- Compatibilità ambientale e facilità di smaltimento;

#### **Cavo di collegamento dei moduli di stringa:**

- $S = 6 \text{ mmq}$      $I_z (60 \text{ C}^\circ) = 70\text{A}$  (TECSUN (PV) PV1-F 0,6/1 kV AC (1,5 kV DC))

#### **Cavi di collegamento dai SG250HX (inverter) ai quadri di parallelo:**

- $S = 185 \text{ mmq}$      $I_z (60 \text{ C}^\circ) = 277 \text{ A}$  (FG16R16)

#### **Altri cavi:**

- Cavi di media tensione: ARG7H1R 18/30 kV;
- Cavi di bassa tensione: FG16R16, FG16OR16 0,6/1 kV;
- Cavi di bus: speciale MOD BUS / UTP CAT6 ethernet.

### **5.5.2 Quadro di parallelo inverter**

Al quadro di parallelo sono collegate le uscite degli inverter che arrivano dal campo fotovoltaico. I suddetti quadri realizzano il sezionamento ed il parallelo degli inverter provenienti dal campo fotovoltaico e sono situati all'interno delle cabine BT/MT dei vari campi fotovoltaici.

Essi disporranno al loro interno dell'elettronica necessaria per il cablaggio nonché protezione contro scariche provocate da fulmini e rotture dei moduli stessi. Dagli inverter partiranno i cavi di collegamento (rivestiti in pvc o in gomma) fino al quadro di parallelo. Il collegamento verrà realizzato con cavi aventi formazione di 3x(1x185) mmq del tipo FG16R16 posati in tubi o canali per proteggerli dai raggi ultravioletti. Tutti i cavi utilizzati sono rispondenti alla norma CEI 20-22.

### 5.5.3 Quadro MT

Saranno impiegati scomparti normalizzati di tipo protetto, che possono essere affiancati per formare quadri di trasformazione fino a 36kV. Le dimensioni contenute consentono di occupare spazi decisamente ridotti, la modularità permette di sfruttare al massimo gli spazi disponibili. Opportuni dispositivi di interblocco meccanico e blocchi a chiave fra gli apparecchi impediscono errate manovre, garantendo comunque la sicurezza per il personale. Gli scomparti verranno predisposti completi di bandella in piatto di rame interna ed esterna per il collegamento dell'impianto di messa a terra, doppi oblò di ispezione che consentono un'agevole ispezione visiva.

## 5.6 Sistemi ausiliari

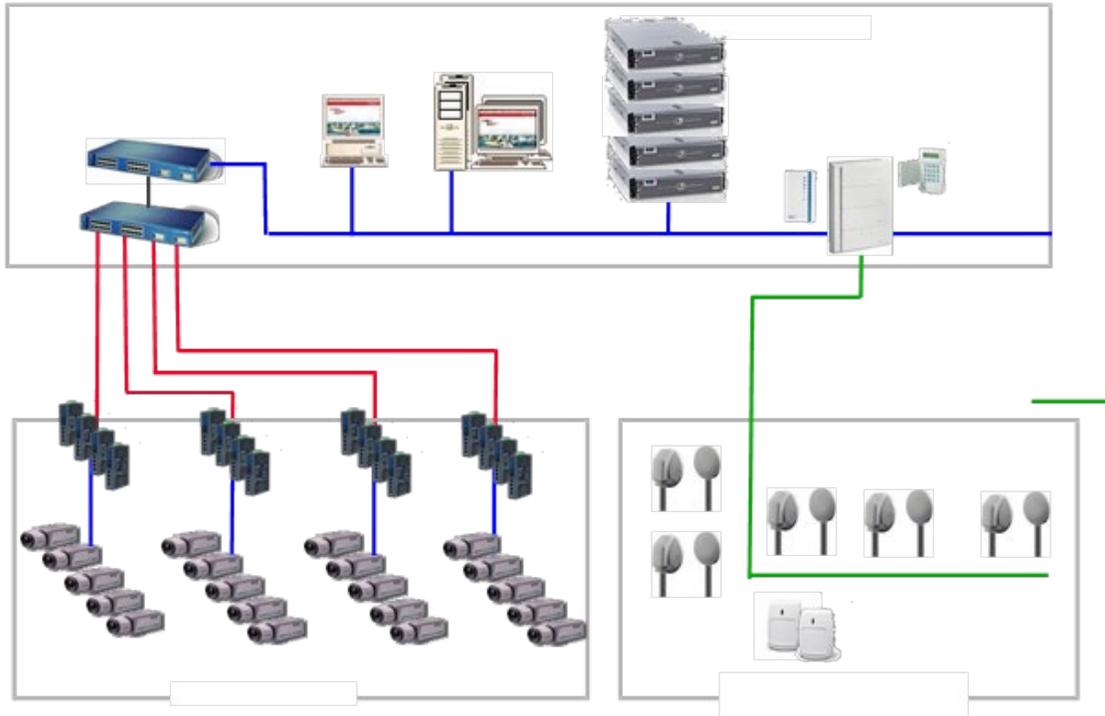
### 5.6.1 Sorveglianza

In ognuno dei cinque impianti l'accesso all'area recintata sarà sorvegliato automaticamente da un Sistema integrato Anti-intrusione composto da:

- Telecamere TVCC tipo fisso Day-Night, per visione diurna e notturna, con illuminatore a IR, ogni 35 m;
- cavo alfa con anime magnetiche, collegato a sensori microfonici, agganciato alle recinzioni a media altezza, e collegato alla centralina d'allarme in cabina;
- barriere a microonde sistemate in prossimità della muratura di cabina e del cancello di ingresso;
- N.1 badge di sicurezza a tastierino, per accesso alla cabina;
- N.1 centralina di sicurezza integrata installata in cabina.

I sistemi appena elencati funzioneranno in modo integrato. Il cavo alfa sarà in grado di rilevare le vibrazioni trasmesse alla recinzione esterna in caso di tentativo di scavalco o danneggiamento. Le barriere a microonde rileveranno l'accesso in caso di scavalco o effrazione nelle aree del cancello e/o della cabina. Le telecamere saranno in grado di registrare oggetti in movimento all'interno del campo, anche di notte; la centralina manterrà in memoria le registrazioni. I badges impediranno l'accesso alla cabina elettrica e alla centralina di controllo ai non autorizzati.

Al rilevamento di un'intrusione, da parte di qualsiasi sensore in campo, la centralina di controllo, alla quale saranno collegati tutti i sopraddetti sistemi, invierà una chiamata alla più vicina stazione di polizia e al responsabile di impianto tramite un combinatore telefonico automatico e trasmissione via antenna gsm. Se l'intrusione dovesse verificarsi di notte, il campo verrà automaticamente illuminato a giorno dai proiettori. Di seguito uno schema rappresentativo del sistema di sorveglianza.



### 5.6.2 Illuminazione

L'impianto di illuminazione esterno sarà costituito da 2 sistemi:

- Illuminazione perimetrale;
- Illuminazione esterna cabine di campo e di impianto;

Tali sistemi sono di seguito brevemente descritti.

Illuminazione perimetrale sarà realizzato un impianto di illuminazione per la videosorveglianza composto da armature IP65 in doppio isolamento (classe 2) con lampade a LED da 79W posti nelle immediate vicinanze delle telecamere e quindi sulla sommità del palo. Quindi, la morsettiera a cui saranno attestati i cavi dovrà essere anche essa in classe 2 e i pali utilizzati, se metallici, non dovranno essere collegati a terra.

Illuminazione esterna cabine di campo e di impianto sarà composta

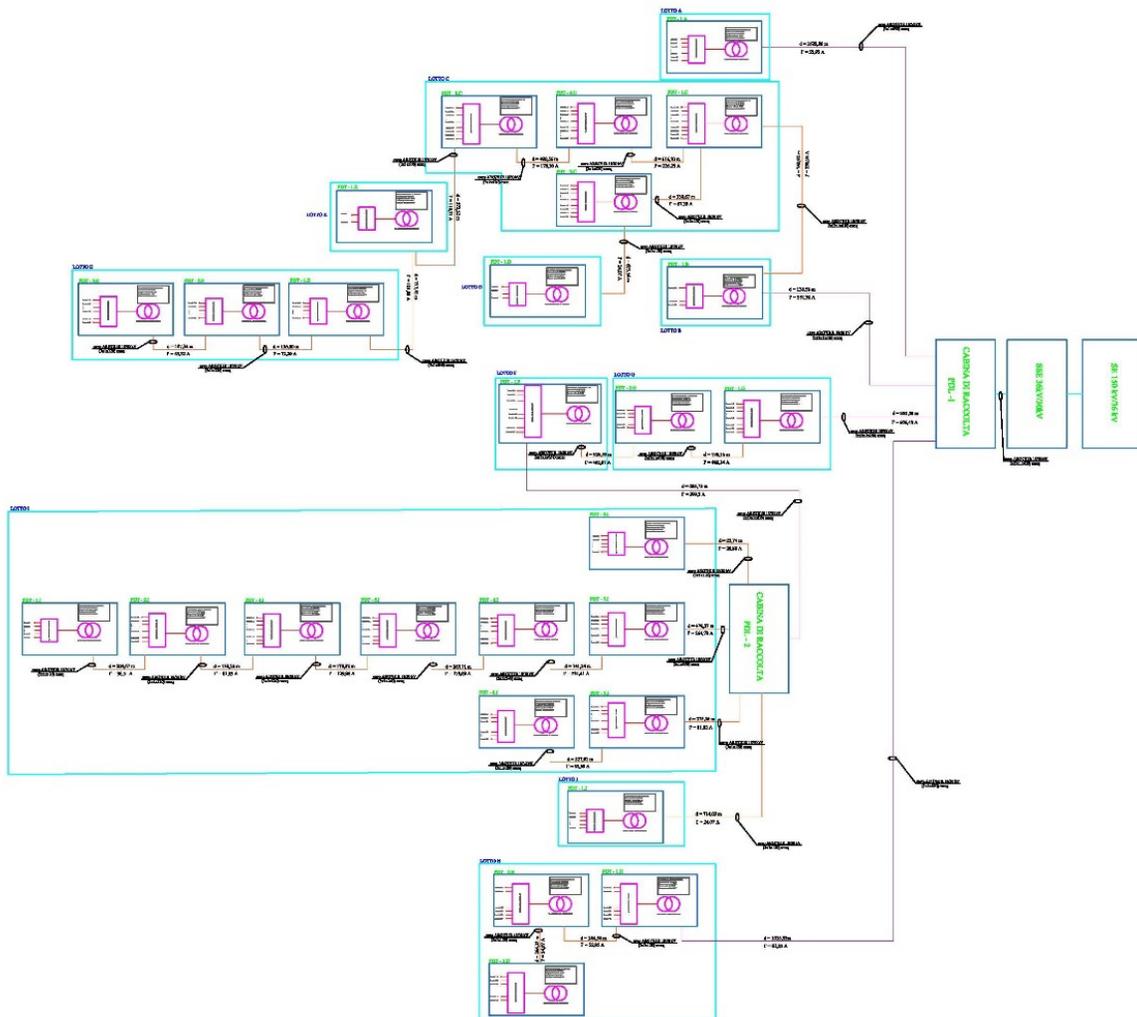
- Tipo lampade: 24 led 1144 Litio - POWERLED
- Tipo armatura: corpo Al pressofuso, con alettature di raffreddamento;
- Numero lampade: 4;
- Funzione: illuminazione piazzole per manovre e sosta.

## 6. SCHEMA DI COLLEGAMENTO

La configurazione utilizzata per il collegamento dei moduli prevede che a ciascun inverter siano collegate stringhe in parallelo, ciascuna composta da 24 moduli in serie per stringa (per totali 14, 88 kWp per stringa). Considerando poi che gli inverter sono 220 si ottengono 55 MW totali in AC per l'impianto in oggetto. I cavi provenienti da

ciascun inverter di stringa saranno poi convogliati verso la cabina di campo corrispondente, attestandosi ai quadri BT.

All'interno della cabina di campo è inoltre alloggiato il trasformatore BT/MT che permette l'elevazione della tensione al livello 30 kV, con il quale viene effettuata la distribuzione principale di ciascun sottocampo. Le cabine di campo saranno collegate tra loro in entra-esce (collegamento di tipo radiale) e successivamente connesse alla cabina di raccolta.

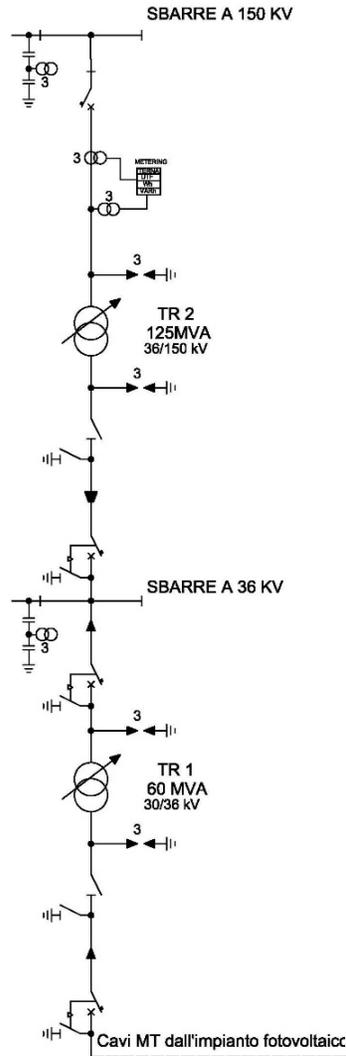


## 7. COLLEGAMENTO ALLA RETE AT

I criteri e le modalità per la connessione alla Rete AT saranno conformi a quanto prescritto dalle normative CEI 0-16, CEI 82-25 e dalle prescrizioni TERNA, per clienti produttori dotati di generatori fotovoltaici che entrano in parallelo continuativo con la rete elettrica. L'energia prodotta dall'impianto "Caltanissetta 1" verrà trasferita, previo innalzamento della tensione a 150 kV tramite trasformatore 36/150 kV, che rientrerà tra le Opere di Rete.

Per la caratterizzazione tecnica delle opere di connessione si rimanda alla consultazione degli elaborati specifici.

Di seguito si riporta lo schema di rete:



Il collegamento tra la cabina di raccolta posta nel lotto B e la SSE 30/36 kV/kV utente, avviene attraverso un cavidotto composto da cavo in alluminio avente la seguente composizione 3 x (3x1x500 mmq) su posa interrata.

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

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

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

prescritte dalla normativa vigente;

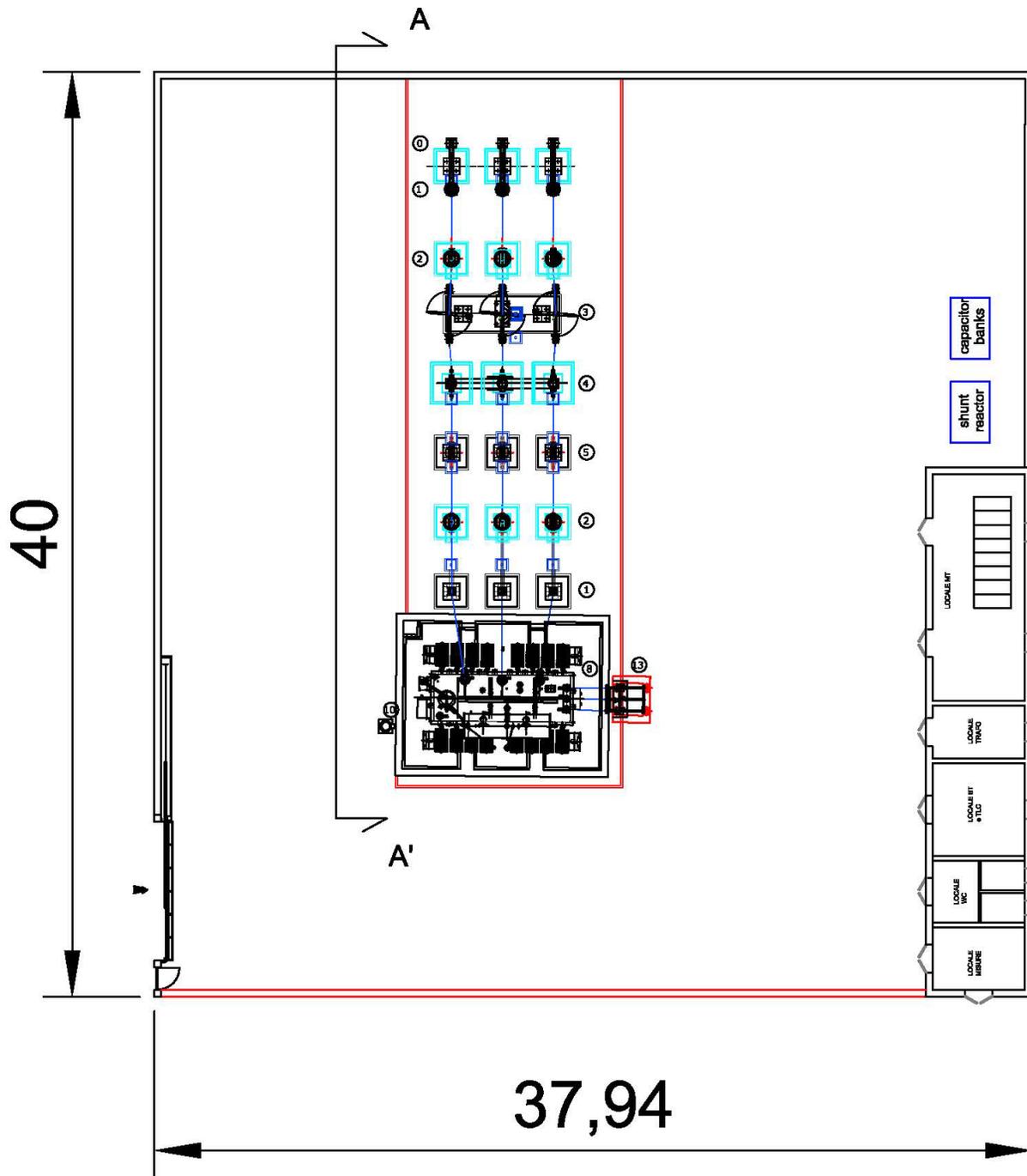
- minimizzare l'interferenza con le eventuali zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico;

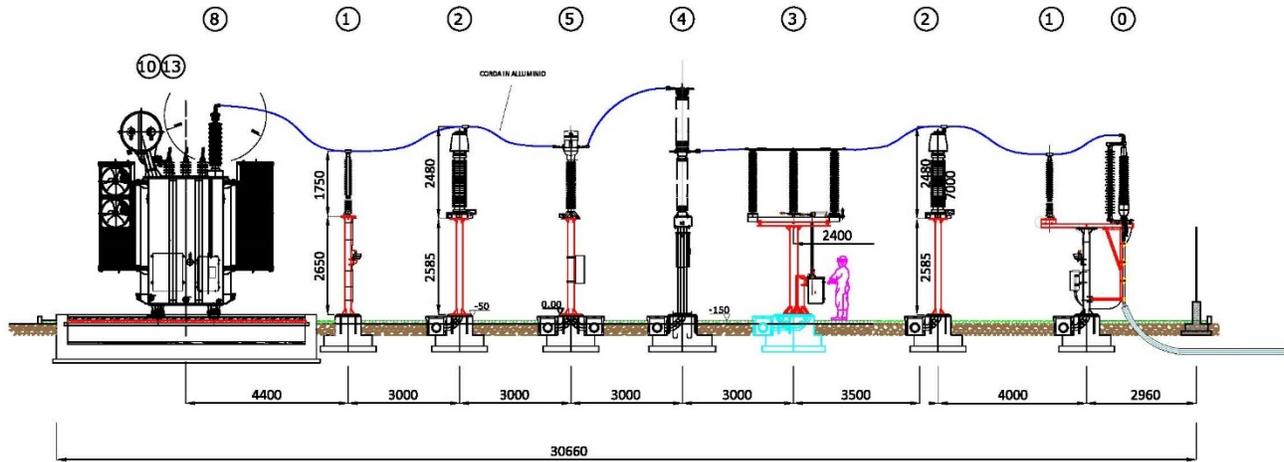
Inoltre, per quanto riguarda l'esposizione ai campi magnetici, in linea con il dettato dell'art. 4 del DPCM 08-07-2003 di cui alla Legge n. 36 del 22/02/2001, i tracciati sono stati progettati tenendo conto dell'obiettivo di qualità di  $3 \mu\text{T}$ .



Il tracciato del cavidotto MT si sviluppa interamente su strada pubblica per circa 13 km.

La SSE utente è posta nelle immediate vicinanze della nuova stazione Terna, il cui layout interno è il seguente:



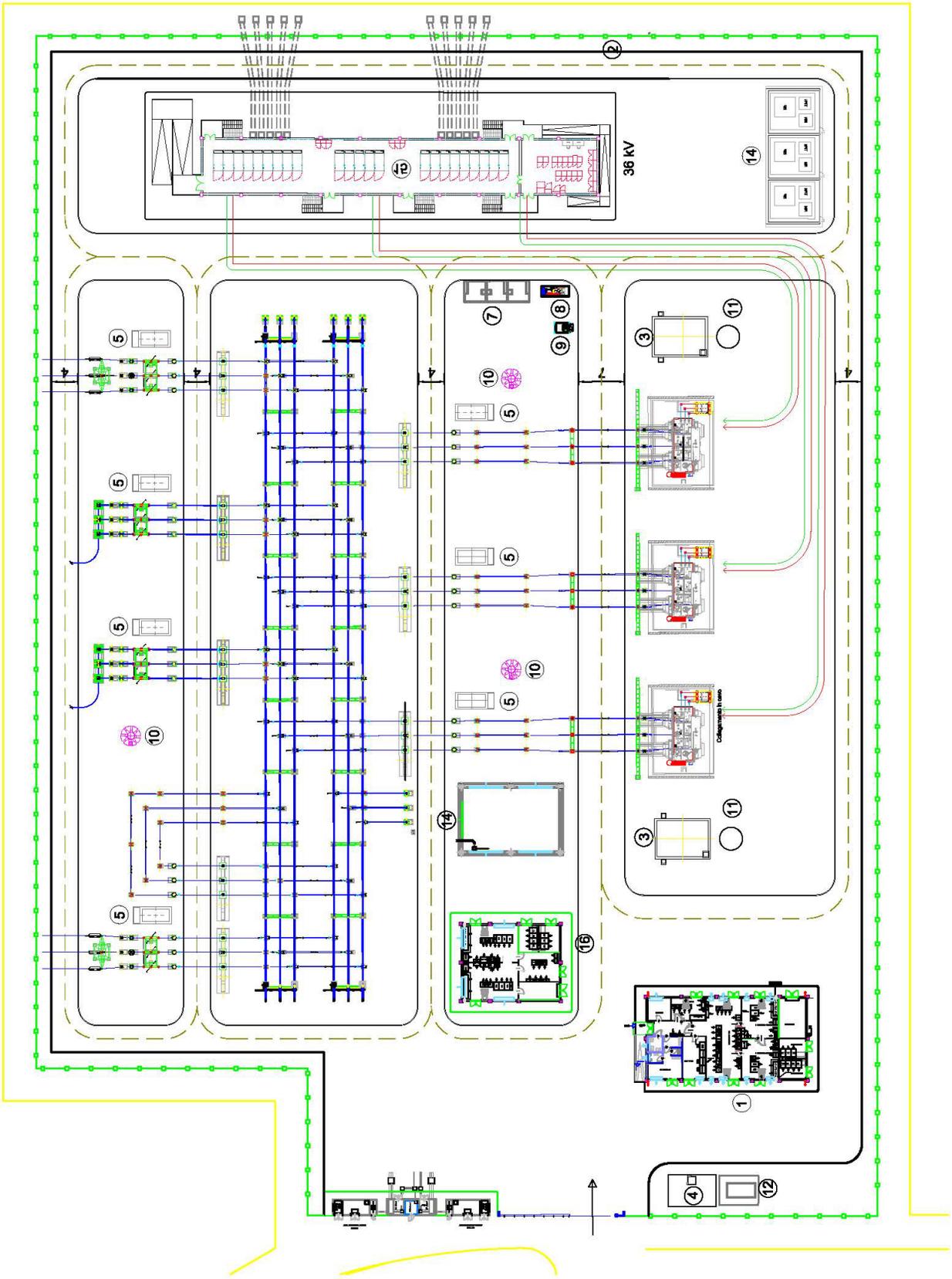


**SEZIONE A-A'**

La consistenza richiesta da TERNA per la nuova stazione elettrica è la seguente:

- 2 stalli linea 150 kV per entra-esce
- 3 stalli TR 150/36 kV con 3 TR da 125 MVA + edificio quadri per il collegamento dei cavi a 36 kV;
- 2 stalli per parallelo;
- 1 stallo 150 kV libero.

Il layout interno è il seguente:



## 8. CALCOLO DELLA PRODUCIBILITA'

Facendo riferimento ai dati radiometrici del Libero Consorzio Comunale di Caltanissetta, si è proceduto al calcolo della producibilità per l'impianto fotovoltaico "Caltanissetta 1" in oggetto mediante apposito software. Da tali dati si ricava una producibilità annua dell'impianto pari a circa 95 GWh/anno al netto delle perdite d'impianto di generazione fotovoltaica e di conversione (inverter).

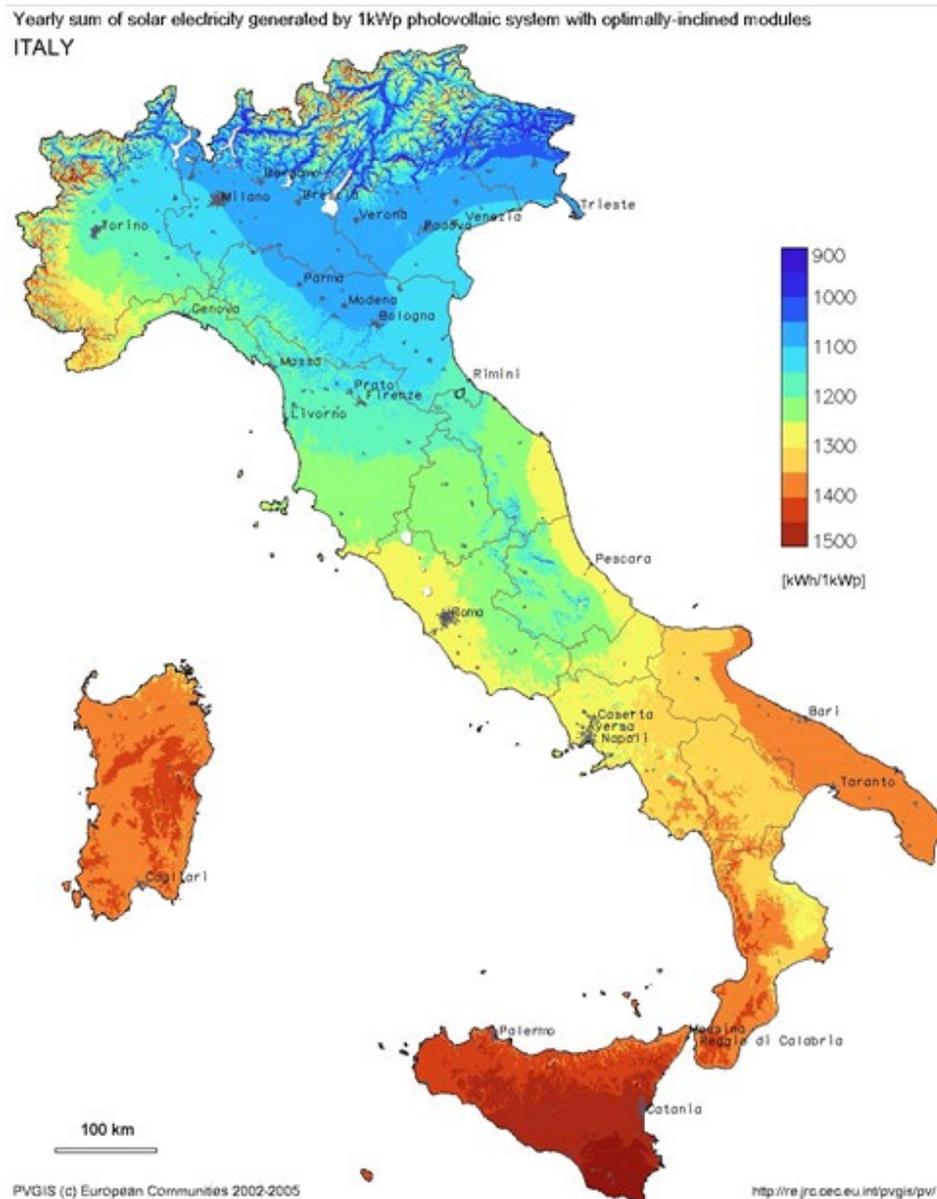


Figura 6: Diagramma della producibilità attesa media annua

## 9. OPERE CIVILI

### 9.1 Cabine elettriche

Le cabine elettriche svolgono la funzione di edifici tecnici adibito a locali per la posa dei quadri, del trasformatore, e delle apparecchiature di telecontrollo e di consegna e misura. Esse verranno realizzate con struttura prefabbricata con vasca di fondazione.

La cabina elettrica di campo è composta da tre sezioni e contiene:

- 1 vano trasformatore MT/BT;
- 1 vano quadri MT, trasformatore servizi ausiliari;
- 1 vano quadri BT;

La cabina elettrica di campo sarà costituita da un edificio dalla superficie complessiva di circa 17,2 mq (7 x 2,5 metri) per una cubatura complessiva di circa 52,5 mc. L'accesso alla cabina elettrica di campo avviene tramite la viabilità interna.

La struttura prevista sarà prefabbricata in c.a.v. monoblocco costituita da pannelli di spessore 80 mm e solaio di copertura di 100 mm realizzati con armatura in acciaio B450C e calcestruzzo classe Rck 400 kg/cmq. La fondazione sarà costituita da una vasca prefabbricata in c.a.v. di altezza 50 cm predisposta con forature a frattura prestabilita per passaggio cavi MT/BT. In alternativa potrà essere realizzata in materiale metallico, tipo container.

La cabina sarà costituita da 3 locali compartimentali adibiti rispettivamente a locale quadri BT, trasformazione in MT e quadri MT.

Il primo locale conterrà i quadri BT; il locale di trasformazione conterrà un trasformatore 800/30000 V di potenza variabile, il terzo locale conterrà i quadri MT.

Le pareti esterne del prefabbricato verranno colorate in tinta adeguata, per un miglior inserimento ambientale, salvo diversa prescrizione degli Enti preposti, mentre le porte d'accesso e le finestre di aerazione saranno in lamiera zincata verniciata.

La cabina sarà dotata di un adeguato sistema di ventilazione per prevenire fenomeni di condensa interna e garantire il corretto raffreddamento delle macchine elettriche presenti.

La sicurezza strutturale dei manufatti dovrà essere garantita dal fornitore. I relativi calcoli strutturali sono stati eseguiti in conformità alla normativa vigente sui manufatti in calcestruzzo armato.

Per la descrizione particolareggiata del manufatto si rimanda all'elaborato specifico cabina di campo: pianta e sezioni.

La cabina di impianto raccoglie tutti i cavi provenienti dalle cabine di trasformazione e convoglia l'energia prodotta dall'impianto, tramite un elettrodotto interrato in media tensione (MT), alla stazione di utenza SSE.

All'interno di essa, oltre alle celle di MT ed al trasformatore MT/BT Ausiliari, vi alloggeranno anche l'UPS, il rack dati, la centralina antintrusione, gli apparati di supporto e controllo dell'impianto di generazione ed il QGBT

Ausiliari. La cabina d'impianto sarà costituita da un edificio dalla superficie complessiva di circa 12,5 mq (5 x 2,5 metri) per una cubatura complessiva di circa 32 mc.

L'accesso alle cabine elettriche di campo e di impianto avviene tramite la viabilità interna. La sistemazione di tale viabilità (percorsi di passaggio tra le strutture), sarà realizzata in materiale stabilizzato permeabile. La dimensione delle strade è stata scelta per consentire il passaggio di mezzi idonei ad effettuare il montaggio e la manutenzione dell'impianto.

I cavi elettrici BT dell'impianto e i cavi di collegamento MT della cabina di campo alla cabina di consegna saranno sistemati in appositi cunicoli e cavidotti interrati.

## 9.2 Recinzioni

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

La recinzione continua lungo il perimetro dell'area d'impianto sarà costituita da elementi modulari rigidi in tondini di acciaio elettrosaldati di diverso diametro che conferiscono una particolare resistenza e solidità alla recinzione. Essa offre una notevole protezione da eventuali atti vandalici, lasciando inalterato un piacevole effetto estetico e costituisce un sistema di fissaggio nel rispetto delle norme di sicurezza.

## 9.3 Scolo acque

Si prevede un sistema di raccolta e incanalamento delle acque piovane. Tale sistema avrà lo scopo di far confluire le acque meteoriche all'esterno del campo seguendo la pendenza naturale del terreno, in modo da prevenire possibili allagamenti.

## 10. GESTIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico non richiederà, di per sé, il presidio da parte di personale preposto. La centrale, infatti, verrà esercita, a regime, mediante il sistema di supervisione che consentirà di rilevare le condizioni di funzionamento e di effettuare comandi sulle macchine ed apparecchiature da remoto, o, in caso di necessità, di rilevare eventi che richiedano l'intervento di squadre specialistiche.

Si prevede di riutilizzare un fabbricato esistente ubicato in posizione baricentrica in prossimità del Lotto C, per adibirlo a "**Fabbricato O&M**", come centro di controllo dell'impianto agrivoltaico, deposito pezzi di ricambio, e ricovero mezzi delle squadre di manutenzione.

Il sistema di controllo dell'impianto avverrà tramite due tipologie di controllo: controllo locale e controllo remoto.

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

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

Le principali grandezze controllate dal sistema saranno:

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

La connessione tra gli inverter e il PC avverrà tramite un box acquisizione (convertitore USB/RS485 MODBUS).

## **11 DISMISSIONE**

Si prevede una vita utile dell'impianto non inferiore ai 30 anni.

A fine vita dell'impianto è previsto l'intervento sulle opere non più funzionali attraverso uno dei modi seguenti:

- totale o parziale sostituzione dei componenti elettrici principali (moduli, inverter, trasformatori, ecc.), oppure:
- smantellamento integrale del campo e riutilizzazione del terreno per altri scopi.

In caso di smantellamento dell'impianto, i materiali tecnologici elettrici ed elettronici verranno smaltiti secondo direttiva 2002/96/EC: WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) – direttiva RAEE – recepita in Italia con il Dlgs 151/05 e modificato dalla legge 221, 28 dicembre 2015.

Il prodotto più tecnologicamente sviluppato e maggiormente presente in peso nel campo è il modulo fotovoltaico: è stata istituita un'associazione/progetto di produttori di celle e moduli fotovoltaici, chiamata PV-Cycle. L'associazione consta al momento più di 40 membri tra i maggiori paesi industrializzati, tra cui TOTAL, SHARP, REC e molti altri giganti del settore. Il progetto si propone di riciclare ogni modulo a fine vita. Il costo dell'operazione è previsto da sostenersi a cura dei produttori facenti parte dell'associazione.

Maggiori informazioni sono disponibili all'URL: <http://www.pvcycle.org/>

Per le ragioni esposte lo smaltimento/riciclaggio dei moduli non rappresenterà un futuro problema.

Prodotti quali gli inverter, il trasformatore BT/MT, ecc., verranno ritirati e smaltiti a cura del produttore.

Essendo prevista la completa sfilabilità dei cavi, a fine vita ne verrà recuperato il rame e smaltiti i rivestimenti in mescole di gomme e plastiche.

Le opere metalliche quali i pali di sostegno delle strutture, la recinzione, i pali perimetrali e le strutture in acciaio e Fe zincato verranno recuperate. Le strutture in Al saranno riciclabili al 100%.

I materiali edili (i plinti di pali perimetrali, la muratura delle cabine) in calcestruzzo, verranno frantumati e i detriti verranno e riciclati come inerti da ditte specializzate.