REGIONE: CALABRIA

PROVINCIA: CATANZARO

COMUNI: LAMEZIA TERME

ELABORATO:	OGGETTO:
032.20.02.R.02	**IMPIANTO FOTOVOLTAICO "LAMEZIA 2"** **DA 7,18 MWp** **PROGETTO DEFINITIVO**
PROPONENTE:	**Aura IT07 srl** Viale Amedeo Duca d'Aosta 76 39100 Bolzano (BZ) CF e P.IVA n° 03081110219
PROGETTO DEFINITIVO	**3E Ingegneria Srl** **Via G. Volpe n.92 – cap 56121 – Pisa (PI)** 3eingegneria@pec.it www.3eingegneria.it info@3eingegneria.it

Relazione Tecnico Descrittiva

Note:

DATA	REV	DESCRIZIONE	ELABORATO da:	APPROVATO da:
Novembre 2020	0	Emissione	3E Ingegneria Srl	FDA

PROPRIETÀ ESCLUSIVA DELLE SOCIETÀ SOPRA INDICATE,
UTILIZZO E DUPLICAZIONE VIETATE SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA

S O M M A R I O

1 GENERALITÀ 4
1.1 Dati generali identificativi della società proponente 4
1.2 Dati generali del progetto 4
2 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO 5
3 DATI DI PROGETTO 8
3.1 Riferimenti catastali 8
3.2 Riferimenti cartografici 8
3.3 Consistenza impianto 10
4 LAYOUT DELL'IMPIANTO 11
5 CARATTERISTICHE TECNICHE 12
5.1 Moduli Fotovoltaici 12
5.2 Convertitori di Potenza 13
5.3 Trasformatore 15
5.4 Strutture di supporto 16
5.5 Cavi e quadri di parallelo 18
5.5.1 Cavi 18
5.5.2 Quadro di parallelo inverter (QBT) 19
5.5.3 Quadro MT 20
5.6 Sistemi ausiliari 20
5.6.1 Sorveglianza 20
5.6.2 Illuminazione 21
6 CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ 23
6.1 Benefici ambientali 29
7 SCHEMA DI COLLEGAMENTO 30
8 COLLEGAMENTO ALLA RETE MT 31
9 OPERE CIVILI 32
9.1 Strutture di supporto dei moduli 32
9.2 Cabine elettriche 32
9.3 Recinzioni 35
9.4 Livellamenti 36
9.5 Movimenti di terra 37
9.6 Scolo acque 37
10 GESTIONE IMPIANTO 38
11 FASI DI LAVORAZIONE 39
11.1 Dettaglio fasi di cantiere 40
11.1.1 Montaggio del cantiere 41
11.1.2 Realizzazione recinzione definitiva 41
11.1.3 Realizzazione strade 41
11.1.4 Approvvigionamento materiali 42
11.1.5 Lavori preliminari elettrici 45
11.1.6 Cabine di campo e cabine di impianto 45
11.1.7 Montaggio strutture e posa moduli 46
11.1.8 Lavori elettricista 47
11.1.9 Smantellamento cantiere 47

12 CRONOPROGRAMMA 48
13 MANUTENZIONE 49
14 DISMISSIONE 51

1 GENERALITÀ

1.1 Dati generali identificativi della società proponente

La società proponente è la AURA IT07 S.r.l., con sede legale in Viale Duca D'Aosta 76, Bolzano (BZ), CF. e P. IVA n. 0308111021, registrata al Registro delle Imprese di Bolzano al n. REA 230508.

1.2 Dati generali del progetto

La presente relazione ha lo scopo di fornire una descrizione dell'impianto fotovoltaico "LAMEZIA 2" con potenza nominale di **7,18 MW_p** da realizzare nel comune di Lamezia Terme, in provincia di Catanzaro. L'impianto fotovoltaico occupa un'area situata all'interno della zona Industriale di Maida Marina, nel comune di Lamezia Terme. La potenza richiesta in immissione per l'impianto fotovoltaico riportata nella STMG è di 6 MW.

Per tale impianto è previsto il collegamento elettrico alla rete di distribuzione in media tensione a 20 kV di e-distribuzione, mediante realizzazione di cabine di impianto e di consegna ed elettrodotto di connessione alla cabina primaria denominata C.P. "S.Eufemia Zona Ind.le", anch'essa ubicata nel comune di Lamezia Terme. La connessione avverrà al livello di tensione 20 kV.

L'elettrodotto sarà realizzato con cavo aereo elicordato; le estremità della linea, per consentire da un lato l'ingresso nella cabina di consegna, dall'altro l'ingresso nella cabina primaria, saranno realizzate in cavo interrato, sempre del tipo elicordato.

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 11 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 <= 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.;

CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati,;

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 dall'1 gennaio 2011 –Versione integrata e modificata dalle deliberazioni ARG/elt79/08, ARG/elt205/08, ARG/elt130/09, ARG/elt125/10, ARG/elt51/11,ARG/elt148/11,ARG/elt187/11,226/2012/R/eel,328/2012/R/eel, 578/2013/R/eel,574/2014/R/eel,400/2015/R/eel,558/2015/R/eel,424/2016/R /eel,581/2017/R/eel, 564/2018/R/eele 592/2018/R/eel 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 nella Zona Industriale di Maida Marina, situata nel comune di Lamezia Terme (CZ), insiste sui seguenti fogli e particelle catastali:

- **Comune di Lamezia Terme**
  - **Foglio 49**
    - Mappali **317, 3, 4, 8, 10, 12, 423, 14, 16, 18, 325, 95**

L'area disponibile ha un'estensione complessiva pari a circa **100.000 mq**.

3.2 Riferimenti cartografici

Le caratteristiche geografiche del sito individuato per la realizzazione dell'impianto sono indicate nella seguente **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**:

Nome Impianto	Comune	Provincia	Coordinate geografiche	Altitudine media (m s.l.m.m.)
LAMEZIA 2	Lamezia Terme	Catanzaro	38.861771°, 16.228549°	0

Tabella 1

Il lotto dove verrà realizzato l'impianto ha accessi dalla viabilità esistente locale o da strade comunali e/o provinciali.

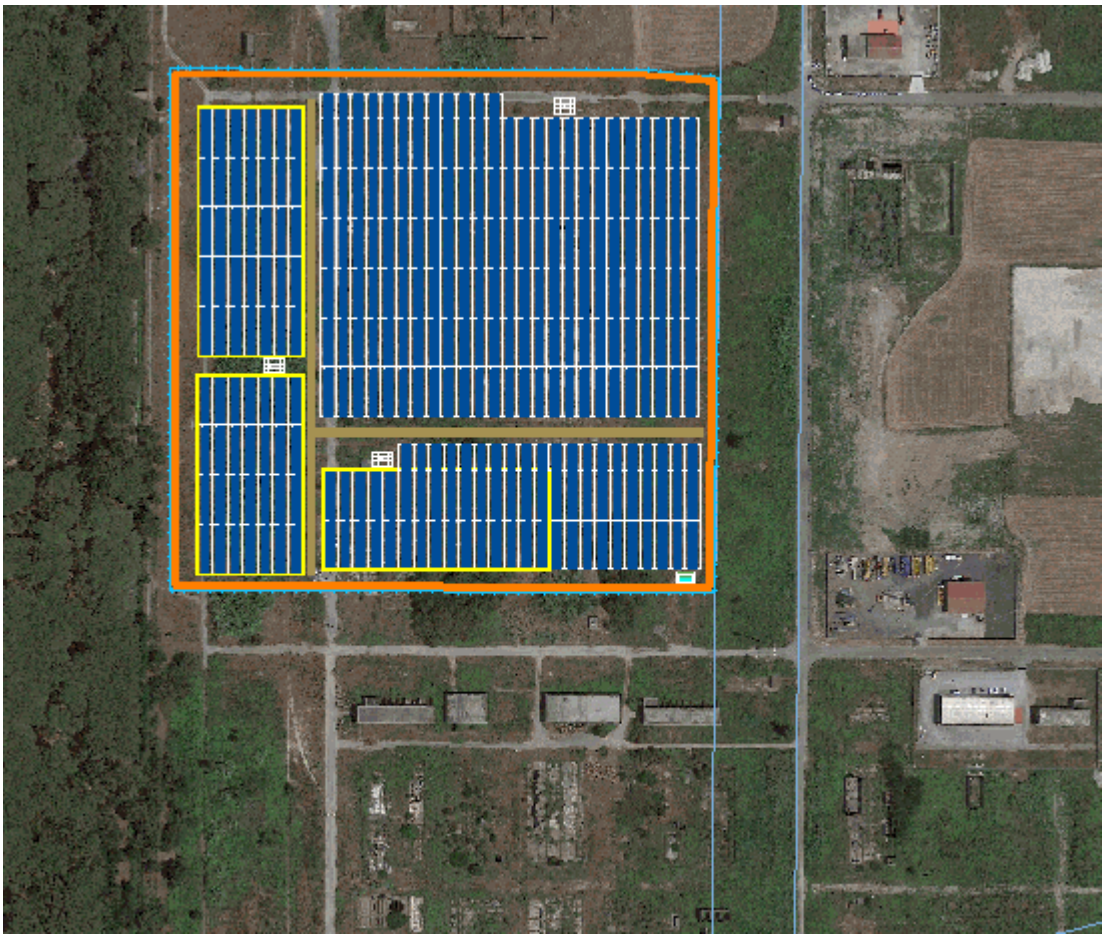


Figura 1 – Planimetria su ortofoto dell'impianto fotovoltaico

3.3 Consistenza impianto

L'impianto fotovoltaico, situato all'interno della Zona Industriale di Maida Marina, è costituito da tre zone, ciascuna afferente ad una cabina di campo, che utilizzano moduli fotovoltaici con potenza di picco di 495 W e le cui caratteristiche sono riportate nella seguente Tabella 2:

Denominazione	#Tracker	#moduli	P (kWp)
Cabina di Campo 1	99	4.836	2393,82
Cabina di Campo 2	93	4.836	2393,82
Cabina di Campo 3	93	4.836	2393,82
Totale Impianto	285	14.508	7181,46

Tabella 2

Ciascuna zona d'impianto sarà dotata di una cabina di campo dove avverrà la trasformazione a 20 kV dell'energia proveniente dagli inverter di campo a 800 V; ciascuna linea MT a 20 kV uscente dalla rispettiva cabina di campo farà capo ad un quadro MT ubicato nella cabina di impianto, al cui fianco sorgerà la cabina di consegna dell'energia prodotta da cui partirà l'elettrodotto di connessione alla cabina primaria 150/20 kV dell'ente distributore denominata C.P."S.Eufemia Ind.le".

