



COMUNE DI LIZZANO
PROVINCIA DI TARANTO
REGIONE PUGLIA

PROGETTO DEFINITIVO DI UN LOTTO DI IMPIANTI AGRO-FOTOVOLTAICI
DENOMINATO "MASSERIA MUCCHIO" DELLA POTENZA DI PICCO COMPLESSIVA
P=20'082,30 kWp E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 3X5'950 = 17'850 kW
NEL COMUNE DI LIZZANO

Proponente

SKI 09 S.R.L.

VIA CARADOSSO, 9 - 20123 MILANO
N.REA: MI-2622283 - C.F.: 03058400213
PEC: ski09@unapec.it

Progettazione



Preparato
Dario Ing. Bertani

Verificato
Gianandrea Ing. Bertinazzo

Approvato
Vasco Ing. Piccoli

PROGETTAZIONE DEFINITIVA
Codice Autorizzazione Unica ACCR_VVFW4Q1

Titolo elaborato

RELAZIONE DESCRITTIVA

Elaborato N.	Data emissione			
1RG	04/03/24	03	04/03/24	REVISIONE
	Nome file RELAZIONE DESCRITTIVA	02	14/03/23	REVISIONE
		01	10/02/23	REVISIONE
N. Progetto ISE001	Pagina	00	05/08/22	PRIMA EMISSIONE
	COVER	REV.	DATA	DESCRIZIONE

Sommario

1	Premessa	4
1.1	Normativa di riferimento	5
1.2	Definizioni e acronimi	6
2	Descrizione generale	8
2.1	Criteri di progettazione	9
2.2	Dati generali di progetto	10
2.3	Inquadramento geografico	11
2.3.1	Riferimenti Catastali	13
2.3.2	Riferimenti Cartografici	13
2.4	Inquadramento territoriale.....	14
2.5	Configurazione d’impianto.....	15
2.6	Configurazione campo FV	16
2.7	Definizione del layout	17
2.8	Criteri di dimensionamento	19
2.9	Producibilità energetica	20
2.9.1	Risparmio combustibile ed emissione evitate	23
3	Caratteristiche tecniche dei principali componenti d’impianto.....	24
3.1	Moduli fotovoltaici.....	25
3.2	Strutture di Sostegno – Inseguitori mono-assiali.....	26
3.3	Inverter.....	27
3.4	Cabina di trasformazione (skid)	28
3.4.1	Trasformatore BT/MT	29
3.5	Cabina di consegna	30
3.6	Cabina di sezionamento	31
3.7	Elettrodotto MT	32
3.8	Impianti di sorveglianza / illuminazione	33
3.9	Impianti Anti-roditori	33
4	Opere civili.....	34
4.1	Strutture di sostegno moduli FV	34
4.2	Cabine e prefabbricati.....	34
4.3	Recinzione	35
4.4	Viabilità interna.....	36
4.5	Livellamenti e movimentazione di terra	38

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4.6	Cantierizzazione/realizzazione	39
5	Gestione impianto / manutenzione	40
6	Dismissione	41

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	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.

In particolare lo sfruttamento della tecnologia fotovoltaica, che consente di convertire in energia elettrica l'energia irraggiata dal sole, ha avuto uno sviluppo notevole negli ultimi anni; si è infatti assistito 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.

Lo sfruttamento 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 22.6 GW a fine 2021.

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.

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	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 "SKIO9 Srl" presenta il progetto dell'impianto di generazione di energia elettrica da fonte fotovoltaica combinato con attività di coltivazione agricola denominato "Masseria Mucchio", da ubicarsi nel Comune di Lizzano (TA), di potenza nominale complessiva pari a 20'082.30 kWp e di potenza di immissione in rete pari a 17'850 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);

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- 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;

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

- **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/m^2 , 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];
- **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.

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	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 e sarà ubicato nel Comune di Lizzano (TA).

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 10,8 m), consentendo la coltivazione di ulivi in modalità intensiva tra le strutture di sostegno, con possibilità di impiego di mezzi meccanici. L'attività agricola verrà inoltre condotta lungo la fascia perimetrale dell'impianto.

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 "lotto d'impianti" in virtù del preventivo di connessione proposta dal gestore della rete e-Distribuzione (codice rintracciabilità: T0738586) e relativa ad una potenza elettrica in immissione complessiva pari a 17,85 MW (3x5950 kW). Lo schema di collegamento alla rete di ciascun impianto prevede il collegamento in antenna a 20 kV presso una nuova cabina primaria (CP) 150/20 kV che verrà collegata in entra-esce alla linea a 150 kV della RTN "CP Lizzano – CP Manduria".

Il percorso dell'elettrodotto di connessione in MT tra le cabine di consegna e la futura CP si sviluppa per una lunghezza complessiva pari a circa 10,8 km, ed è stato studiato al fine di minimizzare l'impatto sul territorio locale, adeguandone il percorso a quello delle sedi stradali pre-esistenti ed evitando ove possibile gli attraversamenti di terreni agricoli. Lungo il percorso dell'elettrodotto di connessione saranno inoltre realizzate tre cabine di sezionamento.

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.

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.1 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.

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.2 Dati generali di progetto

In Tabella 1 sono riportate le principali caratteristiche tecniche relative all'impianto in progetto.

Tabella 1 - Principali caratteristiche dell'impianto FV denominato "Masseria Mucchio"

Committente	SKI09 Srl
Luogo di realizzazione: Impianto FV Elettrodotto	Lizzano (TA) Lizzano (TA), Sava (TA), Fragagnano (TA)
Denominazione impianto	Masseria Mucchio
Superficie di interesse	32 Ha
Potenza di picco	20'082,30 kWp
Potenza apparente (*)	17'850 kVA
Potenza in STMG	17,85 MW
Modalità connessione alla rete	Collegamento in antenna a 20 kV su futura CP
Tensione di esercizio: Bassa tensione CC Bassa tensione CA Media Tensione	<1500 V 800 V sezione generatore (inverter) 400/230 sezione ausiliari 20 kV
Strutture di sostegno	Tracker mono-assiali
Inclinazione piano dei moduli (tilt)	Tracker: 0° (rotazione Est/Ovest ±45°)
Angolo di azimuth	0°
N° moduli FV	30'660
N° inverter di stringa	90
N° tracker mono-assiali	2x30 → 482 strutture 2x15 → 58 strutture
N° cabine di trasformazione BT/MT	9
Producibilità energetica attesa (1° anno)	33,875GWh 1'687 kWh/kWp

(*) pari alla somma della potenza apparente nominale di tutti gli inverter previsti in impianto

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.3 Inquadramento geografico

L'impianto agri-fotovoltaico denominato "Masseria Mucchio" sarà realizzato nel territorio del Comune di Lizzano (TA) ed è identificato dalle seguenti coordinate geografiche relative alla posizione baricentrica dell'impianto FV:

- Lat.: 40.3626
- Long.: 17.4529

In Figura 2-a è riportata la posizione del sito interessato su immagine satellitare, inquadrato nel territorio della Regione Puglia.



Figura 2-a – Inquadramento dell'impianto agri-FV "Masseria Mucchio" su immagine satellitare

L'area di intervento, costituita da tre sottocampi distinti, è caratterizzata da una conformazione pianeggiante. L'area presenta un'estensione complessiva di circa 34 Ha, di cui circa 30 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.

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



Figura 2-b - Impianto agri-FV "Masseria Mucchio": inquadramento nel territorio del Comune di Lizzano

L'area in oggetto è classificata dal Piano Regolatore Generale del Comune di Lizzano, approvato dalla Regione Puglia il 26/09/2003 con D.G.R. n°1471, come "E – Zona agricola".

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.

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.3.1 Riferimenti Catastali

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

- Comune di Lizzano (TA): Fg 29 – P.lle 107, 111, 128, 129, 135, 138, 145, 183, 184, 185, 186, 188, 191, 192, 196, 198, 228, 229, 235, 238, 239, 240, 241, 242;
- Comune di Lizzano (TA): Fg 43 – P.lle 61, 62, 64, 66, 86, 87, 88, 149, 150, 151, 153, 193, 194, 196, 198.

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.

Le opere di connessione dell'impianto fotovoltaico alla rete elettrica, costituite da cabina di consegna, cavidotto interrato e cabine di sezionamento saranno realizzate sulle seguenti particelle catastali.

Le cabine di consegna verranno posizionate rispettivamente:

- LOTTO 1: particella n. 241 del foglio n. 29 del comune di Lizzano
- LOTTO 2: particella n. 184 del foglio n. 29 del comune di Lizzano
- LOTTO 3: particella n. 195 del foglio n. 43 del comune di Lizzano

Le cabine di sezionamento verranno posizionate rispettivamente:

- CABINA 1: particella n. 60 del foglio n. 1 del comune di Torricella
- CABINA 2: particella n. 60 del foglio n. 1 del comune di Torricella
- CABINA 3: particella n. 60 del foglio n. 1 del comune di Torricella

I cavidotti interrati saranno realizzati lungo viabilità esistente in parte pubblica e in parte privata. In corrispondenza di aree private sarà stipulata servitù di elettrodotto e passaggio come meglio evidenziato nel documento "03-Piano particellare cavidotto".

2.3.2 Riferimenti Cartografici

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

- CTR (1:5000): fogli 510023, 510022, 510021, 494142.

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.4 Inquadramento territoriale

L'area di progetto si colloca nella "piattaforma apula" in piena penisola salentina. Essa risulta essere costituita da tre corpi irregolari di complessivi Ha 33.09.90, ed è identificata toponomasticamente sull'IGM e CTR come località "MUCCHIO", delimitata nel complesso ad ovest da strada comunale di collegamento tra il centro abitato e la SP 123, ad est dalla SP 125, a nord da strada comunale di collegamento interno e a sud da superfici coltivate.

L'area si colloca tra un'altitudine compresa tra i 14,3 e 17 m s.l.m. con giacitura pressoché piana ed esposizione non prevalente. In Figura 2-c si riporta un inquadramento fotografico dell'area di intervento.



Figura 2-c - Foto panoramica dell'area. Punto di scatto effettuato lungo la SP 125. In evidenza la giacitura piana dei terreni, la completa assenza di rilievi che caratterizza l'area e la matrice prevalente sabbiosa-argillosa dei terreni.

Allo stato attuale sulle superfici agricole contrattualizzate non si riscontra la presenza di colture di pregio quali vigneto ed oliveto. Attualmente le superfici presentano l'uso del suolo ascrivibile alla categoria di seminativo con colture autunno vernine (grano duro).

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.5 Configurazione d'impianto

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 10,8 km trasporterà quindi l'energia generata presso la futura cabina primaria da realizzarsi nel comune di Fragagnano (TA). Lungo il percorso dell'elettrodotto di connessione saranno inoltre realizzate tre cabine di sezionamento.

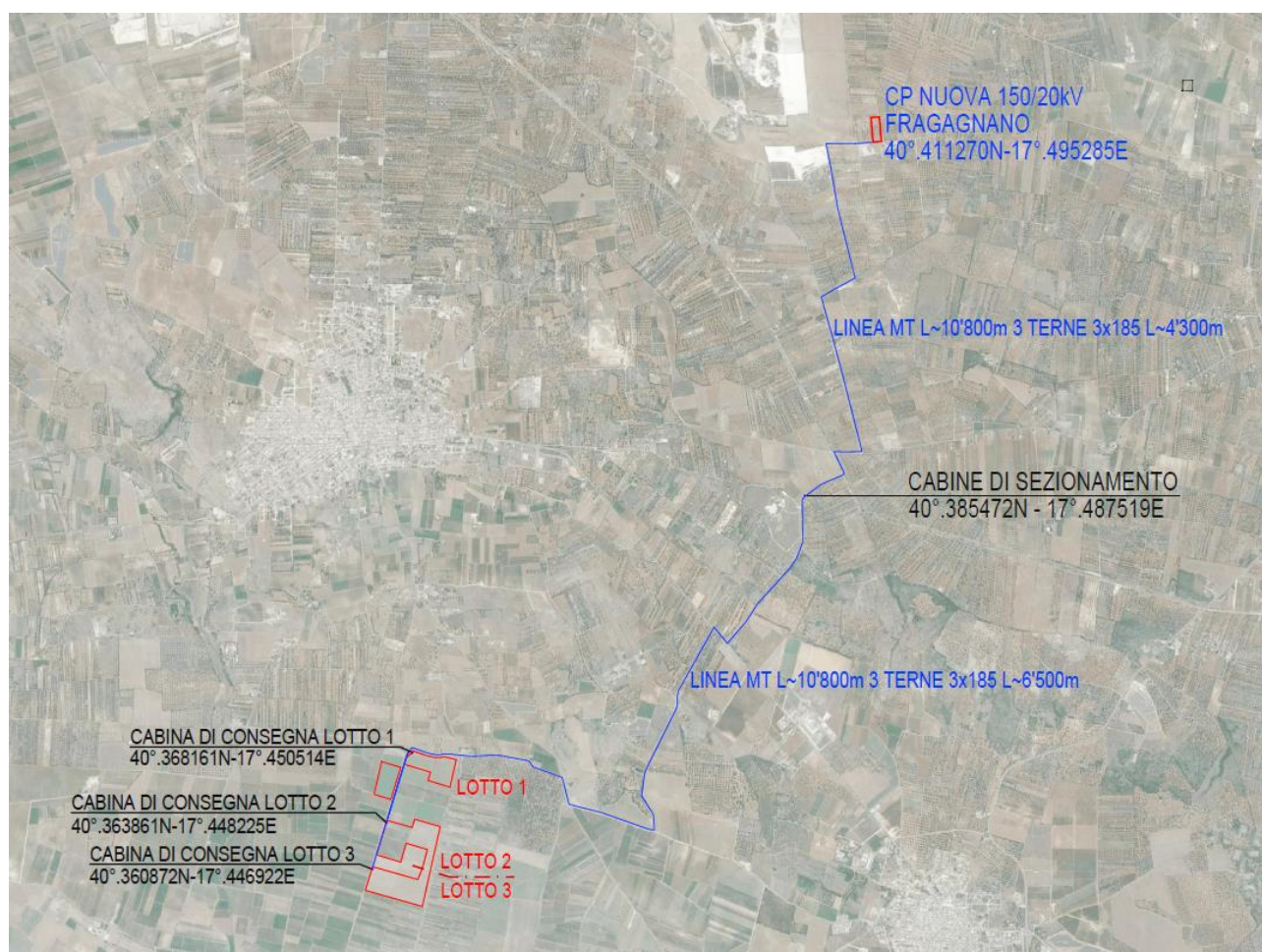


Figura 2-d – Inquadramento dell'impianto FV ed opere di connessione su ortofoto

La potenza nominale complessiva dell'impianto agri-fotovoltaico, determinata dalla somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici, è pari a 20'082,30 kWp, mentre la potenza in immissione in rete è determinata dalla potenza indicata sulla STMG, ed è pari a 17'850 kW.

In Tabella 2 è riportata la consistenza dell'impianto fotovoltaico, in termini di potenza nominale e di numerosità dei principali componenti installati.

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Tabella 2 - Numerosità dei principali componenti d'impianto

Moduli FV	Stringhe	Tracker	Inverter	Cabine trasformazione BT/MT
30'660	1'022	540	90	9

2.6 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 MVA per ciascuna linea.

All'interno dei confini dell'impianto FV è prevista complessivamente l'installazione di 9 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 14 stringhe di moduli FV, con 3 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 30 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.

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.7 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 i 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.

In Figura 2-e è riportato l'inquadramento su ortofoto del layout d'impianto.

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

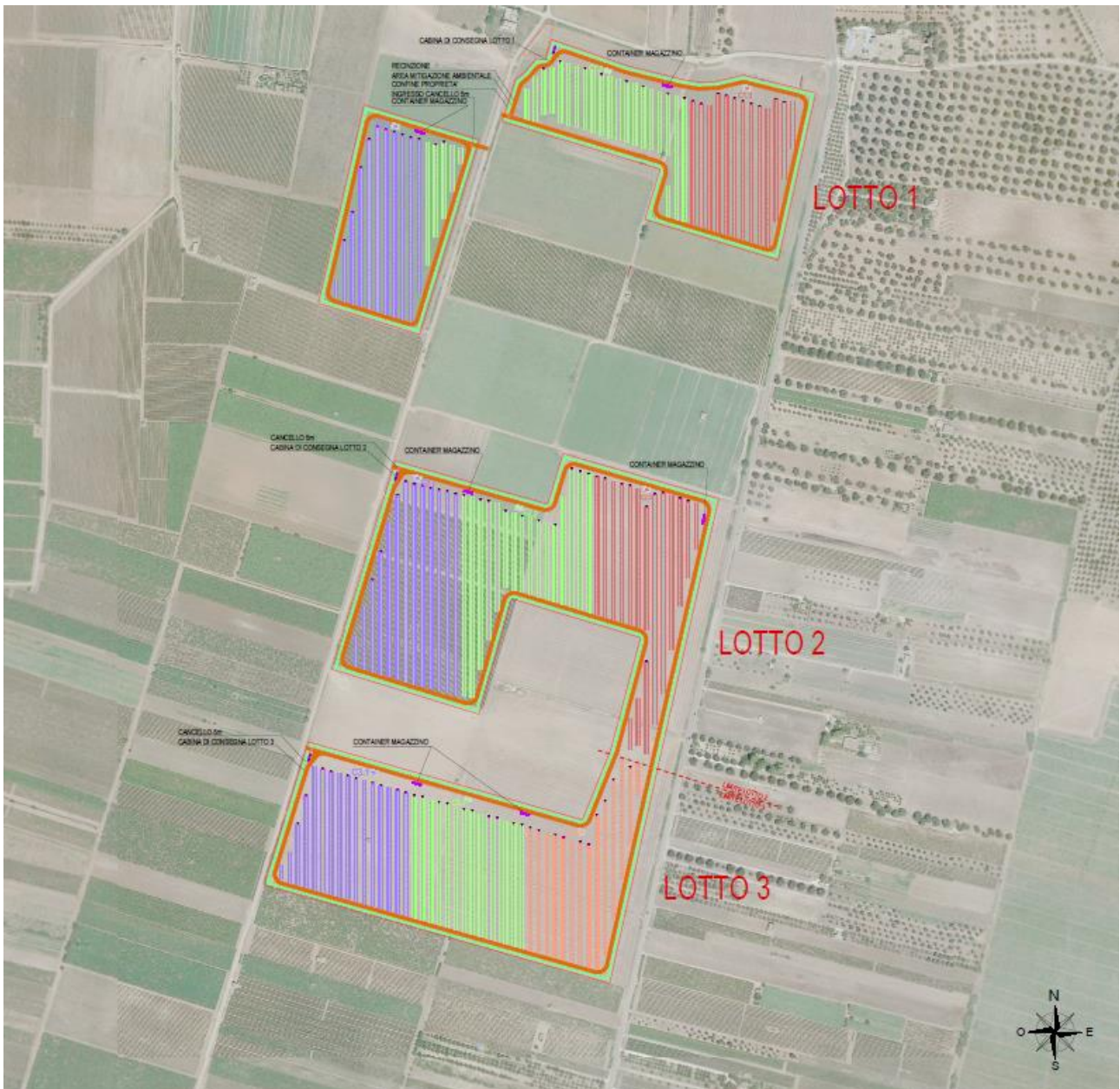


Figura 2-e - Layout d'impianto

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.8 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 preliminare degli impianti"*.

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;

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.9 Producibilità energetica

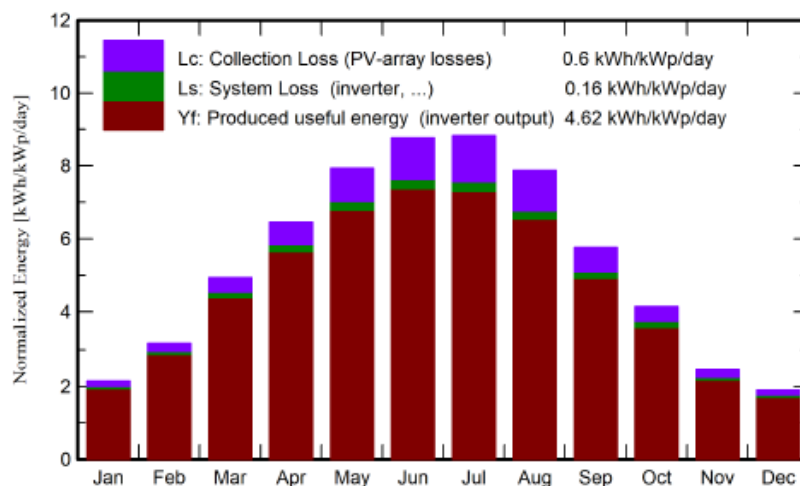
Al fine di stimare la producibilità energetica annua dell'impianto FV è stato utilizzato il software PVSystem (versione 7.2.16), software di riferimento per il settore fotovoltaico, diffusamente utilizzato e riconosciuto a livello internazionale come valido strumento per questo genere di simulazioni.

La disponibilità di radiazione solare costituisce il fattore di maggior rilevanza per conseguire una elevata produzione energetica e garantire la sostenibilità economica dell'iniziativa progettuale. Nella presente analisi, sono stati utilizzati i dati di radiazione solare contenuti nel database MeteoNorm 8.0, aggiornati alla data di stesura del progetto definitivo per la seguente località geografica:

- Lizzano: 40.36°N – 17.45°E

In seguito ad un'attenta analisi dell'orografia del sito considerato è stato possibile escludere la presenza di ombreggiamenti localizzati, inizialmente tramite l'ausilio di strumenti software e rilievi satellitari che sono stati confermati tramite sopralluoghi e rilievi altimetrici effettuati tramite drone (elaborato "Inquadramento generale piano-altimetrico").

Nella seguente tabella viene riportato l'andamento mensile della radiazione solare incidente sul piano dei moduli FV, considerando la configurazione impiantistica adottata per il presente impianto FV con particolare riferimento alla sezione con tracker (sezione più ampia):



03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²
January	54.2	32.32	9.58	66.7	62.9
February	71.1	38.27	10.50	89.0	84.5
March	121.9	59.93	13.30	153.1	145.7
April	151.1	65.02	16.30	193.7	185.3
May	194.1	78.16	21.24	246.3	235.7
June	205.3	78.60	26.26	263.0	252.2
July	211.5	79.20	29.80	273.7	262.4
August	188.2	72.65	29.56	244.2	234.1
September	135.4	59.77	23.72	172.9	165.1
October	98.8	42.73	19.57	128.4	122.4
November	58.3	34.98	15.05	73.7	69.6
December	46.9	26.96	11.07	58.8	55.6
Year	1536.8	668.59	18.88	1963.4	1875.4

Nel software PVsyst è stata quindi riprodotta la configurazione d'impianto adottata, inserendo informazioni geometriche relative alla disposizione dei moduli FV sulle relative strutture di sostegno e degli inseguitori mono-assiali all'interno dei terreni, nonché le caratteristiche tecniche dei principali componenti d'impianto (moduli FV ed inverter in primis).

Sulla base delle informazioni di input sopra menzionate, in termini di disponibilità di radiazione solare, caratteristiche ambientali del sito analizzato, 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 FV.

Di seguito si riporta un elenco delle principali voci di perdite energetiche, suddivise per sezione (tracker):

- Perdite per ombreggiamento: 2.22 % - ovvero le perdite causate dall'ombreggiamento reciproco tra i filari di moduli FV. Si evidenzia come i sistemi di inseguimento solare mono-assiale utilizzati per il presente progetto implementino la strategia di inseguimento solare con "back-tracking", che verrà descritta più in dettaglio nel prosieguo della presente relazione, in grado di minimizzare tale voce di perdita;
- Fattore di irraggiamento: 0.14 % - tale coefficiente tiene conto del fattore di irraggiamento durante il funzionamento a livelli di irraggiamento inferiori rispetto al valore Standard (ovvero 1000 W/m²), in riferimento al quale è determinata l'efficienza nominale del modulo FV riportato nel relativo datasheet;
- Perdite per "soiling": 2% - ovvero le perdite causate dall'inevitabile deposizione di sporcizia sulla superficie frontale dei moduli FV che ne riduce conseguentemente l'output energetico;
- Perdite causate dalla temperatura: 5.01 % - 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;
- Perdite per mismatch, moduli e stringhe: 1,1% - ovvero le perdite causate non perfetto accoppiamento tra moduli e tra stringhe, identiche nella teoria, ma differenti nella realtà e quindi il cui accoppiamento (collegamento in parallelo DC) crea delle perdite di accoppiamento;
- Decadimento prestazioni moduli FV: 0.45 % - ovvero pari al valore comunicato, e certificato, dal produttore dei moduli FV (vedere data sheet);

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

- Perdite elettriche di distribuzione CC – 0,7 % @STC – ovvero le perdite sui cavi DC, valore calcolato puntualmente con il calcolo di dimensionamento dei cavi DC;
- Perdite elettriche di distribuzione CA BT – 0,5 % @STC – ovvero le perdite sui cavi AC BT, valore del tutto trascurabile vista la configurazione inverter centralizzato in questo impianto;
- Perdite elettriche nella trasformazione MT– perdite nel ferro totali 0,2% @STC e perdite nel rame totali 1,1% @STC - ovvero le perdite in tutti i trasformatori, valori imposti dai dati di targa dei rispettivi trasformatori, pari a 0,15 e 0,8% per i trasformatori MT/BT;
- Il consumo dei servizi ausiliari – 3W/kW (0,5%) – un consumo del 0,5% della potenza impegnata include i consumi di: sistemi ausiliari di cabina, sistemi ausiliari della centrale O&M, sistema di videosorveglianza, sistema di tracker, etc.

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

La producibilità energetica dell'impianto così stimata risulta essere pari a **33,87 GWh/anno**, per il primo anno, ovvero **1'687 kWh/kWp**, con un rendimento atteso pari a circa 85,91%.

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 (pari -0,45% all'anno – vedere data sheet), della disponibilità dell'impianto che diminuisce con il passare degli anni per effetto di rotture e guasti dei vari componenti.

2.9.1 Risparmio combustibile ed emissione evitate

In questa sezione si vuole indicare calcolare l'impatto che questo progetto ha dal punto di vista di miglioramento ambientale

Il dato da cui partire per il calcolo di questi kg parte dal valore stimato di produzione di energia elettrica calcolato nel precedente paragrafo e pari a

33,87 GWh nel primo anno

Come riportato anche precedente paragrafo, l'energia attesa prodotta negli anni successivi al primo dovrà tener conto: della perdita di prestazioni del modulo FV (pari -0,45% all'anno – vedere data sheet), della disponibilità dell'impianto che diminuisce con il passare degli anni per effetto di rotture e guasti dei vari componenti.

I benefici ambientali si calcolano come risparmio di combustibile ed emissioni evitate in atmosfera.

Il risparmio di combustibile si misura come energia primaria, ovvero Tonnellate Equivalenti di Petrolio (TEP); si utilizza il fattore di conversione:

0,0116 TEP/MWh

E quindi i TEP risparmiati annui sono pari a:

$33'875 \text{ MWh} \times 0,0116 \text{ TEP/MWh} = 392,95 \text{ TEP nel primo anno}$

Calcoliamo le emissioni evitate in atmosfera di CO₂, SO₂, NO₂:

CO₂ → $33'875 \text{ MWh} \times 0,483 \text{ t/MWh} = 16'361,6 \text{ t nel primo anno}$

SO₂ → $33'875 \text{ MWh} \times 0,0014 \text{ t/MWh} = 47,4 \text{ t nel primo anno}$

NO₂ → $33'875 \text{ MWh} \times 0,0019 \text{ t/MWh} = 64,3 \text{ t nel primo anno}$

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	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)
- Cabine di trasformazione, con descrizione di:
 - o Inverter
 - 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.

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

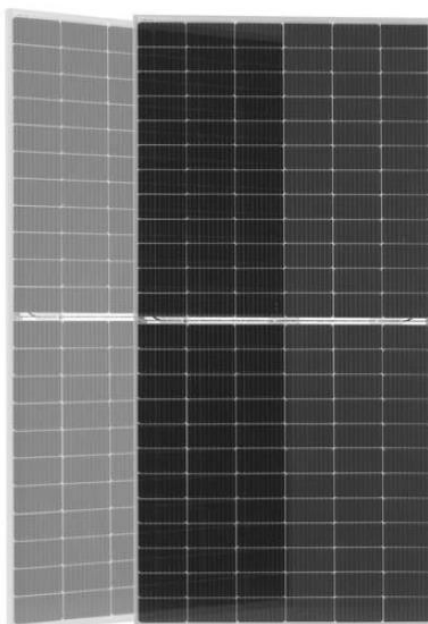
3.1 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici selezionati per il dimensionamento dell'impianto e per la redazione del presente progetto sono realizzati dal produttore Canadian Solar, serie HiKu7 e modello 655MS, e presentano una potenza nominale a STC¹ pari a 655 Wp.

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 polimerico trasparente e cornice in alluminio, per una dimensione complessiva pari a 2'384 x 1'305 x 35 mm ed un peso pari a 35,7 kg.

I moduli selezionati presentano una tecnologia monofacciale, ovvero in grado di convertire in energia elettrica la sola radiazione solare incidente sul lato frontale del modulo fotovoltaico.

Di seguito si riporta un estratto dal datasheet del modulo FV selezionato riportante le principali caratteristiche costruttive.



Si prevede di realizzare stringhe costituite da 30 moduli FV collegati elettricamente in serie per i moduli installati sui tracker mono-assiali.

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.

¹ STC - Standard Test Conditions: irraggiamento solare 1000 W/m², temperatura modulo FV 25°C, Air Mass 1,5

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

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 540 strutture. In funzione del numero di moduli installati, si individuano essenzialmente due tipologie di strutture:

N° strutture tracker mono-assiali	482 strutture 2Px30 (per un totale pari a 28'920 moduli)
	58 strutture 2Px15 (per un totale pari a 1'740 moduli)

Nello specifico, per il presente progetto sono stati considerati i tracker mono-assiali realizzati dal produttore **Soltec**, modello **SF7**, in configurazione 2P, ovvero singola fila di moduli posizionati verticalmente.



Figura 3-a - immagine esemplificativa di inseguitori mono-assiali in configurazione 2P (fonte: Soltec)

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 tramite avvitarmento, per una profondità circa pari a 2 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 0,70 m (alla massima inclinazione dei moduli). Ciò comporta che la massima altezza raggiungibile dai moduli FV sia pari a 4.21 m, sempre alla massima inclinazione.

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.3 Inverter

Per il presente progetto è previsto l'impiego di inverter multi-stringa Huawei SUN2000-215KTL-H3 e SUN2000-185KTL-H1.



Figura 3-b - Inverter di stringa Huawei SUN2000-215KTL-H3

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.

Tali inverter sono in grado di accettare in ingresso fino a 14 stringhe di moduli FV, e sono dotati di 3 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.

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	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 3-c è riportata un'immagine esemplificativa della cabina di trasformazione in configurazione containerizzata.

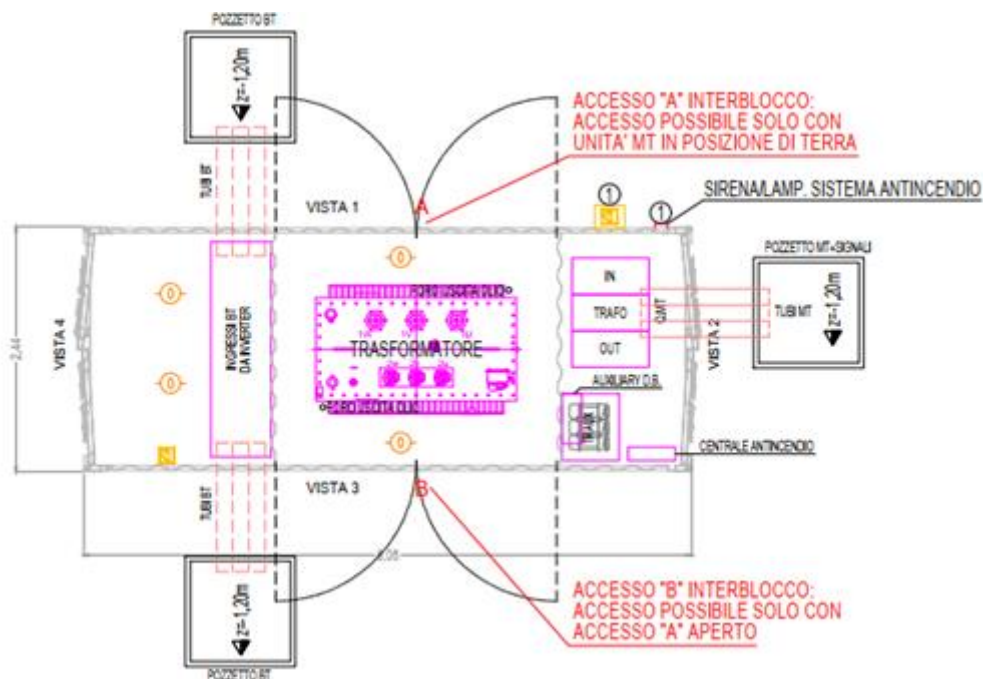


Figura 3-c – Immagine esemplificativa della cabina di trasformazione BT/MT

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.

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	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 potenza nominale pari a 2'000 kVA e rapporto di trasformazione pari a 20'000/800V.

Le principali caratteristiche della macchina selezionata sono riportate in Tabella 3.

Tabella 3 - Trasformatore BT/MT: principali caratteristiche tecniche

Caratteristiche costruttive	Ermetico - KNAN Natural Oil (FR3)
Potenza	2'000 kVA
Gruppo vettoriale	Dy11
Tensione primario - V_1	20'000 V
Tensione secondario - V_2	800 V
Frequenza nominale	50 Hz
V_{cc}	6%
Perdite nel ferro	$\leq 0,15\%$
Perdite nel rame	$\leq 0,8\%$
Dimensioni	2,0 x 1,2 x 2,1 [m]
Peso – con olio	~ 4,1 t
Peso – senza olio	~ 3,27 t

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 3-d è riportata un'immagine esemplificativa della tipologia di trasformatore installato all'interno di ciascuna cabina.



Figura 3-d - Trasformatore BT/MT in olio

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.5 Cabina di consegna

In prossimità del punto di accesso a ciascun campo fotovoltaico è prevista l'installazione di una cabina elettrica costituita essenzialmente da due box monoblocchi prefabbricati aventi le seguenti caratteristiche.

- Box Monoblocco con 2 vani tipo ENEL + MISURA corrispondente alla normativa Enel DG 2061 Ed. 09 con dimensioni esterne 6,7x2,5x2,66[m];
- 3 Box Monoblocco con 1 vani tipo UTENTE con dimensioni esterne 4x2,5x2,66[m];
- Spessore pareti pari a 9cm.

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.

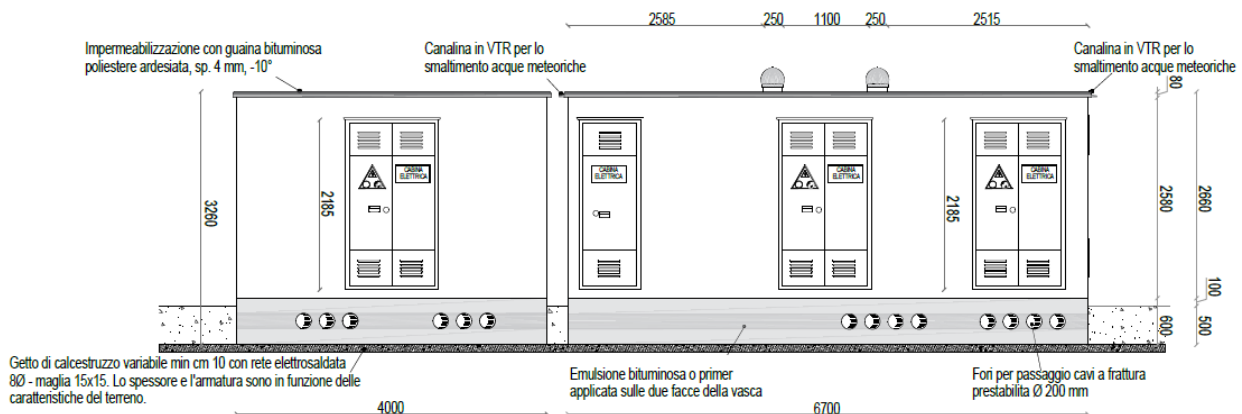


Figura 3-e - Cabina di consegna - Vista laterale

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.6 Cabina di sezionamento

Le tre cabine di sezionamento saranno realizzate in conformità con le specifiche tecniche di e-Distribuzione (DG2061 ed. 9) e sarà costituita da un singolo monoblocco ad uso esclusivo Enel con dimensioni esterne 570x250x255[cm].

Il produttore si impegna a garantire l'accesso alla cabina tramite strada carrabile di libero accesso, si impegna inoltre in fase di cessione dell'impianto a cedere il diritto di superficie sull'area della cabina e dell'elettrodotto.

Le cabine di sezionamento sono situate a 4m dal ciglio della strada lasciando (come da prescrizione della stessa STMG – pag 36) “una fascia di terreno di circa 2m, mantenuta libera da qualsiasi altra struttura e/o impedimento, funzionale all'esercizio dell'impianto”. Il distributore richiede che le cabine siano allineate alla strada e con un unico accesso; come da STMG nel rendering sono rispettate le distanze di sicurezza tra le cabine.

Coordinate cabine di sezionamento: 40.385472° - 17.487520°



Figura 3-f Rendering cabina di sezionamento

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.7 Elettrodotto MT

La linea elettrica di trasmissione dell'energia generata tra i campi FV e la futura Cabina Primaria di Fragnano, sarà costituita da un elettrodotto interrato esercito in Media Tensione.

Il percorso del sovra-menzionato elettrodotto in MT si sviluppa per una lunghezza complessiva pari a circa 10,8 km, ed è stato studiato al fine di minimizzare l'impatto sul territorio locale, adeguandone il percorso a quello delle sedi stradali pre-esistenti ed evitando ove possibile 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, del quale si riporta di seguito un estratto.

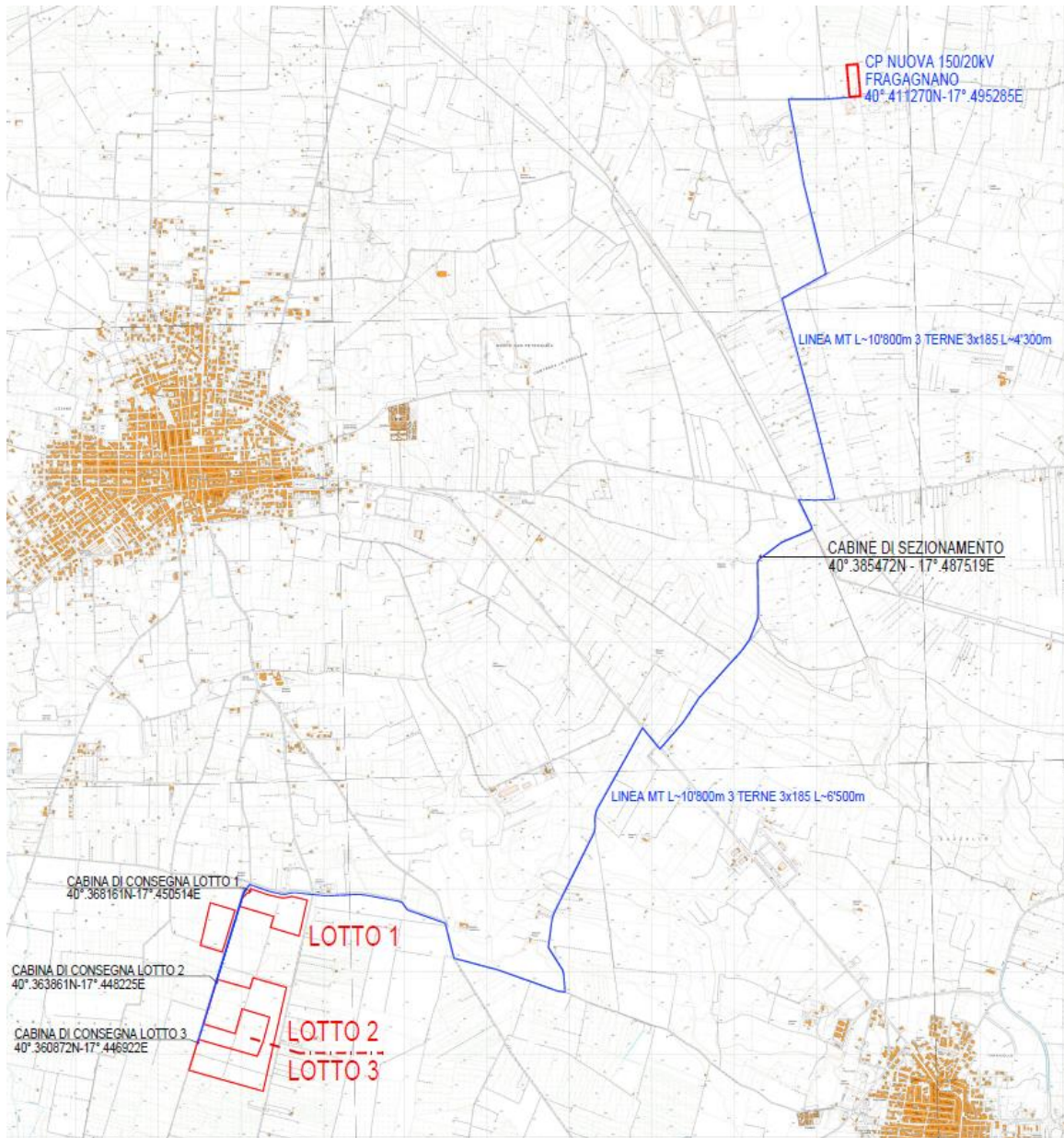


Figura 3-g - Percorso dell'elettrodotto MT su CTR

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.8 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.

3.9 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.

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	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.

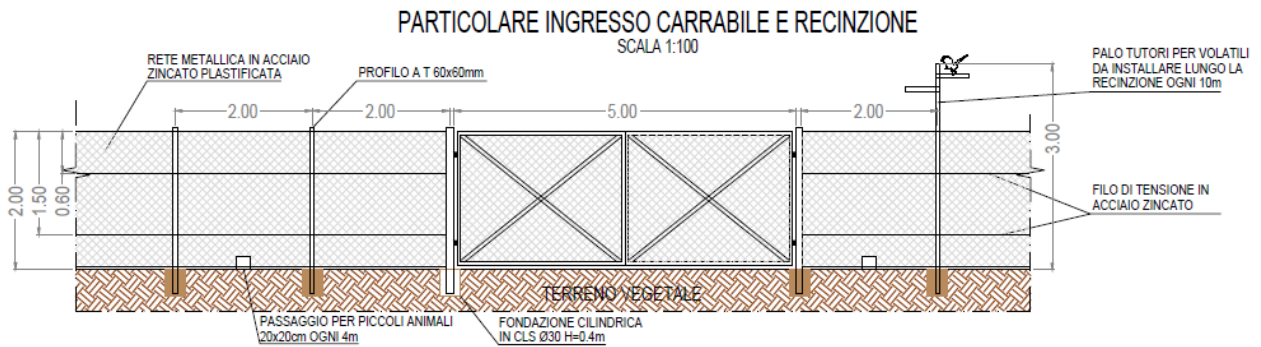
Per ulteriori dettagli in merito alle dimensioni nonché al layout interno del prefabbricato si rimanda al dedicato elaborato grafico "*Particolare altri edifici*".

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	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:



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.

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	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.

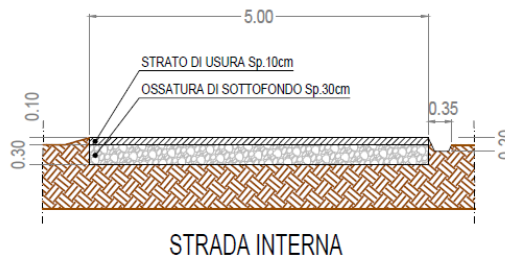
Le strade di servizio saranno ad un'unica carreggiata e sarà assicurata la loro continua manutenzione. La larghezza delle strade viene contenuta nel minimo necessario ad assicurare il transito in sicurezza dei veicoli, e per il presente progetto è stata stabilita pari a 5 metri, mantenendo su ciascun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

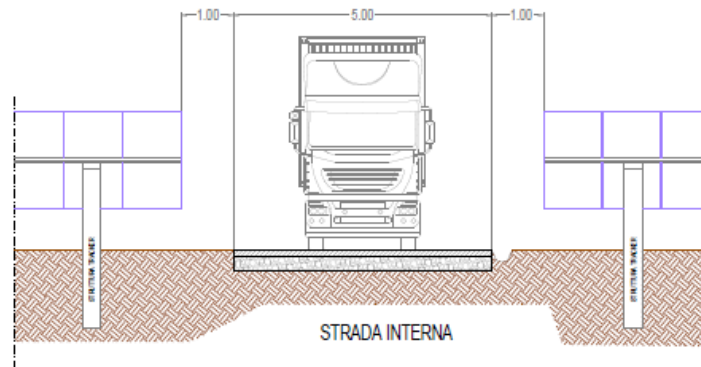
SCALA 1:100



03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

STRADA INTERNA CON TIR TRASPORTA CONTAINER

SCALA 1:100



03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4.5 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 preesistenti 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 4.2.

Per quanto attiene alla stima dei volumi di scavo necessari per la realizzazione delle opere in oggetto di rimanda all'elaborato dedicato "Calcolo superfici e volumi".

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4.6 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.

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	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.

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	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'uopo 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.

Per ulteriori dettagli in merito alle fasi di dismissione dell'impianto si rimanda all'elaborato dedicato "*Piano di dismissione e smaltimento impianto FV*".

03	04-03-2024	Revisione
...
00	05-08-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione