



REGIONE  
SICILIA



COMUNE DI  
CARLENTINI



LIBERO CONSORZIO  
COMUNALE DI  
SIRACUSA

Proponente

**Trina Solar STG S.r.l.**

Sede legale: Piazza Borromeo N.14, 20123 Milano

Trinasolar



Struttura di Progettazione e sviluppo

Progettazione

IL PROGETTISTA



Ing. Marco Anfuso

Firma digitale  
Ing. Anfuso

IL PROGETTISTA



Ing. Paolo Grande

Firma digitale  
Ing. Grande

SISTEMA ENERGIA **REGRAN**

R.C. Ing. Alessandro Cappello

Collaboratori

Dott. Ing. Salvatore Falla  
Dott. Arch. Mirko Pasqualino Re  
Dott. Ing. Valentino Otopacca

Firma digitale  
tecnico



Opera

## PROGETTO CARLENTINI

Progetto di impianto FV a terra di potenza pari a 50,08 MW in DC e 40,26 MW in immissione e delle opere connesse da installarsi nel territorio del comune di Carlentini -SR-

Oggetto

Folder:  
**VIA\_2**

Sez.  
**R**

Nome Elaborato:  
**VIA2\_REL09\_Stima Producibilità ed emissioni in atmosfera**

Codice Elaborato:  
**REL\_19**

Descrizione Elaborato:  
**Relazione di producibilità impianto**

00	08/07/2022	Emissione per progetto definitivo	Regran	Trina Solar STG S.r.l.
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica e Approvazione

Scala: -

Formato: A4

## Sommario

1	Introduzione .....	3
2	Inquadramento progettuale .....	3
3	Producibilità energetica.....	6
4	Risparmio combustibile ed emissione evitate.....	8

00	31-05-2022	Prima Emissione
<b>Revisione</b>	<b>Data</b>	<b>Descrizione</b>

## 1 Introduzione

La presente relazione ha lo scopo di quantificare i benefici ambientali derivanti dalla generazione di energia da fonte rinnovabile da parte dell'impianto fotovoltaico denominato "Carlentini", oggetto della presente iniziativa progettuale.

Ad ogni kWh di energia elettrica generato da una fonte energetica rinnovabile, corrisponde infatti un certo quantitativo di gas serra "evitato", ovvero che sarebbe stato prodotto ed immesso nell'atmosfera terrestre se la medesima quantità di energia sarebbe stata generata tramite fonti energetiche tradizionali (ossia fonti fossili).

Dopo una breve inquadratura e descrizione dell'iniziativa progettuale, verranno descritte le modalità con le quali è stata effettuata la stima della producibilità energetica dell'impianto, concludendo con il calcolo delle emissioni evitate.

## 2 Inquadratura progettuale

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato nel territorio del Comune di Carlentini (CT) ed è identificato dalle seguenti coordinate geografiche relative alla posizione baricentrica dell'impianto FV:

- 37.1944"N
- 15.0415"E

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

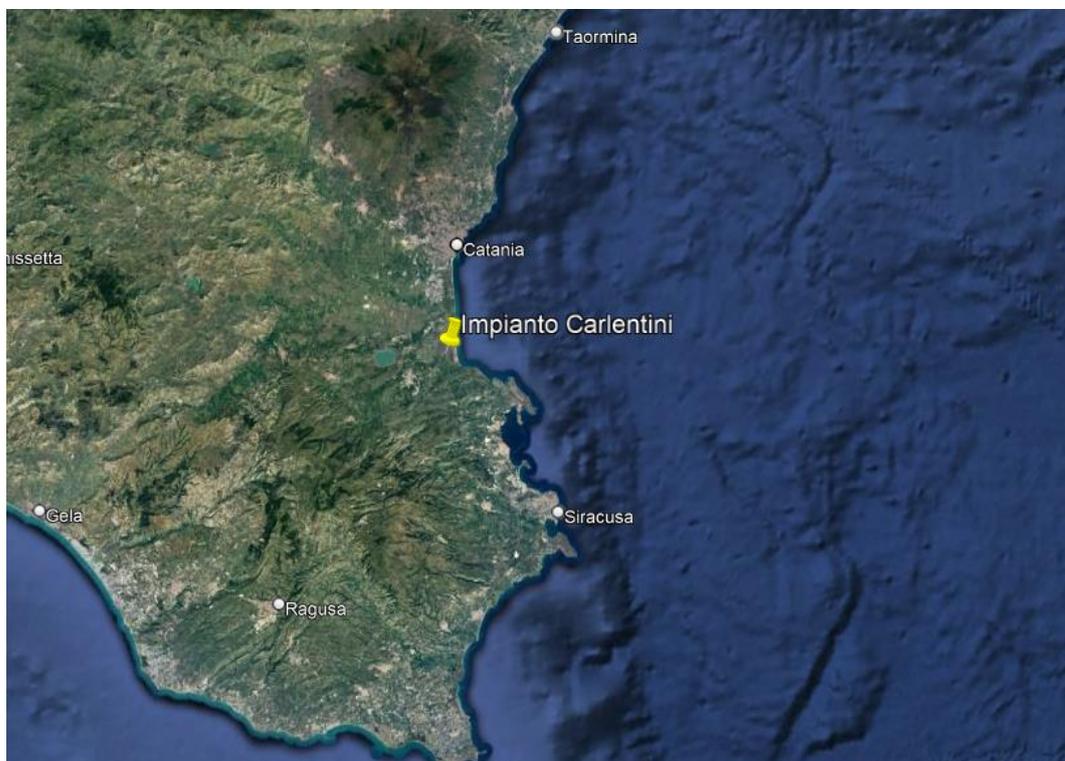


Figura 1 – Inquadratura dell'impianto FV su immagine satellitare

00	31-05-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

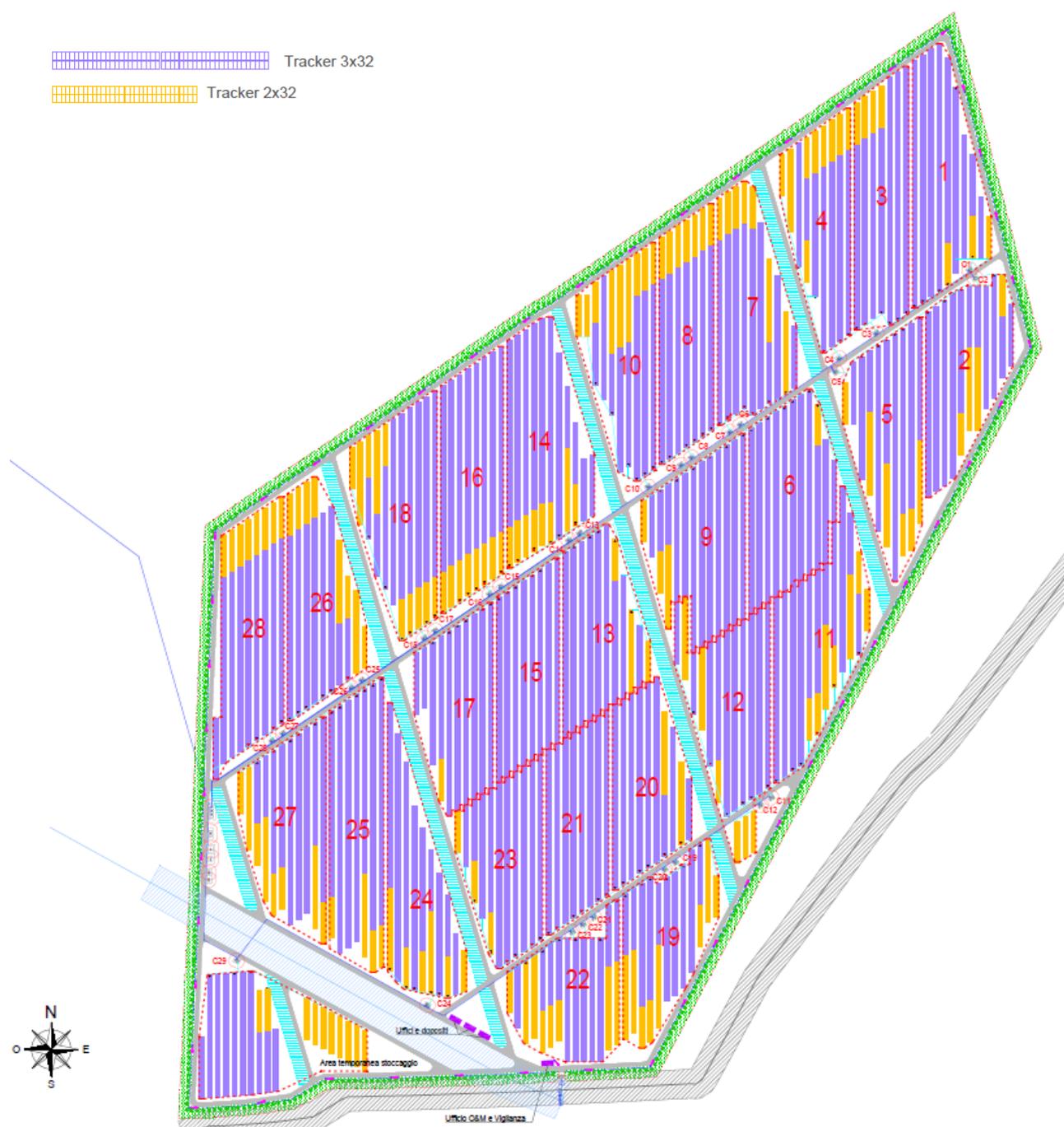


Figura 2 – Inquadramento dell'impianto FV

Le varie stazioni di trasformazione saranno collegate tra loro attraverso una rete di distribuzione esercita a 36 KV fino ad una cabina generale 36 KV, avente lo scopo di collettare tutta l'energia elettrica generata dal campo fotovoltaico verso la stazione.

Il percorso del sovra-menzionato elettrodotto si sviluppa per una lunghezza di circa 7 km di cavidotto esercito a 36 KV, studiato al fine di minimizzare l'impatto sul territorio locale, adeguandone il percorso a quello delle sedi stradali preesistenti ed evitando gli attraversamenti di terreni agricoli.

L'impianto FV sarà connesso alla rete elettrica nazionale in virtù della STMG proposta dal gestore della rete Terna (codice STMG: 201901447) e relativa ad una potenza elettrica in immissione pari a 40,26 MW. Lo

00	31-05-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

schema di collegamento alla RTN prevede il collegamento in antenna a 150 kV presso una nuova stazione elettrica di trasformazione 380/150 kV "Carlentini Nord" da collegare in entrata ed uscita al futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN "Paternò-Priolo".

Come indicato nella stessa STMG "al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete, lo stallo in stazione è condiviso con altri impianti di produzione". In particolare, con comunicazione di TERNA, TRINA SOLAR STG S.r.l. ha ricevuto l'indicazione di condivisione delle opere di connessione con altri produttori.

Il gruppo di produttori ha quindi identificato un'area di stazione Condivisa, ubicata nelle vicinanze della stazione TERNA, dove per TRINA SOLAR STG S.r.l. arriverà il cavo a 36 KV dal campo, per poi essere trasformato a 150kV.

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

00	31-05-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

### 3 Producibilità energetica

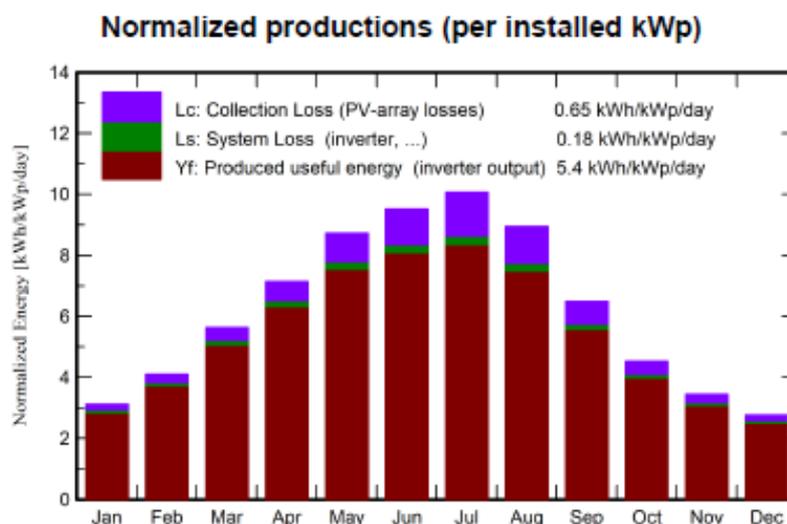
Al fine di stimare la producibilità energetica annua dell'impianto FV è stato utilizzato il software PVsyst (versione 7.2.14), software di riferimento per il settore fotovoltaico, diffusamente utilizzato e riconosciuto a livello internazionale come valido strumento per questo genere di simulazioni.

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

- Carlentini: 37.19°N – 15.04°E

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

Nella seguente tabella viene riportato l'andamento mensile della radiazione solare incidente sul piano dei moduli FV, considerando la configurazione impiantistica adottata per il presente impianto FV:



	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>
January	76.8	30.49	10.69	96.9	92.2
February	92.2	37.71	10.71	114.7	109.5
March	139.5	55.30	12.47	174.7	167.4
April	171.5	63.68	15.30	214.1	205.2
May	216.7	69.73	18.96	270.4	260.2
June	227.3	67.05	23.16	285.5	275.1
July	246.3	58.95	26.42	312.1	301.2
August	218.2	57.19	26.59	277.3	267.3
September	154.7	54.81	23.56	194.8	186.8
October	112.6	46.16	19.70	140.3	134.1
November	81.7	33.32	15.75	103.4	98.5
December	68.5	29.16	12.02	85.7	81.5
Year	1806.0	603.54	17.99	2270.0	2179.2

00	31-05-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

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

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

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

- Perdite per ombreggiamento: 1,79% - ovvero le perdite causate dall'ombreggiamento reciproco tra i filari di moduli FV;
- Perdite per "soiling": 2.00 % - tale coefficiente tiene conto delle inevitabili perdite ottiche/elettriche determinate dalla deposizione di sporcizia sulla superficie frontale dei moduli FV;
- Perdite causate dalla temperatura: 5,11 % - perdite causate dall'inevitabile decadimento delle prestazioni dei moduli FV durante il funzionamento a temperature superiori di 25°C, temperatura Standard di riferimento alla quale è determinata l'efficienza nominale di un modulo FV;
- Perdite per mismatch: 1,1% - ovvero le perdite causate dalle caratteristiche elettriche non perfettamente identiche dei moduli FV;
- Decadimento prestazioni moduli FV: 0.45 % - ovvero pari al valore comunicato, e certificato, dal produttore dei moduli FV (vedere data sheet);
- Perdite elettriche di distribuzione CC – 1 % @STC – ovvero le perdite sui cavi DC, valore calcolato con il dimensionamento cavi DC pari a 0,57%.
- Perdite elettriche di distribuzione AC (BT+36 KV+AT) – 0.55 % @STC – ovvero le perdite su tutti i cavi in alternata, valori calcolati con il dimensionamento cavi;
- Perdite elettriche nella trasformazione rete 36 KV e AT – perdite nel ferro totali 0,1% @STC e perdite nel rame totali 1,1% - ovvero le perdite in tutti i trasformatori;
- Il consumo dei servizi ausiliari – 5W/kW (0,5%) – un consumo del 0,5% della potenza impegnata include i consumi di: sistemi ausiliari di cabina, sistemi ausiliari della centrale O&M, sistema di videosorveglianza, etc.

00	31-05-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

La producibilità energetica dell'impianto così stimata risulta essere pari a 98,6 GWh/anno, per il primo anno, ovvero 1969 kWh/kWp, con un rendimento atteso pari a circa 86,75%.

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

#### 4 Risparmio combustibile ed emissione evitate

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

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

98,6 GWh nel primo anno

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

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

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

0,0116 TEP/MWh

E quindi i TEP risparmiati annui sono pari a:

$98'613 \text{ MWh} \times 0,0116 \text{ TEP/MWh} = 1'143,91 \text{ TEP nel primo anno}$

Calcoliamo le emissioni evitate in atmosfera di CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>:

CO<sub>2</sub> →  $98'613 \text{ MWh} \times 0,483 \text{ t/MWh} = 47'631,08 \text{ t nel primo anno}$

SO<sub>2</sub> →  $98'613 \text{ MWh} \times 0,0014 \text{ t/MWh} = 138,06 \text{ t nel primo anno}$

NO<sub>2</sub> →  $98'613 \text{ MWh} \times 0,0019 \text{ t/MWh} = 187,39 \text{ t nel primo anno}$

00	31-05-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione