

Committente:

## MEDESANO SOLARE S.R.L.

via Nicolodi n. 5/A  
43126 Parma (PR)

r\_emiro\_Giunta - Prof. 28/06/2021 - 0623045\_F

titolo del progetto

### IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GHIAIE DI MEDESANO"

REGIONE: EMILIA ROMAGNA

PROVINCIA: PARMA

COMUNI: MEDESANO E  
COLLECCHIO

Elaborato

numerazione

### STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

# S01

#### Responsabile progettazione

Prof. Ing. Giacomo Bizzarri - Via Cagni 1/4 - 42124 Reggio Emilia

#### Responsabile aspetti paesaggistici e ambientali

Ambiter s.r.l. - Via Nicolodi 5/a - 43126 Parma

**Direttore Tecnico**

Dott. Giorgio Neri

#### Data di emissione

Giugno 2021

rev. data descrizione redatto da

A			
B			
C			

#### Responsabile di progetto:

Prof. Ing. Giacomo Bizzarri

#### Collaboratori:

Dott. Ing. Leonardo Fumelli

Dott. Ing. Florian Hoxhaj

#### Aspetti paesaggistici e ambientali:

Dott. Amb. Gabriele Virgili - Ambiter s.r.l.

Dott. Arch. Daniela Pisciotano - Ambiter s.r.l.

Dott. Nat. Silvia Del Fiore - Ambiter s.r.l.

Dott. Geol. Adriano Biasia - Ambiter s.r.l.

Dott. Rossana Valentini - Ambiter s.r.l.

#### Aspetti acustici:

Ing. Luca Pasini - Silent Studio

Timbro e firma:



STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO IN PROGETTO.....</b>	<b>5</b>
3.1	STIMA DELLA RADIAZIONE SOLARE E DELLA PRODUCIBILITA' ELETTRICA .....	5
3.2	CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO .....	7
3.3	PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI.....	12
3.3.1	Organizzazione della rete elettrica interna al Parco fotovoltaico.....	12
3.3.2	Tipi di cavi e collegamenti.....	14
3.3.3	Servizi ausiliari.....	14
3.3.4	Sistema protettivo .....	15
3.3.5	Impianto di messa a terra.....	15
3.3.6	Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche .....	16
3.3.7	Impianto di illuminazione.....	17
3.3.8	Impianti speciali .....	17
3.4	CABINE MT/BT.....	18
<b>4</b>	<b>CONNESSIONE ALLA RETE .....</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>ANALISI ENERGETICA .....</b>	<b>22</b>

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE**

## **1 PREMESSA**

Nel presente Quadro di Riferimento Progettuale è riportata una descrizione sintetica delle caratteristiche dell'impianto fotovoltaico "Fornace di Bassignana" e delle relative opere connesse. Per ulteriori approfondimenti in merito alle caratteristiche del progetto si rimanda alla consultazione della documentazione progettuale depositata agli atti insieme allo Studio di impatto.

L'impianto, nella titolarità di Medesano Solar S.r.L., sarà situato in un'area di ex cava situata nel settore nord orientale del territorio comunale di Medesano (PR), in una porzione di territorio compresa tra il tracciato ferroviario "Fornovo-Fidenza" e il tracciato autostradale A15 "Autocamionale della Cisa". L'intervento in progetto sarà realizzato alloggiando i moduli fotovoltaici su apposite strutture di sostegno che saranno a loro volta infisse direttamente nel terreno senza l'impiego di fondazioni o basamenti in calcestruzzo, in modo da fornire un adeguato supporto sia a fronte dei carichi propri che accidentali, mantenendo al contempo inalterate le caratteristiche di permeabilità dell'area.

Per ottimizzare gli spazi ogni vela dell'impianto fotovoltaico sarà composta da numero diverso di moduli da 450 Wp, per un totale di 7.749 moduli. La potenza complessiva installata sarà pari a 3.487,05 kWp e la producibilità annua ammonterà a circa 5.500 MWh<sub>e</sub>; la superficie complessiva dell'impianto, misurata alla recinzione, sarà pari a circa 4,73 Ha.

L'impianto verrà allacciato alla rete MT alla tensione di 15 kV del distributore locale mediante cabina di consegna, secondo le modalità previste dalla soluzione tecnica indicata dal distributore stesso (STMG), che prevede la seguente soluzione:

- linea elettrica MT interrata lungo la pista ciclabile esistente, dall'uscita dall'impianto fotovoltaico fino all'immissione della stessa sul ponte che attraversa il F. Taro, di sviluppo pari a circa 1,5 km;
- linea elettrica in cavidotto staffato alla struttura del ponte (in adiacenza alla pista ciclabile esistente), nel tratto in attraversamento del F. Taro (circa 1,2 km);
- linea elettrica interrata lungo la pista ciclabile esistente, fino all'allaccio finale alla cabina elettrica esistente in Comune di Collecchio (circa 2,7 km).

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE**

## **2 LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO**

L'area in cui si prevede la realizzazione dell'intervento è situata nel settore nord orientale del territorio comunale di Medesano (PR), in una porzione di territorio compresa tra il tracciato ferroviario "Fornovo-Fidenza" e il tracciato autostradale A15 "Autocamionale della Cisa" e confina:

- a nord con aree agricole, a loro volta attraversate da Strada Ghiaie;
- a est con appezzamenti agricoli oltre i quali sono presenti i laghi;
- a sud con aree prevalentemente agricole;
- a ovest immediatamente con terreno agricolo, oltre il quale sono presenti le sedi di due aziende.

L'area in cui sarà ubicato l'impianto di produzione e le relative aree di pertinenza interessano terreni in comune di Medesano caratterizzati dai seguenti dati catastali:

- foglio n. 07, particelle 122, 170 e 216

L'area oggetto di intervento è attualmente caratterizzata da suoli incolti; in passato l'area è stata interessata da attività estrattiva, che ad oggi si è conclusa con il recupero morfologico del sito per la ripresa delle attività agricole. Con comunicazione inviata al Comune di Medesano con prot. N. 5862 del 01/04/2021 è stato richiesto l'avvio delle procedure formali per il collaudo finale delle opere. Ad oggi l'attività agricola non è pertanto ancora ripresa e l'area risulta incolta.

Dal punto di vista cartografico, il parco fotovoltaico è compreso nella tavola della Cartografia Tecnica Regionale (C.T.R.) alla scala 1:5.000 al foglio 199022

Nelle seguenti figure è riportata l'ubicazione dell'area di intervento e della linea di connessione su cartografia IGM e su foto aerea.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

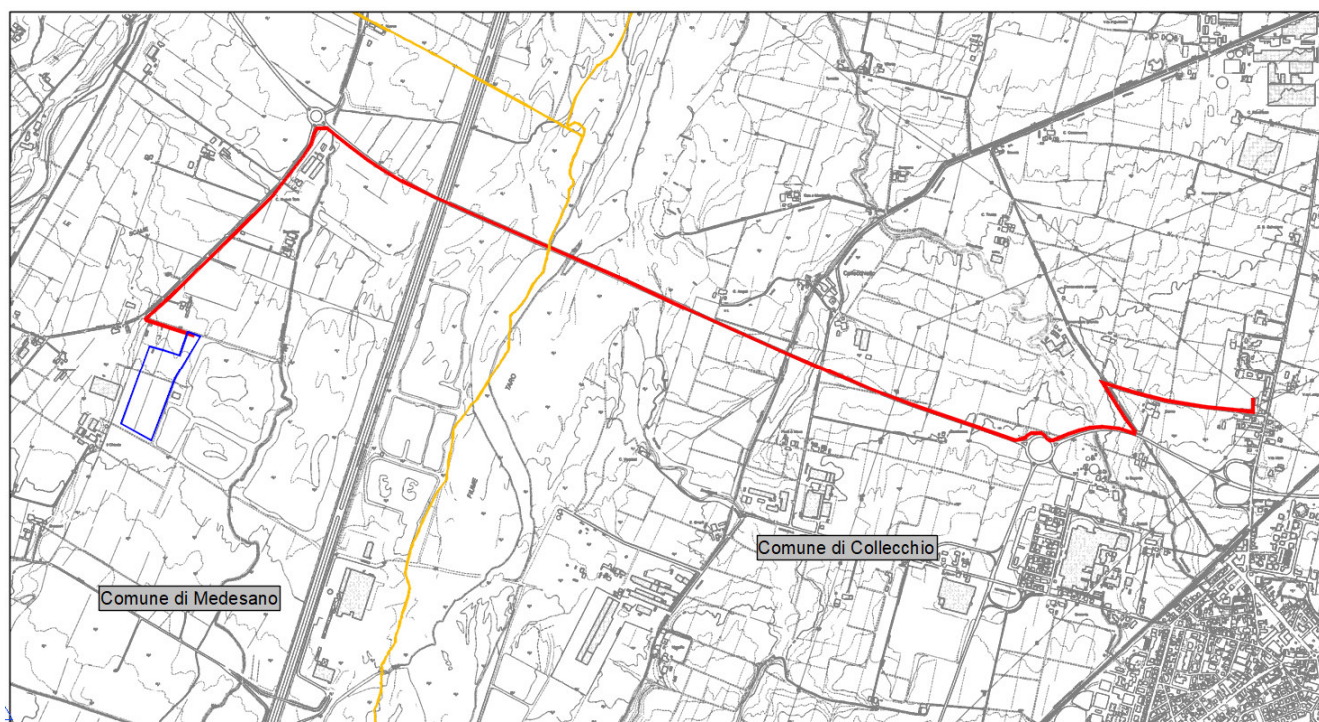


Figura 2.1.1 – Inquadramento dell'area d'intervento su base IGM



Figura 2.1.2 – Inquadramento dell'area d'intervento su base ortofoto

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

**3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO IN PROGETTO****3.1 STIMA DELLA RADIAZIONE SOLARE E DELLA PRODUCIBILITA' ELETTRICA**

I moduli verranno posti in opera in modo da potersi muovere rispetto un unico asse di rotazione che li espone da est a ovest alla radiazione solare lungo l'arco dell'intera giornata, massimizzando la captazione energetica. Tale configurazione consente di ottenere un'elevata produzione di energia elettrica dall'impianto fotovoltaico. Sostanzialmente viene generato un angolo di tilt variabile con il trascorrere della giornata, che va da  $-45^\circ$  a  $+45^\circ$ .

La radiazione solare incidente su un modulo esposto alla latitudine del sito in oggetto è determinata, secondo standard definiti da normativa UNI 10349 e UNI 8477 e da altri tool ufficiali quali PVGIS (vedasi tabella 3.1.1). Alcuni programmi di simulazione molto accurati, PVSyst su tutti, sono in grado di determinare con estrema precisione sia l'irraggiamento disponibile in sito (vedasi figura 3.1.1), sia la producibilità specifica attesa (vedasi tabella 3.1.2), una volta note le caratteristiche dei materiali utilizzati (moduli, inverter, etc), nonché delle particolari condizioni climatiche del sito (andamento delle temperature locali e condizioni meteo caratteristiche del sito).

**Tabella 3.1.1 - Stima della radiazione solare sul piano orizzontale.**

Radiazione solare mensile – kWh/m <sup>2</sup>	Gen	37,6
	Feb	60,0
	Mar	108,2
	Apr	143,1
	Mag	187,4
	Giu	198,6
	Lug	216,5
	Ago	186,5
	Set	131,4
	Ott	78,6
	Nov	43,3
	Dic	35,6
Anno		1426,9



STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

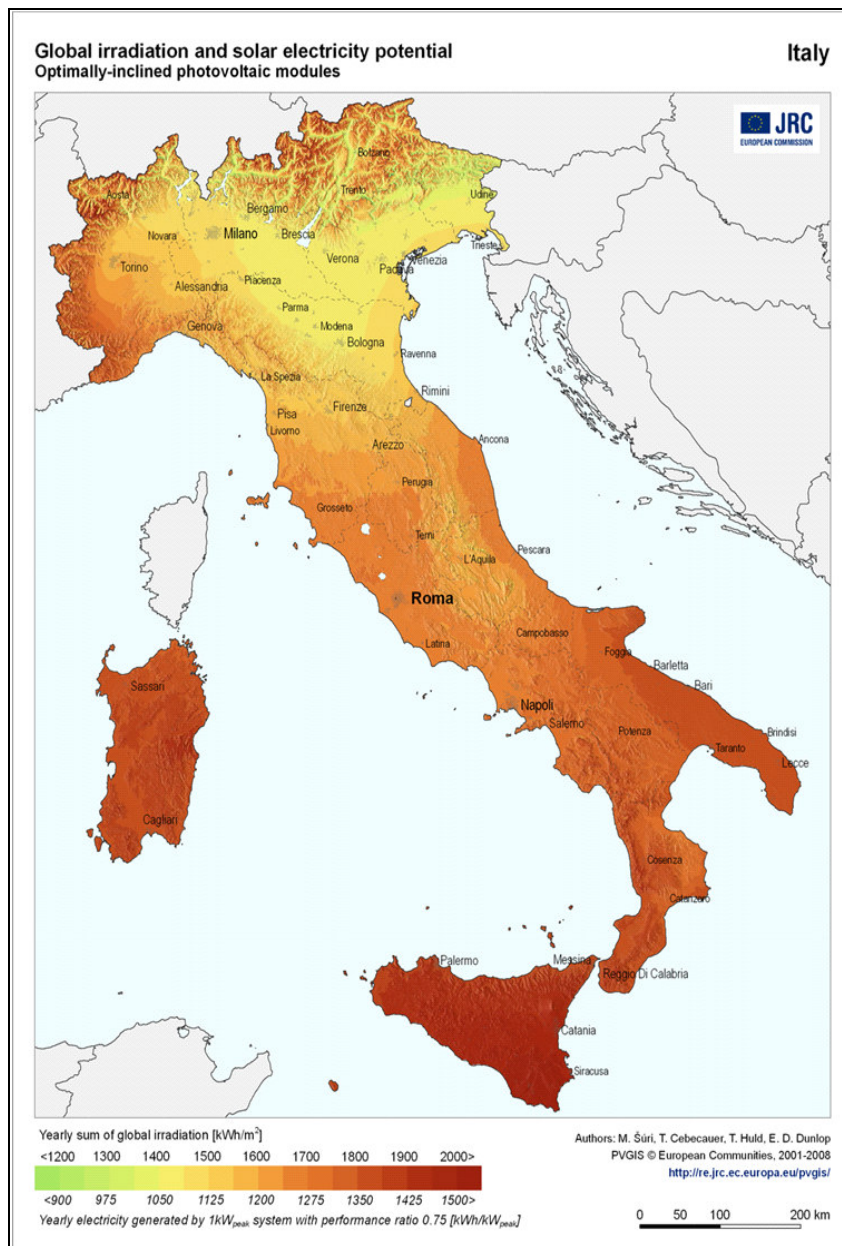


Figura 3.1.1 - Irraggiamento annuo per una superficie inclinata secondo la migliore inclinazione nei diversi siti italiani, dati irraggiamento: JRC - Commissione Europea - Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) Sito internet <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

