

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN

Comune di Vizzini (CT)

Località "Poggio del Lago"

A. PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI

OGGETTO	
Codice: ITS_VZN	Autorizzazione Unica ai sensi del D.Lgs 387/2003 e D.Lgs 152/2006
N° Elaborato: A14	Calcolo producibilità Impianto

Tipo documento	Data
Progetto definitivo	Settembre 2022

Progettazione



Progettisti

Ing. Vassalli Quirino



Ing. Speranza Carmine Antonio



Proponente



ITS Vizzini Srl
Via Sebastiano Catania, 317
95123 Catania (CT)
P.IVA 05767660870
pec: itsvizzini@pec.it

Rappresentante legale

Emmanuel Macqueron

REVISIONI					
Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
00	Settembre 2022	Emissione	AC	QV/AS/DR	QI

ITS_VZN_A14_Calcolo producibilità impianto.doc	ITS_VZN_A14_Calcolo producibilità impianto.pdf
--	--

INDICE

PREMESSA	3
1. INQUADRAMENTO DEL PROGETTO	3
2. REGIME DI “INSOLAZIONE” DEL SITO	4
3. CALCOLO DI PRODUCIBILITÀ	4
3.1 SOFTWARE UTILIZZATO	5
3.2 RADIAZIONE SOLARE MEDIA ANNUA	6
3.3 PERDITE DEL SISTEMA	8
3.3.1. Perdite per ombreggiamento	8
3.3.2. Perdite per basso irraggiamento	8
3.3.3. Perdite per temperatura	9
3.3.4. Perdite per qualità del modulo fotovoltaico	9
3.3.5. Perdite per mismatch del generatore fotovoltaico	10
3.3.6. Degrado delle prestazioni dei moduli fotovoltaici	10
3.3.7. Perdite ohmiche di cablaggio	10
3.3.8. Perdite sul sistema di conversione	10
3.4 Producibilità del sistema	11
4. CONCLUSIONI	12

PREMESSA

La proponente ITS VIZZINI SRL è titolare di un progetto agrovoltaico da realizzare nel comune di Vizzini (CT). Il progetto agrovoltaico prevede l'installazione di n°79'884 pannelli fotovoltaici, di potenza unitaria pari fino a 665 Wp.

Sulla base delle indicazioni ricevute dal gestore di rete Terna S.p.a., è stata individuata la configurazione di allaccio che prevede il collegamento in antenna a 150 kV sulla futura stazione elettrica (SE) RTN 380/150 kV denominata "Vizzini" ubicata nel comune di Vizzini (CT), da inserire in entra - esce sulla futura linea RTN a 380 kV di cui al Piano di Sviluppo Terna, "Chiaramonte Gulfi - Paternò".

La presente relazione ha lo scopo di illustrare le caratteristiche di "insolazione" e la valutazione del potenziale fotovoltaico dell'area di realizzazione del campo fotovoltaico oggetto di studio.

1. INQUADRAMENTO DEL PROGETTO

Il parco fotovoltaico proposto dalla ITS VIZZINI Srl, ricade nel territorio comunale di Vizzini (CT), così come le opere di connessione alla RTN.

Il progetto fotovoltaico prevede l'installazione di n°79'884 pannelli fotovoltaici aventi potenza unitaria fino a 665 Wp, per una potenza complessiva di impianto pari a circa 45 MW. Il pannello fotovoltaico scelto per il presente progetto ha dimensioni 2384 x 1303 x 35 mm.

Le coordinate geografiche che individuano il perimetro del sito destinato alla realizzazione del progetto sono fornite nel sistema UTM WGS84:

- Longitudine: 482450 m - 484405 m E;
- Latitudine: 4110640 m - 4108839 m N.

Di seguito si riporta lo stralcio dell'elaborato grafico - Figura 1 - raffigurante il perimetro racchiudente l'intera area individuata per la realizzazione dell'impianto; il sistema di riferimento è sempre l'UTM WGS 84.

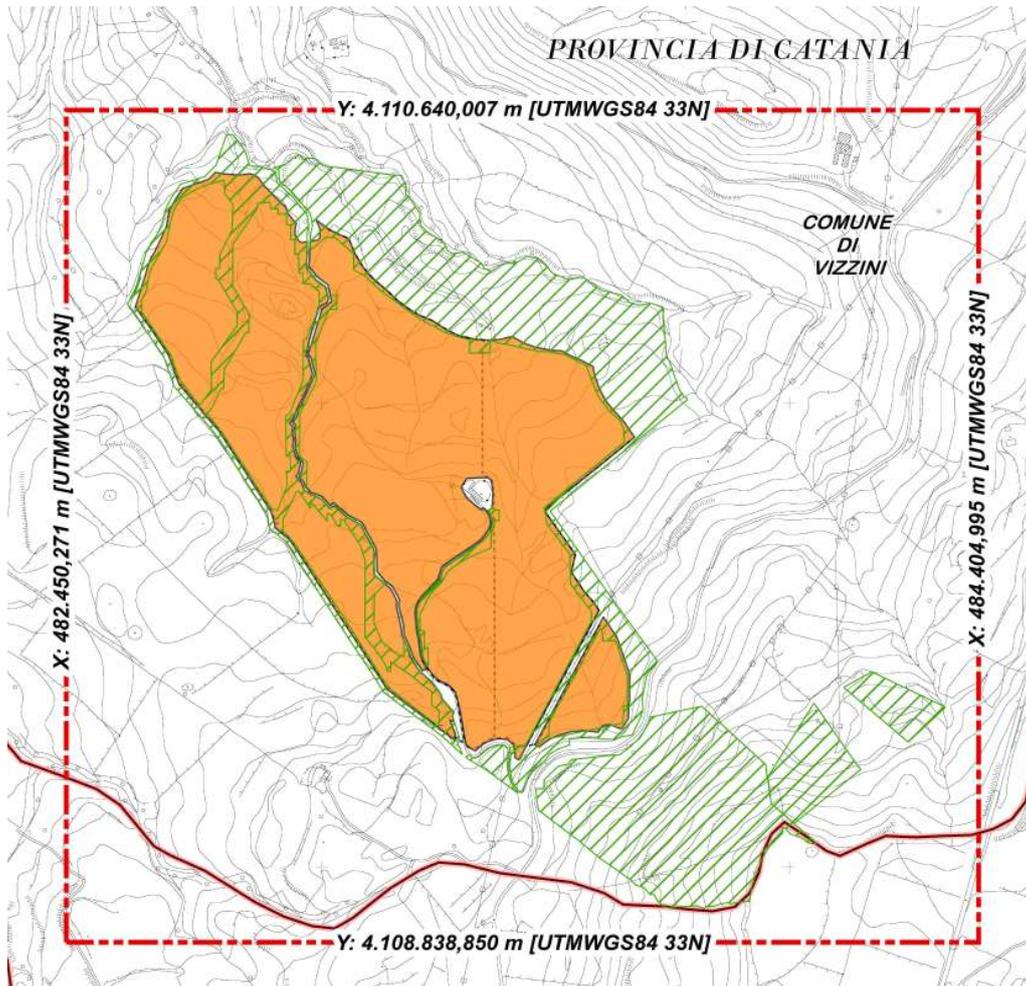


Figura 1: coordinate geografiche del perimetro racchiudente l'area di progetto fornite nel sistema di riferimento UTM WGS84

2. REGIME DI "INSOLAZIONE" DEL SITO

Si riporta di seguito la mappa da Fonte RSE con indicato il valore dell'energia al suolo sul piano orizzontale cumulata sull'intero anno 2021. La seguente mappa Figura 2 è realizzata dall'elaborazione di dati dell'archivio RADSAF. Come si può notare da uno zoom sulla regione Sicilia l'irraggiamento di riferimento della regione è compreso nell'intervallo tra 1600 kWh/m² e 1800 kWh/m².

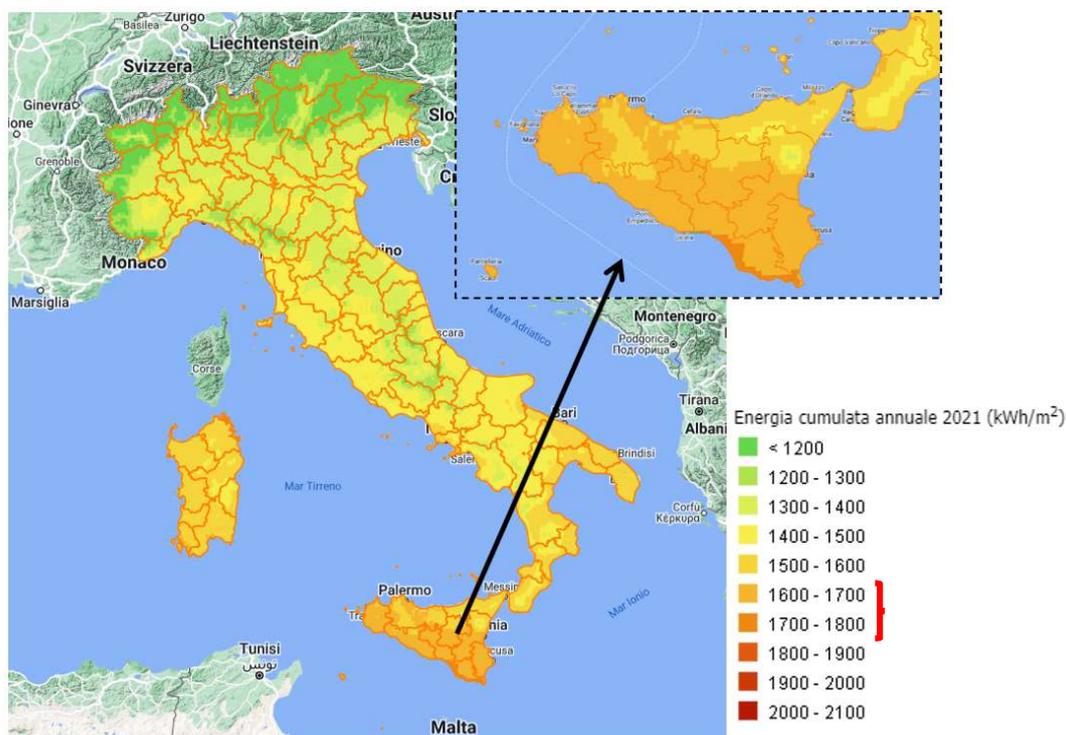


Figura 2: Regime insolazione anno 2021

3. CALCOLO DI PRODUCIBILITÀ

3.1 SOFTWARE UTILIZZATO

Il calcolo della producibilità è stato effettuato imputando il modello del sistema nel software di simulazione PVSyst vers. 7.2.17.

PVSyst è un software completo per lo studio, il dimensionamento e l'analisi dei dati di un impianto fotovoltaico completo. Oltre al database meteo incluso nel software, PVSyst dà accesso a molte fonti di dati meteorologici disponibili sul web e include uno strumento per importare i dati facilmente. L'utente ha la possibilità di eseguire simulazioni di impianti e di compararle tra loro ed è assistito nella progettazione di tutto il sistema, dalla scelta del piano orientato fino alla definizione del layout completo delle stringhe sul campo. Infine, il software mette a disposizione dell'utente i risultati della simulazione con l'energia prodotta e i dettagli delle perdite.

Il software richiede vari input - tra i principali ci sono:

- Posizione geografica;
- Dati meteorologici;
- Tipo di pannelli;
- Pannelli monofacciali o bifacciali;

- Uso di trackers (“inseguitori” che ruotano durante la giornata il pannello per fargli avere sempre l’angolo corretto);
- Tipo di inverter;
- Ombreggiamento.

3.2 RADIAZIONE SOLARE MEDIA ANNUA

I dati meteorologici utilizzati per la simulazione in essere vengono resi disponibili dal database internazionale MeteoNorm, il database rende disponibili i dati meteorologici che si basano su misure a terra e attraverso modelli sofisticati di interpolazione dei dati all’interno dei software produce calcoli affidabili riguardanti radiazione solare, temperatura e parametri aggiuntivi in ogni località del mondo. Il luogo geografico utilizzato come riferimento dati in questo caso è il comune di Buccheri (SR): l’attendibilità dei dati contenuti nel database è internazionalmente riconosciuta, possono quindi essere usati per l’elaborazione statistica per la stima di radiazione solare per il sito. In particolare, sono stati utilizzati i dati del database MeteoNorm 8.0, aggiornati alla data di stesura del progetto.

Nell’immagine che segue (Figura 3) si riportano i risultati principali della simulazione.

Bilanci e risultati principali								
	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray GWh	E_Grid GWh	PR ratio
Gennaio	64.0	31.02	8.47	81.0	64.9	2.83	2.79	0.764
Febbraio	83.4	35.74	8.37	107.3	89.9	3.87	3.82	0.791
Marzo	130.8	53.18	10.48	169.5	147.5	6.23	6.13	0.804
Aprile	164.1	67.61	12.84	214.5	192.2	7.94	7.82	0.810
Maggio	201.6	75.92	16.67	266.2	243.6	9.78	9.64	0.804
Giugno	202.3	79.60	20.60	270.2	248.0	9.64	9.69	0.797
Luglio	216.2	72.84	23.88	290.3	265.8	10.30	10.15	0.777
Agosto	192.0	66.34	24.35	256.0	233.8	9.18	9.04	0.785
Settembre	147.6	56.35	21.08	199.3	172.2	6.95	6.85	0.764
Ottobre	107.1	42.93	17.86	140.1	119.7	4.96	4.89	0.775
Novembre	69.8	32.44	13.49	88.1	71.1	3.03	2.99	0.754
Dicembre	58.7	30.77	9.99	71.8	57.0	2.47	2.44	0.754
Anno	1637.6	644.75	15.72	2154.3	1905.8	77.37	76.25	0.788

Legenda			
GlobHor	Irraggiamento orizzontale globale	EArray	Energia effettiva in uscita campo
DiffHor	Irraggiamento diffuso orizz.	E_Grid	Energia immessa in rete
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Indice di rendimento
GlobInc	Globale incidente piano coll.		
GlobEff	Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre		

Figura 3: Dati e risultati

I grafici che seguono (Figura 4) mostrano le altezze massime e minime del sole nell'arco dell'anno e le ombre dovuto al paesaggio circostante. Si tratta di un diagrammi orientativi, che tengono conto della posizione del sito e delle interferenze con l'ambiente circostante.

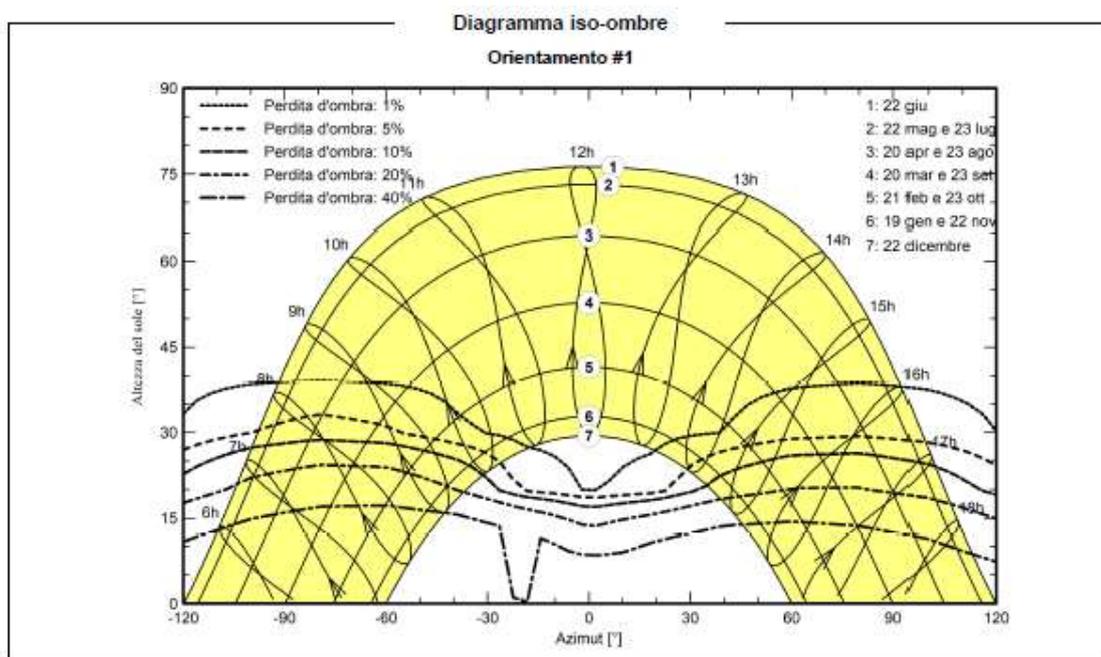
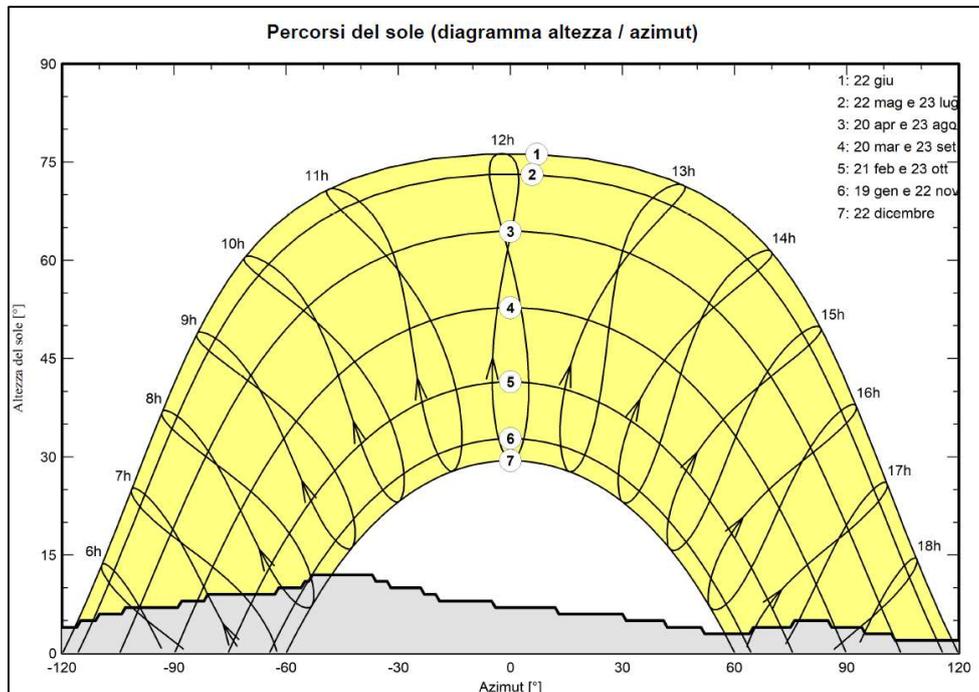


Figura 4: Diagrammi

Sulla base dei modelli DTM tridimensionali del terreno, è stato elaborato il profilo del terreno per la determinazione delle ombre lontane, che di seguito si riporta. (Figura 5)

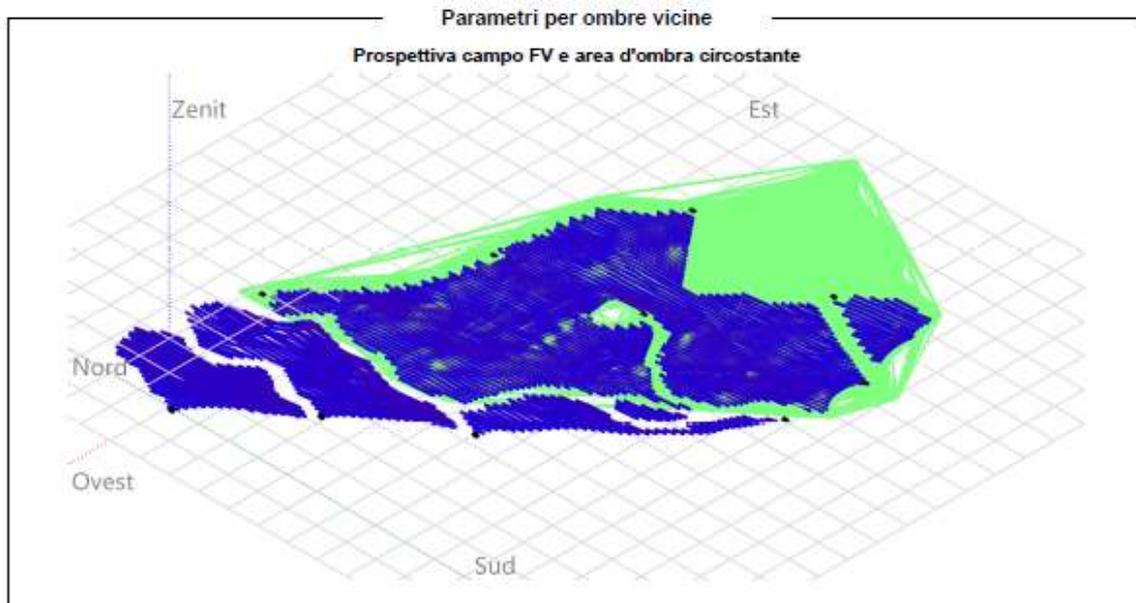


Figura 5: Parametri ombre vicine

3.3 PERDITE DEL SISTEMA

Di seguito si da dettaglio di quelle che sono le perdite stimate del sistema, illustrando in linea di massima i criteri di calcolo di ciascuna componente.

3.3.1. Perdite per ombreggiamento

Le perdite per ombreggiamento reciproco fra le schiere sono funzione della geometria di disposizione del generatore fotovoltaico sul terreno e degli ostacoli all'orizzonte che possono ridurre anche sensibilmente le ore di sole nell'arco delle giornate soprattutto invernali. Grazie all'utilizzo di strutture di sostegno ad inseguimento monoassiale, dotate di sistema di "backtracking", tenuto conto della distribuzione spaziale delle strutture, il valore individuato in sede di progettazione definitiva risulta pari a -8,42% per le ombre vicine, mentre -2,44% per le ombre all'orizzonte.

3.3.2. Perdite per basso irraggiamento

L'efficienza nominale dei moduli fotovoltaici è misurata al livello di irraggiamento pari a 1000 W/m² ma risulta variabile con lo stesso. Per celle con tecnologia in silicio cristallino la deviazione dell'efficienza segue l'espressione seguente:

$$\Delta\eta = -0,4 \cdot \ln(I/1000) \cdot \eta_n$$

dove:

I = irraggiamento in W/m^2 e η_n l'efficienza all'irraggiamento nominale di $1000 W/m^2$.

Sulla base dei dati climatici aggiornati del sito (database Meteonorm), e della curva del comportamento dei moduli scelti in funzione del livello di irraggiamento, che di seguito (Figura 6) si riporta, è stato effettuato il calcolo di tale parametro.

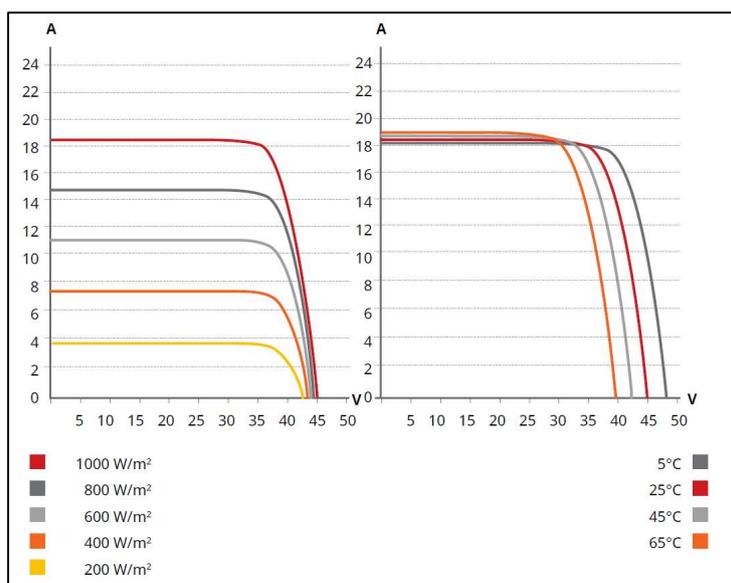


Figura 6: Comportamento dei moduli in funzione del livello di irraggiamento

Sulla scorta di tali considerazioni, il valore delle perdite per basso irraggiamento attraverso le simulazioni nel software PVSyst risulta essere pari a -0,51%.

3.3.3. Perdite per temperatura

Le perdite per temperatura sono legate alla diversa performance che hanno i moduli in relazione ai vari regime di temperatura di funzionamento. All'aumentare della temperatura, le celle fotovoltaiche diminuiscono le prestazioni elettriche di potenza.

Sulla base dei dati climatici aggiornati del sito (database Meteonorm), e della curva del comportamento dei moduli scelti (in funzione della temperatura), si ottiene un valore di calcolo pari a -6.88%.

3.3.4. Perdite per qualità del modulo fotovoltaico

Tale valore tiene in considerazione della tolleranza sulla potenza nominale del modulo fotovoltaico. In particolare, il modulo proposto in progetto ha una tolleranza positiva, in termini percentuali. La corretta formulazione di tale parametro di perdita tiene conto di una media pesata

delle tolleranze positive dei moduli fotovoltaici, secondo formule di pesatura assunte a standard in letteratura. Secondo tale criterio di pesatura precedentemente richiamato, con la tolleranza positiva del modulo in progetto, il valore di tali perdite è stato calcolato pari a +0,55% (guadagno).

3.3.5. Perdite per mismatch del generatore fotovoltaico

Sono perdite relative alla naturale non uniformità di prestazioni elettriche fornite dai vari moduli che compongono ogni stringa fotovoltaica e quindi fra una stringa e l'altra. La disposizione delle strutture, la distribuzione spaziale dei quadri stringbox, l'ottimizzazione delle linee elettriche DC, fanno sì che le differenze di prestazioni elettriche fra una stringa e l'altra risultino minimizzati, potendo così calcolare tale perdita ad un valore pari a -2,1%.

3.3.6. Degradamento delle prestazioni dei moduli fotovoltaici

Il degrado dei moduli fotovoltaici è funzione della tecnologia, del sito di installazione (spettro solare e temperature) e della qualità del prodotto. Generalmente l'andamento del degrado non è lineare: nel primo anno di esposizione la perdita è maggiore fino a stabilizzarsi con un degrado costante negli anni seguenti. La tipologia di moduli in progetto presenta una garanzia sulla produzione massima al primo anno d'esercizio del 98% e un decadimento annuo successivo massimo del 0,55% per i 25 anni successivi (decadimento lineare). Nel software di calcolo PVSyst è stato inserito il corretto modello del modulo, con la curva di decadimento appena descritta. Si considera quindi il valore medio di perdita pari a -0,5%.

3.3.7. Perdite ohmiche di cablaggio

Si tratta di una perdita legata alle sezioni e alla lunghezza dei cavi elettrici e al loro cablaggio. Sulla base del progetto elettrico dell'impianto, con il dimensionamento e la verifica delle linee elettriche BT, grazie all'ottimizzazione dei percorsi dei cavi di corrente continua e all'utilizzo di sezioni di cavi per le stringhe di sezione idonea, il valore di tali perdite è stato calcolato pari a -1,08%.

3.3.8. Perdite inverter in funzione

Sono dovute alla curva di efficienza degli inverter in funzione della potenza in uscita e quindi, in prima analisi, dal progetto della macchina in funzione delle condizioni di irraggiamento del sito e di quelle del carico. La stima dipende dal tipo di convertitore utilizzato, marca e dallo schema di trasformazione. Secondo i calcoli delle perdite di rete con il software PVSyst, imputando nel modello di calcolo i dati dell'inverter in progetto, le perdite sono state calcolate pari al -1,44%. Tutte le perdite sopra elencate hanno una sezione dedicata nel software; le perdite dettagliate possono essere impostate dall'utente oppure rimanere invariate alle impostazioni di default che il software stesso suggerisce. Il Software infine presenta nel report finale un diagramma

dettagliato delle perdite, che risulta utile nella valutazione conclusiva di un lavoro di simulazione poiché da questo si estrapolano chiaramente le informazioni su quali fattori siano più significativi nella produzione e nella perdita di energia.

La Figura 7 mostra il diagramma finale per l'impianto in esame.

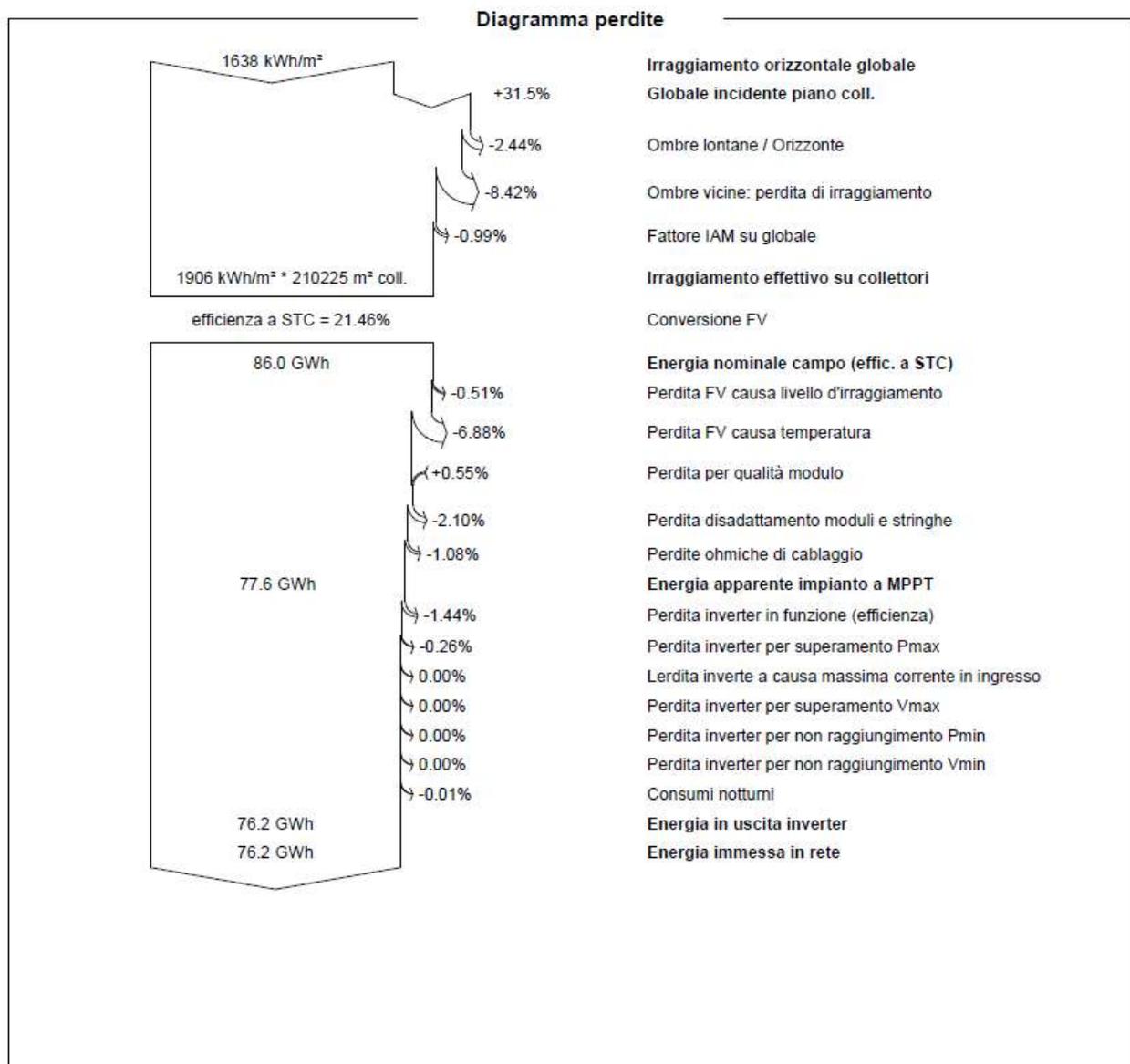


Figura 7: Diagramma delle perdite

3.4 Producibilità attesa del sistema

Sulla scorta di tutte le considerazioni effettuate nei paragrafi precedenti, è stato effettuato il calcolo della producibilità attesa del sistema, partendo dal modello dell'impianto imputato nel software di calcolo PVSyst. Stabilita quindi la disponibilità della fonte solare, e determinate tutte

le perdite illustrate, la produzione dell'impianto fotovoltaico in progetto risulta pari a 76.000 MWh/anno. Sulla base di tutte le perdite precedentemente illustrate, l'impianto in progetto consente di ottenere un indice di rendimento (Performance Ratio PR) pari a 78,64 % al primo anno di esercizio. (Figura 8)

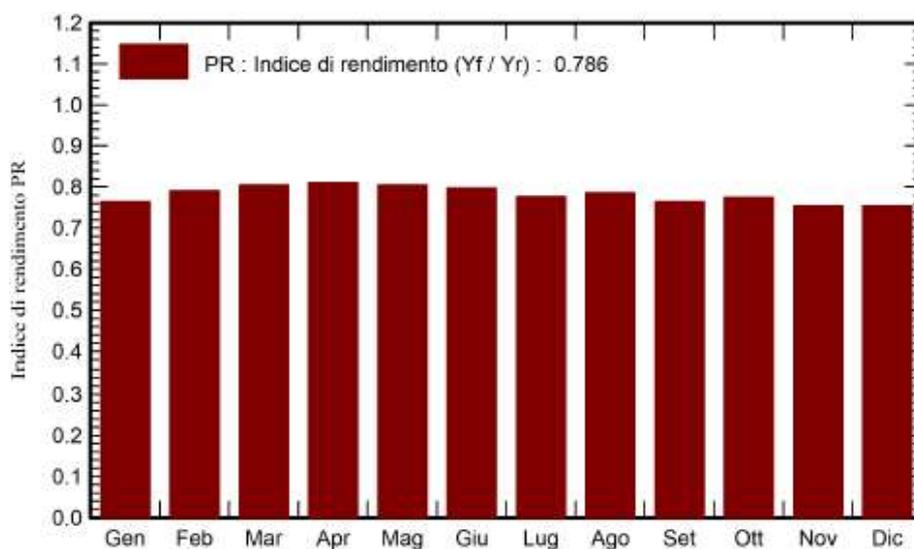


Figura 8: Rendimento PR

4. CONCLUSIONI

Nel presente documento è stata fatta la valutazione del potenziale fotovoltaico dell'area di realizzazione del campo agrovoltaico da realizzarsi nel comune di Vizzini (CT). Si può ritenere che per tutta la durata dell'impianto, la produzione media annuale sarà pari a 76'000 MWh/anno.