

REGIONE BASILICATA
PROVINCIA DI MATERA
COMUNE DI TRICARICO



PROGETTO DEFINITIVO - Autorizzazione Unica ex d.lgs. 387/2003

Impianto agrivoltaico di potenza nominale pari a
12,64°MWp e relative opere di connessione proposti da
Solaria Promozione e Sviluppo Fotovoltaico srl in agro del
Comune di Tricarico denominato "Tricarico 1"

Titolo elaborato

Codice elaborato

A.5. Relazione tecnica impianto agrivoltaico

COMMESSA	FASE	ELABORATO	REV.
007.22.01	A	R05	A

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

Scala

—

DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
MAGGIO 2022	PRIMA EMISSIONE	3E Ingegneria	3E Ingegneria	Solaria

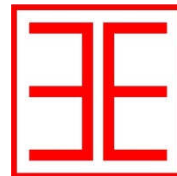
Proponente



**Solaria Promozione e Sviluppo
Fotovoltaico srl**

Via Sardegna 38
00187 Roma
solariapromozionesviluppoagrivoltaicosrl
@legalmail.it

Progettazione



3E Ingegneria srl

Via G. Volpe, 92 56121 PISA
Tel. +39 050 44478

info@3eingegneria.it
www.3eingegneria.it



Consulenze specialistiche

GEOLOGIA:

Dott. Geol. Luca Bargagna
Via Ascanio Tealdi, 16
56124 Pisa
Tel/Fax: +39 050 9910582
Mob: +39 328 7673773
e-mail: lb75.geo@gmail.com
e-mail
certificata: lb75.geo@pec.it

Studio Professionale Agroambientale

Agronomo MONTANARO Michele
P.zza Padre P. Gallipoli, 9
75024 Montescaglioso (MT)
tel/fax 0835404961 cell 3395324210
mail:montanaromichele@virgilio.it
@pec: m.montanaro@epap.conafpec.it

ARCHEOLOGIA:

Dott.ssa Gloriana Pace
Archeologa PhD
Via Carlo Cassola, 13
56033 Capannoli (PI)
Tel./Fax: +39 0587607539
Mobile: +39 3494075038
E-mail: gloriana.pace@virgilio.it

TOPOGRAFIA:

Geom. Vittorio Angelelli
S.T.A.
Via Rio Secco 11,
41057 Spilamberto (Mo)
+39 3483344739



S O M M A R I O

1. PREMESSA	4
1.1. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO	4
1.2. INQUADRAMENTO NORMATIVO, PROGRAMMATICO ED AUTORIZZATIVO	8
2. DESCRIZIONE DI DIVERSI ELEMENTI PROGETTUALI	10
2.1. PANNELLI FOTOVOLTAICI	10
2.2. INVERTER DI STRINGA	11
2.3. TRASFORMATORE	13
2.4. STRUTTURE DI SUPPORTO	14
2.5. CABINE DI CAMPO E IMPIANTO	15
2.6. CONDUTTORI ELETTRICI E CAVI	16
2.7. CAVI E QUADRI DI PARALLELO	16
2.7.1. CAVI	16
2.7.2. QUADRO DI PARALLELO INVERTER (QBT)	18
2.7.3. QUADRO MT	18
2.8. SISTEMI AUSILIARI	18
2.8.1. SORVEGLIANZA	18
3. CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ	21
3.1. BENEFICI AMBIENTALI	32
4. SCHEMA DI COLLEGAMENTO	33
5. OPERE CIVILI	34
5.1. STRUTTURE DI SUPPORTO DEI MODULI	34
5.2. CABINE ELETTRICHE	34
5.2.1. CARTELLI	36
5.3. RECINZIONI	37
5.4. LIVELLAMENTI	39
5.5. MOVIMENTI DI TERRA	40
5.6. SCOLO ACQUE	41
6. CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE DI PROTEZIONE	42



6.1. PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI	42
6.2. PROTEZIONE COMBINATA DAI CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI.....	42
6.3. PROTEZIONE DEI CIRCUITI DALLE SOVRACORRENTI E SEZIONAMENTI	43
7. IMPIANTO DI MESSA A TERRA	44
8. GESTIONE IMPIANTO	45
9. FASI DI LAVORAZIONE	46
9.1. DETTAGLIO FASI DI CANTIERE.....	47
9.1.1. MONTAGGIO DEL CANTIERE	48
9.1.2. REALIZZAZIONE RECINZIONE DEFINITIVA	48
9.1.3. REALIZZAZIONE STRADE	48
9.1.4. APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI	49
9.1.5. LAVORI PRELIMINARI ELETTRICI	52
9.1.6. CABINE DI CAMPO, CABINE DI IMPIANTO, CABINA UFFICI E CABINA MAGAZZINO.	52
9.1.7. MONTAGGIO STRUTTURE E POSA MODULI.....	54
9.1.8. LAVORI ELETTRICISTA.....	55
9.1.9. SMANTELLAMENTO CANTIERE.....	55
10. MANUTENZIONE	56
11. DISMISSIONE	58



1. PREMESSA

Il presente progetto si riferisce alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico di grande generazione nel territorio comunale di Tricarico (MT) e delle opere ad esso connesse nei territori comunali di Tricarico (MT).

Nella fattispecie l'impianto, caratterizzato da una potenza di picco di 12,641 MWp, sarà utilizzato per la restituzione dell'energia nella rete Terna mediante la connessione in antenna alla cabina primaria AT/MT TRICARICO CP.

La presente relazione tecnica, in particolare, è conforme agli allegati tecnici del Piano di Indirizzo Energetico Ambientale Regionale (PIEAR) della Regione Basilicata ex DGR 2260 del 29.12.2010 e s.m.i. perché descrive in dettaglio i diversi elementi progettuali dell'impianto agrivoltaico nonché il loro dimensionamento ed i criteri di scelta utilizzati.

A tal proposito si precisa che tutti gli impianti previsti rappresentano la miglior soluzione di installazione emergente dalla valutazione del rapporto qualità/prezzo e dell'oggettiva funzionalità e flessibilità degli impianti, data anche la particolare natura della struttura in oggetto.

La validità delle soluzioni proposte sotto il profilo della sicurezza e della conformità normativa è vincolata all'impiego di materiali recanti la marcatura CE ed il marchio IMQ, integri, posati secondo le indicazioni del costruttore e in ogni caso strettamente dipendente dalle condizioni d'uso e di conservazione in efficienza dello stesso. Le installazioni da porre in opera saranno verificate con adeguata strumentazione prima dell'entrata in funzione, coerentemente con quanto disposto dalla normativa vigente.

1.1. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Il sito di realizzazione dell'impianto agrivoltaico ricade nel territorio comunale di Tricarico (MT), più precisamente in Località "Matine Boccanera", con accesso su strada pubblica sia dal lato Est che dal lato Sud-Ovest dalla SP277 e poi percorrendo una strada sterrata per qualche chilometro. Le coordinate sono le seguenti:

- latitudine: 40°40'40.48" N;
- longitudine: 16°10'20.10"E;
- altitudine media: circa 340 m s.l.m.



Le opere di connessione interessano i limitrofi territori comunali di Tricarico (MT) ed il tracciato del cavidotto di progetto attraversa queste terre fino alla sottostazione di arrivo, appartenente sempre al comune di Tricarico (MT).

Dal punto di vista catastale le suddette aree di intervento risultano attualmente distinte in catasto come segue:

- foglio di mappa 9, part. 92, 93, 107, 108, 118, 119, 128, 129, 138, 139, 145, 146, 148, 189; 231;
- foglio di mappa 10, part. 53, 54, 60, 61, 69, 70, 77, 78, 105, 106, 111, 120, 121, 122, 127, 133, 134, 135;

La planimetria dell'impianto e delle relative opere di connessione alla RTN è riportato nella seguente figura.

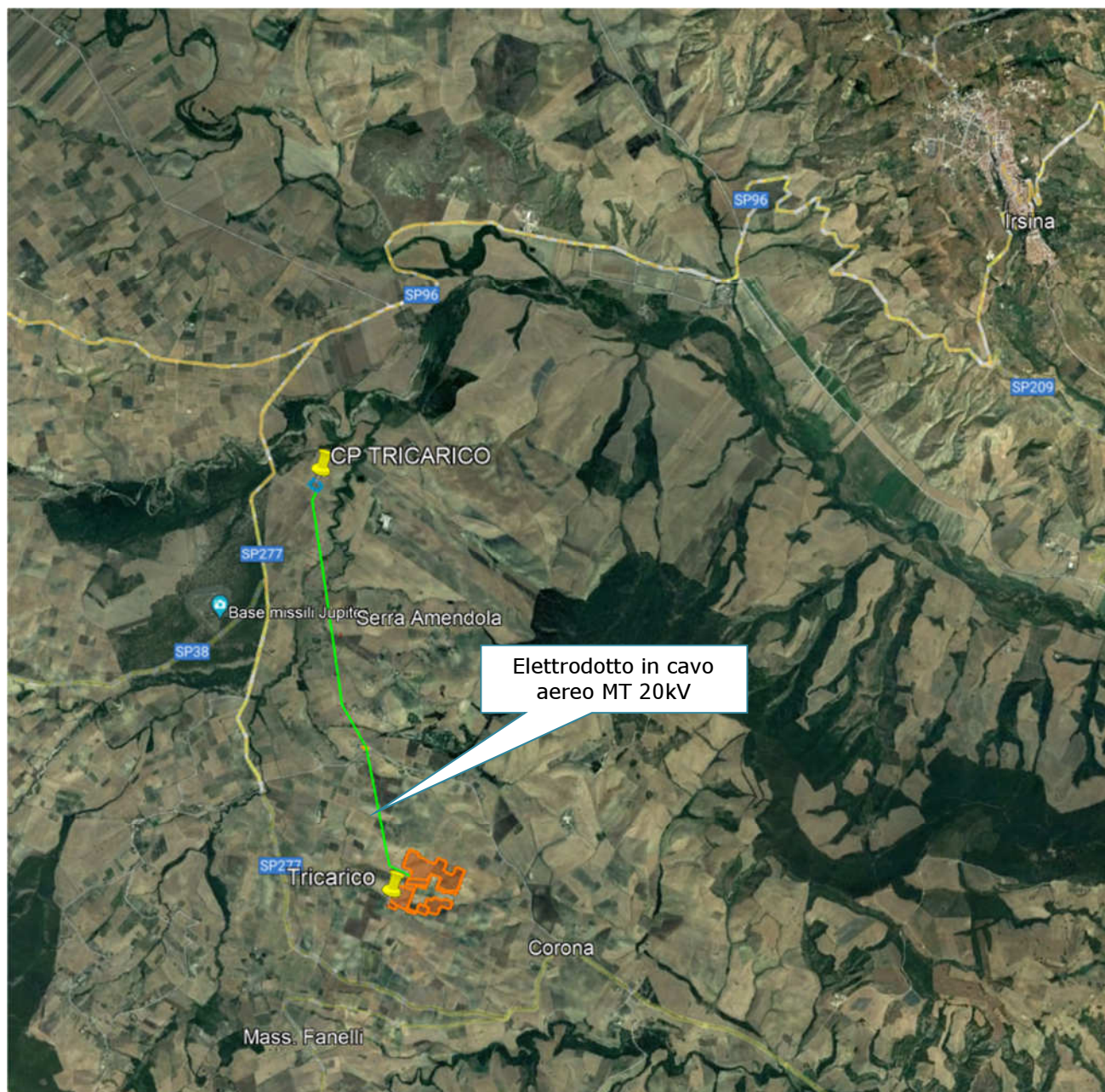


Figura 1 – Planimetria su ortofoto dell’impianto agrivoltaico e della linea di connessione in cavo aereo 20kV MT

L’impianto agrivoltaico in progetto è costituito principalmente dai seguenti elementi:

- pannelli fotovoltaici;
- strutture metalliche di sostegno ad orientazione fissa;
- inverter di stringa distribuiti all’interno dell’area d’impianto;



A.5. Relazione tecnica impianto agrivoltaico

- cabine di campo e di trasformazione;
- conduttori elettrici e cavidotti;
- strade interne e perimetrali;
- impianti di illuminazione e videosorveglianza;
- interventi di riequilibrio e reinserimento ambientale;
- recinzione perimetrale e cancelli di accesso.

I pannelli trasformano l'irraggiamento solare in corrente elettrica continua. Essi saranno collegati in serie formando una "stringa" che, a sua volta, sarà collegata in parallelo con le altre per convogliare tutta l'energia prodotta verso gli inverter che la trasformano in corrente alternata. Da qui l'energia verrà trasferita mediante conduttori elettrici interrati alle cabine di campo che fungeranno anche da "cabine di trasformazione" in grado di incrementare il voltaggio fino alla media tensione prima della connessione al punto di consegna finale. A valle dell'ultima cabina di campo, infatti, l'energia verrà trasferita mediante un cavidotto esterno alla cabina di consegna di e-Distribuzione e, da qui, mediante un elettrodotto in cavo aereo in MT a 20kV collegato in antenna alla cabina primaria MT/AT di Tricarico, sarà immessa in Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

L'impianto, in particolare, è caratterizzato da una potenza di picco di 12.641.200 W ed è suddiviso in 6 "sottocampi". Ciascuno di essi è collegato ad una delle 6 cabine di campo ed è caratterizzato da una potenza di picco massima pari a 2.288 kWp.

All'interno di ogni sottocampo è prevista la realizzazione di una viabilità permeabile in grado di consentire la manutenzione da realizzarsi mediante scavo e posa in opera di uno stato di misto granulare stabilizzato. Al di sotto di tale viabilità, inoltre, si prevede il posizionamento sia dei conduttori elettrici necessari per portare l'energia prodotta al cavidotto esterno e sia di quelli degli impianti di illuminazione e videosorveglianza. Tali impianti, in particolare, saranno in grado di consentire il monitoraggio, il controllo e la manutenzione anche in ore serali e a distanza.

Per ogni sottocampo è prevista anche la realizzazione di interventi di riequilibrio e reinserimento ambientale, da realizzarsi mediante quattro differenti tipologie, con il duplice scopo di garantire un adeguato riequilibrio ecologico in seguito all'occupazione di suolo e, contemporaneamente, di incrementare il valore paesaggistico dell'area riducendo gli effetti percettivi negativi connessi con la presenza dei pannelli fotovoltaici.



A completamento degli interventi di progetto, infine, si prevede anche la realizzazione di una recinzione perimetrale e di cancelli di ingresso finalizzati alla protezione delle attrezzature descritte in precedenza.

1.2. INQUADRAMENTO NORMATIVO, PROGRAMMATICO ED AUTORIZZATIVO

Il presente progetto è coerente con le seguenti disposizioni normative:

- Legge n. 186 del 01.03.68 - Costruzione e realizzazione di materiali e impianti a regola d'arte;
- D.M. 37/08 - Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.lgs. 81/08 – Testo Unico sulla salute e Sicurezza sul Lavoro;
- D.lgs. 106/09 – Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008 n° 81, in materia della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- CEI 0-2 - Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- CEI 0-16 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 11-1 - Impianti elettrici con tensione superiore a 1000 V in corrente alternata;
- CEI 11-20 - Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI 11-35 - Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale;
- CEI 11-37 - Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;
- CEI 17-13 - Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (Quadri BT);
- CEI EN 60067-1,2,3,4,5 -11, CEI EN 50541-1, ISO 9001: 2008, ISO 14001 – Norme per il trasformatore;
- CEI 17-63 - Sottostazioni prefabbricate ad alta tensione/bassa tensione;
- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua;
- CEI 81-10/1 (EN 62305-1) - "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali";



- CEI 81-10/2 (EN 62305-2) - "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio";
- CEI 81-10/3 (EN 62305-3) - "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone";
- CEI 81-10/4 (EN 62305-4) - "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture";
- CEI 81-3 - "Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico";
- CEI 20 - Guida per l'uso di cavi in bassa tensione;
- CEI UNEL 35024/1 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
- CEI UNEL 35027 - Cavi di energia per tensione nominale U superiore ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico - Portate di corrente in regime permanente - Generalità per la posa in aria ed interrata;
- D.M. 10/09/2010 - Linee guida per l'autorizzazione degli impianti da fonti rinnovabili;
- REGIO DECRETO LEGISLATIVO 30 Dicembre 1923, n. 326 - Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani;
- D.lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 - Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n.137;
- D.M. 04/07/2019 - Incentivazione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti eolici on shore, solari fotovoltaici, idroelettrici e a gas residuati dei processi di depurazione;
- D.lgs. n.42/04 - Piano Paesaggistico Regionale;
- Legge Regionale 11 settembre 2017, n.21;
- Legge Regionale 22 novembre 2018, n.38.



2. DESCRIZIONE DI DIVERSI ELEMENTI PROGETTUALI

Nel seguito sono illustrati in dettaglio i principali elementi progettuali direttamente connessi con la produzione, conduzione e consegna dell'energia elettrica.

2.1. PANNELLI FOTOVOLTAICI

Al fine di ottimizzare la produzione di energia, l'impianto agrivoltaico in progetto sarà composto da un modulo tipo GCL-M10/72H o similare. In seguito si riportano le caratteristiche principali:

- produttore: GCL;
- modello: GCL-M10/72H ;
- potenza di picco: 550 Wp;
- tensione a circuito aperto (Voc a STC): 50.22 V;
- corrente di corto circuito (Isc a STC): 13.70 A;
- dimensioni: 2256×1133 mm;
- peso: 27.5 kg.

Dal punto di vista del collegamento elettrico si prevede di collegare 26 moduli in serie per formare una "stringa".

Ogni stringa, pertanto, produce una potenza pari a:

$$26 \times 550 \text{ W} = 14.30 \text{ kW}$$

Di conseguenza, saranno realizzati 4 sottocampi costituiti ognuno da n°8 inverter di stringa da 250 kVA caricati con n°20 stringhe ciascuno per un totale quindi di 160 stringhe e quindi 4160 moduli per sottocampo; un sottocampo sarà costituito da n°5 inverter di stringa da 250 kVA caricati con n°20 stringhe ciascuno per un totale quindi di 100 stringhe e quindi 2600 moduli per sottocampo; infine l'ultimo sottocampo sarà composto da n°7 inverter di stringa da 250 kVA caricati in maniera tale che n°5 inverter abbiano n°20 stringhe ciascuno, mentre gli ultimi due siano caricati con un numero di stringhe pari a 22 ciascuno per un totale complessivo quindi di 144 stringhe e quindi un totale di 3744 moduli.



Pertanto, nel presente progetto ricapitolando le potenze per ogni sottocampo si ha:

- 4 sottocampi \times 4160 moduli \times 550 W = 9.152 kWp
- 1 sottocampo \times 2600 moduli \times 550 W = 1.430 kWp
- 1 sottocampo \times 3744 moduli \times 550 W = 2.059,2 kWp

In totale, la potenza da installare sarà pari a 12.641,2 kWp

2.2. INVERTER DI STRINGA

La conversione da corrente continua a corrente alternata sarà realizzata mediante convertitori statici trifase (inverter) tipo SUNGROW, modello SG250HX, agganciati alle strutture di sostegno dei moduli, in posizione opportuna. La potenza nominale dell'inverter è pari a 225 kVA @40°C; la ripartizione dei vari moduli su ognuno degli inverter utilizzati sarà effettuata sulla base delle caratteristiche tecniche sotto riportate e come descritto nel paragrafo precedente.



A.5. Relazione tecnica impianto agrivoltaico

Designazione	SG250HX - V113
Ingresso (CC)	
Tensione fotovoltaica in ingresso max.	1500 V
Tensione fotovoltaica in ingresso min. / Tensione di avvio	500 V / 500 V
Tensione nominale in ingresso	1160 V
Intervallo tensione MPP	500 V – 1500 V
Intervallo di tensione MPP per potenza nominale	860 V – 1300 V
N. di MPPT	12
Numero max. stringhe fotovoltaiche per MPPT	2
Corrente max. in ingresso	30 A * 12
Corrente di cortocircuito max.	50 A * 12
Uscita (CA)	
Potenza CA massima in uscita alla rete	250 kVA @ 30 °C / 225 kVA @40 °C/200 kVA @50°C
Potenza CA nominale in uscita	225kW
Corrente CA max. in uscita	180.5 A
Tensione CA nominale	3 / PE, 800 V
Intervallo tensione CA	680 – 880V
Frequenza di rete nominale / Intervallo frequenza di rete	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Distorsione armonica totale (THD)	< 3 % (alla potenza nominale)
Iniezione di corrente CC	< 0.5 % In
Fattore di potenza alla potenza nominale / regolabile	> 0.99 / 0.8 in anticipo – 0.8 in ritardo
Fasi di immissione / fasi di connessione	3 / 3
Efficienza	
Efficienza max.	99.0 %
Efficienza europea	98.8 %
Protezione	
Protezione da collegamento inverso CC	Si
Protezione corto circuito CA	Si
Protezione da dispersione di corrente	Si
Monitoraggio della rete	Si
Monitoraggio dispersione verso terra	Si
Sezionatore CC	Si
Sezionatore CA	No
Monitoraggio corrente stringa fotovoltaica	Si
Funzione erogazione reattiva notturna	Si
Protezione anti-PID e PID-recovery	Si
Protezione sovratensione	CC Tipo II / CA Tipo II
Dati Generali	
Dimensioni (L x A x P)	1051 * 660 * 363 mm
Peso	99kg
Metodo di isolamento	Senza trasformatore
Grado di protezione	IP66
Consumo energetico notturno	< 2 W
Intervallo di temperature ambiente di funzionamento	da -30 a 60 °C
Intervallo umidità relativa consentita (senza condensa)	0 – 100 %
Metodo di raffreddamento	Raffreddamento ad aria forzata intelligente
Altitudine massima di funzionamento	5000 m (> 4000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+App
Comunicazione	RS485 / PLC
Tipo di collegamento CC	MC4-Evo2 (Max. 6 mm ² , opzionale 10 mm ²)
Tipo di collegamento CA	Terminali OT (Max. 300 mm ²)
Conformità	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N, 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50549-1/2, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013, CEI 0-16
Supporto rete	Funzione erogazione potenza reattiva notturna, LVRT, HVRT, controllo potenza attiva e reattiva oltre a controllo velocità rampa di potenza

Figura 2 – Caratteristiche tecniche Inverter modello SUNGROW-SG250HX



2.3. TRASFORMATORE

Nel presente progetto è prevista la divisione dell'impianto in 6 sottocampi. In 5 sottocampi è previsto un cabinato dove verrà installato n.1 trasformatore di elevazione BT/MT della potenza di 2000 kVA, mentre nell'ultimo sottocampo il cabinato ospiterà n°1 trasformatore di elevazione BT/MT della potenza 1250kVA. Tutti i trasformatori saranno a singolo secondario con tensione di 800V ed avrà una tensione al primario di 20kV con le seguenti caratteristiche a seguito:

- frequenza nominale 50 Hz
- Rapporto di trasformazione $V_{1n}/V_{2n} = 20.000/800$ V
- campo di regolazione tensione maggiore $\pm 2 \times 2,5\%$
- Tipologia di isolamento: olio
- livello di isolamento primario 1,1/3 kV
- livello di isolamento secondario 36/70/120 kV
- 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 ≤ 1000 m
- impedenza di corto circuito a 75°C 6%
- livello scariche parziali ≤ 10 pC

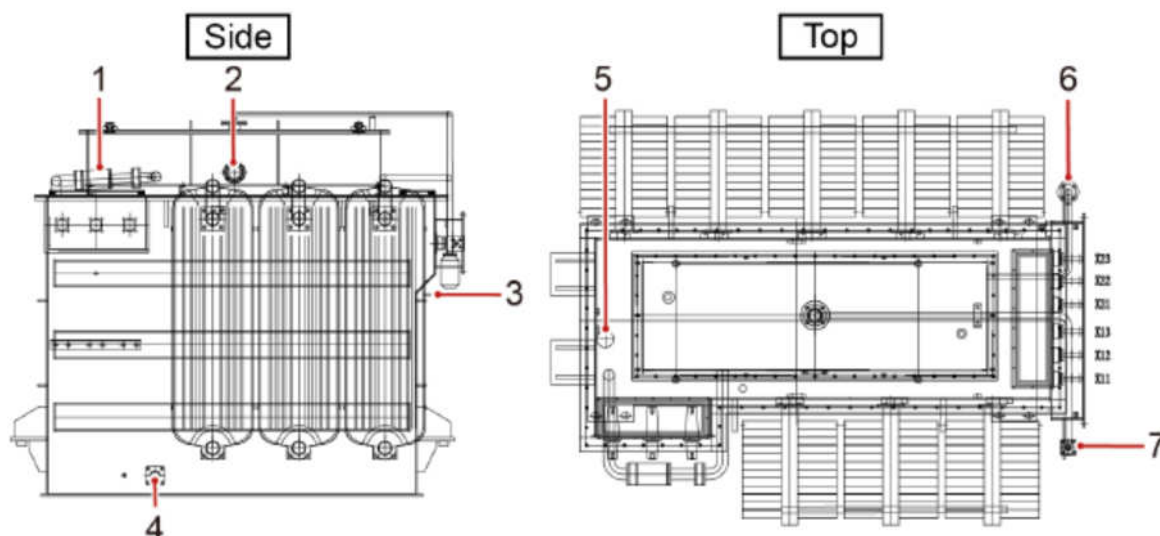


Figura 3 – Tipico trasformatore in olio

2.4. STRUTTURE DI SUPPORTO

I pannelli fotovoltaici sono dotati di una struttura metallica fissa prefabbricata, con orientamento portrait ed asse est-ovest quindi rivolti a sud, le cui caratteristiche principali sono riportate nel seguito:

- Numero di righe: 2;
- Numero di colonne: 26
- Numero di moduli per stringa: 26.

Tali strutture saranno realizzate con acciaio zincato a caldo al fine di incrementare la protezione delle strutture dalla corrosione secondo la norma ISO 1461 (batch bath) o secondo la norma ISO 3575 (continuous bath). I bracci di supporto saranno realizzati con acciaio zincati a caldo secondo la norma ISO 1461 ovvero in Magnelis, un rivestimento in Zinco-Alluminio-Magnesio applicato sempre tramite bagno a caldo. Per poter rendere la giacitura del terreno compatibile con l'installazione delle strutture di supporto, inoltre, sono previste anche minime attività di movimento terra finalizzate ad operazioni di livellamento e regolarizzazione del piano campagna.

Le strutture di supporto sono state dimensionate in maniera tale da non consentire un elevato impatto visivo. L'altezza massima raggiungibile da ciascun pannello, infatti, è pari a circa 3.00 m rispetto al piano campagna. In questo modo, tra l'altro, gli elementi da



installare ricadono all'interno della casistica A.5.9 (in quanto trattasi di "Pannelli solari e fotovoltaici su strutture di sostegno (pali e simili) di altezza $\leq 3,00$ m dotati di certificato e/o brevetto ministeriale") della DGR 739 del 12.06.2012 "Atto di indirizzo per la definizione delle Opere Minori ai fini della sicurezza per le costruzioni in zona sismica" che disciplina le opere che risultano esentate dall'applicazione delle disposizioni della l.r. 38/1997 e del d.p.R. 380/2001 e che, pertanto, non sono soggette al deposito presso gli uffici dell'ex Genio Civile. Le fondazioni, invece, sono costituite da pali in acciaio scatolari 160x60x20x3 infissi di una quantità pari a 1.7 m dal piano campagna.

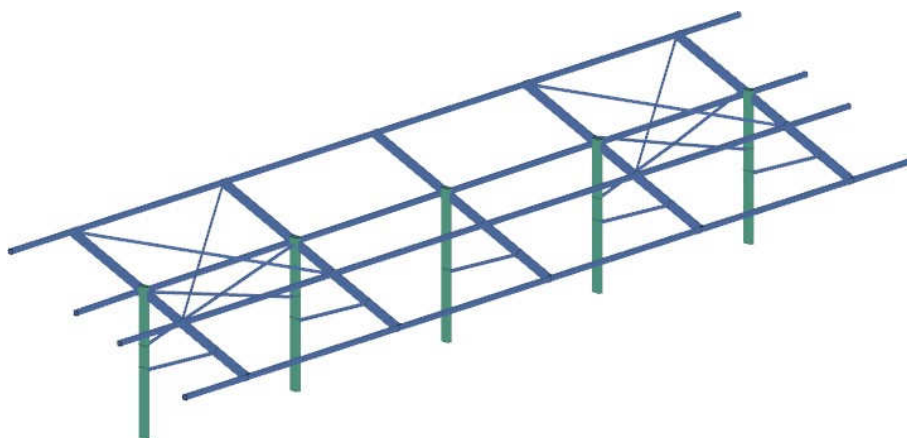


Figura 4: Vista assonometrica delle strutture di sostegno dei pannelli FV

2.5. CABINE DI CAMPO E IMPIANTO

Come anticipato in precedenza, nel presente progetto è prevista la divisione dell'impianto in 6 sottocampi, ognuno dei quali farà capo alla propria cabina di campo.

Ogni cabina sarà costituita da elementi prefabbricati poggiati su una fondazione in cls armato gettato in opera. A valle della trasformazione della tensione in MT è prevista la posa di un cavidotto interno in MT che collegherà in entra-esce tra loro tutte le cabine di campo. A valle dell'ultima cabina, in particolare, è prevista la posa di un cavidotto interrato in media tensione (MT) fino alla cabina di impianto situata in corrispondenza della cabina di consegna di e-Distribuzione. Da qui si prevede il collegamento in antenna mediante un elettrodotto in MT fino alla cabina primaria di Tricarico per una lunghezza di circa 4,8km come previsto dalla STMG.

Di seguito nella seguente figura sono riportate in maniera riepilogativa informazioni sulla ripartizione del numero dei moduli e delle strutture sulle 6 cabine di campo.



	CABINA MT 1	CABINA MT 2	CABINA MT 3	CABINA MT 4	CABINTA MT 5	CABINA MT 6	IMPIANTO FOTOVOLTAICO	
STRUTTURE FISSE SOLARI 2V26	80	80	80	80	50	72	TOTALE STRUTTURE FISSE SOLARI 2V26	442
MODULI / STRINGA	26	26	26	26	26	26	TOTALE STRINGHE	884
STRINGHE	160	160	160	160	100	144	TOTALE MODULI	22984
MODULI	4160	4160	4160	4160	2600	3744	TOTALE POTENZA CC (kWp)	12641,2
POTENZA MODULO CC (Wp)	550	550	550	550	550	550	TOTALE INVERTERS	44
POTENZA DI CABINA CC (Wp)	2288000	2288000	2288000	2288000	1430000	2059200	TOTALE POTENZA CA (kVA)	9900
INVERTERS	8	8	8	8	5	7	RAPPORTO MODULI/INVERTERS	1,276889
POTENZA INVERTER (kVA)	225	225	225	225	225	225	RAPPORTO DI PRESTAZIONE	86,31%
POTENZA DI CABINA CA (kVA)	1800	1800	1800	1800	1125	1575	PRODUZIONE DI ENERGIA ANNUALE STIMATA (GWh/year)	18,1
TAGLIA TRASFORMATORI kVA	2000	2000	2000	2000	1250	2000		

Figura 5: Tabella riepilogativa informazioni impianto agrivoltaico

2.6. CONDUTTORI ELETTRICI E CAVIDOTTI

Come detto in precedenza, l'impianto agrivoltaico è stato diviso in diversi sottocampi, ciascuno dei quali sarà collegato ad una cabina di campo e, in uscita dall'ultima di esse, è prevista la posa di un conduttore elettrico interrato in grado di condurre l'energia prodotta fino al punto di consegna in media tensione (MT).

All'interno di ogni sottocampo ogni conduttore sarà alloggiato in un cavidotto interrato da posizionare al di sotto della viabilità stradale in progetto. Per ridurre le perdite energetiche, in caso di sovrapposizione del percorso di due o più conduttori, gli stessi potranno anche essere alloggiati all'interno dello stesso cavidotto pur rimanendo distinti l'uno dall'altro.

Nell'elaborato "Sezioni tipo stradali, ferroviarie, idriche e simili" sono indicate in dettaglio le modalità di posa.

Nell'elaborato "Planimetria del tracciato dell'elettrodotta" sono visibili le interferenze e gli attraversamenti.

2.7. CAVI E QUADRI DI PARALLELO

2.7.1. CAVI

Per il cablaggio dei moduli e per il collegamento tra le stringhe e l'inverter 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



A.5. Relazione tecnica impianto agrivoltaico

- 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 dei cavi (I_z) alla temperatura di 60°C indicata dal costruttore è maggiore della corrente di cortocircuito massima delle stringhe.

Cavo di collegamento dei moduli di stringa

$S=6 \text{ mm}^2$ $I_z (60 \text{ C}^\circ) = 70\text{A}$ (TECSUN (PV) PV1-F 0,6/1 kV AC (1,5 kV DC))

Cavi di collegamento dagli inverter ai quadri di parallelo posizionati in cabina di campo:

$S=150 \text{ mm}^2$ I_z (posa interrata, $T_a=20 \text{ C}^\circ$, $\rho=1 \text{ }^\circ\text{Cm/W}$) = 350 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



2.7.2. QUADRO DI PARALLELO INVERTER (QBT)

Ogni quadro di parallelo ha al massimo 10 ingressi ai quali sono collegate le uscite degli inverter che arrivano dal campo agrivoltaico. I suddetti quadri realizzano il sezionamento ed il parallelo degli inverter provenienti dal campo agrivoltaico.

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 gomma EPR di qualità G16) fino alla cabina di campo nel quale è alloggiato il quadro di parallelo. Il collegamento verrà realizzato con cavi della sezione minima di 3x(1x150) mmq del tipo FG16R16 posati all'interno di scavi predisposti. Tutti i cavi utilizzati sono rispondenti alla norma CEI 20-22.

2.7.3. 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.

2.8. SISTEMI AUSILIARI

2.8.1. SORVEGLIANZA

Le aree occupate dall'impianto agrivoltaico saranno recintate e sottoposte a sorveglianza 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 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 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 da eventuali proiettori.

Lo schema a blocchi dell'impianto è il seguente.

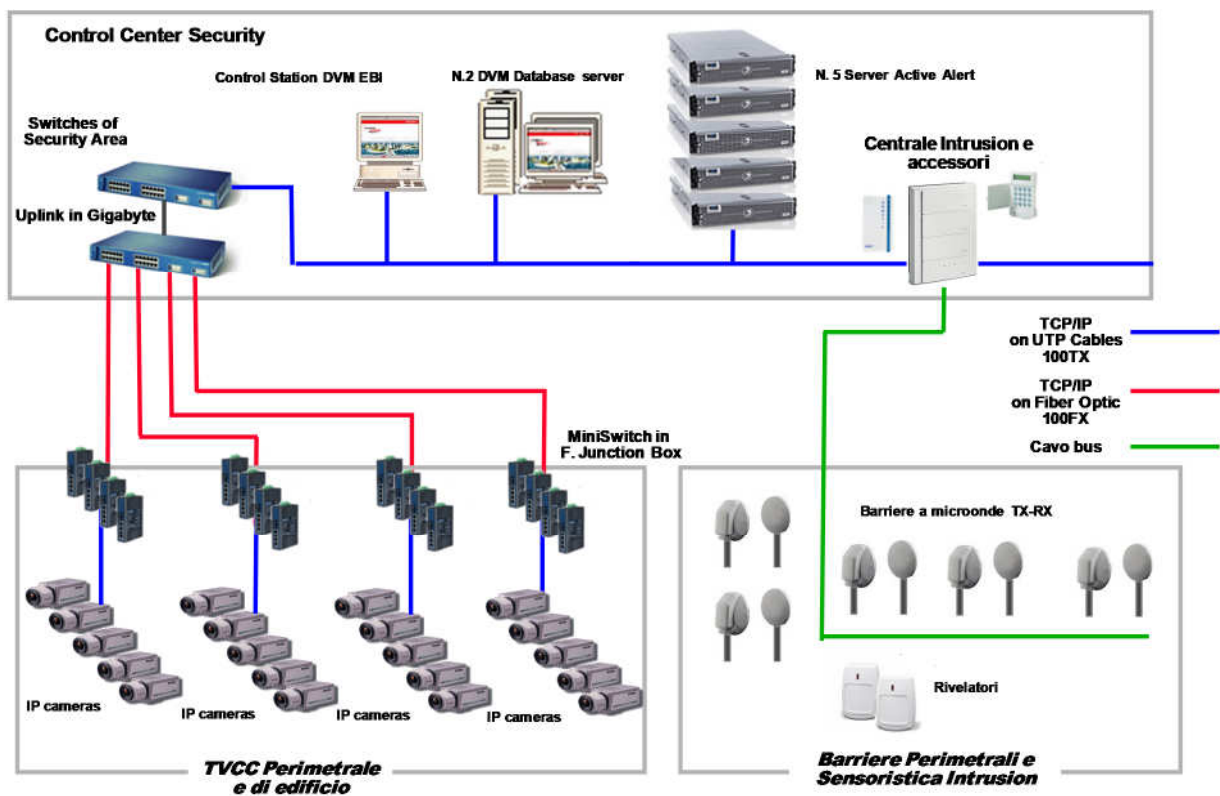


Figura 6 – Schema del sistema di sorveglianza



3. CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ

Facendo riferimento ai dati radiometrici della provincia di Matera e con riferimento al Comune di Tricarico, si è proceduto al calcolo della producibilità per l'impianto agrivoltaico "Tricarico 1" in oggetto mediante apposito software PVSYST 7.2.14.

Di seguito il report di calcolo effettuato.

Yearly sum of solar electricity generated by 1kWp photovoltaic system with optimally-inclined modules
ITALY

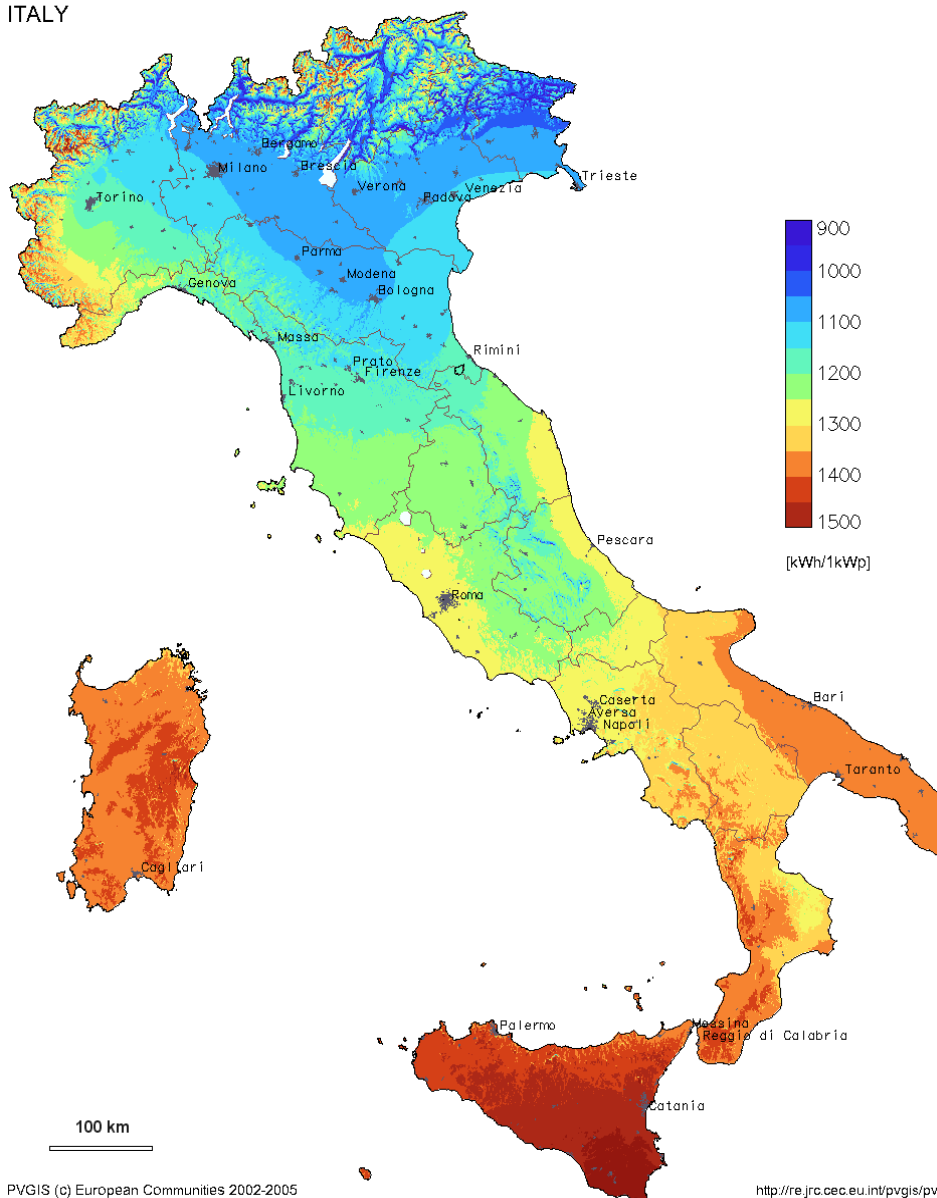


Figura 7– diagramma della producibilità attesa media annua in Italia con moduli fissi ad inclinazione ottimale (fonte: <http://sunbird.jrc.it>)



Versione 7.2.14

PVsyst - Rapporto di simulazione

Sistema connesso in rete

Progetto: Solaria_Tricarico 1

Variante: Nuova variante di simulazione

Sistema al suolo (tavole) su collina

Potenza di sistema: 12.64 MWc

Calle (Tricarico) - Italia

Autore
3e ingegneria (Italy)



PVsyst V7.2.14

VC1, Simulato su
09/05/22 10:27
con v7.2.14

Progetto: Solaria_Tricarico 1

Variante: Nuova variante di simulazione

3e ingegneria (Italy)

Sommario del progetto

Luogo geografico Calle (Tricarico) Italia	Ubicazione Latitudine 40.68 °N Longitudine 16.17 °E Altitudine 363 m Fuso orario UTC+1	Parametri progetto Albedo 0.20
Dati meteo Calle (Tricarico) Meteonorm 8.0, Sat=100% - Sintetico		

Sommario del sistema

Sistema connesso in rete Orientamento campo FV Piani fissi 8 orientamenti Inclin/azimuts 20 / 7 ° 20 / 12 ° 20 / -3 ° 21 / 20 ° 20 / 1 ° 21 / 14 ° 20 / 4 ° 22 / 23 °	Sistema al suolo (tavole) su collina Ombre vicine Ombre lineari	Bisogni dell'utente Carico illimitato (rete)
Informazione sistema Campo FV Numero di moduli 22984 unità Pnom totale 12.64 MWc	Inverter Numero di unità 44 unità Pnom totale 9900 kWac Rapporto Pnom 1.277	

Sommario dei risultati

Energia prodotta 18 GWh/anno	Prod. Specif. 1432 kWh/kWc/anno	Indice rendimento PR 86.31 %
------------------------------	---------------------------------	------------------------------

Indice dei contenuti

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Definizione ombre vicine - Diagramma iso-ombre	6
Risultati principali	8
Diagramma perdite	9
Grafici speciali	10



PVsyst V7.2.14
VC1, Simulato su
09/05/22 10:27
con v7.2.14

Progetto: Solaria_Tricarico 1

Variante: Nuova variante di simulazione

3e ingegneria (Italy)

Parametri principali

Sistema connesso in rete		Sistema al suolo (tavole) su collina			
Orientamento campo FV		Configurazione sheds		Modelli utilizzati	
Orientamento		N. di shed 442 unità		Trasposizione Perez	
Piani fissi	8 orientamenti	Campo (array) identico		Diffuso Perez, Meteonorm	
Inclin/azimuts	20 / 7 °			Circumsolare separare	
	20 / 12 °				
	20 / -3 °				
	21 / 20 °				
	20 / 1 °				
	21 / 14 °				
	20 / 4 °				
	22 / 23 °				
Orizzonte		Ombre vicine		Bisogni dell'utente	
Orizzonte libero		Ombre lineari		Carico illimitato (rete)	

Caratteristiche campo FV

Modulo FV		Inverter	
Costruttore	GCL	Costruttore	Sungrow
Modello	GCL-M10/72H-550	Modello	SG250HX
(definizione customizzata dei parametri)		(definizione customizzata dei parametri)	
Potenza nom. unit.	550 Wp	Potenza nom. unit.	225 kWac
Numero di moduli FV	22984 unità	Numero di inverter	44 unità
Nominale (STC)	12.64 MWc	Potenza totale	9900 kWac
Campo #1 - Sottocampo #1		Campo #2 - Sottocampo #2	
Orientamento	#1	Orientamento	#2
Inclinazione/azimut	20/7 °	Inclinazione/azimut	20/12 °
Numero di moduli FV	9958 unità	Numero di moduli FV	3458 unità
Nominale (STC)	5477 kWc	Nominale (STC)	1902 kWc
Moduli	383 Stringhe x 26 In serie	Moduli	133 Stringhe x 26 In serie
In cond. di funz. (50°C)		In cond. di funz. (50°C)	
Pmpp	5003 kWc	Pmpp	1737 kWc
U mpp	993 V	U mpp	993 V
I mpp	5038 A	I mpp	1749 A
Campo #3 - Sottocampo #3		Campo #3 - Sottocampo #3	
Orientamento	#3	Orientamento	#3
Inclinazione/azimut	20/-3 °	Inclinazione/azimut	20/-3 °
Numero di moduli FV	1586 unità	Numero di moduli FV	1586 unità
Nominale (STC)	872 kWc	Nominale (STC)	872 kWc
Moduli	61 Stringhe x 26 In serie	Moduli	61 Stringhe x 26 In serie
		In cond. di funz. (50°C)	
		Voltaggio di funzionamento	600-1500 V
		Potenza max. (=>30°C)	250 kWac
		Rapporto Pnom (DC:AC)	1.41
		Numero di inverter	6 unità
		Potenza totale	1350 kWac
		Numero di inverter	3 unità
		Potenza totale	675 kWac



PVsyst V7.2.14
VC1, Simulato su
09/05/22 10:27
con v7.2.14

Progetto: Solaria_Tricarico 1

Variante: Nuova variante di simulazione

3e ingegneria (Italy)

Caratteristiche campo FV

In cond. di funz. (50°C)		Voltaggio di funzionamento	600-1500 V
Pmpp	797 kWc	Potenza max. (=>30°C)	250 kWac
U mpp	993 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.29
I mpp	802 A		
Campo #4 - Sottocampo #4			
Orientamento	#4		
Inclinazione/azimut	21/20 °		
Numero di moduli FV	2626 unità	Numero di inverter	5 unità
Nominale (STC)	1444 kWc	Potenza totale	1125 kWac
Moduli	101 Stringhe x 26 In serie		
In cond. di funz. (50°C)		Voltaggio di funzionamento	600-1500 V
Pmpp	1319 kWc	Potenza max. (=>30°C)	250 kWac
U mpp	993 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.28
I mpp	1328 A		
Campo #5 - Sottocampo #5			
Orientamento	#5		
Inclinazione/azimut	20/1 °		
Numero di moduli FV	1976 unità	Numero di inverter	4 unità
Nominale (STC)	1087 kWc	Potenza totale	900 kWac
Moduli	76 Stringhe x 26 In serie		
In cond. di funz. (50°C)		Voltaggio di funzionamento	600-1500 V
Pmpp	993 kWc	Potenza max. (=>30°C)	250 kWac
U mpp	993 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.21
I mpp	1000 A		
Campo #6 - Sottocampo #6			
Orientamento	#6		
Inclinazione/azimut	21/14 °		
Numero di moduli FV	2496 unità	Numero di inverter	5 unità
Nominale (STC)	1373 kWc	Potenza totale	1125 kWac
Moduli	96 Stringhe x 26 In serie		
In cond. di funz. (50°C)		Voltaggio di funzionamento	600-1500 V
Pmpp	1254 kWc	Potenza max. (=>30°C)	250 kWac
U mpp	993 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.22
I mpp	1263 A		
Campo #7 - Sottocampo #7			
Orientamento	#7		
Inclinazione/azimut	20/4 °		
Numero di moduli FV	416 unità	Numero di inverter	1 unità
Nominale (STC)	229 kWc	Potenza totale	225 kWac
Moduli	16 Stringhe x 26 In serie		
In cond. di funz. (50°C)		Voltaggio di funzionamento	600-1500 V
Pmpp	209 kWc	Potenza max. (=>30°C)	250 kWac
U mpp	993 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.02
I mpp	210 A		
Campo #8 - Sottocampo #8			
Orientamento	#8		
Inclinazione/azimut	22/23 °		
Numero di moduli FV	468 unità	Numero di inverter	1 unità
Nominale (STC)	257 kWc	Potenza totale	225 kWac
Moduli	18 Stringhe x 26 In serie		



PVsyst V7.2.14
VC1, Simulato su
09/05/22 10:27
con v7.2.14

Progetto: Solaria_Tricarico 1

Variante: Nuova variante di simulazione

3e ingegneria (Italy)

Caratteristiche campo FV

In cond. di funz. (50°C)		Voltaggio di funzionamento		600-1500 V
P _{mpp}	235 kWc	Potenza max. (=>30°C)	250 kWac	
U _{mpp}	993 V	Rapporto P _{nom} (DC:AC)	1.14	
I _{mpp}	237 A			
Potenza PV totale		Potenza totale inverter		
Nominale (STC)	12641 kWp	Potenza totale	9900 kWac	
Totale	22984 moduli	Numero di inverter	44 unità	
Superficie modulo	58748 m ²	Rapporto P _{nom}	1.28	
Superficie cella	54809 m ²			

Perdite campo

Perdite per sporco campo		Fatt. di perdita termica		LID - Light Induced Degradation				
Fraz. perdite	3.0 %	Temperatura modulo secondo irraggiamento	Fraz. perdite		2.0 %			
		U _c (cost)	29.0 W/m ² K					
		U _v (vento)	0.0 W/m ² K/m/s					
Perdita di qualità moduli		Perdite per mismatch del modulo		Perdita disadattamento Stringhe				
Fraz. perdite	-0.8 %	Fraz. perdite	2.0 % a MPP	Fraz. perdite	0.1 %			
Fattore di perdita IAM								
Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Profilo definito utente								
0°	40°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.998	0.985	0.971	0.944	0.887	0.769	0.520	0.000

Perdite DC nel cablaggio

Res. globale di cablaggio	1.4 mΩ						
Fraz. perdite	1.5 % a STC						
Campo #1 - Sottocampo #1		Campo #2 - Sottocampo #2					
Res. globale campo	3.3 mΩ	Res. globale campo	9.4 mΩ				
Fraz. perdite	1.5 % a STC	Fraz. perdite	1.5 % a STC				
Campo #3 - Sottocampo #3		Campo #4 - Sottocampo #4					
Res. globale campo	21 mΩ	Res. globale campo	12 mΩ				
Fraz. perdite	1.5 % a STC	Fraz. perdite	1.5 % a STC				
Campo #5 - Sottocampo #5		Campo #6 - Sottocampo #6					
Res. globale campo	17 mΩ	Res. globale campo	13 mΩ				
Fraz. perdite	1.5 % a STC	Fraz. perdite	1.5 % a STC				
Campo #7 - Sottocampo #7		Campo #8 - Sottocampo #8					
Res. globale campo	79 mΩ	Res. globale campo	70 mΩ				
Fraz. perdite	1.5 % a STC	Fraz. perdite	1.5 % a STC				

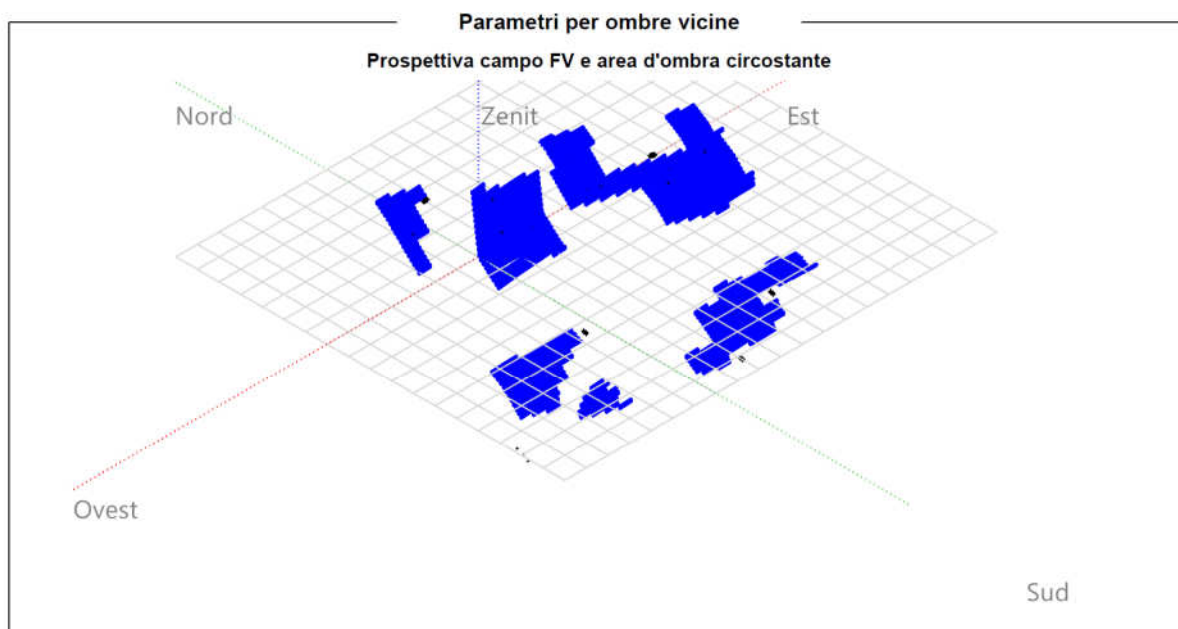


PVsyst V7.2.14
VC1, Simulato su
09/05/22 10:27
con v7.2.14

Progetto: Solaria_Tricarico 1

Variante: Nuova variante di simulazione

3e ingegneria (Italy)

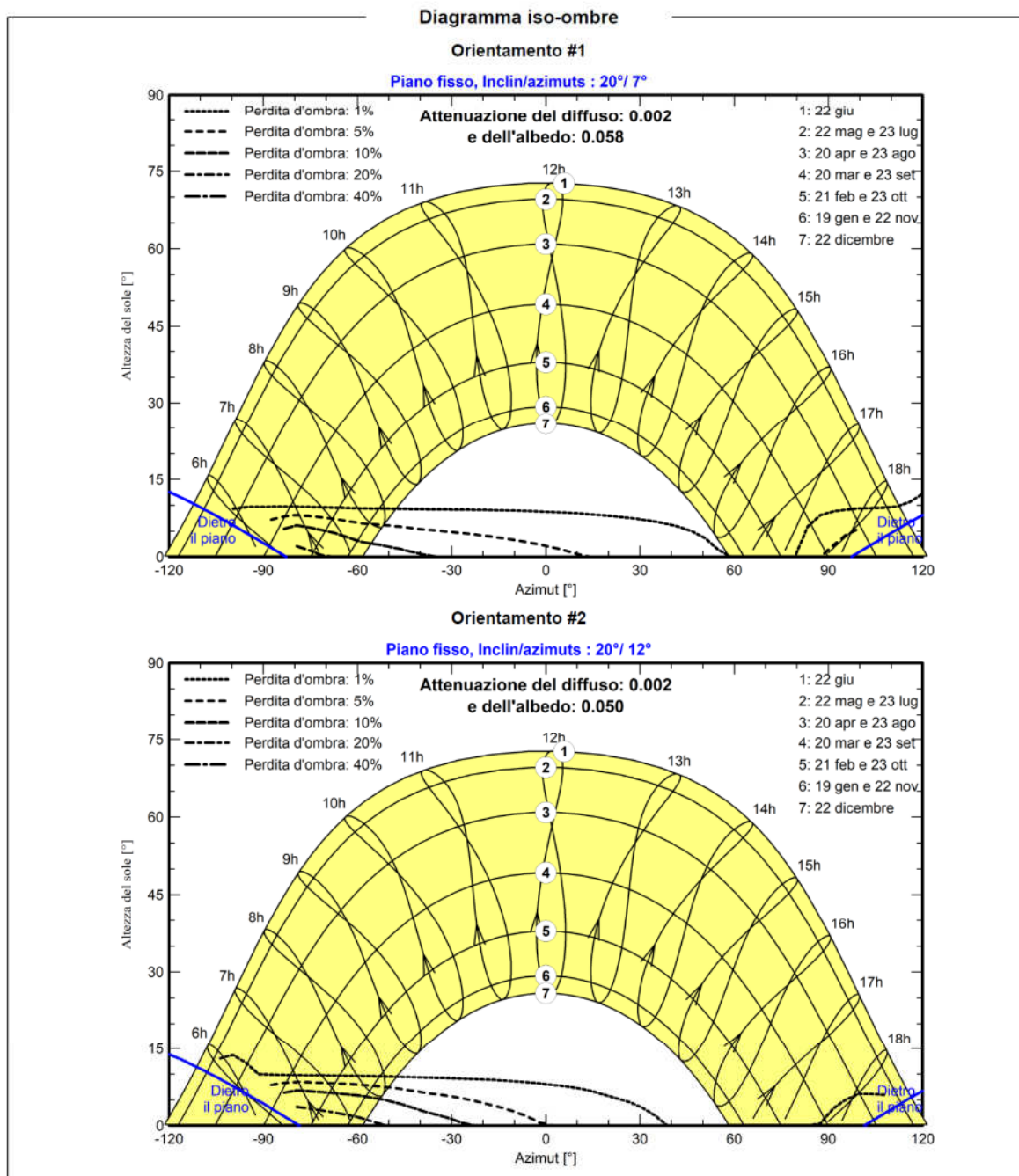




PVsyst V7.2.14
VC1, Simulato su
09/05/22 10:27
con v7.2.14

Progetto: Solaria_Tricarico 1
Variante: Nuova variante di simulazione

3e ingegneria (Italy)





PVsyst V7.2.14
 VC1. Simulato su
 09/05/22 10:27
 con v7.2.14

Progetto: Solaria_Tricarico 1

Variante: Nuova variante di simulazione

3e ingegneria (Italy)

Risultati principali

Produzione sistema

Energia prodotta

18 GWh/anno

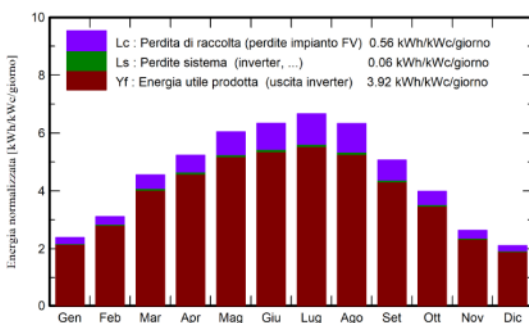
Prod. Specif.

1432 kWh/kWc/anno

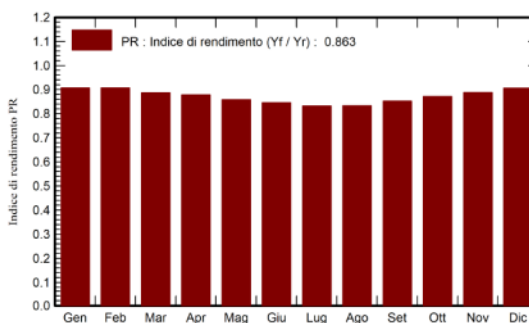
Indice di rendimento PR

86.31 %

Produzione normalizzata (per kWp installato)



Indice di rendimento PR



Bilanci e risultati principali

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	GWh	GWh	ratio
Gennaio	52.1	23.54	6.19	73.7	70.5	0.858	0.845	0.906
Febbraio	68.5	36.60	6.57	87.0	83.0	1.011	0.997	0.907
Marzo	120.5	52.41	9.41	141.1	134.8	1.604	1.581	0.887
Aprile	144.7	68.13	12.45	157.0	149.9	1.766	1.741	0.877
Maggio	184.6	76.36	17.09	187.3	178.9	2.063	2.033	0.859
Giugno	194.3	83.92	21.85	190.2	181.4	2.063	2.033	0.846
Luglio	205.1	79.90	25.17	206.5	197.1	2.202	2.169	0.831
Agosto	184.5	70.95	24.92	196.1	187.4	2.097	2.065	0.833
Settembre	132.5	49.12	19.68	152.0	145.1	1.661	1.637	0.852
Ottobre	97.3	39.74	15.98	123.6	118.2	1.382	1.363	0.872
Novembre	57.6	28.21	11.58	79.0	75.3	0.900	0.886	0.888
Dicembre	45.3	24.62	7.64	65.3	62.3	0.759	0.748	0.906
Anno	1487.0	633.52	14.93	1658.7	1583.9	18.365	18.098	0.863

Legenda

GlobHor Irraggiamento orizzontale globale

EArray Energia effettiva in uscita campo

DiffHor Irraggiamento diffuso orizz.

E_Grid Energia immessa in rete

T_Amb Temperatura ambiente

PR Indice di rendimento

GlobInc Globale incidente piano coll.

GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre



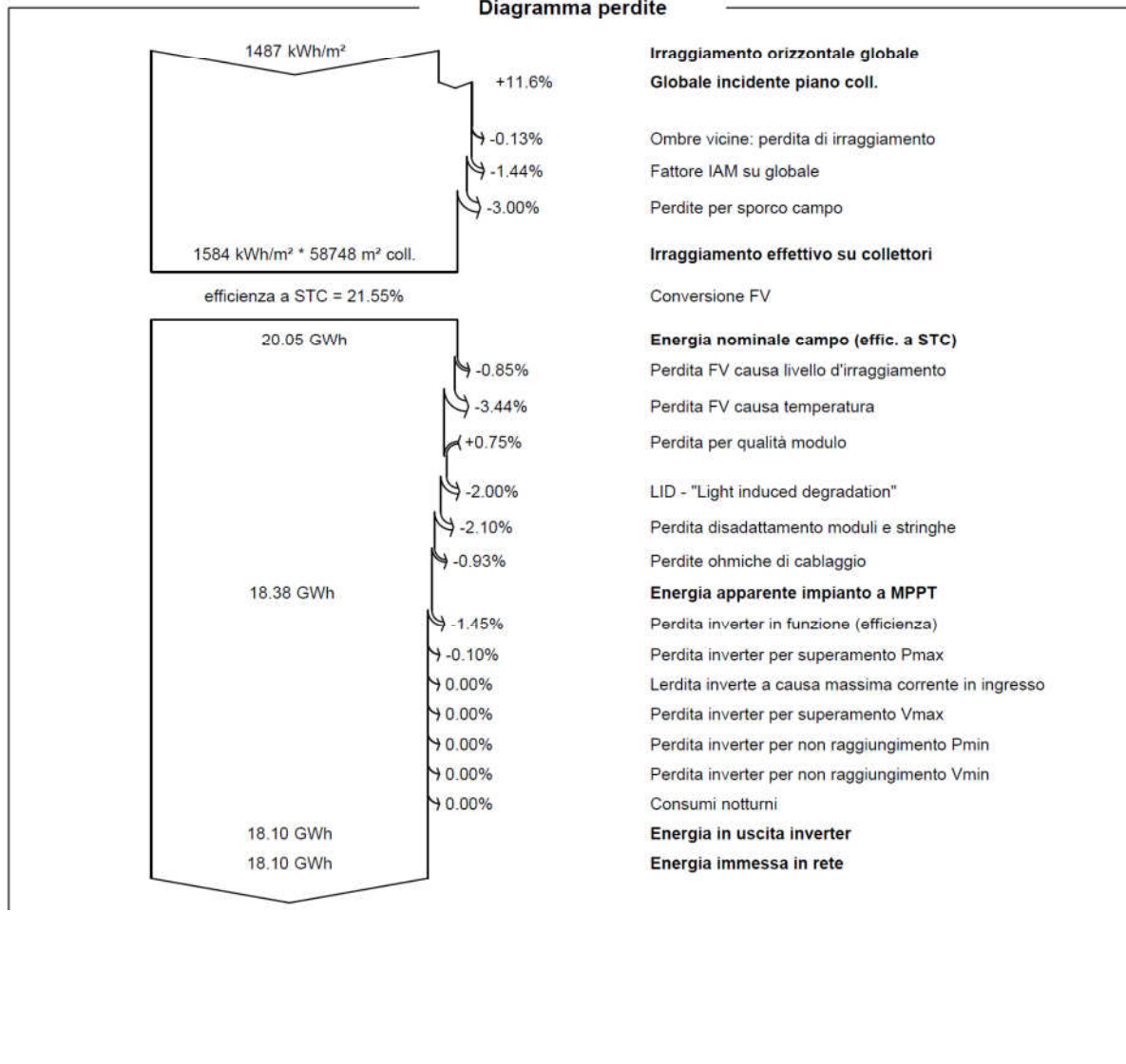
PVsyst V7.2.14
VC1, Simulato su
09/05/22 10:27
con v7.2.14

Progetto: Solaria_Tricarico 1

Variante: Nuova variante di simulazione

3e ingegneria (Italy)

Diagramma perdite





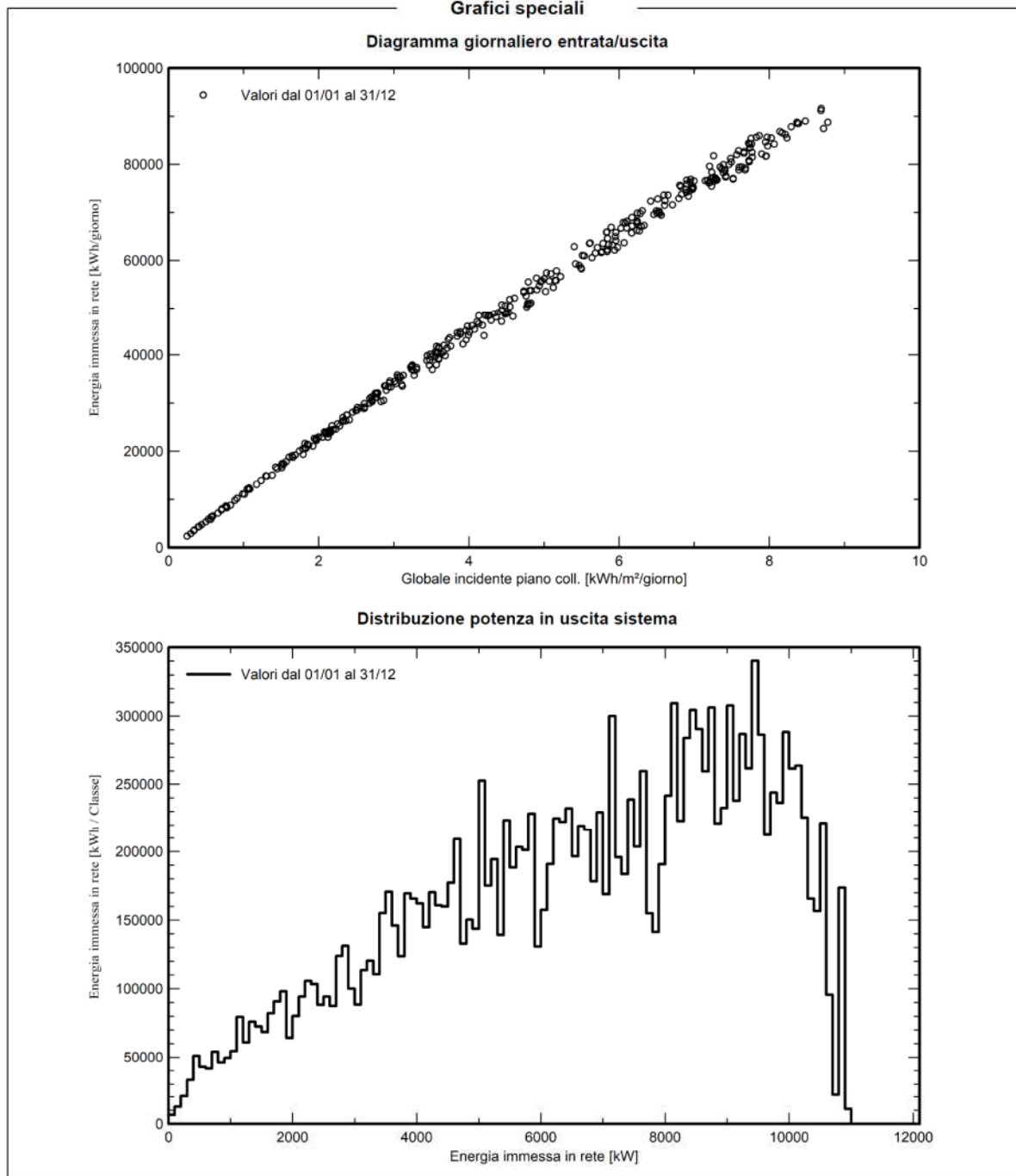
PVsyst V7.2.14
VC1, Simulato su
09/05/22 10:27
con v7.2.14

Progetto: Solaria_Tricarico 1

Variante: Nuova variante di simulazione

3e ingegneria (Italy)

Grafici speciali





3.1. BENEFICI AMBIENTALI

Sulla base della producibilità annua stimata nel paragrafo precedente si può affermare che la messa in servizio e l'esercizio dell'impianto agrivoltaico "TRICARICO 1" potrà:

- consentire un risparmio di circa 3.982 tep* (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) all'anno;
- evitare l'immissione di circa 8.761 tonnellate di CO₂** 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.



4. SCHEMA DI COLLEGAMENTO

La configurazione utilizzata per il collegamento dei moduli, compatibile con le caratteristiche dei componenti riassunte nei precedenti paragrafi, è riportata nello schema unifilare dell'impianto (A.12.b.8).

Tale configurazione prevede che al massimo all'inverter siano collegate fino a 22 stringhe in parallelo, ciascuna composta da 26 pannelli in serie 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 sarà alloggiato il trasformatore BT/MT che permette l'elevazione della tensione al livello 20 kV, con il quale viene effettuata la distribuzione principale di ciascuna area.

Le cabine di campo saranno collegate con schema di tipo radiale alla cabina di impianto MT a 20 kV situata sempre all'interno della stessa macro-area. Da qui si prevede il collegamento in antenna mediante un elettrodotto in MT fino alla cabina primaria di Tricarico per una lunghezza di circa 4,8km come previsto dalla STMG.



5. OPERE CIVILI

5.1. STRUTTURE DI SUPPORTO DEI MODULI

Ciascuna struttura di sostegno dei moduli di conversione fotovoltaica è sostenuta da profili a "C" 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 1,5-1,7 m.

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 3,0 m e distribuiti uniformemente sul terreno in modo da non creare impatto visivo

5.2. CABINE ELETTRICHE

Le cabine elettriche svolgono la funzione di edifici tecnici adibiti a locali per la posa dei quadri, del trasformatore, 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:

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

La cabina elettrica di campo sarà costituita da un edificio dalla superficie complessiva di circa 15m² (6 x 2,5 metri) per una cubatura complessiva di circa 45m³. 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 il trasformatore 800/20000 V di varie potenze a singolo 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 da qui parte il collegamento verso la cabina primaria di Tricarico 20/150 kV.

Per la caratterizzazione tecnica delle opere di connessione alla stazione suddetta si rimanda alla consultazione degli elaborati tecnici specifici facenti parte degli elaborati progettuali.

Relativamente alla cabina di impianto, situata in prossimità della cabina di consegna di e-Distribuzione all'interno dell'area sopra individuata, questa è costituita dai seguenti vani:

- n°1 locale MT;
- n°1 locale BT e TLC;



- n°1 cella trasformatore servizi ausiliari;

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.

L'accesso alla cabina di consegna avviene dalla viabilità pubblica, in parte asfaltata e in parte sterrata.

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, sebbene alcune delle strade adiacenti all'impianto dovranno essere adeguate per consentire il transito di mezzi idonei ad effettuare sia il montaggio che la manutenzione dell'impianto.

5.2.1. CARTELLI

Nella cabina MT/BT si dovranno installare i cartelli (di divieto, avvertimento e avviso) sotto elencati, realizzati (pittogrammi ed eventuali scritte) secondo le disposizioni di legge in materia di sicurezza sui luoghi di lavoro (d.lgs. 81/2008 e s.m.i.).

I segnali, le targhe, i cartelli posti all'esterno devono essere scritti con caratteri indelebili su un supporto che garantisca una buona resistenza alle intemperie.

All'esterno della cabina, su ciascuna porta d'accesso e su ogni lato di eventuali recinzioni saranno posti i seguenti cartelli:

- Divieto d'accesso alle persone non autorizzate;
- Tensione elettriche pericolosa;

Sulla porta d'ingresso al locale, oltre ai tre precedenti, saranno posti i seguenti cartelli:

- Divieto di usare acqua per spegnere incendi;
- Tensione.

All'interno della cabina si dovranno avere:

- Istruzioni relative ai soccorsi d'emergenza da prestare agli infortunati per cause elettriche compilato nelle parti relative ai numeri telefonici da contattare in caso di necessità (medici, ospedali, ambulanze, ecc. più vicini);



A.5. Relazione tecnica impianto agrivoltaico

- Schema elettrico;
- In prossimità delle apparecchiature di MT, indicare la tensione;
- A disposizione del personale addetto alla manutenzione, il cartello indicante il divieto di effettuare manovre;
- Sulle eventuali uscite di emergenza l'apposito segnale.

Nel caso sia prevista una sorgente autonoma di energia, questa viene segnalata mediante apposita targa posta in corrispondenza del dispositivo di sezionamento del circuito che la collega alla cabina.

Quando la cabina prevede batterie di condensatori e/o batterie di accumulatori, le porte delle celle corrispondenti sono munite di una targa che segnala la presenza di condensatori e delle batterie di accumulatori.

Per cabine elettriche complesse è opportuno che sia esposto uno schema unifilare per permettere anche in caso di urgenza una rapida comprensione delle manovre da eseguire.

Si consiglia inoltre la predisposizione di una tasca porta documenti fissata alla parete.

I dati relativi alla regolazione delle protezioni, le sezioni dei cavi, ecc. possono essere riportati su schemi diversi e tenuti a disposizione per gli interventi di manutenzione o modifica.

5.3. RECINZIONI



Per garantire la sicurezza delle aree dell'impianto le singole aree di pertinenza saranno 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.



Per consentire il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia si prevede la realizzazione a non più di 20 metri l'uno dall'altro, di varchi nelle recinzioni della dimensione minima di 30x30 cm, a livello del terreno, per consentire il passaggio della piccola fauna.

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.

Figura 8– Caratteristiche dimensionali della recinzione

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

5.4. LIVELLAMENTI

Nelle aree oggetto di intervento sarà necessaria 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 della cabina di impianto.

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

La posa dei canali 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.

5.5. 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	866	4	0,4	1	1.386
STRADA PERIMETRALE	4239	4	0,4	1	6.782
CAVIDOTTI CC	2640	0,5	1	1	1.320
CAVIDOTTI BT	3000	0,8	1	1	2.400
CAVIDOTTI MT	2850	1,2	1,2	1	4.104
CAVIDOTTO ILLUM.NE PERIMETRALE	4239	0,3	0,8	1	1.017
FONDAZIONI CABINA DI CAMPO	6	3	0,8	6	86
FONDAZIONI CABINA DI IMPIANTO	6	3	0,8	1	14
TOTALE					17.110

Figura 9– Caratteristiche dimensionali della recinzione

Si precisa che, trattandosi di un sito ubicato in zona agricola, il materiale di risulta degli scavi sarà in parte riutilizzato in sito, mentre il rimanente volume sarà gestito come rifiuto secondo quanto previsto dalla normativa in materia.

Considerando che la terra movimentata per gli scavi necessari per la posa delle linee elettriche viene riutilizzata all'incirca per 70-80% in fase di copertura degli stessi scavi, la quantità di terra in eccesso risultante da tali interventi di scavo e sbancamento del terreno necessari per la realizzazione dell'impianto è pari a circa 1900 m³.

La terra in eccesso risultante dalle attività di scavo e sbancamento si potrà procedere in uno dei seguenti modi:

1. spargimento sul terreno in modo omogeneo del volume accumulato (realizzabile a seconda dell'andamento dell'organizzazione di cantiere); in questo caso lo strato superficiale aggiunto avrebbe un'altezza media di circa 8,5 mm. Oppure:
2. smaltimento del terreno mediante autocarri (tramite ditta specializzata in riciclaggio materiali edili).



Nella seconda ipotesi, considerando una densità di riferimento media per il terreno vegetale di 1,8 t/m³ e una quantità orientativa di terreno da smaltire di 1900 m³, si ottiene una prima stima in peso di circa 3400 tonnellate da smaltire.

Supponendo l'utilizzo di autocarri della portata di 22 t ciascuno, si può calcolare in prima approssimazione un numero di viaggi intorno ai 155 (ogni viaggio si intende come "andata" e "ritorno").

In fase di cantiere si può tuttavia optare per una soluzione ibrida tra le due sopra esposte.

5.6. 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.



6. CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE DI PROTEZIONE

Nel presente capitolo sono contenute tutte le soluzioni impiantistiche adottate per la protezione dell'impianto in progetto.

6.1. PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI

La protezione contro i pericoli derivanti da contatti con parti ordinariamente in tensione è realizzata conformemente alle disposizioni della Norma CEI 64-8 mediante opportuno isolamento delle parti attive, rimovibile solo mediante distruzione ed in grado di resistere a tutte le sollecitazioni meccaniche, termiche, elettriche alle quali può essere sottoposto nel normale esercizio e mediante l'utilizzo di involucri idonei ad assicurare complessivamente il grado di protezione IP XXB (parti in tensione non raggiungibili dal filo di prova) e, sulle superfici orizzontali superiori a portata di mano, il grado di protezione IP XXD (parti in tensione non raggiungibili dal filo di prova). A tal fine saranno impiegati cavi a semplice isolamento posati entro canalizzazioni in materiale isolante e/o cavi a doppio isolamento; le connessioni verranno realizzate all'interno di apposite cassette con coperchio apribile esclusivamente mediante attrezzo.

La protezione contro i pericoli derivanti dal contatto con parti conduttrici normalmente non in tensione ma che possono andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale è realizzata, sul lato a 400 Vac dell'impianto gestito come sistema TN-S, conformemente alle disposizioni della Norma CEI 64-8 mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione impiegando interruttori magnetotermici e, all'occorrenza differenziali, inoltre essa è coordinata con l'impianto di terra, in modo da soddisfare le condizioni prescritte della stessa Norma CEI 64-8.

6.2. PROTEZIONE COMBINATA DAI CONTATTI DIRETTI E INDIRECTI

Per quanto riguarda i circuiti di comando e segnalazione che collegano fra loro i vari quadri elettrici dell'impianto, verrà adottata una protezione combinata contro i pericoli derivanti dai contatti diretti con parti normalmente in tensione o indiretti con parti conduttrici che possono andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale, da realizzare



mediante sistema a bassissima tensione di sicurezza (SELV) conformemente alle disposizioni della Norma CEI 64-8.

6.3. PROTEZIONE DEI CIRCUITI DALLE SOVRACORRENTI E SEZIONAMENTI

La protezione delle linee dagli effetti delle sovracorrenti è realizzata mediante dispositivi di interruzione (interruttori magnetotermici o fusibili) installati a monte di ciascuna conduttura ed aventi caratteristiche tali da interrompere automaticamente l'alimentazione in occasione di un sovraccarico o di un cortocircuito, conformemente alle disposizioni della Norma CEI 64-8, in relazione alle portate dei cavi in regime permanente come indicate dalle tabelle CEI-UNEL.

Per il sezionamento dei circuiti verranno impiegati dispositivi onnipolari. Tutti i quadri saranno dotati di interruttori generali onnipolari che rendano possibile il sezionamento completo delle varie sezioni di impianto.



7. IMPIANTO DI MESSA A TERRA

L'impianto agrivoltaico sarà dotato di un impianto di messa a terra per la protezione dai contatti indiretti, coordinato con le caratteristiche di intervento degli interruttori automatici magnetotermici differenziali.

L'impianto sarà inoltre dotato di dispersore di terra del tipo a maglia e collegamenti equipotenziali per la connessione delle masse al dispersore stesso.

La configurazione geometrica e il dimensionamento dei conduttori della maglia di terra saranno determinati conformemente alle disposizioni della Norma CEI 99-2 e CEI 99-3, al fine di evitare che le tensioni di contatto e di passo superino i massimi valori ammissibili determinati in base ai valori della corrente di guasto e del tempo di eliminazione in media tensione.



8. GESTIONE IMPIANTO

L'impianto agrivoltaico 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).



9. 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.)

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

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 6 sottocampi 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.



REGIONE BASILICATA - PROVINCIA DI MATERA - COMUNE DI TRICARICO
PROGETTO DEFINITIVO- Autorizzazione Unica ex d.lgs. 387/2003
Impianto agrivoltaico di potenza nominale pari a 12,64 MW e relative opere di connessione
proposti da Solaria Promozione e Sviluppo Fotovoltaico srl in agro di Tricarico
A.5. Relazione tecnica impianto agrivoltaico

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	42,4	8	5,30	Manovali edili
Sistemazione e pulizia del terreno	88,7	8	11,09	Ditta specializzata
Sbancamento per le piazzole di cabina di campo	14,0	4	3,50	Manovali edili
Tracciamento delle strade interne e perimetrali	34,6	8	4,33	Manovali edili
Realizzazione dei canali per la raccolta delle acque meteoriche	115,5	16	7,22	Manovali edili
Installazione della recinzione definitiva	212,0	8	26,49	Manovali edili
Posa delle cabine prefabbricate	23,3	4	5,83	Ditta specializzata
Esecuzione scavi per cavidotti MT	114,0	24	4,75	Manovali edili
Esecuzione scavi per cavidotti BT e di segnale	120,0	28	4,29	Manovali edili
Esecuzione delle infissioni delle strutture di sostegno e livellamenti necessari	110,5	24	4,60	Manovali edili
Montaggio delle strutture di sostegno	221,0	40	5,53	Montatori meccanici
Infissione e collegamento dei dispersori dell'impianto di terra	221,0	40	5,53	Manovali edili
MONTAGGI ELETTROMECCANICI				
Esecuzione dell'impianto di terra e collegamento conduttori di protezione	110,9	30	3,70	Elettricisti
Posa dei cavi MT	57,0	16	3,56	Elettricisti
Posa dei cavi BT	60,0	16	3,75	Elettricisti
Installazione sostegni impianto illuminazione esterno	169,6	8	21,20	Manovali edili
Installazione e cablaggio corpi illuminanti	84,8	8	10,60	Elettricisti
Posa dei moduli FV sulle sottostrutture	287,3	40	7,18	Elettricisti
Posa degli inverter	40,0	40	1,00	Ditta specializzata
Cablaggi dei moduli fotovoltaici	459,7	50	9,19	Elettricisti
Posa dei cavi di segnale	30,0	16	1,88	Elettricisti
Montaggio trasformatori, quadri MT e BT cabina di campo e di impianto	46,7	6	7,78	Elettricisti
Cablaggi all'interno delle cabine	70,0	6	11,67	Ditta specializzata
Posa e cablaggio cancelli elettrici	6,0	3	2,00	Manovali edili
Completamento e verifica montaggi	25,0	6	4,17	Elettricisti
VERIFICHE, PROVE, COLLAUDI				
Verifiche sull'impianto di terra	22,2	8	2,8	Elettricisti
Collaudo degli impianti tecnologici e servizi ausiliari	25,3	8	3,2	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	15,0	4	3,8	TERNA
Intervento dell'UTF	10,0	4	2,5	UTF
Collaudo finale	60,0	12	5,0	Direzione lavori
Messa in esercizio	30,0	10	3,0	Ditta specializzata

La realizzazione del solo impianto FV è prevista complessivamente in circa 10-12 mesi.

9.1. DETTAGLIO FASI DI CANTIERE

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



9.1.1. 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 gli impianti da allestire nell'area d'impianto saranno costituite da:

- 7 o 8 Container attrezzati per la funzione di uffici, uno per la Direzione Lavori e uno o due per le principali imprese appaltatrici
- 3 container uso magazzino per le imprese appaltatrici
- 8 bagni chimici
- N°2 depositi acqua 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.

9.1.2. 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.

9.1.3. 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.

9.1.4. 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	Provenien	n.
Strutture portanti	Con Autoarticolato 	Estero	40
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	12



Fornitura	Tipologia Trasporto	Provenien	n.
Moduli	<p>Per i moduli si devono prevedere container da 12,2 x 2,45 x 2,6 metri di altezza.</p> <p>In questo modo per ogni viaggio vengono trasportati circa 700 moduli.</p> 	Estero	35
Inerti	<p>Gli inerti necessari per la realizzazione delle strade saranno approvvigionati da ditte locali e trasportati con mezzi specializzati.</p> <p>Si considera che un mezzo può trasportare circa 22 metri cubi di inerti. Nel calcolo del numero di viaggi occorre tenere conto che il materiale di risulta degli scavi verrà riutilizzato solo in parte; il rimanente verrà pertanto conferito ad idoneo impianto di trattamento.</p> 	Locale	820



Partendo dal presupposto che per motivi di sicurezza il numero medio di viaggi/giorno dei mezzi pesanti non possa superare un valore di 35-40 viaggi/giorno per area, 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 350 unità, per un peso complessivo di circa 12.600 kg di cartone e 4.200 kg di pancali di legno.

9.1.5. 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.

9.1.6. CABINE DI CAMPO, CABINE DI IMPIANTO, CABINA UFFICI E CABINA MAGAZZINO

Tutte le cabine sono di tipo prefabbricato. Per il loro posizionamento vengono eseguiti degli scavi per l'alloggiamento della base della cabina.



Ogni cabina di trasformazione (campo), in grado di gestire la potenza ad essa confluyente, sarà costituita dai seguenti componenti:

- Locale 1 contenente:

quadro di parallelo bassa tensione (QPBT);

quadro di alimentazione dei servizi ausiliari (QSA);

il gruppo UPS;

- Locale 2 contenente:

trasformatore BT/MT;

- Locale 3 contenente:

quadro di media tensione (QMT).

Nello specifico per ogni sottocampo si prevede di utilizzare al massimo un trasformatore da 2000 kVA del tipo DYn11 20/0.8kV.

I passaggi previsti per il transito delle persone saranno larghi almeno 80 cm, al netto di eventuali sporgenze. La cabina sarà posta su fondazione prefabbricata tipo vasca, che fungerà da vano per i cavi e che sarà accessibile da apposita botola posta sul pavimento dei vari locali. Il calore prodotto dal trasformatore e dai quadri sarà smaltito tramite ventilazione naturale per mezzo di griglie di areazione e da aspiratori ad asse verticale comandati in temperatura. Infine, sarà realizzato un impianto di messa a terra tramite dispersore orizzontale ad anello in corda di rame nuda sez. 50 mmq e da n. 6 dispersori verticali in acciaio zincato con profilo a croce 50x50x5 mm di lunghezza pari a 2,5 m.

Sul fondo dello scavo per tutte le cabine viene realizzato uno strato di "magrone" per garantire la stabilità della cabina stessa.

Oltre alle n°6 cabine di campo e alla cabina d'impianto saranno posate:

- n°1 cabina uffici di dimensioni 6,0m x 5,0m x h 3,0m
- n°1 cabina adibita a magazzino di dimensioni 12,2m x 4,9m x h 3,3m.

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.



9.1.7. 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.



9.1.8. 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.

9.1.9. 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.



10. 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 agrivoltaico:

Apparecchiatura	Attività/impianto	Addetto	Frequenza
PANNELLI FOTVOLTAICI	Ispezione visiva del campo agrivoltaico 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



REGIONE BASILICATA - PROVINCIA DI MATERA - COMUNE DI TRICARICO
PROGETTO DEFINITIVO- Autorizzazione Unica ex d.lgs. 387/2003
 Impianto agrivoltaico di potenza nominale pari a 12,64 MW e relative opere di connessione
 proposti da Solaria Promozione e Sviluppo Fotovoltaico srl in agro di Tricarico
A.5. Relazione tecnica impianto agrivoltaico

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		
	Pulizia apparecchiature, carpenteria		SEMESTRALE
	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		
	Controllo serraggio morsetti		
	Controllo e/o prova funzionamento circuiti ausiliari		
	Prova meccanica dei dispositivi di manovra		SEMESTRALE
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			



11. DISMISSIONE

Si prevede una vita utile dell'impianto non inferiore ai 25 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 2012/19/UE: WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) – direttiva RAEE – recepita in Italia con il D.lgs 49/2014 e modificato dalla legge 221, 28 dicembre 2015 e successivamente dal D.L.vo 3 Settembre 2020, n. 118 che recepisce la vigente direttiva europea 2018/849.

Il prodotto più tecnologicamente sviluppato e maggiormente presente in peso nel campo è il modulo agrivoltaico: 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 agrivoltaico si rimanda alla relazione specialistica dedicata.