Tabella 4.1.2 - Producibilità specifica attesa

ANALISI ENERGETICA		
località	Medesano (PR)	
potenza di picco impianto	kWp	3487,050
irraggiamento medio annuo	kWh/m <sup>2</sup>	1426,9
efficienza pannello	%	20,70
efficienza bos	%	85,38
franco (transitori, temp su anno)	%	90,00
estensione superficie fotovoltaica	m <sup>2</sup>	16843
area captante singolo modulo	m <sup>2</sup>	2,17
numero di pannelli		7749
numero di inverter		16
energia elettrica prodotta annualmente(c.a.)	kWh	5525866

## 3.2 CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO

L'impianto in progetto, finalizzato alla produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica dell'energia solare, è caratterizzato da una potenza di picco totale pari a circa 3.487,05 kW(dc) (3.487.050 kW<sub>p</sub>), e sarà collegato alla rete elettrica attraverso un unico punto di consegna nel rispetto di quanto disposto dalle delibere della Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (A.E.E.G.) n° 98/08, n° 179/08, n° 84/2012 e s.m.i. che si intendono qui integralmente trascritte.

Per l'installazione dei pannelli fotovoltaici si prevede di utilizzare un'area di ex cava nel comune di Medesano (PR), già descritta precedentemente. Per ottimizzare gli spazi è prevista la realizzazione di vele di tre taglie, ovvero contenenti 27, 54 o 81 moduli fotovoltaici da 450 Wp , per un totale di 7.749 moduli e una potenza complessiva installata pari a 3.487,05 kWp .

Complessivamente in numero delle vele risulta essere pari a 124 originando una superficie fotovoltaica pari a circa 17.000 m<sup>2</sup>. Complessivamente, tenendo conto anche dell'area di rispetto tra le stringhe, che sarà mantenuta in condizioni di completa permeabilità, l'area direttamente interessata dal sedime del parco fotovoltaico sarà pari a circa 4,7 ettari.

Le aree circostanti all'area di sedime del campo fotovoltaico non sono interessate da rilievi, o da edifici di altezza tali da dare luogo a significative ombre portate sullo stesso campo. Analogamente, le cabine a servizio dei campi non portano ombra sulle stringhe più prossime.

I moduli fotovoltaici sono, alloggiati su supporti costituiti da strutture metalliche tralicciate all'uopo realizzate di peso proprio assai modesto, a loro volta connesse al terreno mediante pali di fondazione.

Si prevede di utilizzare moduli in silicio cristallino ad alta efficienza (figura 4.2.1), aventi caratteristiche tecnologiche tali da soddisfare interamente i requisiti previsti dalle norme tecniche del Decreto Ministeriale sul fotovoltaico del 05



**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE**

luglio 2012 (D.M. 05/07/2012), del Decreto Ministeriale sul fotovoltaico del 19 febbraio 2007 (D.M. 19/02/2007) e s.m.i., delle Delibere Attuative della Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (A.E.E.G.) n° 98/08, n° 179/08, n° 84/2012 e s.m.i., che si intendono qui integralmente trascritte.



**Figura 4.2.1 - Modulo in silicio cristallino.**

Ogni modulo, di peso pari a 23,5 kg, presenta una cornice in alluminio anodizzato dotata di più fori per consentire il fissaggio alla carpenteria di sostegno e il passaggio dei cavi. Inoltre, la vetratura anteriore, in vetro temperato, è caratterizzata da elevata resistenza soprattutto alle azioni flessionali, e alla grandine (Norma CEI/EN 61215) ed è altamente trasparente, mentre quella posteriore è rinforzata per conferire al sistema modulo-cornice una sufficiente rigidità e resistenza alle azioni di vento e neve.

La potenza nominale di ciascun generatore fotovoltaico in condizioni standard è di 450 Wp; ciascun modulo è composto da 144 celle in serie con disposizione 6x24.

Le altre caratteristiche del modulo sono: Le altre caratteristiche del modulo sono:

- alte prestazioni del modulo fotovoltaico con efficienza del modulo pari al 20,7%.
- Telaio ad alta resistenza, con angoli robusti.
- Celle incapsulate in EVA (etilvinilacetato) di elevata qualità.
- Fori di drenaggio per una migliore evacuazione dell'acqua condensata con parti d'angolo robuste e protette.
- Rivestimento posteriore impermeabilizzante ad alta prestazione.
- Junction box IP68 certificata TUV con connettori MC4 e 6 diodi di by-pass ad alto rendimento; garantisce il funzionamento del modulo anche in caso di ombreggiamenti localizzati.

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE**

- I dati elettrici in condizioni standard dei moduli sono i seguenti:

I dati elettrici in condizioni standard dei moduli sono i seguenti:

- |                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| - Tolleranza di potenza (%)       | + - 5 |
| - Tensione di massima potenza (V) | 41,5  |
| - Corrente di massima potenza (A) | 10,85 |
| - Tensione a circuito aperto (V)  | 49,3  |
| - Corrente di corto circuito (A)  | 11,60 |

In queste particolari situazioni si utilizzano spesso strutture prefabbricate che pur avendo il pregio della semplicità strutturale (l'intera struttura di sostegno/supporto coincide con un unico monoblocco strutturale in calcestruzzo prefabbricato di morfologia articolata) e la rapidità di installazione in fase di cantiere, presentano però elementi di rigidità legati al vincolo di poter comunque alloggiare nel frame soltanto un numero prestabilito di moduli, con il rischio di dover presentare delle evidenti lacune nella disposizione dei pannelli.

Nel sistema proposto in questa sede, la staticità della struttura a fronte dei carichi propri ed accidentali (vento e neve), viene garantita mediante strutture di fondazione realizzate con elementi infissi nel terreno in modo tale da fornire un adeguato supporto alle strutture di sostegno dei moduli, mantenendo al contempo inalterate le caratteristiche di permeabilità.

Questi elementi di fondazione, costituiti da profilati metallici o in calcestruzzo armato, permettono inoltre all'atto della futura dismissione dell'impianto a fine vita, una restituzione del piano di campagna allo stato ante-operam tramite piccoli riempimenti di terra in corrispondenza dei fori lasciati dopo la rimozione degli stessi. A questi elementi di dimensionata per resistere alle sollecitazioni indotte da peso proprio degli stessi moduli e dai carichi accidentali, che sorreggerà fisicamente i moduli fotovoltaici.

Per il progetto in esame è stata selezionata quale struttura di sostegno la tipologia ad inseguimento monoassiale che, tramite servomeccanismi, compie una vera e propria rotazione secondo l'asse nord-sud, esponendo i moduli all'irraggiamento solare per tutto l'arco della giornata. Evidentemente in tal modo i filari costituiti dalle vele avranno planimetricamente direzione nord-sud, esponendo i moduli da est a ovest. Otteniamo così incrementi di producibilità maggiori del 35% rispetto una configurazione fissa.

È prevista una tipologia strutturale risultante dall'aggregazione di 30 moduli su un'unica fila; 83 vele sono invece composte da venti moduli. Sono previste anche 25 vele da 15 moduli per ragioni geometriche.

