



COMUNE DI MAGIONE
PROVINCIA DI PERUGLIA
REGIONE UMBRIA

PROGETTO DEFINITIVO DI UN LOTTO DI IMPIANTI AGRO-FOTOVOLTAICI
DENOMINATO "TORRE DELL'OLIVETO" DELLA POTENZA DI PICCO COMPLESSIVA
P=26'260.08 kWp E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20'700 Kw SITO IN VIA
REGIONALE 220 PIEVAIOLA NEL COMUNE DI MAGIONE (PG)

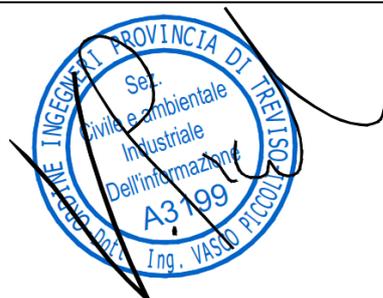
Proponente

Greencells Italia Srl

WALTHER-VON-DER-VOGELWEIDE PLATZ 8 BOLZANO

P. IVA: 03114740214

Progettazione



Preparato

Pietro Ing. Martignoni

Verificato

Gianandrea Ing. Bertinazzo

Approvato

Vasco Ing. Piccoli

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Titolo elaborato

RELAZIONE DESCRITTIVA GENERALE

Elaborato N.

1RG

Data emissione

30/06/23

Nome file

RELAZIONE DESCRITTIVA

N. Progetto

Pagina

COVER

00

REV.

30/06/23

DATA

PRIMA EMISSIONE

DESCRIZIONE

Sommario

1	Premessa	4
1.1	Normativa di riferimento.....	5
1.2	Definizioni e acronimi.....	6
2	Descrizione generale	8
2.1	Vincoli	8
2.2	Valutazioni agronomiche.....	10
2.3	Criteri di progettazione	11
2.4	Dati generali di progetto	11
2.5	Parametri linee guida agrivoltaico.....	13
2.6	Inquadramento geografico.....	15
2.6.1	Riferimenti Catastali	16
2.6.2	Riferimenti Cartografici	16
2.7	Configurazione campo FV.....	17
2.8	Definizione del layout.....	18
2.9	Connessione alla rete elettrica	20
2.10	Criteri di dimensionamento.....	21
2.11	Producibilità energetica.....	22
2.11.1	Analisi perdite e stima di producibilità.....	23
2.11.2	Risparmio combustibile ed emissione evitate	28
3	Caratteristiche tecniche dei principali componenti d’impianto.....	29
3.1	Moduli fotovoltaici	30
3.2	Strutture di Sostegno – Inseguitori mono-assiali	31
3.3	Inverter	33
3.4	Cabina di trasformazione (skid).....	34
3.4.1	Trasformatore BT/MT.....	35
3.5	Cabina di consegna.....	37
3.6	Elettrodotto MT.....	38
3.7	Impianti di sorveglianza / illuminazione.....	39
3.8	Impianti Anti-roditori.....	39
4	Opere civili.....	40
4.1	Strutture di sostegno moduli FV.....	40
4.2	Cabine e prefabbricati	40
4.3	Recinzione.....	41

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4.4	Viabilità interna	42
4.5	Opere di mitigazione	44
4.6	Livellamenti e movimentazione di terra.....	46
4.7	Cantierizzazione/realizzazione	46
5	Gestione impianto / manutenzione	47
6	Dismissione.....	48
7	Ricadute Occupazionali	48
7.1	MAESTRANZE IMPIEGATE NELLA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	49
7.1.1	FASE DI COSTRUZIONE.....	49
7.1.2	FASE DI ESERCIZIO	50
7.1.3	FASE DI DISMISSIONE	50

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

1 Premessa

L'idea di realizzare questa opera nasce in considerazione del crescente fabbisogno energetico ed allo stesso tempo, della crescente necessità di abbandonare le fonti tradizionali ad alta emissione di gas serra nell'atmosfera (come ad esempio carbone, petrolio e gas) in favore della generazione tramite fonti energetiche rinnovabili.

Lo sfruttamento della tecnologia fotovoltaica, che consente di convertire in energia elettrica l'energia irradiata dal sole, ha avuto uno sviluppo notevole negli ultimi anni; si è infatti assistito ad una corsa a livello mondiale alla costruzione di impianti che solo 10 anni fa erano impensabili, sia come dimensioni del singolo impianto che come quota dell'energia fotovoltaica sul fabbisogno globale.

Questa corsa è stata inizialmente stimolata da sistemi di incentivazione, che hanno contribuito al raggiungimento di una sufficiente "maturità tecnologica" e consentito di:

- affinare i criteri di progettazione,
- migliorare le prestazioni di ogni singolo componente,
- abbassare i costi del kWh generato per effetto di un'economia di scala.

Oggi la generazione di energia da fonte rinnovabile fotovoltaica non necessita più di un sistema di incentivazione dedicato, ma è di per sé concorrenziale rispetto al costo del kWh generato con centrali tradizionali, unicamente vendendo il kWh generato sul mercato dell'energia.

L'impiego di questa tecnologia di generazione rivestirà infatti un ruolo centrale nella transizione energetica in corso nel contesto nazionale, così come evidenziato dai documenti di programmazione energetica nazionali ovvero la SEN (Strategia Energetica Nazionale) e il più recente PNIEC (Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima, pubblicato nel Dicembre 2019).

Tali documenti strategici hanno posto come obiettivo al 2030 il raggiungimento di una potenza FV installata pari a 50 GW, contro un attuale livello di capacità installata pari a circa 25 GW a inizio 2023.

Come delineato dai sovra-menzionati documenti, sarà preferibile collocare tali impianti di generazione in contesti territoriali già "compromessi" da interventi antropici, quali aree cosiddette "*brownfield*", o su tetti e coperture di edifici. Si ritiene tuttavia poco realistica, se non addirittura utopistica, la possibilità di installare una potenza di 30 GW su sole coperture o aree industriali, senza quindi interessare terreni agricoli.

Grazie ai recenti sviluppi tecnologici, e come dimostrato da svariate iniziative di carattere sperimentale, risulta inoltre possibile adottare architetture impiantistiche e soluzioni installative che consentano di coniugare la produzione di energia elettrica all'attività agricola.

Questa tipologia impiantistica denominata "agrovoltaica" (o agri-fotovoltaica) consente di ottenere i seguenti obiettivi:

- riduzione di consumo di suolo, rispetto ad un impianto fotovoltaico "tradizionale", tramite l'impiego di componenti ad elevata efficienza e di strutture di sostegno maggiormente distanziate tra loro;
- conduzione di attività agricole tra le strutture di sostegno dei moduli FV e lungo la fascia perimetrale esterna dell'impianto;
- produzione di energia da fonte rinnovabile fotovoltaica con livelli prestazionali soddisfacenti che non compromettano la sostenibilità economica dell'intervento nel suo complesso.

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

È infine opportuno considerare come l'occupazione di suolo derivante dalla realizzazione di un impianto fotovoltaico sia completamente reversibile ed in grado di restituire, alla fine della sua vita utile, i terreni occupati alla loro vocazione originaria.

Ecco perché la società proponente "Greencells Srl" presenta il progetto dell'impianto di generazione di energia elettrica da fonte fotovoltaica combinato con attività di coltivazione agricola denominato "Torre dell'Oliveto", da ubicarsi nel Comune di Magione, di potenza nominale complessiva pari a 26'260,08 kWp e di potenza di immissione in rete pari a 20'700 kW.

I documenti editati hanno lo scopo di descrivere in maniera univoca l'architettura dell'impianto agro-fotovoltaico ed i criteri impiegati per la sua progettazione, i principali componenti che saranno impiegati per la realizzazione, nonché le opere le specifiche lavorazioni previste, in conformità con la Normativa vigente.

1.1 Normativa di riferimento

Elenco normativa tecnica di riferimento per la progettazione e la realizzazione di impianti fotovoltaici

- 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 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 11-17: impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727 (CEI 82-9): Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215-1/2 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61730 (CEI 82-27): qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV)
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 62446 (CEI 82-38): Sistemi fotovoltaici – Prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti -Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Serie
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata
- CEI 20-13: cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 81-10-1/2/3/4): Protezione contro i fulmini – serie
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI 0-3: Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati per la legge n. 46/1990;
- 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;
- D.Lgs 81/2008 – Attuazione dell'articolo 1 della legge n°123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;

1.2 Definizioni e acronimi

- **AT:** Alta Tensione – oltre i 52kV;
- **BT:** Bassa Tensione – fino a 1kV in corrente alternata e 1,5kV in corrente continua;
- **Cabina di trasformazione:** cabina elettrica avente come scopo principale quello di elevare il livello di tensione della potenza elettrica in uscita dagli inverter da BT a MT;
- **Campo FV:** porzione dell'impianto FV, recintato, che afferisce a cabine di trasformazione MT
- **CA:** Corrente Alternata
- **CC:** Corrente Continua
- **Generatore FV:** insieme di stringhe FV afferenti al medesimo inverter;
- **Impianto FV:** impianto di produzione di energia elettrica tramite effetto fotovoltaico. Esso rientra nella categoria degli impianti di generazione alimentati da fonti rinnovabili non programmabili (FRNP). L'impianto è costituito da generatore FV, inverter, sistema di distribuzione e connessione con la rete elettrica;
- **Inverter:** dispositivo elettronico con lo scopo principale di convertire l'energia elettrica generata dai moduli FV da corrente continua a corrente alternata;
- **MT:** Media Tensione – 1...52kV;
- **Modulo FV:** assieme di celle FV collegate elettricamente tra loro, che provvede alla generazione di energia elettrica quando esposto alla radiazione solare. Il modulo FV costituisce l'unità elementare per la progettazione elettrica dell'impianto;
- **Potenza di picco:** o potenza nominale di un dispositivo FV (modulo, stringa, generatore o impianto) misurata in corrente continua ed in condizioni di misura standard (STC – Standard Test Conditions) ovvero irraggiamento sul piano dei moduli di 1000 W/m², temperatura modulo di 25°C, Air Mass 1,5; è il valore comunemente riportato nelle schede tecniche dei moduli FV e si misura in [Wp];

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

- **Punto di consegna:** punto di confine tra la rete del distributore e la rete di utente, dove l'energia scambiata con la rete del distributore viene contabilizzata e dove avviene la separazione funzionale tra la rete del distributore e la rete di utente;
- **Sottocampo FV:** porzione di impianto FV che afferisce ad un'unica cabina di trasformazione MT
- **Stringa FV:** insieme di moduli FV collegati elettricamente tra loro al fine di raggiungere la tensione necessaria per il collegamento con l'inverter;
- **Sottostazione elettrica:** è l'insieme delle apparecchiature aventi lo scopo principale di elevare il livello di tensione della potenza elettrica generata da MT a BT.

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2 Descrizione generale

Il progetto definitivo prevede la realizzazione di un impianto agri-fotovoltaico a terra su strutture ad inseguimento solare mono-assiale. Con l'obiettivo di preservare la vocazione agricola dell'area interessata dal progetto e di valorizzare le aree anche da un punto di vista agronomico e di produttività dei suoli, per il presente progetto è stata adottata la soluzione impiantistica che prevede sistemi ad inseguimento solare mono-assiale opportunamente distanziati tra loro (distanza tra le file pari a 8 m), consentendo la coltivazione in modalità intensiva tra le strutture di sostegno, con possibilità di impiego di mezzi meccanici.

La produzione energetica dell'impianto fotovoltaico sarà raccolta tramite una rete di distribuzione esercita in Media Tensione e successivamente veicolata verso la cabina di consegna presso la quale sarà ubicato il punto di consegna con la rete di distribuzione.

L'impianto FV sarà connesso alla rete elettrica di distribuzione in media tensione in configurazione "tre lotti d'impianto" in virtù del preventivo di connessione proposta dal gestore della rete e-Distribuzione (codice rintracciabilità: 335360383) e relativa ad una potenza elettrica in immissione complessiva pari a 20,70 MW. Lo schema di collegamento alla rete di ciascun impianto prevede il collegamento alla rete di e-distribuzione tramite realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in antenna da cabina primaria AT/MT S. SISTO.

Il percorso dell'elettrodotto di connessione in MT tra le cabine di consegna e la CP si sviluppa per una lunghezza complessiva pari a circa 7,5 km, ed è stato studiato al fine di minimizzare l'impatto sul territorio locale, adeguandone il percorso a quello delle sedi stradali preesistenti ed evitando gli attraversamenti di terreni agricoli. Per ulteriori dettagli in merito al percorso del suddetto elettrodotto e alla gestione delle interferenze si rimanda agli elaborati dedicati.

La progettazione dell'impianto è stata eseguita tenendo in considerazione gli aspetti ambientale e paesaggistico nonché lo stato dell'arte dal punto di vista tecnico.

2.1 Vincoli

L'area di impianto agrivoltaico e dell'elettrodotto di connessione alla rete, rientrano nel paesaggio regionale di riferimento identificato dal Piano Paesaggistico Regionale (PPR) come Pievese e comprende i territori collinari al confine con la Toscana ricompresi a nord dai colli che coronano il Lago Trasimeno, a sud dall'orvietano e dai territori pianeggianti della Valle del Nestore. Le strutture identitarie ricomprese dal paesaggio regionale "Pievese" sono le seguenti:

- 4SC_1 La valle del Nestore, il lago e l'area di Pietrafitta tra paleontologia, archeologia industriale e produzione energetica.
- 4SC_2 La Valle di "Pian dell'Abate", il Mandoletto, i castelli di poggio e le ville.

L'area di progetto rientra nella struttura identitaria 4_SC_2 La Valle di "Pian dell'Abate", il Mandoletto, i castelli di poggio e le ville, caratterizzato essenzialmente da una morfologia basso-collinare, che coincide con la Valle denominata "Pian dell'Abate", una valle alluvionale solcata da uno dei principali affluenti del Fiume Nestore, il Torrente Caina e dal Rio Fratta, oltre che da una ricca rete di canali e fossi che ne determinano la ricchezza idrografica, tra i quali emerge il Fosso Loggio il Fosso Ponaiolo, entrambi affluenti del Caina. Il contesto basso-collinare, coincidente con la Valle di "Pian dell'Abate" è inquadrato da rilievi collinari che non superano i 400 m di altitudine, dove il rilievo più alto è costituito dal poggio di Agello, dove sorge l'insediamento omonimo. Il paesaggio si caratterizza per l'assetto agrario tradizionale di cui ancora ne

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

presenta i caratteri salienti, ancorché relazionato con il sistema insediativo storico, costituito da castelli e borghi di poggio, nonché da ville gentilizie e dimore storiche rurali. I caratteri storico-culturali del contesto, connessi agli assetti agrari tradizionali, al sistema insediativo storico, sono testimoniati anche dal fatto che l'intero contesto paesaggistico è Dichiarato di Notevole Interesse Pubblico.

Ai sensi dell'art. 136 del D.Lgs. 42/2004, e con D.G.R. 5701 del 14/06/91, la Valle Pian Dell'Abate, è tutelata come bene paesaggistico. Di conseguenza anche l'area di progetto rientra in tale vincolo.

La linea elettrica di progetto interseca un'area definita Zona di interesse archeologico, vincolate ai sensi della lettera *m) le zone di interesse archeologico* dell'Art. 142. Aree tutelate per legge del D.Lgs. 42/2004.

L'inclusione nelle categorie di beni vincolati per legge a prescindere dalla effettiva loro rilevanza paesaggistica, già prevista dalla Legge Galasso (L. 431/1985), comporta che le eventuali trasformazioni territoriali relative al bene vincolato - o alle relative fasce di tutela - rientranti negli elenchi redatti ai sensi del citato Regio Decreto n. 1775/1933, siano subordinate all'applicazione della procedura di rilascio dell'Autorizzazione Paesaggistica, che autorizza la realizzazione degli interventi.

Per il progetto è stata redatta la relazione paesaggistica a cui si rimanda per approfondimenti.

Nel PTCP l'area di impianto rientra in un'Area di notevole interesse pubblico, Pian dell'Abate, istituita ai sensi dell'art. 136 del D.Lgs 42/2004, con D.G.R.5701 del 14.06.91.

All'interno dell'area di impianto rientra una infrastruttura storica minore, in cui va garantito il mantenimento delle caratteristiche geometriche e costruttive originali.

L'area di impianto agrivoltaico ai sensi del PRG del comune di Magione è classificata nelle Aree di particolare interesse agricolo, regolamentate dall'art. 47 delle Norme di Attuazione – Parte strutturale. Le Aree di particolare interesse agricolo, ricomprendono le aree di pianura destinate all'attività agricola caratterizzate da specifiche tipologie colturali e dalla presenza di sistemi irrigui.

Il tracciato dell'elettrodotto rientra in massima parte in territorio comunale di Perugia e si sviluppa totalmente in interrato lungo la strada SR 220 Pievaiola partendo dall'impianto agrivoltaico e arrivando alla Cabina Primaria S. Sisto, ubicata nella zona industriale a sud del capoluogo umbro. La SR220 nel PRG di Perugia rientra nella classificazione di Strade extraurbane secondarie (tipo c), regolamentata dall'articolo 98 delle Norme Tecniche Unificate di PRG.

L'area di progetto rientra all'interno del bacino del fiume Tevere il cui Piano Assetto idrogeologico PAI, è stato Approvato con D.P.C.M. il 10 Novembre 2006. Con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri il 10 aprile 2013 è avvenuta l'Approvazione del Piano di bacino del fiume Tevere - 6° stralcio funzionale - P.S. 6 - per l'assetto idrogeologico - PAI - primo aggiornamento, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino con deliberazione n. 125 il 18 luglio 2012.

In riferimento al rischio di esondazione, definito dal PAI, l'impianto agrivoltaico non è interessato da alcun elemento appartenente alle Fasce e al rischio idraulico sul reticolo principale definito dal Piano, mentre il tracciato dell'elettrodotto interseca un'Area soggetta ad allagabilità del reticolo secondario, derivata dal Torrente Caina. Il tracciato dell'elettrodotto svolgendosi su strada non è interessato dalle fasce fluviali del Torrente Caina.

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.2 Valutazioni agronomiche

Le caratteristiche costruttive dell'impianto agrivoltaico che si andrà ad installare hanno portato ad un attento studio della compatibilità delle diverse coltivazioni od allevamenti al fine di individuare quella che potrebbe essere la combinazione agricola che allo stesso tempo riscontrerebbe la maggior redditività intrinseca, consentendo al tempo stesso di limitare al massimo le difficoltà legate allo svolgimento delle operazioni agromeccaniche. Nell'attenta analisi svolta si è dovuto tener conto dei seguenti parametri:

- esigenze fotosintetiche delle essenze da porre in coltura e tolleranza all'ombreggiamento;
- ottimizzazione della rotazione colturale delle essenze per massimizzare le rese e consentire all'azienda di continuare a percepire le contribuzioni comunitarie;
- mole e attitudine all'allevamento allo stato brado/semi-brado delle specie zootecniche;
- calcolo del giusto carico di UBA (unità bestiame adulto) ad ettaro sia in rapporto ad un'ottimale turnazione del pascolamento che agli indici da rispettare per il recepimento delle contribuzioni comunitarie;
- possibilità di effettuare le operazioni agromeccaniche e tipologie di macchinari idonei;
- esigenza di limitare al massimo le operazioni di aratura, erpicatura e semina.

Il layout fotovoltaico è stato progettato tenendo in considerazione le esigenze dell'azienda agricola, in particolare sono stati attentamente valutate le interdistanze tra i tracker e la distanza tra i moduli fotovoltaici e la recinzione. Anche l'altezza dei tracker è stata dimensionata in considerazione dell'attività agricola da condurre sui terreni oggetto di intervento.

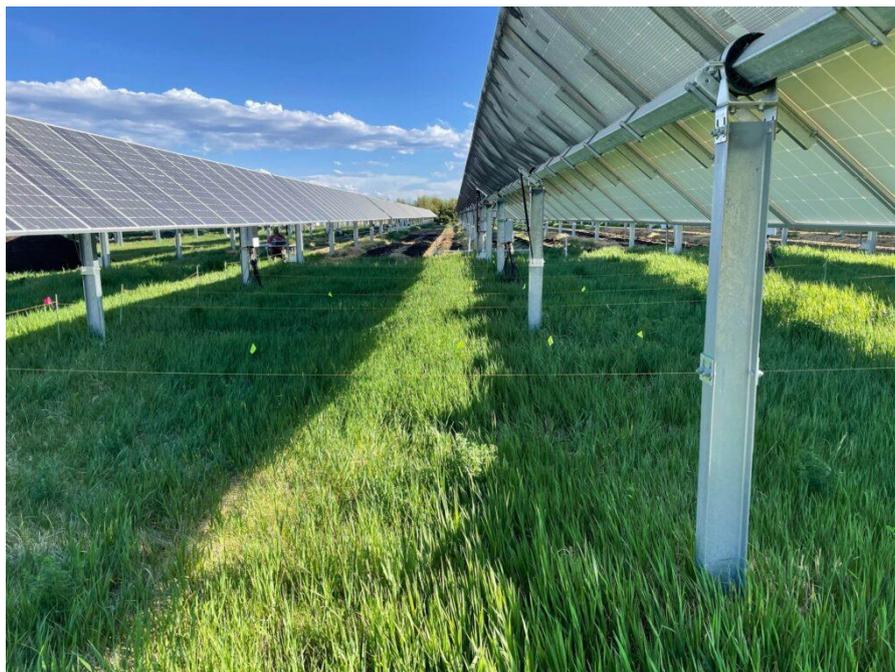
In considerazione delle caratteristiche costruttive dell'impianto agrivoltaico e a seguito di un'attenta analisi delle coltivazioni più diffuse nella zona interessata sono state considerate due ipotesi di futura utilizzazione agricola del compendio preso in esame.

La prima ipotesi di utilizzo riguarda la coltivazione di essenze foraggere da destinare allo sfalcio, essiccazione e successiva raccolta del foraggio per procedere alla vendita del fieno in balloni o rotoballe.

Nella seconda ipotesi di utilizzazione agronomica dell'appezzamento è stato invece considerato un ordinamento zootecnico focalizzando l'attenzione sulla specie ovina in quanto risulta l'unica in grado di adattarsi bene all'allevamento semibrado, limitando al tempo stesso la possibilità di arrecare danno all'impianto fotovoltaico o alle opere accessorie da parte degli animali.

Dalle analisi condotte, la prima ipotesi è risultata la più idonea da attuare, in quanto, a parità di redditività, riscontra una maggior facilità di gestione, soprattutto nell'ottica di affidare l'esecuzione delle varie operazioni colturali ai terzisti, di cui tra l'altro l'azienda già si avvale per la gestione delle restanti superfici agricole aziendali.

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



2.3 Criteri di progettazione

Per l'elaborazione del presente progetto sono stati considerati i seguenti criteri di carattere generale:

- Ubicazione dell'impianto in terreni non gravati da vincoli che li rendano incompatibili con la realizzazione del presente progetto secondo le normative vigenti;
- Ubicazione dell'impianto in terreni caratterizzati da conformazione idonea per l'installazione di un impianto di generazione FV e che non richieda alcun intervento di livellamento del suolo e movimentazione di terreno;
- Minimizzazione dell'impatto visivo dell'impianto stesso mediante la previsione di idonee opere di mitigazione ambientale e di aree verdi in compensazione;
- Utilizzo di tecnologie innovative, in termini di selezione dei principali componenti (moduli FV bifacciali, inverter, tracker e strutture di sostegno) e di opportuni accorgimenti progettuali al fine di massimizzare la producibilità energetica;
- Utilizzo di strutture di sostegno dei moduli FV che non richiedano la realizzazione di invasive fondazioni in cemento, e che siano di conseguenza agevolmente removibili in fase di dismissione dell'impianto FV;
- Utilizzo di cabine elettriche realizzate esclusivamente in soluzioni skid o containerizzate al fine di minimizzare le opere civili e di agevolarne la rimozione a fine vita dell'impianto.

2.4 Dati generali di progetto

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche tecniche relative all'impianto in progetto.

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Tabella 1 - Principali caratteristiche dell'impianto FV

Dati generali società proponente		
Committente	Greencells Italia srl	
Luogo di realizzazione impianto		
Denominazione	Torre dell'Oliveto	
Ubicazione	Magione (PG)	
Coordinate di ubicazione	[gradi decimali]	43,060236° 12,259735°
Superficie di interesse	[Ha]	37,22
Dati elettrici generali		
Potenza di picco lato fotovoltaico DC	[kWp]	26.260,08
Potenza elettrica AC	[kW]	20.700,00
Potenza elettrica approvata dal Distributore	[kW]	20.700,00
Produzione da PVSyst (1° anno)	[MWh]	42.846
Produzione specifica da PVSyst (1° anno)	[kWh / kWp / anno]	1.632
Dati del distributore		
Codice di rintracciabilità	335360383	

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.5 Parametri linee guida agrivoltaico

L'impianto in oggetto, in ottemperanza alle "Linee Guida in materia di Impianti agrivoltaici" pubblicate nel giugno 2022, rispetta i seguenti requisiti:

- ✓ REQUISITO A: Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;
- ✓ REQUISITO B: Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale;
- ✓ REQUISITO C: L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;
- ✓ REQUISITO D: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;
- ✓ REQUISITO E: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Si riassumono in tabella i dati relativi alle due caratteristiche principali che definiscono l'impianto "Agrivoltaico", ovvero:

A.1 Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione.

Si dovrebbe garantire sugli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico, S_{tot}) che almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

$$S_{agricola} \geq 0,7 \cdot S_{tot}$$

A.2 LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola (LAOR= Land Area Occupation Ratio).

Il LAOR è il rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (S_{pv}), e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico (S_{tot}). Il valore è espresso in percentuale.

$$LAOR \leq 40 \%$$

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

VERIFICA SUPERFICIE AGRICOLA	
Area non coltivabile vicino ai tracker (valutata per una larghezza di 2 m)	51372 mq
Cabine di consegna	50 mq
Cabine utente	30 mq
Cabine di Trasformazione	222 mq
Ufficio O&M	30 mq
Container Magazzino	30 mq
Strade	12970 mq
Parcheggio	36 mq
Totale	64740 mq
Superficie coltivabile	307441 mq
Superficie catastale disponibile	372181 mq
Rapporto Superficie coltivabile	83 %

VERIFICA INDICE LAOR	
Area pannelli	123.595 mq
Superficie catastale disponibile	372.181 mq
Rapporto	33 %

B.2 Producibilità elettrica minima.

In base alle analisi svolte, si ritiene che, la produzione specifica di un impianto agrivoltaico, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard, non dovrebbe essere inferiore al 60% di quest'ultima, ovvero:

$$FV_{agri} \geq 0,6 FV_{standard}$$

Nel caso in progetto, si ritiene che la producibilità specifica del sistema agrivoltaico, in base alla potenza ed efficienza dei pannelli utilizzati ed al sistema di inseguimento monoassiale, non abbia alcuna variazione rispetto all'impianto fotovoltaico tradizionale o comunque realizzato in assenza di agricoltura.

La definizione del layout e l'interdistanza utilizzata per la progettazione dell'impianto è stata infatti ottimizzata tenendo conto delle attrezzature agricole e del tipo di coltivazione da praticare, andando di conseguenza a prediligere strutture a doppio modulo che consentono di recuperare tutta la produzione altrimenti persa.

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.6 Inquadramento geografico

L'impianto agri-fotovoltaico denominato "Torre dell'Oliveto" sarà realizzato nel territorio del Comune di Magione (PG) ed è identificato dalle seguenti coordinate geografiche relative alla posizione baricentrica dell'impianto FV:

- 43,060236° 12,259735°

Nelle figure seguenti è riportata la posizione del sito interessato su immagine satellitare.

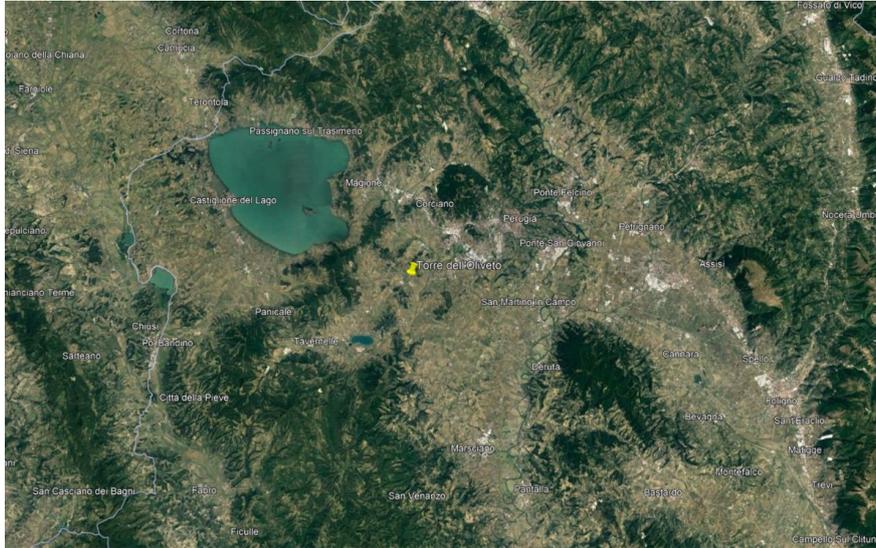


Figura 1 - Inquadramento dell'impianto agri-FV "Torre dell'oliveto" su immagine satellitare – a

L'area di intervento, costituita da tre sottocampi distinti, è caratterizzata da una conformazione pianeggiante. L'area presenta un'estensione complessiva di circa 37,22 Ha, di cui circa 27,47 Ha saranno interessati dall'effettiva realizzazione delle opere, ovvero inclusi all'interno della recinzione d'impianto, al fine di mantenere inalterate le aree interessate dalla presenza di vincoli e interferenze.

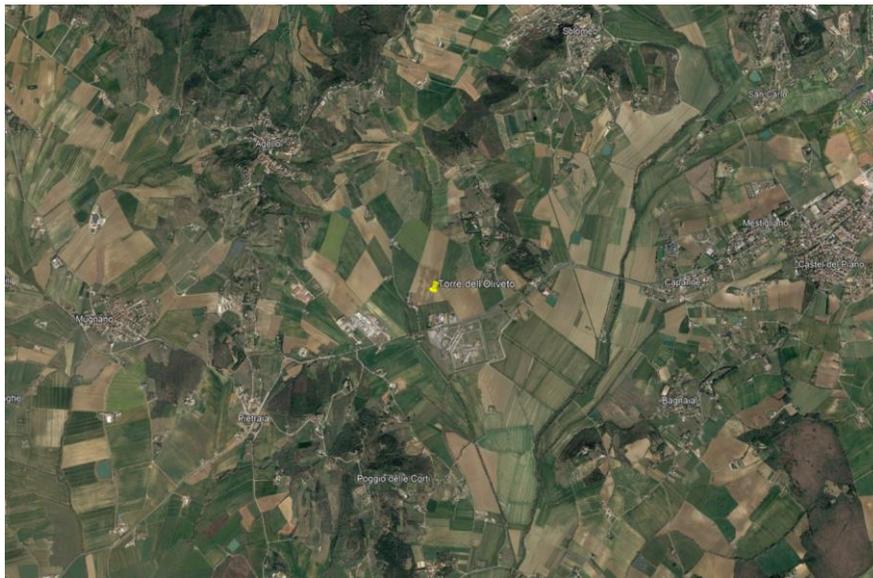


Figura 2 – Inquadramento dell'impianto agri-FV "Torre dell'oliveto" su immagine satellitare - b

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Il territorio del Comune di Magione è assoggettato alle disposizioni contenute nel Piano Regolatore Generale suddiviso in PRG Parte strutturale e PRG Parte operativa redatto, ai sensi della vigente legislazione urbanistica statale e regionale e in particolare alla Legge Regionale 21 ottobre 1997, n. 31 come modificata dalla Legge Regionale 22 febbraio 2005, n. 11, dalla Legge Regionale 14 marzo 2000 n. 27 Piano Urbanistico Territoriale, nonché dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale approvato con D.C.P. n. 59 del 23 luglio 2002. L'area in oggetto è classificata dal Piano Regolatore Generale del Comune di Magione come "Zona agricola di pregio".

Si ritiene opportuno sottolineare che ai sensi dell'art. 12, comma 7, del D. Lgs. 387/03, gli impianti fotovoltaici possono essere ubicati anche in zone classificate come agricole dai vigenti strumenti urbanistici.

Ai sensi dell'art. 12, comma 1, del D. Lgs. 387/03, sono considerati di pubblica utilità, indifferibili ed urgenti le opere, comprese quelle connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione ed esercizio, per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili.

2.6.1 Riferimenti Catastali

L'area all'interno della quale saranno realizzati i campi fotovoltaici interessa le seguenti particelle catastali:

- Comune di Magione (PG): FG 87 – Particelle: 18, 22, 23, 24, 95, 392, 512;
- Comune di Magione (PG): Fg 88 – Particelle: 3, 4, 5, 24, 25, 32, 33, 36, 37, 43, 49, 56, 58, 59, 81, 83, 84, 100, 101, 103, 104, 105, 132, 779, 799.

Il proponente ha la disponibilità giuridica dei terreni interessati dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico in virtù di contratti preliminari di diritti di superficie e servitù relativi ai diritti reali necessari per la costruzione e gestione dell'impianto fotovoltaico e relative opere connesse di durata pari a 30 anni.

Per completezza si indicano anche le particelle dove verranno installate le cabine di sezionamento a servizio del cavidotto:

- Comune di Corciano (PG): FG 52 – Particelle: 948, 1015;

2.6.2 Riferimenti Cartografici

Da un punto di vista cartografico, le opere oggetto della presente relazione ricadono all'interno delle seguenti cartografie:

- CTR (1:5000): fogli 310122, 310123.

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.7 Configurazione campo FV

Presso i confini di ciascun impianto facente parte del lotto sarà ubicata una cabina di consegna in MT, dotata di opportune protezioni elettriche, alla quale saranno collegate le cabine di trasformazione in configurazione radiale, in gruppi di massimo 6,9 MVA per ciascuna linea.

All'interno dei confini dell'impianto FV è prevista complessivamente l'installazione di 15 cabine di realizzate in soluzioni containerizzate e contenenti un locale comune per il quadro in media tensione che riceve l'energia da un trasformatore di potenza MT/BT.

Per l'impianto FV in oggetto si prevede l'utilizzo di inverter di stringa, posizionati direttamente in campo, a ciascuno dei quali saranno collegate fino ad un massimo di 24 stringhe di moduli FV, con 12 MPPT indipendenti. La scelta di utilizzare inverter multi-MPP consente di minimizzare le perdite di disaccoppiamento o mismatch massimizzando la produzione energetica, agevolando inoltre le eventuali operazioni di manutenzione/sostituzione degli inverter aumentando il tempo di disponibilità dell'impianto FV nel suo complesso.

I moduli fotovoltaici, realizzati con tecnologia bifacciale ed in silicio mono-cristallino ad elevata efficienza, saranno collegati elettricamente in serie a formare stringhe da 28 moduli, e posizionati su strutture ad inseguimento solare mono-assiale, in configurazione a doppia fila con modulo disposto verticalmente (configurazione 2-P).

L'utilizzo di tracker consente la rotazione dei moduli FV attorno ad un unico asse orizzontale avente orientazione Nord-Sud, al fine di massimizzare la radiazione solare captata dai moduli stessi e conseguentemente la produzione energetica del generatore FV.

Tabella 2 - Numerosità dei principali componenti d'impianto

Dati costruttivi dell'impianto		
N° moduli FV 660	[Nr]	39.788
N° moduli per stringa	[Nr]	28
N° di stringhe	[Nr]	1.421
N° inverter	[Nr]	69
Potenza inverter di stringa	[kVA]	300
N° trasformatori BT / MT	[Nr]	6 / 9
Potenza trasformatore	[kVA]	1,25 / 1,5
Tensione di esercizio lato DC	[V]	1.500
Tensione di esercizio lato AC (inverter)	[V]	800
Tensione di esercizio servizi ausiliari	[V]	400/230
Strutture di sostegno	Tipologia	Tracker mono-assiali
Inclinazione piano dei moduli	[°]	rotazione Est/Ovest $\pm 55^\circ$
Angolo di azimut	[°]	$12^\circ / 169^\circ$

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.8 Definizione del layout

Il layout dell'impianto fotovoltaico è stato definito, nel pieno rispetto dei vincoli paesaggistici e territoriali, al fine di ottimizzare lo sfruttamento della radiazione solare incidente e conseguentemente massimizzare la produzione energetica dell'impianto.

La disposizione delle strutture di sostegno dei moduli FV, degli inverter e delle cabine elettriche è stata progettata in maniera tale da:

- Rispettare i confini dei terreni disponibili, realizzando le opportune opere di mitigazione ambientale lungo il perimetro dell'impianto FV; in detta fascia viene collocata la fascia arborea, occupando la porzione di fondo in prossimità della recinzione, rappresentando la barriera di mitigazione necessaria per minimizzare la visibilità dell'impianto dall'esterno, mentre la rimanente superficie è da gestire come area di vigilanza, prevenzione e contenimento del fenomeno degli incendi;
- Mantenere un significativo spazio libero tra le strutture di sostegno dei moduli FV, nonché tra le strutture di sostegno e la recinzione perimetrale, tale da consentire la conduzione di attività agricole con l'impiego di mezzi meccanici; la viabilità interna all'impianto è stata altresì progettata per consentire una agevole circolazione dei mezzi agricoli all'interno dell'area;
- Minimizzare gli ombreggiamenti derivanti dalla presenza di eventuali ostacoli (es. tralicci di sostegno linee AT) nonché ombreggiamenti reciproci tra i filari di moduli FV, regolando opportunamente la posizione delle strutture di sostegno ovvero la distanza tra le stesse;
- Consentire l'installazione dei locali tecnici/cabine elettriche, rispettando i 5m richiesti secondo prescrizione VVFF ed allo stesso tempo senza generare ombreggiamenti sui moduli FV e lasciando libero un sufficiente spazio di manovra per gli automezzi sia in fase di costruzione che di esercizio e manutenzione dell'impianto.

In estrema sintesi, sono state considerate le fasce di rispetto dalle seguenti interferenze:

- Fascia di rispetto dalle strade perimetrali: 10m dal ciglio della strada;
- Fascia di rispetto tra confine catastale e recinzione: 2,5m;
- Distanza minima struttura tracker e recinzione: 10m;

In Figura 3 è riportato l'inquadramento su ortofoto del layout d'impianto.

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

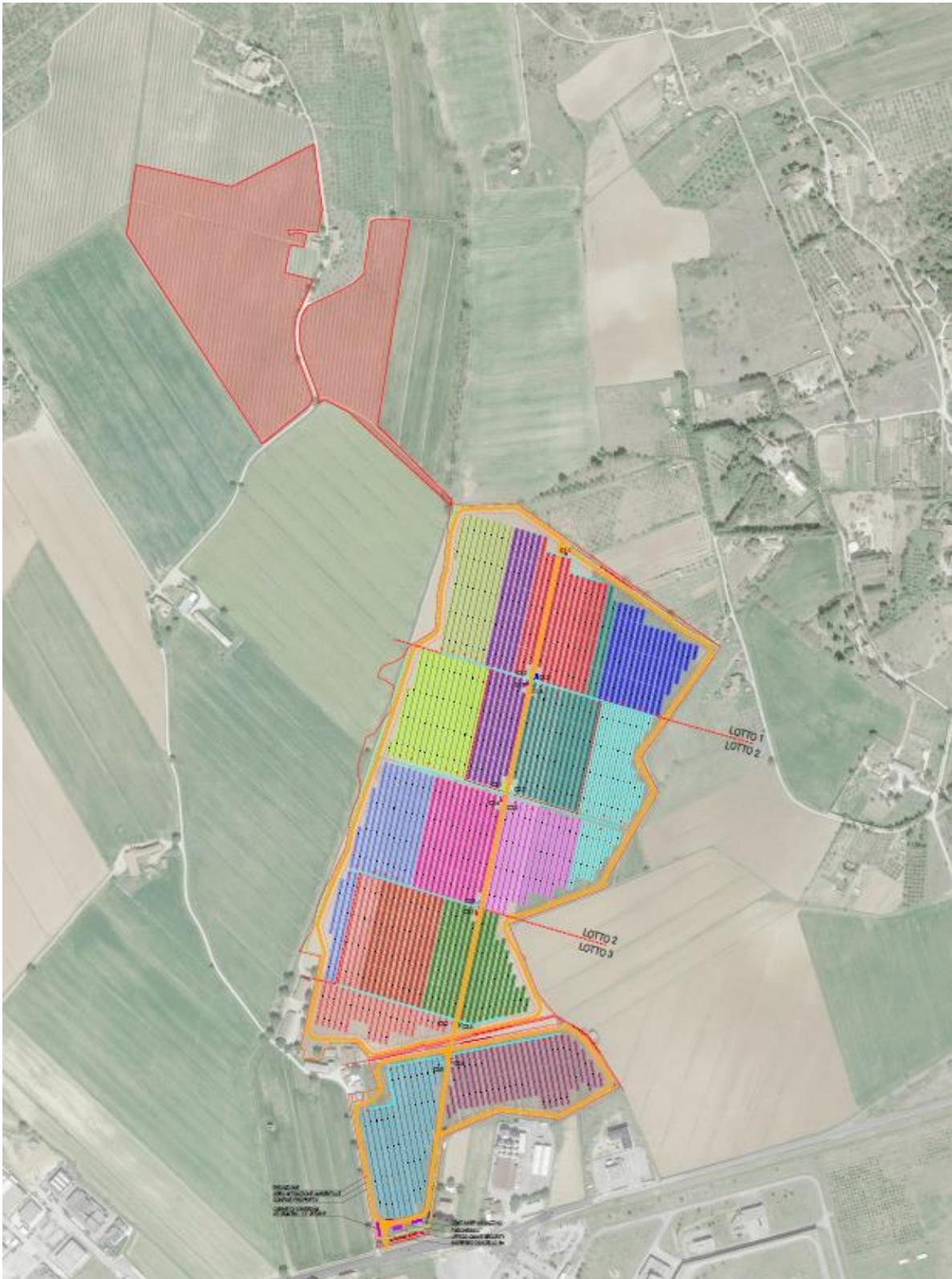


Figura 3 - Layout d'impianto

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.9 Connessione alla rete elettrica

L'energia generata dall'impianto agri-fotovoltaico, composto da tre impianti di generazione distinti dal punto di vista elettrico (configurazione "lotto d'impianti" connessi in media tensione), viene raccolta tramite una rete di elettrodotti interrati in Media Tensione eserciti a 20 kV che confluiscono presso le tre cabine di consegna situate presso i confini di ciascun impianto, in posizione accessibile dalla viabilità pubblica, presso le quali è ubicato il punto di consegna dell'energia generata alla rete di distribuzione. Un elettrodotto interrato in Media Tensione a 20 kV di lunghezza pari a circa 7,5 km trasporterà quindi l'energia generata presso la cabina primaria.



Figura 4 – Inquadramento delle opere di connessione su ortofoto estratto dall'STMG (Soluzione Tecnica Minima Generale) proposta da E-Distribuzione

In tabella è riportata la consistenza dell'impianto fotovoltaico, in termini di potenza nominale e di numerosità dei principali componenti installati.

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.10 Criteri di dimensionamento

Il dimensionamento elettrico dell'impianto di generazione fotovoltaico è stato effettuato sulla base delle indicazioni Normative vigenti ed alle caratteristiche elettriche dei componenti d'impianto nonché delle condizioni climatiche del sito di installazione.

I criteri di dimensionamento dei componenti principali nonché dei cavi elettrici sono dettagliati ed applicati nella Relazione dedicata "*Relazione tecnica generale*".

Nel menzionato elaborato si descrivono seguenti i criteri di dimensionamento dei componenti principali:

- Tensione di isolamento CC;
- Corrente di stringa;
- Inverter: tensione isolamento e range MPP, corrente ingresso per canale e totale;
- Tensione isolamento BT;
- Trasformatore MT/BT: potenza e rapporto di trasformazione
- Tensione isolamento MT;
- Quadro MT di Cabina di trasformazione: tensione e corrente nominale
- Corrente linee MT di campo;
- Impianto: rapporto potenza DC / potenza AC;

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.11 Producibilità energetica

Al fine di stimare la producibilità energetica annua dell'impianto FV si utilizza il software PVSyst (versione 7.2.11), riferimento per il settore fotovoltaico, riconosciuto a livello internazionale come valido strumento per redigere studi di fattibilità economica.

La radiazione solare disponibile, espressa in W/m^2 , costituisce il fattore di maggior rilevanza per conseguire un'elevata produzione energetica e garantire la sostenibilità economica dell'iniziativa progettuale; Si utilizzano per questo i dati di radiazione solare contenuti nel database PVGIS website API, riferiti alle coordinate esatte del luogo di realizzazione dell'impianto e aggiornati alla data di stesura del progetto definitivo.

La componentistica elettrica, moduli e inverter in primis, può essere modellizzata manualmente partendo dalle schede tecniche, tuttavia, visto il largo utilizzo di questo software, le case produttrici forniscono file appositamente creati così da minimizzare le possibilità di errore e fornire ulteriore garanzia sull'accuratezza dei risultati. Grazie al layout dell'impianto è anche possibile ricostruire la disposizione dei moduli sulle relative strutture di sostegno, nonché la tipologia delle stesse.

Sulla base delle informazioni di input sopra menzionate, in termini di disponibilità di radiazione solare, caratteristiche ambientali del sito analizzato, eventuali ombreggiamenti tra le strutture e caratteristiche dei componenti, il software è in grado di stimare le principali voci di perdita energetica che vengono riscontrate durante il reale funzionamento dell'impianto, nonché la sua producibilità.

Nel paragrafo seguente si riporta il dettaglio della producibilità e perdite dell'impianto.

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.11.1 Analisi perdite e stima di producibilità

Di seguito si riportano i principali risultati, in termini di producibilità e perdite, ottenuti dalla modellazione software e valutati in base alle coordinate geografiche dell'impianto, indicate nel precedente paragrafo.

In Figura i dati mensili di irraggiamento (GlobHor, DiffHor, GlobInc, GlobEff) ed energia immessa in rete (E_Grid) dall'impianto.

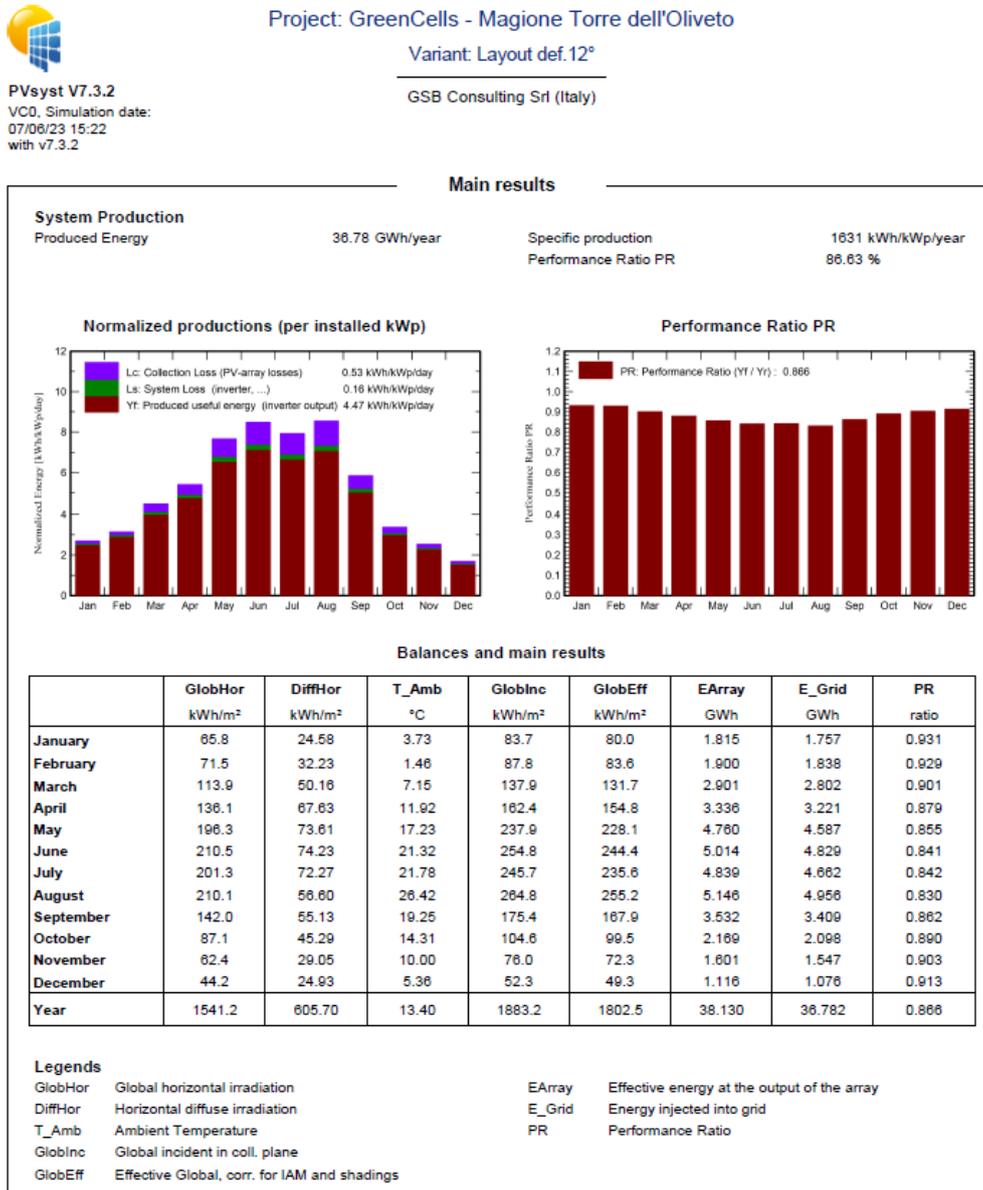


Figura 5 - Producibilità mensile per entrambe le inclinazioni azimut del campo - a

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



PVsyst V7.3.2
 VC1. Simulation date:
 07/06/23 15:33
 with v7.3.2

Project: GreenCells - Magione Torre dell'Oliveto

Variant: Layout def.169°

GSB Consulting Srl (Italy)

Main results

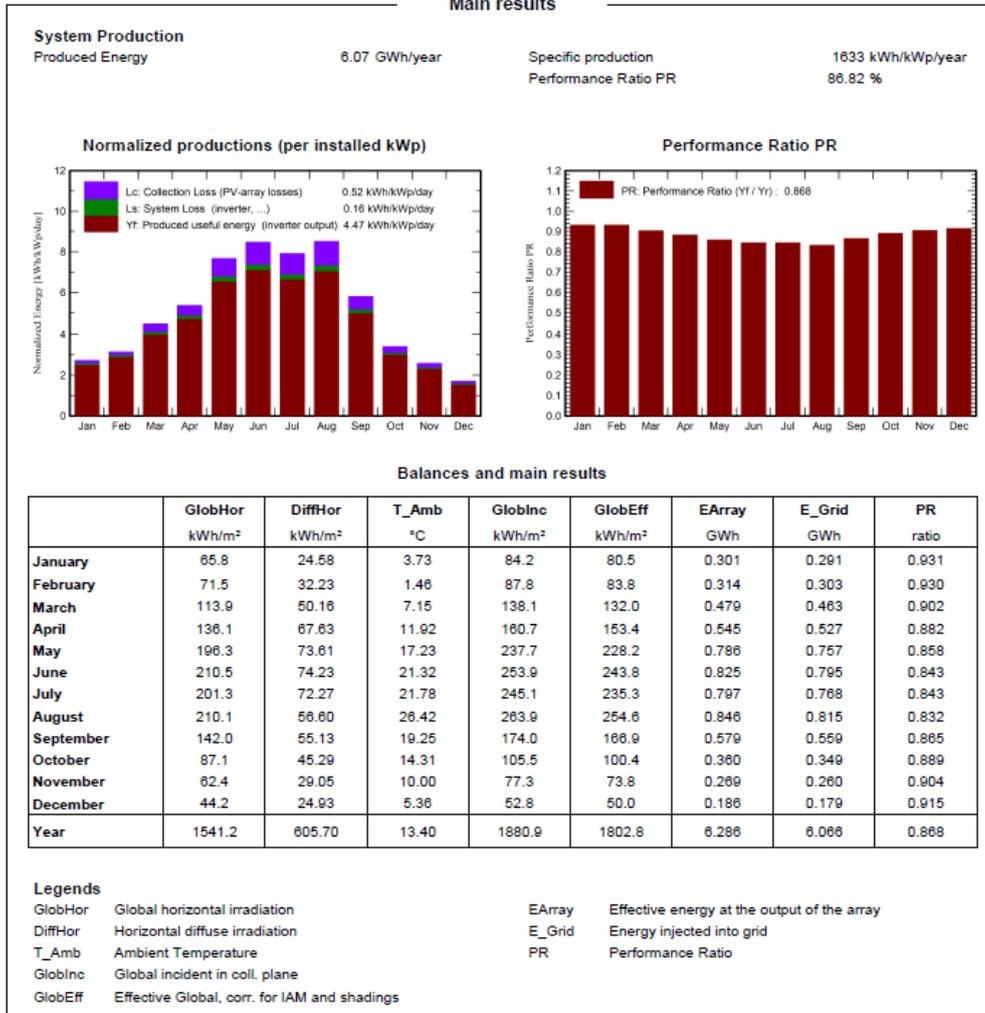


Figura 6 - Producibilità mensile per entrambe le inclinazioni azimut del campo - b

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Di seguito verranno indicate tutte le voci che concorrono alla producibilità del parco fotovoltaico. Per i dati numerici si rimanda al grafico “*schema perdite*”. Si riportano gli aumenti (indicati con segno positivo) o perdite (indicate con segno negativo) per fattori di natura ambientale e geometrica che vanno a modificare l’effettiva irradiazione solare incidente sul pannello:

- Global incident in coll. Plane – Fattore di irraggiamento incidente sui pannelli: Questo fattore generalmente contribuisce positivamente alle prestazioni del parco fotovoltaico in quanto grazie all’inclinazione delle strutture verso sud o ai tracker è possibile aumentare la quantità di energia incidente sui pannelli. In particolare i tracker possono portare un incremento della radiazione incidente intorno al +30% grazie alla continua ricerca della perpendicolarità delle strutture rispetto alla radiazione solare.
- Far Shadings / Horizon – Ombre lontane / Orizzonte: queste perdite sono dovute alla natura del luogo ed evidenza ombre dovute a rilievi naturali o in generale tutte le ombre causate da oggetti posti ad una distanza maggiore “10 volte” il campo solare.
- Near Shadings – Ombre vicine: queste perdite sono dovute agli ombreggiamenti di edifici o alberi posti nelle vicinanze dei pannelli oltre che l’eventuale ombreggiamento reciproco delle strutture. Nel caso di strutture tracker, grazie alla tecnologia del “back-tracking”, è possibile minimizzare l’ombreggiamento reciproco tra le strutture nelle ore mattutine e serali.
- IAM (Incidence Angle Modifier) factor on global – Modifica dell’angolo di incidenza: la perdita dovuta alla mancata perpendicolarità del pannello rispetto alla radiazione solare.
- Soiling loss factor – perdita dovuto allo “sporco”: la perdita dovuta agli agenti atmosferici e all’inquinamento dell’aria.

Di seguito si riporta l’elenco delle voci di perdite energetiche dovute ai moduli presentato da PVSyst:

- PV loss due to irradiance level – Perdita di efficienza dovuta al livello di irraggiamento. L’efficienza del pannello è valutata nelle condizioni STC, irraggiamento sul piano dei moduli di 1000 W/m², tuttavia quando la radiazione incidente è inferiore a tale valore si ha una perdita di efficienza del modulo. In genere questo contributo è abbastanza ridotto <1% a 600 W/m² e solo alcuni costruttori di moduli presentano nel datasheet la curva irraggiamento - efficienza.
- PV loss due to temperature – Perdita di efficienza dovuta alla temperatura. Perdite causate dalla temperatura: perdite causate dall’inevitabile decadimento delle prestazioni dei moduli FV durante il funzionamento a temperature di cella FV superiori di 25°C, temperatura STC di riferimento alla quale è determinata l’efficienza nominale di un modulo FV. In genere questo è il contributo più significativo per i moduli fotovoltaici.
- LID - Light Induced Degradation: questo fenomeno avviene nelle prime ore di esposizione dei pannelli alla luce del sole a causa di tracce di ossigeno presenti nel wafer di silicio: queste particelle di O₂ con carica positiva possono diffondersi in tutta la cella e creare composti con il boro riducendo la resa del pannello rispetto a quanto previsto dai flash test finali condotti nello stabilimento di produzione. La maggior parte dei costruttori certifica la perdita di efficienza dovuta al LID minore uguale del 2%.
- Mismatch loss, modules and strings – Perdite per mismatch, moduli e stringhe. Questo tipo di perdita tiene conto del fattore di produzione dei moduli. Ogni modulo si presenta statisticamente con fattori di corrente e tensione generati differenti l’uno dall’altro. Questa perdita tiene conto del fatto che la corrente di stringa si allinea alla corrente del modulo meno performante;
- DC Ohmic wiring loss – Perdite elettriche di distribuzione CC. Perdite sui cavi che collegano le stringhe all’inverter. Tale valore viene calcolato puntualmente, partendo dal layout del progetto, nella tabella di calcolo per il dimensionamento dei cavi;

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Di seguito le perdite dall'inverter al punto di connessione:

- Inverter Loss during operation (efficiency) – Efficienza dell'inverter
- AC Ohmic wiring loss - Perdite elettriche di distribuzione AC BT. Perdite sui cavi che collegano l'inverter al trasformatore. Tale valore viene calcolato puntualmente, partendo dal layout del progetto, nella tabella di calcolo per il dimensionamento dei cavi.
- Medium voltage transfo loss – Efficienza del trasformatore di media tensione
- AC Ohmic wiring loss Medium Voltage – Perdite elettriche di distribuzione AC MT. Tale valore viene calcolato puntualmente, partendo dal layout del progetto, nella tabella di calcolo per il dimensionamento dei cavi;
- Il consumo dei servizi ausiliari indicato in termini di W/kW solitamente intorno al 0,5% comprendendo: sistema tracker, sistemi ausiliari di cabina, sistemi ausiliari della centrale O&M, sistema di videosorveglianza, luci e altre utenze.

