



Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato denominato “Carpi_1” di potenza pari a 20,43 MWp nel Comune di Carpi (MO) ed opere connesse alla RTN

Relazione tecnica – Impianto




13/12/2023	00	Emissione per autorizzazione	D. Stangalino	O. Retini	D. Stangalino
Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Logo Committente e Denominazione Commerciale  Iren Green Generation Tech s.r.l.			ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale 			ID Documento Appaltatore -		

Sommario

1	Premessa.....	4
2	Finalità dell'opera	5
3	Generalità.....	6
3.1	Dati generali identificativi della società proponente.....	6
3.2	Dati generali del progetto	6
4	Norme tecniche di riferimento	8
5	Dati di progetto	10
5.1	Riferimenti catastali	10
5.2	Riferimenti cartografici e classificazione urbanistica	10
5.3	Consistenza impianto	12
6	Caratteristiche tecniche	13
6.1	Moduli fotovoltaici.....	13
6.2	Strutture metalliche di supporto dei moduli	14
6.3	String box	14
6.4	Convertitori di potenza.....	16
6.5	Trasformatori.....	17
6.6	Opere di cablaggio.....	17
6.6.1	Cavi CC di stringa.....	18
6.6.2	Cavi CC di parallelo stringhe.....	18
6.6.3	Cavi AT.....	19
6.6.4	Altri cavi	20
6.7	Quadro AT.....	20
6.8	Sistemi ausiliari	20
6.8.1	Sorveglianza.....	20
6.8.2	Illuminazione	22
6.9	Impianto di terra	23
6.10	Sistema di protezione dalle sovratensioni.....	23
6.11	Sistema di monitoraggio e controllo SCADA	23
6.11.1	Cavi di controllo e TLC	24
6.12	Monitoraggio ambientale.....	24
7	Sistema antincendio e rischio incidenti.....	26
7.1	Sistema antincendio – Impianto Fotovoltaico	26

8	Calcolo della producibilità	27
9	Schema di collegamento	28
10	Collegamento alla rete AT	29
11	Opere civili.....	30
11.1	Cabine elettriche di campo	30
11.2	Cabina di raccolta	30
11.3	Viabilità	31
11.4	Recinzione	31
11.5	Movimenti terra	31
11.6	Regimazione idraulica	32
12	Gestione impianto	33
13	Fase di costruzione.....	34
14	Programma Lavori	36
15	Quadro economico	37
16	Piano di Dismissione.....	38
17	Descrizione di risorse utilizzate ed emissioni, scarichi e rifiuti previsti.....	39
17.1	Materie prime e combustibili.....	39
17.2	Consumi idrici	39
17.3	Emissioni in atmosfera	39
17.4	Scarichi idrici.....	40
17.5	Rumore	41
17.6	Rifiuti.....	41
17.7	Campi elettromagnetici.....	41
18	Verifica conformità alla definizione di agrivoltaico avanzato.....	42
18.1	Classificazione dei sistemi agrivoltaici	42
18.2	Requisiti dei sistemi agrivoltaici	43
18.2.1	Verifica dei requisiti.....	45

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 4 / 46
		Numero Revisione
		00

1 Premessa

La presente relazione riguarda il “Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato denominato “Carpi_1” di potenza pari a 20,43 MWp nel Comune di Carpi (MO)”, che la Società Iren Green Generation Tech s.r.l. (da qui anche indicata come IGGT s.r.l.) prevede di realizzare nel territorio del Comune di Carpi, Provincia di Modena, Regione Emilia Romagna.

L’impianto Agrivoltaico occupa una superficie complessiva di circa 30,55 ha ed è costituito da 32.956 pannelli fotovoltaici, della potenza di 620 W ciascuno, montati su strutture ad inseguimento di tipo monoassiale e da 6 cabine di campo. All’interno di ciascuna cabina di campo è presente l’inverter ed il trasformatore BT/AT oltre ad ulteriori apparecchiature elettriche.

L’energia elettrica prodotta dall’Impianto sarà immessa nella rete elettrica nazionale (RTN) mediante un nuovo cavo interrato in Alta Tensione AT a 36 kV, di lunghezza circa 1,6 km, che collegherà la cabina di raccolta (interna all’impianto Carpi_1) con la sezione a 36kV dell’ampliamento della stazione elettrica (SE) 380/132 kV denominata “Carpi Fossoli” oggetto anch’esso del presente Studio.


Si evidenzia che nell’area di impianto agrivoltaico in progetto: per il 75% della superficie agricola utilizzata (SAU) verrà condotta una rotazione quadriennale di erba medica con coltura foraggera in successione mentre, per il restante 25% della SUA, verrà condotta una rotazione di ortaggi. In corrispondenza della fascia di mitigazione perimetrale, verranno inserite delle specie arboree mellifere e verranno collocati apiari mobili.

L’impianto agrivoltaico “Carpi_1” è stato ideato in modo tale da poter essere rispondente alla definizione di “*Impianto agrivoltaico avanzato*” come da Linee Guida Ministeriali del Giugno 2022 secondo cui:

“l’impianto agrivoltaico, in conformità a quanto stabilito dall’articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, e ss. mm.:

- i. *adotta soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche eventualmente consentendo l’applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione;*
- ii. *prevede la contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l’impatto dell’installazione fotovoltaica sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture, la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.”*

Si precisa che, come riportato nei successivi paragrafi l’area dell’impianto agrivoltaico in progetto ricade interamente in area definita idonea ai sensi dell’art. 20, comma 8, lettera c-quater) del D.lgs. 199/2021 e ss.mm.ii.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 5 / 46
		Numero Revisione
		00

2 Finalità dell'opera


Il progetto, pertanto contribuirà al raggiungimento degli ambiziosi obiettivi in materia energetica stabiliti dal PNIEC che porterebbero la produzione complessiva di energia da fonti rinnovabili a +40 GW entro il 2030.

La realizzazione dell'impianto permette di evitare emissioni di anidride carbonica e di inquinanti derivanti dalla combustione (es. ossidi di azoto) altrimenti prodotti da impianti per la produzione di energia elettrica alimentati da fonti non rinnovabili.

Inoltre il progetto in questione, che risponde alla definizione di impianto agrivoltaico secondo le Linee Guida ministeriali, prevede l'integrazione dell'attività agricola alla tecnologia fotovoltaica, permettendo di produrre energia e, al contempo, di continuare la conduzione delle colture agricole sui terreni interessati.

Lo sviluppo del fotovoltaico in agricoltura rappresenta lo strumento con cui le aziende agricole potranno mantenere o migliorare la produttività e la sostenibilità delle produzioni e la gestione del suolo.

In sintesi la soluzione progettuale proposta risponde pienamente all'esigenza rappresentata dal PNIEC come obiettivi al 2030 in termini di produzione di energia da fonti rinnovabili e al contempo costituisce un'opportunità concreta per la sostenibilità del sistema agricolo.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 6 / 46
		Numero Revisione
		00

3 Generalità

3.1 Dati generali identificativi della società proponente

La società proponente è Iren Green Generation Tech s.r.l., che si qualifica quale Soggetto Titolare e Soggetto Responsabile dell'impianto, ha sede legale in corso Svizzera 95, Torino, P.IVA 10576731003 ed è legalmente rappresentata da Mezzera Paolo nato a Ivrea (TO) il 18/10/1980.

3.2 Dati generali del progetto

L'impianto Agrivoltaico avanzato in progetto ha una potenza lato corrente continua di circa **20,43 MWp**.

L'impianto Agrivoltaico è ubicato esclusivamente nel comune di Carpi (MO) e occuperà aree agricole poste adiacenti alla SP413 a circa 4 km dalla frazione Fossoli.


L'inquadramento del progetto è riportato nel documento "H16_FV_BGD_00010 inquadramento su CTR".

Per tale impianto è previsto un collegamento in antenna a 36 kV con la nuova sezione a 36 kV della esistente stazione elettrica 380/132 kV Carpi-Fossoli, di proprietà Terna, mediante un nuovo cavo interrato in Alta Tensione AT a 36 kV, di lunghezza pari a circa 1,6 km.

Nel presente documento vengono illustrate le attività ed i processi che saranno posti in essere sul sito, le caratteristiche costruttive, funzionali e prestazionali dell'impianto nel suo complesso e nelle sue componenti elementari, la sua producibilità annua e le modalità impiantistiche con cui si intende effettuare il collegamento di con la rete del Gestore. La tecnologia con cui sarà realizzato l'impianto si contraddistingue sia per una elevata affidabilità, sia per una facile manutenzione e gestione durante la fase di esercizio, sia per un rapido e completo recupero dei terreni a fine ciclo di vita dell'impianto. L'area occupata dall'impianto agrivoltaico è pari a circa 30,55 ha.

L'impianto agrovoltaico in progetto è del tipo avanzato ai sensi di quanto riportato nelle seguenti Linee guida e Norme Tecniche:


- "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" pubblicate il 27/06/2022 dal MITE (ora MASE), prodotto nell'ambito di un gruppo di lavoro composto dal Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (Crea), dal GSE, da Enea e dalla società Ricerca sul sistema energetico (RSE);
- Norma CEI PAS 82-93 che fornisce indicazioni riguardanti la caratterizzazione degli impianti agrivoltaici, anche rispetto agli impianti fotovoltaici. Tratta inoltre la classificazione delle varie tipologie di impianti agrivoltaici e i relativi requisiti base, nonché il monitoraggio e la valutazione della produzione elettrica;
- Prassi di Riferimento UNI/PdR 148:2023 entrata in vigore dal 03/08/2023 ed elaborata dal Tavolo "Sistemi agrivoltaici: integrazione di attività agricole e impianti fotovoltaici" condotto da UNI, costituito da esperti CEI, ENEA, Università Cattolica Sacro Cuore e REM Tec s.r.l.. Tale Prassi si propone di fornire requisiti relativi ai sistemi agrivoltaici partendo dal contesto

	<p>ID Documento Committente</p> <p>H16_FV_BGR_00007</p>	Pagina 7 / 46
		Numero Revisione
		00

tecnico normativo esistente in materia di impianti fotovoltaici e attività agricole, con particolare attenzione agli aspetti specifici correlati all'ambito di applicazione degli impianti agrivoltaici e sviluppo della tecnologia associati a tali impianti e relativi progetti.

La verifica della conformità dell'Impianto ai requisiti fissati dalle Linee guida e dalle Norme Tecniche sopracitate per essere classificato come impianto agrivoltaico di tipo avanzato è riportata al § 17.

Il progetto agronomico che verrà realizzato nell'area dell'impianto agrivoltaico "Carpi_1" è riportato nel dettaglio nell'elaborato H16_FV_BGR_00049_Relazione agronomica.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 8 / 46
		Numero Revisione
		00

4 Norme tecniche di riferimento

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

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1320 V in corrente continua;

CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione;

CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per i dispositivi fotovoltaici di riferimento;

CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per dispositivi solari fotovoltaici (FV) per uso terrestre, con spettro solare di riferimento;

IEC 61727: Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface;

CEI EN 61215-1: Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1: Prescrizioni per le prove

CEI EN 61215-2: Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 2: Procedure di prova


CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase); **CEI EN 60555-1:** Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili -Parte 1: Definizioni;

CEI EN 60439: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT);

CEI EN 60445: Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Identificazione dei morsetti degli apparecchi, delle estremità dei conduttori e dei conduttori;

CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

CEI EN 60099: Scaricatori

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 9 / 46
		Numero Revisione
		00

CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V; **CEI 20-20:** Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 **CEI 81-10/1/2/3/4 :** Protezione contro i fulmini;

CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;

UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.;

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

IEC 60364-7-712: Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems.

D. Lgs. 81/2008 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro


DM 37/2008 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005.

CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica

CEI 82-25 Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica e collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione

CEI PAS 82-93 Impianti Agrivoltaici

UNI/PdR 148:2023 Sistemi agrivoltaici - Integrazione di attività agricole e impianti fotovoltaici

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 10 / 46
		Numero Revisione
		00

5 Dati di progetto

5.1 Riferimenti catastali

La planimetria catastale dell'impianto su mappa catastale è riportata nella tavola "H16_FV_BDG_00015_Mappa catastale".

L'impianto occupa le seguenti particelle catastali ricadenti nel Foglio 9 del territorio comunale di Carpi, tutte nelle disponibilità di Iren: 126, 18, 20, 93, 91, 95, 147, 149, 61, 62.

5.2 Riferimenti cartografici e classificazione urbanistica

Le caratteristiche geografiche del sito individuato per la realizzazione dell'impianto sono indicate nella seguente tabella (misurate in posizione baricentrica rispetto all'estensione dell'area):

Tabella 1: Caratteristiche geografiche impianto

Nome impianto	Comune	Provincia	Coordinate UTM32-WGS84	Altitudine media (m s.l.m.m.)
Carpi_1	Carpi	Modena	649.971 E 4.969.547 N	17,8

L'area dove verrà realizzato l'impianto ha accesso dalla viabilità esistente: si prevede di realizzare la viabilità di accesso principale sul lato Ovest dell'impianto dalla SP413 Strada Statale Romana Nord e una viabilità secondaria sul perimetro Nord dell'impianto da Via Gruppo (strada comunale).


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

Figura 1: Inquadramento su ortofoto dell'impianto fotovoltaico



LEGENDA

- AREA NELLA DISPONIBILITÀ DI IREN
- INTERVENTI IN PROGETTO**
- AREA IMPIANTO AGRIVOLTAICO
- VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO
- VASCHE DI LAMINAZIONE
- OPERE DI CONNESSIONE ELETTRICA**
- CAVO INTERRATO AT 35 kV DI COLLEGAMENTO TRA L'IMPIANTO AGRIVOLTAICO E LA STAZIONE ELETTRICA "CARPI FOSSOLI"

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 12 / 46
		Numero Revisione
		00

L'inquadramento delle opere in progetto su CTR 1:10000 è riportato nell'elaborato H16_FV_BGD_00010.

L'inquadramento delle opere in progetto su ortofoto è riportato nell'elaborato H16_FV_BGD_00011.

Lo stato attuale dei luoghi è riportato nell'elaborato H16_FV_BGL_00012.

L'area d'impianto è classificata secondo l'"Azzonamento del territorio comunale" del Piano Regolatore Generale del Comune di Carpi (approvato con Delibera di Giunta Provinciale n. 174 del 30/04/2002) prevalentemente come "Zona agricola normale" e limitatamente a una fascia dell'area Nord dell'impianto come "Zona agricola a valenza naturalistico-fluviale": si veda elaborato H16_FV_BPD_00016_per dettagli.


5.3 Consistenza impianto

L'impianto Agrivoltaico occupa una superficie complessiva di circa 30,55 ha ed è costituito da 32.956 pannelli fotovoltaici, della potenza di 620 W ciascuno, montati su strutture ad inseguimento di tipo monoassiale e da 6 cabine di campo (Power Station). All'interno di ciascuna cabina di campo è presente l'inverter di campo a 600V ed il trasformatore BT/AT oltre ad ulteriori apparecchiature elettriche.

Le cabine di campo saranno connesse con linee dedicate di alta tensione a 36 kV alla cabina di raccolta con due radiali.

Dalla cabina di raccolta partirà un cavidotto AT a 36 kV da collegare in antenna con la nuova sezione a 36kV della esistente stazione elettrica di 380/132 kV della RTN di Carpi-Fossoli.

Il layout dell'impianto è riportato nell'elaborato H16_FV_BGD_00013_Layout quotato.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 13 / 46
		Numero Revisione
		00

6 Caratteristiche tecniche

6.1 Moduli fotovoltaici

Il dimensionamento dell'impianto è stato realizzato con una tipologia di modulo fotovoltaico composto da 132 celle in silicio monocristallino, ad alta efficienza, bifacciale, avente una potenza di picco pari a 620 Wp.

L'impianto sarà costituito da un totale di 32.956 moduli per una conseguente potenza di picco lato corrente continua pari a 20,43 MWp.

Le caratteristiche principali della tipologia di moduli scelti è la seguente (dati indicativi):

Marca: *verrà definita nelle successive fasi di progettazione*

Modello: *verrà definito nelle successive fasi di progettazione*

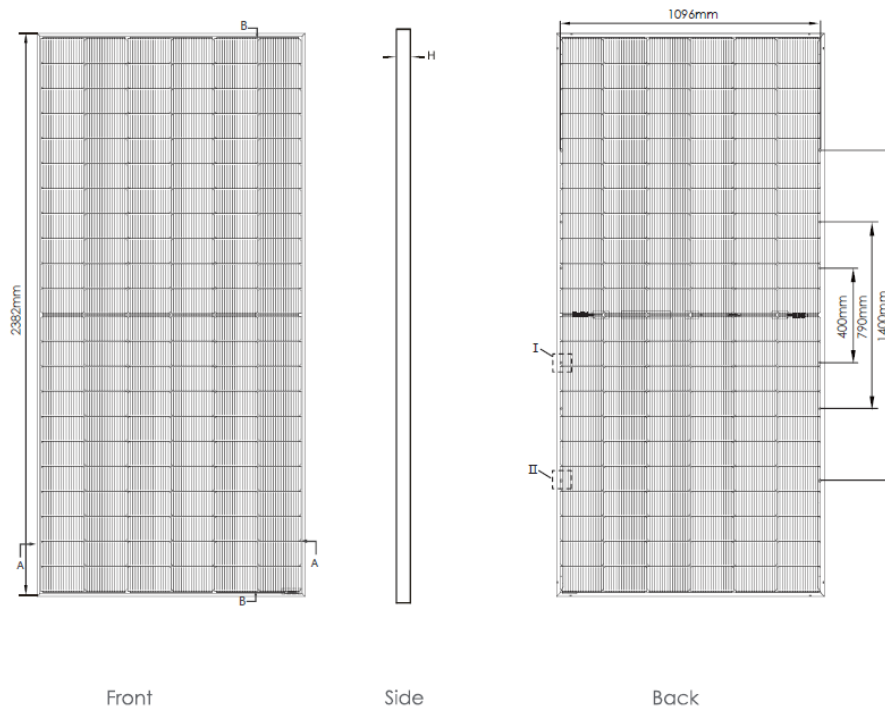
Caratteristiche geometriche e dati meccanici

Dimensioni (LxAxP):	2382 x 1134 x 30 mm
Tipo celle:	in silicio monocristallino
Telaio:	alluminio anodizzato
Peso:	33,4 kg

Caratteristiche elettriche (in STC)

Potenza di picco (Wp) [W]:	620
Tensione a circuito aperto (Voc) [V]:	49,08
Tensione al punto di massima potenza (Vmp) [V]:	40,74
Corrente al punto di massima potenza (Imp) [A]:	15,22
Corrente di corto circuito (Isc) [A]:	16,08

Figura 2: Dimensioni modulo fotovoltaico



6.2 Strutture metalliche di supporto dei moduli

L'installazione dei moduli fotovoltaici sarà effettuato per mezzo di apposite strutture a "inseguimento solare" (c.d. "tracker" o "inseguitori"), monoassiali, fissate al terreno mediante pali infissi. E' previsto l'impiego di due tipologie di tracker: una da 28 moduli fotovoltaici e l'altra da 14. In entrambe le tipologie i moduli saranno disposti in una fila in posizione "portrait". Questo tipo di strutture sono dotate di attuatori per la movimentazione.

Il tipologico dei tracker è riportato nell'Elaborato H16_FV_BCD_00018_1di2.

6.3 String box

Lo string box è un quadro elettrico che permette il collegamento in parallelo delle stringhe di un campo fotovoltaico e, al contempo, la protezione delle stesse attraverso opportuni fusibili installati al suo interno.

L'apparecchiatura sarà progettata per installazione esterna e sarà fissata su struttura metallica di supporto e provvista di visiera anti pioggia, qualora necessario, in modo da essere protetta dagli agenti atmosferici. Inoltre, sarà dotata di un sistema di monitoraggio che permetterà di conoscere lo stato di ciascun canale di misura.

Gli string box avranno al loro interno una sezione di misura e di comunicazione che necessiterà di alimentazione per il corretto funzionamento: per garantire la massima flessibilità, tale alimentazione


sarà fornita direttamente dal campo fotovoltaico. Inoltre, nella scheda a microprocessore in dotazione all'apparecchiatura, saranno disponibili molteplici possibilità di connessione per il monitoraggio. In particolare, sarà dotata di ingressi analogici a cui connettere sensori esterni quali ad esempio la temperatura dei moduli.

Gli string box saranno da 20 canali di misura indipendenti (in funzione della configurazione elettrica dei sottocampi), protetti ciascuno da una coppia di fusibili da 16 A (1.500 V).

Ogni canale di misura sarà costituito da una singola stringa.

Tabella 2: Caratteristiche tecniche string-box

DATI COSTRUTTIVI DEGLI STRING BOX (parametri indicativi)	
Tecnologia costruttiva	Quadro in PVC per installazione esterna con sportello apribile con serratura
Caratteristiche ambientali	
Temperature operative	-10°C - +45°C
Installazione	Esterna
Grado di protezione	IP65
Caratteristiche elettriche	
Tensione massima	1.500 V
Numero di ingressi (*)	20
Numero di uscite	1
Taglia cavi CC in ingresso	4-6 mm ²
Taglia cavi CC in uscita (indicativa)	185 / 240 mm ²
Sezionamento	Sezionatore con maniglia all'uscita CC, 250 A
Protezioni	
Sovracorrente	Fusibili 16 A su polo positivo e negativo stringhe in ingresso (se non collegate a terra)
Sovratensione	Scaricatori tipo II – 1.500 V – 40 kA
Monitoraggio	
Interfaccia	Seriale, RS485
Alimentazione	Auto-alimentato
Corrente ingresso	Si, su ogni stringa
Tensione di sistema	Si
Stato sezionatore	Si, (chiuso/aperto)
Scaricatore	Si (stato di funzionamento)
Temperatura interna	Si
Compatibilità con SCADA	Si
Caratteristiche meccaniche	
Dimensioni	Secondo fornitore
Materiale	Poliestere rinforzato con fibra di vetro
Apertura	Sportello con serratura a chiave
(*) dati suscettibili a variazione secondo lo standard del fornitore	

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 16 / 46
		Numero Revisione
		00

6.4 Convertitori di potenza

La conversione da corrente continua a corrente alternata sarà realizzata mediante convertitori statici trifase (inverter) di tipo centralizzato installati all'interno di un apposito skid di protezione.

I gruppi di conversione saranno inverter statici a commutazione forzata e in grado di operare in modo completamente automatico, inseguendo il punto caratteristico della curva di massima potenza ('MPPT') del campo fotovoltaico.

Gli inverter saranno dotati di un sistema di diagnostica interna in grado di inibire il funzionamento in caso di malfunzionamento e saranno dotati di sistemi per la riduzione delle correnti armoniche, sia sul lato CA che CC.

Gli inverter saranno dotati di marcatura CE.

Di seguito si portano i dati tecnici identificati per il progetto:

Tabella 3: Caratteristiche tecniche inverter

DATI COSTRUTTIVI DEGLI INVERTER (parametri indicativi)	
INGRESSO (CC)	
Tensione d'ingresso max	1.500 V
Intervallo di tensione d'ingresso CC operativo (*)	da 680 V a 1.500 V
Corrente massima d'Ingresso CC (*)	500 A
USCITA (CA)	
Potenza nominale (*)	4.000 kVA
Corrente nominale (*)	3.850 A
Tensione nominale grid CA (Vac,r) (*)	660 V
Frequenza nominale	50 Hz
Fattore massimo di distorsione (alla potenza nominale)	<3%
EFFICIENZA	
Massima efficienza (*)	98,80%
Efficienza Europea (*)	98,60%
PROTEZIONI	
Sovratensione	Presente
Termica	Presente
Rilevamento guasto a terra	Presente
CERTIFICAZIONI	
EMC	IEC 61000-6-1,2,3,4
Sicurezza	EN 50178, IEC 62109-1,2
Armoniche	IEC 61000-3-2,12
Compatibilità requisiti di rete	CEI 0-16, Allegato A70
(*) dati suscettibili a variazione secondo lo standard del fornitore	

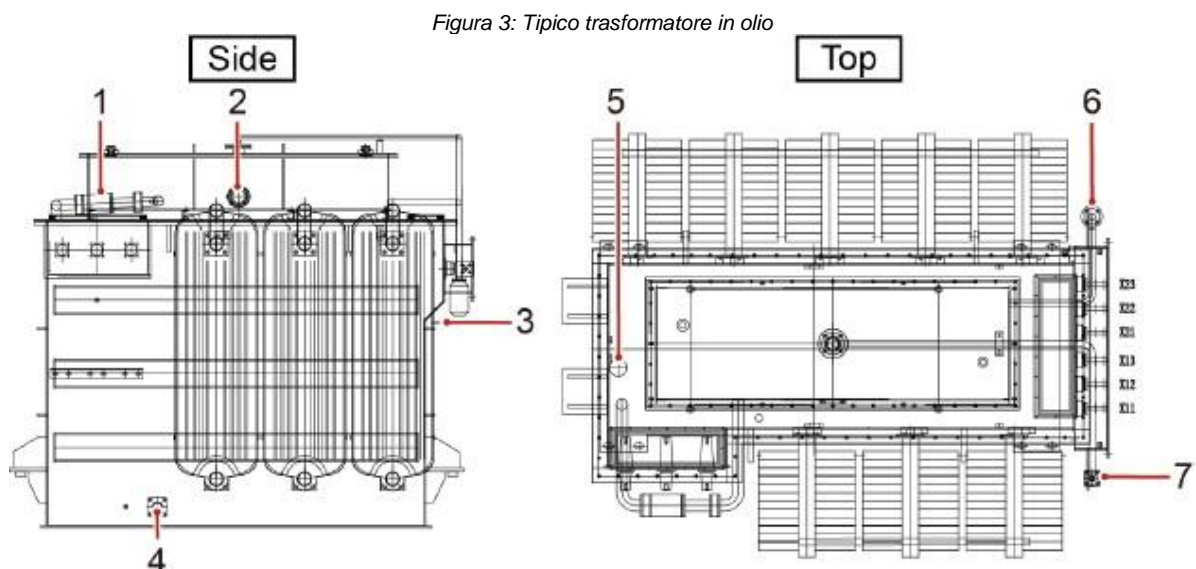
6.5 Trasformatori

I trasformatori di elevazione BT/AT saranno per ogni cabina di campo, di potenza pari a 4.000 kVA a doppio secondario.

Essi saranno alloggiati all'interno delle cabine di campo e presenteranno le seguenti caratteristiche generali (dati indicativi):


- frequenza nominale: 50 Hz
- Rapporto di trasformazione $V_{1n}/V_{2n}/V_{3n}$: 36.000/640/640 V
- campo di regolazione tensione maggiore: $\pm 2,5\%$
- tipologia di isolamento: olio minerale
- livello di isolamento primario: 1,1/3 kV
- livello di isolamento secondario: 36/70/120
- simbolo di collegamento: Dyn11yn11
- collegamento primario: triangolo
- collegamento secondario: stella+neutro
- tipo raffreddamento: ONAN
- quantità di olio: $> 1 \text{ m}^3$
- impedenza di corto circuito a 75°C : 7%

Nella figura sottostante un esempio tipico di trasformatore in olio.



6.6 Opere di cablaggio

Le connessioni in stringhe dei moduli verranno eseguite sfruttando i cavi in dotazione ai singoli moduli.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 18 / 46
		Numero Revisione
		00

Il cablaggio dei terminali di stringa verso gli string box verranno eseguiti con cavi cosiddetti ‘solari’ adeguati all’esposizione prolungata agli agenti atmosferici e alla radiazione solare.

Il cablaggio tra inverter e trasformatore AT/BT avverrà all’interno di ogni Power Station.

Tutti i cavi utilizzati rispetteranno i requisiti minimi di portata, massima caduta di tensione e massima corrente di corto circuito e saranno forniti con adeguata certificazione.

I cavi di collegamento tra i pannelli fotovoltaici e verso gli string box saranno posizionati all’interno di tubi protettivi o fissati direttamente alla struttura metallica di supporto dei moduli.

Tutti gli altri cavi saranno posati interrati.

6.6.1 Cavi CC di stringa

I cavi CC di stringa verranno posati su rastrelliere portacavi o fissati direttamente sulla struttura di supporto tramite fascette. Nei casi di particolare esposizione (ad esempio, nelle risalite dagli string box o attraversamenti longitudinali tra strutture fotovoltaiche adiacenti), verrà garantita adeguata protezione meccanica con tubi in PVC o in polietilene ad alta densità (‘HDPE’) a doppia parete per applicazioni elettriche.

L’ installatore presterà la massima cura affinché i cavi non vengano esposti alla luce solare diretta.

Le caratteristiche generali dei cavi solari sono riportate in tabella.

Tabella 4: Caratteristiche cavi di collegamento moduli

DATI COSTRUTTIVI DEI CAVI SOLARI CC DI STRINGA (parametri indicativi)	
Tipologia	Unipolare flessibile stagnato per collegamenti di impianti fotovoltaici H1Z2Z2-K
Riferimento normativo	EN 50575:2014+A1:2016 (CPR REGOLAMENTO 305/2011/UE)
Conduttore	Rame stagnato classe 5
Sezione	4-6 mm ²
Isolamento	Compound reticolato (LSOH)
Guaina	Compound reticolato (LSOH)
Tensione	Fino a 1.500 V _{CC}
Colore guaina	Rosso (+) – Nero (-)
Temperatura massima di esercizio	90°C
Raggio minimo	4 volte il diametro
Installazione	Adatti per l’installazione fissa all’esterno e all’interno, entro tubazioni in vista o incassate o in sistemi chiusi similari. Adatti per la posa direttamente interrata o entro tubo interrato.

6.6.2 Cavi CC di parallelo stringhe

I cavi CC dagli string box alla Power Station saranno posati direttamente interrati.

I cavi avranno le caratteristiche generali riportate in tabella:


	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 19 / 46
		Numero Revisione
		00

Tabella 5: Caratteristiche cavi di collegamento string-box


DATI COSTRUTTIVI DEI CAVI SOLARI CC DI PARALLELO STRINGHE (parametri indicativi)	
Tipologia	Unipolare
Riferimento normativo	EN 50575:2014+A1:2016 (CPR REGOLAMENTO 305/2011/UE)
Conduttore	Corda di alluminio rigida, classe 2
Sezione	150/185/240 mm ²
Isolamento	Gomma qualità G16 Isolamento e guaina realizzati con mescola elastomerica senza alogeni non propagante la fiamma 0,9/1,5 kV in cc
Tensione massima	1,2 kV in ca/1,8 kV in cc
Colore guaina	Grigio o altro
Temperatura massima di esercizio	90°C
Raggio minimo	6 volte il diametro

6.6.3 Cavi AT

Per le linee in AT (interne all'impianto e di connessione alla stazione Terna) saranno utilizzati cavi di tipo unipolare con isolamento XLPE, conduttore in rame, schermo metallico in nastri di alluminio e guaina a spessore maggiorato di PE, completi di armatura, a tenuta d'acqua, aventi le seguenti caratteristiche.

Tabella 6: Caratteristiche cavi AT

DATI COSTRUTTIVI DEI CAVI AT (parametri indicativi)	
Tipologia	Unipolare
Riferimento normativo	IEC60228
Conduttore	Corda di rame compatta, classe 2
Sezione	Come da schema unifilare
Isolamento	XLPE Isolamento e guaina realizzati con mescola senza alogeni non propagante la fiamma
Tensione	20,8 / 36 kV
Massima tensione	42 kV

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 20 / 46
		Numero Revisione
		00

Colore guaina	Rosso
Armatura	Con fili di acciaio zincato
Temperatura massima di esercizio	90°C
Temperatura massima di corto circuito	250 °C
Raggio minimo	14 volte il diametro

Per le connessioni di tali cavi di potenza si adopereranno terminali a compressione bimetallici, i quali potranno essere del tipo unipolare per interno, del tipo termorestringente, oppure del tipo per esterno.

6.6.4 Altri cavi

Per le linee in bassa tensione, invece, saranno utilizzati cavi unipolari e multipolari a bassa emissione di fumi opachi e gas tossici (limiti previsti dalla Norma CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla Norma CEI 20-37) e assenza di gas corrosivi, conformi al regolamento CPR e aventi sigla FG16(O)R16 0,6/1kV.

6.7 Quadro AT

Saranno impiegati quadri ad isolamento in aria conformi alla norma IEC 62271-20, aventi le caratteristiche riportate nella tabella seguente.


Tabella 7: Caratteristiche quadri AT

DATI COSTRUTTIVI DEI QUADRI AT (parametri indicativi)	
Tensione d'esercizio	36 kV
Tensione di isolamento a frequenza industriale	40,5 kV
Tensione ad impulso	200 kV
Frequenza nominale	50 Hz
Corrente di cortocircuito (Ik)	25 kA
Corrente nominale	630 A/ 1250 A

6.8 Sistemi ausiliari

6.8.1 Sorveglianza

Le aree occupate dall'impianto Agrivoltaico saranno recintate e sottoposte a sorveglianza mediante un sistema integrato anti-intrusione di cui sarà dotata l'intera zona.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 21 / 46
		Numero Revisione
		00

Tale sistema sarà composto dalle seguenti apparecchiature principali:

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

I sistemi appena elencati funzioneranno in modo integrato.

Il cavo alfa sarà in grado di rilevare le vibrazioni trasmesse alla recinzione esterna in caso di tentativo di scavalco o danneggiamento.

Le barriere a microonde rileveranno l'accesso in caso di scavalco o effrazione nelle aree del cancello e/o della cabina.

Le telecamere saranno in grado di registrare oggetti in movimento all'interno del campo, anche di notte; la centralina manterrà in memoria le registrazioni.

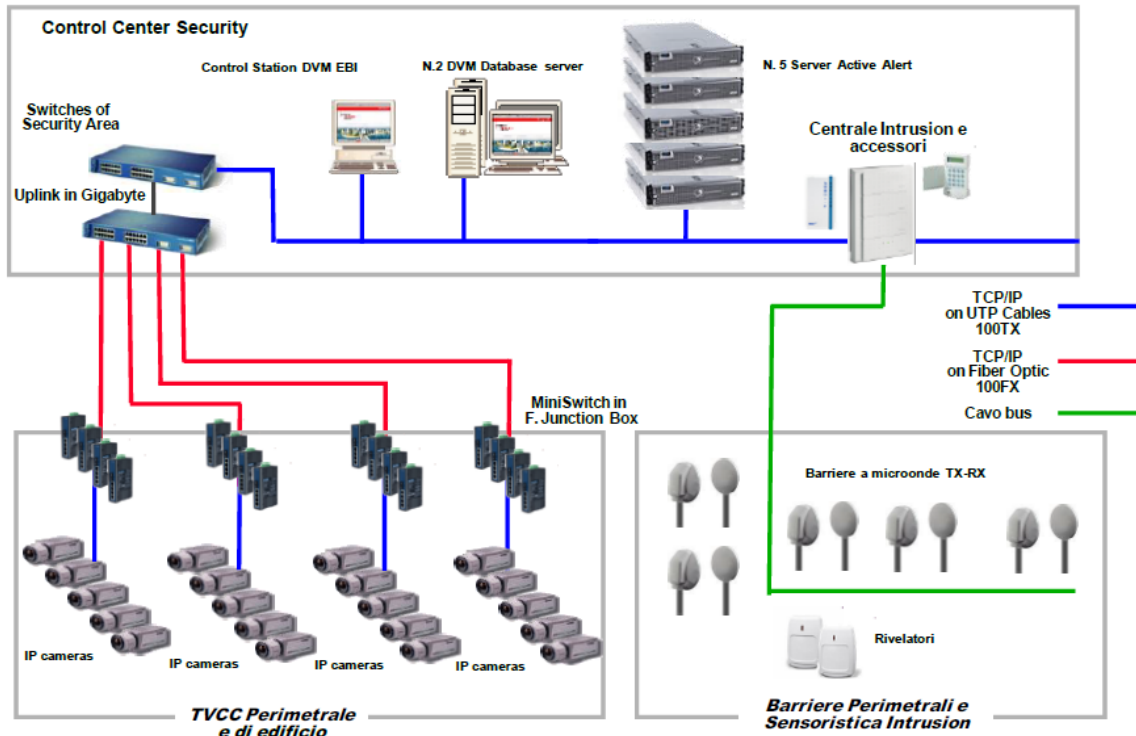
I badges impediranno l'accesso alle cabine elettriche e alla centralina di controllo ai non autorizzati.

Al rilevamento di un'intrusione da parte di qualsiasi sensore in campo, la centralina di controllo, alla quale saranno collegati tutti i sopradetti sistemi, invierà una chiamata alla più vicina stazione di polizia e al responsabile di impianto tramite un combinatore telefonico automatico e trasmissione via antenna gsm.

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

Lo schema a blocchi dell'impianto è il seguente:

Figura 4: Schema a blocchi impianto di sorveglianza



6.8.2 Illuminazione

L'impianto di illuminazione esterno sarà costituito da:


- illuminazione perimetrale e a servizio della viabilità interna al campo;
- illuminazione esterna cabine elettriche.

In generale le lampade saranno orientate in modo che la parte attiva sia parallela alla superficie del terreno al fine di limitare al minimo l'impatto luminoso.

Il sistema di illuminazione sarà normalmente spento e si attiverà solo attraverso dei sensori in caso di presenza di persone nell'area.

Dal momento che l'impianto sarà interamente recintato e accessibile tramite cancelli abitualmente chiusi, la presenza di individui nell'area dell'impianto potrà essere correlata unicamente alle seguenti due situazioni:

- Personale specializzato che ha necessità di accedere alle aree di impianto nelle ore notturne per manutenzione straordinaria (interventi di emergenza);
- Personale non autorizzato, che non dovrebbe entrare nell'area recintata (motivazioni di sicurezza).

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 23 / 46
		Numero Revisione
		00

6.9 Impianto di terra

L'impianto di terra sarà realizzato in maniera tale da soddisfare le disposizioni imposte dalla normativa CEI vigente in materia, Norma CEI EN 50522.

L'impianto sarà costituito da una corda di rame nuda, direttamente interrata, di sezione minima 50 mm² che collegherà tutte le cabine di campo e la cabina di raccolta.

All'impianto di terra saranno connessi i ferri di armatura dei basamenti di installazione delle cabine di campo e i ferri di armatura della cabina di raccolta.

All'impianto di terra saranno collegate le strutture metalliche di sostegno dei pannelli solari.

All'impianto di terra saranno collegate tutte le masse e le masse estranee con conduttori di idonea sezione (conduttori equipotenziali isolati, di colore giallo verde) in conformità alle prescrizioni della Norma CEI 50522 e della Norma CEI 64-8.

6.10 Sistema di protezione dalle sovratensioni

Il progetto prevede la realizzazione di un sistema di protezione dalle sovratensioni costituito da:

- limitatori di sovratensione per le principali linee elettriche in progetto;
- limitatori di sovratensione per la protezione di linee dati/segnale;
- limitatori di sovratensione per protezione di apparati sensibili (ad es. sistema di protezione antincendio, etc.).

Il sistema, nel suo complesso, sarà rispondente alla CEI EN 62305 e garantirà la protezione dalle scariche atmosferiche e dalle sovratensioni.

Inoltre, sarà assicurata la protezione contro le sovratensioni che si inducono direttamente nelle linee BUS per accoppiamento elettromagnetico con la corrente di fulmine in edifici.

Verranno debitamente evitati:


- parallelismi tra BUS e parti metalliche appartenenti a sistemi di protezione contro i fulmini;
- formazioni di spire costituite da linee BUS, linee elettriche e altre parti metalliche;
- collegamento a terra degli schermi.

6.11 Sistema di monitoraggio e controllo SCADA

Al fine di garantire una resa ottimale degli Impianti in tutte le condizioni (climatiche e/o operative), verrà installato un sistema di monitoraggio e controllo, basato su architettura SCADA-RTU.

Il sistema sarà connesso a diversi sotto-sistemi e riceverà le seguenti informazioni:

- di produzione dal campo solare;
- di produzione dagli apparati di conversione;
- di produzione e scambio dai sistemi di misura;

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 24 / 46
		Numero Revisione
		00

- di tipo climatico ambientale dalle stazioni di rilevamento dati meteo;
- di allarme da tutti gli interruttori e sistemi di protezione.

Nello specifico, partendo dal livello hardware, saranno previste schede elettroniche di acquisizione (ingressi) installate negli string box, negli inverter, nei quadri di comando e nelle centraline di rilevamento dati ambientali. I dati rilevati saranno inviati ai singoli RTU e quindi convogliati allo SCADA. A questo livello, le interfacce di comunicazione dei “bus di campo” saranno seriali.

In ogni singola unità RTU sarà implementata la supervisione istantanea dei parametri elettrici elementari, corrente e tensione e degli allarmi generati dalla rilevazione degli stati degli interruttori, mentre nello SCADA sarà possibile vedere i valori primitivi rilevati e visualizzabili dai singoli RTU, oltre ai dati aggregati frutto di elaborazione dei dati primitivi, come, ad esempio, la valutazione delle performance, le produzioni in diversi intervalli temporali, etc.

Per raggiungere questo obiettivo, le interfacce dello SCADA saranno di tipo sinottico a multilivello.

Oltre a queste funzioni base, lo SCADA si occuperà anche della gestione degli allarmi e valutazione della non perfetta funzionalità dell’impianto fotovoltaico in base agli scostamenti rilevati tra producibilità teorica e quella effettiva.

I dati rilevati verranno salvati in appositi database, la cui visualizzazione sarà resa disponibile da remoto mediante interfaccia web.

Il sistema sarà dotato degli apparati periferici di monitoraggio che consentiranno al gestore della rete il controllo in condizione di emergenza e tale sistema dovrà predisporre link di connessione primari e secondari.

6.11.1 Cavi di controllo e TLC


Per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio saranno utilizzati prevalentemente due tipologie di cavo:

- cavi in rame multipolari twistati e non;
- cavi in fibra ottica.

I primi verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi per la comunicazione su grandi distanze e nel caso in cui sia necessaria un’elevata banda passante come nel caso dell’invio di dati.

6.12 Monitoraggio ambientale

Il sistema di monitoraggio ambientale avrà il compito di misurare dati climatici (fra cui quelli di irraggiamento) riscontrabili sul sito in oggetto.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 25 / 46
		Numero Revisione
		00


I parametri rilevati puntualmente dalle stazioni di monitoraggio ambientale saranno inviati al sistema SCADA e contribuiranno alla valutazione della producibilità teorica, parametro determinante per il calcolo delle performance d'impianto.

Il sistema, nel suo complesso, avrà ottime capacità di precisione di misura, robusta insensibilità ai disturbi, capacità di autodiagnosi e autotuning.

I dati ambientali monitorati saranno:

- radiazione solare (diretta, diffusa, albedo);
- temperatura ambiente;
- direzione e velocità del vento;
- pioggia;
- neve;
- umidità relativa.

I primi (i.e. dati di irraggiamento) saranno rilevati mediante l'utilizzo di piranometri sia orizzontali sia inclinati montati sulle strutture di sostegno dei moduli, mentre i rimanenti saranno rilevati mediante strumenti di rilevamento ambientale installati su apposito palo di supporto.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 26 / 46
		Numero Revisione
		00

7 Sistema antincendio e rischio incidenti

7.1 Sistema antincendio – Impianto Fotovoltaico

L’Impianto Agrivoltaico, ai sensi del DPR 151/2011, sarà soggetto ai controlli dei Vigili del Fuoco per quanto attiene:


AREA DI GENERAZIONE

- **Attività 48:** *Centrali termoelettriche, macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantitativi superiori a 1 m³ (Nota: per quanto attiene l’olio isolante contenuto nei trasformatori BT/AT);*

Saranno rispettate le fasce di rispetto previste dalla normativa vigente e le indicazioni sugli accessi alle aree, nonché le prescrizioni del Comando provinciale dei Vigili del Fuoco di Modena.

Per gli interventi di prima necessità, in prossimità delle strumentazioni elettriche quali inverter, quadri, e trasformatori, verranno localizzati/installati estintori adatti, catalogati secondo la classe E, caricati con estinguente del tipo non tossico.


Per gli interventi di prima necessità nell’intera area dell’Impianto Agrivoltaico verranno inoltre localizzati/installati estintori adatti per classe A-B-C con capacità estinguente non inferiore a 13A - 89B, caricati con polveri o fluidi del tipo non tossico.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 27 / 46
		Numero Revisione
		00

8 Calcolo della producibilità


Facendo riferimento ai dati radiometrici della provincia di Modena e con riferimento al Comune di Carpi, si è proceduto al calcolo della producibilità per l'impianto Agrivoltaico "Carpi_1" in oggetto mediante apposito software PVSYST 7.4.4 che risulta essere pari a circa 34.31 GWh/anno.

Il calcolo di producibilità dell'impianto è riportato nel documento H16_FV_BER_00008.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 28 / 46
		Numero Revisione
		00

9 Schema di collegamento

La configurazione utilizzata per il collegamento dei moduli, compatibile con le caratteristiche dei componenti riassunte nei precedenti paragrafi, è riportata nello schema unifilare dell'impianto H16_FV_BEU_00020.


	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 29 / 46
		Numero Revisione
		00

10 Collegamento alla rete AT

I criteri e le modalità per la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale a 36 kV saranno conformi a quanto prescritto dal codice di rete (Allegato A.68), relative ai clienti produttori dotati di generatori fotovoltaici che entrano in parallelo continuativo con la rete elettrica. L'energia prodotta dall'impianto "Carpi_1" verrà convogliata alla cabina di raccolta distante circa 1,6 km dall'ampliamento a 36kV della stazione di rete Terna esistente indicata nella soluzione di connessione per il collegamento alla RTN.

Dalla cabina di raccolta avrà origine il collegamento in cavidotto AT a 36kV fino all'ampliamento a 36kV dell'esistente stazione di rete Terna 132/380 kV, prevedendo la realizzazione di una giunzione dei cavi per coprire l'intera tratta.

La descrizione del tracciato e i dettagli realizzativi dell'opera di collegamento sono contenuti nell'elaborato: H16_FV_BGR_00028_Relazione tecnica-Cavidotto.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 30 / 46
		Numero Revisione
		00

11 Opere civili

11.1 Cabine elettriche di campo

Le cabine elettriche svolgono la funzione di edifici tecnici adibiti a locali per la posa dei quadri, del trasformatore, dell'inverter, delle apparecchiature di telecontrollo e di consegna e misura.

Per le cabine di campo saranno impiegate delle Power Station composte da un Box (container) prefabbricato con struttura portante in acciaio e chiusure con pannelli metallici a doppia parete contenenti materiale isolante termo-acustico.

I box saranno installati su un basamento dotato di vasca capace di raccogliere tutto l'olio contenuto nel trasformatore in caso di perdita accidentale dello stesso.

Le dimensioni del box sono di 12,2 x 2,4 m. L'accesso alle cabine elettriche di campo avviene tramite la viabilità interna.

Un tipico delle cabine elettriche di campo è riportato nell'elaborato H16_FV_BCD_00017_Piante e prospetti cabine (Foglio 2di2).

11.2 Cabina di raccolta


La struttura prevista per la cabina di raccolta sarà prefabbricata in c.a.v. monoblocco costituita da pannelli e solaio di copertura di spessore adeguato. La fondazione sarà costituita da una vasca prefabbricata in c.a.v. di altezza 100 cm predisposta con forature a frattura prestabilita per passaggio cavi AT/BT.

La rifinitura della cabina, nel caso essa sia prefabbricata, comprende:

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

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

La cabina sarà dotata di un adeguato sistema di ventilazione per prevenire fenomeni di condensa interna e garantire il corretto raffreddamento delle macchine elettriche presenti. La sicurezza strutturale dei manufatti dovrà essere garantita dal fornitore.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 31 / 46
		Numero Revisione
		00

Un tipico della cabina di raccolta è riportato nell'elaborato H16_FV_BCD_00017_ Piante e prospetti cabine (Foglio 1di2).

11.3 Viabilità

La viabilità interna all'impianto sarà realizzata in materiale misto stabilizzato. La dimensione delle strade è stata scelta per consentire il passaggio di mezzi idonei ad effettuare il montaggio e la manutenzione dell'impianto.

Per dettagli in merito a tracciato e sezione della viabilità interna dell'impianto si rimanda all'elaborato H16_FV_BGD_00019.

Nessuna nuova viabilità esterna sarà realizzata essendo l'area già servita da infrastrutture viarie adeguate.

Per l'accesso all'impianto dalla viabilità pubblica (accesso principale realizzato a partire dalla S.P.413 sul lato Sud-Ovest dell'impianto e accesso secondario realizzato da Via Gruppo sul lato Nord dell'area impianto) saranno realizzati dei brevi tratti di strada in materiale misto stabilizzato.

11.4 Recinzione

La recinzione perimetrale sarà realizzata con rete metallica zincata plastificata a maglie di 50x50 mm, costituita da filo metallico di diametro minimo Ø2.6 mm con stanti di sostegno in acciaio in profilo a T zincato e plastificato, di altezza fuori terra pari a 2.00 m ed infissi nel terreno per 1.00 m senza l'impiego di cemento, compresi i fili di tensione, i profilati in ferro di controvento in elementi metallici zincati e plastificati.


Ogni 100 m è previsto uno spazio libero verso terra della dimensione 0,20 x 1 m, al fine di consentire i passaggi della piccola fauna selvatica. Dovrà crearsi un idoneo irrigidimento della rete nella zona di passaggio della fauna.

I tipologici della recinzione sono riportati nell'elaborato H16_FV_BCD_00018_Disegni Componenti Tipici.

11.5 Movimenti terra

L'area di installazione dell'Impianto è pianeggiante. Propedeuticamente sarà effettuata una pulizia dei terreni dall'erba e dalle piante selvatiche preesistenti.

Per la regimazione idraulica saranno realizzate nuovi fossi/scoline di sgrondo del terreno e vasche di laminazione (le vasche hanno pareti in terra permeabili) collegate idraulicamente tra loro.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 32 / 46
		Numero Revisione
		00

L'adozione della soluzione a palo infisso non richiede scavi per l'installazione dei tracker.

Per l'installazione delle cabine di campo BT/AT, della cabina di raccolta, dei cancelli di accesso e per la realizzazione della viabilità d'Impianto saranno necessari degli scavi localizzati.

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

Le principali voci di scavo sono:

- viabilità perimetrale;
- cavidotti BT/AT interni all'area impianto;
- fondazioni cabine di campo e cabina di raccolta;
- realizzazione opere di regimazione acque meteoriche;
- realizzazione rete di subirrigazione.

La volumetria complessiva delle terre escavate è pari a 138.000 m³. Tali terre, se conformi ai sensi del D.P.R. 120/2017 e idonee da un punto di vista geotecnico, verranno interamente riutilizzate in sito per livellamenti, rinterri, rinalzi e riprofilatura del terreno mantenendo comunque la morfologia dell'area pianeggiante.


11.6 Regimazione idraulica

Per la regimazione idraulica dell'area saranno realizzate nuovi fossi/scoline di sgrondo del terreno e vasche di laminazione (le vasche hanno pareti in terra permeabili) collegati idraulicamente tra loro.

I fossi/scoline, laddove interferenti con la viabilità dell'impianto saranno tombati.

Le acque raccolte mediante le suddette opere di regimazione idraulica saranno convogliate, mediante i punti di recapito esistenti o direttamente nello scolo Gavaseto o nei fossi esistenti che corrono paralleli al lato est dell'impianto anch'essi collegati al suddetto scolo Gavaseto.

Nell'elaborato H16_FV_BGR_00060_Relazione di compatibilità idraulica sono state descritte le opere progettate nell'area impianto per garantire l'invarianza idraulica e per l'allontanamento delle acque meteoriche al fine di evitare ristagni.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 33 / 46
		Numero Revisione
		00

12 Gestione impianto

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

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


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

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

Le principali grandezze controllate dal sistema saranno:

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

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

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 34 / 46
		Numero Revisione
		00

13 Fase di costruzione

L'area di cantiere sarà realizzata nell'area dedicata all'installazione dell'impianto fotovoltaico e si prevede di realizzare due piazzali di cantiere, in aree esterne all'impianto adiacenti al lato ovest dello stesso, nella disponibilità di Iren, in prossimità all'accesso principale dell'Impianto dalla SP 413.


In tali aree saranno allestite le aree di stoccaggio materiali e saranno installati i container attrezzati per la funzione di uffici, Direzione Lavori, guardiana, refettorio, spogliatoio, i container magazzino i bagni chimici, i depositi di acqua per uso cantiere (indicativamente 2 IBC da 1 m³).

Gli spazi di cantiere saranno delimitati e recintati con rete adeguatamente fissata e sostenuta, muniti di adeguata cartellonistica di cantiere (cartelli di pericolo, di avviso, segnali luminosi ed illuminazione generale) e dotati dei relativi allacciamenti necessari per le attività proprie di cantiere. Saranno previsti, un numero adeguato di cancelli di ingresso al fine di consentire l'accesso al personale che sarà impiegato alla costruzione dell'impianto ed a tutti i mezzi di cantiere.

Le principali fasi dell'attività di cantiere saranno indicativamente le seguenti:

- allestimento del cantiere, che prevede un minimo di preparazione dell'area di posizionamento dei container mediante eventuale spianatura del terreno realizzata con mezzi di movimento terra;
- realizzazione della recinzione;
- realizzazione delle strade interne alle aree di impianto;
- movimenti terra in generale: scavi, rinterri, riprofilature e livellamenti. Realizzazione delle opere di regimazione idraulica e della viabilità di impianto;
- installazione dell'impianto di irrigazione;
- approvvigionamento materiali (cabine, strutture di sostegno, moduli, inerti per opere civili, ecc.);
- montaggio delle strutture e dei moduli fotovoltaici (che costituisce la fase che ha durata temporale maggiore): a) fissaggio nel terreno dei profili portanti di acciaio dei pannelli, con macchinario battipalo; b) montaggio delle strutture di sostegno dei moduli al di sopra dei profili portanti e fissaggio dei moduli stessi;
- posa in opera delle cabine;
- messa in opera di cavi, locali tecnici, sistema di illuminazione e videosorveglianza e lavori elettrici manuali legati al cablaggio dei moduli già montati sulle strutture e all'allestimento dei vari quadri elettrici e cabine;
- smantellamento del cantiere che consiste nell'eliminazione delle strutture provvisorie costituite dai container uffici e magazzino, da bagni chimici e dai cassoni "scarrabili" per il deposito temporaneo dei rifiuti, ecc.. Verranno inoltre rimosse tutte le attrezzature e i materiali utilizzati per la fase di cantierizzazione;
- Sistemazione finale delle aree.

Il calcestruzzo necessario sarà approvvigionato presso centri di confezionamento qualificati nei pressi dell'impianto.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 35 / 46
		Numero Revisione
		00

Durante la fase di cantiere si prevedono minimi consumi di acqua principalmente per gli usi generici di cantiere e il fabbisogno igienico-sanitario delle maestranze. Il quantitativo di acqua necessaria sarà approvvigionato tramite autobotte.

Nel corso delle attività di costruzione si prevede che possano essere generati, in funzione delle lavorazioni effettuate, le seguenti tipologie principali di rifiuti, le cui quantità saranno modeste:

- legno, plastica e cartone proveniente da imballaggi misti delle apparecchiature, ecc.;
- scarti di cavi, sfridi di lavorazione;
- residui metallici;
- residui di calcestruzzo e inerti.

Inoltre, le maestranze impiegate nelle attività di cantiere utilizzeranno bagni chimici, i cui reflui saranno raccolti e smaltiti come rifiuti.

I rifiuti saranno gestiti secondo quanto previsto dalla normativa vigente per il deposito temporaneo rifiuti. Essi verranno quindi inviati a centri qualificati per essere recuperati/smaltiti.

Le tipologie principali di mezzi che si prevede potranno essere utilizzate per le attività di costruzione sono:

- mezzi cingolati;
- autocarri;
- escavatori;
- pale meccaniche;
- merli;
- autobetoniere;
- battipalo;
- autogru.

La viabilità e gli accessi sono assicurati dalle strade esistenti, in grado di far fronte alle esigenze del cantiere.

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


Verranno impiegati in prima analisi i seguenti tipi di squadre:

- manovali edili,
- elettricisti,
- montatori meccanici,
- ditte specializzate.

L'organizzazione di cantiere rispetterà tutti le prescrizioni di legge D.Lgs. 81/2008 Titolo IV.

Nell'elaborato H16_FV_BGD_00024 si riporta la Planimetria delle aree di cantiere.


La realizzazione del progetto durerà complessivamente circa 11 mesi.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 36 / 46
		Numero Revisione
		00

14 Programma Lavori


La realizzazione del progetto durerà complessivamente circa 12 mesi.

Il cronoprogramma degli interventi per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico è riportato nell'Elaborato H16_FV_BGL_00023_Cronoprogramma – Impianto.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 37 / 46
		Numero Revisione
		00


15 Quadro economico

Nell'elaborato H16_FV_BGL_00042 si riporta il Quadro economico degli interventi in progetto.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 38 / 46
		Numero Revisione
		00

16 Piano di Dismissione

Nell'elaborato H16_FV_BGR_00043 si riporta il Piano di dismissione a fine vita dell'impianto fotovoltaico.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 39 / 46
		Numero Revisione
		00

17 Descrizione di risorse utilizzate ed emissioni, scarichi e rifiuti previsti

17.1 Materie prime e combustibili

In condizioni di normale esercizio l'impianto Agrivoltaico, limitatamente all'attività di produzione energetica, non necessita né di materie prime né di combustibili.

17.2 Consumi idrici

Durante la fase di esercizio dell'impianto fotovoltaico non sono previsti consumi idrici connessi al processo produttivo.

Durante il proprio esercizio l'impianto fotovoltaico necessita di quantità non significative di acqua solo per la pulizia dei moduli fotovoltaici: l'approvvigionamento dell'acqua avverrà tramite l'utilizzo di autobotti di fornitori locali che trasporteranno l'acqua necessaria in loco. La pulizia dei moduli fotovoltaici avverrà senza l'utilizzo di detersivi ed esclusivamente con acqua.

In merito ai consumi idrici previsti per la conduzione dell'attività agricola si rimanda alla relazione agronomica (H16_FV_BGR_00049).


17.3 Emissioni in atmosfera

Durante la fase di esercizio, l'impianto fotovoltaico non genera emissioni gassose di inquinanti in atmosfera.

L'Impianto fotovoltaico, dato lo sfruttamento della risorsa rinnovabile del sole, consente di produrre energia elettrica migliorando il bilancio delle emissioni climalteranti: si determinano ricadute nettamente positive con riferimento a tale componente ambientale, in una dimensione globale ed indirettamente anche locale.

Infatti, se si considera la possibile alternativa di produrre la stessa quota di energia elettrica con un impianto a fonti non rinnovabili, la ricaduta a livello locale è positiva data l'assenza di emissioni di inquinanti.

I benefici ambientali ottenibili dall'adozione di sistemi fotovoltaici sono direttamente proporzionali alla quantità di energia prodotta, supponendo che questa vada a sostituire l'energia altrimenti fornita da fonti convenzionali.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 40 / 46
		Numero Revisione
		00

Indicativamente per produrre 1 kWh elettrico il parco termoelettrico italiano emette¹ in atmosfera circa 0,205 g/kWh di Ossidi di azoto, 0,046 g/kWh di Ossidi di zolfo, 0,09 di Composti organici volatili non metanici – COVNM, 0,092 di Monossido di carbonio e 0,0024 di polveri (PM10).

Sulla base della producibilità annua stimata per l’impianto in progetto (si veda § 8), è possibile affermare che la messa in servizio e l’esercizio dell’impianto fotovoltaico in oggetto permetteranno di:

- consentire un risparmio di circa 7.549 tep² (tonnellate equivalenti di petrolio) all’anno;
- evitare l’immissione di circa 16.608 tonnellate di CO₂³ all’anno;
- evitare l’immissione in atmosfera dei seguenti inquinanti⁴:

Tabella 8: Emissioni evitate con la realizzazione del progetto

Inquinante	Emissioni evitate (kg/anno)
NO _x	7034
SO _x	1578
COVNM	3088
CO	3157
PM10	69

17.4 Scarichi idrici

L’esercizio dell’impianto in progetto non produce acque reflue di processo.


Le acque raccolte mediante le opere di regimazione idraulica (acque di scolo dei terreni) saranno convogliate, mediante i punti di recapito già attualmente esistenti o direttamente nello scolo Gavaseto o nei fossi esistenti che corrono paralleli al lato est dell’impianto anch’essi collegati al suddetto scolo Gavaseto.

¹ Rapporto ISPRA “Indicatori di efficienza e decarbonizzazione del sistema energetico nazionale e del settore elettrico - n.363/2022”: fattori di emissione (mg/kWh) degli inquinanti atmosferici emessi per la produzione di energia elettrica e calore – anno 2020

² Rapporto ISPRA “Indicatori di efficienza e decarbonizzazione del sistema energetico nazionale e del settore elettrico - n.363/2022”: emissioni da combustione per unità di energia primaria – anno 2020 - stimato considerando un rendimento totale del parco termoelettrico pari a 0.566.

³ Rapporto ISPRA “Indicatori di efficienza e decarbonizzazione del sistema energetico nazionale e del settore elettrico - n.363/2022”: emissioni da combustione per unità di energia primaria – anno 2020 – 2,2 t CO₂eq/tep.

⁴ Valori stimati sulla base dei coefficienti riportati nel rapporto ISPRA “Indicatori di efficienza e decarbonizzazione del sistema energetico nazionale e del settore elettrico - n.343/2021”: fattori di emissione (mg/kWh) degli inquinanti atmosferici emessi per la produzione di energia elettrica e calore – anno 2019.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 41 / 46
		Numero Revisione
		00

17.5 Rumore

L'impianto Agrivoltaico sarà progettato e realizzato nel rispetto dei requisiti della normativa in materia di acustica ambientale (Legge 447/95 e successivi Decreti Attuativi) e del decreto legislativo 81/2008 e successive modifiche.

Per dettagli si veda l'Elaborato H16_FV_BGR_00047.

17.6 Rifiuti

In fase di cantiere, trattandosi di materiali preassemblati, si avrà una quantità minima di scarti (fondamentalmente metalli di scarto, inerti, materiale di imballaggio delle componenti elettriche e dei pannelli fotovoltaici, ecc.) che saranno conferiti a discariche autorizzate secondo la normativa vigente.

Inoltre, le maestranze impiegate nelle attività di cantiere utilizzeranno bagni chimici, i cui reflui saranno raccolti e gestiti come rifiuti.


L'impianto agrivoltaico, in fase di esercizio, non determina alcuna produzione di rifiuti, salvo quelli di entità trascurabile legati alle attività di manutenzione quali ad esempio la sostituzione dei moduli fotovoltaici, delle apparecchiature elettriche difettose, ecc..

Una volta concluso il ciclo di vita dell'impianto, i pannelli fotovoltaici e tutte le altre componenti di impianto saranno smaltiti/recuperati secondo le procedure stabilite dalle normative vigenti al momento.

17.7 Campi elettromagnetici

Nell'Elaborato H16_FV_BER_00025 si riporta la relazione di calcolo campi elettromagnetici con la stima delle distanze di prima approssimazione (DPA) calcolate per il progetto.

Nell'Elaborato H16_FV_BED_00026 si riportano le DPA su planimetria.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 42 / 46
		Numero Revisione
		00

18 Verifica conformità alla definizione di agrivoltaico avanzato

Il presente capitolo è stato strutturato in modo da descrivere le scelte progettuali che concorrono a definire e rispondere ai seguenti concetti:

- classificazione dei sistemi agrivoltaici;
- requisiti dei sistemi agrivoltaici.

Per dettagli sul progetto agronomico si rimanda all'elaborato H16_FV_BGR_00049.

18.1 Classificazione dei sistemi agrivoltaici

Secondo le Norme Tecniche e le Linee Guida ministeriali gli impianti fotovoltaici sono definibili agrivoltaici/agrivoltaici avanzati se rispettano le seguenti condizioni:

- d) Impianto agrivoltaico (o agrovoltaico, o agro-fotovoltaico): impianto fotovoltaico che adotta soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione;
- e) Impianto agrivoltaico avanzato: impianto agrivoltaico che, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, e ss. mm.:
- i) adotta soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche eventualmente consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione;
 - ii) prevede la contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto dell'installazione fotovoltaica sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture, la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici;


Gli impianti agrivoltaici possono essere classificati in 3 macrocategorie in base alla tecnologia adottata:

- impianti di TIPO 1: impianti agrivoltaici elevati (fissi, ad inseguimento monoassiale, ad inseguimento biassiale);
- impianti di TIPO 2: impianti agrivoltaici interfilari (fissi, ad inseguimento monoassiale, ad inseguimento biassiale);
- impianti di TIPO 3: impianti agrivoltaici verticali.

Per ciascuna macrocategoria è possibile definire delle sottocategorie in funzione dell'attività agricola svolta sul sito di riferimento:

- sottocategoria A: colture permanenti (frutteti, vigneti);
- sottocategoria B: colture annuali e pluriennali (cerealicole, orticole, foraggere, prato);
- sottocategoria C: zootecnia (pascolo di bovini, ovini, avicoli).

Coerentemente con quanto indicato nelle Linee Guida ministeriali, si è optato per la progettazione di un impianto di "Tipologia 1 – Impianti agrivoltaici elevati" che permette lo svolgimento delle pratiche agricole al di sotto dei moduli FV ed è la tipologia considerata maggiormente integrata con l'agricoltura ad elevato valore aggiunto.

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 43 / 46
		Numero Revisione
		00

Per essere definiti di **Tipologia 1** gli impianti agrivoltaici devono rispettare il Requisito C delle Linee Guida ovvero:

- ✓ per moduli installati su tracker monoassiali, l'altezza minima da terra, misurata con i moduli collocati alla massima inclinazione tecnicamente raggiungibile, deve essere almeno pari a 2,1m nel caso di colture annuali e pluriennali quali foraggiere e prato (**sottocategoria B**) come quelle previste dal progetto.

L'Impianto in progetto è stato progettato per rispettare, alla massima inclinazione dei tracker, un'altezza minima da terra dei moduli di 2,1 m.

18.2 Requisiti dei sistemi agrivoltaici

I sistemi agrivoltaici necessitano di requisiti tecnici da rispettare nelle fasi di progettazione e di gestione di un sistema agrivoltaico sia per la produzione agricola che per la produzione energetica. I principali requisiti indicati nelle Linee Guida Ministeriali sono di seguito riportati. Si specifica che l'impianto in progetto, data la definizione di impianto agrivoltaico avanzato, dovrà soddisfare i requisiti A, B, C, D ed E.

• REQUISITO A

- **REQUISITO A1:** Superficie minima coltivata ($S_{agricola}$): al fine di garantire che sugli appezzamenti si continui a praticare attività agricola, la percentuale rispetto alla destinazione d'uso della superficie precedente all'installazione è stata definita dalle Linee Guida MiTE pari al 70%. Questo valore garantirebbe il rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA):

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

dove $Stot$ è la superficie totale del sistema agrivoltaico;


- **REQUISITO A2:** Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (**LAOR** - Land Area Occupation Ratio): è previsto che la superficie complessiva dei moduli fotovoltaici non superi il 40% della superficie complessiva del sistema agrivoltaico

$$\frac{S_{pv}}{Stot} = LAOR \leq 40\%$$

dove per il calcolo della superficie complessiva dei moduli fotovoltaici (S_{pv}) bisogna considerare la somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto, come dedotte dalla scheda tecnica del modulo utilizzato;

• REQUISITO B:

- **REQUISITO B1:** Continuità dell'attività agricola
 - B1.a): esistenza e resa della coltivazione, tale aspetto può essere valutato tramite il valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 44 / 46
		Numero Revisione
		00

sistema stesso espressa in €/ha, confrontandolo con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo.

La resa agricola ($R_{a,APV}$) secondo la UNI/PdR 148:2023 è espressa in (t ha⁻¹) ed è data dal rapporto fra la produzione agricola in agrivoltaico (P_{APV} , t) e la superficie totale del sistema agrivoltaico (ha).

$$R_{a,APV} = \frac{P_{APV}}{S_{tot}}$$

$$(R_{a,standard} - R_{a,APV}) / R_{a,standard} \leq 30\%$$

La resa agricola in ambiente agrivoltaico è un parametro utile per confrontare la resa in agrivoltaico con le condizioni di riferimento di produzione agricola, in assenza di impianto agrivoltaico ($R_{a,Standard}$, vedere Appendice B).


- B1.b): **mantenimento dell'indirizzo produttivo**, ove sia già presente una coltivazione a livello aziendale, andrebbe rispettato il mantenimento dell'indirizzo produttivo o, eventualmente, il passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato. Fermo restando, in ogni caso, il mantenimento di produzioni DOP o IGP. Il valore economico di un indirizzo produttivo è misurato in termini di valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale; la modalità di calcolo e la definizione di coefficienti di produzione standard sono predisposti nell'ambito della Indagine RICA per tutte le aziende contabilizzate.
- **REQUISITO B2**: Producibilità elettrica minima (FV_{agri}), è previsto che la produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FV_{agri}) correttamente progettato, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico di riferimento (FV_{rif}) debba essere:

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

Secondo quanto riportato nella Norma UNI/PdR 148:2023 il calcolo del parametro $FV_{standard}$ può essere effettuato tramite il tool denominato "PVGIS" del JRC (Joint Research Centre della Commissione Europea), disponibile al link: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/it/

La procedura di inserimento dei dati per la progettazione dell'impianto agrivoltaico prevede:

- l'individuazione del sito (in termini di coordinate geografiche) ove verrà installato l'impianto agrivoltaico;
- la selezione del valore "PVGIS-SARAH2" nel campo "Database di radiazione solare";
- la selezione della tecnologia fotovoltaica "silicio cristallino", nel campo "Tecnologia FV";

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 45 / 46
		Numero Revisione
		00

- un fattore correlato alle perdite del generatore fotovoltaico lato corrente continua - pari, in ogni caso, al 14%, da inserire nel campo “Perdite di sistema [%]”;
- la modalità di installazione “montaggio a terra”, presente nel campo “Posizione montaggio”;
- il valore pari alla latitudine meno 10 gradi nel campo “Inclinazione”;
- il valore 0° nel campo “Orientamento”.

Il valore dell’energia elettrica prodotta dall’impianto fotovoltaico (denominato “Produzione annuale FV [kWh]”), presente nella sezione “Riassunto”, è strettamente correlato al valore di potenza nominale dell’impianto e inserito nell’apposito campo “Potenza FV di picco [kWp]”.

La potenza nominale dell’impianto per il calcolo di $FV_{standard}$ deve considerare un impianto fotovoltaico con moduli fissi, con efficienza pari al 20% avente le file dei moduli distanziate in modo tale da non creare ombreggiamento reciproco fra essi alle ore 12 del 21 dicembre.

- **REQUISITO C:** per essere definiti di **Tipologia 1** gli impianti agrivoltaici, nel caso di colture annuali e pluriennali quali foraggere e prato (sottocategoria B) come quelle previste dal progetto, devono rispettare, per moduli installati su tracker monoassiali, l’altezza minima da terra di 2,1m, misurata con i moduli collocati alla massima inclinazione tecnicamente raggiungibile.
- **REQUISITO D:** il DL 77/2021 ha previsto che, ai fini della fruizione di incentivi statali, sia installato un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio:
 - **D.1)** risparmio idrico;
 - **D.2)** continuità dell’attività agricola, ovvero: l’impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.
- **REQUISITO E:** in aggiunta, al fine di valutare gli effetti delle realizzazioni agrivoltaiche, il PNRR prevede altresì il monitoraggio dei seguenti ulteriori parametri:
 - **E.1)** il recupero della fertilità del suolo;
 - **E.2)** il microclima;
 - **E.3)** la resilienza ai cambiamenti climatici.


18.2.1 Verifica dei requisiti

18.2.1.1 Requisito A

Verificato. Si veda l’Appendice 1 in cui si riportano i calcoli condotti per la verifica di tale requisito.

18.2.1.2 Requisito B

Requisiti B1.a) e B1.b) verificati. Per i dettagli di calcolo si rimanda alla Relazione agronomica (elaborato H16_FV_BGR_00049)

	ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007	Pagina 46 / 46
		Numero Revisione
		00

Requisito B2 verificato. Si veda l'Appendice 1 in cui si riportano i calcoli condotti per la verifica di tale requisito.

18.2.1.3 Requisito C

Verificato. L'impianto in progetto è classificabile come impianto di Tipologia 1 (sottocategoria B).

Nell'impianto in progetto è prevista l'installazione di tracker monoassiali dove i pannelli rispettano l'altezza minima da terra pari a 2,1m, prevista nel caso di colture annuali e pluriennali quali foraggiere e prato, misurata con i moduli collocati alla massima inclinazione tecnicamente raggiungibile.

18.2.1.4 Requisito D


Verificato. Per dettagli si rimanda alla Relazione agronomica (elaborato H16_FV_BGR_00049)

18.2.1.5 Requisito E

Verificato. Per dettagli si rimanda alla Relazione agronomica (elaborato H16_FV_BGR_00049)

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato denominato “Carpi_1” di potenza pari a 20,43 MWp nel Comune di Carpi (MO) ed opere connesse alla RTN

**Relazione tecnica – Impianto
Appendice 1**

28/11/2023	00	Emissione per autorizzazione	D. Stangalino	O. Retini	D. Stangalino
Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Logo Committente e Denominazione Commerciale 			ID Documento Committente H16_FV_BGR_00007 - Appendice 1 -		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale 			ID Documento Appaltatore -		

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; sono identificati i seguenti parametri:

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

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

S_{tot} (m²) | 305520 | Superficie totale dell'impianto agrivoltaico coincidente con l'area compresa nella recinzione

Considerando che l'altezza minima delle strutture dal piano campagna (H_{min}) è fissata pari a 2,1m la superficie utilizzabile per scopi agricoli è rappresentata dalla S_{tot} a meno delle seguenti superfici:

A (m²) | 7566 | Superficie fascia di mitigazione in cui verranno piantumate specie mellifere

B (m²) | 18487 | Superficie viabilità interna

C (m²) | 1178 | Superficie occupata dalle strutture impianto (quali cabine, ecc.)

D (m²) | 40567 | Superficie corrispondente ad una fascia di ampiezza pari a 70 cm delineata a cavallo dell'asse delle strutture porta pannelli per ragioni di sicurezza nell'ambito delle attività agricole (passaggio macchinari agricoli vicino alle strutture portapannelli)

S_{agricola} (m²) | 237722 | Superficie utilizzata per la coltivazione (calcolata come S_{agricola} = S_{tot} - A - B - C - D)

0,7 x S_{tot} | 213864 | < S_{agricola}

A.2) LAOR massimo: è previsto che la superficie complessiva dei moduli fotovoltaici non superi il 40% della superficie complessiva del sistema agrivoltaico;

$$\frac{S_{pv}}{S_{tot}} = LAOR \leq 40\%$$

S_{tot} (m²) | 305520 | Superficie totale dell'impianto agrivoltaico coincidente con l'area compresa nella recinzione

Per la stima dell'area coperta dai pannelli si riportano le dimensioni indicative del pannello considerato

Lungh. pannello (m) | 2.38
Largh. pannello (m) | 1.13
Area pannello (m²) | 2.6894
n. pannelli in impianto | 32956

S_{pv} (m²) | 88632

LAOR | 29% | < 40%

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;

B.2) la produttività elettrica dell'impianto agrivoltaico, rispetto ad un impianto standard e il mantenimento in efficienza della stessa

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

P_{agri} (GWh anno) | 34.31

FV_{agri} | 0.0001123 | GWh/ha/annno
FV_{standard} | 0.0001226 | GWh/ha/annno

Verifica | 0.92 | > 0,6

Il calcolo di $FV_{standard}$ può essere effettuato tramite il tool denominato "PVGIS" del JRC (Joint Research Centre della Commissione Europea), disponibile al seguente link:
https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/it/

La procedura di inserimento dei dati per la progettazione dell'impianto agrivoltaico deve prevedere:

- l'individuazione del sito (in termini di coordinate geografiche) ove verrà installato l'impianto agrivoltaico;
- la selezione del valore "PVGIS-SARAH2" nel campo "Database di radiazione solare";
- la selezione della tecnologia fotovoltaica "silicio cristallino", nel campo "Tecnologia FV";
- un fattore correlato alle perdite del generatore fotovoltaico lato corrente continua - pari, in ogni caso, al 14%, da inserire nel campo "Perdite di sistema [%]";
- la modalità di installazione "montaggio a terra", presente nel campo "Posizione montaggio";
- il valore pari alla latitudine meno 10 gradi nel campo "Inclinazione";
- il valore 0° nel campo "Orientamento".

Il valore dell'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico (denominato "Produzione annuale FV [kWh]"), presente nella sezione "Riassunto", è strettamente correlato al valore di potenza nominale dell'impianto e inserito nell'apposito campo "Potenza FV di picco [kWp]".

La potenza nominale dell'impianto per il calcolo di $FV_{standard}$ deve considerare un impianto fotovoltaico con moduli fissi, con efficienza pari al 20% avente le file dei moduli distanziate in modo tale da non creare ombreggiamento reciproco fra essi alle ore 12 del 21 dicembre.

Il calcolo di FV_{agri} dipende dalle caratteristiche dell'impianto agrivoltaico di riferimento e viene lasciata libertà al singolo proponente per la scelta della modalità di calcolo più opportuna (tramite software commerciali), da esporre nella relativa relazione tecnica dell'impianto.

$$FV_{agri} = \frac{P_{agri}}{S_{tot}}$$

dove:

P_{agri} = produzione annuale di energia elettrica (GWh/ha anno-1) del sistema agrivoltaico
 S_{tot} = area di installazione dell'impianto agrivoltaico.

Calcolo produttività FV_{standard}

Di seguito si riportano i dati di massima per la stima della produttività di un impianto fotovoltaico standard (montati su strutture fisse in configurazione 2P)

posizione del sole	Elevazione	Azimut	latitudine	longitudine
21/12/2022 12:00 GMT+1	21.62°	176.46°	44.8639529° N	10.8981413° E
Crepuscolo	Alba	Tramonto	Azimut Alba	Azimut Tramonto
Crepuscolo -0.833°	07:50:49	16:37:52	123.14°	236.86°
Crepuscolo Civile -6°	07:17:01	17:11:36	117.35°	242.63°
Crepuscolo Nautico -12°	06:39:51	17:48:46	111.22°	248.76°
Crepuscolo Astronomico -18°	06:04:09	18:24:28	105.45°	254.53°
luce del giorno	hh:mm:ss	diff. dd-1	diff. dd-1	Mezzogiorno
21/12/2022	08:47:03	-00:00:01	00:00:05	12:14:20

Data:	21/12/2022 GMT+1	
coordinate:	44.8639529, 10.8981413	
località:	44.86395290, 10.89814130	
ora	Elevazione	Azimut
07:50:49	-0.833°	123.14°
8:00:00	0.51°	124.75°
9:00:00	8.61°	135.91°
10:00:00	15.15°	148.29°
11:00:00	19.63°	161.92°
12:00:00	21.62°	176.46°
13:00:00	20.91°	191.2°
14:00:00	17.57°	205.34°
15:00:00	11.96°	218.33°
16:00:00	4.55°	230.05°
16:37:52	-0.833°	236.86°

44.86 ° Latitudine area impianto
35 ° Inclinazione pannelli rispetto al suolo (Lat. - 10°)
21.62 ° Elevazione del sole
4.78 m Lunghezza 2 pannelli posizione 2P
10.84 m Distanza tra inizio file pannelli (pitch) perché non ci sia ombreggiamento alle 12 del 21 dic 2023

0.44 GCR
279068 m² Area utile installazione pannelli
123135 m² Area coperta da pannelli
2.701 m² Area singolo pannello
45585 n. pannelli da 620 W
28262.7 kWp Potenza
37455148.4 kWh/anno Produttività FV standard
37.46 GWh/anno Produttività FV standard

Performance of grid-connected PV

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

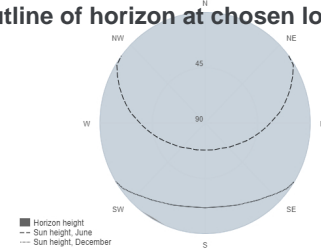
Provided inputs:

Latitude/Longitude: 44.864,10.898
 Horizon: Calculated
 Database used: PVGIS-SARAH2
 PV technology: Crystalline silicon
 PV installed: 28262.7 kWp
 System loss: 14 %

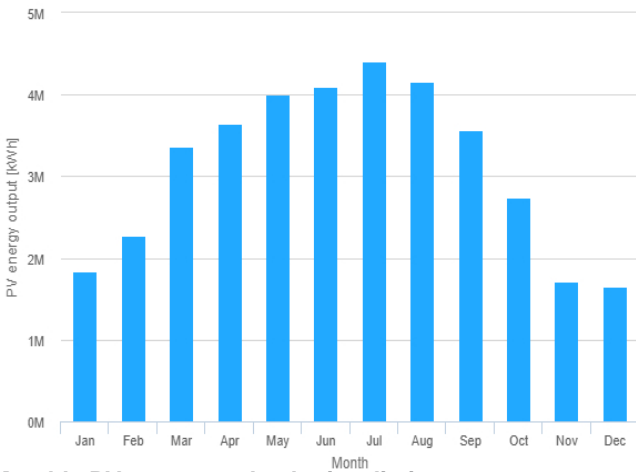
Simulation outputs

Slope angle: 35 °
 Azimuth angle: 0 °
 Yearly PV energy production: 37455148.44 kWh
 Yearly in-plane irradiation: 1736.5 kWh/m²
 Year-to-year variability: 1699204.17 kWh
 Changes in output due to:
 Angle of incidence: -2.71 %
 Spectral effects: 1.15 %
 Temperature and low irradiance: -9.82 %
 Total loss: -23.68 %

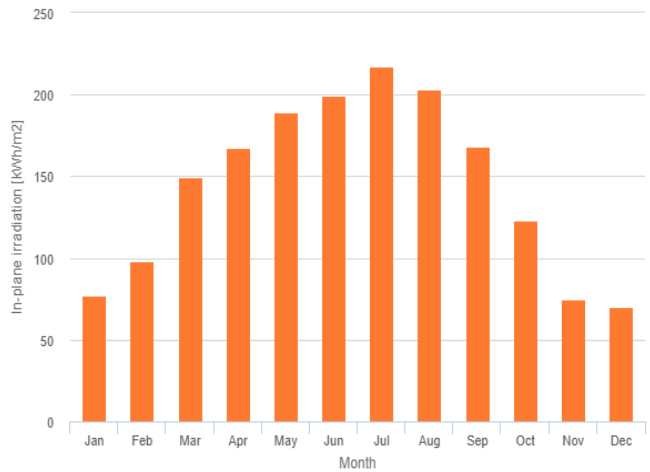
Outline of horizon at chosen location:



Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E _m	H(i) _m	SD _m
January	1839097.1	492462.3	77.1
February	2272349.6	524484.5	96.0
March	3358406.3	506282.5	139.3
April	3643662.6	458158.5	167.8
May	3996459.8	359311.3	188.9
June	4096493.6	233576.3	169.1
July	4413914.2	215997.7	217.5
August	4164156.2	245625.3	203.6
September	3567548.6	237325.4	168.0
October	2735731.2	377192.4	123.0
November	1713169.7	405647.2	77.4
December	1654166.9	355485.7	69.8

E_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].
 H(i)_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].
 SD_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].