Nella scelta del layout di impianto si è privilegiata una disposizione delle vele fotovoltaiche sul terreno disponibile, tale da mantenere ai lati dell'impianto corsie sufficientemente larghe da consentire il transito del personale addetto alla manutenzione, sia perimetralmente che trasversalmente (eventualmente anche di piccoli veicoli lungo le spaziature tra le stringhe).

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

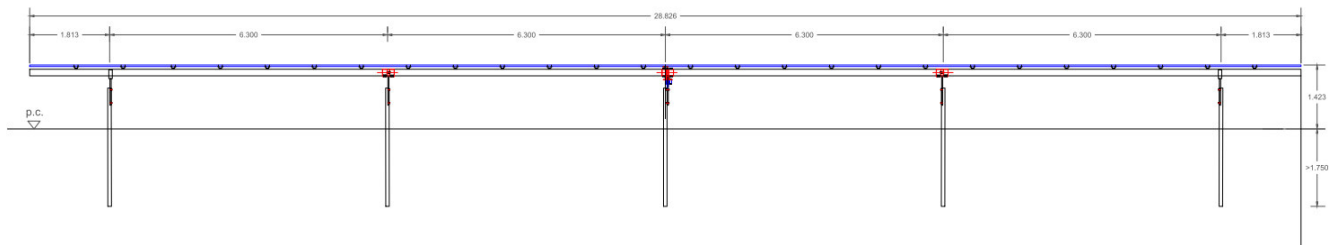


Figura 4.2.2 - Struttura di sostegno metallica dei moduli fotovoltaici – vela da 27 moduli (prospetto)

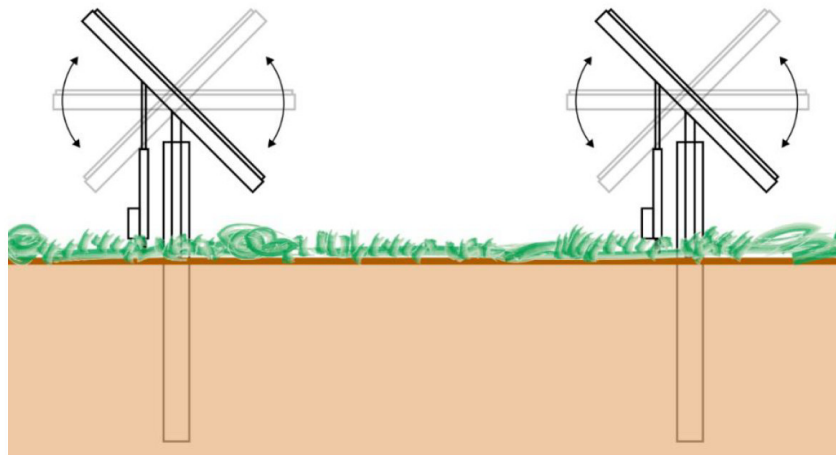


Figura 4.2.3 - Funzionamento struttura ad inseguimento monoassiale

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE



**Figura 4.2.4 – Planimetria dell'area in cui si evidenzia la presenza di corsie sufficientemente larghe da consentire il transito di piccoli autoveicoli per l'eventuale manutenzione.**

La spaziatura tra le vele e il loro interasse è stata ottimizzata in virtù delle diverse dimensioni dei moduli selezionati dalla ditta proponente e di una generale razionalizzazione del layout di impianto, basato sul criterio che la proiezione dell'ombra portata dall'estradosso della vela anteriore, non porti ombra sull'intradosso della vela posteriore.

La carpenteria metallica, in lamiera zincata, è realizzata in modo da presentare ancoraggi adeguati a resistere alle diverse sollecitazioni, quella del vento in primis.

A questo proposito, in considerazione dello scarso peso proprio dei moduli (circa 20 kg) e della stessa struttura di sostegno, appare infatti evidente che la sollecitazione più intensa potrà provenire dal carico della neve dalla sollecitazione del vento.

## **STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE**

Nel suo punto più basso, il modulo si trova ad una quota di circa cinquanta centimetri dal terreno. Una simile altezza è sufficiente a mantenere il modulo ben distante dal suolo, evitando spiacevoli interferenze nel caso di forti precipitazioni e consentendo sempre una ottimale ventilazione dell'intradosso dello stesso modulo, attraverso gli ampi spazi che si creano tra il terreno e la leggera struttura di sostegno.

I profili ad omega sono fissati alle strutture dei moduli tramite dei nodi metallici, opportunamente studiati per sopportare le sollecitazioni indotte dalla struttura, dai carichi di vento e neve e contemporaneamente raggiungere gli angoli di tilt progettuali. I profili sorreggono poi i traversi principali costruiti in lamiera zincata, che coprono tutta la lunghezza dei pannelli da sostenere.

Questa modalità di realizzazione delle opere risulta non invasiva per l'area in oggetto. I cavidotti di collegamento saranno posati prevedendo al limite un semplice loro ricoprimento in terra. Un discorso differente sarà invece previsto per i cavidotti di collegamento tra la cabina di consegna e la rete esterna. In questo caso il cavidotto attraversato dalla corrente alternata, in consegna alla rete, all'esercizio dell'impianto di proprietà del distributore, sarà posato entro uno scavo di larghezza di circa 60 cm e profondità 1,20 metri al fine da mantenere sempre un ricoprimento di almeno 1 metro di terreno, tale da rendere trascurabili gli effetti elettromagnetici connessi al transito della stessa corrente alternata, come previsto dalla normativa di settore.

### **3.3 PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI**

#### **3.3.1 Organizzazione della rete elettrica interna al Parco fotovoltaico**

L'intervento in progetto riguarda la realizzazione di un campo fotovoltaico della potenza elettrica installata (cc) di 3.487,05 kW p situato nel Comune di Medesano.

L'energia prodotta, misurata dal Gruppo di Misura (GDM) posto nel locale misure verrà totalmente ceduta al distributore.

Dal punto di vista elettrico, tutte le stringhe sono composte da 27 moduli da 450 W p ciascuna, per un totale di 7.749 moduli. Complessivamente il numero delle stringhe risulta essere pari a 287.

La disposizione dei moduli ed i collegamenti in stringhe vengono realizzate in modo da minimizzare gli effetti in termini di mancata produzione provocati da eventuali ombreggiamenti, al più raggruppando nelle stesse stringhe i moduli che possano subire queste penalizzazioni.

La stringa, composta da ventisette moduli ciascuno da 450 W p collegati in serie, è caratterizzata, con riferimento a condizioni standard di 1000 W/m<sup>2</sup> di radiazione solare e 25°C di temperatura celle, dai seguenti parametri:

- Potenza max. stringa: 12,15 kW
- Tensione stringa alla massima potenza: 1.120,5 V mp
- Corrente stringa alla massima potenza: 10,85 A

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE**

- Tensione a vuoto stringa: 1.331,1 V oc
- Corrente di corto circuito stringa: 11,60 A

Le stringhe saranno raccolte a settori in sottocampi, attestandosi prima su sedici inverter trifase di stringa, collocati nella migliore posizione dal punto di vista delle perdite di tensione. La semplicità di installazione di questi apparati li rende molto duttili in impianti di taglia industriale.

Nel progetto si prevedono sedici inverter uguali, le cui caratteristiche vengono elencate di seguito.

**Caratteristiche tecniche inverter**

Range di tensione campo fotovoltaico a carico: 500-1500 Vdc

Massima tensione assoluta di ingresso: 1500 V

Tensione nominale di uscita: 800 Vac

Frequenza di uscita convertitore: 50/60 Hz

Distorsione totale della corrente di rete (THDI) a pieno carico: <3% Cosφ: 1

Rendimento Massimo: 99,03%

Rendimento Europeo:  $\eta = 98,69\%$

Massima corrente in ingresso per ogni MPPT: 26 A

Raffreddamento con aria forzata

Grado di protezione: IP65

Temperatura di funzionamento: -25°C / +60°C

Massima umidità relativa: 100%

Protezione termica: integrata

Nel progetto elettrico sono previsti tre trasformatori elevatori, due da 1.250 kVA ciascuno ed uno da 1.600 kVA, le cui caratteristiche sono illustrate di seguito.

**Caratteristiche tecniche trasformatori**

Tipo: Inglobato in resina

Tensione primaria: 15kV +/-2,5%

Tensione secondaria a vuoto: 0,400 kV

Frequenza nominale: 50 Hz

Servizio: continuo

Classe di isolamento: 24 kV

Classe ambientale: E1



## **STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE**

Classe temperatura ambientale: C1

Classe di comportamento al fuoco: F1

Gruppo vettoriale: Dyn 11

Tensione di corto circuito: 6%

Modo di raffreddamento: AN/AF

### **3.3.2 Tipi di cavi e collegamenti**

I collegamenti dei pannelli sono realizzati con cavo di marca Solar Energy o similare tipo FG7M2 (PV 1500 Vcc) avente le seguenti caratteristiche: cavo unipolare con conduttore flessibile in rame rosso di sezione pari a 6 mm<sup>2</sup>, doppio isolamento, con isolante HEPR speciale tipo G7, resistente all'ozono (EN50396) ed ai raggi UV(HD605/A1).

Risulta adatto per l'impiego in ambienti umidi (ottima resistenza all'acqua). Risulta estremamente resistente alla posa interrata se provvisto di sufficiente protezione meccanica (Norme di riferimento: ISO 6722; IEC 60332.1; DIN VDE 0282-2; HD 605).

Per i cavi corrente di collegamento j-box – inverter si ritiene opportuno, per contenere le perdite in cc, utilizzare unicamente cavi 1\*70 mm<sup>2</sup>

I collegamenti utili al parallelo inverter saranno realizzati con cavi di marca General Cavi o similare tipo FG7R 0,6/1 kV avente le seguenti caratteristiche: isolamento in HEPR di qualità G7 – Tensione nominale 0,6/1 kV – non propagante l'incendio ed a ridotta emissione di gas corrosivi.

Come indicato nel progetto, per collegare i settori alla cabina bt/MT occorre prevedere uno o più quadri bt dai quali sono derivate le linee di entrata ai trafo.

Le protezioni magneto-termiche saranno di marca ABB o similare ed avranno le seguenti caratteristiche: 1200 Vcc, (P.I. 5 kA, tipo S 804 PV-S80). Allo scopo gli interruttori sono da 4x80 A, art. S121122 con n. 2 poli in serie per polarità.

### **3.3.3 Servizi ausiliari**

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari di cabina costituiti da UPS, impianto luce, prese, impianti di condizionamento, impianto di video sorveglianza, alimentazione pompe impianto di innaffiamento/irrigazione, ecc. è prevista una fornitura apposita in bassa tensione fornita dal gestore di rete locale, che potrà all'occorrenza essere implementata nel caso in cui si opterà per la climatizzazione della cabina. Il vantaggio di tale fornitura dedicata ai servizi ausiliari è quello di poter prelevare energia dalla rete non gravata dai costi di vettoriamento con l'ulteriore vantaggio di poter cedere tutta la produzione alla rete.

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE**

**3.3.4 Sistema protettivo**

In armonia con quanto previsto dalle norme CEI 0-16, il sistema protettivo sarà composto da:

PG = Protezione Generale (tipo Thytronic NA 10) che agisce sul Dispositivo Generale (Interruttore in MT) equipaggiato con protezioni di massima corrente a due livelli (50 e 51), dalla massima corrente omopolare (51N) e con direzionale di terra (67N) che nel nostro caso potrebbe essere ridondante.

PI = Dispositivo di Interfaccia (tipo Thytronic NV10P) che agisce sull'Interruttore di Interfaccia ed è dotato delle protezioni di massima, minima e derivata della frequenza ( $81 > - 81 < - 81R$ ), con massima e minima tensione (59 – 27). Questa apparecchiatura è dotata inoltre di un contatto temporizzato che consente l'apertura (temporizzazione variabile tra 0,1 e 1 secondo) dell'Interruttore Generale in caso di mancata apertura dell'interruttore di Interfaccia (Dispositivo di rincalzo).

Le tarature delle protezioni sopraindicate saranno determinate in accordo con il gestore della rete dopo che questi avrà comunicato i valori delle correnti di guasto ed i tempi di intervento delle protezioni della linea MT sulla quale si immette l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico.

I quadri bt dei servizi a 400/230 Vac, saranno previsti in carpenteria metallica con adeguate protezioni magnetotermiche e differenziali (ove richiesto) per le linee e/o utenze. Per queste ultime potranno prevedersi anche telecomandi elettromeccanici con manipolatori manuali a portella e relative segnalazioni.

**3.3.5 Impianto di messa a terra**

L'impianto generale di messa a terra avrà lo scopo di limitare eventuali tensioni di parti dell'impianto, normalmente non in tensione, ma che potrebbero andarvi a causa di guasti elettrici.

Esso sarà dimensionato per assicurare protezione sufficiente sia per quanto concerne la sezione MT che per la sezione BT dell'intera area.

Per garantire l'equipotenzialità, tutto l'impianto di terra dell'impianto fotovoltaico e quello della cabina MT/bt, saranno collegati ad un nodo equipotenziale realizzato in barra di rame piatto che verrà installato nel locale "produttore" e dal quale si dipartiranno tutti i conduttori, debitamente contrassegnati, che si colleghino alle parti metalliche delle apparecchiature elettriche e ad eventuali sub nodi.

La resistenza totale di terra dell'impianto disperdente sarà di valore tale che, in relazione al coordinamento con le protezioni e i dispositivi di intervento per guasto verso massa o verso terra, la tensione totale di terra sia contenuta nel tempo entro i valori normativi.

A questo scopo sarà previsto un impianto disperdente composto da elementi singoli in acciaio zincato interconnessi mediante corda di rame della sezione di 50 mm<sup>2</sup> (minimo 35 mm<sup>2</sup>) posata a diretto contatto con il terreno. Tali elementi, distanziati tra di loro saranno costituiti da picchetti in profilato e, dove possibile, verranno connessi eventuali dispersori naturali all'impianto base.

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

Il sistema di distribuzione dell'energia elettrica prevederà inoltre l'equipotenzializzazione delle masse estranee e il collegamento a terra di tutte le masse (CEI 64-8).

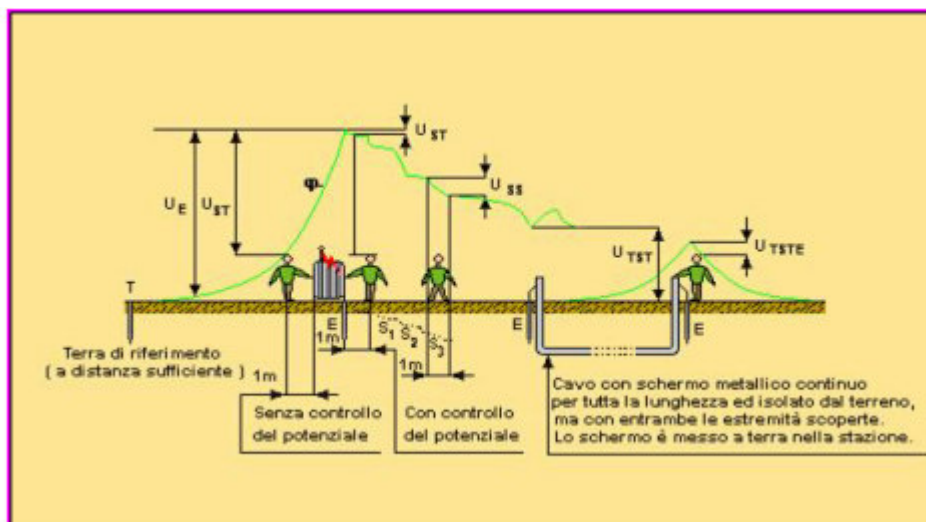


Figura 3.3.1 – Scheda messa a terra da Norma Tecnica CEI

### 3.3.6 Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

L'analisi del rischio associata alla probabilità di fulminazione ( $N_d > N_a$  ampiamente), si completa con la realizzazione dell'impianto di protezione così articolato:

1. Impianto di protezione esterno: ciascun campo FV è provvisto di un proprio scaricatore;
2. Stazioni bt/MT: sono previsti SPD sulla linea MT in entrata ed alle sbarre bt di distribuzione;
3. Impianto di protezione interno: preposto ad evitare le scariche pericolose all'interno del volume protetto a seguito di fulminazioni dirette e indirette. I mezzi necessari per evitare tali possibili cause di danno potranno essere i seguenti:

- equipotenzializzazione (diretta o tramite limitatori di sovratensione SPD, comprese le linee a bus di campo);
- distanziamento (distanze di sicurezza);
- interposizione di materiale isolante tra le parti soggette a scariche pericolose.

Tali provvedimenti saranno adottati per la salvaguardia di persone, impianti e strutture, in particolare agendo su:

- corpi metallici interni ed esterni;
- impianti interni ed esterni (in corrispondenza di ogni polo).

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE**

**3.3.7 Impianto di illuminazione**

L'impianto di illuminazione sarà diversificato per aree funzionali. Sarà assicurato un idoneo livello di illuminamento e un'alta qualità delle fonti luminose in tutte le aree limitando, tuttavia, l'impatto visivo dei corpi illuminanti.

I corpi illuminanti saranno ad alta resa, singolarmente rifasati e idonei alla destinazione d'uso: fari per esterno e plafoniere per interno. Il circuito dei comandi sarà singolarmente sezionato con le rispettive alimentazioni delle linee. Non è richiesto un circuito di illuminazione a bassa tensione. Le luci di sicurezza (emergenza) saranno previste allacciate alle utenze privilegiate.

**3.3.8 Impianti speciali**

**3.3.8.1 Impianto telefonico, trasmissione dati**

- L'architettura di rete che sarà proposta risponde a caratteristiche di normazione, trasparenza, modularità, flessibilità, efficienza ed è proiettata verso il futuro in termini di tecnologia e di standard. L'impianto prevede una linea telefonica fissa alla stazione SAT per il personale presente in caso di sorveglianza e/o manutenzione.
- Gli apparati di impianto saranno tutti a marchio CE per applicazioni industriali con apparecchiature ad intelligenza distribuita e porte per la trasmissione dati a bus di campo.
- La rete a bus avrà una topologia a stella e potrà utilizzare come mezzo trasmissivo un cavo di categoria 6, sia nella versione 4 coppie che multicoppia.
- Anche all'interno dei fabbricati il sistema antintrusione dovrà essere attuato attraverso sensori magnetici e volumetrici collegati al centralino.

**3.3.8.2 Sistemi di Automazione e Supervisione**

Eventuali allarmi potranno essere diffusi anche mediante avvisi acustico/luminosi. I comandi di manovra dell'impianto elettrico saranno di tipo manuale locale e con predisposizione mediante selettori per comandi automatici da apparati esterni. Sono tuttavia previsti il monitoraggio e la gestione delle dell'impianto che dipendono dalle caratteristiche funzionali svolte:

- sistema energia: assorbimenti, consumi, parametri elettrici, ... ;
- sistema strutturale: impianto elettrico dei servizi ausiliari, sovratensioni, ... ;
- sistema di controllo e sicurezza: antintrusione, controllo accessi, ... .

In particolare, alcuni sistemi di controllo saranno dotati anche di mezzi di trasmissione propri per consentire una garanzia di sicurezza: antintrusione e controllo accessi.

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE**

**3.3.8.3 Condizionamento**

Tipo lampade 2x18/36 W >T8 lampade 1x18W

Corpo in polycarbonato in polycarbonato

Schermo in polycarbonato in polycarbonato

Grado di protezione IP65 IP65

Gli impianti di climatizzazione, in collaborazione con i Fornitori degli impianti tecnologici, saranno finalizzati all'ottenimento dei seguenti requisiti funzionali:

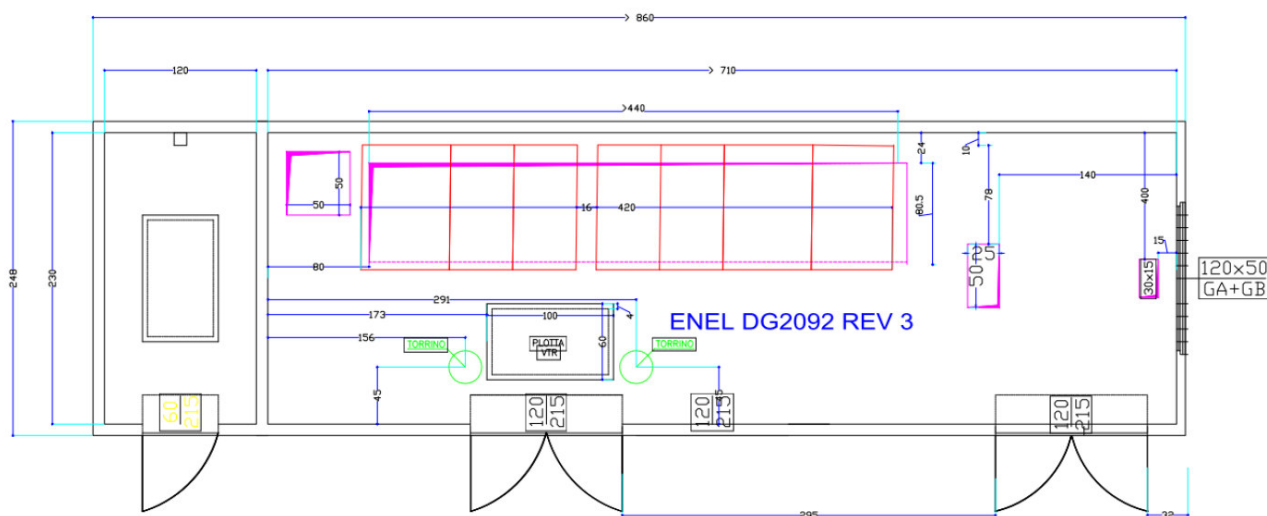
- temperature delle apparecchiature entro i limiti di specifica dichiarati dal fabbricante;
- flessibilità di esercizio;
- contenimento energetico;
- affidabilità e ridotta manutenzione.

Dovendo garantite le caratteristiche funzionali delle apparecchiature dichiarate dal fabbricante indicativamente ma non limitatamente, le temperature previste all'interno dei fabbricati saranno: 5°C min. e 45°C max.

**3.4 CABINE MT/BT**

L'intervento oggetto della presente relazione prevede tre punti di trasformazione e un punto di consegna dell'energia prodotta. Ciascun punto di trasformazione è costituito da due cabine MT/bt sulle quali si attestano i sottocampi in cui l'impianto è elettricamente suddiviso. Anche il punto di consegna è costituito da due cabine, una verrà utilizzata per la connessione alla rete MT e sarà suddivisa in due sezioni, delle quali una di esclusiva pertinenza del distributore, nella quale sono alloggiati gli scomparti delle apparecchiature di manovra, una seconda sezione alla quale potranno accedere sia il distributore che l'utente nella quale verrà installato il Gruppo di Misura. L'altra cabina, di proprietà del produttore, conterrà gli organi di sezionamento necessari per la sicurezza del sistema.

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE



**Figura 3.4.1 – Planimetria cabina di consegna E-distribuzione**

Un elenco sommario ma non esaustivo delle apparecchiature che trovano posto all'interno delle cabine di trasformazione e consegna, può essere il seguente:

- trasformatori
- quadro parallelo inverter
- interruttore MT per la linea che collega le due cabine di trasformazione e consegna
- quadro generale di media tensione
- quadri bassa tensione di corrente continua e corrente alternata
- quadri bassa tensione in corrente alternata per i servizi ausiliari
- UPS
- sistemi di gestione degli allarmi e della sicurezza

Nel complesso, sotto l'aspetto elettrico, l'impianto dovrà prevedere:

- sezione di arrivo linea MT;
- sezione MT a 15 kV ed una sezione bt a 400 V;
- i quadri bt dei servizi a 400/230 Vac sono previsti in carpenteria metallica con adeguate protezioni magnetotermiche e differenziali (ove richiesto) per le linee e/o utenze. Per queste ultime potranno prevedersi anche telecomandi elettromeccanici con manipolatori manuali a portella e relative segnalazioni;
- ogni scomparto ed ogni cella del quadro in MT verranno controllati da unità elettroniche per tutte le funzioni (protezione, sezionamento, interblocco, misura, diagnostica, memorizzazione);



**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE**

- sarà inoltre prevista l'adozione di sistemi atti a garantire le caratteristiche di continuità dell'energia e di compatibilità elettromagnetica anche in seguito a disturbi provenienti dalla rete elettrica a monte del punto di consegna dell'ente distributore o provenienti da fenomeni atmosferici (protezioni da sovratensioni MT/bt).

I quadri MT/bt saranno dotati di scomparti con segregazione completa delle sbarre, scomparti per le apparecchiature e scomparti per le morsettiere di uscita. Questa forma costruttiva dovrà consentire un agevole e sicuro accesso a ciascuna delle sezioni con le altre in servizio.

Dal punto di vista costruttivo, i fabbricati che costituiscono le cabine, di consegna e di trasformazione, verranno realizzati con strutture prefabbricate, ad oggi molto diffuse essendo dotate di standard costruttivi omogenei.

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE**

## **4 CONNESSIONE ALLA RETE**

L'impianto fotovoltaico verrà connesso alla rete elettrica di media tensione di E-Distribuzione per l'immissione in rete dell'energia prodotta.

La soluzione di connessione viene stabilita dal distributore in sede di preventivo su richiesta del produttore.

Per l'impianto in oggetto è prevista la realizzazione della nuova cabina di consegna collegata in antenna dalla cabina primaria AT/MT di Collecchio. Tale soluzione prevede:

- quattro chilometri e duecento metri circa di cavo interrato in alluminio sezione 240 mm<sup>2</sup> in singola terna posato al di sotto della pista ciclabile;
- un chilometro e cento metri circa di cavo in alluminio sezione 240 mm<sup>2</sup> in singola terna staffato sul ponte che attraversa il fiume Taro;
- allestimento della cabina di consegna con scomparti di linea e di consegna.

Per maggiori dettagli si rimanda al progetto definitivo di linea vidimato da e-Distribuzione Spa.

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

### 5 ANALISI ENERGETICA

Nella valutazione della potenzialità energetica dell'area si è fatto riferimento a due diversi tool di calcolo, uno realizzato direttamente dai progettisti e già utilizzato anche per studi di ricerca, l'altro disponibile nel mercato.

Nota la risorsa disponibile sul sito dai dati statistici e stabilita la tipologia e la modalità di installazione (inseguitore monoassiale) dei moduli fotovoltaici, si può infatti procedere al calcolo dell'energia elettrica prodotta.

Si è inizialmente definito il tipo di modulo: il pannello ipotizzato preliminarmente per tutto l'impianto fotovoltaico è in silicio monocristallino avente potenza 450 Wp.

Il rendimento nominale dei moduli è pari a  $\eta_M = 20,7 \%$  sotto Standard Test Conditions (STC).

I calcoli sono stati effettuati con riferimento all'impianto fotovoltaico, oggetto della proposta, avente potenza di picco installata pari a 3.487,05 kW p e composto da 287 stringhe da 27 pannelli ciascuna.

#### *Software progettisti*

Nel calcolo utilizzando il software dei progettisti, si è considerato un rendimento dell'inverter pari a  $\eta_I = 98,69\%$  a cui si devono aggiungere altri rendimenti secondari, legati a diverse dissipazioni (temperatura, ombreggiamento, mismatching). Tutte queste voci sono infine aggregate nel parametro di rendimento del BOS (balance of system) che per l'impianto fotovoltaico in oggetto può essere stimato pari a  $\eta_{BOS} = 85,38 \%$ .

Tale valore è stato determinato facendo nell'ambito della procedura per il calcolo del rendimento attraverso il seguente algoritmo i cui termini sono stati considerati con arrotondamenti fino seconda cifra decimale:

$\eta = [(1-a-b) \times (1-c-d) \times (1-e) \times (1-f)] - g$ , nella quale i parametri sono espressi in forma decimale

ed hanno il seguente significato:

Perdite per irraggiamento non captato:

\_ Riflessione a

valore assunto a = 2 %

\_ Ombreggiamento b

valore assunto b = 3 %.

Perdite nel processo di conversione fotovoltaica

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

\_ Mismatching c (valore ammesso  $0.75 \times \Delta\%$ ),

valore assunto  $c = 0,9$  essendo  $\Delta\% = 1,1$ . Tale valore si determina in considerazione che il modulo prescelto da 450 Wp, in silicio cristallino, ha tolleranza sulla potenza massima:

$0/+5$  W, da cui  $\Delta\% = 1,1$ .

\_ Effetto della temperatura d,

valore assunto  $d = 4\%$

Perdite nell'impianto di corrente continua,

Cavi, quadri, filtri, stimate a:

$e = 2\%$

Perdite inverter f (valore ammesso  $1 - \eta\epsilon$ ),

valore assunto  $f = 1,3$

Perdite nell'impianto di corrente alternata

Cavi, quadri, filtri, trasformatori, stimate a:

$g = 2\%$

Con riferimento ai valori prima specificati, il calcolo porge:

$\eta_{BOS} = 85,38\%$

CALCOLO DEL BOS (BALANCE OF SYSTEM)			
		Valore	Contributo
Perdite per irraggiamento non captato:	Perdite per riflessione	A 2,00%	95,00%
	Perdite per ombreggiamento	B 3,00%	
Perdite nel processo di conversione fotovoltaica	Mismatching	C 0,900%	95,10%
	Temperatura	D 4,00%	
Perdite nell'impianto in corrente continua			
Cavi, quadri, filtri (vedi relazione)	E	2,00%	98,00%
Perdite negli inverter			
Perdite inverter	F	1,31%	98,69%
Perdite nell'impianto in corrente alternata			
Cavi, quadri, filtri, trasformatori	G	2,00%	2,00%
TOTALE PERDITE BOS		14,62%	
RENDIMENTO BOS		85,38%	

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

Tabella 5.1.1 - riepilogo calcoli BOS, in campitura magenta i valori stimati

DATI TECNICI		
<b>MODULO FOTOVOLTAICO</b>		
Tipologia		MONOCRISTALLINO
Dimensione 1	m	2,094
Dimensione 2	m	1,038
Superficie	m <sup>2</sup>	2,17
Efficienza Nominale	%	20,70
Potenza Nominale Modulo	W	450,00
<b>INVERTER</b>		
Modello		
Tipologia		DI STRINGA
Efficienza Nominale	%	98,69
Potenza gestita	kW	185
<b>BOS (COMPRESO INVERTER)</b>		
Efficienza	%	85,38
<b>ALTRE (DECR. TEMP. SU ANNO, TRANSITORI)</b>		
Efficienza	%	98,00

Definiti questi parametri, il calcolo di  $E_E$  energia elettrica prodotta è facilmente determinabile dalla formula:

$$E_E = E_S * S * \eta_M * \eta_I * \eta_{BOS}$$

dove:

$E_S$  è l'energia solare irradiante un elemento di superficie unitaria.

$S$  è la superficie del campo fotovoltaico determinabile dal prodotto della superficie del singolo modulo per il numero dei moduli costituenti il campo.

$\eta_M$  è il rendimento dei moduli fotovoltaici.

$\eta_{BOS}$  è il rendimento della componentistica del sistema (BOS).

$\eta_I$  è un indice di sicurezza valutato forfettariamente che tiene conto di altri effetti (prevalentemente transitori sui parametri del BOS, che possono verificarsi soprattutto durante la stagione estiva e che vanno a ridurre la producibilità attesa dall'impianto); complessivamente, all'anno zero ci si può attendere una produzione di 5.525.866 kWh.

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

ANALISI ENERGETICA		
località	Medesano (PR)	
potenza di picco impianto	kWp	3487,050
irraggiamento medio annuo	kWh/m <sup>2</sup>	1426,9
efficienza pannello	%	20,70
efficienza bos	%	85,38
franco (transitori, temp su anno)	%	90,00
estensione superficie fotovoltaica	m <sup>2</sup>	16843
area captante singolo modulo	m <sup>2</sup>	2,17
numero di pannelli		7749
numero di inverter		16
energia elettrica prodotta annualmente(c.a.)	kWh	5525866

Nella valutazione del decremento del rendimento dei moduli fotovoltaici in seguito a invecchiamento (fattore di aging) si è fatto riferimento ai valori forniti dalla letteratura per i moduli ad alta efficienza.

Tali dati mostrano successivi decrementi annui di circa un punto percentuale rispetto al rendimento nominale all'anno zero come dichiarato dai produttori all'anno.

Definito il fattore di aging come il rapporto tra il rendimento di conversione fotovoltaica all'anno n e quello nominale all'anno zero, si può costruire la seguente tabella per ciascuno degli anni di esercizio.

Nel caso peggiore, al ventesimo anno di esercizio i moduli dovrebbero mostrare rendimenti di conversione pari allo 80% dei corrispondenti valori nominali all'anno zero. Questi rendimenti minimi sono, di norma, garantiti dai produttori.



STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

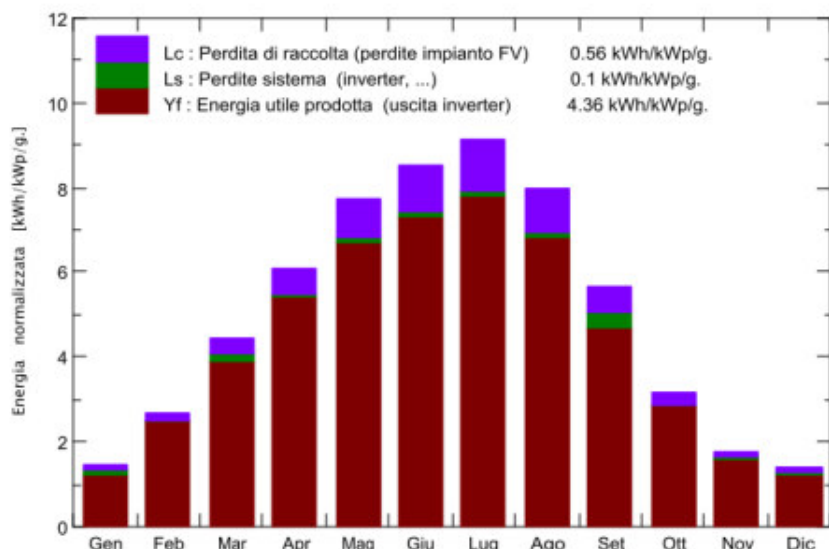
Anno	Coefficiente Invecchiamento Moduli Fattore di Aging	Produzione Energia Elettrica da Impianto Fotovoltaico
		[kWh <sub>c</sub> ]
0	1,00	5525866
1	0,99	5479835
2	0,98	5433805
3	0,98	5387774
4	0,97	5341744
5	0,96	5295713
6	0,95	5249683
7	0,94	5203653
8	0,93	5157622
9	0,93	5111592
10	0,92	5065561
11	0,91	5019531
12	0,90	4973279
13	0,89	4904206
14	0,88	4835133
15	0,86	4766059
16	0,85	4696986
17	0,84	4627913
18	0,83	4558839
19	0,81	4489766
20	0,80	4420693

Software commerciale

Nel calcolo mediante software commerciale si è partiti dagli stessi valori di irraggiamento. Tuttavia, la procedura prevede una più attenta analisi dei componenti fotovoltaici (moduli e inverter) specificatamente selezionati e considera fenomeni di ombreggiamento più puntuali. Anche le perdite risultano più dettagliate.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

Produzione normalizzata (per kWp installato): Potenza nominale 3487 kWp



Il calcolo porge ad una produzione di energia elettrica pari a 5.548 MWh/anno.

I valori determinati sembrano confermare la discreta vocazione del sito in esame a ospitare impianti fotovoltaici.

Le stime sull'invecchiamento possono essere ripetute anche in questo caso restituendo valori simili a quelli calcolati con il primo software.

Sarebbe stato altresì possibile prevedere una ulteriore soluzione a tracking totale, realizzando un impianto a tilt e azimut variabili. Questi sistemi sono particolarmente desiderabili essendo forieri di notevoli incrementi di produzione su base annua. Presentano tuttavia numerosi inconvenienti, oltre ad un costo sensibilmente superiore rispetto alle soluzioni a configurazione ad inseguimento monoassiale. Essi infatti occupano uno spazio superiore a parità di potenza installata e, in virtù della movimentazione meccanica che aziona le strutture consentendo l'inseguimento, necessitano di fondazioni profonde e implicano la definizione di un accurato programma di manutenzione. Il meccanismo di inseguimento rischia poi di portare a diseconomie difficilmente sostenibili nel momento in cui dovessero manifestarsi guasti nell'ultima fase di vita dell'impianto. Per tutti questi motivi si è ritenuto che la soluzione con inseguitori monoassiali fosse la più idonea per il sito in questione.