L'inquadramento territoriale dell'impianto è meglio rappresentato negli elaborati grafici allegati al presente progetto, quali l'inquadramento urbanistico, la corografia e la planimetria catastale.

4 LAYOUT DELL'IMPIANTO

Si rimanda agli specifici elaborati grafici per l'inquadramento, la corografia e la planimetria catastale raffiguranti le aree destinate ai moduli fotovoltaici dell'impianto oggetto del presente documento.

5 CARATTERISTICHE TECNICHE

5.1 Moduli Fotovoltaici

Il dimensionamento dell'impianto è stato realizzato con una tipologia di modulo fotovoltaico composto da 150 celle in silicio monocristallino, ad alta efficienza e connesse elettricamente in serie, per una potenza complessiva di 495 Wp.

L'impianto sarà costituito da un totale di 14.508 moduli per una conseguente potenza di picco pari a circa 7181,46 kWp.

Le caratteristiche principali della tipologia di moduli scelti è la seguente:

Marca: Da definire

Modello: Da definire

Caratteristiche geometriche e dati meccanici

Dimensioni (LxAxP):	2187x1102x30mm
Tipo celle:	in silicio monocristallino
Telaio:	alluminio
Peso:	30,7 kg

Caratteristiche elettriche (in STC)

Potenza di picco (Wp) [W]:	495
Tensione a circuito aperto (Voc) [V]:	51,3
Tensione al punto di massima potenza (Vmp) [V]:	43,1
Corrente al punto di massima potenza (Imp) [A]:	11,49
Corrente di corto circuito (Isc) [A]:	12,09

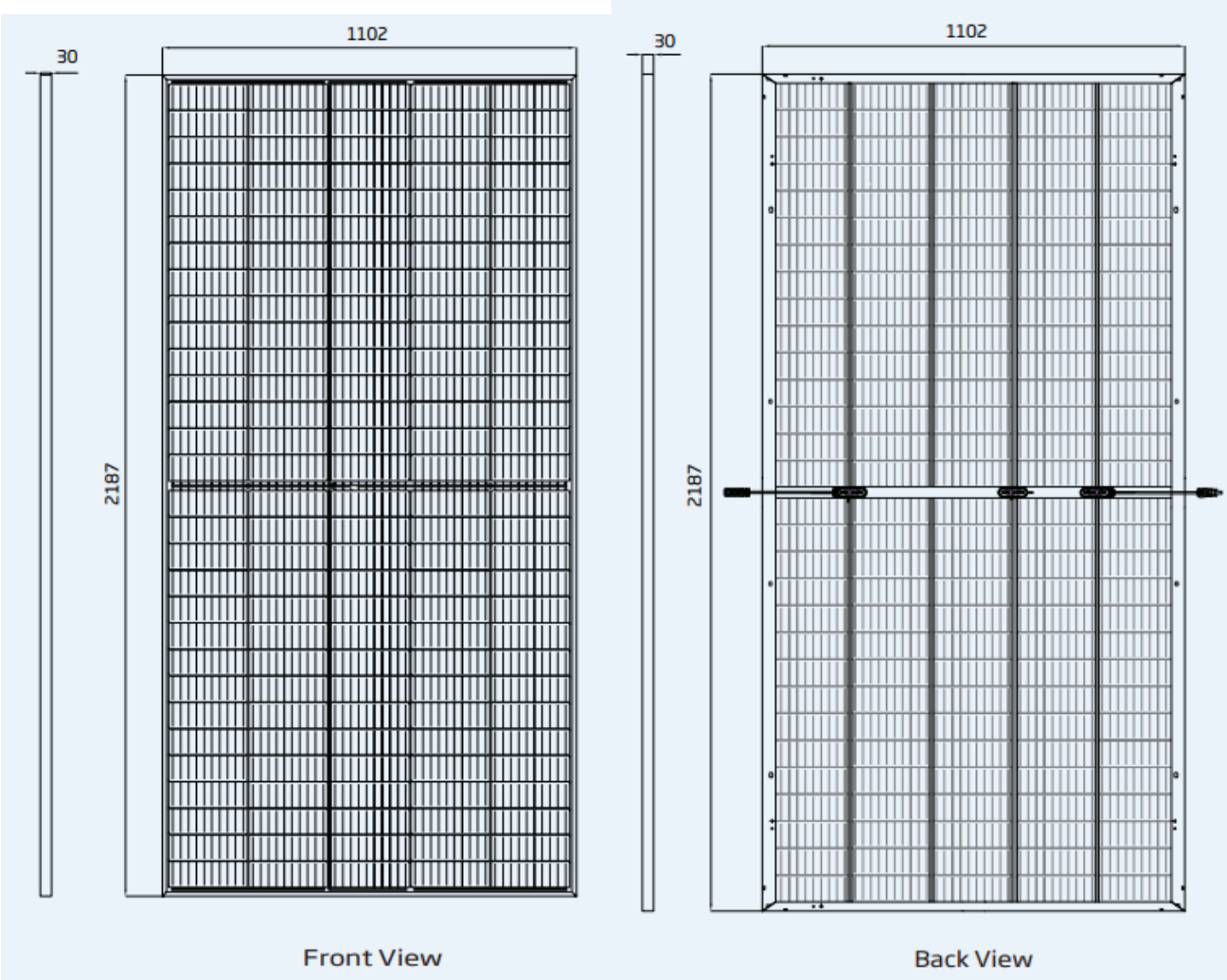


Figura 2 – Dimensioni del modulo fotovoltaico

5.2 Convertitori di Potenza

La conversione da corrente continua a corrente alternata sarà realizzata mediante convertitori statici trifase (inverter) tipo HUAWEI, modello SUN2000-185KTL-H1, agganciati alle strutture di sostegno dei moduli, in posizione opportuna. La potenza nominale dell'inverter è pari a 175 kWp @40°C; la ripartizione dei vari moduli su ognuno degli inverter utilizzati sarà effettuata sulla base delle caratteristiche tecniche sotto riportate.

Efficiency	
Max. Efficiency	99.03%
European Efficiency	98.69%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	26 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	175,000 W @40°C, 168,000 W @45°C, 160,000 W @50°C
Max. AC Apparent Power	185,000 VA
Max. AC Active Power (cosϕ=1)	185,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	126.3 A @40°C, 121.3 A @45°C, 115.5 A @50°C
Max. Output Current	134.9 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	84 kg (185.2 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless
Standard Compliance (more available upon request)	
Certificates	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, IEC 61727, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, RD 413, RD 1565, RD 1663, UNE 206007-1, UNE 206006

Tabella 3: Caratteristiche tecniche Inverter modello SUN2000-185KTL-H1

5.3 Trasformatore

I trasformatori di elevazione BT/MT saranno di uguali taglie per ogni cabina di campo di ciascuna zona, di potenza pari a 2000 kVA a doppio secondario. Essi saranno alloggiati all'interno delle cabine di campo e presenteranno le seguenti caratteristiche generali:

- -- frequenza nominale 50 Hz
- -- Rapporto di trasformazione V1n/V2n = 20.000/800 V
- -- campo di regolazione tensione maggiore +/-2x2,5%
- -- Tipologia di isolamento: olio
- -- livello di isolamento primario 1,1/3 kV
- -- livello di isolamento secondario 36/70/120
- -- simbolo di collegamento Dyn11yn11
- -- collegamento primario: triangolo
- -- collegamento secondario: stella+neutro
- -- 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 ONAN
- -- altitudine sul livello del mare ≤1000m
- -- impedenza di corto circuito a 75°C 6%
- -- livello scariche parziali ≤ 10 pC

Nella figura sottostante un esempio tipico di trasformatore in olio.

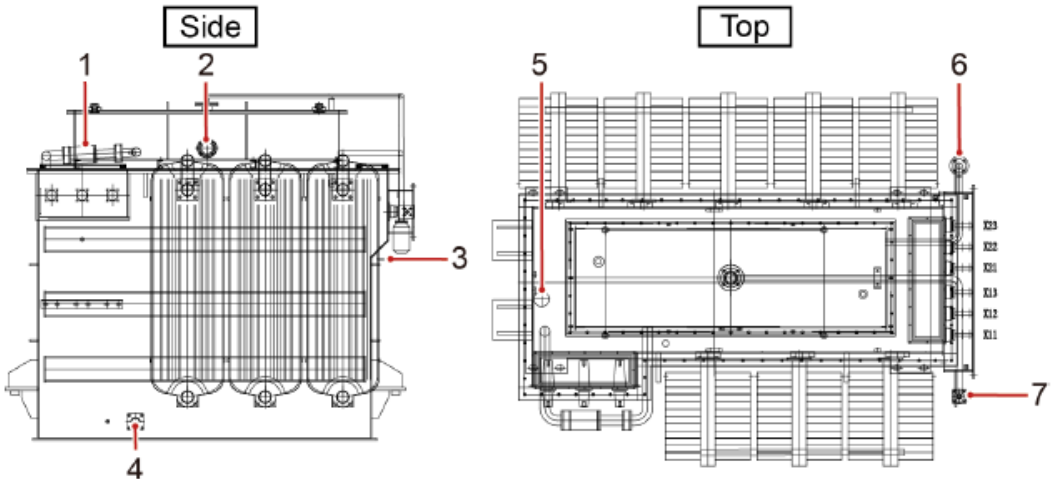


Figura 3 – Tipico trasformatore in olio

5.4 Strutture di supporto

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici impiegati sono di tipo tracker ad inseguimento monoassiale. Esse sono caratterizzate da un sistema di montaggio completamente innovativo sviluppato in base a conoscenze scientifiche e normative. Il montaggio modulare offre possibilità quasi illimitate di assemblaggio per i moduli maggiormente in circolazione sul mercato.

Per mezzo dello sviluppo di particolari morsetti di congiunzione si riducono al minimo i tempi di montaggio.

Si tratta di una struttura metallica costituita essenzialmente da:

- Il corpo di sostegno disponibile come sostegno singolo o articolato a seconda del numero di moduli da applicare. La leggerezza dell'alluminio e la robustezza dell'acciaio raggiungono un'ottima combinazione e attraverso il profilo monoblocco vengono evitate ulteriori giunzioni suscettibili alla corrosione e alla maggiore applicazione.
- Le traverse sono rapportate alle forze di carico. Tutti i profili sono integrati da scanalature che permettono un facile montaggio. Le traverse sono fissate al sostegno con particolari morsetti.
- Le fondazioni costituite semplicemente da un profilato in acciaio zincato a caldo conficcato nel terreno disponibile in 6 lunghezze standard. La forma del profilo supporta ottimamente i carichi statici e dinamici. Rispetto ai profili laminati il risparmio di materiale è del 50%.

Grazie ai pochi componenti che costituiscono la struttura il tempo di montaggio è particolarmente ridotto. Il conficcamento dei profili in acciaio viene realizzato da ditte specializzate.

Il sistema di tipo tracker è applicabile sia per siti perfettamente piani che con qualsiasi grado di pendenza.

Per il dimensionamento viene svolta una perizia geologica per il calcolo ottimale della profondità a cui vanno conficcati i profilati in relazione al tipo di terreno. In questo modo viene garantito un ottimale utilizzo dei profili e dei materiali. La struttura di supporto è garantita per 25-30 anni.

Sinteticamente i vantaggi della struttura utilizzata si possono così riassumere:

Logistica

Alto grado di prefabbricazione

Montaggio facile e veloce

Componenti del sistema perfettamente integrati

Materiali

Materiale interamente metallico (alluminio/inox) con notevole aspettativa di durata

Materiali altamente riciclabili

Aspetto leggero dovuto alla forma dei profili ottimizzata

Costruzione

Nessun tipo di fondazioni per la struttura;

Facilità di installazione di moduli laminati o con cornice

Facile e vantaggiosa integrazione con un sistema parafulmine

Calcoli statici

Forza di impatto del vento calcolata sulla base delle più recenti e aggiornate conoscenze scientifiche e di innovazione tecnologiche

Traverse rapportate alle forze di carico

Ottimizzazione di collegamento fra i vari elementi

Di seguito si riportano delle rappresentazioni della struttura di supporto.

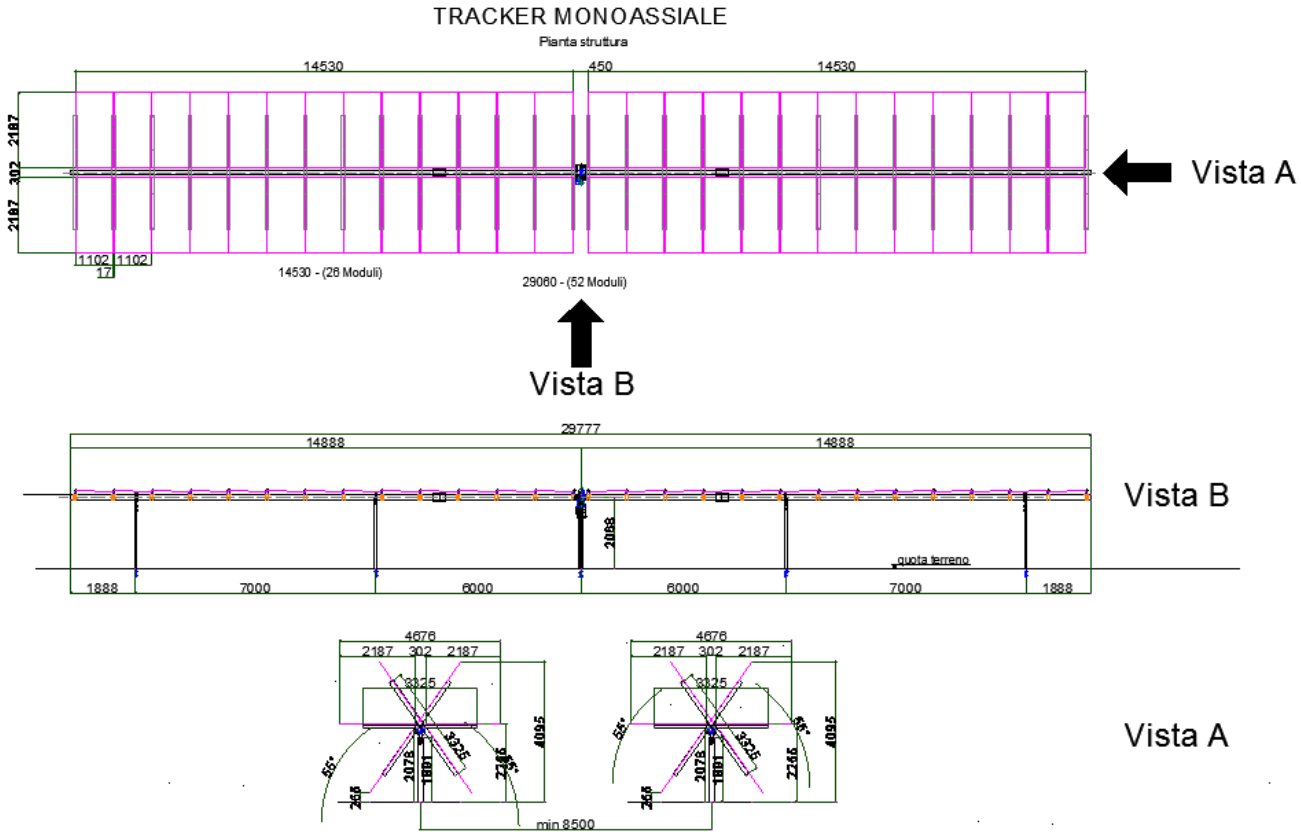


Figura 4 – Rappresentazione della struttura di supporto - tipo tracker

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.

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.

La sezione dei cavi per i vari collegamenti è tale da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio e tali da garantire in ogni sezione una caduta di tensione non superiore al 2%. La portata del cavi (Iz) alla temperatura di 60°C indicata dal costruttore è maggiore della corrente di cortocircuito massima delle stringhe.

Cavo di collegamento dei moduli di stringa

S=6 mm^2 Iz (60 C°) = 70A (TECSUN (PV) PV1-F 0,6/1 kV AC (1,5 kV DC))

Cavi di collegamento dagli inverter ai quadri di parallelo:

S=95 mm^2 Iz (posa interrata, Ta=20 C°, ρ=1 °Cm/W) = 331 A (FG16R16)

Altri cavi

Cavi di media tensione: ARE4H5EX 12/20 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 (QBT)

Ogni quadro di parallelo ha 10 ingressi ai quali 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.

Essi disporranno al loro interno dell'elettronica necessaria per il cablaggio nonché protezione contro scariche provocate da fulmini. Dagli inverter partiranno i cavi di collegamento (rivestiti in pvc o in gomma) fino alla cabina di campo nella quale sono

alloggiati i due quadri di parallelo. Il collegamento verrà realizzato con cavi della sezione minima di 3x(1x70) 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 36 kV. 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

L'area dell'impianto fotovoltaico è sottoposta a recinzione e sarà sorvegliata dal personale in loco o automaticamente dalla presenza di un sistema integrato anti-intrusione di cui sarà eventualmente dotata l'intera zona.

Tale sistema, se presente, sarà composto dalle seguenti apparecchiature principali:

- 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, aggraffato alle recinzioni a media altezza, e collegato alla centralina d'allarme in cabina;
- barriere a microonde sistemate in prossimità della muratura di cabina;
- N.1 badge di sicurezza a tastierino, per accesso alle cabine;
- 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 scavalcamento o danneggiamento.

Le barriere a microonde rileveranno l'accesso in caso di scavalcamento 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 alle cabine elettriche 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 sopradetti 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.

Parimenti, se l'intrusione dovesse verificarsi di notte, il campo verrà automaticamente illuminato a giorno dai proiettori.

Lo schema a blocchi dell'impianto è il seguente.

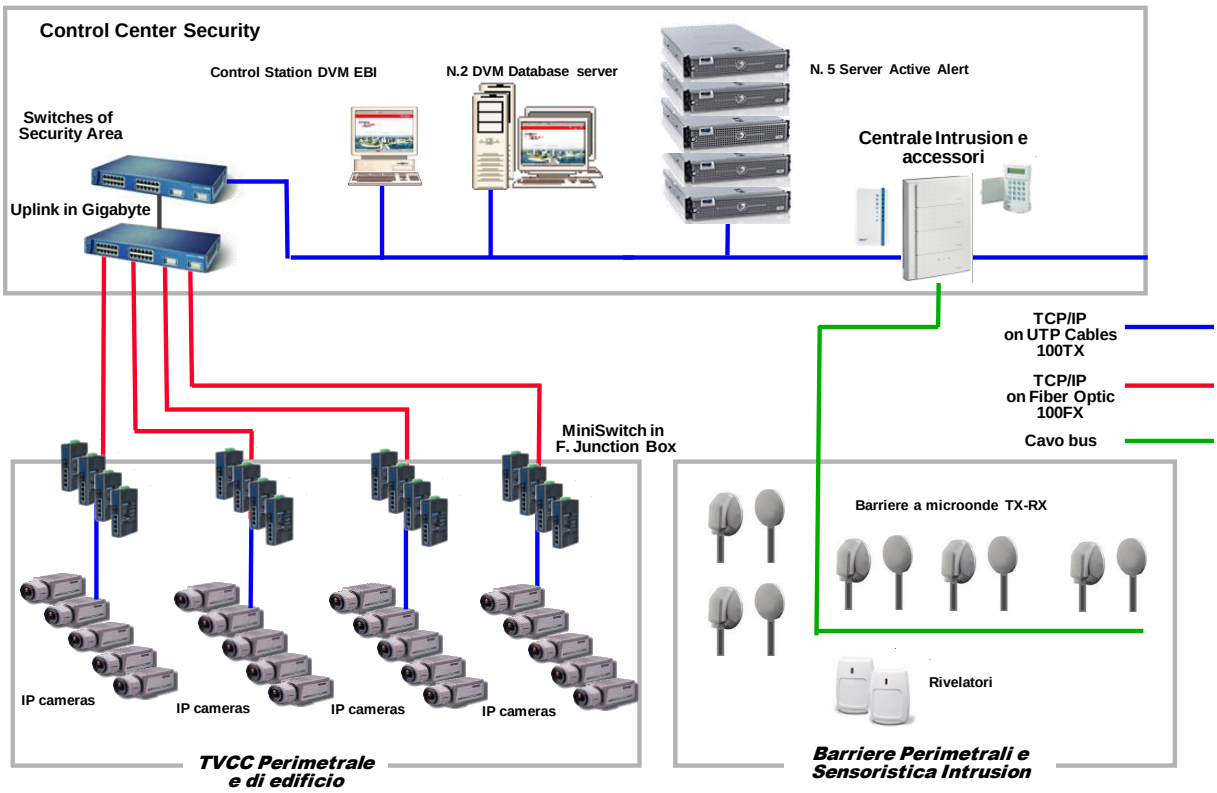


Figura 5 – Schema del sistema di sorveglianza

5.6.2 Illuminazione

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

- Illuminazione perimetrale

- Illuminazione esterna cabine di campo e cabina 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 79 W 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.

In una tavola grafica distinta si riportano le caratteristiche dell'impianto di videosorveglianza e illuminazione.

Illuminazione esterna cabine di campo e cabina di impianto

- 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 CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ

Facendo riferimento ai dati radiometrici della provincia di Catanzaro e con riferimento al Comune di Lamezia Terme, si è proceduto al calcolo della producibilità per l'impianto fotovoltaico "LAMEZIA 2" in oggetto mediante apposito software PVSYST 6.8.6.

Di seguito il report di calcolo effettuato.

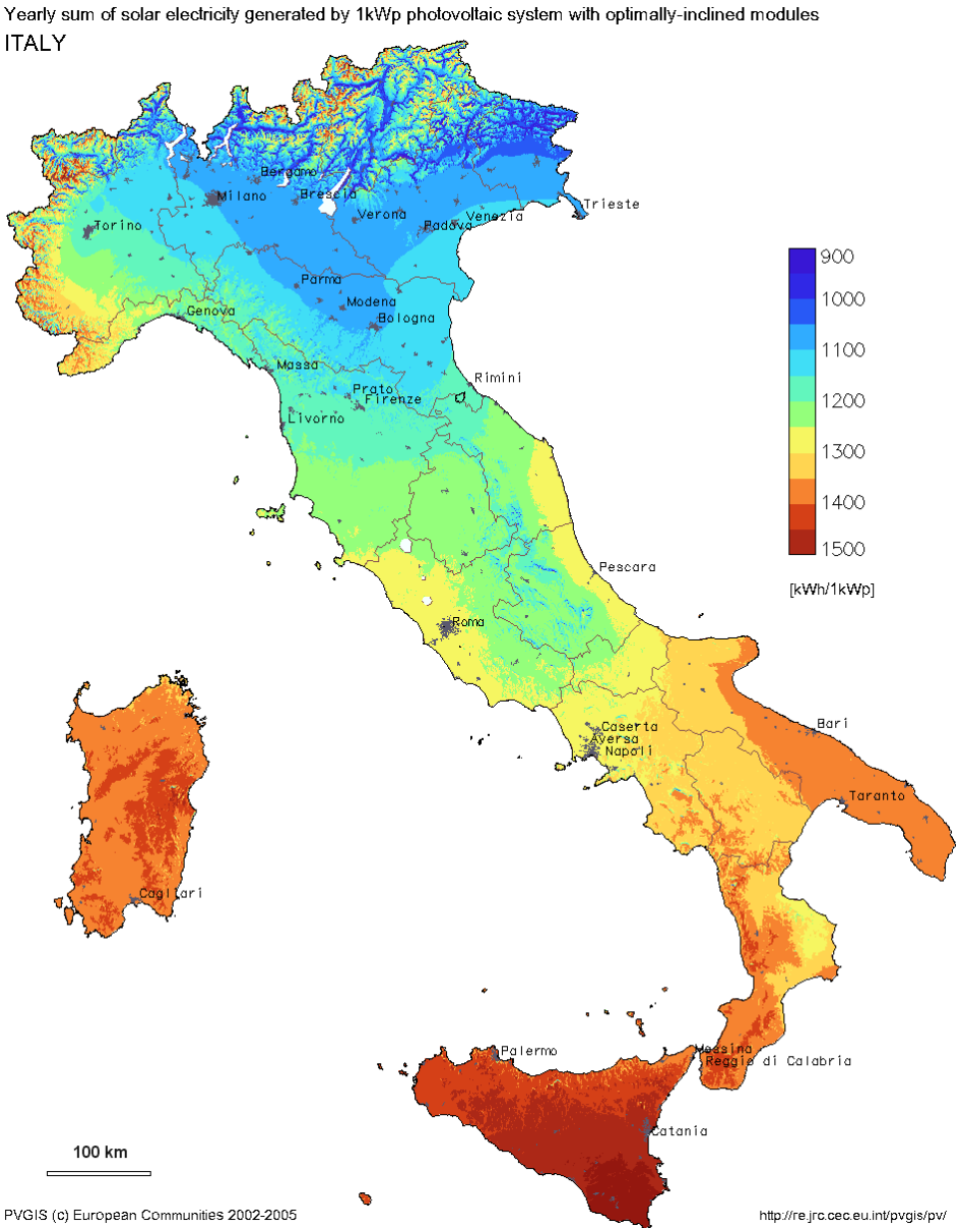


Figura 6 – diagramma della producibilità attesa media annua in Italia con moduli fissi ad inclinazione ottimale (fonte: http://sunbird.jrc.it)

PVSYST V6.86	3e ingegneria (Italy)	23/11/20	Pagina 1/4

Sistema connesso in rete: Parametri di simulazione

Progetto : Lamezia 2

Luogo geografico	**Zona Industriale I**			Paese	**Italia**
Ubicazione		Latitudine	38.86° N	Longitudine	16.23° E
Ora definita come		Ora legale	Fuso orario TU+1	Altitudine	7 m
		Albedo	0.20		
Dati meteo:	**Zona Industriale I**		Meteonorm 7.2 (1986-2005), Sat=100% - Sintetico		

Variante di simulazione : **Nuova variante di simulazione**

	Data di simulazione	23/11/20 12h37

Parametri di simulazione	Tipo di sistema	**Eliostati illimitati**			
Assi inseguimento orizzontali	Modelli semplificati, illimitati	285	Riche inseguitori	Azimut asse	0°
Limitazioni di rotazione	Phi min.	-55°		Phi max.	55°
	Tracking algorithm	Astronomic calculation			
Configurazione inseguitori	N. di eliostati	285		Eliostati illimitati	
	Distanza eliostati	9.00 m		Larghezza collettori	4.40 m
Banda inattiva	Sinistra	0.02 m		Destra	0.02 m
Angoli limite ombreggiamento	Limiti phi	+/- 60.8°	Fattore di occupazione (GCR)		48.9 %
Modelli utilizzati	Trasposizione	Perez		Diffuso	Perez, Meteonorm
Orizzonte	Orizzonte libero				
Ombre vicine	Senza ombre				
Bisogni dell'utente :	Carico illimitato (rete)				

Caratteristiche campo FV

Modulo FV	Si-mono	Modello	**TSM-495DEG18MC.20(II)**		
definizione customizzata dei parametri		Costruttore	Trina Solar		
Numero di moduli FV		In serie	26 moduli	In parallelo	558 stringhe
Numero totale di moduli FV		N. di moduli	14508	Potenza nom. unit.	495 Wp
Potenza globale campo		Nominale (STC)	**7181 kWp**	In cond. di funz.	6554 kWp (50°C)
Caratt. di funzionamento campo FV (50°C)		U mpp	1015 V	I mpp	6457 A
Superficie totale		Superficie modulo	**34965 m²**	Superficie cella	31990 m²
Inverter		Modello	**SUN2000-185KTL-H1@40C**		
definizione customizzata dei parametri		Costruttore	Huawei Technologies		
Caratteristiche		Tensione di funzionamento	500-1500 V	Potenza nom. unit.	175 kWac
				Potenza max. (=>30°C)	185 kWac
Gruppo di inverter		N. di inverter	36 unità	Potenza totale	6300 kWac
				Rapporto Pnom	1.14

Fattori di perdita campo FV

Fatt. di perdita termica		Uc (cost)	20.0 W/m²K	Uv (vento)	0.0 W/m²K / m/s
Perdita ohmica di cablaggio	Res. globale campo		2.6 mOhm	Fraz. perdite	1.5 % a STC
Perdita di qualità moduli				Fraz. perdite	-1.3 %
Perdite per "mismatch" moduli				Fraz. perdite	1.0 % a MPP
Perdita disadattamento Stringhe				Fraz. perdite	0.10 %
Effetto d'incidenza, parametrizzazione ASHRAE		IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Param. bo	0.05

PVsyst Licensed to 3e ingegneria (Italy)

Traduzione senza garanzia, Solo il testo inglese fa fede.

Sistema connesso in rete: Risultati principali

Progetto : Lamezia 2

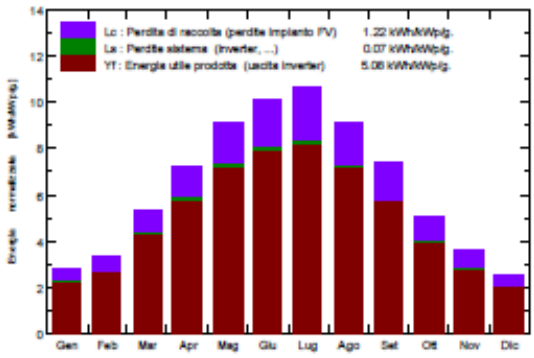
Variante di simulazione : Nuova variante di simulazione

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	**Eliostati illimitati**			
Orientamento campo FV	inclinazione				
Moduli FV	Modello	TSM-495DEG18MC.20(II)	Pnom	495 Wp	
Campo FV	Numero di moduli	14508	Pnom totale	**7181 kWp**	
Inverter	Modello	SUN2000-185KTL-H1@40C	Pnom	175 kW ac	
Gruppo di inverter	Numero di unità	36.0	Pnom totale	**6300 kW ac**	
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)				

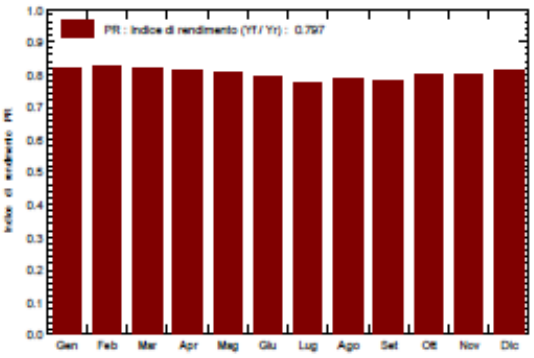
Risultati principali di simulazione

Produzione sistema	**Energia prodotta**	**13311 MWh/anno**	Prod. spec.	1854 kWh/kWp/anno
	Indice di rendimento PR	79.66 %		

Produzione normalizzata (per kWp installato): Potenza nominale 7181 kWp



Indice di rendimento PR



Nuova variante di simulazione
Bilanci e risultati principali

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Gennaio	62.5	25.89	10.03	87.7	74.9	523	517	0.821
Febbraio	71.4	41.20	9.68	93.0	79.7	557	550	0.824
Marzo	123.2	54.28	12.02	165.2	145.4	984	971	0.819
Aprile	160.1	64.66	14.40	217.2	192.3	1282	1264	0.810
Maggio	207.5	79.99	18.64	280.7	252.4	1645	1621	0.804
Giugno	220.8	73.44	21.78	302.1	272.5	1743	1716	0.791
Luglio	235.4	63.91	24.65	330.2	297.1	1868	1838	0.775
Agosto	207.2	65.19	25.06	284.9	257.7	1631	1606	0.785
Settembre	155.4	52.28	21.12	221.6	194.1	1260	1242	0.781
Ottobre	111.0	45.70	18.20	155.7	135.1	905	894	0.800
Novembre	74.1	29.06	13.90	108.2	91.5	628	621	0.799
Dicembre	57.2	26.84	11.36	80.3	67.9	474	469	0.813
Anno	1685.9	622.44	16.78	2326.8	2060.6	13499	13311	0.797

Legenda:

GlobHor	Irraggiamento orizz. globale	GlobEff	Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre
DiffHor	Irraggiamento diffuso orizz.	EArray	Energia effettiva in uscita campo
T_Amb	T amb.	E_Grid	Energia iniettata nella rete
GlobInc	Globale incidente piano coll.	PR	Indice di rendimento

PVsyst Licensed to 3e ingegneria (Italy)
Traduzione senza garanzia, Solo il testo inglese fa fede.

PVSYST V6.86	3e ingegneria (Italy)	23/11/20	Pagina 3/4

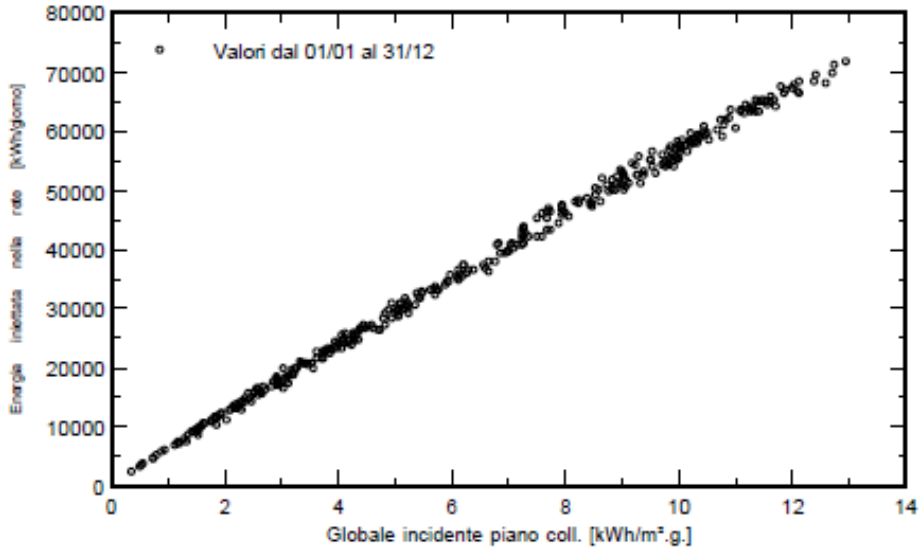
Sistema connesso in rete: Grafici speciali

Progetto : Lamezia 2

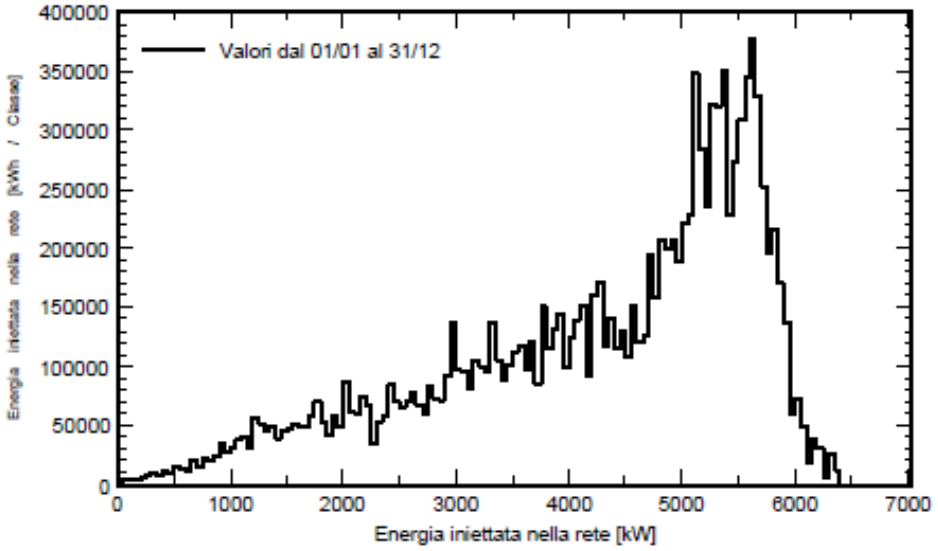
Variante di simulazione : Nuova variante di simulazione

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	**Eliostati illimitati**		
Orientamento campo FV	inclinazione			
Moduli FV	Modello	TSM-495DEG18MC.20(II)	Pnom	495 Wp
Campo FV	Numero di moduli	14508	Pnom totale	**7181 kWp**
Inverter	Modello	SUN2000-185KTL-H1@40C	Pnom	175 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	36.0	Pnom totale	**6300 kW ac**
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)			

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema



PVsyst Licensed to 3e ingegneria (Italy)

Traduzione senza garanzia, Solo il testo inglese fa fede.

PVSYST V6.86	3e ingegneria (Italy)	23/11/20	Pagina 4/4

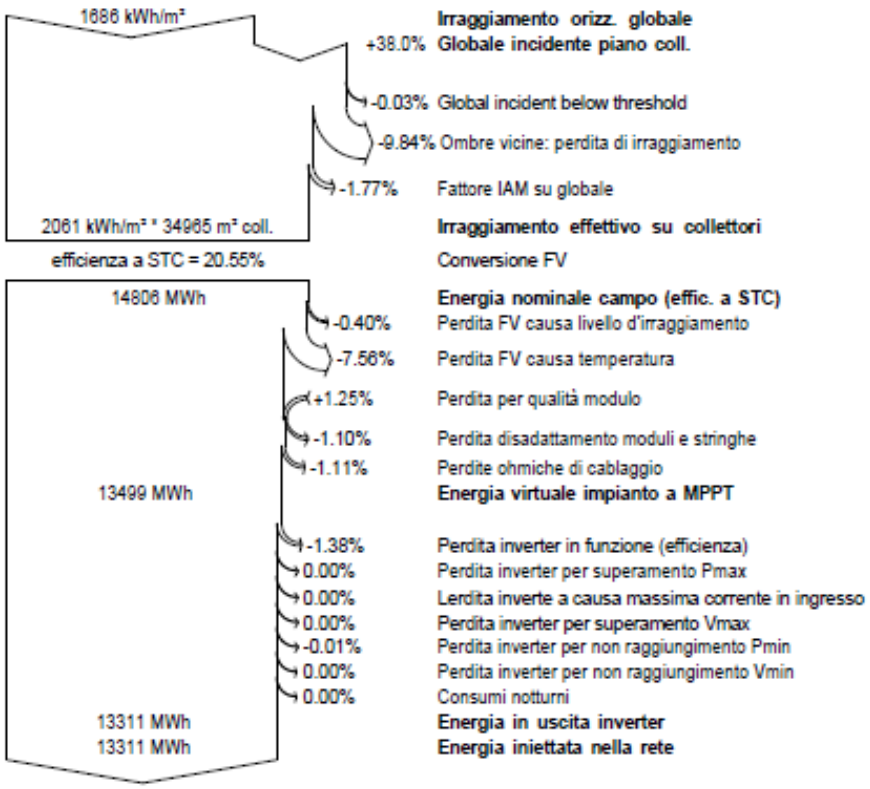
Sistema connesso in rete: Diagramma perdite

Progetto : Lamezia 2

Variante di simulazione : Nuova variante di simulazione

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	**Eliostati illimitati**			
Orientamento campo FV	inclinazione				
Moduli FV	Modello	TSM-495DEG18MC.20(II)	Pnom	495 Wp	
Campo FV	Numero di moduli	14508	Pnom totale	**7181 kWp**	
Inverter	Modello	SUN2000-185KTL-H1@40C	Pnom	175 kW ac	
Gruppo di inverter	Numero di unità	36.0	Pnom totale	**6300 kW ac**	
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)				

Diagramma perdite sull'anno intero



PVsyst Licensed to 3e Ingegneria (Italy)

Traduzione senza garanzia, Solo il testo inglese fa fede.

Da tali dati si ricava una producibilità annua dell'impianto "LAMEZIA 2" pari a 13,3 GWh/anno al netto delle perdite d'impianto di generazione fotovoltaica e di conversione (inverter).

6.1 Benefici ambientali

Sulla base della producibilità annua stimata nel paragrafo precedente si può affermare che la messa in servizio e l'esercizio dell'impianto fotovoltaico "LAMEZIA 2" potrà:

- Consentire un risparmio di circa 2.929 tep* (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) all'anno;
- Evitare l'immissione di circa 6.443 tonnellate di CO_2** all'anno.

* TERNA S.p.a dichiara che 1 tonnellata equivalente di petrolio (1 tep) genera 4.545 kWh di energia utile; valore standard fornito come consumo specifico medio lordo convenzionale del parco termoelettrico italiano.

** Valore cautelativo calcolato sulla base dell'indicatore chiave fornito dalla commissione europea per il territorio europeo (e approssimato per difetto): intensità di CO2: 2,2 tCO2/tep.

7 SCHEMA DI COLLEGAMENTO

La configurazione utilizzata per il collegamento dei moduli, compatibile con le caratteristiche dei componenti riassunte nei precedenti paragrafi, è riportata in uno specifico documento.

Tale configurazione prevede che a ciascun inverter siano collegate al massimo 18 stringhe in parallelo, ciascuna composta da 26 pannelli in serie per stringa (per totali 12,87 kWp per stringa).

I cavi provenienti da ciascun inverter di stringa saranno poi convogliati verso la cabina di campo più prossima, attestandosi ai quadri BT a 800 V di quest'ultima.

All'interno della cabina di campo è inoltre alloggiato il trasformatore BT/MT che permette l'elevazione della tensione al livello 20 kV, con il quale viene effettuata la distribuzione principale di ciascun sottocampo.

Le cabine di campo saranno collegate con schema di tipo radiale alla cabina di impianto MT a 20 kV situata sempre all'interno del sito.

8 COLLEGAMENTO ALLA RETE MT

I criteri e le modalità per la connessione alla Rete di distribuzione MT a 20 kV saranno conformi a quanto prescritto dalle normative CEI 0-16, CEI 82-25 e dalle prescrizioni dell'ente distributore, relative ai per clienti produttori dotati di generatori fotovoltaici che entrano in parallelo continuativo con la rete elettrica. L'energia prodotta dall'impianto "LAMEZIA 2" verrà trasferita dalla cabina di consegna, ubicata in posizione adiacente alla cabina di impianto (cabina utente), mediante un elettrodotto di collegamento in cavo isolato prevalentemente aereo, della lunghezza di circa 3,9 km, alla sezione a 20 kV della C.P. "S.Eufemia Ind.le", localizzata nel comune di Lamezia Terme.

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

9 OPERE CIVILI

9.1 Strutture di supporto dei moduli

Ciascuna struttura di sostegno dei moduli di conversione fotovoltaica è sostenuta da pali del diametro circa di 17cm infissi a terra, senza fondazioni. La lunghezza dei pali e la profondità di infissione potranno variare in funzione del tipo di terreno, ma quest'ultima ha generalmente un valore di 1,3-1,5m.

A tal fine saranno rispettate norme, leggi e disposizioni vigenti in materia.

I moduli fotovoltaici saranno imbullonati alla barella di sostegno tramite bulloni in acciaio inox delle dimensioni opportune. Le barelle ed i telai saranno di altezza circa pari a 2,5m e distribuiti uniformemente sul terreno in modo da non creare impatto visivo

9.2 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 17,2mq (7 x 2,5 metri) per una cubatura complessiva di circa 52,5mc. 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 FeB44K 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 rifinitura della cabina, nel caso essa sia prefabbricata, comprende:

- impermeabilizzazione della copertura con guaina di spessore 4 mm;
- imbiancatura interna con tempera di colore bianco;
- rivestimento esterno con quarzo plastico;
- impianto di illuminazione;
- impianto di terra interno realizzato con piattina in rame 25x2 mm;
- fornitura di 1 kit di Dispositivi di Protezione Individuale;
- porte e serrande metalliche di mm 1200x2200, 2000x2300 e 2400x2600 con serratura.

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

Il primo locale conterrà 2 quadri BT; il locale di trasformazione conterrà un trasformatore 800/20000 V della potenza di 2000 kVA con doppio secondario, 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 campo e la cabina di consegna, ubicata in posizione adiacente alla cabina di impianto, ha lo scopo di consegnare l'energia prodotta dall'impianto "LAMEZIA 2" alla rete dell'ente distributore.

La cabina di consegna sarà poi collegata mediante un elettrodotto di collegamento in cavo isolato prevalentemente aereo, della lunghezza di circa 3,9 km, alla sezione a 20 kV della C.P. "S.Eufemia Ind.le", localizzata nel comune di Lamezia Terme.

Per la caratterizzazione tecnica delle opere di connessione alla C.P "S.Eufemia Ind.le" si rimanda alla consultazione degli elaborati tecnici specifici.

La cabina di impianto, situata direttamente all'interno del sito, è costituita dai seguenti vani:

- n°1 locale MT;
- n°1 locale BT e TLC;
- n°1 cella trasformatore servizi ausiliari;

La cabina di consegna sarà costituita da un edificio della superficie complessiva di circa 17mq (6,7 x 2,5 metri) per una cubatura complessiva di circa 40 mc.

L'accesso alle cabine elettriche di campo 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.

L'accesso alla cabina di consegna avviene dalla viabilità pubblica per consentire l'accesso indipendente alla sezione dell'ente distributore.

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

Nessuna nuova viabilità esterna sarà realizzata essendo l'area già servita da infrastrutture viarie, benché le strade adiacenti all'impianto dovranno essere adeguate per consentire il transito di mezzi idonei ad effettuare sia il montaggio che la manutenzione dell'impianto.

9.3 Recinzioni

Per garantire la sicurezza delle aree dell'impianto e nel caso fosse necessario, le singole aree di pertinenza potranno essere delimitate 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.

La recinzione avrà altezza complessiva di circa 200 cm con pali di sezione 60x60 mm disposti ad interassi regolari di circa 1 m con 4 fissaggi su ogni pannello ed incastrati alla base su un palo tozzo in c.a. trivellato nel terreno fino alla profondità massima di 1,00 m dal piano campagna.

A distanze regolari di 4 interassi le piantane saranno controventate con paletti tubolari metallici inclinati con pendenza 3:1.

In prossimità dell'accesso principale saranno predisposti un cancello metallico per gli automezzi della larghezza di cinque metri e dell'altezza di due e uno pedonale della stessa altezza e della larghezza di un metro e mezzo.

La recinzione presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

PANNELLI

Zincati a caldo, elettrosaldati con rivestimento protettivo in Poliestere.

Larghezza mm 2000.

Maglie mm 150 x 50.

Diametro dei fili verticali mm 5 e orizzontali mm 6.

PALI

Lamiera d'acciaio a sezione quadrata.

Sezione mm 60 x 60 x 1,5.

Giunti speciali per il fissaggio dei pannelli.

Fornibili con piastra per tassellare.

COLORI

Verde Ral 6005 e Grigio Ral 7030, altri colori a richiesta.

CANCELLI

Cancelli autoportanti e cancelli scorrevoli.

Cancelli a battente carrai e pedonali.

RIVESTIMENTI

Pannelli

Zincati a caldo con quantità minima di zinco secondo norme DIN 1548 B.

Plastificazione con Poliestere spessore da 70 a 100 micron.

Pali

Zincati a caldo.

Plastificazione con Poliestere spessore da 70 a 100 micron.

Di seguito si sintetizzano le caratteristiche dimensionali della gamma di prodotti scelti.

Pannelli larghezza 2000			Pali 60x60	
Altezza nominale recinzione	Altezza reale pannello	Numero fissaggi	Altezza pali da cementare	Altezza pali su Piastre speciali
1000	1080	3	1300	1100
1400	1380	3	1700	1400
1700	1680	4	2000	1700
2000	1980	4	2300	2000
Dimensioni espresse in mm.				

Tabella 4: – Caratteristiche dimensionali della recinzione

La recinzione potrà essere mitigata con delle siepi di idonea altezza costituite da essenze arboree-arbustive autoctone.

9.4 Livellamenti

Nelle aree oggetto di intervento potrebbe essere necessario una pulizia propedeutica dei terreni dalle graminacee e dalle piante selvatiche preesistenti.

L'adozione della soluzione a palo infisso senza fondazioni ridurrà praticamente a zero la necessità di livellamenti localizzati, necessari invece in caso di soluzioni a plinto.

Saranno necessari degli sbancamenti localizzati nelle sole aree previste per la posa delle cabine di campo BT/MT e per la realizzazione delle cabine di impianto e di consegna.

La posa della recinzione sarà effettuata in modo da seguire l'andamento del terreno.

La posa delle canale portacavi non necessiterà in generale di interventi di livellamento.

Il profilo generale del terreno non sarà comunque modificato, lasciando così intatto il profilo orografico preesistente del territorio interessato. Né saranno necessarie opere di contenimento del terreno.

In generale gli interventi di spianamento e di livellamento, dovendo essere ridotti al minimo, saranno ottimizzati in fase di direzione lavori.

9.5 Movimenti di terra

Di seguito si riporta un quadro di sintesi delle voci di scavo con relativi volumi di terra movimentata.

CALCOLO VOLUMI DI SCAVO						
		Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Profondità [m]	N	m^3
	STRADE INTERNE	516	4	0,4	1	825,6
	STRADA PERIMETRALE	1250	4	0,4	1	2000
	CAVIDOTTI CC	600	0,5	1	1	300
	CAVIDOTTI BT	1625	0,8	1	1	1300
	CAVIDOTTI MT	795	0,8	1,2	1	763,2
CAVIDOTTO ILLUM.NE PERIMETRALE		1250	0,3	0,8	1	300
	CABINE DI CAMPO	7	3	0,8	3	50,4
	CABINA DI IMPIANTO	7	3	0,8	1	16,8
	TOTALE					**5.556**

Si precisa che, trattandosi di un sito ubicato in zona industriale, tutto il materiale di risulta degli scavi sarà conferito a idoneo impianto di trattamento.

9.6 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.

Il sistema di raccolta sarà allacciato alla rete fognaria consortile esistente.

10 GESTIONE IMPIANTO

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

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

La realizzazione dell'impianto sarà divisa in varie fasi.

Ogni fase potrà prevedere il noleggio di uno o più macchinari (muletti, escavatrici, gru per la posa della cabina prefabbricata, ecc.)

A questo proposito è opportuno precisare che non sono previsti interventi di adeguamento della viabilità pubblica pre-esistente al fine di consentire il transito dei mezzi idonei al montaggio e alla manutenzione.

È previsto l'intervento di squadre di operai differenziate a seconda del tipo di lavoro da svolgere.

È previsto l'intervento minimo di 2 squadre per ognuno dei cinque impianti durante la fase di esecuzione.

Verranno impiegati in prima analisi i seguenti tipi di squadre:

- Manovali edili
- Elettricisti
- Montatori meccanici
- Ditte specializzate

Si riporta di seguito una tabella con le fasi principali previste.

A fianco di ogni fase è specificato il tempo di esecuzione stimato ed il tipo di manodopera coinvolta:

FASE	Uomini-giorno	N° persone	Tempo [gg lav]	Operatore
AUTORIZZAZIONI				
Rilascio autorizzazioni secondarie	na	na	20,00	*Ufficio*
OPERE CIVILI				
Esecuzione recinzione provvisoria e allestimento cantiere	12,5	8	1,56	*Manovali edili*
Sistemazione e pulizia del terreno	39,2	8	4,90	*Ditta specializzata*
Sbancamento per le piazzole di cabina di campo	8,0	4	2,00	*Manovali edili*
Tracciamento delle strade interne e perimetrali	20,6	8	2,58	*Manovali edili*
Realizzazione dei canali per la raccolta delle acque meteoriche	80,0	8	10,00	*Manovali edili*
Installazione della recinzione definitiva	62,5	8	7,81	*Manovali edili*
Posa delle cabine prefabbricate	13,3	4	3,33	*Ditta specializzata*
Esecuzione scavi per cavidotti MT	31,8	8	3,98	*Manovali edili*
Esecuzione scavi per cavidotti BT e di segnale	65,0	8	8,13	*Manovali edili*
Esecuzione delle infissioni delle strutture di sostegno e livellamenti necessari	71,3	8	8,91	*Manovali edili*
Montaggio delle strutture di sostegno	142,5	20	7,13	*Montatori meccanici*
Infissione e collegamento dei dispersori dell'impianto di terra	142,5	16	8,91	*Manovali edili*
MONTAGGI ELETTROMECCANICI				
Esecuzione dell'impianto di terra e collegamento conduttori di protezione	49,0	16	3,06	*Elettricisti*
Posa dei cavi MT	15,9	16	0,99	*Elettricisti*
Posa dei cavi BT	32,5	16	2,03	*Elettricisti*
Installazione sostegni impianto illuminazione esterno	16,4	8	2,05	*Manovali edili*
Installazione e cablaggio corpi illuminanti	8,2	8	1,03	*Elettricisti*
Posa dei moduli FV sulle sottostrutture	181,4	16	11,33	*Elettricisti*
Posa degli inverters	32,7	16	2,05	*Ditta specializzata*
Cablaggi dei moduli fotovoltaici	290,2	12	24,18	*Elettricisti*
Posa dei cavi di segnale	32,0	16	2,00	*Elettricisti*
Montaggio trasformatori, quadri MT e BT cabina di campo e di impianto	26,7	6	4,44	*Elettricisti*
Cablaggi all'interno delle cabine	40,0	6	6,67	*Ditta specializzata*
Posa e cablaggio cancelli elettrici	4,0	3	1,33	*Manovali edili*
Completamento e verifica montaggi	10,0	10	1,00	*Elettricisti*
VERIFICHE, PROVE, COLLAUDI				
Verifiche sull'impianto di terra	9,8	4	2,5	*Elettricisti*
Collaudo degli impianti tecnologici e servizi ausiliari	14,4	4	3,6	*Ditta specializzata*
Primo collaudo funzionale e di sicurezza (prove in bianco)	80,0	12	6,7	*Direzione lavori*
Prova di produzione	80,0	12	6,7	*Direzione lavori*
Installazione dei gruppi di misura	10,0	12	0,8	*e-distribuzione*
Intervento dell'UTF	10,0	12	0,8	*UTF*
Collaudo finale e messa in esercizio	10,0	12	0,8	*Direzione lavori*
Messa in esercizio	1,0	1	1,0	*Ditta specializzata*

La realizzazione dell'opera è prevista complessivamente in 4/5 mesi.

11.1 Dettaglio fasi di cantiere

Di seguito sono descritte le principali fasi di lavorazione che possono incidere significativamente nella realizzazione dell'opera.

11.1.1 Montaggio del cantiere

I lavori per la realizzazione dell'opera non sono tali da comportare un allestimento di cantiere particolarmente complesso. In particolare le attrezzature e impianti da allestire saranno costituite da:

- 4 o 5 Container attrezzati per la funzione di uffici, uno per la Direzione Lavori e uno o due per le principali imprese appaltatrici
- 1 container uso magazzino per le imprese appaltatrici
- 2 bagni chimici
- Tanica da 1000 litri per acqua di cantiere
- Recinzione provvisoria di cantiere
- Allaccio provvisorio rete BT di cantiere
- Scarrabili per la raccolta degli imballaggi (rifiuti)

L'attrezzaggio del cantiere richiederà un minimo di preparazione dell'area di posizionamento dei container mediante eventuale spianatura del terreno realizzata con mezzi di movimento terra.

11.1.2 Realizzazione recinzione definitiva

La recinzione definitiva dell'impianto viene realizzata come prima opera in maniera tale da delimitare le aree di lavoro. La recinzione viene realizzata, previo picchettamento, mediante piccoli scavi di fondazione in cui vengono cementati i paletti di sostegno della recinzione tipo orso grill. Successivamente viene montata la recinzione di tamponamento mediante operazioni manuali.

Il lavoro viene realizzato con piccole carotatrici e cemento prodotto con betoniere da cantiere.

11.1.3 Realizzazione strade

Ciascuna strada sarà realizzata mediante rimozione di uno strato di circa 45 cm di terreno, formazione di una massicciata di spessore intorno ai 30 cm e successivo riempimento con

breccia. La strada avrà una larghezza intorno ai 4 metri con degli slarghi in corrispondenza delle cabine per permettere le manovre dei mezzi utilizzati per la posa delle cabine stesse.
Inoltre lungo tutto il perimetro interno della recinzione è prevista la realizzazione di uno scavo di 30 cm con successivo riempimento con stabilizzato e breccia per permettere il passaggio di piccoli mezzi (furgoncini) per gli interventi di manutenzione ordinaria.
Per entrambe le tipologie di strade saranno utilizzati inerti vergini tali da garantire anche un aspetto visivo adeguato per i tracciati.
La realizzazione delle strade richiede l'utilizzo di ruspe ed escavatori per l'esecuzione di scavi e del rullo compressore per il compattamento della strada.

11.1.4 Approvvigionamento materiali

L'attività di approvvigionamento dei materiali è significativa, soprattutto in riferimento a:
Materiali per strutture di sostegno
Cabine di campo e di impianto
Moduli fotovoltaici
Inerti per opere edili

La tabella seguente riporta, in funzione della singola tipologia di fornitura, il tipo di trasporto previsto e il numero di viaggi necessario al suo completamento.

Fornitura	Tipologia Trasporto	Provenienza	n. Viaggi
Strutture portanti	Con Autoarticolato	Estero	7

Fornitura	Tipologia Trasporto	Provenienza	n. Viaggi
Cabine prefabbricate	Trasporto mediante rimorchio piatto. Un viaggio per ogni base e uno per ogni "set" per assemblaggio della cabina di impianto o di campo. 	Italia/Estero	8
Moduli	Per i moduli si devono prevedere container da 12,2 x 2,45 x 2,6 metri di altezza. In questo modo per ogni viaggio vengono trasportati circa 700 moduli. 	Estero	21

Fornitura	Tipologia Trasporto	Provenienza	n. Viaggi
Inerti	Gli inerti necessari per la realizzazione delle strade saranno approvvigionati da ditte locali e trasportati con mezzi specializzati. Si considera che un mezzo può trasportare all'incirca 22 metri cubi di inerti. Nel calcolo del numero di viaggi occorre tenere conto che il materiale di risulta degli scavi non verrà riutilizzato e pertanto conferito ad idoneo impianto di trattamento. 	locale	500

Partendo dal presupposto che per motivi di sicurezza il numero medio di viaggi/giorno dei mezzi pesanti non possa superare un valore di 20-25 viaggi/giorno, si stima che la consegna dei materiali e la movimentazione terra occupi un periodo complessivo della durata di circa 25-30 giorni lavorativi.

Dei materiali approvvigionati solamente i moduli presentano degli imballaggi (box) di cui è necessaria la gestione ai sensi della normativa sui rifiuti. In particolare, i moduli sono imballati in cartoni del peso di circa 36 kg poggiati su un bancale di legno (12 kg) e fissati esternamente con un film termoretraibile.

Ipotizzando che il numero di box contenuti in ogni container sia pari a 10, gli imballaggi in cartone saranno dunque stimabili intorno a 210 unità, per un peso complessivo di circa 7.500 kg di cartone e 2.500 kg di pancali di legno.

11.1.5 Lavori preliminari elettrici

I lavori preliminari elettrici sono essenzialmente costituiti dalla realizzazione dei cavidotti interrati.
Vengono realizzati gli scavi per i cavidotti, posato uno strato di sabbia e sopra ad esso i tubi in PVC per il passaggio dei cavi. Quindi lo scavo viene riempito con inerti utilizzando piccoli escavatori.
Le materie prime utilizzate, oltre ai canali e ai cavi elettrici sono costituite dalla sabbia per la preparazione del fondo dello scavo. I quantitativi sono comunque molto ridotti.

11.1.6 Cabine di campo e cabine di impianto

Le cabine di campo e di impianto sono di tipo prefabbricato. Per il loro posizionamento vengono eseguiti degli scavi per l'alloggiamento della base della cabina integrata con una vasca per la raccolta di eventuali perdite di olio dai trasformatori.

Sul fondo dello scavo viene realizzato uno strato di "magrone" per garantire la stabilità della cabina stessa.
La posa delle cabine, sia nel caso che arrivino già assemblate che nell'ipotesi di assemblaggio sul posto avviene con due mezzi affiancati, quello di trasporto e quello munito di gru. Questo giustifica la necessità di ampi spazi di manovra di fronte alle varie cabine.

11.1.7 Montaggio strutture e posa moduli

Il montaggio delle strutture e dei moduli è la fase che ha una durata temporale maggiore. Tale fase consta sostanzialmente di due attività principali di cui una basata sull'utilizzo di macchinari per il fissaggio nel terreno dei profili portanti dei pannelli e una prettamente manuale che prevede il montaggio delle strutture di sostegno dei moduli al disopra dei profili portanti e il fissaggio dei moduli stessi.

La fase che prevede l'utilizzo del battipali è certamente quella cui possono essere associati aspetti ambientali in quanto la macchina produce rumore ed è munita di un motore a scoppio con necessità di gasolio e presenza di oli idraulici.

Il rumore emesso dalla battipali raggiunge normalmente valori intorno ai 90 dBA ad un metro di distanza dalla macchina.

11.1.8 Lavori elettricista

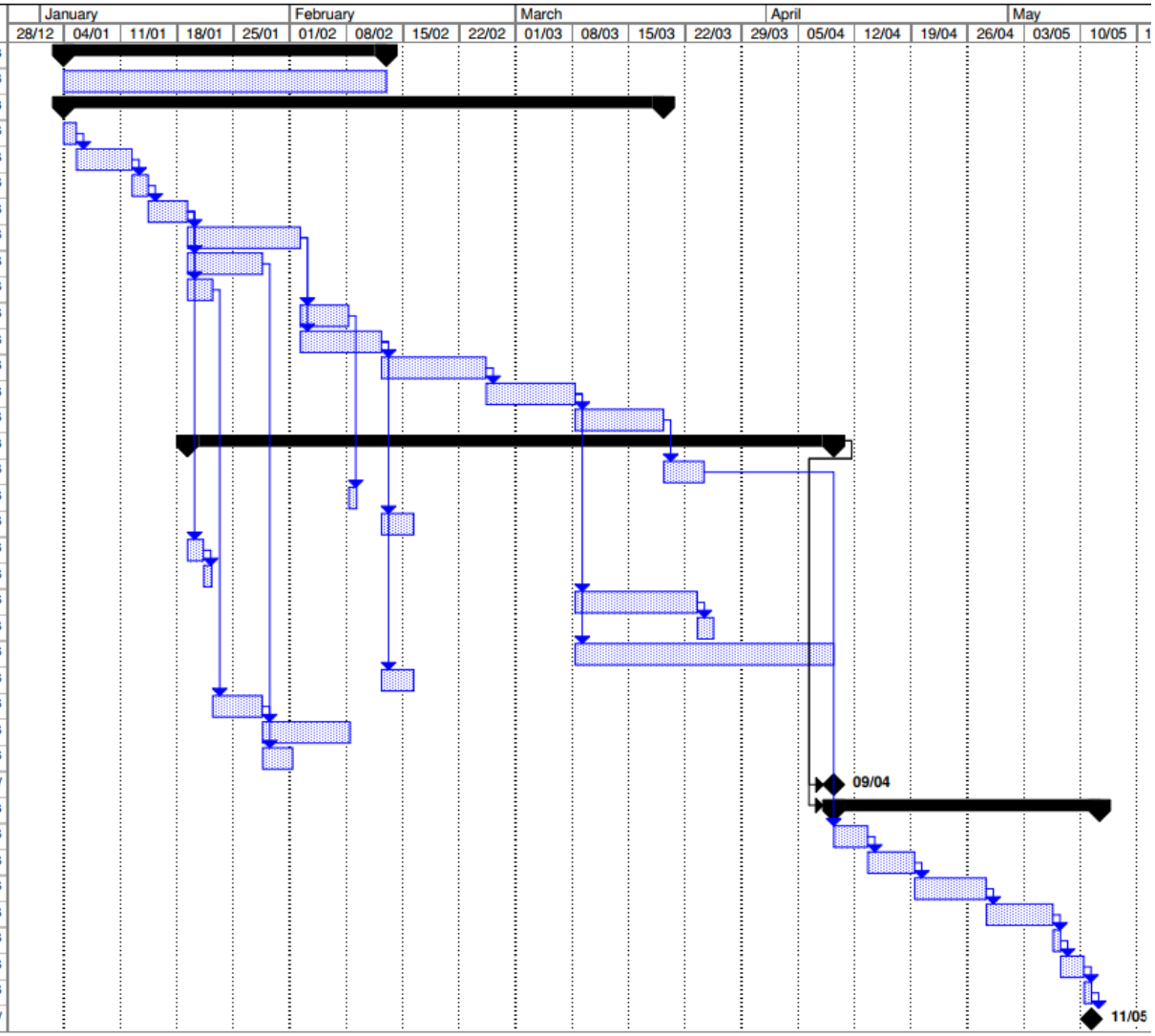
I lavori elettrici sono sostanzialmente legati al cablaggio dei moduli già montati sulle strutture e all'allestimento dei vari quadri elettrici e cabine di campo. Tali attività vengono svolte manualmente e dal punto di vista ambientale comportano solamente la produzione di modeste quantità di spezzoni di cavo e imballaggi derivanti dai materiali utilizzati.

11.1.9 Smantellamento cantiere

Lo smantellamento del cantiere consiste nell'eliminazione delle strutture provvisorie costituite dai container uffici e magazzino, da bagni chimici e dagli "scarrabili" per il deposito temporaneo dei rifiuti.
Verranno inoltre rimosse tutte le attrezzature e i materiali utilizzati per la fase di cantierizzazione e dismessi gli allacci temporanei di acqua e corrente.
Le attività richiedono l'accesso al cantiere dei mezzi per il carico delle attrezzature.

12 CRONOPROGRAMMA

Task Name	Duration
AUTORIZZAZIONI	**30 days**
Rilascio autorizzazioni secondarie	30 days
OPERE CIVILI	**54,12 days**
Esecuzione recinzione provvisoria e allestimento cantiere	1,56 days
Sistemazione e pulizia del terreno	4,9 days
Sbancamento per le piazzole di cabina di campo	2 days
Tracciamento delle strade interne e perimetrali	2,58 days
Realizzazione dei canali per la raccolta delle acque meteoriche	10 days
Installazione della recinzione definitiva	7,81 days
Posa delle cabine prefabbricate	3,33 days
Esecuzione scavi per cavidotti MT	3,98 days
Esecuzione scavi per cavidotti BT e di segnale	8,13 days
Esecuzione delle infissioni delle strutture di sostegno e livellamenti necessari	8,91 days
Montaggio delle strutture di sostegno	7,13 days
Infissione e collegamento dei dispersori dell'impianto di terra	8,91 days
MONTAGGI ELETTROMECCANICI	**58,35 days**
Esecuzione dell'impianto di terra e collegamento conduttori di protezione	3,06 days
Posa dei cavi MT	0,99 days
Posa dei cavi BT	2,03 days
Installazione sostegni impianto illuminazione esterno	2,05 days
Installazione e cablaggio corpi illuminanti	1,02 days
Posa dei moduli FV sulle sottostrutture	11,33 days
Posa degli inverters	2,05 days
Cablaggi dei moduli fotovoltaici	24,18 days
Posa dei cavi di segnale	2 days
Montaggio trasformatori, quadri MT e BT cabina di campo e di impianto	4,44 days
Cablaggi all'interno delle cabine	6,67 days
Posa e cablaggio cancelli elettrici	1,33 days
Completamento montaggi	1 day
VERIFICHE, PROVE, COLLAUDI	**22,87 days**
Verifiche sull'impianto di terra	2,45 days
Collaudo degli impianti tecnologici e servizi ausiliari	3,59 days
Primo collaudo funzionale e di sicurezza (prove in bianco)	6,67 days
Prova di produzione	6,67 days
Installazione dei gruppi di misura	0,83 days
Intervento dell'UTF	0,83 days
Collaudo finale	0,83 days
Messa in esercizio	1 day



13 MANUTENZIONE

Qui di seguito vengono riportate le operazioni di manutenzione, con relativa periodicità ed indicazione del personale richiesto per espletare tali attività, per ogni componente di rilievo dell'impianto fotovoltaico:

Apparecchiatura	Attività/impianto	Addetto	Frequenza
PANNELLI FOTOVOLTAICI	Ispezione visiva del campo fotovoltaico e verifica grado di opacizzazione dell'incapsulante	**GENERICO**	***SEMESTRALE***
	Controllo danni ai moduli (danneggiamento, incrinatura, shock termici ai vetri) e alle cornici di sostegno (usura, ecc.)		
	Verifica presenza di accumuli di sporcizia (foglie in autunno, neve d'inverno, escrementi di uccelli…)		
	Rimozione della sporcizia con getti di acqua		
	Misurazione del valore di tensione per ogni stringa di moduli e verifica uniformità	**ELETTRICISTA**	
	Verifica dello stato della scatola di giunzione		
	Verifica del serraggio dei connettori stagni		
	Verifica presenza cavi strappati o danneggiati da animali (compresi quelli dei moduli)		
INVERTERS	Verifica assenza di danneggiamenti all'eventuale armadio di contenimento	**GENERICO**	***TRIMESTRALE***
	Verifica assenza di infiltrazioni d'acqua e formazione di condensa all'interno		
	Controllo efficienza ed integrità sistemi di ventilazione forzata		
	Verifica dei parametri (tensione, corrente, potenza) ed il valore di produzione energetica	**ELETTRICISTA**	
	Prove di simulazione del distacco dell'alimentazione di rete		
	Ulteriori controlli specifici come da manuale costruttore		
STRUTTURE DI SOSTEGNO	Verifica assenza di deformazioni e/o particolari alterazioni, assicurandosi che l'azione del vento o della neve non abbia provocato modifiche o piegature anche lievi alla geometria dei profili.	**GENERICO**	***SEMESTRALE***
	Verifica dello stato di corrosione e della zincatura		
CAVI ELETTRICI E CAVIDOTTI	Verifica eventuale variazione di colorazione dei cavi, presenza bruciature o abrasioni per usura o stress termici	**GENERICO**	***SEMESTRALE***
	Verifica dell'integrità meccanica dei cavidotti e della colorazione delle condotte in PVC		
	Verifica del corretto fissaggio delle canalizzazioni e dei tubi agli ancoraggi		
IMPIANTO DI MESSA A TERRA	Controllo stato di ossidazione e continuità elettrica dei dispersori	**ELETTRICISTA**	***ANNUALE***
	Ingrassaggio delle giunzioni meccaniche dei dispersori		
	Verifica strumentale della continuità dei conduttori di protezione principali		
	Misura del valore di resistenza di terra		***BIENNALE***
Apparecchiatura	Attività/impianto	Addetto	Frequenza

Apparecchiatura	Attività/impianto	Addetto	Frequenza
DISPOSITIVI DI PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI	Controllo strumentale della resistenza di isolamento degli SPD, dell'integrità delle cartucce e della loro corrente di dispersione	**ELETTRICISTA**	***ANNUALE***
	Controllo strumentale della continuità dei conduttori di messa a terra degli SPD		
QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE E CONTATORI	Controllo assenza anomalie e/o allarmi, compresa eventuale sostituzione lampade spia e segnalazione	**ELETTRICISTA**	***MENSILE***
	Controllo e/o prova funzionamento e registrazione lettura apparecchiature di misura		
	Verifica assenza e rimozione parti estranee		***SEMESTRALE***
	Pulizia apparecchiature, carpenteria		
	Controllo a vista connessioni elettriche, morsetti, teste dei cavi, connessioni dei PE, targhettature e simboli di identificazione, presenza di punti di riscaldamento localizzati		
	Controllo visivo sistema di messa a terra		
	Controllo efficienza ed integrità guarnizioni quadro elettrico		
	Contr. visivo protez. da contatti accidentali parti in tensione		
	Controllo efficienza ed integrità contattori		
	Verifica strumentale funzionamento/regolazione dispositivi di protezione differenziale		
	Verifica del corretto funzionamento della protezione e del dispositivo di interfaccia		
	Pulizia sbarre e contatti elettrici di comando ed ausiliari		***ANNUALE***
	Controllo serraggio morsetti		
	Controllo e/o prova funzionamento circuiti ausiliari		
	Prova meccanica dei dispositivi di manovra		
	Verifica strumentale equilibratura carico		
CELLA DI MEDIA TENSIONE DI MISURA	Controllo efficienza ed integrità lampade illuminazione e spia interno box / celle	**GENERICO**	***SEMESTRALE***
	Pulizia apparecchiature	**ELETTRICISTA**	***ANNUALE***
	Controllo a vista teste di cavo		
	Controllo serraggio morsetti		
	Lubrificazione e/o ingrassaggio cinematismi degli organi di manovra		
	Manutenzione programmata della cabina di campo, ai sensi della norma CEI 0-15		

14 DISMISSIONE

Si prevede una vita utile dell'impianto non inferiore ai 35 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 appena esposte lo smaltimento/riciclaggio dei moduli non rappresenterà un futuro problema.

Prodotti quali gli inverter, i trasformatori 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.

Per ulteriori approfondimenti in merito alle opere di dismissione dell'impianto fotovoltaico si rimanda alla relazione specialistica dedicata.