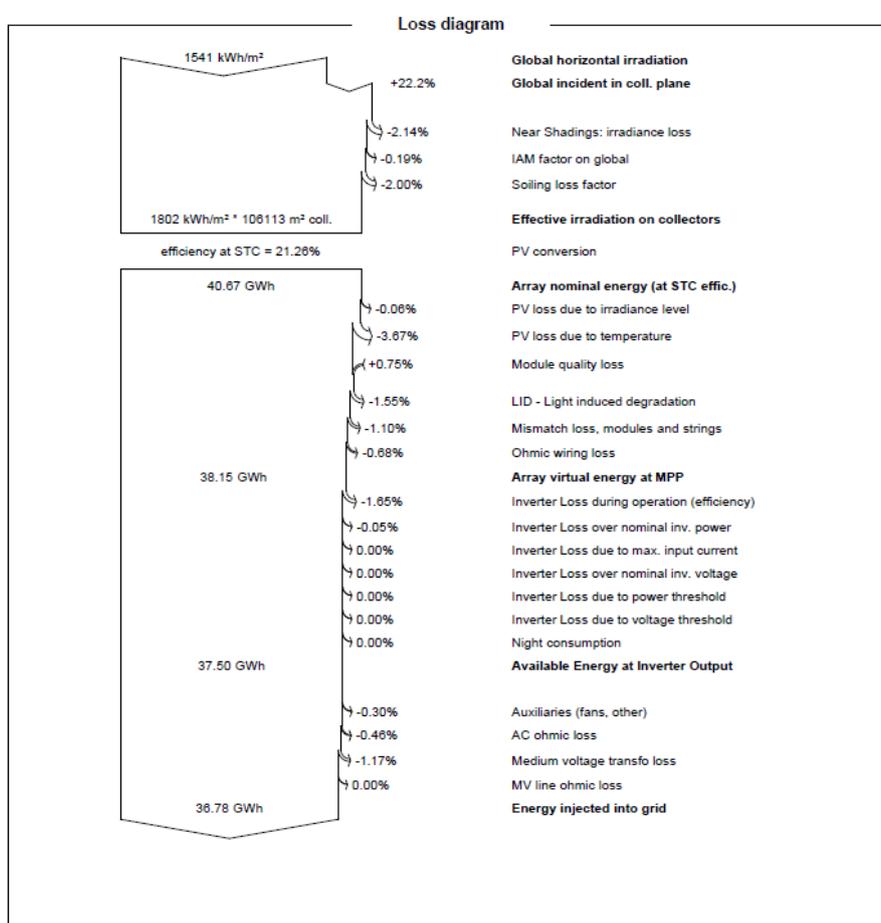


Figura 7 - Schema perdite per entrambe le inclinazioni azimut del campo - a

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

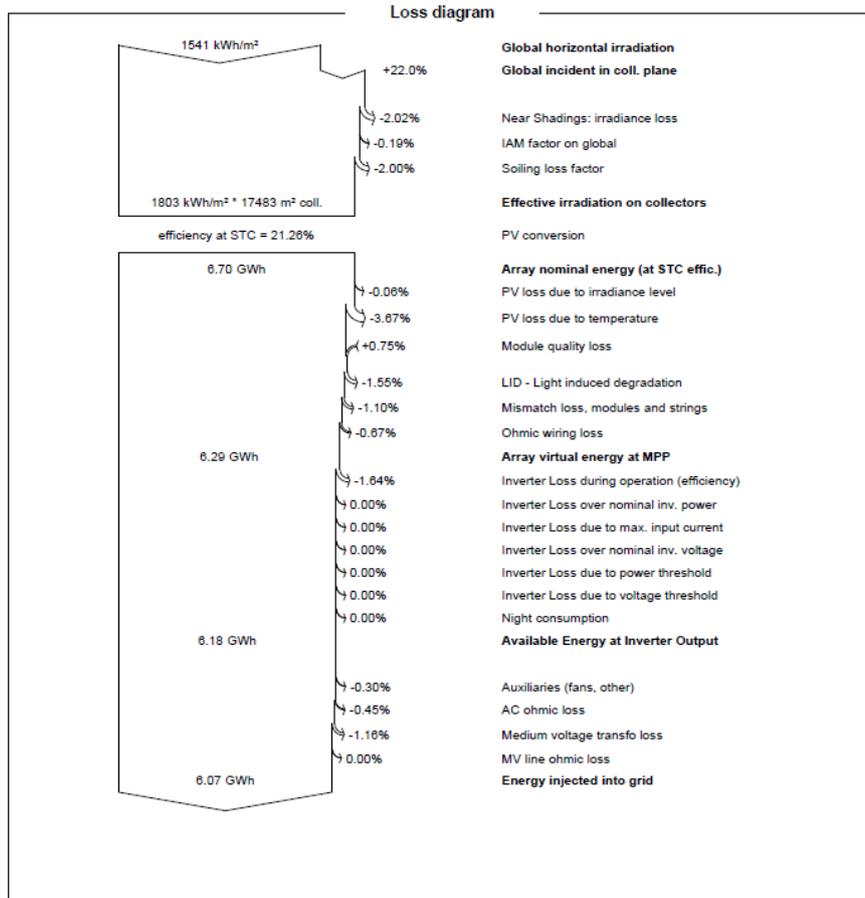


Figura 8 - Schema perdite per entrambe le inclinazioni azimut del campo - b

Nell’elaborato dedicato “Calcolo della stima di producibilità impianto” sono riportati i PVsyst report che sono stati generati per determinare questi risultati.

L’energia attesa prodotta negli anni successivi al primo dovrà tener conto della perdita di prestazioni del modulo FV, dell’affidabilità dell’impianto dovuta all’usura dei componenti.

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.11.2 Risparmio combustibile ed emissione evitate

I benefici ambientali si calcolano come risparmio di combustibile, espresso in Tonnellate Equivalenti di Petrolio (TEP), ed emissioni evitate in atmosfera. Al fine di fornire un ordine di grandezza adeguato per valutare le emissioni di CO₂ si riportano a titolo d'esempio i coefficienti per i principali combustibili impiegati nella produzione termoelettrica.

Tabella 3 - tabella fattori di emissione CO₂ (estratto dal Rapporto 363/2022 del 15/04/2022 Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - ISPRA)

Esempio coefficienti di emissione specifica CO ₂	
Combustibili	t/MWh
Solidi	0,927
Gas naturale	0,371
Prodotti petroliferi	0,517
Media pesata su tutti i combustibili utilizzati per la produzione di energia	
Coefficiente di emissione specifica per CO ₂	0,432

Tabella 2.24 – Fattori di emissione di CO₂ da produzione termoelettrica lorda per combustibile (gCO₂/kWh). Nell'ultima colonna sono riportati i risultati del test di Mann-Kendall (* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001; n.s. non significativo).

Combustibili	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	M-K
Solidi	876,9	863,2	852,0	919,9	889,5	899,8	895,4	870,0	884,5	908,9	927,2	n.s.
Gas naturale	535,0	524,1	486,1	400,5	391,0	367,5	370,3	370,8	369,5	369,5	371,7	***
Gas derivati	1.816,4	1.855,8	1.498,3	1.906,3	1.664,9	1.624,8	1.639,5	1.498,4	1.651,2	1.414,5	1.382,4	*
P. petroliferi	683,5	674,0	713,0	675,1	691,7	562,3	548,4	547,9	544,4	536,4	517,4	**
Altri comb. ^[1]	1.231,6	540,0	265,0	296,8	255,8	136,2	137,6	132,2	131,2	131,2	126,7	***
Altri comb. ^[2]	2.463,1	2.439,8	1.253,1	1.394,8	1.381,9	1.224,0	1.209,6	1.169,3	1.158,0	1.188,2	1.162,1	*
Tot. termoel. ^[1]	709,1	681,8	636,2	574,0	524,5	489,2	467,4	446,9	445,6	416,3	400,4	***
Tot. termoel. ^[2]	709,3	682,9	640,6	585,2	546,9	544,4	518,3	492,7	495,0	462,7	449,1	***

^[1] È compresa l'elettricità prodotta da rifiuti biodegradabili, biogas e biomasse di origine vegetale.

^[2] È esclusa l'elettricità prodotta da rifiuti biodegradabili, biogas e biomasse di origine vegetale.

Si calcolano quindi i dati relativi all'impianto di produzione.

Tabella 4 – Risparmio di combustibile ed emissioni evitate in atmosfera

Coefficienti di emissione		
Tonnellate Equivalenti di Petrolio	[TEP / MWh]	0,187
CO ₂	[t / MWh]	0,432
SO ₂	[t / MWh]	0,0014
NO ₂	[t / MWh]	0,0019
Emissioni evitate nel primo anno		
Tonnellate Equivalenti di Petrolio	[TEP]	8012,2
CO ₂	[t]	18509,5
SO ₂	[t]	60,2
NO ₂	[t]	81,4

Come riportato anche precedente paragrafo, l'energia attesa prodotta negli anni successivi al primo dovrà tener conto: della perdita di prestazioni del modulo FV e della disponibilità dell'impianto che diminuisce con il passare degli anni per effetto di rotture e guasti dei vari componenti.

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3 Caratteristiche tecniche dei principali componenti d'impianto

Per la descrizione dettagliata delle caratteristiche tecniche dei principali componenti d'impianto si rimanda all'elaborato dedicato "Relazione tecnica generale", nella quale saranno descritti:

- Moduli fotovoltaici
- Strutture di sostegno -Inseguitori mono-assiali (tracker)
- Inverter di stringa
- Cabine di trasformazione, con descrizione di:
 - o Trasformatore MT/BT
 - o Quadro MT
 - o Sezione Ausiliari
- Cabina MT di consegna
- Collegamenti elettrici, suddivisi in:
 - o Cavi BT
 - o Cavi MT
- Protezioni elettriche
- Impianto di terra
- Impianti ausiliari.

Si riporta di seguito una descrizione sintetica dei principali componenti d'impianto.

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.1 Moduli fotovoltaici

Per il presente progetto saranno utilizzati moduli fotovoltaici Risen modello Titan.

Tabella 5 - Datasheet modulo FV

Datasheet modulo		RSM132-8-660BMDG	
Lato DC	UDM	Valori da datasheet	coef correttivo
Pannello		STD	%/°C
P	[Wp]	660	-0,34
V _{OC}	[V]	45,89	-0,25
V _{MPP}	[V]	38,23	-0,25
I _{SC}	[A]	18,28	0,04
I _{MPP}	[A]	17,27	0,04
Efficienza modulo STC	[%]	21,2	
Temperatura di funzionamento	[°C]	-40 +85	

Ciascun modulo è composto da 132 mezze-celle realizzate in silicio mono-cristallino ad elevata efficienza, vetro frontale temprato ad elevata trasparenza e dotato di rivestimento anti-riflesso, backsheet posteriore, vetro temprato e cornice in alluminio. Ciascun modulo ha una dimensione pari a 2384×1303×35mm ed un peso pari a 41 kg. Tali moduli fotovoltaici presentano caratteristiche tecniche innovative, di cui si riportano le principali:

- I moduli sono costituiti da celle FV in Silicio mono-cristallino: le celle fotovoltaiche realizzate tramite questa tecnologia costruttiva sono in grado di convertire in energia elettrica la radiazione incidente sul modulo FV.
- Layout costruttivo con “mezze-celle”: la divisione in due di ciascuna cella FV consente di ridurre la corrente foto-generata da ciascuna di esse, comportando una diminuzione delle perdite resistive (direttamente proporzionali all’entità della corrente stessa) e conseguentemente un incremento di efficienza della cella stessa;
- Collegamento elettrico delle celle FV tramite tecnologia “multi-busbar” in grado di ridurre ulteriormente le perdite resistive, minimizzando l’entità della corrente trasportata dalla singola busbar;
- Collegamento elettrico delle celle tramite ribbon di forma cilindrica, anziché la consueta sezione rettangolare, la quale consente di ridurre le perdite ottiche e di minimizzare la resistenza elettrica.



Figura 9 – Modulo FV

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Si ritiene opportuno sottolineare come la scelta definitiva del produttore/modello del modulo fotovoltaico da installare sarà effettuata in fase di progettazione costruttiva in seguito all'esito positivo della procedura autorizzativa, sulla base delle attuali condizioni di mercato nonché delle effettive disponibilità di moduli FV da parte dei produttori.

Le caratteristiche saranno comunque simili e comparabili a quelle del modulo FV precedentemente descritto, in termini di tecnologia costruttiva, dimensioni e caratteristiche elettriche e non sarà superata la potenza di picco totale dell'impianto (kWp).

3.2 Strutture di Sostegno – Inseguitori mono-assiali

Per il presente progetto si prevede l'impiego di strutture di sostegno ad inseguimento mono-assiale, nello specifico si prevede l'installazione di 745 strutture. In funzione del numero di moduli installati, si individuano essenzialmente due tipologie di strutture:

N° strutture tracker mono-assiali	676 strutture 2Px28 (per un totale pari a 37'856 moduli)
	69 strutture 2Px14 (per un totale pari a 1.932 moduli)

Nello specifico, per il presente progetto sono stati considerati i tracker mono-assiali realizzati dal produttore **Soltigua**, modello *iTracker XL*, in configurazione 2P, ovvero singola fila di moduli posizionati verticalmente. Per via della natura agricola i tracker sono disposti secondo un angolo di azimut che garantisca il parallelismo con i canali irrigui esistenti.



Figura 10 - immagine esemplificativa di inseguitori mono-assiali in configurazione 2P (fonte: Soltigua)

Tutti gli elementi di cui è composto il tracker (pali di sostegno, travi orizzontali, giunti di rotazione, elementi di supporto e fissaggio dei moduli, ecc.) saranno realizzati in acciaio al carbonio galvanizzato a caldo. Tali strutture di sostegno vengono infisse nel terreno mediante battitura dei pali montanti, o in alternativa

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

tramite avvitamento, **per una profondità non inferiore a 2,5 m**. Non è quindi prevista la realizzazione di **fondazioni in cemento o altri materiali**. Tale scelta progettuale consente quindi di minimizzare l’impatto sul suolo e l’alterazione dei terreni stessi, agevolandone la rimozione alla fine della vita utile dell’impianto. L’altezza dei pali di sostegno è stata determinata in maniera tale che la distanza tra il bordo inferiore dei moduli FV ed il piano di campagna sia non inferiore a 1,20 m (alla massima inclinazione dei moduli). Ciò comporta che **la massima altezza raggiungibile dai moduli FV sia pari a 5.49 m**, sempre alla massima inclinazione.

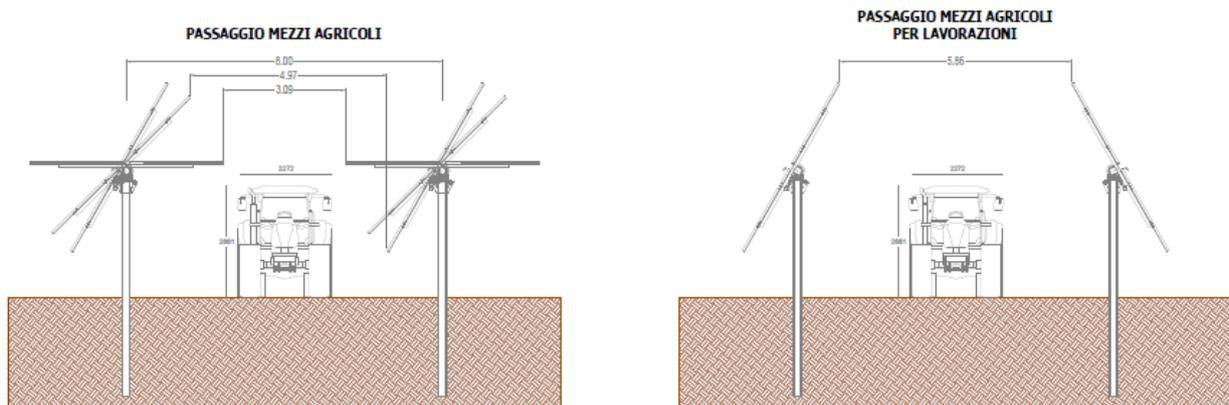


Figura 11 - Inseguitori mono-assiali: modalità di installazione e principali quotature

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.3 Inverter

Per il presente progetto è previsto l'impiego di inverter di stringa **Sungrow** modello **SG350HX**.



Figura 12 - Inverter di stringa SG350HX

I valori della tensione e della corrente di ingresso di questo inverter sono compatibili con quelli delle stringhe di moduli FV ad esso afferenti, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita (800V – 50 Hz) sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Tabella 6 - Dati principali dell'inverter

Datasheet inverter		SG350HX
	UDM	
P_{\max} inverter	[kW]	350
V_{nom} inverter	[V]	800
I_{inverter}	[A]	254,0
Livello di Rumore	[dB] a 1 metro	< 70

Tali inverter sono in grado di accettare in ingresso fino a 24 stringhe di moduli FV, e sono dotati di 12 MPPT indipendenti. Questa scelta progettuale consente di ridurre notevolmente le perdite per mismatch o disaccoppiamento e massimizzare la produzione energetica.

Gli inverter, aventi grado di protezione IP 66, saranno installati direttamente in campo in prossimità delle stringhe ad essi afferenti. Ciascun inverter sarà installato rivolto in direzione Nord e protetto da apposito chiosco, in maniera tale da proteggerlo dall'esposizione diretta ai raggi solari e dalle intemperie e di agevolare le operazioni di manutenzione.

L'uscita in corrente alternata di ciascun inverter sarà collegata, tramite cavidotto interrato, al quadro in bassa tensione ubicato nella corrispondente cabina di trasformazione. Ciascun inverter è in grado di monitorare, registrare e trasmettere automaticamente i principali parametri elettrici in corrente continua ed in corrente alternata. L'inverter selezionato è conforme alla norma CEI 0-16.

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.4 Cabina di trasformazione (skid)

All'interno di ciascun campo saranno ubicate le cabine di trasformazione, realizzate in soluzioni containerizzate, aventi lo scopo di ricevere la potenza elettrica in corrente alternata BT proveniente dagli inverter di stringa ubicati in campo, e innalzarne il livello di tensione da BT a MT (da 800 V a 20 kV), collegarsi alla rete di distribuzione MT del campo al fine di veicolare l'energia generata verso la cabina di consegna.

Le cabine saranno situate in posizione baricentrica rispetto agli inverter di stringa ad essa afferenti, al fine di minimizzare la lunghezza dei cavidotti in bassa tensione e posate su apposite fondazioni in calcestruzzo tali da garantirne la stabilità, e nelle quali saranno predisposti gli opportuni cavedi e tubazione per il passaggio dei cavi di potenza e segnale, nonché la vasca di raccolta dell'olio del trasformatore. Per ulteriori dettagli in merito alle fondazioni nonché al sistema di fissaggio del container si rimanda al sovra-menzionato elaborato dedicato (*Particolare cabine elettriche*).

La cabina di trasformazione sarà principalmente costituita da:

- Trasformatore MT/BT;
- Quadro di media tensione;
- Quadro BT: quadro di parallelo inverter, quadro ausiliari, UPS.

In figura è riportata un'immagine esemplificativa della cabina di trasformazione in configurazione containerizzata.

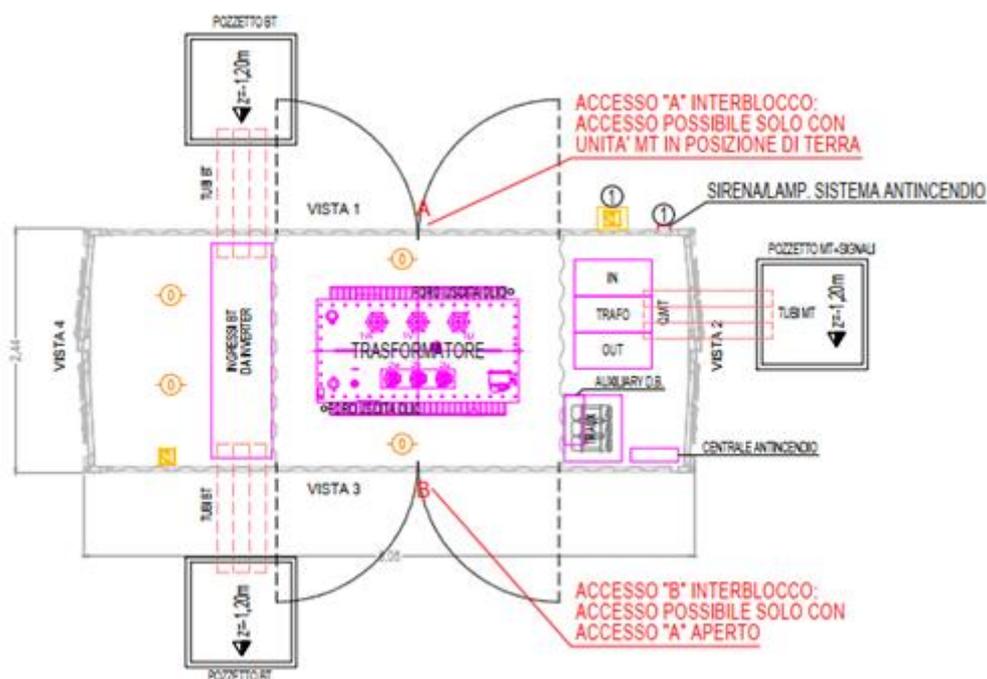


Figura 13 – Immagine esemplificativa della cabina di trasformazione BT/MT

La cabina è costituita da elementi prefabbricati di tipo containerizzato (container marino Hi-Cube da 20'' con dimensioni approssimative pari a 6,06 x 2,44 x 2,9 m – peso pari a circa 20 t), realizzati in acciaio galvanizzato a caldo e costruiti per garantire un grado di protezione dagli agenti atmosferici esterni pari a IP33.

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.4.1 Trasformatore BT/MT

All'interno di ciascuna cabina sarà ubicato un trasformatore elevatore BT/MT, raffreddato ad olio, sigillato ermeticamente ed installato su apposita vasca di raccolta olio. Ogni trasformatore ha rapporto di trasformazione pari a 20'000/800V con diverse potenze a seconda della configurazione del layout:

- 6 da 1,25 MVA
- 9 da 1,5 MVA.

Le principali caratteristiche della macchina selezionata sono riportate in Tabella 7.

Tabella 7 - Trasformatore BT/MT: principali caratteristiche tecniche

Caratteristiche costruttive	Ermetico - KNAN Natural Oil (FR3)
Potenza	1'500 kVA
Gruppo vettoriale	Dy11
Tensione primario - V₁	20'000 V
Tensione secondario - V₂	800 V
Frequenza nominale	50 Hz
V_{cc}	6%
Perdite nel ferro	≤ 0,15%
Perdite nel rame	≤ 0,8%
Dimensioni	2,0 x 1,2 x 2,1 [m]
Peso – con olio	~ 4,1 t
Peso – senza olio	~ 3,27 t
Livello di Rumore	< 68dB (ad 1m)

L'olio utilizzato come isolante all'interno del trasformatore è del tipo naturale FR3, quindi caratterizzato da un minor impatto ambientale rispetto al più "tradizionale" olio minerale in quanto realizzato interamente con oli vegetali biodegradabili e con punto di fuoco molto più alto. Sono previsti non più di 1'850 litri di olio per ogni macchina. Ciascun trasformatore sarà installato sopra apposita vasca di fondazione per la raccolta oli, realizzata in cemento ed opportunamente trattata al fine di essere impermeabile agli oli stessi. La superficie in pianta della vasca, al netto dello spazio occupato dal trasformatore, sarà pari a 5m², ed avrà un'altezza pari a 0.4m, per un volume utile complessivo pari a 2m³.

In figura è riportata un'immagine esemplificativa della tipologia di trasformatore installato all'interno di ciascuna cabina.

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



Figura 14 - Trasformatore BT/MT in olio

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.5 Cabina di consegna

In prossimità del punto di accesso a campo fotovoltaico è prevista l'installazione di una cabina elettrica suddivisa in tre locali: locale Enel, locale misure e locale utente.

Di seguito si riporta la descrizione dei vani e-distribuzione e MISURE che saranno adottati per la cabina di consegna:

- Box monoblocco prefabbricato a due vani tipo ENEL + MISURA (mod. 673) corrispondente alla normativa Enel DG 2061 Rev.9;
- Dimensioni esterne 673x250x269 cm;
- Spessore pareti 8 cm.

Il manufatto è completo di:

- N°02 porte in vetroresina autoestinguente UNIF ENEL a due ante, dim.120x215 cm, con nottolino cifrato ENEL NAZIONALE di cui una con serratura AREL;
- N°01 porta in vetroresina autoestinguente UNIF ENEL ad una anta, dim.60x215 cm;
- N°01 parete divisoria interna in c.a.v., spessore 70 mm.
- N° 1 divisorio in acciaio inox per supporto quadri B.T. e segregazione trasformatore;
- N° 3 punti luce con lampada a plafoniera stagna da E30W del tipo a basso consumo energetico CFL con potenza 30Watt;
- N° 2 collettori interni in rame
- N° 2 finestre di areazione in vetroresina autoestinguente UNIF ENEL con rete antinsetto da cm. 120x54
- N° 2 estrattori d'aria eolico in acciaio inox OMOLOGATI ENEL
- N° 1 botola passo uomo con plotta in vetroresina OMOLOGATA ENEL da cm. 60x60
- N° 1 botola passo uomo con plotta in vetroresina OMOLOGATA ENEL da cm. 100x60
- N° 1 passante cavi temporaneo
- N° 2 quadri elettrici per servizi ausiliari DY 3016/1 con trasformatore di isolamento
- N° 1 connettore interno-esterno per rete di terra
- N° 6 elementi di copertura cunicolo da cm. 69x25
- N° 6 sistemi passacavo B.T. e M.T.

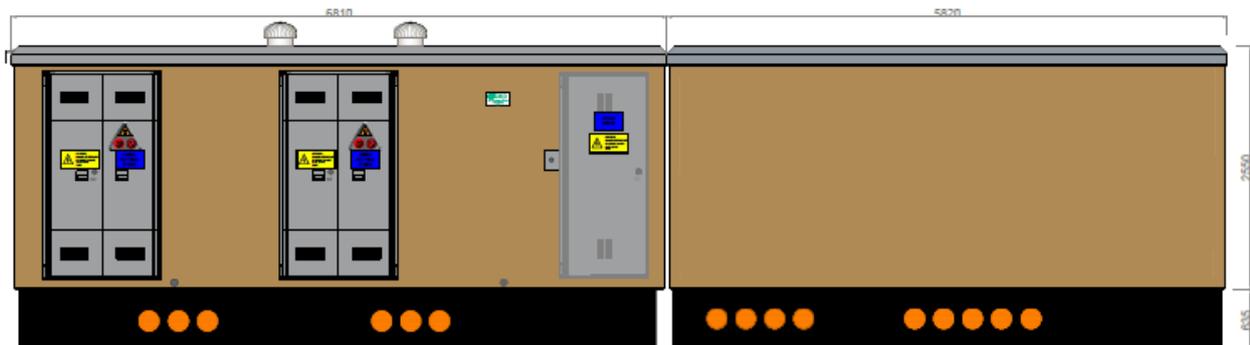


Figura 15 - Cabina di consegna - Vista laterale

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.6 Elettrodotto MT

La linea elettrica di trasmissione sarà costituita da un elettrodotto interrato esercito in Media Tensione tra il campo FV e la Cabina Primaria di S. Sisto.

Il percorso del sovra-menzionato elettrodotto in MT si sviluppa per una lunghezza complessiva pari a circa 7,5 km, ed è stato studiato al fine di minimizzare l'impatto sul territorio locale, adeguandone il percorso a quello delle sedi stradali preesistenti ed evitando gli attraversamenti di terreni agricoli. Per ulteriori dettagli in merito al percorso del suddetto elettrodotto e alla modalità di gestione delle interferenze si rimanda all'elaborato dedicato.

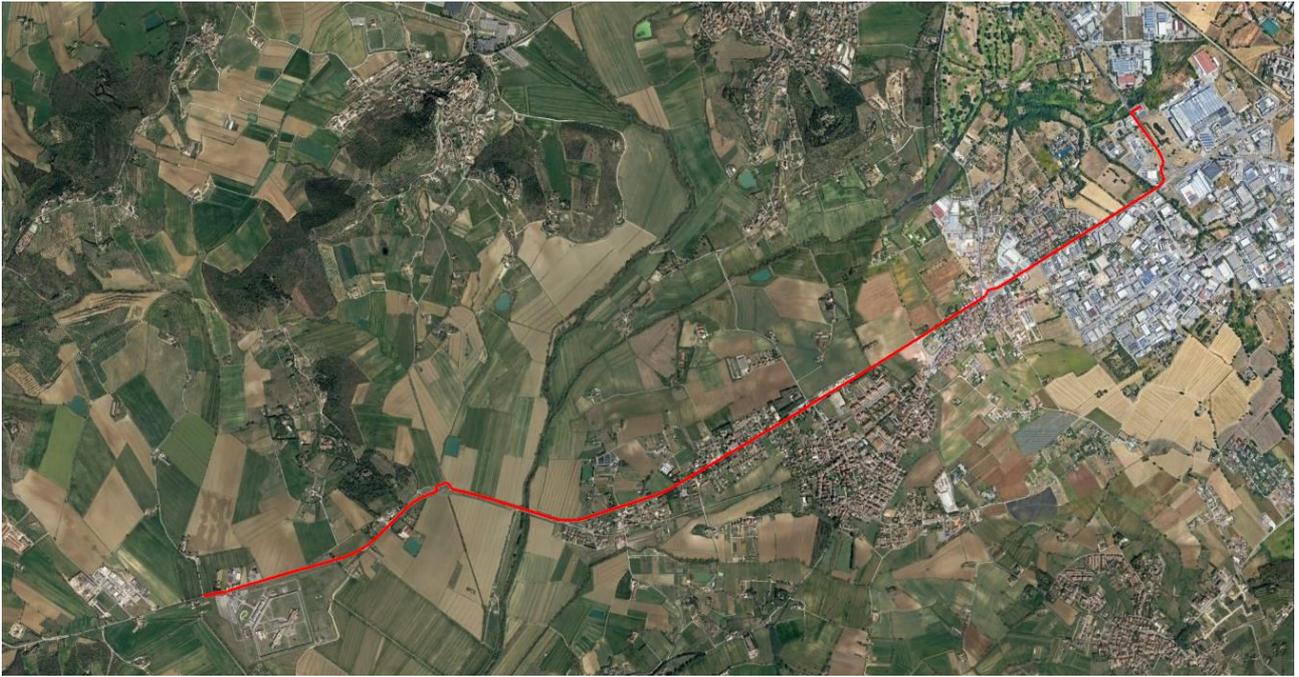


Figura 16 - Percorso dell'elettrodotto MT su Ortofoto

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.7 Impianti di sorveglianza / illuminazione

Al fine di garantire la non accessibilità del sito al personale non autorizzato e l'esercizio in sicurezza dell'impianto FV, esso sarà dotato di un sistema anti-intrusione.

L'impianto FV sarà recintato e ciascun punto di accesso sarà dotato di tastierino numerico per consentire l'accesso al solo personale autorizzato.

Il sistema di vigilanza sarà essenzialmente costituito da videocamere di sorveglianza posizionate:

- lungo la recinzione prevedendo una telecamera su ogni palo dedicato di altezza pari a 5m, ciascuna orientata in modo da guardare la successiva, posta ad una distanza massima pari a 70m, che dovrà essere il raggio d'azione della telecamera stessa. Ogni telecamera sarà inoltre dotata di sensore IR da ¼" per la visione notturna, con campo di funzionamento di circa 100m. Le videocamere saranno posizionate lungo la recinzione perimetrale di ciascun campo ad intervalli di 50÷70m;
- in prossimità di ogni cabina elettrica prevedendo una telecamera per poter controllare e registrare eventuali accessi alle cabine stesse.

Il sistema di vigilanza è completato da una postazione dotata di PC fisso, ubicata in un locale dedicato nel fabbricato adibito a "O&M e Security", tramite la quale sarà possibile visualizzare le video-registrazioni.

È prevista inoltre l'installazione di un sistema di illuminazione esterna perimetrale, costituito da lampade a LED direzionali posizionate su pali, con funzione anti-intrusione, che si accenderà solo in caso di intrusione dall'esterno al fine di minimizzare l'inquinamento luminoso ed il consumo energetico.

In caso di rilevazione di intrusione non autorizzata saranno inoltre attivati allarmi acustici nonché segnalazioni automatiche via GSM/SMS a numeri telefonici pre-impostati.

3.8 Impianti Anti-roditori

Tutte le cabine di trasformazione e di smistamento potranno essere equipaggiate di un proprio impianto anti-roditori ad emissioni di ultrasuoni ad alta frequenza in modo da dissuadere eventuali roditori dal danneggiare i cavi di potenza nel passaggio di vasche di fondazione.

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4 Opere civili

La realizzazione del presente impianto FV comporta la necessità di eseguire alcune opere civili, necessarie per la sua costruzione, esercizio e manutenzione, che verranno descritte nei seguenti paragrafi.

Per ulteriori dettagli in merito si rimanda alla relazione dedicata.

4.1 Strutture di sostegno moduli FV

Tali strutture, le cui principali caratteristiche e modalità di funzionamento sono state descritte nel paragrafo dedicato, sono sostenute da pali metallici infissi a terra tramite battitura o avvitamento, quindi senza la necessità di realizzare fondazioni in cemento.

La profondità indicativa di infissione dei pali di sostegno è pari a circa 2m. Il suo valore definitivo sarà tuttavia determinato caso per caso in funzione della specifica tipologia di terreno sottostante individuata tramite le apposite indagini geologiche.

Tutti gli elementi della struttura, inclusi i sistemi di fissaggio/ancoraggio dei moduli fotovoltaici, sono realizzati in acciaio galvanizzato a caldo in grado di garantire una vita utile delle strutture pari a 30 anni.

4.2 Cabine e prefabbricati

Le cabine e gli edifici prefabbricati previsti per l'impianto FV in oggetto saranno delle seguenti tipologie:

1. Cabina di trasformazione (meglio descritta in questa stessa relazione nei paragrafi precedenti);
2. Cabina di smistamento MT (descritta in questa stessa relazione nel paragrafo dedicato);
3. Cabina adibita a magazzino;
4. Prefabbricato "O&M + Security".

Le cabine di trasformazione saranno realizzate su struttura di tipo skid e la relativa componentistica, una volta posizionata in campo, opererà in condizione *outdoor*. Le cabine di cui al punto 2 e 3 saranno realizzate in soluzioni containerizzate, con container marini di tipo HiCube da 40'' (12,2 x 2,44 x 2,9m).

Entrambe le soluzioni richiederanno apposite fondazioni, costituite da una base in cemento e da plinti parzialmente interrati, nelle quali saranno inoltre previsti appositi vasche per il passaggio dei cavi di potenza e segnale ed eventuale vasca di raccolta dell'olio del trasformatore. Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato grafico dedicato.

Il prefabbricato "O&M + Security", con tipologia strutturale a monoblocco ad un unico piano fuori terra, occuperà una superficie pari a 60 mq (12m x 5 m) e altezza pari a circa 3m, poggiando su una soletta di 30 cm di spessore realizzata in cemento e avente dimensioni 14,5m x 7m, a sua volta posizionata su uno strato di 30 cm di terreno compattato, per una sporgenza complessiva dal piano del terreno di 60 cm.

All'interno di tale prefabbricato sarà ubicata la "sala controllo" tramite la quale accedere e consultare le informazioni provenienti dallo SCADA d'impianto, nonché la "sala security" per l'accesso alle telecamere di sorveglianza ed alle relative video-registrazioni.

Per ulteriori dettagli in merito alle dimensioni nonché al layout interno del prefabbricato si rimanda al dedicato elaborato grafico "*Particolare altri edifici*".

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4.3 Recinzione

Al fine di impedire l'accesso all'impianto FV a soggetti non autorizzati, l'intera area di pertinenza di ciascun campo sarà delimitata da una recinzione metallica, integrata con i sistemi di video-sorveglianza ed illuminazione precedentemente descritti. Essa costituisce un efficace strumento di protezione da eventuali atti vandalici o furti, con un minimo impatto visivo in quanto ubicata all'interno della fascia di mitigazione ambientale.

I particolari dimensionali delle recinzioni sono riportati nell'elaborato grafico "Sistema di sicurezza", di cui si riporta un estratto di seguito:

PARTICOLARE INGRESSO CARRABILE E RECINZIONE

SCALA 1:50



La recinzione perimetrale sarà costituita da una rete metallica in acciaio zincato, plastificata e di colore verde, mantenuta in tensione da fili in acciaio zincato posizionati lungo le estremità superiore e inferiore.

Il sostegno sarà garantito da pali verticali che saranno ancorati al terreno tramite fondazioni cilindriche realizzate in CLS, infisse nel terreno per una profondità non superiore a 40cm.

L'altezza massima della recinzione sarà pari a 2 m, mentre ogni 4 m verrà posizionata un'apertura 20x20cm a livello del suolo al fine di consentire il libero transito alla fauna selvatica di piccole dimensioni.

In prossimità dell'accesso principale di ciascun campo sarà predisposto un cancello metallico per gli automezzi avente larghezza di 5 m e altezza 2 m, e uno pedonale della stessa altezza e della larghezza di un metro e mezzo.

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4.4 Viabilità interna

Al fine di garantire l'accessibilità dei mezzi di servizio per lo svolgimento delle attività di installazione e manutenzione dell'impianto, verrà predisposta una rete di viabilità interna.

Le strade di servizio saranno sia perimetrali che interne ai campi stessi, ed il loro posizionamento è stato studiato in considerazione dell'orografia e della conformazione dei terreni disponibili, in maniera tale da evitare raggi di curvatura troppo "stretti" o pendenze elevate che potrebbero comportare rischi per la sicurezza per la circolazione degli automezzi in fase di installazione (es. posa delle cabine elettriche) e manutenzione (es. verifica inverter o pulizia moduli FV). Lungo i bordi delle strade di servizio verranno interrate le linee di potenza (BT e/o MT) e di segnale.

Le strade di servizio saranno ad un'unica carreggiata e sarà assicurata la loro continua manutenzione. La larghezza delle strade viene contenuta nel minimo necessario ad assicurare il transito in sicurezza dei veicoli, e per il presente progetto è stata stabilita pari a 5 metri, mantenendo su ciascun lato una distanza dalle strutture dei moduli FV non inferiore ad un metro.

Al fine di minimizzare l'impatto sul terreno, la viabilità interna all'impianto sarà realizzata in terra battuta, con uno spessore pari a 10 cm posizionato su uno strato di pietrisco di spessore pari a 30 cm per facilitare la stabilità della stessa.

Per ulteriori dettagli in merito al posizionamento delle strade interne ad ogni campo FV si rimanda agli specifici elaborati grafici "Tavola della viabilità interna e Sistema di Drenaggio".

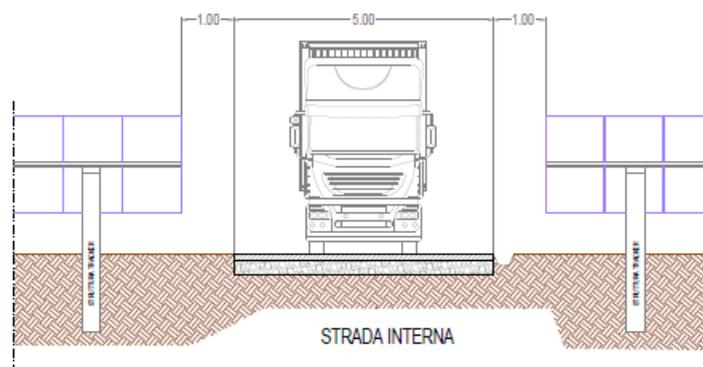
PARTICOLARE STRADA

SCALA 1:100



STRADA INTERNA CON TIR TRASPORTA CONTAINER

SCALA 1:100



00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Il progetto agri-voltaico prevede la possibilità di eseguire in sicurezza e agevolmente le manovre dei mezzi agricoli. Sono state quindi predisposte delle fasce di rispetto tra i tracker e la recinzione in modo che il raggio di curvatura del trattore sia rispettato. Deve inoltre essere garantito il passaggio dei mezzi all'interno delle file dei tracker come si evince in figura.

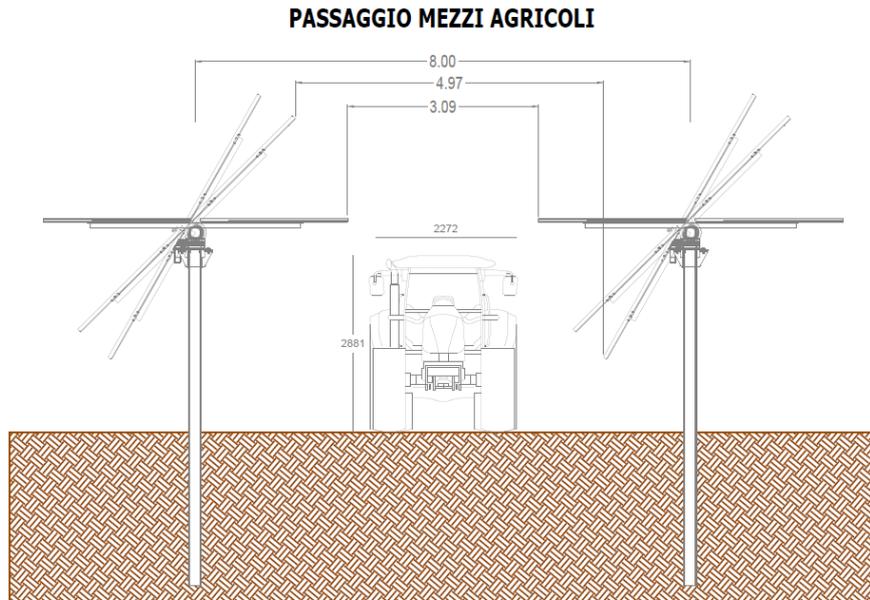


Figura 17 – Tipico tracker in caso agrivoltaico - a

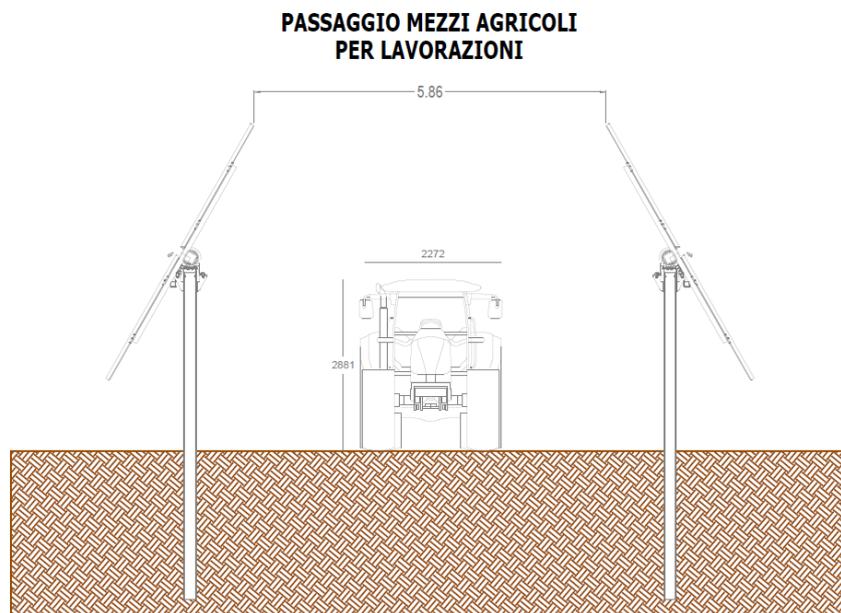


Figura 18 - Tipico tracker in caso agrivoltaico - b

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4.5 Opere di mitigazione

Le opere di mitigazione dell'impianto sono rappresentate da una siepe perimetrale, che vada a mitigare sia l'impatto visivo operato dai pannelli zincati elettrolitici, che degli stessi tracker e pannelli fotovoltaici su di essi installati.

Per tutte le essenze vegetali piantate a formare la siepe perimetrale di mitigazione dell'impatto visivo si sconsigliano sia frequenze troppo elevate di potatura, che potature atte a conferire una qualsivoglia forma geometrica alla siepe.

Una forma "mossa" della siepe, che tra l'altro grazie a non troppo frequenti potature sarà in grado di produrre un'abbondante quantità di fruttificazioni ed infiorescenze su un'ampia gamma di colori, ottempererà al meglio all'importante ruolo di mitigazione dell'impatto visivo che alla stessa viene affidato.

In considerazione delle distanze da rispettare dai confini per la piantumazione delle siepi e dell'altezza di accrescimento di circa tre metri che dovranno raggiungere le essenze vegetali per esplicare al meglio la loro azione di mitigazione, senza interferire con la produttività dell'impianto (ombreggiamento), per la messa a dimora si consiglia una distanza minima dai confini di proprietà non inferiore ad 1 m.l.

Nel caso in cui si ritenga opportuno mitigare l'impatto visivo dell'impianto agrivoltaico anche da punti panoramici altolocati, e solamente nei lati perimetrali dell'impianto che non prevedano l'avvicinamento a confinanti terzi, potrebbe essere prevista la messa a dimora di Cipressi (*Cupressus sempervirens*). L'impianto dell'essenza arborea in oggetto lungo il perimetro, anche alla distanza di 40-50 metri l'una dall'altra, con il particolare accrescimento in altezza e forma affusolata andrebbe sicuramente ad interrompere l'impatto visivo dell'impianto anche da punti altolocati interferendo in maniera veramente marginale sull'ombreggiamento dei pannelli; riprendendo tra l'altro la storica presenza di cipressi già presenti in azienda lungo le strade di accesso ai fabbricati residenziali.

Per quanto riguarda l'individuazione di essenze idonee si potrebbe procedere alla messa a dimora alternata di tre-quattro specie arbustive abbastanza rustiche, con una buona velocità di accrescimento e soprattutto "sempreverdi", che ben si adattano all'allevamento in siepe. Tra le essenze consigliate viene riportato il Corbezzolo (*Arbutus Unedo*), il Viburno (*Viburnum spp.*), la Photinia (*Photinia*) e l'Alloro (*Laurus Nobilis*).

Sul medesimo perimetro di piantumazione della siepe dovrà essere garantita la corretta installazione di un'ala gocciolante con la quale provvedere all'irrigazione delle essenze vegetali almeno nei primi tre-quattro anni dall'impianto. Il tutto per garantirne l'attecchimento ed un buon accrescimento delle essenze anche nei primi anni di attività dell'impianto con un ottimale svolgimento dello specifico ruolo di mitigazione visiva che ad esse viene affidato.

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4.6 Livellamenti e movimentazione di terra

Prima di procedere all'installazione dei vari componenti d'impianto, sarà necessario effettuare alcune attività di preparazioni dei terreni stessi.

In primis verrà effettuata una pulizia dei terreni tramite rimozione di eventuali arbusti, piante selvatiche pre-esistenti e pietre superficiali.

La conformazione generalmente pianeggiante del sito di installazione, unitamente alla scelta progettuale di utilizzare strutture di sostegno dei moduli FV a palo infisso e senza fondazioni consentirà di minimizzare la necessità di livellamenti localizzati. Tali livellamenti saranno invece necessari per le sole aree previste per il posizionamento delle cabine (soluzione containerizzata o prefabbricata) descritte al precedente paragrafo.

4.7 Cantierizzazione/realizzazione

La realizzazione dell'impianto sarà divisa in varie fasi. Ogni fase potrà prevedere l'impiego di uno o più macchinari (muletti, escavatrici, gru per la posa della cabine/container, ecc.), all'occorrenza cingolati al fine di poter operare senza la necessità di realizzare viabilità ad hoc con materiale inerte.

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.

La cantierizzazione dei terreni e l'esecuzione dei lavori sarà effettuata in fasi successive suddividendo i terreni in lotti, che saranno di volta in volta recintati verso l'esterno al fine di garantire la non accessibilità.

L'organizzazione delle aree cantierate (aree di deposito, impianti di cantiere, recinzioni, segnaletica) sarà effettuata secondo la specifica normativa di settore e come delineato all'interno del piano di sicurezza e coordinamento che sarà redatto in fase di progettazione costruttiva.

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

5 Gestione impianto / manutenzione

La conduzione dell'impianto fotovoltaico in condizione di regolare esercizio sarà di tipo non presidiato. Il sistema SCADA precedentemente descritto consentirà infatti di monitorare da remoto tutte le grandezze ed i parametri necessari per verificarne il corretto funzionamento, e di inviare segnali/comandi/setpoint di funzionamento ai principali componenti di impianto. Il controllo e monitoraggio dell'impianto sarà possibile anche in locale, ovvero tramite postazione PC ubicata nel prefabbricato "O&M + Security" precedentemente descritto.

L'intervento in campo è previsto per le varie attività di manutenzione ordinaria/programmata, con cadenze variabili in funzione della tipologia di attività da effettuare, di cui si riporta un elenco non esaustivo:

- Manutenzione del verde;
- Pulizia periodica della superficie frontale dei moduli FV, nonché dei sensori per la misura dell'irraggiamento solare;
- Controllo visivo dello stato di moduli FV e strutture di sostegno;
- Verifica e manutenzione periodica degli inverter di stringa, come prescritto dal produttore;
- Verifica e manutenzione dei quadri elettrici e della relativa componentistica;
- Controllo e manutenzione di cavidotti ed impianti di messa a terra;
- Controllo visivo, ed eventuale manutenzione, delle recinzioni e degli impianti anti-intrusione.

Solo in caso anomalie di funzionamento (es. allarmi rilevati da remoto) è previsto l'intervento in campo di ditte esterne specializzate.

Al fine di minimizzare i tempi di indisponibilità dell'impianto e massimizzarne la produzione energetica, si prevede di mantenere una minima scorta di parti di ricambio all'interno dei container adibiti a magazzino ubicati presso i campi FV.

Per ulteriori dettagli in merito alle attività di gestione e manutenzione dell'impianto si rimanda alla relazione dedicata.

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

6 Dismissione

La vita utile di un impianto di generazione fotovoltaico è stimata in almeno 30 anni. Al termine di questa vita utile si procederà:

- allo smantellamento dell'impianto;
- al suo potenziamento in base alle nuove tecnologie che verranno presumibilmente sviluppate.

Considerando l'ipotesi di smantellamento dell'impianto, sarà individuata una data ultima dell'esercizio, dopo la quale inizierà una fase di dismissione e demolizione, che restituirà le aree al loro stato originario, ovvero allo stato preesistente prima della costruzione dell'impianto, come previsto anche nel comma 4 dell'art.12 del D. Lgs. 387/2003.

Con "dismissione e demolizione" si intende rimozione del generatore fotovoltaico in tutte le sue componenti, conferendo il materiale di risulta agli impianti all'uso deputati dalla normativa di settore per lo smaltimento ovvero per il recupero.

Con il ripristino dei terreni vengono inoltre individuate le modalità operative di ripristino dei luoghi allo stato ante operam.

Per il finanziamento dei costi di queste opere verranno posti in bilancio congrui importi dedicati a tale scopo.

7 Ricadute Occupazionali

Il graduale, ma costante, sviluppo delle fonti rinnovabili è particolarmente significativo per il Paese, poiché genera ricadute economiche e occupazionali.

Utilizzando nel modello di calcolo i dati riguardanti le nuove installazioni (costi in €/kW e nuova potenza installata MW), si è stimato che nel 2020, gli investimenti in nuovi impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, siano ammontati in totale a circa 1,1 miliardi di euro. In particolar modo nel settore fotovoltaico (807 mln€).

Secondo le analisi del GSE nel 2020, le spese di O&M in impianti FER-E hanno generato 34 mila ULA permanenti diretti + indirette.

Considerando le ULA/MW, le bioenergie appaiono essere particolarmente efficaci nella creazione di posti di lavoro nelle attività di O&M. Ciò è dovuto in particolare alla fase di approvvigionamento di combustibile. Il settore eolico, nonostante gli ingenti investimenti, si dimostra il meno efficace nel generare ULA permanenti.

Appare evidente, tuttavia, sottolineare che i nuovi impianti di produzione realizzati al di fuori del mercato in un certo senso viziati degli incentivi, produrranno un rapporto decisamente diverso ULA/MW. Tale considerazione nasce anche ai nuovi presupposti introdotti dal meccanismo delle PPA (Power Purchase Agreement); l'impianto realizzato in market-parity necessiterà costantemente di competenze altamente specializzate nel trading di energia.

Con la realizzazione dell'impianto in oggetto, denominato "TORRE DELL'OLIVETO" della potenza di immissione di circa 20,70 MW, si intende conseguire un significativo contributo energetico in ambito di produzione di energia elettrica, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole.

Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- ✓ la compatibilità con esigenze di tutela ambientale;
- ✓ nessun inquinamento acustico;

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

- ✓ un risparmio di combustibile fossile;
- ✓ una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Secondo i parametri riportati dalle analisi di mercato redatte dal Gestore dei Servizi Energetici, L'impianto denominato "TORRE DELL'OLIVETO" come descritto nell'elaborato "A18_Ricadute Occupazionali", possiamo assumere i seguenti parametri sintetici relativi alla fase di Realizzazione e alla fase di Esercizio e manutenzione (O&M):

- ✓ Realizzazione - Unità lavorative annue (dirette e indirette): 11 ULA/MW
- ✓ O&M – Unità lavorative annue (dirette e indirette): 0,6 ULA/MW

Nello specifico l'impianto FV "TORRE DELL'OLIVETO" di 20,7 MW contribuirà alla creazione delle seguenti unità lavorative annue:

- ✓ Realizzazione: 230 ULA (Valore approssimato per eccesso)
- ✓ O&M: 13 ULA (Valore approssimato per eccesso)

Il periodo di realizzazione dell'impianto è stimato essere di circa 14 mesi dall'inizio dei lavori alla entrata in esercizio dell'impianto.

7.1 MAESTRANZE IMPIEGATE NELLA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

7.1.1 FASE DI COSTRUZIONE

La realizzazione del progetto determinerà la richiesta di maestranze principalmente locali e questo si traduce in un impatto positivo diretto sull'occupazione, e sull'"economia locale" e indiretto su "relazioni sociali", in quanto quest'ultima componente risulta correlata alle prime due, per quanto attiene la vita sociale e il benessere psichico dei lavoratori. Durante la fase di installazione dell'impianto sono richieste diverse professionalità:

per l'ingegneria di progetto	1 project Manager
	1 ing. Civile
	1 ing. Elettrico BT
	1 ing. Elettrico MT/AT
	1 ing. Elettronico
	2 operatori CAD
per la preparazione cantiere	1 responsabile di cantiere
	1 responsabile della sicurezza
	10 operai
per i lavori civili	3 responsabili lavori civili
	3 direttori di cantiere
	1 responsabile della sicurezza
	1 capocantiere
	60 operai

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

per i lavori meccanici	3 supervisori lavori meccanici
	3 direttori di cantiere
	1 responsabile della sicurezza
	150 operai
per i lavori elettrici	3 supervisori lavori elettrici
	3 direttori di cantiere
	1 responsabile della sicurezza
	150 operai
per i lavori elettronici	1 supervisore CCTV
	1 supervisore della qualità
	20 operai
per il commissioning	1 supervisore commissioning
	1 supervisore della qualità
	35 operai

7.1.2 FASE DI ESERCIZIO

Durante la fase di esercizio dell'impianto sono richieste le seguenti professionalità:

- ✓ 1 plant manager
- ✓ 1 responsabile elettrico
- ✓ 1 responsabile meccanico
- ✓ 1 responsabile elettronico
- ✓ 18 operai semplici
- ✓ operai specializzati
- ✓ 50 operai addetti alla manutenzione e gestione dell'area coltivabile

7.1.3 FASE DI DISMISSIONE

Durante la fase di dismissione, le varie componenti dell'impianto verranno smontate e separate in modo da poter inviare a riciclo, presso ditte specializzate, la maggior parte dei rifiuti (circa il 99% del totale), e smaltire il resto in discarica. Le attività di dismissione avranno una durata di 60 gg e necessiterà le seguenti figure professionali:

- ✓ 1 capocantiere
- ✓ 3 direttori di cantieri
- ✓ 1 responsabile della sicurezza
- ✓ 80 operai

00	30-06-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione