

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE  
"BRINDISI VALLONE" DI POTENZA NOMINALE PARI A 29.925 MVA  
E POTENZA INSTALLATA PARI A 33.475,68 MW  
DA REALIZZARSI IN AREA SIN BRINDISI

REGIONE PUGLIA  
PROVINCIA di BRINDISI  
COMUNE di BRINDISI  
Località Masseria Baraccone (Area SIN)

PROGETTO DEFINITIVO  
Id AU 1JAXB41

Tav.:

Titolo:

R29  
agg

Analisi di producibilità dell'impianto

Scala:

Formato Stampa:

Codice Identificatore Elaborato

n.a.

A4

1JAXB41\_DocumentazioneSpecialistica\_29-agg

Progettazione:

Committente:



Dott. Ing. Fabio CALCARELLA  
Via Vito Mario Stampacchia, 48 - 73100 Lecce  
Mob. +39 340 9243575  
fabio.calcarella@gmail.com - fabio.calcarella@ingpec.eu



*Fabio Calcarella*

Stern PV 2 S.r.l.



**Stern PV 2 S.r.l.**

Sede Legale: Via Leonardo Da Vinci, 12 - 39100 Bolzano  
email: sternv2srl@pec.it

*Stern PV 2*

| Data          | Motivo della revisione:                       | Redatto: | Controllato: | Approvato:        |
|---------------|---|----------|--------------|-------------------|
| Luglio 2020   | Prima emissione                               | STC      | FC           | Stern PV 2 S.r.l. |
| Novembre 2023 | Modifica a seguito richiesta integrazione AdB | STC      | FC           | Stern PV 2 S.r.l. |
|               |   |          |              |                   |
|               |   |          |              |                   |
|               |   |          |              |                   |



## Sommario

|   |   |
|---|---|
| 1. Premessa.....  | 2 |
| 2. Dati di partenza per il calcolo .....  | 2 |
| 3. Considerazioni generali sui risultati del calcolo e stima della produzione ..... | 2 |



## 1. Premessa

Nella presente relazione si stima la producibilità media annua dell'impianto in progetto calcolata in kW/kWp.

Il progetto prevede la realizzazione di un "impianto fotovoltaico" per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (solare), avente potenza nominale pari a 29.925 kVA e una potenza installata pari a 33.475,68 kWp, unitamente a tutte le opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale Sarà costituito da 53.136 moduli fotovoltaici in monocristallino da 630 Wp ognuno, raggruppati in 2.214 stringhe e montati su strutture metalliche ad inseguitori solari monoassiali "Traker" aventi asse di rotazione perpendicolare all'asse Est-Ovest.

## 2. Dati di partenza per il calcolo

Per il calcolo è stato utilizzato il software PVSYST, che consente di effettuare una simulazione nella quale la stima della producibilità è relativa all'intero impianto in progetto ed avente le stesse caratteristiche funzionali di quello in progetto.

I dati di partenza per il calcolo della producibilità sono i seguenti:

- Ubicazione dell'impianto;
- Tipo di sistema: inseguitori solari;
- Dimensioni modulo fotovoltaico: 2.465 x 1.1134 m
- Potenza di picco dell'impianto in kWp;
- Perdite di sistema: stimate al 20%.

## 3. Considerazioni generali sui risultati del calcolo e stima della produzione

In linea generale le perdite di sistema tengono conto di diversi fattori.

In prima analisi si considera l'efficienza percentuale del pannello fotovoltaico.

L'efficienza dei pannelli fotovoltaici, al fine di avere dei riferimenti identici per tutti i produttori, viene calcolata alle condizioni **STC (Standard Test Condition)**, ovvero un irraggiamento di 1000 W/mq, temperatura di 25°C, distribuzione spettrale = 1,5.

Il rendimento di un pannello è la quantità di energia solare che un pannello riesce a convertire in energia elettrica per unità di superficie, ed è sempre il massimo rendimento alle condizioni STC di cui sopra.

Il valore dell'efficienza di un pannello fotovoltaico è riportato in genere sul data-sheet del modulo, quindi è fornito dal produttore. È altresì semplice da calcolare conoscendo la potenza di picco e le sue dimensioni (si utilizzano le dimensioni del pannello comprese le cornici, in definitiva l'ingombro massimo del modulo).

La formula per il calcolo del rendimento del pannello è:

$$\text{Rendimento \%} = (\text{Potenza modulo} / \text{Superficie} / 1000) * 100$$

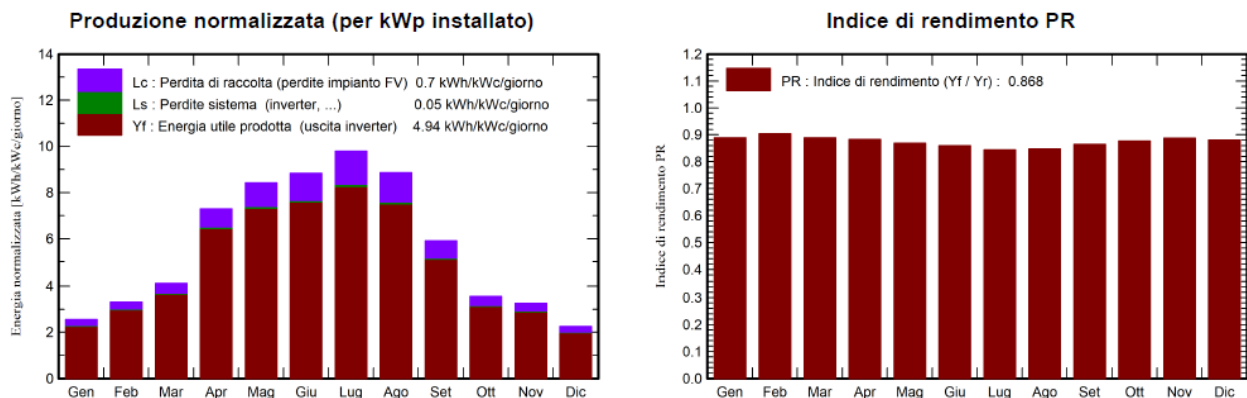
nel caso particolare in esame avremo:

$$\text{Rendimento \%} = (630 / (2,465 * 1,134) / 1000) * 100 = 22,53 \%$$

Altri fattori di perdita che il calcolo prende in considerazione sono:

- Perdita FV causa temperatura;
- Perdita per qualità modulo;
- Perdite ohmiche di cablaggio;
- Perdite nell'inverter;
- Perdite nell'inverter per superamento  $V_{max}$ ;

In relazione alle caratteristiche dell'impianto, al numero di moduli fotovoltaici (53.136), alla loro potenza unitaria (630 Wp), all'irraggiamento previsto nell'area di impianto sulla base dei dati ricavati da PVSYST si stima una produzione di energia elettrica totale di circa **60,39 MWh/anno**





# Progetto: Vallone

Variante: Nuova variante di simulazione

Stern Energy SPA (Italy)

## PVsyst V7.4.0

VCO, Simulato su  
20/11/23 11:14  
con v7.4.0

### Sommario del progetto

|                            |                      |                           |
|----------------------------|----------------------|---------------------------|
| <b>Luogo geografico</b>    | <b>Ubicazione</b>    | <b>Parametri progetto</b> |
| <b>Località Produttiva</b> | Latitudine 40.58 °N  | Albedo 0.20               |
| Italia                     | Longitudine 18.00 °E |                           |
|                            | Altitudine 20 m      |                           |
|                            | Fuso orario UTC+1    |                           |
| <b>Dati meteo</b>          |                      |                           |
| Località Produttiva        |                      |                           |
| PVGIS api TMY              |                      |                           |

### Sommario del sistema

|                                 |  |                     |  |
|---------------------------------|--|---------------------|--|
| <b>Sistema connesso in rete</b> | <b>Eliostati illimitati con indetreggiamento</b> |                     |  |
| <b>Orientamento campo FV</b>    | <b>Algoritmo dell'inseguimento</b>               | <b>Ombre vicine</b> |  |
| <b>Orientamento</b>             | Calcolo astronomico                              | Senza ombre         |  |
| Assi inseguimento orizzontali   | Backtracking attivato                            |                     |  |
| <b>Informazione sistema</b>     |  |                     |  |
| <b>Campo FV</b>                 | <b>Inverter</b>                                  |                     |  |
| Nr. di moduli 53136 unità       | Numero di unità 133 unità                        |                     |  |
| Pnom totale 33.48 MWc           | Pnom totale 29.93 MWac                           |                     |  |
|                                 | Rapporto Pnom 1.119                              |                     |  |
| <b>Bisogni dell'utente</b>      |  |                     |  |
| Carico illimitato (rete)        |  |                     |  |

### Sommario dei risultati

|                                    |                                 |                              |
|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Energia prodotta 60390914 kWh/anno | Prod. Specif. 1804 kWh/kWp/anno | Indice rendimento PR 86.79 % |
|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|

### Indice dei contenuti

|   |   |
|---|---|
| Sommario del progetto e dei risultati                           | 2 |
| Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema | 3 |
| Risultati principali  | 5 |
| Diagramma perdite   | 6 |
| Grafici predefiniti   | 7 |
| Schema unifilare  | 8 |



**Parametri principali**

|                                 |           |  |            |
|---------------------------------|-----------|--|------------|
| <b>Sistema connesso in rete</b> |           | <b>Eliostati illimitati con indetreggiamento</b> |            |
| <b>Orientamento campo FV</b>    |           | <b>Algoritmo dell'inseguimento</b>               |            |
| <b>Orientamento</b>             |           | Calcolo astronomico                              |            |
| Assi inseguimento orizzontali   |           | Backtracking attivato                            |            |
| <b>Modelli utilizzati</b>       |           | <b>Campo con backtracking</b>                    |            |
| Trasposizione                   | Perez     | N. di eliostati                                  | 10 unità   |
| Diffuso                         | Importato | Eliostati illimitati                             |            |
| Circumsolare                    | separare  | <b>Dimensioni</b>                                |            |
|                                 |           | Distanza eliostati                               | 5.00 m     |
|                                 |           | Larghezza collettori                             | 3.00 m     |
|                                 |           | Fattore occupazione (GCR)                        | 60.0 %     |
|                                 |           | Banda inattiva sinistra                          | 0.02 m     |
|                                 |           | Banda inattiva destra                            | 0.02 m     |
|                                 |           | Phi min / max                                    | -/+ 60.0 ° |
|                                 |           | <b>Strategia Backtracking</b>                    |            |
|                                 |           | Phi limits for BT                                | -/+ 52.7 ° |
|                                 |           | Distanza tavole backtracking                     | 5.00 m     |
|                                 |           | Larghezza backtracking                           | 3.00 m     |
| <b>Orizzonte</b>                |           | <b>Ombre vicine</b>                              |            |
| Orizzonte libero                |           | Senza ombre                                      |            |
|                                 |           | <b>Bisogni dell'utente</b>                       |            |
|                                 |           | Carico illimitato (rete)                         |            |

**Caratteristiche campo FV**

|  |                             |  |            |
|--|-----------------------------|--|------------|
| <b>Modulo FV</b>                         |                             | <b>Inverter</b>                          |            |
| Costruttore                              | Jinkosolar                  | Costruttore                              | Goodwe     |
| Modello                                  | JKM-630N-78HL4-V            | Modello                                  | GW225K-HT  |
| (Definizione customizzata dei parametri) |                             | (Definizione customizzata dei parametri) |            |
| Potenza nom. unit.                       | 630 Wp                      | Potenza nom. unit.                       | 225 kWac   |
| Numero di moduli FV                      | 53136 unità                 | Numero di inverter                       | 133 unità  |
| Nominale (STC)                           | 33.48 MWc                   | Potenza totale                           | 29925 kWac |
| Moduli                                   | 2214 Stringhe x 24 In serie | Voltaggio di funzionamento               | 500-1500 V |
| <b>In cond. di funz. (50°C)</b>          |                             | Rapporto Pnom (DC:AC)                    | 1.12       |
| Pmpp                                     | 30.97 MWc                   | Power sharing within this inverter       |            |
| U mpp                                    | 1022 V                      | <b>Potenza totale inverter</b>           |            |
| I mpp                                    | 30290 A                     | Potenza totale                           | 29925 kWac |
| <b>Potenza PV totale</b>                 |                             | Numero di inverter                       | 133 unità  |
| Nominale (STC)                           | 33476 kWp                   | Rapporto Pnom                            | 1.12       |
| Totale                                   | 53136 moduli                |  |            |
| Superficie modulo                        | 148532 m²                   |  |            |

**Perdite campo**

|  |               |  |             |  |       |
|--|---------------|--|-------------|--|-------|
| <b>Fatt. di perdita termica</b>          |               | <b>Perdite DC nel cablaggio</b>        |             | <b>LID - Light Induced Degradation</b> |       |
| Temperatura modulo secondo irraggiamento |               | Res. globale campo                     | 0.73 mΩ     | Fraz. perdite                          | 1.5 % |
| Uc (cost)                                | 29.0 W/m²K    | Fraz. perdite                          | 2.0 % a STC |  |       |
| Uv (vento)                               | 0.0 W/m²K/m/s |  |             |  |       |
| <b>Perdita di qualità moduli</b>         |               | <b>Perdite per mismatch del modulo</b> |             | <b>Perdita disadattamento Stringhe</b> |       |
| Fraz. perdite                            | -0.8 %        | Fraz. perdite                          | 2.0 % a MPP | Fraz. perdite                          | 0.1 % |



**PVsyst V7.4.0**

VC0, Simulato su

20/11/23 11:14

con v7.4.0

**Perdite campo**

**Fattore di perdita IAM**

Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Fresnel, antiriflesso, nVetro=1.526, n(AR)=1.290

| 0°    | 30°   | 50°   | 60°   | 70°   | 75°   | 80°   | 85°   | 90°   |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1.000 | 0.999 | 0.987 | 0.962 | 0.892 | 0.816 | 0.681 | 0.440 | 0.000 |

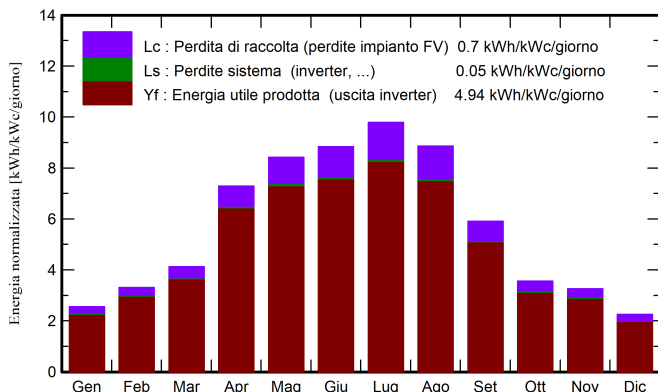


**Risultati principali**

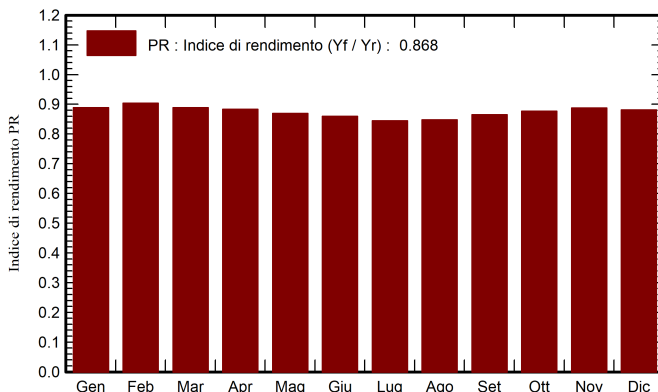
**Produzione sistema**

Energia prodotta 60390914 kWh/anno Prod. Specif. 1804 kWh/kWp/anno  
Indice rendimento PR 86.79 %

**Produzione normalizzata (per kWp installato)**



**Indice di rendimento PR**



**Bilanci e risultati principali**

|           | GlobHor<br>kWh/m <sup>2</sup> | DiffHor<br>kWh/m <sup>2</sup> | T_Amb<br>°C | GlobInc<br>kWh/m <sup>2</sup> | GlobEff<br>kWh/m <sup>2</sup> | EArray<br>kWh | E_Grid<br>kWh | PR<br>ratio |
|-----------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------|-------------|
| Gennaio   | 63.8                          | 27.01                         | 10.10       | 79.3                          | 74.3                          | 2387582       | 2358251       | 0.889       |
| Febbraio  | 77.0                          | 36.78                         | 7.71        | 92.6                          | 88.0                          | 2833439       | 2799791       | 0.903       |
| Marzo     | 108.7                         | 58.33                         | 12.04       | 127.7                         | 121.8                         | 3843226       | 3798057       | 0.888       |
| Aprile    | 177.1                         | 60.33                         | 15.16       | 218.9                         | 212.4                         | 6541112       | 6471177       | 0.883       |
| Maggio    | 213.2                         | 67.84                         | 19.22       | 261.1                         | 253.9                         | 7680207       | 7598485       | 0.869       |
| Giugno    | 217.4                         | 69.31                         | 23.59       | 264.9                         | 258.1                         | 7701482       | 7620272       | 0.859       |
| Luglio    | 243.6                         | 59.12                         | 28.75       | 303.6                         | 296.6                         | 8677749       | 8587888       | 0.845       |
| Agosto    | 218.3                         | 54.47                         | 28.07       | 274.7                         | 268.2                         | 7884308       | 7801461       | 0.848       |
| Settembre | 144.9                         | 56.33                         | 23.06       | 177.3                         | 171.2                         | 5194364       | 5137873       | 0.865       |
| Ottobre   | 91.8                          | 44.17                         | 17.07       | 110.5                         | 105.1                         | 3285572       | 3245963       | 0.877       |
| Novembre  | 78.1                          | 32.04                         | 12.89       | 97.8                          | 92.3                          | 2940643       | 2905288       | 0.887       |
| Dicembre  | 57.6                          | 27.22                         | 11.14       | 70.0                          | 65.1                          | 2092228       | 2066408       | 0.881       |
| Anno      | 1691.5                        | 592.94                        | 17.47       | 2078.6                        | 2006.8                        | 61061910      | 60390914      | 0.868       |

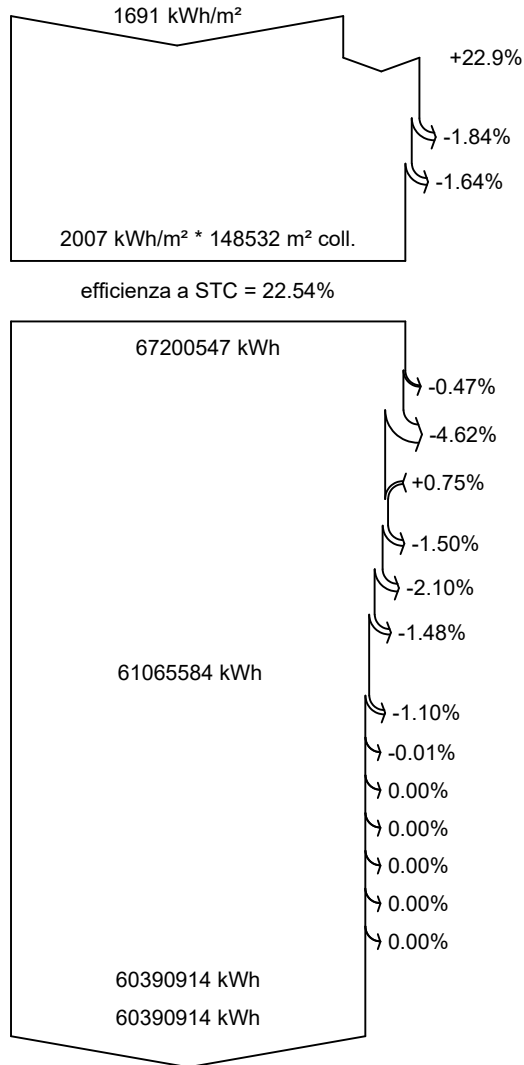
**Legenda**

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





**Diagramma perdite**



**Irraggiamento orizzontale globale**

**Globale incidente piano coll.**

Ombre vicine: perdita di irraggiamento

Fattore IAM su globale

**Irraggiamento effettivo su collettori**

Conversione FV

**Energia nominale campo (effic. a STC)**

Perdita FV causa livello d'irraggiamento

Perdita FV causa temperatura

Perdita per qualità modulo

LID - "Light induced degradation"

Perdita disadattamento moduli e stringhe

Perdite ohmiche di cablaggio

**Energia apparente impianto a MPPT**

Perdita inverter in funzione (efficienza)

Perdita inverter per superamento Pmax

Perdita inverte a causa massima corrente in ingresso

Perdita inverter per superamento Vmax

Perdita inverter per non raggiungimento Pmin

Perdita inverter per non raggiungimento Vmin

Consumi notturni

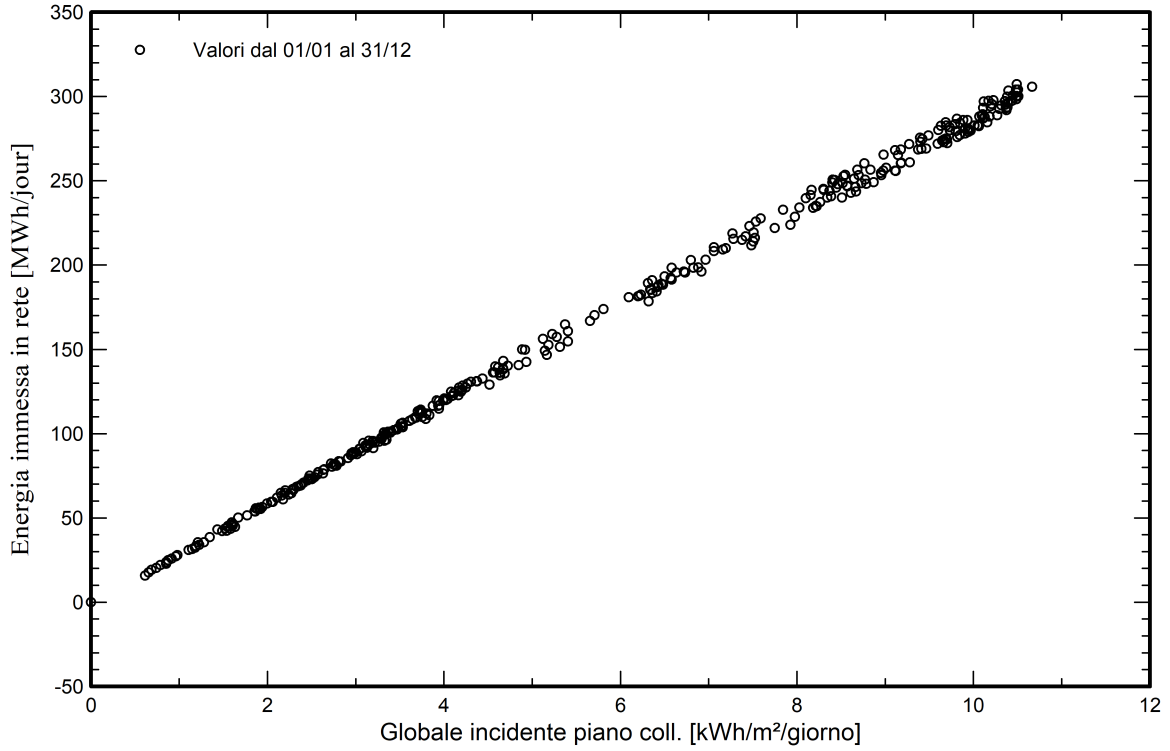
**Energia in uscita inverter**

**Energia immessa in rete**



Grafici predefiniti

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

